



KESKKONNAMINISTEERIUM

TARTU ÜLIKOOL

 **Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

  
SISEKAITSEAKADEEMIA  
ESTONIAN ACADEMY OF SECURITY SCIENCES

 **NIBR**  
Norwegian Institute for  
Urban and Regional Research

# Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas (KATI)

Assessment of climate change impacts and elaboration of adaptation instruments in the field of planning, land use, health and rescue management

## Lõpparuanne



Toila, august 2003, Rein Aidma foto

ICELAND  
LIECHTENSTEIN  
NORWAY  
 **eea  
grants**

Tartu 2015

[www.eeagrants.org](http://www.eeagrants.org)

Aruande koostas Tartu Ülikool koos Eesti Maaülikooli, Sisekaitseakadeemia ja Norra Linna- ja regionaaluuringu Instituudiga.

### **Aruande autorid**

Antti Roose, projektijuht  
Mait Sepp, kliimaekspert  
Pilleriine Kamenjuk, toimetaja  
**Maakasutus ja planeerimine**  
Martin Gauk, linnastumisekspert,  
kaarditoimetaja  
Tanel Tamm, GIS ekspert,  
kaarditoimetaja  
Maila Kuusik, planeeringute  
peaekspert  
Tiiu Pärn, planeeringute ekspert  
Karri Tiigison, linnaruumi ekspert  
Priit Annus, planeerimisekspert  
Valentina Sagris, GIS peaekspert  
Tõnu Oja, maakasutuse peaekspert  
Mari Liiva, toimetaja  
Kjell Harvold, kohanemismeetmete  
ekspert  
Andres Tarand, kliimapoliitika ekspert  
**Rannikualad, teised üleujutusohuga  
alad, maaparandus**  
Alar Rosentau, rannikualade  
peaekspert  
Enn Karro, rannikualade peaekspert  
Merle Muru, riskialade ekspert  
Marge Uppin, geoloogiaekspert  
Toomas Tamm, maaparanduse  
peaekspert  
Arvo Järvet, maaparanduse peaekspert  
Arno Kanal, mullaekspert  
Jaan Kask, maaparanduse ekspert  
**Tervis**  
Hans Orru, tervisevaldkonna juht  
Timo Lanki, tervisevaldkonna  
peaekspert

Bertil Forsberg, tervisevaldkonna  
peaekspert  
Astrid Saava, tervisevaldkonna  
peaekspert  
Daniel Oudin Åström,  
tervisevaldkonna vanemekspert  
Ene Indermitte, tervisevaldkonna  
vanemekspert  
Kati Orru, tervisevaldkonna  
vanemekspert  
Christofer Åström, tervisevaldkonna  
ekspert  
Kaidi Rekker, tervisevaldkonna  
ekspert  
Mari Tillmann, tervisevaldkonna  
ekspert  
Toomas Kangur, tervisevaldkonna  
ekspert  
**Päästevõimekus**  
Ants Tammepuu, päästeteema juht  
Jaan Tross, päästevõimekuse  
vanemekspert  
Alar Valge, päästevõimekuse  
vanemekspert  
Karmo Kuru, päästevõimekuse ekspert  
Ando Vainjärv, riskide hindamise  
ekspert  
Heino Berggren, päästeressursside  
ekspert  
Igor Šarin, päästeressursside ekspert  
**Meetmehindamise töörihm**  
Uku Varblane, töörihma juht  
Tarmo Puolokainen, hindamisekspert  
Marek Sammul, hindamisekspert  
Siim Espenberg, hindamisekspert

Kontaktandmed:

Vanemuise 46, 51014, Tartu

telefon 737 6841

e-post: antti.roose@ut.ee

<http://www.geograafia.ut.ee/et/teadustegevus/kati>

Uuringu tellija: Keskkonnaministeerium

## SISUKORD

Kokkuvõte .....	5
Summary .....	12
Lühendid.....	18
Mõisted.....	19
1. Sissejuhatus .....	23
1.1. Lähtekohad.....	25
2. Metoodika.....	27
2.1. Kliimamuutused.....	27
2.1.1. Tõlgendamine.....	30
2.1.2. Kliimanormide ja stsenaariumite kasutamine kliimamuutuste mõjude hindamisel.....	31
2.1.3. Tulevikkliima regioonid.....	40
2.2. Kliimamuutuse mõju ja haavatavuse hindamine.....	49
2.2.1. Paduvihmade üleujutuste modelleerimine.....	53
2.2.2. Kuumapäevade haavatavuse hindamine linnades .....	54
2.3. Rannikualad .....	54
2.4. Maaparandus.....	55
2.5. Linnad .....	56
2.6. Tervis.....	56
2.7. Kohanemismeetmete hindamise metoodika.....	57
3. Valdkondlikud ülevaated .....	60
I Planeerimine ja maakasutus.....	62
3.1. Rannikualad .....	62
3.1.1. Üleujutused rannikualadel.....	62
3.1.2. Randade erosioon ja maalihked jõgede suudmealadel .....	70
3.1.3. Urimisvajadus .....	78
3.1.4. Mõjude üldistus.....	79
3.1.5. Kohanemismeetmed .....	81
3.2. Teised üleujutusohuga alad.....	89
3.3. Maaparandus.....	90
3.3.1. Kuivendus .....	90
3.3.2. Niisutus .....	96
3.3.3. Urimisvajadus .....	99
3.3.4. Mõjude üldistus.....	99
3.3.5. Kohanemismeetmed.....	103
3.4. Linnad .....	110
3.4.1. Tormid.....	111
3.4.2. Üleujutused .....	113
3.4.3. Kuumalained .....	128

3.4.4.	Ruumiline planeerimine kliimakoanamise meetmena.....	140
3.4.5.	Uurimisvajadus .....	145
3.4.6.	Mõjude üldistus .....	146
3.4.7.	Koanamismeetmed .....	148
II	Tervis ja päästevõimekus .....	168
3.5.	Tervis .....	168
3.5.1.	Äärmuslikud ilmastikunähtused .....	169
3.5.2.	Õhukvaliteet ja allergiad .....	186
3.5.3.	Veega seotud probleemid .....	192
3.5.4.	Toiduohutus.....	194
3.5.5.	Siirutajate kaudu levivad haigused.....	196
3.5.6.	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus .....	199
3.5.7.	Ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon .....	201
3.5.8.	Tervisesüsteem ja selle mõju kliimamuutustega koanamisele .....	203
3.5.9.	Tervishoiusüsteemi võimekus koaneda kliimamuutustega: eesmärkidest, jälgimise ja elukorralduse muudatusteni .....	206
3.5.10.	Elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse .....	211
3.5.11.	Uurimisvajadus .....	214
3.5.12.	Mõjude üldistus .....	216
3.5.13.	Koanamismeetmed .....	226
3.6.	Päästevõimekus.....	240
3.6.1.	Üleujutused .....	242
3.6.2.	Metsatulekahjud .....	245
3.6.3.	Uurimisvajadus .....	250
3.6.4.	Mõjude üldistus .....	250
3.6.5.	Koanamismeetmed .....	253
	Kasutatud kirjandus .....	263
	Lisad.....	287
	Lisa 1. Õhutemperatuuri muutused nüüdis- ja tulevikkliimas.....	287
	Lisa 2. Üleujutusmõjud ärihoonetele ja tootmishoonetele .....	289
	Lisa 3. Haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite teemakaardid.....	292
	Lisa 4. Seminarimaterjalide lingid .....	296
	Lisa 5. Kliimamuutuste mõju küsitluse tulemused .....	300
	Lisa 6. Kliimakoanamise uuringute prioriteedid asustuse ja inimese temaatikas.....	303
	Lisa 7. Temperature thresholds within a heatwave early warning system for Estonia.....	304
	Lisa 8. Adaptation to climate change in Finland.....	306
	Lisa 9. Climate Change adaptation in Sweden – Roles and responsibilities .....	315
	Lisa 10. Intervjueeritud eksperdid.....	321



## KOKKUVÕTE

Kliimakoahanemise uuringuid viiakse läbi Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi "Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine" toetusel „Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga koahanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamise“ projekti raames. Projekti „Kliimamuutuste mõjude hindamine ja koahanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ (KATI) lõpparuandes esitatakse lisaks juba kahele vahearuandes käsitletud valdkondlikule hetkeolukorra analüüsile, kliimamuutuste mõjuhinnangutele, edasisele uurimisvajadusele Eestis strateegilised koahanemiseesmärgid ja meetmestik.

Käsitlevate teemade alavaldkondlik jaotus on järgmine.

Valdkond	Alavaldkond	Metoodiline alus
<b>Planeerimine ja maakasutus</b>		
Rannikualad	Üleujutused	Euroopa Liidu strateegia kliimamuutustega koahanemiseks COM 216. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Climate change adaptation, coastal and marine issues“, SWD (2013) 133 final. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final.
	Erosioon ja maalihked	
Teised üleujutusohuga alad	-	Veeraamdirektiivi 2000/60/EÜ kohaselt on koostatud 2014. a veemajanduskavades nimetatud aladele riskide maandamiskavad. Veeseaduse 5 1. peatükk Üleujutusohuga seotud riskide hindamine ja maandamine (RT I 2010).
Maaparandus	Kuivendus	Tehnilises jaotuses. Veeraamdirektiivi 2000/60/EÜ kohaselt käsitletakse teemat veemajanduskavades. Kohaldatakse veeseadust (RT I 2010).
	Niisutus	
Linnad	Tormid	Euroopa Liidu strateegia kliimamuutustega koahanemiseks COM 216. Euroopa Komisjoni töödokument „Impact Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final. Euroopa linnade kliimamuutustega koahanemise strateegiad uuring (Ricardo-AEA, 2013).
	Üleujutused	
	Kuumalained	
<b>Tervis ja päästevõimekus</b>		
Tervis	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final.
	Õhukvaliteet ja allergiad	
	Veega seotud probleemid	
	Toiduohutus	
	Siirutajate kaudu levivad haigused	
	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus	
Päästevõimekus	Üleujutused	Hädaolukorra seadus (2009) ning Vabariigi Valitsuse korraldusega sätestatud hädaolukorra tüübid (Vabariigi Valitsus, 2013).
	Metsatulekahjud	

Uuringutes, mõjuhinnangute andmisel, kohanemiseesmärkide püstitamisel ja meetmete väljatöötamisel võetakse aluseks järgmiseid asjaolusid. Alustades Eestis kliimakohanemise uuringuid ja riikliku strateegia koostamist teistest Põhja- ja Lääne-Euroopa riikidest kümnekond aastat hiljem, saab kasutada nende riikide teadmust ja praktilisi kogemusi. Ometi sõltub see üsna palju riiklikest ja kohalikest asjaoludest, muuhulgas keskkonnateadlikkusest, elatustasemest ja heaoluriigi mudelist ega tarvitse pädeda Eestis. Sestap on Eestis esmajärjekorras ja riiklikult oluline kliimateadlikkuse tõstmine ning teadmuse suurendamine viies lähiaastail läbi vajalikud rakendusuringud ning koostades praktilised juhendid ametnikele, planeerijatele ja teistele asjalistele kliimariskide arvestamiseks. Samas, paljud praktilised kohanemismeetmed juba ilmnunud riskide maandamiseks ei nõua eraldi täiendavat süsteemi ega ressursse, vaid on sidusalt rakendatavad juba olemasolevate valdkonna poliitikate ja tegevuste raames (*mainstreaming*). 21. sajandi tehnoloogilises infoühiskonnas esineb ka õpitud abitust, mis võib inimeste loomulikku kohanemisvõimet pärssida. See on teadlikkuse, käitumise ja kogemuse küsimus. Ka Eestis on probleemiks tõusmas ülereguleeritus.

Kliimakohanemine peab olema kohapõhine. Paljud erakorraliste ilmastikuolude mõjud avalduvad vägagi piiratud alal. Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude hinnangu koostamisel lähtutakse eeldusest, et eksponeeritus, tundlikkus ja kohanemisvõimekus on ruumiliselt varieeruvad nähtused. Selles uuringu ruumianalüüsidel kasutatakse hulgaliselt nii sõltumatuid kui üksteisest sõltuvaid kliima-, ühiskonna- ja kohanemistegurite ruumiandmeid. Seejuures peab hindama kliimariskide kõrval ka kõiki teisi ühiskonnaarengu riske, pidades silmas, et ühiskond muutub ju kiiremini kui kliima või selle mõjud. Kaardilisas on esitatud haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite teemakaardid. Hinnangu tulemus sisaldab kõige olulisemate mõjude ruumilist jaotust riigi, regiooni või linna tasemel, näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse ja/või majandusliku väärtuse jaotuse selleks, et eeskätt keskenduda suure esinemisriskiga ohtudele ja hädaolukordade võimalikkusele riskialadel.

**Tulevikukliima.** Käesoleva projekti aluseks olevast KAUR-is koostatud tulevikukliima prognoosist (Luhamaa jt, 2015) võib tuleviku ilmaolude kohta teha järgmisi järeldusi:

**Õhutemperatuur tõuseb.** Suure tõenäosusega kaasneb sellega külmal poolaastal ja eriti talvel 0 °C lähedaste temperatuuridega päevade arvu tõus ja sagenevad sula-külm-sula tsükliliga ilmad. Kindlasti väheneb lumepäevade arv, lumekatte paksus ja nii merel kui ka siseveekogudel jääpäevade arv. Sagenevad aastad, mil püsivat lumi- ja jääkatet ei esine, ning ka sellised talved, mil maapind ei külmu. Siiski tuleb arvestada Eesti geograafilist asukohta – asume suhteliselt kaugel põhjas ja kontinentaalse kliimaga suure mandriala serval, mistõttu ei ole alust arvata, et tulevikus kaoksid külmalained täielikult. Eeldatavalt suureneb lähikümneanditel Eesti sisesed kliimakontrastid, kus Ida- ja Kirde-Eestis on suhteliselt külm ja lumine talv, seevastu Lääne-Eestis lumekatet ei teki.

Sooja poolaasta temperatuuritõus on prognoosides suhteliselt väike, kuid ka antud juhul tuleb arvestada vegetatsiooniperioodi pikenemisega, öökülmavaba periood võib pikeneda sajandi lõpuks kuni kahe kuu võrra. Samas tuleb juba lähitulevikus arvestada suviste kuumalainete senisest ulatuslikuma negatiivse mõjuga. Talvise lumekatte vähenemine võib kaasa tuua mullaveevarude vähenemist ja kevadpõuda.

**Sademetek hulka suureneb.** Osaliselt kasutatakse temperatuuritõusuga atmosfääri lisanduv energia ära vee aurustamiseks, mistõttu sademete hulka tõus on kliimamuutuste loogiline tulem. Sademete puhul tuleb arvestada, et Eestis on selles osas küllaltki suured regionaalsed ja ajalised erinevused ning sademete jaotuses on väga suur osa juhuslikkusele. See tähendab, et prognoositav kuni 20% sademete hulka kasv jääb tegelikult aastevahelise kõikumise piiridesse ja lisanduv vesi ei peaks olulisi probleeme tekitama. Jõgede äravoolu seisukohalt on oluline ka see, et talvede soojenemise tõttu väheneb kevadise suurvee risk. Teisalt võib eelpoolmainitud 20% tõusu võtta, kui kogu hüdroloogilise süsteemi nihet, mis tähendab, et ka ekstreemsed sajujuhtumid on viiendiku võrra võimsamad.

Sademetek puhul on kriitiline küsimus, mis vajab täiendavat modelleerimist, sademete jaotuse probleem: millisesse sademete jaotuse ossa lisavesi lisandub? Kui lisanduv vesi tähendab ekstreemsete sademete esinemissageduse ja sajuhulkade suurenemist, siis toob see muutus kaasa olulist majanduslikku kahju. Luhamaa jt (2015) esitatud **maapinnale jõudva kiirguse prognoosis** ennustatakse **talvel kiirguse vähenemist, kuid suvel see hulka praktiliselt ei muutu**. Sellest võib järeldada, et talviti üldine pilvisus suureneb, suvel mitte. Siit saab edasi järeldada, et tulevikus suureneb külmal poolaastal sajupäevade arv. Talviste sadude intensiivsus ilmselt ei suurene, kuid pilves ja vähese vihmaga päevad sagenevad. Suviste sademete lisamillimeetrid saavad aga eeldatavalt maha paduvihmadena. Kõrgem õhutemperatuur intensiivistab suvele tüüpiliste äikesepilvede teket, mis omakorda toob kaasa padusadude, aga ka pöörstormide sageduse ja tugevnemise.

**Tugevate tormide esinemissagedus suureneb.** Suviti suureneb võimsate äikesepilvedega seotud ohtlike loodusnähtuste esinemissagedus ja intensiivsus. Paraku on need oma olemuselt juhuslikud ja pikaajalises perspektiivis nagu ka kliimamudelites prognoosimatud. Nendega seotud kahjud võivad olla küll suured, kuid tavaliselt hõlmavad sellised tormid suhteliselt piiratud ala.

Omaette küsimus on madalrõhkkondade liikumisega seotud niinimetatud tuuletormid ehk juhtumid, kui tuule kiirus  $\geq 15$  m/s. Selliste tormide purustav mõju on tavaliselt küllaltki lai, ulatudes sadadesse kilomeetritesse. Kuid ka tsüklonite esinemissageduse ja tugevuse ennustuse osas on tänapäeva kliimamudelid nõrgad. Kliimamudelid sh Luhamaa jt (2015) prognoosid näitavad üldiselt **keskmise tuulekiiruse tõusu**, kuid statistilises mõttes ei pruugi see tähendada tormide sageduse suurenemist. Siiski jälgides seniseid tendentse ja eeldades samasuunaliste trendide jätkumist võib öelda, et kuigi tulevikus Eesti ilma mõjutavate tsüklonite üldarv ei suurene, kuid õhurõhk nende keskmises osas on senisest madalam. See aga tähendab, et tulevikus on tsüklonitega seotud tuuled tugevamad. Eraldi küsimusteriing seisneb aga selles, kas tuleviku tormid on Eestile ohtlikumad, kuna üleujutusi ja eriti suuri rannikupurustusi tekitavad tavaliselt väga kindlatel trajektooridel liikuvad madalrõhkkonnad. Siiski võib öelda, et **prognoositav merevee taseme tõus** ja jäävabad talved võimendavad tormide negatiivseid mõjusid.

**Rannikualad.** Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused on globaalne probleem ning kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja tormide sageduse suurenemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21. sajandi jooksul veelgi. Arvestades maadõusu kiirustega Eesti alal ja maailmamere taseme tõusu prognoosidega, asendub kliimamuutuste tõttu pikaajaline,

pärastjääaaegsest kerkest tingitud suhteline meretaseme languse trend sel sajandil tõusutrendiga, mis võib 21. sajandi lõpuks tähendada Eesti rannikutel keskmise meretaseme tõusu optimistliku (RCP4.5) tulevikustsenaariumi järgi ligi +20 kuni +40 cm ning pessimistlikuma (RCP8.5) stsenaariumi järgi ligi +40 kuni +60 cm. Praegu loetakse eriti ohtlikuks merevee tasemeks Pärnus vähemalt 160 cm, Haapsalus 140 cm, Narva-Jõesuus 160 cm, Tallinnas - Koplis, Pirital 80 cm, Kesklinna sadamas 120 cm ning Kuressaares 150 cm üle keskmise. Planeeringutes ja päästesüsteemide välja töötamisel tuleb arvestada, et tulevikus paiknevad vastavad üleujutusohuga ala samakõrgusjooned meretaseme tõusu tõttu senisest sisemaa pool. Tsüklonite trajektooride muutuste ja sellest tuleneva läänetormide sagenemise tõttu ohustavad Eesti rannikuid aina tihedamini tormide põhjustatud veetõusud ja üleujutused, mille ulatus on tulevikus tõenäoliselt senikogetuist suurem. Tormiajudest tulenevate üleujutuste täpsemaks ja operatiivsemaks hindamiseks ja riskide maandamiseks **tuleb käigus hoida ja edasi arendada meretaseme prognoossüsteeme ja elanikkonna hoiatuskanaleid**. Võimalike ekstreemsete üleujutuste esinemistõenäosuse ja ulatuse prognoosimise täpsuse tõstmiseks **toetada arhiivi- ja teiste allikate, sh geoloogilise materjali uurimist** tuvastamaks minevikus esinenud ekstreemseid üleujutussündmusi. Maailmamere taseme tõusu, läänetormide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul järgnevatel aastakümnetel tõenäoliselt intensiivistuvad kulutusprotsessid Eesti rannikualadel, mistõttu võivad sattuda ohtu rannavööndi vahetus läheduses asuvad objektid, sh kultuuripärand, ning võib kannatada rannaturism. **Riskide ennetamiseks ja tagajärgede leevendamiseks tuleb käigus hoida ja arendada randade seiremetoodikaid ja –süsteeme**, identifitseerida ja **kavandada ohustatud oluliste objektide kaitset** ning arvestada planeeringutes rannaerosiooni kiirustega. **Vajadusel kohandada** Eesti jaoks Läänemere lõunarannikul juba kasutuses olevaid **randade tagasitõstmise meetodikaid**.

**Üleujutusohuga seotud riskiks** on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega. Veemajanduskavade koostamise protsessis on Keskkonnaministeerium 2014. aasta lõpus avalikustanud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja strateegiliselt kavandatud kliimakoostamise tegevuses kõige põhjalikumalt läbitöötatud valdkond. **Veemajanduskavade väljatöötamise tulemusi ja tegevustikku saab ühildada kliimakoostamise eesmärkide ja tegevustega**.

**Maaparandus.** Eesti muldade, pinnareljeefi ja kliima koosmõju põhjustab selle, et põllumajandusliku tootmise ja metsa juurdekasvu jaoks on vaja enamusel Eesti territooriumist kuivendust, mis võimaldab külvi- ja koristusaegset mehhaniseeritud maaharimist, loob soodsad tingimused taimekasvuks; metsades suurendab aastast juurdekasvu. Mõningatel aastatel on lühiajaliselt vaja haritava maa niisutamist. Kliimamuutused suurendavad liigniiskusest tingitud ohte, lisanduvad ajutised üleujutused, maaharimise ja taimekasvu tingimused halvenevad. Metsades raskendab talviste temperatuuride tõus metsade ülestõttamist. Kliimamuutus suurendab ka põuahtu, sest soojemad talved vähendavad vegetatsiooni alguse veevarusid mullas, mis suurendab niisutuse vajadust. Maaparanduse, s.o kuivenduse ja niisutuse roll Eestis suureneb oluliselt sademete ja temperatuuri muutudes. Tulevikukliima mõjude leevendamisel on peamiseks meetmeks **olemasolevate kuivendussüsteemide rekonstrueerimine ja põuakartlikele maadele niisutussüsteemide rajamine**. Lähitulevikus on aga peamine küsimus maakasutuse prioriteetides, see tähendab, et tuleb **uurida, millised maaparandussüsteemid vajavad kindlasti pidevat hooldust**

**ja millised alad tuleb planeeritult jätta kuivendamata, leides neile maakasutusviisi, mis ei eelda intensiivset taimekasvatust (nt loomakasvatuseks mõeldud rohumaad vms).** Sellised otsused haaravad suurt osa Eesti territooriumist ja vajavad seega poliitilist tahet ning majanduslikke kalkulatsioone.

**Linnad.** Kliimamuutused on juba avaldamas mõju Eesti linnadele ning üleujutuste ja tormidega tuleb ruumilisel planeerimisel ja linnakorralduses arvestada. Kliimamuutus, ja soojusaarte efekt, õhureostus ja üleujutusrisk, võimendab olemasolevaid probleeme ning linnasüsteemid on oma dünaamikas üsnagi tundlikud. Kõige olulisemad kliimategurid (riskid), mis Eesti linnadele mõju avaldavad, on tormid, üleujutused ja kuumalained. Neist kõige suurema mõjuga on üleujutused, mis leiavad aset rannikul, ohustades nelja linna ja kaheksat alevikku. Pärnu hoogsadude modelleerimine näitas ka tänavate ja parklate üleujutamise riske. Tiheasustuse tihedus, morfoloogia ning rohe- ja veealade osakaal linnamustris võimaldab probleeme leevendada ja ka kohaneda. Eesti linnade haavatavus kliimamuutuste suhtes sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, tallinnastumine ja Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine ning ulatuslik väljaränne. Kliimariskide sagenemine tulevikus on väga tõenäoline ning mitmete linnade haavatavus suureneb oluliselt seoses rahvastiku kiire kahanemisega.

Sellest lähtuvalt peavad linnad kliimakohanemisel eesmärgiks seadma eelkõige kohapõhised, tõhusad ja kuluefektiivsed lahendused tormi-, üleujutus- ja erosiooniriski maandamiseks, leevendama soojusaare efekti, tõstma asustuse kliimakindlust, valides selleks parimad võimalused maakasutuses ja selle planeerimises, võtma planeeringute koostamisel arvesse pika-ajalisi kliimamuutuse riske, selgitama välja pika-ajalised kliimamuutuste mõjud ja linnakeskkonna haavatavus ning looma kliimamuutuste seiresüsteemid.

**Kõige olulisem instrument**, millega on linnade kliimakohanemisel võimalik vigu ja riske ennetada, kui selleks on olemas poliitiline tahe, **on ruumiline planeerimine.** Teine oluline tegur on omavalitsuste ning maavalitsuste planeerimisalane kompetents ja võimekus ehk spetsialistide olemasolu, kes planeerimisega kui ka linnakorraldusega tegelevad. Seega on **oluline nii elanikkonna kui spetsialistide kompetentsi parendamine kliimamuutustega kohanemise võimalustest** ning selle teadmise integreerimine nii planeeringutesse, keskkonnamõjus strateegilise hindamise aruannetesse ja teistesse arengudokumentidesse (näiteks ühisveevärgi arengukava).

Oluline on **praktiliste pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine kohaliku omavalitsuste tasandil** ja nende baasil juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega seonduvate riskide maandamiseks ning soovitud projekterimistingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks. Pilootprojektide baasil selgub, millistele aspektidele tuleb erinevatel planeeringu tasanditel keskenduda. Formaalne kliimaga tegelemine pigem devalveerib teemat ning sellega seonduvaid probleeme. Pilootprojektid annavad omakorda sisendi nii õigusloomesse ja ruumiandmebaasi.

Kliimamuutuste kohanemisega arvestamine eeldab ka täpsemaid, konkreetsele probleemile ning kohale orienteeritud, andmeid. Seetõttu on oluline **suuremate linnade mikrokliima uurimine ja vastava kaardimaterjali koostamine.** Samuti kliimamuutustega kaasnedavad võivate riskide kaardistamine ning nende koondamine ühtsesse, eelpool nimetatud, ruumiandmebaasi.



Eestis on mitmeid õigusakte, mille alusel on võimalik planeeringute koostamisel kliimamuutustega kaasnevaid riske ennetada. Siia kuuluvad nii keskkonnamõju strateegilise hindamise kui riskianalüüsi tulemuste arvestamine planeeringute koostamisel kui ka ehituskeeluvööndi ning üleujutusosalade täpsem määratlemine planeeringutes. Teatav vajadus võib tekkida olemasolevate õigusaktide täiendamiseks, kuid **olulisem ülesanne on siiski õigusaktide tegelik sisustamine ja täitmine kliimamuutustega kohanemise kontekstis**. Teadmismeetmete rakendamine ei ole üldjuhul administratiivselt keerukas, samas on neil väga pikaajaline mõju, mistõttu tuleks teavitustöö tegemisega võimalikult varakult alustada.

Rakendusmeetmed keskenduvad kuumalainete ja soojusaarte, (sademeveest tulenevate) üleujutuste ja tormidest tingitud võimalike kahjude ennetamisele ja riskide maandamisele maakasutuse suunamise kaudu. Rakendusmeetmed jagunevad valdavalt „rohelisteks“, „sinisteks“ ja „hallideks“. **Rohelised meetmed seonduvad rohealade hooldamise ja rajamisega**, et maandada üleujutuste ja kuumalainetega seonduvaid riske. **Sinised meetmed on seotud vee jahutava mõju kasutamise soodustamisega ning hallid meetmed on seotud tehniliste lahendustega** nagu sademetevee süsteemide rekonstrueerimine ja rajamine; pindade soojust peegeldavate, -absorbeerivate ja -pidavate omaduste ning õhuringluse arvestamine hoonestuse projekteerimisel ja ehitamisel. Rakendusmeetmete elluviimine on omavalitsuste ülesanne, oluline on kaasata ka kinnisvara arendajaid ja omanikke.

**Tervis.** Ilm ja kliima mängivad väga olulist rolli inimeste terviseseisundi kujunemisel. Kliimamuutused mõjutavad tavapäraseid ilmastikutingimusi, millega me antud piirkonnas harjunud oleme. Kõrgemad temperatuurid suurendavad kuumapäevade ja kuumalainete arvu, mis omakorda viib kuumaga seotud haigestumiste ja surmade sagenemisele. Analüüs äärmuslike temperatuuride mõjust suremusele Eestis perioodil 1996–2013 näitas olulist suremuse suurenemist juba 27 °C juures. 2010. aasta kuumalainete analüüs näitas kuumalainete ajal koguni 30% suremuse suurenemist võrreldes kuumalainete eelse ja järgneva ajaga. Kõrgemad temperatuurid soodustavad ka soojusaare efekti tekkimist, mis lisaks linnadele avaldub ka väiksemates asulates – see ilmnes 2014. aasta kuumalaine ajal. Kuumalainete sagenemine võiks halvima stsenaariumi juures praeguse Eesti rahvastiku ja suremuse määra juures lisada 21. sajandi lõpuks enam kui 1000 varajast surma aastas. Samas oleks väljapakutud kohanemismeetmetega nagu **elanike, tervishoiuasutuste ja otsustajate kompetentsi tõstmine, hoiatussüsteemide täiustamine ja tegevusplaanide väljatöötamine**. Kliimamuutuste indutseeritud sagedasemate tormide tõttu suureneb ka üleujutuste ning suure tuulega seotud õnnetuste risk.

Kliimamuutused mõjutavad ka õhukvaliteeti: halveneda võivad õhusaaste hajumistingimused, suurened metsatulekahjude risk, kuumalainete ajal võib intensiivistuda maapinnalähedase osooni teke ning õietolmu hooaeg pikeneb ja lisandub uusi allergeene. Neid probleeme aitaks vähendada **ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral paremate hoiatuste andmine ning täpsed tegevusplaanid, kuidas sellistel puhkudel käituda**. Veega seotud probleeme nagu joogivee kvaliteedi võimalik langus paduvihmade ja üleujutuste ajal ning võimalik vee puudus põuaperioodil individuaalkaevudes aitavad vähendada **paremad joogivee süsteemid ning tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise või joogivee puuduse puhkudeks**. Muutused kliimaatilistes tingimustes võivad omakorda viia ka toidu või siirutajate kaudu levivate haiguste sagenemiseni. Siin on vajalik **laborite võimekuse tõstmine uute mükotoksiinide ning toidunakkuste**

## **tuvastamiseks ja siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides.**

Peale selle sõltuvad kliimamuutuste tervise mõjud veel mitmetest teistest teguritest nagu tervisesüsteemide võimekus, valmisolek ja kohanemisvõime, elanike tundlikkus (eakad, lapsed, kroonilised haiged jt), ühiskonna ebavõrdsus ning haavatavamate elanike osakaal. Läbiviidud analüüs näitas, et **tervisesüsteemid vajavad oluliselt paremat valmisolekut kliimamuutuste tervise mõjudega toimetulekuks.** Intervjuudes märkisid mitmed eksperdid ka vajadust parema teadlikkuse järele kliimamuutuste tervise mõjudest, mida toetaks väljapakutud meede ametkondade teadlikkuse tõstmisest. Kliimamuutuste riskidega peab arvestama ka rahvatervise seadusandluse arendamisel. **Vajalik oleks täpsete põhimõtete väljatöötamine, kuidas toetada haavatavaid elanikkonna gruppe äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral.** Kuna peale otsuste tervise mõjude võivad kliimamuutused mõjutada ka vaimset tervist, on tulevikus vajalik **elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks.** Pagulastega seotud printsiipide väljatöötamisel peab arvestama, et teatud osa nendest on ka **kliimapagulased.** Kokkuvõttes on kliimamuutuste tervise mõju väga mitmetahuline, mis vajab tihedat koostööd erinevate ministriumide, ametkondade ja teadlaste vahel.

**Päästevõimekus.** Kliimamuutuste tagajärgedega seoses tuleb valmis olla õnnetusteks, mis võivad vallanduda sagenevate äärmuslike ilmastikuolude tagajärjel ning nende tagajärgedeks, sh raskesti ligipääsetavates kohtades. Kliimamuutustega on seotud järgmised hädaolukorra liigid: ulatuslik metsa- või maastikutulekahju, üleujutus tiheasustusalal, raskete tagajärgedega torm, paljude inimeste tervisekahjustused või hukkumine jää tekkimisel või lagunemisel, epideemia, erakordselt külm või kuum ilm, massiline põgenike sisseränne riiki, paljude Eesti elanike elu ja tervist ohustav sündmus välisriigis. Tänapäeval on Eestis tegeletud peamiselt kliimamuutuste leevendamise ja hädaolukordade lahendamise, kuid edaspidi tuleks enam tähelepanu pöörata kliimamuutustega kohanemisele, kusjuures kohanemine antud kontekstis tähendab eelkõige kliimamuutustest tulenevate riskide maandamist ja vajadust suurendada ühiskonna ning keskkonna valmisolekut ja vastupanuvõimet kliimamuutustega toimetulekuks. Riskihaldust saab tõhustada kliimamuutustest mõjutatud hädaolukordade kontekstis, tagamaks paremaid ennetamise ja leevendamise võimalusi. Arendamist vajab ka riskikommunikatsioon – avalikkuse teavitamine ja varajane hoiatamine, võimaldamaks elulise teabe ajalist jõudmist enamiku ohustatud isikuteni. Oluline on ka päästeteenistuse vahendite arendamine kliimamuutustega seotud hädaolukordadeks, sest ehkki üldiselt metsa- ja maastikutulekahjude arv väheneb, on suurenemas kliimategurite tõttu puhkenud tulekahjude arv. Eelnevat arvestades seati päästevõimekuse alaseks üldeesmärgiks **parandada inimeste teadmisi ja oskusi kaitsta elu, vara ja keskkonda ning tõhustada reageerijate võimekust lahendada päästesündmusi ja hädaolukordi kliimamuutuste tingimustes.** Sellest lähtuvad alaeesmärgid hõlmasid riskikommunikatsiooni, elanikkonna hädaolukordadeks valmisolekut, **ulatuslikku evakuaatsiooni**, valmisoleku ja reageerimise meetmeid kombineeritud hädaolukordade riskihinnangute baasil, samuti **tsiviil-militaar ning erasektoriga koostööd.**

## SUMMARY

The report of the project “**Assessment of climate change impacts and elaboration of adaptations measures: planning, land use, health and rescue management**“ (KATI) analyses the impacts of climate change, assesses the risks and vulnerabilities, sets the objectives and lists the most crucial measures for adaptation. It also lists the needs for further research and public administration in order to better understand climate change and enforce and facilitate adaptation in the framework of national adaptation strategy.

Policy areas are divided into following sub-sections.

Policy area	Sub-section	Methodological basis
<b>Planning and land use</b>		
Coastal areas	Flooding in coastal areas	An EU Strategy on adaptation to climate change COM 216. Commission Staff Working Document „Climate change adaptation, coastal and marine issues“, SWD (2013) 133 final. Commission Staff Working Document „Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final.
	Erosion and landslides in coastal areas	
Other flooding risk areas	-	According to Water Framework Directive 2000/60/EC water management plans are adopted for flooding-risk areas. Water Law §5 1 on flooding risks (RT I 2010).
Land reclamation	Drainage	According to Water Framework Directive 2000/60/EC water management plans are adopted for flooding-risk areas. Water Law §5 1 on flooding risks (RT I 2010).
	Irrigation	
Urban areas	Storms	An EU Strategy on adaptation to climate change COM 216. Commission Staff Working Document „Impact Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final. Commission Staff Working Document „Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final. A study „Adaptation strategies for European cities“ (Ricardo-AEA, 2013).
	Floodings	
	Heat waves	
<b>Health and rescue management</b>		
Health	Extreme weather events	Commission Staff Working Document "Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health", SWD (2013) 136 final.
	Air quality and allergies	
	Water-related problems	
	Food safety	
	Vector-borne diseases	
	Ultraviolet radiation and sunlight	
	Inequality and environmental changes caused by migration	
Rescue management	Flooding	Emergency law (2009) and climate-related types of emergency (Vabariigi Valitsus, 2013).
	Forest fires	

### Coastal areas

#### Climate change risk

As a result of the melting of the continental glaciers and the thermal expansion of the oceans, the global sea level has started to rise faster than before and forecasts indicate that this increase will be even more intense in the 21st century. Considering present

post-glacial land uplift rates of Estonian coastal areas and the global ocean level rise projections, the long-existed relative sea level lowering trend can be very likely replaced by a relative sea-level rise trend during 21st century 30–50 cm from current average. The sea level rise together with the increased storm frequency and decreased winter ice cover period will very likely raise the extent of floods and intensify the erosion of beaches and other coastal areas in Estonia during 21st century.

#### Adaptation strategy and measures

##### Aim:

Considering the local specialties to mitigate efficiently and cost-effectively the storm, flood and erosion risks to people, property and the economy (by the selection of the best ways for land use and planning activities) and to raise the awareness of the natural processes taking place on the coastal areas.

##### Measures:

- 1) In order to more precise and operational assessment of floods resulting from the storms and associated risks management, it is necessary to maintain and further develop the sea level monitoring systems as well as public warning channels.
- 2) The revision and implementation of archive materials and other sources of information, including geological materials, to increase the forecasting accuracy of occurrence and magnitude of possible extreme floods and erosion hazards.
- 3) Due to the intensification of coastal processes in future, the development of coastal monitoring systems and methods is essential to prevent and mitigate the consequences of erosion. It would be rational, especially in recreational (beach) areas, to consider the application of different beach nourishment and stabilization methods.
- 4) Identifying the endangered objects of cultural heritage and developing measures to protect them from the impacts of coastal flooding and erosion.
- 5) During planning activities and the development of rescue strategies it should be taken into account, that in the future storm-induced floods reach further inland and higher than nowadays.

#### **Melioration**

##### Climate change risk

Estonian soils, landforms and climate cause inevitable need for amelioration in majority of Estonian territory to allow agricultural activities and increase yearly growth in forests. Also there is infrequent need for an irrigation. Climate changes will increase the threats of temporal flooding, water logging and less favourable moisture conditions for plant developments. Increase in winter temperatures will harm management of forests. Climate change will increase threats of water scarcity, particularly at the beginning of growing season due to the less water left after warm winters to the fields. The importance of amelioration will increase substantially with increased precipitation and warmer winters.

#### Adaptation strategy and measures

Drainage design standards need to be adjusted according to the increased precipitations and warmer winters. Maintenance of the existing amelioration systems both in agricultural and forested areas will prolong the life cycle of drainage systems. Meanwhile the reconstruction of the old drainage systems and constructing of the new drainage is necessary. Orchards, horticultural gardens and specific field crops need more frequent irrigation which causes expansion of irrigated area.

**Flood risk** and its consequences can harm human health, property, the environment, cultural heritage and economic activity. The Ministry of the Environment commissioned water management plans including flooding risks mitigation by the end of 2014. The anti-flooding policy area is the most coordinated and strategically planned policy area in the climate adaptation field. Water management plans for the development and the results can be integrated with activities of adaptation policy.

## **Urban areas**

### Climate change risk

Climate change is having an impact on Estonian cities already and the risks are increasing. Climate change, especially extreme weather events like coastal storms, floods and heat waves are exacerbating many current and future social, economic, and environmental problems. However, proactive adaptation and mitigation can enhance resilience and provide additional opportunities for sustainability and growth.

There are several urban planning instruments, tools and laws in place already for climate adaptation including environmental impact assessment, risk assessment and restriction zones for construction in certain buffer and flood prone areas that help to prevent climate risks. However, further integration of climate issues into existing laws, strategies and land use plans is essential to have a broader scope in reducing the vulnerability and strengthening the adaptive capacity of the urban system against climate change.

### Adaptation strategy and measures

The key objectives regarding climate change adaptation in urban areas are:

- 1) Mitigating the risks of coastal storms, floods and heat waves and their impacts on people, built environment and other assets, economy and environment in urban areas by implementing place based land use planning approaches;
- 2) Climate change risks have to be taken into account when developing new land use plans and implemented into existing ones;
- 3) Improving the awareness of planners, specialist and other city officials regarding climate change;
- 4) Further researching the impacts of climate change in urban areas and developing a monitoring system.

There are 5 measures proposed for adaptation to climate change in urban areas including eight measures for rising knowledge and awareness, one on the improvement of legislation and ten implementation measures. Knowledge and awareness measures are directed to planning authorities as well as to the general public in order to give them better understanding of the impacts of extreme weather events and long term changes foreseen by climate projections. These include coordination, training programmes, development of instructional handbooks/brochures and climate adaptation pilot projects.



At the same time, further research, mapping new and collecting already existing spatial data about all kind of climate related risks (flooding, erosion, drainage, heat accumulation in urban areas) is also needed in order to better understand potential risks distribution and to create user-friendly operational tool for planners. Some of the issues like coastal and inland flooding risks have already been well analysed. On the other hand, research on heat waves and urban microclimate including urban heat island effect (UHI) is relatively novel in Estonia since these events manifested themselves as a problem only during last ten years.

Proposed legislative measure is aimed at updating of the existing regulations regarding inundation areas and construction restriction zones; climate change adaptation measures should be reflected in the planning, nature conservation and environmental impact assessment laws as well as in the flood management plan. Implementation measures address heat waves and heat urban islands (so-called green and blue measures regarding urban greens and water), floods caused by storm surges and extreme rainfalls, including also co-management measures as canalizing of rain water to be reused for house consumption and green areas.

The responsibility for the implementation of knowledge and awareness measures as well as for proposing the adaptation of climate change issues into the frameworks of current legislation falls on shoulders of several ministries (Ministry of the Environment, Ministry of Finance, Ministry of Economic Affairs and Communications, Ministry of the Interior). These measures are very important due to their long-term impact and they are not generally too complicated to implement, however, they may need some time to be accepted by target groups. Therefore, it is urgent to start with awareness measures as soon as possible. Research and risks mapping measures are a prerequisite for the effective planning and conducting of other measures as well as for the monitoring of the results.

Local municipalities, which are exposed to risks, play crucial role in carrying out of implementation measures working together with private sector (developers), owners of real estates and the public (non-profit organisations and volunteers' groups). Many of the measures, like maintenance of the urban green areas and using blue measures in urban space are already well-established, but their application rate and extent may not be sufficient to successfully adapt to climate change. Therefore, fine-tuning of the measures regarding new challenges will be needed in the near future.

## **Health**

### Climate change risk

Weather and climate play a significant role in affecting people's health. Changes in climate affect the average weather conditions, which we are accustomed to in this region. Higher temperatures increase the number of hot days and heat waves, which in turn increase the heat-related morbidity and mortality. Analysis on effect of extreme temperatures on health in Estonia in 1996–2013 showed significant increase in mortality already at 27 °C. Analysis of 2010 heat wave showed up to 30% increase in mortality during the heat waves. Higher temperature also favour forming of urban heat island effects that besides bigger cities appear in smaller places – it appeared during 2014 heat wave. More frequent heat waves could in a worst case scenario on the current Estonian population and mortality rate at the end of the 21st century, add up to 1,000 premature deaths early. However, the proposed adaptation measures such as aring the competence of the population, the health authorities and decision makers,

improvement of warning systems and development of action plans, installation of air conditioners for susceptible population, could significantly decrease mortality.

#### Adaptation strategy and measures

Climate change-induced more frequent storms increase the risk of accidents due to floods and high winds. Climate change will also affect the air quality: dispersion conditions of air pollution can worsen, risk of forest fires increase, formation of ground-level ozone may intensify during heat waves and pollen season will extend and arrival of new allergens is expected. Better air quality warning and detailed action plans on how to act in such cases, could help to reduce these problems. Water-related problems such as a possible decline in the quality of drinking water and flooding during heavy rains and possible water shortages in times of drought in private wells will be reduced by better drinking water systems and action plans as well as conducting behavioural guidance during lack of drinking water or water quality degradation occasions. Changes in climatic conditions may lead in turn to the increase of food or vector-borne diseases incidence. Here it is the necessary to increase laboratory capabilities detecting new mycotoxins in food and vector-borne disease surveillance improvements in climate change aspects.

In addition, the health effects of climate change depend on several other factors, such as capability, readiness and adaptability of the health systems, sensitivity of the population (elderly, children, chronically ill, etc.), social inequality and the proportion of vulnerable populations. The conducted analysis showed that health systems need significantly better readiness to tackle the climate change health effects. In interviews, many experts also pointed out the need for better awareness of the climate change health impacts, which would be supported by the proposed measure of raising awareness of the authorities. Climate change must also be taken into account in developing of the public health legislation. It would be necessary to develop accurate policies to support vulnerable groups in extreme weather and air quality, drinking water, food, etc. related problems. As besides the direct effects climate change may also affect indirectly the mental health, the population will need advice on climate stress. On the development of principles associated with refugees, one must take into account that certain shares of these are climate refugees. All in all, climate change health impacts are very multi-faceted that requires close cooperation between the various ministries, boards and researchers.

#### **Rescue management**

##### Climate change risk

Disasters and negative consequences of climate change could be triggered as a result of more frequent extreme weather, floods, forest fires, storms, extremely cold or hot weather. Disasters can happen in places hard-to-reach. Climate change is related to the following emergency events: large-scale forest and landscape fire, flooding in densely populated areas, serious consequences of storm, health disorders of many people, physical losses by ice; the epidemic events, an extremely cold or hot weather, massive refugee immigration in the country, life threatening event in a foreign country for many Estonians. Until now, Estonia has pursued primarily mitigation and management of emergency events in relation to climate change, but in the future more attention should be given to adaptation to climate change, with the need to increase social and environmental resilience to cope with climate change. Developing and

implementing early-warning systems play an important role in advancing risk management and in informing the population in a timely manner.

#### Adaptation strategy and measures

The general goal of rescue management in the adaptation strategy was improvement of skills and knowledge of the people to protect life, property and environment and to make efficient the responders capability to react to the rescue events as well as emergencies in the conditions of climate change. The subgoals, emanating from previous, embraced the risk communication, emergency preparedness of the population, massive evacuation, preparedness and response measures on the basis of the risk assessment of joint emergencies; and cooperation, including that of civil-military as well as governmental offices and local governments with private sector.

## LÜHENDID

**EK** Euroopa Komisjon

**EL** Euroopa Liit

**IPCC** Valitsustevaheline Kliimamuutuste Paneel (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

**KAUR** Eesti Keskkonnaagentuur

**KKM** Keskkonnaministeerium

**WHO** Maailma Terviseorganisatsioon (*World Health Organisation*)

**WMO** Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon (*World Meteorological Organisation*)

**ÜRO** Ühinenud Rahvaste Organisatsioon

## MÕISTED

**Ekspositsioon**, kokkupuude, eksponeeritus, kontakt *exposure*. Isendi (olendi) kokkupuude keskkonna füüsilise, keemilise või bioloogilise ohuteguriga viisil, mis annab võimaluse selle sattumiseks kehasse (absorbeerimiseks verre) või kohalikuks toimimiseks kokkupuutekohas. Ekspositsioonis on olulised: teguri olemus, ekspositsiooni rada, tee, tase ja aeg (kestus); ekspositsiooni mõõtühikuks on ekspositsiooni tase x aeg (nt  $\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$ ).

**Elutähtis teenus**. Teenus, millel on ülekaalukas mõju ühiskonna toimimisele ning mille katkemine ohustab vahetult inimeste elu ja tervist või teise elutähtsa teenuse või üldhuviteenuse toimimist. Elutähtsat teenust käsitletakse tervikuna koos selle toimimiseks vältimatult vajaliku ehitise, seadme, personali, varu ja muu taolisega.

**Elutähtsa teenuse toimepidevus**. Elutähtsa teenuse osutaja järjepideva toimimise suutlikkus ja järjepideva toimimise taastamise võime pärast katkestust (Hädaolukorra seadus, 2009).

**Haavatavus** on süsteemi tundlikkuse määr ja suutlikkus tulla toime ebasoodsate kliimamuutuste mõjuga, sealhulgas kliima varieerumise ja äärmustega. Haavatavus on süsteemile mõjuva kliimamuutuse ja kliima muutlikkuse iseloomu, ulatuse ja kiiruse funktsioon, selle süsteemi tundlikkus ja kohanemisvõime (IPCC, 2007).

**Hädaolukord**. Sündmus või sündmuste ahel, mis ohustab paljude inimeste elu või tervist või põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses ning mille lahendamiseks on vajalik mitme asutuse või nende kaasatud isikute kiire kooskõlastatud tegevus (Hädaolukorra seadus, 2009).

### **Keskkond** *environment*

**Keskkonnaga kohanemine** *environmental tolerance, adaptation*. Protsess, mille käigus organism kohaneb keskkonna muutunud/uute tingimustega nii, et suudab ellu jääda ja paljuneda.

**Keskkonnamõju** *environmental impact, environmental effect*. Mistahes tegevusega eeldatavalt kaasnev vahetu või kaudne mõju keskkonnale, inimese tervisele ja heaolule, kultuuripärandile või varale.

**Keskkonnamõju strateegiline hindamine** (KSH) *strategic environmental assessment* (SEA).

**Keskkonnamõju hindamine** (KMH) *environmental impact assessment* (EIA). Kavandatava tegevuse eeldatava keskkonnamõju selgitamine, hindamine ja kirjeldamine, selle mõju vältimis- või leevendamisevõimaluste analüüsimine ning sobivaima lahendusvariandi valik.

**Keskkonnalähtene tervisemõju** *environmental health impact* (EHI). Keskkonnas toimuva või kavandatava tegevuse poolt inimeste tervisele ja/või heaolule avalduv (võimalik) mõju, vrd keskkonnalähtene terviserisk.

**Keskkonnalähtene terviserisk** *environmental health risk* (EHR). Keskkonna ohutegurite ekspositsioonist põhjustatud risk inimese tervisele ja heaolule, nt tervise halvenemise tõenäosus keemiliste ainete liigsest saamisest õhu, vee või



toidu kaudu, aga ka kokkupuutest kiirguste ja tõvestavate mikroobidega, vrd keskkonnalähtene tervisemõju.

**Keskkonnalähtese tervisemõju hindamine** (KTMH) *environmental health impact assessment* (EHIA). Keskkonnas toimuva või kavandatava tegevuse või selle alternatiivide poolt inimeste tervisele ja heolule võimaliku avaldatava mõju kvalitatiivne hindamine epidemioloogilistele ja/või toksikoloogilistele uuringutele põhinedes; eesmärgiks on varustada otsustaja(id) vastava teabega kõigi reaalsete tegevusvariantide võimalike tervisemõjude kohta ning soovitada optimaalne lahendus, vrd keskkonnalähtese terviseriski hindamine.

**Keskkonnalähtese terviseriski hindamine** (KTRH) *environmental health risk assesment* (EHRA). Keskkonna ohutegurite ekspositsioonist põhjustatud tervisehäirete avaldumise tõenäosuse kvantitatiivne hindamine, vrd keskkonnalähtese tervisemõju hindamine.

**Keskkonnahäiring** *environmental disturbance*. Inimtegevusega kaasnev vahetu või kaudne ebasoodne mõju keskkonnale, sealhulgas keskkonna kaudu toimiv mõju inimese tervisele, heolule või varale või kultuuripärandile. Keskkonnahäiring on ka selline ebasoodne mõju keskkonnale, mis ei ületa arvulist normi või mis on arvulise normiga reguleerimata.

**Keskkonnarisk** on vähendamist vajava keskkonnahäiringu tekkimise võimalikkus.

**Keskkonnaoht** on olulise keskkonnahäiringu tekkimise piisav tõenäosus.

**Kliima** on teatud piirkonnale omane pikaajaline keskmistatud ilmade režiim.

**Nüüdiskliima** on lähimineviku kliima, mis on väljendatud kliimanormiga ehk pikaajalise keskmise näitajaga kolmekümne aasta pikkusest andmerekast, antud aruandes 1970–2000 (on kasutusel juba ka 1980–2010

**Tulevikukliima** on väljendatud IPCC kliimastenaariumitega kaheks perioodiks 2040–2070 ning 2070–2100, antud uuringus eelistatud põhistsenaariumiks RCP4.5, kuid ettevaatuspõhimõtte kohaselt lähtutakse mõjude hindamisel ka äärmuslikust/pessimistlikust RCP8.5st.

**Mikrokliima** on käsitletud eeskätt linnauuringutes, mis on väljendatud kliimana väikesel maa-alal, peamiselt kvartalite, väljakute, parkide ja tänavate meteoroloogilise režiimina.

**Kliimaregioon** on suhteliselt sarnase kliimaga, teatava tüübiüldistusega piirkond, antud uuringus on nüüdis- ja tulevikukliima regioonid jagatud kolm klassi.

**Kriisireguleerimine.** Meetmete süsteem, mis hõlmab hädaolukorra ennetamist, hädaolukorraks valmistumist, hädaolukorra lahendamist (Hädaolukorra seadus, 2009).

**Oht, ohtlikkus** *hazard, danger*. Teguri, tegevuse, nähtuse või sündmuse olemuslik võime (omadus) kahjustada keskkonda, inimese tervist, heaolu, vara vms (nt kemikaalid, patogeenid, jääpurikad, põleng jm).

**Keskkonnaoht**, keskkonnalähtene oht *environmental hazards*. Inimeste tervisele ja heolule või ka keskkonna ökoloogilisele tasakaalule võimalikku kahjulikku mõju avaldavate tegurite esinemine elukeskkonnas.

**Ohutegur** *hazardous factor*. Tegur, millel on olemuslik võime (omadus) kahjustada keskkonda, inimese tervist, heaolu, vara vms.

**Abiootilised ohutegurid** *abiotic hazardous factors*. Ümbritsevast eluta loodusest pärinevad füüsikalised ja keemilised ohutegurid, mis võivad õhu, toidu, vee või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning põhjustada tervisehäireid.

**Füüsikaline oht** *physical hazard*. Olukord, kus mistahes füüsikalised tegurid, nähtused ja sündmused elukeskkonnas võivad põhjustada tervisehäireid; nende häirete tekke võimalus.

**Füüsikalised ohutegurid** *physical hazardous factors*. Keskkonnas esinevad füüsikalised tegurid, mis võivad õhu, vee, toidu või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning ohustada tervist. Nendeks on ebasobiv õhutemperatuur, õhuniiskus, õhu liikumine ja õhurõhk, samuti müra, vibratsioon, elektromagnetiline kiirgus vms.

**Keemiline oht** *chemical hazard*. Olukord, kus elukeskkonnas olevad keemilised ained võivad põhjustada tervisehäireid; nende häirete tekke võimalus.

**Keemilised ohutegurid** *chemical hazardous factors*. Keskkonnas esinevad ohtlikud keemilised ained ja neid sisaldavad materjalid, mis võivad õhu, vee, toidu või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning ohustada tervist.

**Bioloogiline oht** *biological hazard*. Olukord, kus mistahes elusvormid või nende produtseeritud toksiinid/ained elukeskkonnas võivad põhjustada tervisehäireid; nende häirete tekke võimalus.

**Bioloogilised ohutegurid**, biootilised ohutegurid *biological hazardous factors, biotic hazardous factors*. Keskkonnas leiduvad bakterid, viirused, seened, rakukultuurid ja inimese parasiidid ning bioloogiliselt aktiivsed ained, mis võivad (reostunud) õhu, vee, toidu või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning ohustada tervist, nt põhjustada nakkus- või parasitaarhaigust, mürgistust, allergiat vms.

**Päästesündmus**. Päästesündmus päästeseaduse tähenduses on ootamatu olukord, mis vahetult ohustab füüsikaliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist, vara või keskkonda tulekahju, loodusõnnetuse, plahvatuse, liiklusõnnetuse, keskkonna reostuse või muu sarnase olukorra korral (Päästeseadus, 2010)

**Risk** *risk*. Kahjuliku toime avaldumise või sündmuse toimumise (ebasoovitava tulemi) tõenäosus riskiteguri reaalse ekspositsiooni korral (kui isend on olnud eksponeeritud kindlale hulgalisele ohule).

Hinnang asjaoludele, mis võivad takistada asutuse või ettevõtte võimekust osutada elutähtsat teenust tähtajaliselt, ettenähtud kvaliteediga või planeeritud mahus (toimepidevuse riskianalüüsi koostamise juhend).

**Keskkonnarisk** *environmental risk*. Tõenäosus põhjustada soovimatuid ja ohtlikke muutusi keskkonnas (nt kliima soojenemine, liikide arvu vähenemine, õhu ja vee reostamine vms). Kitsamas tähenduses on keskkonnarisk kahjustuse, vigastuse, haiguse või surma tõenäosus inimese kavandatud ja korraldatava keskkonnavalase tegevuse tagajärjel.

**Riski allikas** *risk source*. Riski põhjustaja, s.o inimese tervist ja heaolu kahjustava toime põhjustaja; riskitegurite allikas.

**Riskitegur** *risk factor, risk determinant*. Tegur, mille ekspositsioon suurendab (põhjuslikult) ebasoovitava tulemi (nt haiguse) esinemise tõenäosust; omadus või kokkupuude, mis tõstab haiguse või mõne muu määratletud tagajärje avaldumise tõenäosust.

### **Ruumiline, ruumi-**

**Ruumiandmed.** Andmed, mis otseselt või kaudselt osutavad konkreetsele asukohale või geograafilisele alale, sealhulgas andmekogudes hallatavad andmed, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis (Ruumiandmete seadus, 2011).

**Ruumianalüüs.** Protsess ruumilise ülekatte ja muude analüütiliste tehnikate abil ruumiobjektide asukoha, omaduste ja omavaheliste seoste uurimiseks ja seeläbi uue informatsiooni hankimiseks.

**Ruumiobjekt.** Konkreetse asukoha või geograafilise alaga seotud reaalmaailma nähtuse abstraktne kujutis. Ruumiobjekti geomeetiline kuju on ruumiobjekti ruumikuju (Ruumiandmete seadus, 2011).

**Tundlikkus** kliimateguritele (ka riskidele avatus) *exposure to risk*. Inimesed, inimloodud vara ehk ehitised ja infrastruktuurid, majanduslikud, sotsiaalsed ja kultuuriväärtused, bioloogilised liigid, ökosüsteemid ja nende teenused, mis on kliimategurite poolt negatiivselt mõjutatud (IPCC, 2014). Üldisemalt on tundlikkus määr, mille ulatuses süsteem on negatiivselt või soodsalt mõjutatud (IPCC, 2007).

**Ulatuslik evakuatsioon.** Ametkondlikul juhtimisel toimuv elanikkonna või selle osa ajutine lahkumine ohustatud alalt ohutumasse asukohta, kui evakueeritakse palju inimesi või inimesed evakueeritakse suurelt maa-alalt.

## 1. SISSEJUHATUS

Kliimamuutus on fakt (IPCC, 2014). Sõltumata rahvusvahelistest, riiklikest ja kohalikest kliimapoliitilistest algatustest ning leevendamistegevustest, pole võimalik globaalset soojenemist ja teisi kliimamuutuse ohte ja riske vältida. Et kanda vähem kahju nüüd ja eriti tulevikus, tuleb ühiskonnal kohaneda. Euroopa Liidu kliimamuutustega kohanemise strateegia, mille Euroopa Komisjon kiitis heaks 2013. aasta aprillis, seab eesmärgiks vähendada majandusharude, eluvaldkondade, loodus- ja inimsüsteemide ning vara haavatavust kliimamuutuse mõjudest (COM 216, 2013). Selleks tuleb tõsta kõigi Euroopa riikide valmisolekut ja võimekust. Eri riikide teadmised, lähenemised ja lahendused saavad üksteist täiendada, pealegi ei tunne kliimamuutus ega selle mõjud riigipiire. Parima kohanemispoliitika tagab riikideülene, kollektiivne, avaliku ja erasektori ühine valmisolek ja tegutsemine, kusjuures oluline on lähtuda kohalikest, kohapõhistest tingimustest ja asjaoludest. Üheks kohanemispoliitikat raamistavaks ja koordineerivaks tegevuseks on riiklike kohanemisstrateegiate koostamine hiljemalt 2016. aastaks.

Lääne- ja Põhja-Euroopa riigid asusid kohanemisstrateegiaid koostama juba kümmekond aastat tagasi ning on jõudnud teema ühiskonnatahtsaks, küpselt rakenduslikus käsitluses tõenäosuslikelt mõjuhinnangutelt praktilise meetmetepaketi ja lahendusvariantide sotsiaal-majanduslike hindamisteni. Kohanemismeetmed on asjakohased ja kulutõhusad, olles seejuures ka kohapõhised ja ennetavad. Samas on kohanemispoliitika elluviimisel nendes riikides märgata kohanemispoliitika esimese laine vaibumist ning tõrkeid, tingituna institutsionaalsest ja valdkondlikust killustatusest ning suure pildi hägustumisest, huvide vastuolust, info- ja suhtlushäiretest, otsustajate ja asjaliste tüdimusest, aga ka bürokraatia tekkest (Groot *et al.*, 2015).

2014. aastal alustas ka Eesti Vabariik kliimamuutuste mõjudega kohanemise strateegia ja rakenduskava koostamist. Strateegiaprotsessis lähtutakse EL-i metoodikatest (SWD 134, 2013), Eesti teadmistebaasist, teistest siduspoliitikatest ning juba rakendatavatest meetmetest ja praktikatest.

Antud uuringut viiakse läbi „Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ (KATI) projektina, mis hõlmab Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi "Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine" III avatud taotlusvooru I temarühma järgmistes alateemades vastavalt käskkirja pkt 4.2.1:

a) Planeeringud ja maakasutus:

- rannikualad,
- teised üleujutusohuga/pinnaseriskiga alad,
- maaparandus, niisutus ja kuivendus,
- linnade planeeringud

b) Inimtervis ja päästevõimekus:

- inimtervis,
- päästevõimekus.

Nimetatud valdkondade nimetusi on mõisteliselt täpsustatud järgmiselt:

a) Planeerimine ja maakasutus:

- rannikualad,
- teised üleujutusohuga alad,
- maaparandus,
- linnad.

b) Tervis ja päästevõimekus:

- tervis,
- päästevõimekus.

Nõnda on KATI projekti eesmärgiks uurida Eesti riikliku kliimamuutustega kohanemise strateegia ning tegevuskava tarvis asustuse ja inimese temaatikat ning hinnata kliimamuutustega kohanemise võimalikke meetmeid. Projekti käigus viiakse läbi planeerimise ja maakasutuse (uurimisrühm I), rannikualade ning maaparanduse (uurimisrühm II), tervise (uurimisrühm III) ja päästevõimekuse (uurimisrühm IV) valdkonnapõhise analüüsina, milles kaardistatakse hetkeolukord, hinnatakse kliimamuutuste mõjusid ja nende avaldumise tõenäosust nimetatud valdkondades ning esitatakse kohanemismeetmed koos nende võimaliku tulemuslikkuse ja maksumuse hinnanguga. Lisaks määratakse meetmete rakendamise raamistik (haldustase, ajaraamistik jms) ning esitatakse meetmete tulemuslikkuse hindamise seiresüsteem.

Teine vahearuanne hõlmab lisaks algatusaruandes käsitletud alavaldkondade määratlemisele ja nende hetkeolukorra kirjeldamisele põhjalikku analüüsi kliimamuutustega kaasnevatest mõjudest, mille kohta on esitatud ka valdkondlikud koondtabelid. Mõjuanalüüs sisaldab mitmeid originaaluuringuid kliimamuutuste mõjuriskidest ja haavatavusest, näiteks kuumalainete mõjust suremusele, soojussaartest palavatel suvepäevadel ning hoogsadude üleujutustest. Samuti esitatakse täiendavat uurimist vajavad teemad, milles teadmine Eesti aspektides ja oludes puudub, eeldades senisest põhjalikumalt analüüsi. Ühtlasi on täiendatud ja täpsustatud ka algatusaruande osasid, eeskätt metoodikat ning kliimamuutuste tõlgenduste osa tulevikukliima stsenaariumide rakendamiseks Eesti piirkondades. Vastavalt toetuse käskkirjale sisaldab antud teaduslik vahearuanne järgmist.

„4.1.1.1 Alavaldkondade defineerimine. Punktides 4.2.1–4.2.3 toodud valdkonnad liigendada Eesti jaoks olulisteks alavaldkondadeks;

4.1.1.2 (Ala)valdkondlik hetkeolukorra analüüs. Välja tuua valdkonna (vajadusel alavaldkonna) hetkeolukorra analüüs, sealhulgas:

- a) probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs;
- b) kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed temperatuurid, tormid jne) on minevikus antud (ala)valdkonda mõjutanud, kui selline info on olemas;
- c) ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele. Tuua välja kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed (edaspidi kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.,,



4.1.1.3 Kliimamuutuste positiivsete ja negatiivsete mõjude (ala)valdkondlik hindamine. Tuginedes programmioperaatori poolt etteantud/eeldefineeritud tuleviku kliimastenaariumitele viia läbi (ala)valdkondlik kliimamuutuste põhjalik mõjuanalüüs (sh võimalike riskide ja haavatavuse analüüs), arvestades ka piiriüleseid arenguid. Analüüsi tulemusena kaardistada valdkondlikud kliimamuutuste positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud kuni aastani 2020, 2050 ja 2100. Samuti määrata mõju rakendumise tõenäosus (kõrge/keskmine/madal);

4.1.1.4 Teadmata suunaga mõjude adresseerimiseks sõnastada edasised uuringusuunad ja võimalikud lahendid nende paremaks määratlemiseks tulevikus.

Alustati ka kohanemiseesmärkide sõnastamise ning meetmete koostamisega nagu ka täiendati meetmete hindamismetoodikaid, kuid nende tööloikude küpsemad ja lõplikud tulemused esitatakse lõpparuandes 2015. aasta septembris.

2015. aasta jaanuarist kuni augustini vältava uuringu läbiviimist toetab Euroopa Majanduspiirkond 221 000 euroga. Projekti viivad läbi Tartu Ülikooli koordineerimisel Eesti Maaülikool, Sisekaitseakadeemia ja Norra Linna- ja Regionaaluuringute Instituut.

## 1.1. Lähtekohad

- **Strateegiametoodikas lähtutakse IPCC viiendast hindamisraportist (IPCC, 2014) ning EL-i kliimakohanemise strateegiapaketist (COM 216, 2013).** Eesti kliimastenaariumites põhinetakse KAUR uuringule „Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100“ (Luhamaa jt, 2015). Ühiskonnaproгноosides ja analüüsides lähtutakse põhiliselt riiklikust statistikast.
- **Eestlaste teadlikkus kliimamuutusest kui teravnevast globaalprobleemist on EL-is üks madalaimaid.** Kliimamuutust peab maailmaprobleemiks vaid veerand eesti elanikest, seejuures kõige tõsisema maailmaprobleemina teadvustab kliimamuutust vaid iga kümnes Eesti elanik (TNS Opinion & Social, 2014). Seepärast teenib antud uuring ka teadlikkuse tõstmise eesmäärke. Kohanemismeetmetes on suurt rõhku pandud just teadlikkuse tõstmisele.
- **Kliimariskide Indeks 2015 on Eesti maailma riikide seas 128. kohal** (vähenev järjestus) 0 surma ja \$4,28 miljonilise (0,012% SKT-st) majandusliku kahjuga (Kreft *et al.*, 2014) ning selle arvestuse järgi on Eesti üsna turvaline paik. Ka Euroopa üldistuses on kliimamuutuste agregeeritud mõjud Eestis väga väikesed või ka positiivsed, kuid samas on ka kohanemisvõimekus Euroopa riikide võrdluses keskmisest madalam (ESPON, 2011).
- **Ühiskondlikud, sh sotsiaal-majanduslikud muutused on kiiremad kui kliimamuutused ja nende mõjud** ehk siis küsimus ei ole üksiti looduskeskkonna- ja kliimaprotsessides, vaid samavõrd ühiskonnaarengutes, majanduses, elukvaliteedis ja sotsiaalses turvalisuses. Nagu kliimamuutuse prognoosimisel peab ka ühiskonnamuutustes arvestama juhuslikkuse ja määramatusega ning lisama seostele ja mõjudele tõenäosuslikkuse ja usaldusväärsuse hinnangu.

- **Kliimakohanemise uuringutes ja arutelus domineerivad loodusteaduslikud alused**, meetodikad ja tõendid, mis on sageli üsna erialakitsad, sobitumata laiemasse suurde kliimapoliitilisse pilti ning rakenduslikult riigihalduse ja ühiskonnaelu konteksti. Kliimateaduse ühiskonnateaduslik suund on vähemarenenud ning meetodiliselt kui ka andmete osas alles otsingutes ja katsetav, mistõttu on kliimapoliitika uuringuid alahinnatud. Hinnates erinevate kliimareportite teadmussiiret Eestisse, IPCC dokumendid tähtsustavad arenguriikide eksistentsiaalseid probleeme, EL-is on esiplaanil koordineeriv ja institutsionaalne temaatika, riikide uuringutes valitsevad üksiknäidetele põhinevad juhtumiuuringud, mida ei saa üldkehtivalt üle kanda kontekstuaalsete erisuste pärast.
- **Kohanemine peab olema kohapõhine ning lähtuma territoriaalsetest riskihinnangutest.** Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude hinnangu koostamisel lähtutakse eeldusest, et eksponeeritus, tundlikkus ja kohanemisvõimekus on ruumiliselt varieeruvad nähtused. Selles uuringus kasutatakse ruumianalüüsiks paljusid olemasolevaid kliima-, ühiskonna- ja kohanemistegurite ruumiandmeid. Seejuures peab arvestama kliimarisikide kõrval tasakaalustavalt ka teisi ühiskonnaarengu riske. Hinnangu tulemus sisaldab kõige olulisemate mõjude ruumilist jaotust riigi, regiooni või linna tasemel näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse ja/või majandusliku väärtuse jaotuse, selleks et eeskätt keskenduda suure esinemisriskiga ohtudele ja hädaolukordade võimalikkusele riskialadel.
- **21. sajandi tehnoloogilises vastassõltuvustega infoühiskonnas esineb üha rohkem õpitud abitust**, mis võib inimeste loomulikku kohanemisvõimet pärssida. See on teadlikkuse, käitumise, harjumuste ja kogemuse, ka eetika küsimus. Ka Eestis on probleemiks tõusmas ülereguleeritus, sõltumata praktilistest põhjustest ja pragmaatilistest lahendustest. Ka kliimakohanemisel nagu üldse inimese-looduse suhetes töötab kõige tõhusamalt nn talupojatarkus.
- **Kohanemisvõimekus on kõrge teadaolevate ja kogetud riskide puhul, kuid madal kaudsetes ja komplekssetes mõjuahelates.** Kindlalt saab kohanemistegevusi planeerida ja rakendada hiljutiste kliimasündmuste kogemuse ja õppetundide varal. Kuivõrd kasvab teadmus (aga ka asjaliste teadlikkus) kliimakohanemisest, on võimalik ka täpsemalt suunata ja läbi viia sihtuuringuid. Eelkõige on vajalikud valdkonnaülesed sidusuuringud (näiteks üleujutuste või kuumalainete mõjust), kuid ka üksikteemad iseäranis tervisevaldkonnas. Tulevikuriskide hindamine ja puhverdamine, teaduslikkuse tõstmine ja ennetustöö täna säästab oluliselt raha ja ressursse tulevikus.

## 2. METOODIKA

### 2.1. Kliimamuutused

Kliimamuutus	Esinemise tõenäosus	Määramatus	Mõju
Õhutemperatuuri ja sademete üldine tõus	Väga suur	Madal	
Õhutemperatuuri järsk tõus talvel	Väga suur	Madal	Kütteperioodi lühenemine, paremad võimalused siirutajate ellujäämisele.
Lumepäevade arv väheneb; sagenevad ilma lumeta talved	Väga suur	Madal	Vähenevad kulud lumekoristamisele, paremad võimalused siirutajate ellujäämisele, „pimeda aja“ pikenedamine suurendab depressiooni, öietolmu allergia hooaeg pikeneb, pikeneb metsatulekahjude ohuga periood, suureneb kevadise põua tekkimise oht, tekib põldude niisutamise vajadus.
Sajupäevade arv ja sajuhulk tõuseb talvel	Suur	Keskmine	Suureneb surve kuivendus- ja kanalisatsioonisüsteemidele, soe ja niiske talv jätab haigusetehtajad ja edasikandjad ellu, suureneb maalihete oht.
Maapinnani jõudva päikesekiirguse hulk väheneb, eriti talvel	Suur	Keskmine	Päikesepaiste vähenemine suurendab depressiooni, linnades suurenevad kulud lisavalgustusele.
Jääpäevade arv ja jää ulatus vähenevad Läänemere ja siseveekogudel	Väga suur	Madal	Talviste tormidega muutuvad rannikualad erosiooniprotsessidele haavatavaks, väheneb jääummistuste risk jõgedel.
Tormide sagenemine ja tugevnemine talvel	Suur	Suur	Talviste tormidega muutuvad rannikualad erosiooniprotsessidele haavatavaks, üleujutusohu rannikul suureneb, talvised tulvad jõgedel, üleujutusrisk siseveekogudel, suureneb erakordsetest ilmastikutingimustest tulenevate terviseriskide (traumad) oht.
Tuule kiirus ilmselt suureneb, eriti talvel ja kevadel	Suur	Väga suur	
Talviste padusadude sagenemine	Keskmine	Väga suur	Suureneb traumade risk, potentsiaalne väljakutse päästevõimekusele.
0 °C päevade (jäätapäevade) arvu kasv külmal poolaastal	Suur	Suur	Libedal kukkumisega seotud traumade kasv, kulud teede korrashoiule ja liivatamisele.
Pakasepäevade arv väheneb	Suur	Keskmine	Vähenevad kulud küttele, vähenevad külmaga seotud terviseriskid.
Siseveekogude veetase on talvel praegusest kõrgem	Suur	Keskmine	Kaldaäärsete alade üleujutuse risk ootamatute tulvade poolt suureneb, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Väheneb jõgede kevadiste üleujutuste ulatus; esinevad aastad, mil kevadine suurvesi jääb ära	Keskmine	Keskmine	Väheneb surve kuivendus-süsteemidele, veega seotud terviseriskid, üleujutusega seotud päästevõimekuse riskid, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.

Kliimamuutus	Esinemise tõenäosus	Määramatus	Mõju
Vegetatsiooniperiood pikeneb kuni kaks kuud	Väga suur	Madal	Paremad elutingimused haigustekitajatele, uute liikide sissetung, põllumajanduse võimalikust intensiivistumisest suurenev surve maaparandus-süsteemidele, nii niisutus-, kui ka kuivendusvajaduse kasv, metsatulekahjude hooaja pikenedamine.
Suvel muutuvad ohtlikud kuumalained tavaliseks	Väga suur	Madal	Suurenevad kulud siseruumide jahutamisele, suureneb suremus riskirühmades, suureneb metsatulekahjude ja põuarisk, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Paduvihmad suvel sagenevad ja muutuvad veerikkamaks	Väga suur	Keskmine	Suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid, suureneb surve kanalisatsioonile ja kuivendus-süsteemidele, väljakutse linnaplaneerimisele.
Jõgedel suureneb suviste tulvade oht	Suur	Keskmine	Suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid, surve kuivendussüsteemidele, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Merevee ja siseveekogude suhteline temperatuur tõuseb, eriti Soome lahes ja järvedes	Suur	Madal	Terviserisk uute haigustekitajate ilmumisest ja sinivetikate vohamise sagenemisest, mõnedes linnades potentsiaalne linnaplaneerimise probleem kuna jää puudumise tõttu tekib surve kaldakaitse võõndi vähendamisele.
Merevee tase tõuseb	Keskmine	Keskmine	Suureneb ranniku erosioonirisk, suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid.
Siseveekogude veetase suviti väheneb	Keskmine	Keskmine	Veega seotud terviseriskid, potentsiaalselt vähendab päästevõimekust metsatulekahjude ja põua leevendamisel.

Kliimamuutuste mõjude hindamise aluseks on teadmine, kuidas kliima tegelikult tulevikus muutub. Kliimamuutused on teaduse ja ühiskonna tulipunktis olnud juba alates 1972. ja 1974. aastal ilmunud „Rooma klubi aruannetest“ (Meadows *et al.*, 1972; Mesarovic & Pestel, 1974), milles arutleti antropogeense CO<sub>2</sub> võimaliku mõju üle kliimale. 1979. aastal Genfis toimunud Esimese Ülemaailmse Kliimakonverentsi deklaratsioonis kutsuti riike ülesse ettevaatusele ja välja töötama meetmeid, et vältida võimalikke inimtekkelisi kliimamuutusi (WCC, 1979). Mainitud deklaratsiooni vaimus loodi Üleilmne Kliimauurimise Programm<sup>1</sup> ja 1988. aastal Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC<sup>2</sup>). Viimasest on kujunenud väga mõjuvõimas ja äärmiselt kõrge teadusliku potentsiaaliga organisatsioon, mille raportid (IPCC 1990, 1995, 2001b, 2007, 2014) peegeldavad väga täpselt teaduse antud hetke teadmisi kliimasüsteemist tervikuna, süsteemi elementide vastastikust mõjust, muutustest süsteemis, võimalikest tulevikustsenaariumitest ja muutuste võimalikest mõjudest globaalsele majandusele ja inimühiskonnale. IPCC eeskujul on Läänemere piirkonnas loodud programmi „Läänemere Eksperiment“ (BALTEX) võrgustiku alusel „Läänemere piirkonna kliimamuutuste hinnang“ (BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic

<sup>1</sup> [WCRP – World Climate Research Programme](#)

<sup>2</sup> [IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change](#)

Sea basin; <http://www.baltex-research.eu/BACC2/index.html>), mis on ilmutanud aruande ka raamatu kujul (BACC, 2008). BALTEXI jätkuprogramm „Baltic Earth“ avaldas 2015. aasta kevadel uue ülevaate kliimamuutustest siinses piirkonnas (BACC, 2015, <http://www.baltex-research.eu/BACC2/structure.html>).

Alates 1979. aastast on teadmised kliimasüsteemi toimimisest hüppeliselt kasvanud. IPCC viimase aruande järgi (vt IPCC, 2014, joonis SPM5) on praegusel ajal väga kõrge teadmiste tase CO<sub>2</sub> ja N<sub>2</sub>O kliimat kujundava mõju osas. Viidatud joonisel paistab ka, et paraku on tänapäeva teadusel suhteliselt vähesed teadmised aerosoolide ja lühiealiste gaaside rollist kliimasüsteemis. Seega on ka tulevikus ees väga palju teadustööd mõistmaks kliimaprotsesside toimemehhanisme ning vaatamata viimase aja teadussaavutustele, peame tunnistama oma suhtelist jõuetust paljude kliimaprotsesside mõistmisel. Seetõttu on ka tänapäeval kliimasüsteemi hindamisel määramatusel väga suur osatähtsus, kuna paljud protsessid sisaldavad väga suurt osa juhuslikkust ehk kaootilisust.

Tänapäeva teadusfilosoofiast lähtuvalt on kliimaprotsesside lahtimõtestamise peamisteks tööriistadeks kliimamudelid. 1960-ndatel globaalse tuumasõja kliimamõjude modelleerimisest alanud teadustöö on jõudnud tasemele, kus me mudelite alusel võime küllaltki usaldusväärselt ilma mõneks päevaks kuni nädalaks ette ennustada ning lähtuvalt erinevatest sotsiaal-majanduslikest stsenaariumitest saame prognoosida globaalses mastaabis tulevikukliimat (Edwards, 2011).

Siiski tuleb ka kliimamuutuste modelleerimisse realistlikult suhtuda ning nende võimekust õigesti hinnata. See tähendab, et praegusel tasemel ei maksa oodata, et mõni mudel ütleks väikseimagi usaldusväärsusega, milline ilm tuleb näiteks 2099. aasta aastavahetusel. Küll aga võib usaldada näiteks võimalikke temperatuurimuutusi 2071–2100 aasta keskmise perspektiivis. Kuid ka antud juhul tuleb tõsiselt silmas pidada temperatuurimuutuste prognoosiga seotud määramatust ja juhuslikkust.

Kliimamuutuste mõjude hindamisel on väga oluline mõista, kuidas kliima on seni muutunud. Eestis on viimastel kümnenditel kliima ajaloolisi muutusi väga põhjalikult uuritud. Selles osas võiks eraldi välja tuua kaht raamatut: monograafiline „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval“ (Tarand jt, 2013) ja populaarteaduslikum, ent põhjalik „Eesti ilma riskid“ (Tammets, 2012). Laialt võttes on see praegusel ajal Eesti kliimauurimise *state of the art*.

Eestikeelse teaduskirjanduse hulgas võiks teiste hulgast välja tuua Tartu Ülikooli geograafia osakonna traditsioonilist artiklikogumike seeriat, millest mitmed on pühendatud Eesti kliima küsimustele (Ahas, 2001; Jaagus, 1999, 2003, 2005, 2007, 2012).

Tulevikukliimale Eestis on seni suhteliselt vähe tähelepanu pööratud, kuigi tegemist pole ka täiesti võõra teemaga. Viimase aja tähtsaimaks tööks võib ses osas pidada Jaak Jaaguse ja Kaupo Mändla (2014) poolt avaldatud artiklit, milles analüüsitakse IPCC neljanda raporti kliimamuutuse stsenaariumite rakendumise mõjusid Eesti kliimale 21. sajandi lõpul. Seniste projektide peatähelepanu on peamiselt koondunud kliima soojenemise tagajärgedele looduskeskkonnas (nt Kallaste & Kuldna, 1998; Kont & Tõnisson, 2009; Punning, 1996). Ka praegu on käigus mitmed uurimisprojektid, mille üks eesmärkidest on kliimamuutuste analüüs ja nende mõjude hindamine looduskeskkonnale (nt Eesti kliima ja keskkonnaseisundi võimalike muutuste hindamine atmosfääri-, mere- ja jõgede äravoolu dünaamiliste mudelite tulemuste põhjal (EstKliima), Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus

ENVIRON<sup>3</sup>). Kliimamuutuste võimalikku mõju inimühiskonnale, majandusele, tervishoiule jne on seni tagasihoidlikult uuritud.

Järgnevas osas on Euroopa Komisjoni dokumentide (SWD(2013) 132 final ja SWD(2013) 134 final) põhimõtetest kantuna püütud eelkõige nendest probleemidest ja määramatusest, mis tulenevad kliimamuutuste tulevikustsenaariumite (Luhamaa jt, 2015) olemusest. Teatavasti on mudelarvutuste väljunditel detailsuse osas omad piirid ning praktiliseks kasutamiseks, näiteks mõjude täpsemaks tuvastamiseks ning meetmete välja töötamiseks, on väljundandmed sageli nii-öelda „toored“. Sellest tulenevalt on järgnevalt käsitletud kliimamuutuste stsenaariumite interpreteerimismeetodeid ja vastavalt tõlgendatud võimalikke õhutemperatuuri ja sademete muutusi perioodil 2041–2070 ja 2071–2100.

### 2.1.1. Tõlgendamine

Kliimamuutustest tulenevate riskide hindamisel on üks olulisemaid küsimusi see, kuidas tulevikustsenaariumite poolt ennustatud õhutemperatuuri, sademete ja kiirguse hulki interpreteerida. Probleem on selles, et näiteks aasta või kuu keskmistel õhutemperatuuridel on väike rakenduslik väärtus, kuna neid tavaliselt mõjude hindamisel ei kasutata. Nii on taimekasvatuses oluline näiteks vegetatsiooniperioodi ja öökülmavaba perioodi pikkus. Nende näitajate puhul on seos kuu keskmiste temperatuuridega küll olemas, kuid see on nõrk ja praktikas kasutu.

Seetõttu on **rakenduslikust aspektist oluline kuu keskmistest andmetest tuletada nii-öelda teisesed (sekundaarsed) ilmaandmed**. Antud juhul võib lähtuda kahest mõtteviisist.

Esiteks võime eeldada, et ennustatavas tulevikus säilib samasugune ilmade struktuur ja muster nagu kontrollperioodil (1971–2000). See tähendab, et perioodil 2041–2070 ja 2071–2100 esineb sama palju arktilise õhu sissetunge või suviseid kuumalaineid kui kontrollperioodil, kuid kliima üldise soojenemise tõttu ei ole õhutemperatuur Eestis külmalaine puhul mitte  $-30\text{ °C}$ , vaid  $-26\text{ °C}$ .

Seega võib võtta kontrollperioodi ööpäeva õhutemperatuuri andmed ja neile liita tulevikustsenaariumis esitatud vastava kuu soojenemise koefitsient. Nende liitmistehete alusel nihkunud temperatuuride alusel saab leida mitmeid rakendusülesannetes vajalikke õhutemperatuuri indekseid, 30-aastase perioodi keskmisi sesoonide algus- ja lõpukuupäevi, vegetatsiooni- jt vastavate perioodide pikkusi. 30-aastase perioodi keskmiste tasemel on tulemused suhteliselt usaldusväärsed ja võimalik viga väike.

Siiski tuleb tähele panna, et selline mehaaniline liitmine ei tööta talve ja külma poolaasta puhul. Probleem on selles, et külmal poolaastal (klimatoloogias traditsiooniliselt viis kuud ehk NDJVM, mil sademed tulevad tahkel kujul) on ööpäevaste temperatuuride esinemissageduste jaotuses väga kõrge piik  $0\text{ °C}$  ümber. See tähendab, et kontrollperioodil valitses ligi neljandikul külma poolaasta päevadest õhutemperatuur vahemikus  $-1$  kuni  $+1\text{ °C}$ . Liitmistehetega nihkub see piik *ca*  $+4\text{ °C}$  kanti ja võime näiteks teha jämeda, ent vale järelduse: tulevikus jäiteoht Eesti teedel väheneb või isegi kaob. Jäiteoht on suurim, kui ööpäeva miinimumtemperatuur on  $0$  ja  $-3\text{ °C}$  ning maksimumtemperatuur  $0$  ja  $+3\text{ °C}$  vahel.

<sup>3</sup> [ENVIRON: Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus](#)

Seetõttu võib tulevikustsenaariumite interpreteerimisel aluseks võtta **teise mõtteviisi, mille järgi tulevikus süvenevad need tendentsid, mis on praegu juba klimatoloogiliselt märgatavad ja ennast väljendanud.**

Kui võrrelda Türi külma poolaasta temperatuurimuutusi perioodil 1952–1981 ja 1981–2010, siis esimese perioodi keskmine on  $-7\text{ °C}$  ja teisel  $-5,4\text{ °C}$ . Seostades seda soojenemist muutustega ööpäeva õhutemperatuuri jaotuses, siis tuleb tõdeda, et soojenemine pole tingitud niivõrd soojemate, üle  $0\text{ °C}$  olevate päevade arvust, kuivõrd  $0\text{ °C}$  lähedase temperatuuriga päevade arvu silmatorkavast suurenemisest. Kui esimesel perioodil oli  $-1$  kuni  $+1\text{ °C}$  vahemikku jääva õhutemperatuuriga päevi 23%, siis teisel perioodil oluliselt rohkem ehk 29%.

Kui eeldada, et stsenaariumi RCP8.5 järgi on perioodil 2071–2100 külma poolaasta keskmine temperatuur  $-0,9\text{ °C}$ , siis võib seniste muutuste alusel koostada matemaatilise mudeli ja hinnata, kui suureks muutub null kraadiga päevade arv tulevikus (ca 50%).

Tuleb siiski silmas pidada, et sellised **matemaatilised mudelid on vaid teoreetilise väärtusega ning nende alusel tendentside süvendamisel on väga suur ebamäärasuse osakaal.** Siiski tuleb jaotussageduste küsimust senisest tõsisemalt võtta (eriti sademete puhul), kuna suur osa kliimamuutuste mõjust on ära määratud mitte keskmiste, vaid teatud, iseäranis erakorraliste sündmuste esinemissageduse muutustest.

### 2.1.2. Kliimanormide ja stsenaariumite kasutamine kliimamuutuste mõjude hindamisel

Järgnevalt antakse näitlikustatud ülevaade muutustest õhutemperatuuris, sademetes ja ekstreemsademetes, mis võrdluses kontrollperioodiga 1971–2000 võivad perioodil 2041–2070 ja 2071–2100 Eestis toimuda.

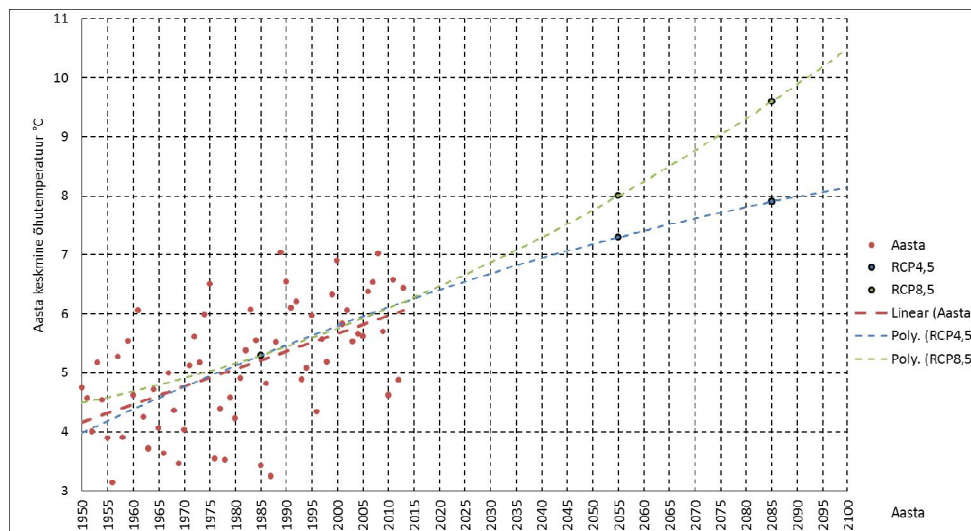
Kontrollperioodi andmed pärinevad projekti „EstKliima“ käigus kogutud Riigi Ilmateenistuse andmebaasist. Mitme ilmastikunäitaja puhul on muutuste iseloomustamiseks lisaks kontrollperioodile kasutatud erinevaid ajavahemikke. Näiteks EstKliima projektis tehtud töödest tulenevalt on kasutatud perioodi 1950–2013 ja raamatus „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval“ (Tarand jt, 2013) on kasutatud perioodi 1966–2010. Kuna EstKliima käigus kogutud andmed pole alati ühe pikkused, siis esineb võrdlusperioodides mõneaastaseid erinevusi. Võrdluseks on valitud Türi meteoroloogiajaama andmed. Türi andmed on valitud seetõttu, et jaam asub Eesti mandriosa keskel, iseloomustab õhutemperatuuri osas küllaltki suurt ala Eesti mandriosast ning seostub hästi suure osa Eesti meteoroloogiajaamadega (Kadaja, 1999). Ka pole selles jaamas teadaolevalt toimunud olulisi asukoha jms muutusi, mis võiksid jaama mõõtmisandmeid oluliselt moonutada.

**Õhutemperatuur tõuseb.** Õhutemperatuuril on Eestis suur ruumiline varieeruvus. Üsna selgelt eristuvad rannikualad ja Eesti idaosa. Näiteks Vilsandi ja Väike-Maarja aasta keskmiste õhutemperatuuride pikaajaline keskmine erineb teineteisest  $2,2\text{ °C}$  (vastavalt  $6,8\text{ °C}$  ja  $4,6\text{ °C}$ ; Tarand jt, 2013) Aastaaegade lõikes on temperatuuride erinevused veelgi suuremad. Ööpäevased erinevused Eesti erinevates osades võivad ulatuda  $>15$  kraadini.

Õhutemperatuuri tulevikuprojektsioonides on lähtutud Luhamaa jt (2015) tabelis 7 esitatud mudelarvutustest tulenevatest prognoosidest. KAUR-i töös on õhutemperatuurid toodud erinevustena perioodi 1971–2000 keskmistest. Selleks, et



teada saada, milline keskmine õhutemperatuur valitseb perioodil 2041–2070 ja 2071–2100 on Türi meteojaama andmetest arvatud perioodi 1971–2000 vastavad keskmised ja neile liidetud eespool mainitud tabelis esitatud erinevatele kliimamuutuste stsenaariumitele vastavad muutused (Joonis 2.1.2.1).



**Joonis 2.1.2.1.** Aasta keskmise õhutemperatuuri muutused kahe erineva kliimamuutuse stsenaariumi alusel<sup>4</sup>

Erinevate tulevikustsenaariumite (Luhamaa jt, 2015) rakendumisel ennustatavate temperatuuritasemete näitlikustamiseks on lisas 1 „Õhutemperatuuri muutused“ esitatud mõned keskmise õhutemperatuuri (aasta, talve ja suve keskmised temperatuurid) tasemed kontroll- ja võrdlusperioodidel ning perioodil 2041–2070 ja 2071–2100. Lisaks on leitud pakasepäevade ja -ööde, kuumade päevade ja ööde arv eespool mainitud perioodidel.

**Sademe hulk tõuseb.** Sademete hulga muutustest tulenevate võimalike mõjude hindamisel tuleb silmas pidada, et sademed on kompleksne kliimategur, mis on klimatoloogiliselt üsnagi raskesti käsitletav. Sademete puhul tuleb arvestada sageli suure ruumilise varieeruvuse ja juhuslikkuse osakaaluga. Piltlikult öeldes, tuleb arvestada näiteks sellega, kas hoogvihma andev äikesepilv läheb üle ilmajaama või selle kõrvalt. Üksikud, väga intensiivseid sadusid andvad pilvemoodustised võivad liikuda üsnagi piiratud alal, kuid siiski jätta mõne ilmajaama kuu sademete summasse väga selge jälje. Näiteks 2003. aasta 5.–6. augustil Kirde-Eestit tabanud hoogsadu tõstis Jõhvi meteoroloogiajaamas antud kuu summa 265 mm peale (pikaajaline augusti keskmine Jõhvis 88 mm).

Eestis iseloomustab sademeid ka väga suur ajaline varieeruvus. Nii erineb Türi perioodil 1966–2013 mõõdetud aasta sademete summa miinimum (464 mm, 2006) ja maksimum (1042 mm, 1981) üle kahe korra. Sesonide ja kuude lõikes on vastavad erinevused veelgi suuremad, ulatudes kuni kümne korrani.

<sup>4</sup> Joonisel on toodud Türi meteojaama andmetel arvatud aasta keskmised õhutemperatuurid ja trendijoon ning stsenaariumide RCP4.5 ja RCP8.5 alusel arvatud aasta keskmisi ühendavad polünoomid.



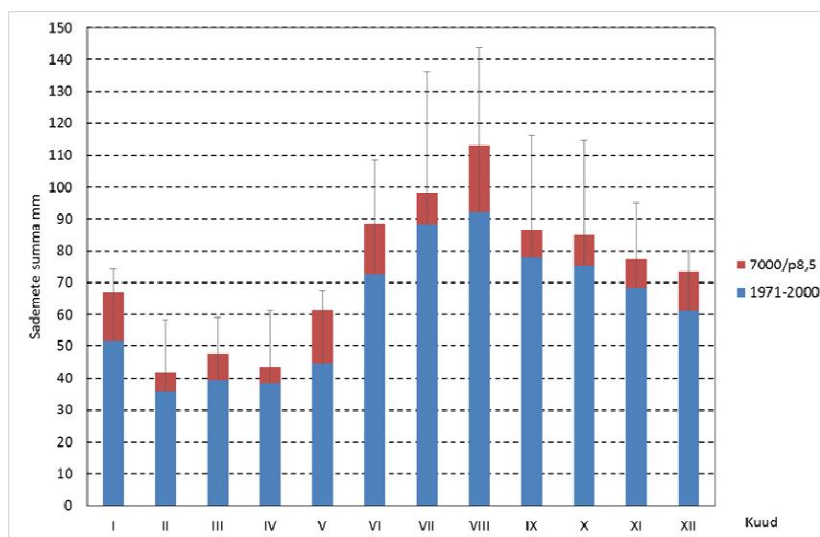
Sademetete muutuste mõju arvestamisel tekitab lisaraskusi ka see, et külmal poolaastal (NDJVM) tulevad sademed tahkel kujul. See muudab keeruliseks näiteks sademe hulkade mõju arvestamise äravoolule, kuna lumena akumulieritud sademetete vesi vallandub kevadel soojade ilmadega jõgedes suurveena. Samas pole seos talve sademetete hulga ja jõgede äravoolu vahel sageli lineaarne.

Kliimamuutuse mõju arvestamisel oleks äärmiselt oluline hinnata ka sademetete intensiivsust. Näiteks ööpäeva sademetete summa 30 mm võib tähistada vägagi erinevaid mõjusid. Kui need millimeetrid langevad ühtlaselt 24 h jooksul, siis võib öelda, et oli äärmiselt vihmane päev, millega ei kaasne siiski kuigi palju negatiivseid mõjusid. Kui aga need 30 mm sajavad maha hoovihmana ühe tunni jooksul, siis kaasnevad sellega märkimisväärsed majanduslikud kahjud ja potentsiaalne oht inimestele: tekivad kohalikud üleujutused, teetammid uhitakse minema, tekivad uhtorud, hävib saak jne. Paraku ei ole sademetete intensiivsust ja selle muutusi käesoleva projekti käsutuses olevate andmete põhjal võimalik hinnata.

Siinjuures tuleb tähelepanu pöörata segadusele, mis on eestikeelses kliimakirjanduses levimas. Nimelt on raamatus „Eesti ilma riskid“ (Tammets, 2012) defineeritud „eriti ohtliku sademetete hulga“ olukord, kui 1 tunni, või lühema aja jooksul sajab 30 mm. See vastab saju intensiivsusele 0,5 mm/min. Sama ohtliku sademetete hulga definitsioon on aluseks võetud ka Päästeameti poolt koostatud dokumendis „Hädaolukorra riskianalüüs, raskete tagajärgedega torm“ (Päästeamet, 2013c). Antud definitsioon on paraku mitmeti mõistetav, kuna tegelikult ei määratle see saju hulka vaid intensiivsust. 30 mm/h on tõesti katastroofiliste tagajärgedega paduvihm. Küsimus tekib aga sellest, kas paduvihma juhtumi sademetete summa peab olema 30 mm või peab olema sajujuhtumi vihma intensiivsus 0,5 mm/min. Väga intensiivsed sajud on tavaliselt küllaltki lühiajalised (2–10 min) ega anna summana kokku 30 mm. T. Tammets ja O. Jakovleva (2001) uuringu järgi oli perioodil 1966–2000 pluviograafilise mõõtmise alusel otsustades vaid üks sajujuhtum, mida saaks „eriti ohtlikuks“ klassifitseerida: Sõrves 4. augustil 1977 mõõdetud paduvihm.

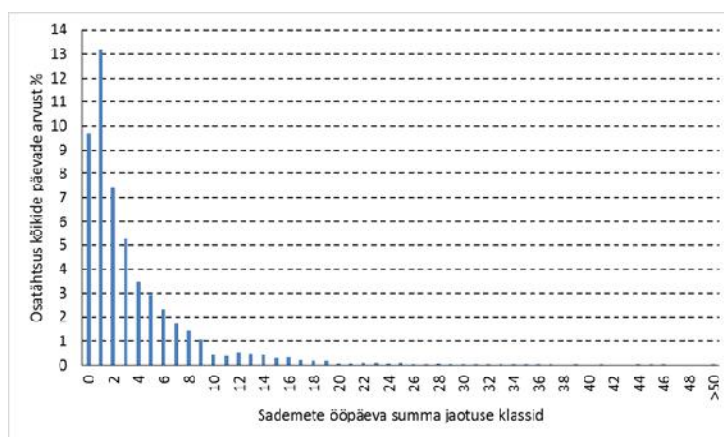
Segadus tekib aga sellest, et enamasti (sh Tammets (2012) ja käesolevas töös) kalkuleeritakse sademetete ööpäeva summadega. Ka käesoleva töö aluseks olevas uuringus (Luhamaa jt, 2015) on sademetete hulga ühikuks mm/ööpäevas ja harva vihmajuhtumi piirtasemeks võetud 30 mm ööpäevas. Ehk siis, ühelt poolt on ohu definitsiooni aluseks võetud sademetete intensiivsus, kuid klimatoloogilises analüüsis kasutatakse sademetete summat.

Sademetete muutuste analüüsil on väga olulisel kohal eespool kirjeldatud nii-öelda jaotuste probleem. Küsimus on selles, millisesse jaotuse ossa tulevikustsenaariumite järgi ennustatavad lisamillimeetrid lähevad. Piltlikult öeldes on küsimus selles, et kui tulevikustsenaariumi RCP8.5 järgi ennustatakse sajandi lõpuks kontrollperioodiga võrreldes aasta sademetete summa tõusu 19% võrra, siis millise sademetete jaotuse osas need täiendavad 142 mm Türi maapinnale sajavad (Joonis 2.1.2.2). Variante on mitmeid ning erinevate versioonide realiseerumisel on muutuste mõju erinev.



**Joonis 2.1.2.2.** Türi kuusademetesumma kontrollperioodil ja RCP8.5 stsenaariumi järgi perioodil 2071–2100 lisanduv sademete hulk. Joonisele on lisatud perioodi 1971–2000 vastavate kuude sademete summade standardhälbed

Joonisel 2.1.2.3 on esitatud sademete ööpäeva summade jaotus kontrollperioodil 1 mm jaotusvahemikes. 0 mm ei tähenda antud juhul sajuvaba päeva, vaid, et ööpäeva sademete summa jäi alla 0,5 mm. Sademeteta päevade osakaal aastast on 47,1%. Jooniselt on näha, et enamikul sajupäevadest jääb sademete ööpäeva summad vahemikku 0,1–2,5 mm: klassidesse 2, 1 ja 0 kuulub kokku 57,3% kõikidest sajupäevadest.



**Joonis 2.1.2.3.** Kontrollperioodi ööpäeva sademete summa jaotus esinemissageduse järgi

Kui eeldada, et lisamillimeetrid jaotuvad kõikide jaotusklasside (Joonis 2.1.2.3) vahel ühtlaselt, siis ei teki ühegi tulevikustsenaariumi rakendumisel mingeid olulisi probleeme. Nagu eespool mainitud, on sademetele iseloomulik väga suur ajaline varieeruvus (Joonis 2.1.2.1), mistõttu lisamillimeetrid jäävad varieeruvuspiiride sisse ning reaalses elus praktiliselt märkamatuks. Sellisel juhul jääb sademete kasv pigem klimatoloogiliseks fenomeniks kui tõsiseks kliimarisikiks.

Oluline mõju lisandub sademete summa suurenemisel siis, kui see tõus realiseerub läbi sajupäevade arvu tõusu. Ehk siis vihmavabade päevade arvelt lisandub päevi, mil ei saja koguseliselt ehk kuigi palju, kuid päev on pilves ja röske. Maapinnale jõudva lühilainelise kiirguse andmete alusel (vt Luhamaa jt, 2015, tabel 8) otsustades, on sellist sajupäevade lisa oodata talvel ja laiemalt külmal poolaastal.

Kui vaadata seni toimunud protsesse, siis tõesti on Türi sademete andmetel sajupäevade arv talvel (DJV) tõusnud – kui perioodil 1951–1980 oli sajupäevi 90-st talvepäevast keskmiselt 52, siis perioodil 1981–2000 oli neid 57. Sagedamaks on muutunud 3–8 mm sademetega päevad. Siin paraku tuleb arvestada, et andmetele enne 1966. aastat ei ole lisatud märgamisparandit, mis tähendab, et esimese perioodi sademete hulk on kunstlikult *ca* 16% võrra madalam. Sajupäevade arvu see siiski ei mõjuta.

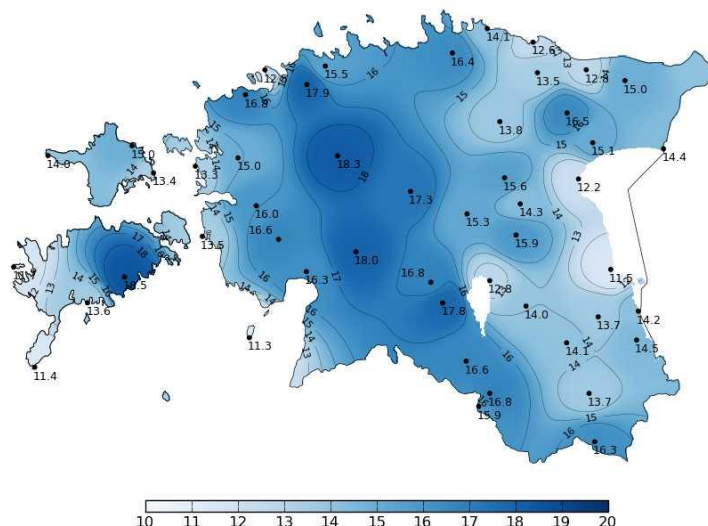
Tulevased muutused sademete jaotuses vajavad veel eraldi matemaatilist modelleerimist, kuid kui arvestada seniseid protsesse ja talvede prognoositavat soojenemist, mis realiseerub läbi 0 °C lähedase temperatuuriga päevade kasvu, siis võib eeldada, et sajandi lõpus on talvel umbes 2/3 päevadest pilves ja sajused.

Arvestades talvise õhutemperatuuri drastilist kasvu (RCP8.5 alusel), võib eeldada, et enamik sademetest hakkab talvel maha jõudma vihmana. See vesi jõuab omakorda üsna kiiresti jõgedesse, mis tähendab, et talvist vee vähesust jõgedes ei teki, kuid ka kevadine suurvesi võib enamikul aastatest ära jääda.

Pidev niiskus ja asjaolu, et pinnas ei külmu läbi (või tekivad tihedad, kuid lühiajalised jäätumis-sulamistsükliid) võib tekitada lisaprobleeme põllumajanduses ja metsanduses ning muuta keerulisemaks liiklusolusid .

Vaatamata sademete hulga suurenemisele võib süveneda ka praegu täheldatav kevadise põua tendents. See tuleneb püsiva lumekattega päevade järsust vähenemisest. Kuna lumi sulab aina varem ära, siis pikeneb kevadine veevaene periood – ajavahemik, mis jääb lumesulamise ja esimeste kevadsuviste vihmade vahele. Aprillis-mais püsivate päikesepaisteliste ja suhteliselt soojade ilmadega põllud küll tahenevad, kuid kui lumi sulab varem või lumikatet ei teki, siis venib vihmadeelne periood sedavõrd pikaks, et on reaalne oht kevadise põua kujunemiseks (Tammets & Jaagus, 2007; 2013).

**Äärmuslikud sademed.** Kuigi sademete hulga suurenemisel on erinevaid realiseerumisvõimalusi, peletakse eelkõige äärmuslike sademejuhtumite intensiivsuse ja esinemissageduse tõusu. Sellise ettevaatlikkuse põhjuseid on kaks. Ühelt poolt on füüsikaliselt üsna hästi mõistetav, et atmosfääri lisandunud soojus leiab suures osas kasutamist vee aurustamisel. Seeläbi tekib õhku rohkem veeauru, mis omakorda suurendab sademete hulka. Kuna selline aurustumise protsess on eriti intensiivne suvel, siis eeldatakse, et tekib senisest rohkem kohapealseid äikesepilvi, mis annavad lühiajalist, kuid hästi intensiivset paduvihma. Teiseks põhjuseks on see, et väga intensiivsed sademed ja nendega kaasnevad üleujutused, tulvad jne tekitavad reaalset majanduslikku kahju.



**Joonis 2.1.2.4.** Keskmise tugeva sajuga (üle 10mm/ööpäevas) päevade arv aastas (Tammets & Jaagus, 2013)

Äärmuslike sademete puhul on tulevikustsenaariumites (Luhamaa jt, 2015) võetud piirväärtusteks 30 ja 50 mm ööpäevas. Nagu mainitud, on sajud, mis ületavad 30 mm ööpäevas, väga tugevad ning võivad halbade asjaolude kokkulangemisel tõesti olulist kahju tekitada. Samas pole need iseenesest väga harvad juhtumid – kontrollperioodil esines statistilises mõttes igal aastal mõni päev (kokku 33 juhtumit), mille ööpäeva summa oli 30 või enam mm.

Sademed üle 50 mm/ööpäevas tekitavad aga kindlasti olulisi kahjusid. Näiteks 2003. aasta Kirde-Eesti augustiuputuse otseseks ja kaudseks kahjuks hinnati kokku üle 800 tuhande euro (Sepp, 2006). Selliste **paduvihmade puhul tuleb arvestada** (Mätlik & Post, 2008; Päädam & Post, 2011; Tammets & Jaagus, 2013):

- 1) tavaliselt juhtuvad need ainult suvel, sageli just augustis,
- 2) need juhtuvad väga harva; kontrollperioodi 30 aasta jooksul toimus Türil kokku viis  $\geq 50$  mm sajujuhtumit (maksimaalne 77,8 mm, 1. august 1973),
- 3) need on äärmiselt kohaliku esinemisega, ehk siis kannatada saavad mõned üksikud linnad, vallad.

Lisaks tuleb silmas pidada, et ekstreemsete sadude ruumiline jaotus on äärmiselt juhuslik. Kui vaadata tugevate sajupäevade (päevad mil sadas rohkem kui 10 mm/ööpäevas) jaotust (joonis 2.1.2.4), siis torkab silma nn Lääne-Eesti sademetehari (Tarand jt, 2013) – piirkond Lääne-Eestis, kus sajab keskmiselt sagedamini ja rohkem. Ent ülejäänud Eesti jaamade puhul torkab silma sajupäevade juhuslik jaotus. Eriti selgelt paistab juhuslikkus silma aga ekstreemsademetete puhul (vt Mätlik & Post (2008) joonis 1) kus suhteliselt rohkem esineb paduvihmasid Võrus, kuid ülejäänud Eesti osas ei ilmne mingit kindlat seaduspära.

Kui lähtuda tulevikukliima stsenaariumites esitatud suurvihmade sagenemise prognoosist (vt Luhamaa jt (2015), tabel 13), siis mudelarvutuste järgi ennustatakse ekstreemsademetete esinemissageduse tõusu kordades – juhuste arv, kui ööpäeva sademete summa talvel on 30 mm või suurem, suureneb sajandi lõpus stsenaariumi RCP8.5 järgi üle nelja korra. Viidatud tabeli protsentide tõlgendamisel tuleb silmas

pidada kahte asjaolu: esiteks puudutab suhteline suurenemine äärmiselt harva toimuvaid sündmusi. Nii on talviste suursademetete esinemise tõenäosus ligikaudu üks kord 111 aasta jooksul (Luhamaa jt, 2015, tabel 13). Viiekordne tõus tähendab antud juhul seda, et selline sündmus hakkab toimuma üks kord 22 aasta jooksul.

Teiseks tuleb silmas pidada, et need tõenäosused on arvatud mudelarvutuses kasutatud domeeni keskmisena. See tähendab, et arvesse on võetud ka merealad, kus suursadete tõenäosus on väike. Seega võib oletada, et maismaal, nii-öelda inimasustuse lähedal on suurvihmade tõenäosus suurem. Kui palju täpsemalt, on eraldi analüüsi ja modelleerimise küsimus.

Eelnevat silmas pidades ja võttes aluseks kontrollperioodil toimunud sajujuhtumeid Türil, on tabelis 2.1.2.1 esitatud suursademetete tõenäosuste muutused erinevate stsenaariumite korral.

**Tabel 2.1.2.1.** Ööpäevas 30 mm ületavate sademetete esinemissagedus kontrollperioodil kogu Eesti ulatuses (1. veerg) ja Türil ning suursaju juhuste koguarvu muutused vastavalt Tabel 13 (Luhamaa jt, 2015) toodud muutuse protsentidele<sup>5</sup>

Periood	Kontrollperioodi tõenäosused 1 juhuse/aastate kohta	Türi kontrollperioodil toimunud juhuste arv	Juhuste koguarv			
			2040–2070	2070–2100	2040–2070	2070–2100
Stsenaarium			RCP4.5		RCP8.5	
SON	1/7	2	4	4	4	5
DJV	1/111	0	0*	0*	0*	0*
MAM	1/14	3	5	6	6	7
JJA	1/2	28	35	38	39	46

\* Sündmuse toimumine ei ole välistatud.

Tabelist 2.1.2.1 on selgelt näha, et Luhamaa jt (2015) arvatud kontrollperioodi suursademetete tõenäosus suvel on poole väiksem kui Türil fikseeritud (vastavalt 14 ja 28 juhust 30 aasta jooksul). Siin väljendubki kahest erinevast territoriaalsest lähenemisest tulenev väga oluline vahe. Merealadega arvestamine viib suviste paduvihmade territoriaalse keskmise alla. Igal juhul on oluline arvestada, et tulevikus suureneb suviste paduvihmade esinemissagedus oluliselt ja praktiliselt igal aastal esineb kuni kaks sellist sajujuhtumit, mille korral ööpäeva sademetete summa ületab 30 mm.

Kuna aga kõrgemate õhutemperatuuride tõttu soojeneb ka Läänemeri suvel oluliselt rohkem, siis võib eeldada, et Läänemeri muutub senisest tähtsamaks kohalike sadete tekkeallikaks. See tähendab, et konvektiivsete sademetete tekkimise tõenäosus suureneb oluliselt, kuna soojemast Läänemerest on aurumine palju suurem. On üsna tõenäone, et praegused kliimamudelid alahindavad sellist võimalust, kuna globaalsete tsirkulatsioonimudelite mastaabist vaadatuna on Läänemere mõõtmised väga väikesed. Seega võib kliima soojenemine tuua kaasa suviste sademetete hulga ja erakordsete sademetete esinemissageduse veelgi suurema tõusu.

Seejuures ei saa alahinnata ka kohalike sademetete osakaalu tõusu külmal poolaastal. Suhteliselt sooja ja jäävaba Läänemere tõttu võivad võimsad konvektiivsed pilvemoodustised tekkida ka sügisel ning talvel. Mandrile, palju jahedama aluspinna

<sup>5</sup> Koguarvu muutuste aluseks on Türil kontrollperioodil fikseeritud suursajujuhtumid. Kõik arvud on ümardatud täisarvuks.

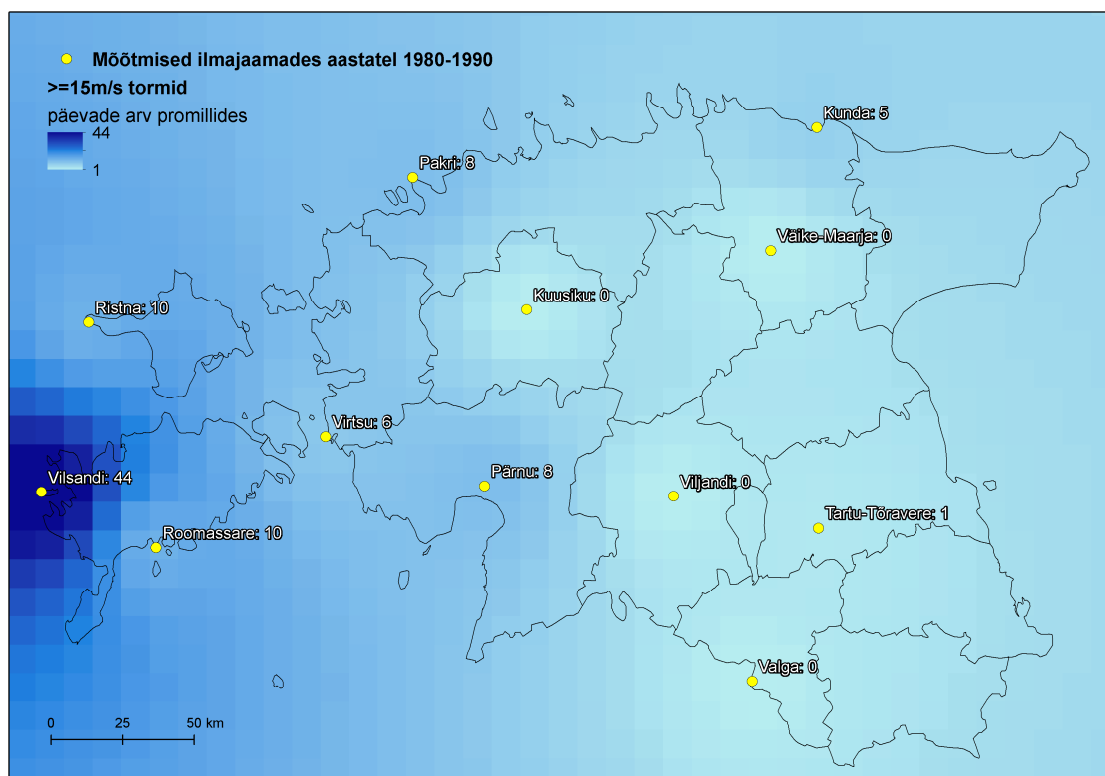
kohale jõudes vallanduvad neist tugevad lume või hooglörtsi valingud. Selliste lumesajuhoogude mõju on küll väga lokaalne, kuid need võivad tekitada olulisi probleeme näiteks liikluses. Eesti meteoroloogiajaamade võrgustiku hõreduse tõttu on selliseid üksikuid „hulkuvaid“ pilvi väga raske tabada, kuid ilmaradari peal on need hästi märgatavad. Üks selline ohtralt lund andnud kohaliku tekkega pilv riivas 26. detsembril 2014 Lahemaal.

***Tugevate tormide esinemissagedus suureneb.*** Rahvusvaheliselt peetakse tormiks tuult, mille kiirus on 21 m/s või üle selle. Eestis on sellised tuulekiirused väga haruldased ning üldjuhul annab Ilmateenistus tormihoiatuse välja siis, kui on oodata Beauforti skaala 7 pallile vastavat tuulekiirust (13–15 m/s). Traditsiooniliselt peetakse Eestis tormi hoiatuskriteeriumiks 15 m/s (Tammets 2012; Ilmateenistus, 2015a).

Väitesse, et tormide esinemissagedus suureneb, tuleb siiski suhtuda ettevaatlikkusega, kuna tuleviku ennustused tormide sagenemise ja tugevnemise osas on vastuolulised. Ühelt poolt tuleb silmas pidada, et ka tänapäeval on kliimamudelites tormide pikaajalise prognoosimise osas väga palju määramatust. Mistõttu võib suhteliselt usaldusväärseks pidada vaid pikaajalise keskmise tuulekiiruse muutuse ennustusi (Meier 2006; Meier jt 2011; Luhamaa jt, 2015; BACC, 2015). Keskmise tuulekiiruse üldine tõus, mida on käesoleva töö aluseks olevas prognoosis (Luhamaa jt, 2015) ennustatud, ei pruugi statistilises mõttes ilmingimata tähendada tormide sagenemist, vaid näiteks tuuliste päevade arvu suurenemist.

Teiselt poolt on loogiline mõelda, et kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni tõusust atmosfääri lõksu jäänud soojus on lisaenergia, mida osaliselt kasutatakse ära uute ja tugevate tsüklonite tekkeks. Sellepärast on paljudes tulevikukliima prognoosides viidatud võimalusele, et senine tormisuse kasv Läänemere piirkonnas jätkub ka 21. sajandil (BACC, 2015; Gregow *et al.*, 2012; Jaagus & Suursaar, 2013). Kirjandusallikate põhjal (Meier, 2006; Meier jt, 2011; Luhamaa jt, 2015) võib eeldada, et kasvu tõenäoline vahemik on 3–18 % ning see on seotud Atlandilt Läänemere piirkonda liikuvate tsüklonite arvu kasvuga. Luhamaa jt (2015) prognoosi alusel võib eeldada, et ilmselt hakkavad sagenema tormid talvel ja kevadel.

Kolmandast küljest tuleb arvestada ka teatavate vastuoludega senistes tormide erinevate parameetrite muutuste analüüsis. Muuhulgas tuleb silmas pidada ka asjaolu, et meteoroloogilistes jaamades mõõdetavates tuulesuundade ja -kiiruste pikaajalistes aegridades on väga tavalised homogeensusprobleemid (Jaagus & Kull, 2011). Näiteks joonisel 2.1.2.5 on esitatud ilmajaamades mõõdetud tormituulte ( $\geq 15$  m/s) esinemissagedus promillides (põhineb analüüsil Kull (1996)). Jooniselt nähtub, et Vilsandil puhuvad tormituuled aastas keskmiselt *ca* 14 päeval aastas ning mida sisemaa poole minna, seda väiksemaks  $\geq 15$  m/s tuulejuhtumite esinemissagedus läheb. Selgeks erandiks on Ristna, kus ranniku suhtelise läheduse tõttu peaks tormituulte esinemissagedus olema oluliselt suurem kui jaama statistikast tulenev null. Probleem on selles, et Kuusiku ilmajaam on ümbritsetud kõrge metsaga. Ka tormisel Vilsandil on tuuleroosis läänetuulte suunal selge auk, kuna seda külge varjutab Vilsandi majakas (Kull, 1996; Jaagus & Kull, 2011).



**Joonis 2.1.2.5.** Üle 15 m/s tormide esinemine perioodil 1980–1990

Kirjandusallikate alusel otsustades on viimastel kümnenditel ka Eesti rannikul täheldatud tuuletormide esinemissageduse olulist kasvu (Jaagus & Suursaar, 2013; Suursaar, Jaagus & Tõnisson, 2015). Teiselt poolt on märgatav tuule (Keevallik 2011; Keevallik & Soomere, 2008; 2014; Jaagus & Kull, 2011) ja merel lainetuse (Soomere *et al.*, 2015) suuna muutused. Kõik need tendentsid viitavad muutustele Läänemere piirkonna tsükloonaalsuses ehk kas siin tekkivate või siia jõudvate madalrõhkkondade parameetrites. Antud juhul näitavad mõned uuringud (Post & Link, 2007; Sepp, Post & Jaagus, 2005; Sepp, 2009), et viimase poole sajandi jooksul pole tsüklonite üldarv Läänemere piirkonnas oluliselt muutunud, kuid õhurõhk nende keskmetes on vähenenud. See tähendab, et tsüklonid on üldiselt tugevamaks muutunud. See võib olla tormide sagenemise üks põhjuseid, kuna tugevamate tsüklonitega kaasnevad suuremad tuulekiirused.

Neljanda aspektina tuleb arvestada seda, et kõik ekstreemsed tormid ei pruugi olla ohtlikud tormid. See tähendab, et ka suured tuulekiirused ei pruugi alati tekitada olulist majanduslikku kahju või inimohvreid. Nagu iga katastroofi puhul, nii muutub ka torm kui loodusnähtus ohtlikuks mitme ebasoodsa asjaolu kokkulangemisel. Näiteks 2005. aasta jaanuaris toimunud Pärnu linna ja Eesti lääneranniku üleujutusele sarnase situatsiooni tekkimiseks on tarvis mitut üksteisele järgnevat tsüklonit ehk tsüklonite ahelat, millega seotud loodetuuled lükkavad vee Liivi lahte. Tsüklonite ahela järel peab teatud kindlal trajektoiril liikuma tugevam madalrõhkkond, mille keskme möödumisel Eestist pöörduv tuul loodest läände ja edasi edelasse (Post & Kõuts, 2014). Sellega pressitakse Liivi lahte kuhjatud vesi vastu Eesti rannikut, sealhulgas kitsasse Pärnu lahte, kus see linna tungib (Suursaar *et al.*, 2003; Suursaar & Sooäär, 2007; Suursaar *et al.*, 2006). Selliste Pärnu linna jaoks ebasoodsate asjaolude kokkulangemise tõenäosus on suhteliselt madal (kord 30–40 aasta jooksul).



Samas pole võimalik öelda, kas kliimamuutused toovad kaasa ka selliste juhtumite sagenemise. Võib vaid spekuloida, et kui tugevate tsüklonite arv tulevikus suureneb, siis suureneb ka tõenäosuslik võimalus, et tõuseb ka selliste tsüklonite arv, mis satuvad Pärnu üleujutuse mõttes „õigele“ trajektoorile.

Sarnane on ka situatsioon rannikuerosiooni tekitavate tormidega – peamiselt tekitavad purustusi tugevad, kuid küllaltki spetsiifilistel trajektooridel liikuvad madalrõhkkonnad. Siiski, rannikuerosioonile on viimastel kümnenditel peamiselt kaasa aidanud jäävabade talvede sagenemine ja tormide arvu kasv koos muutustega lainetuses kombineerituna inimtegevusega rannikualal (Kont *et al.*, 2007; Orviku *et al.*, 2009; Soomere *et al.*, 2015; Tõnisson *et al.*, 2011; 2013). Kuivõrd on need protsessid seotud viimase poole sajandi jooksul täheldatava tsüklonite trajektooride nihkumisega põhja poole (Sepp, Post & Jaagus, 2005; Tõnisson *et al.*, 2011), vajab veel eraldi uurimist.

### 2.1.3. Tulevikukliima regioonid

#### Metoodika

Keskonnaagentuuri tulevikukliima aruanne esitab õhutemperatuuri, sademete ja mõnede teiste meteoroloogiliste näitajate muutusi perioodil 2041–2070 ja 2071–2100 võrreldes normkliima perioodi 1971–2000 vastavate näitajatega modelleerimisest (Luhamaa jt, 2015). Mainitud töös on tuleviku perioodide 30-aastased keskmised arvutatud kuude ja sesoonide lõikes (nt tabel 7 ja 10 Luhamaa jt, 2015), väljendades kogu modelleerimiseks kasutatud domeeni keskmist. Domeeni ehk modelleeritava ala suurus ja asetus on *a priori* määratud kasutatud mudelite tehnilistest parameetritest. Eesti sotsiaalmajanduslike jm näitajatega seostamiseks kohandati tulevikukliima andmekihid KATI projektile sobivateks ruumiantmeteks. Andmete kontrollimisel tuvastati, et KAUR-i ning KATI GIS-i vähendatud ja pööratud domeeni alusel arvutatud keskmised väärtused ei erine oluliselt.

Järgmisena lahendati absoluutväärtuste küsimus, ehk mida tähendavad kliimamuutused õhutemperatuuri või sademete hulgana. KAUR-i aruandes (Luhamaa jt, 2015) on esitatud vaid meteoroloogiliste näitajate suhtelised muutused normkliima perioodi suhtes. Tulevikukliima absoluutväärtuste kättesaamiseks liideti 11 ilmajaama normkliima andmetele tulevikukliima muutuse arvud.

Kliimamuutuste analüüsiks on mitmeid valikuid. Esimene võimalus on lähtuda ainult KAUR-i mudelarvutuste algandmetest ja näidata eraldi kaardikihtidena iga kuu kohta meteoroloogiliste näitajate muutusi  $10 \times 10$  km võrgustikus. Saadud kuunäitajate kaardid on oluliselt detailsemad kui tulevikukliima aruandes avaldatud joonised 9–11, 15–17. Mainitud joonised on lahtusega  $12 \times 12$  km ja (v.a joonis 17) kujutavad sesooni keskmisi. Samas on detailsus sellise lähenemise nõrkus. Eriti sademete puhul on muutuste ruumiline jaotus äärmiselt varieeruv (Joonis 2.1.3.5–2.1.3.9), mistõttu tekivad liigselt detailidesse laskudes valed järeldused.

Teiseks, absoluutväärtuste arvutamiseks liideti igale 11 normkliima meteojaama andmetele juurde n-õ Eesti soojenemiskoefitsient. Nii tehti eespool Türi näites. Arvestades Eesti territooriumi suhtelist väiksust võib eeldada, et kogu domeeni iseloomustavate muutuste kasutamine riigi erinevate osade kohta pädeb. Viga ei tarvitse olla kuigi oluline, kuna Eesti piirkondlikud kliimaerinevused on esinduslikult kajastatud normkliima andmetes, seda eeldusel, et kliimamuutused ei muuda kardinaalselt Eesti kliimarajoone.



Kolmandaks, kõige täpsemaks lähenemiseks, mida järgnevalt ka Eesti kliimamuutuste regionaalsete erinevuste hindamiseks kasutatakse, on normkliima ja kliimaproгноosi andmekihtide  $10 \times 10$  km võrgustiku pikslite omavaheline liitmine. Selleks on 11 normkliima jaama andmetest interpoleeritud samasugused kogu Eestit hõlmavad meteoandmete kaardikihid nagu koostati KAUR-i mudelandmetest (Luhamaa jt, 2015). Seejärel on igale kaardikihi pikslile liidetud vastava prognoosikaardi vastava piksli väärtus. Antud meetod võimaldab maksimaalselt ära kasutada KAUR-i modelleerimise väljundeid. Samuti võimaldab see osaliselt vastata küsimusele, kas tulevikus muutub kliima sedavõrd, et toimuvad olulised muutused Eesti-sisestes kliimaregioonides. Kindlasti nõuab esitatud küsimusele ammendav vastamine spetsiaalseid teadusuuringuid. Samuti tuleb suurendada ilmajaamade arvu, sest lähteandmetega on katmata mõned olulised piirkonnad nagu Lahemaa ja Otepää kõrgustik. Eriti halvas seisus on Kagu-Eesti kõrgustike ala, kuna seda väga vaheldusrikast ja kliimaatilises mõttes kindlasti eristuvat piirkonda esindab vaid Võru ilmajaam. Nii nüüdiskliima vaatlusteks kui ka tulevikukliima prognooside täpsustamiseks soovitame kindlasti rajada täisprogrammiga ilmajaam Otepää kõrgustikule ja Lahemaale.

Paraku on andmete detailsus ka pikslite liitmise üheks nõrkuseks. Vältimaks võimalikke valejärelusi, mis tulenevad tulevikukliima kaartide veidratest ja ebaloogilistest sopistustest, ning eesmärgiga suurendada tulevikuproгноoside usaldusväärsust, tuleb liidetud pikslite tulemusi geograafiliselt või ajasammus üldistada. Esimene võimalus on väljendada tulevikukliimat mitte kuu vaid sesoonide tasemel. Kolme kuu andmete keskmistamine taandab välja suure osa kuusisestest juhuslikest kõikumistest.

Seejärel saab regioonide täpsemaks piiritlemiseks kasutada erinevaid klassifitseerimismeetodeid. Optimaalseima analüüsivahendi ja lähtetingimuste valik oleks eraldi kliimaregioonidele pühendunud teadustöö teemaks, kuid antud juhul on mõistlikum aluseks võtta Eesti looduslikud kliimaraajoonid (nt Jaagus & Truu, 2004). Tulevikukliima regioonide eristamiseks kasutati programmi ArcGIS 10.2 töövahendit *Iso Cluster Unsupervised Classification*.

Klassifitseerimisülesande põhiküsimuseks on klasside arvu valimine. Klasse peab olema nii palju, et need seletaksid ära kõik peamised regionaalsed erinevused, kuid piisavalt vähe, et klasside vahel oleks mõistlik erinevus. Samuti ei tohi olla klasse liiga palju, kuna siis kaob ära üldistatus (Linoff & Berry, 2011). Ka võiks klasside arv üldistuse saavutamiseks kõikide arvutuste juures sama olla ning tekkinud klastrite ruumiline struktuur peaks üldjoontes vastama Jaaguse ja Truu (2004) eristatud regioonidele.

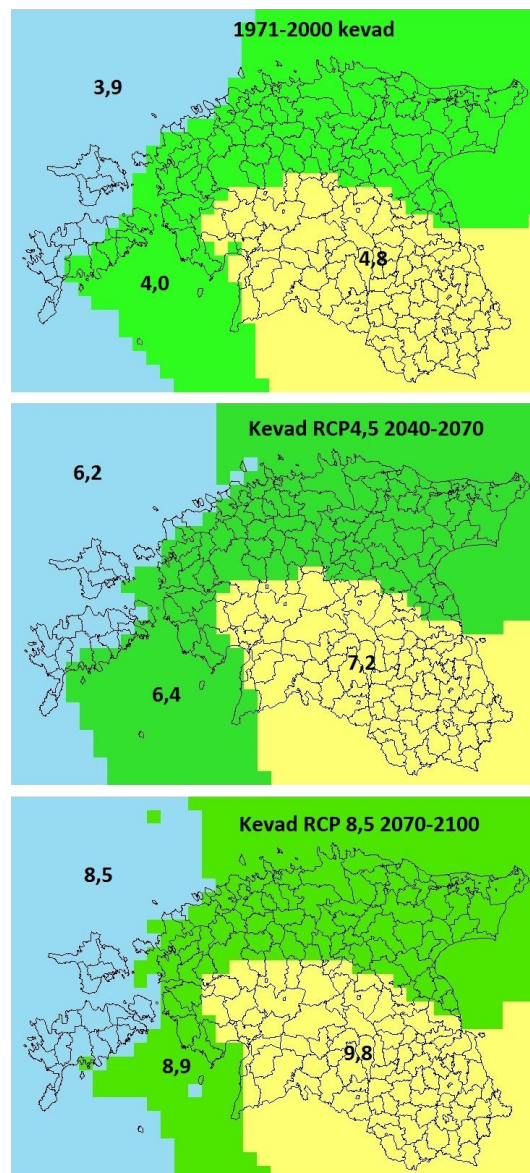
Tulenevalt eelnevate tööde (sh Jaagus & Truu, 2004) kogemusest ja käesoleva strateegia üldistuste ja meetmete kavandamise praktilistest vajadustest otsustati analüüsida vaid keskmise õhutemperatuuri ja sademete andmeid. Tuule kiiruse, maksimum ja miinimum õhutemperatuuri jt Luhamaa jt (2015) poolt modelleeritud kliimaandmete regionaliseerimine oleks tulevikus eraldi teadusuuringu teema. Parema võrreldavuse huvides toimus kliimaandmete regionaliseerimine kolme klassi kaupa. See on kompromiss, kuna klasside arv võib tegelikkuses erineda. Näiteks normkliima perioodil eristub suve keskmise õhutemperatuuri osas sisuliselt vaid kaks klassi: soojem Lõuna- ja jahedam Põhja-Eesti. Kuid tulevikutsenaariumite puhul eristuvad suvel kolmanda klassina selgelt ka Lääne-Eesti merealad.

Sademete ja õhutemperatuuri kolme klassi ajalised ja ruumilised muutused vajavad eraldi uurimist, kuid üldistatult võib öelda, et põhimõtteliselt säilivad ka tulevikus normkliimale omased ning ka näiteks Jaagus ja Truu (2004) eristatud regioonide mustrid. Olulisemad muutused hakkavad avalduma „mustema“ stsenaariumi RCP8.5 realiseerumisel perioodil 2071–2100.

Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt tulevikukliima regionaalseid muutusi õhutemperatuuri ja sademete osas.

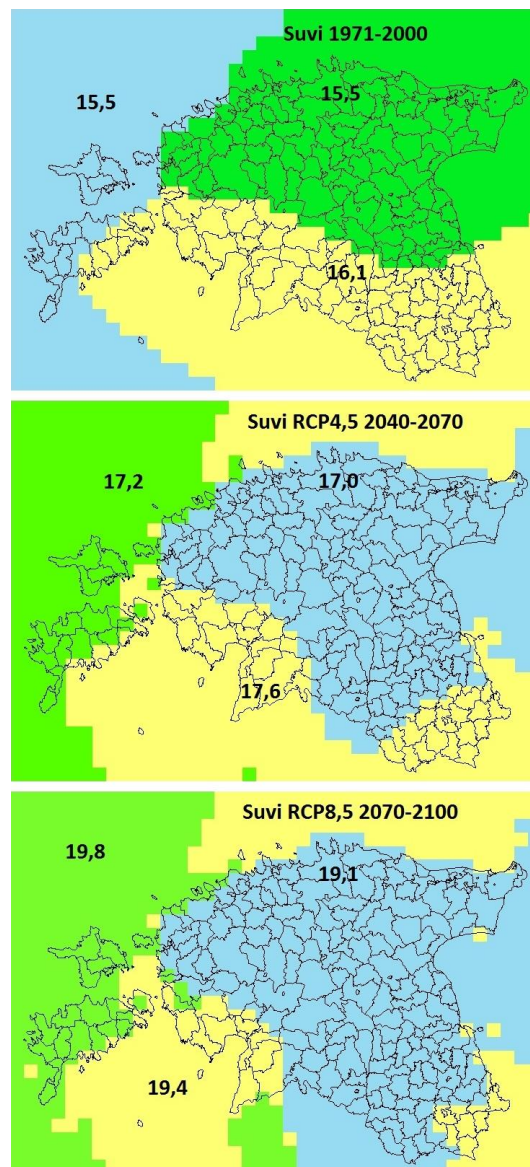
## Õhutemperatuur

*Kevad.* Kevad saabub Eestisse tüüpiliselt Lõuna- ja Kagu-Eestist (Tarand jt, 2013), mis soojenevad Põhja-Eestist, saartest ja merealadest suhteliselt kiiremini. Temperatuurikontrast Lõuna-Eesti ja saarte vahel on väga terav. Mere-rannikulisemaa kontrast säilib ühtlaselt ka kõikide vaadeldavate tulevikustsenaariumite ja perioodide lõikes, kuigi 21. sajandi lõpus laieneb kevade saabumise areaal Lõuna-Eestist loode ja lääne suunas.



**Joonis 2.1.3.1.** Kevadised temperatuuriregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

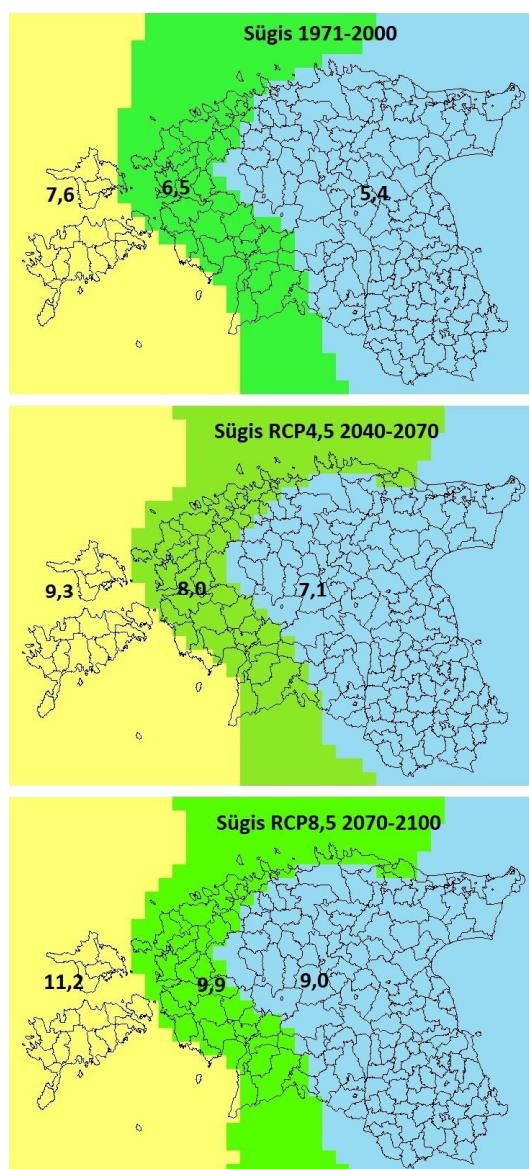
*Suvi.* Normkliima perioodi iseloomustab suve selge Põhja- ja Lõuna-Eesti temperatuurikontrast. Tulevikukliimas muutuvad klastrite piirid ja sisu oluliselt. Praktiliselt kogu Mandri-Eesti temperatuurierinevused tasanduvad ning eristuvad vaid väga soe Kagu-Eesti koos Liivi lahe piirkonnaga ning suhteliselt soojem mereala koos Lääne-Eesti saartega. Miks meri on tulevikus keskmiselt soojem kui maismaa, vajab eraldi põhjalikku uurimist, kas on tegemist veaga või mudeli eripäraga. Võimalik, et tulevikus hakkavadki Eestis suvel domineerima kõrgrõhkkonnad selge ja päikesepaistelise ilmaga, mistõttu kuumenevad merealad ja maismaa kiiresti, kuid öösiti jahtub maismaa kiiremini kui termiliselt inertne meri.



**Joonis 2.1.3.2.** Suvised temperatuuriregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

Lääne-Eesti saarte suhteliselt suurem keskmine temperatuur on vastuolus näiteks inimtervise kuumalainete uuringute järgeldusega: tulevikus on Saaremaal ja Hiiumaal võrreldes Mandri-Eestiga suhteliselt vähem probleeme kuumalainete negatiivsete mõjudega. Mis on oluline – kuumalainete mõju hinnangu aluseks on maksimumtemperatuurid ja kuumapäevade esinemissagedus. Viimased esinevad tõenäoliselt siiski sagedasemini just Ida- ja Kagu-Eestis, kuna ka tulevikus tasandab mere mõju Lääne-Eestis ekstreemseid temperatuuriväärtusi.

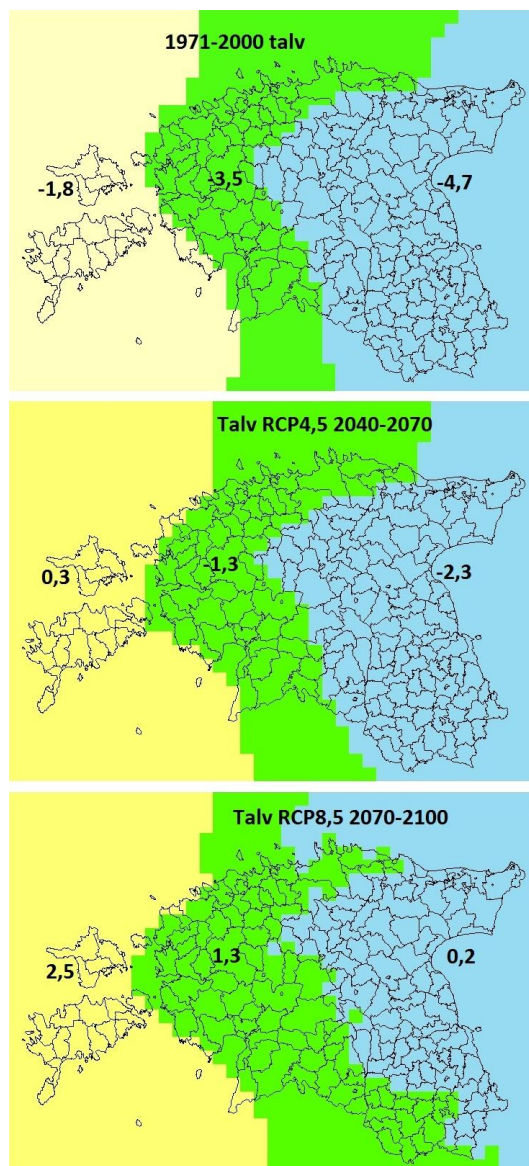
*Sügis.* Sügis saabub Eestisse idast ja kirdest. Süveneb temperatuurikontrast mere, rannikuala ja sisemaa vahel, kuna meri on termilise inertsuse tõttu pikka aega suhteliselt soojem kui maismaa (Tarand jt, 2013). Selline jaotus püsib ka tulevikus kõikide stsenaariumite realiseerumisel. Lääne-Eesti saarte ja suhteliselt jaheda Ida-Eesti vahel säilib ca 2,2-kraadine temperatuurierinevus.



**Joonis 2.1.3.3.** Sügisesed temperatuuriregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt



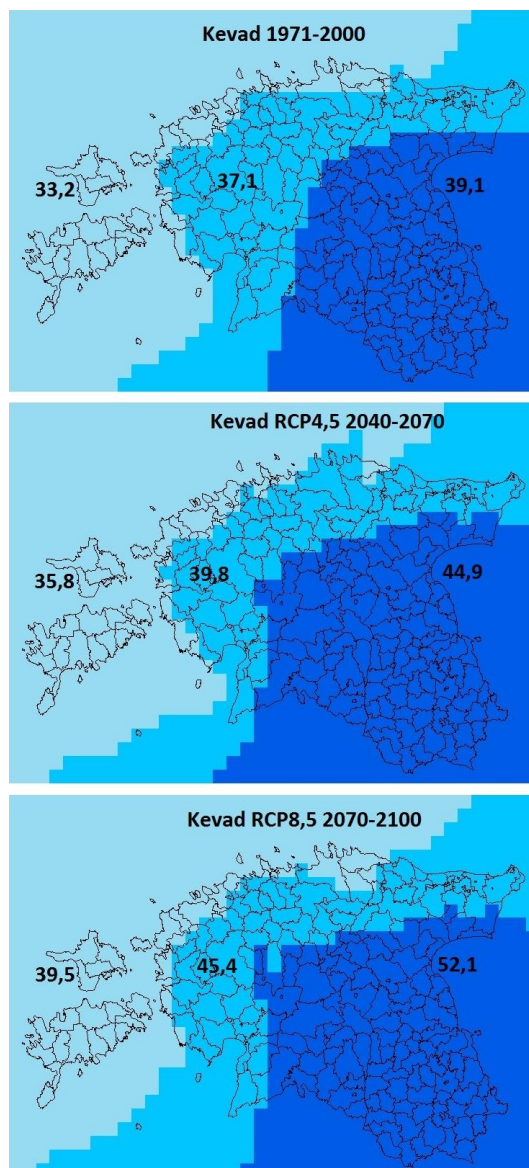
*Talv.* Talvel on temperatuurijaotus Eestis sarnane sügise omaga. St mida kaugemale merest, seda madalam on keskmine temperatuur. Ka tulevikus on Ida- ja Kirde-Eestis suhteliselt külmem kui Lääne-Eestis ja eriti saartel. Tuleb aga tähele panna, et kui normkliima perioodil on kõigi kolme klastri keskmised temperatuurid alla 0-kraadi, siis ka juba suhteliselt väike muutus RCP4.5 rakendumisel tähendab perioodil 2041–2070 keskmise õhutemperatuuri tõusu Lääne-Eesti saartel püsivalt plusskraadidesse. Edasisel soojenemisel laieneb peamiselt keskmine, rannikuklaster, kuid mitte sugugi kõige soojem mere klastri ala. Ilmastikus suureneb Lääne- ja Ida-Eesti kontrast, kuna rannikualadel võib olla suhteliselt soe ja lumeta talv, Ida- aga eriti Kirde-Eestis võib samal ajal olla lumine ja miinustemperatuuridega ilm. Antud juhul võivad teravneda ka Kagu-Eesti kõrgustike ja näiteks Tartu ümbruse suhteliselt tasase maastiku vahelised kontrastid (mis on juba pehmetel talvedel esinemas). Antud analüüsis seda aga andmete vähesuse tõttu eraldi käsitleda ei saa.



**Joonis 2.1.3.4.** Talvised temperatuuriregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

## Sademed

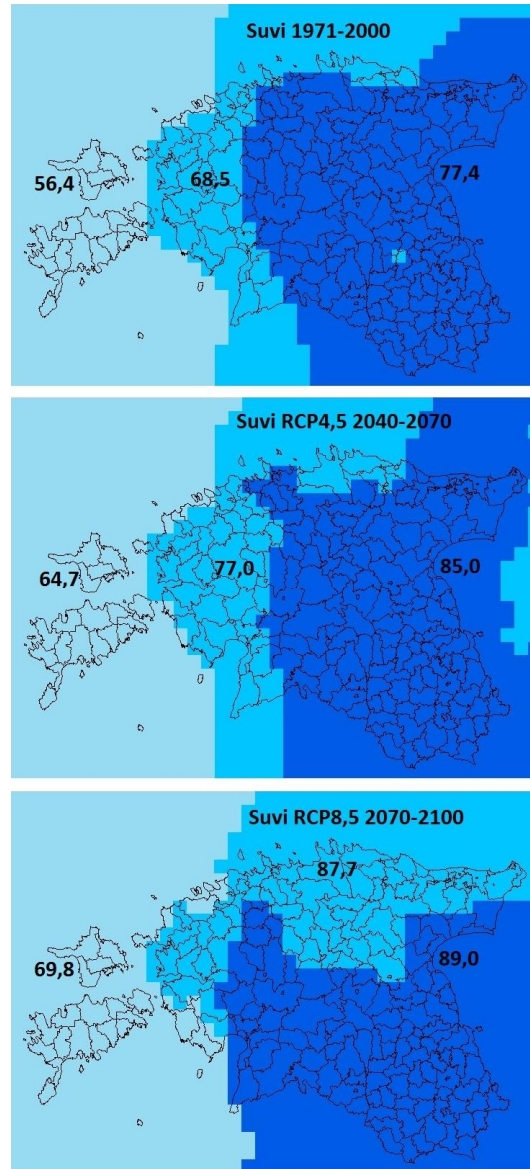
*Kevad.* Kuna kevadel on meri suhteliselt jahedam kui kiiresti soojenev maismaa, siis on kevadine sademete jaotus ka vastav – Ida- ja Kagu-Eestis sajab rohkem kui Lääne-Eesti saartel ja rannikul. Tulevikus selline muster säilib. Sademete hulga suurenemine toimub kõigis kolmes klassis, kuid Ida-Eesti sademeterikkamas piirkonnas suureneb saju hulk pisut järsemalt. Võiks öelda, et saarte ja sisemaa sademete kontrast suureneb, kuid normkliimaga võrreldes võib kontrasti kirjeldada nii, et saartel sajab palju ja Kagu-Eestis väga palju.



**Joonis 2.1.3.5.** Kevadised sademeterioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

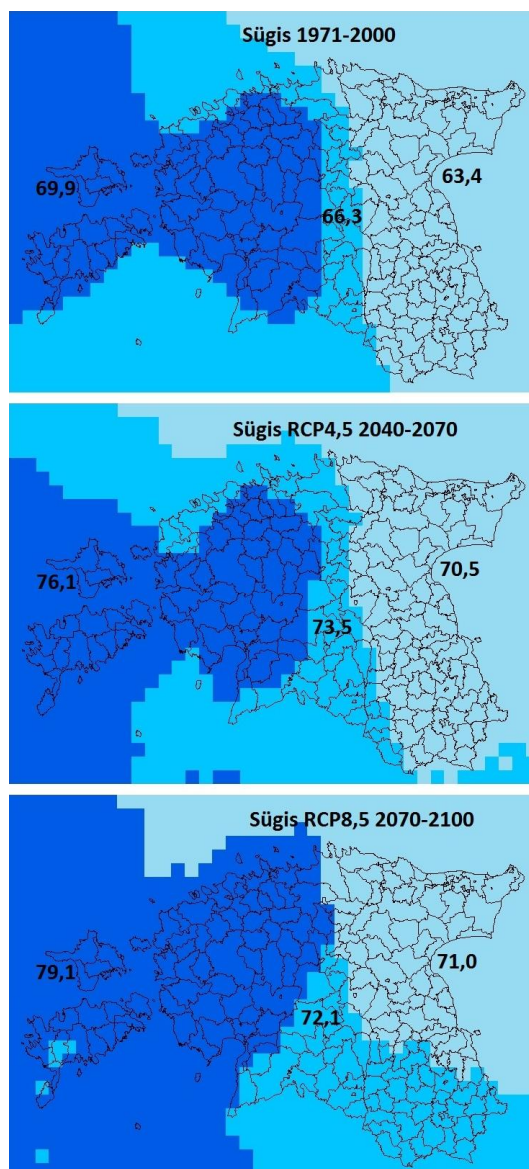
*Suvi.* Ka suvel kehtivad üldjoontes sarnased seaduspärasused kui kevadel – rannikul ning saartel sajab suhteliselt vähem kui Mandri-Eestis. Siiski on ranniku sademetevaesem piirkond palju kitsam kui kevadel. Selline jaotus kehtib ka tulevikus; ranniku sademetevaene piirkond väheneb veelgi. Oluline muutus võib toimuda 21.

sajandi lõpus, mil nii stsenaariumi RCP4.5 kui ka RCP8.5 realiseerumisel muutub Lääne-Eesti saarte ja Mandri-Eesti vaheline kontrast sedavõrd tugevaks, et sisuliselt saabki rääkida kahest sademete regioonist – saared ja manner. Mandri-Eesti jaguneb sel juhul jällegi mitte rannikuks ja sisemaaks, vaid Põhja- ja Lõuna-Eestiks. Mis protsessid sellise jaotuse taga võivad olla, vajab eraldi analüüsi. Siiski ei tohi antud muutusest teha järeldust, nagu ähvardaks Lääne-Eesti saari tulevikus veepuudus. Võrreldes normkliima perioodiga sajab tulevikus saartel rohkem ja mandril oluliselt rohkem.



**Joonis 2.1.3.6.** Suvised sademeteregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

*Sügis.* Sügisel pöördub sademete jaotuse geograafia vastupidiseks: rannikul sajab rohkem kui Ida-Eestis. Mandri-Eestis tuleb selgelt välja Lääne-Eesti sademetehari ehk rannikujoonega enam-vähem paralleelne suurem sademetevöönd Mandri-Eesti läänesaosas (Tarand jt, 2013). Tulevikus selline jaotus säilib, kuigi kohati saab Lääne-Eesti sademetehari olema veelgi teravam.

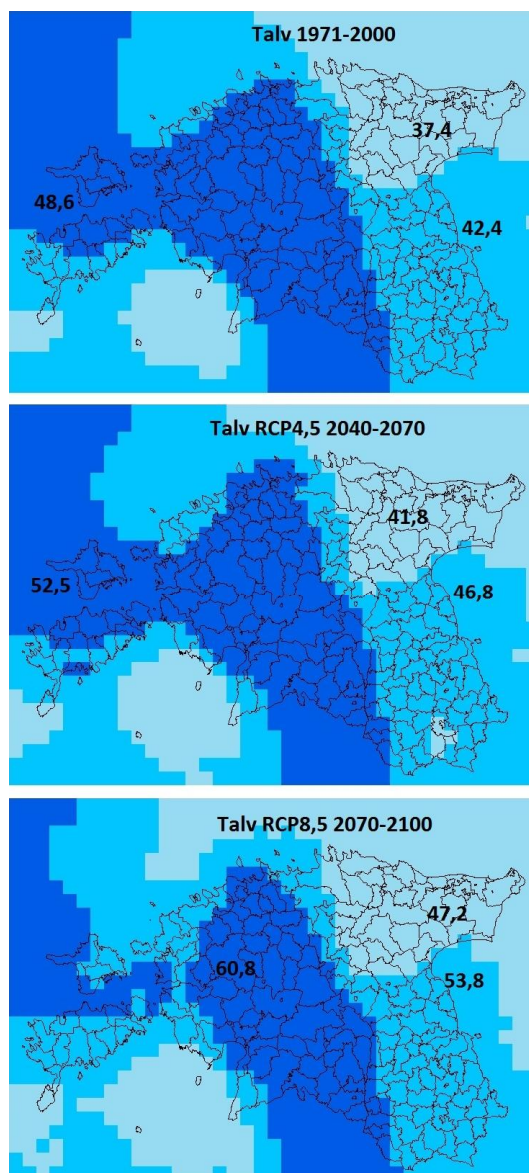


**Joonis 2.1.3.7.** Sügisesed sademeteregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

*Talv.* Talviste sademete jaotuse muster sarnaneb sügisega, kuigi Lääne-Eesti sademetehari tuleb veelgi selgemalt välja. Suhteliselt vähem sajab Kirde-Eestis ja Liivi lahel. Üldiselt sarnaneb kaardipilt Tarand jt (2013) joonisega 5.3.6, millel on kujutatud talviste sademete hulga jaotus perioodil 1966–2010.

Tõenäoliselt tekib tulevikualvedes selgem kontrast Kirde-Eesti ja ülejäänud Eesti vahel. Oletatavasti sajab 21. sajandi lõpus Kirde-Eestis lund sagedamini kui mujal Eestis. Lumesadu aga annab alati vihmast suhteliselt vähem vett (mm). Lumikatte püsimine võiks tulevikus tähendada sedagi, et Kirde-Eesti jõgedel säilib tõenäolisemalt kevadise suurveeoh, seevastu Lääne-Eestis muutub see äärmiselt harvaesinevaks.





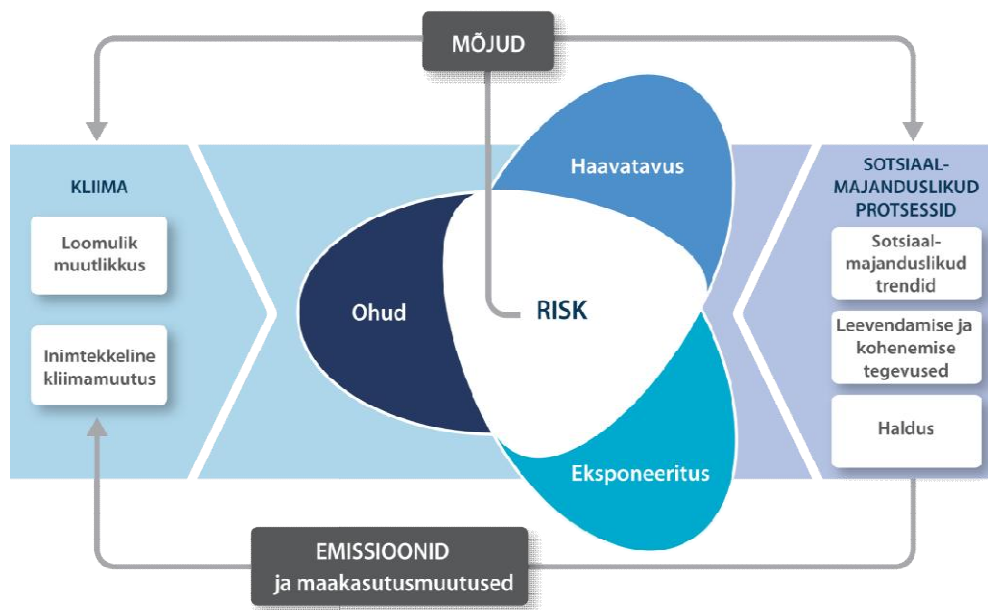
**Joonis 2.1.3.8.** Talvised sademeteregioonid normkliima, RCP4.5 ja RCP8.5 kohaselt

Toodud kaardivõrdlustest ja tulevikukliima klassifitseerimismudelitest saab teha kaks laiematähenduslikku üldistust.

- Vastandmäärgilist muutust ei ilmne kusagil – kogu Eesti alal jätkub õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus, kuigi piirkonniti võib tõus olla suurem kui domeeni keskmine.
- Mõnes piirkonnas tähendab see kliimamuutustest tingitud probleemide võimendumist ning osaliselt tähendab see ka Eesti-siseste kontrastide suurenemist, ent antud juhul tähendab see normkliimaga võrreldes siiski kriitilist muutust skaala ülemises lõigus „palju vs väga palju.“

## 2.2. Kliimamuutuse mõju ja haavatavuse hindamine

Uuring lähtub IPCC riskihindamise metodoloogiast (joonis 2.2.1).



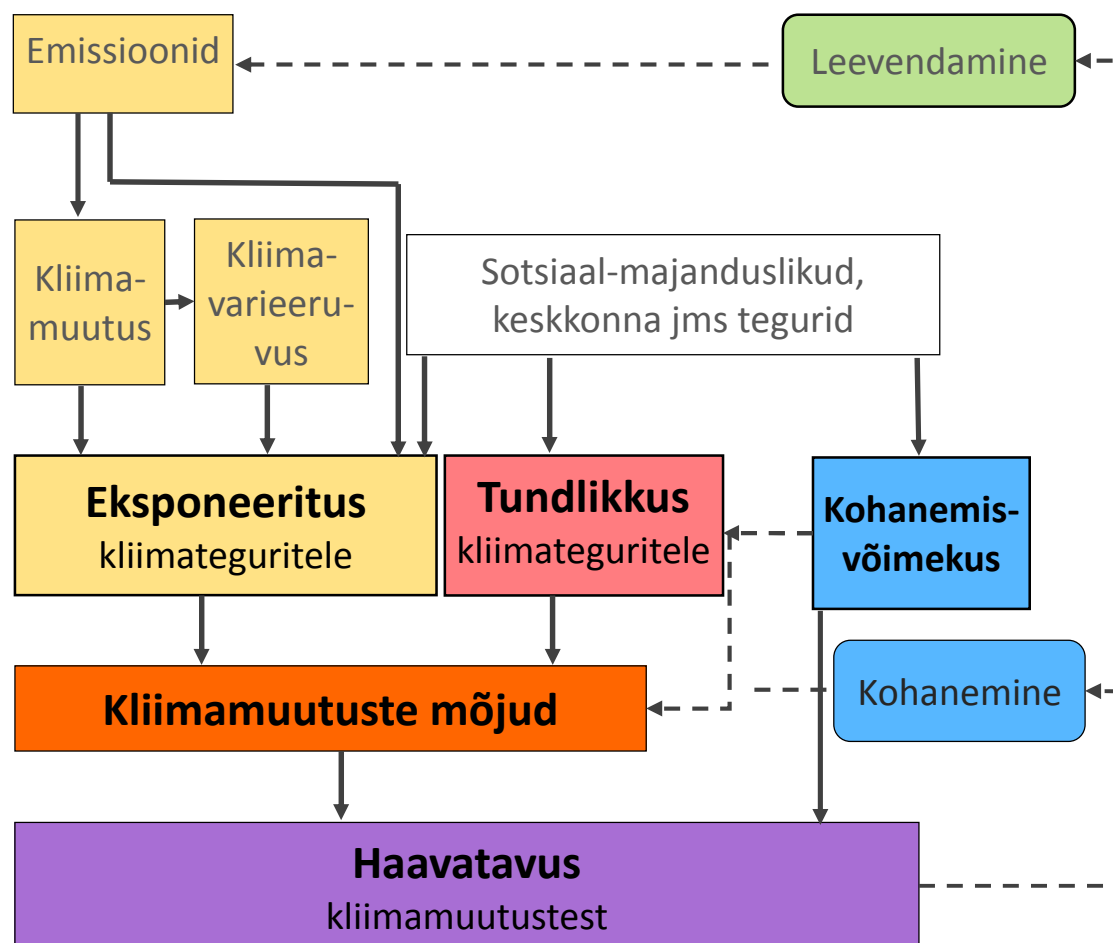
**Joonis 2.2.1** IPCC kliimariskide, mõjude ja ühiskonnaseoste põhimõttejoonis (IPCC SREX, 2012)

Antud uuringus tuginetakse päevakohastele teadusallikatele, mis seostavad kliimamuutusi, erakorralisi ilmastikuolusid ja kliimaekstreemumeid ühiskonnaarengutega. Hindamise metodoloogia seostab **kliima-, keskkonna- ja inimtegevuse/olemise tegureid**, mis väljenduvad kliimamuutuste mõjudes. Samuti käsitleb uuring riskide hindamist ja juhtimist, milles hakkavad mängima võrdlemisi kaalukat rolli mitte-klimatoloogilised tegurid. Mõjude teravus ei sõltu ainult kliimateguri ja selle mõju erakorralisusest, vaid mõju eksponeeritusest ja haavatavusest. Seejuures tuleb võrdtähtsalt silmas pidada nii kliima loomulikkust, kliima inimtekkelist muutust kui ka sotsiaalmajanduslikke protsesse.

Kliimamuutustega kohanemine sõltub suuresti vaadeldava süsteemi – näiteks linna kui kompleksse süsteemi – haavatavusest. IPCC neljas hindamisraport defineerib haavatavust, tuues välja selle kolm põhikomponenti: „Haavatavus on süsteemi tundlikkuse määr ja suutlikkus tulla toime ebasoodsate kliimamuutuste mõjuga, sealhulgas kliima varieerumise ja äärmustega. Haavatavus on süsteemile mõjuva **kliimamuutuse** ja kliima muutlikkuse iseloomu, ulatuse ja kiiruse funktsioon, selle süsteemi **tundlikkus** ja **kohanemisvõime**“ (IPCC, 2007).

Antud definitsioon põhineb raamistikul, mis on kliimamuutuse ja selle mõju uurijate seas laialdast kasutamist leidnud (Joonis 2.2.2) (Füssel & Klien, 2006; Füssel, 2009; Hinkel, 2011; Preston *et al.*, 2011). Selle raamistiku kohaselt soodustab inimeste tekitatud kasvuhooonegaaside hulga suurenemine kliimamuutust, mis toimub paralleelselt kliima loodusliku varieerumisega. Haavatavuse abil kirjeldatakse määra, mille ulatuses vaadeldav süsteem on kliimamuutuste tagajärgedele vastuvõtlik, suutmata nendega toime tulla. Haavatavus sõltub eksponeeritusest, tundlikkusest ja kohanemisvõimekusest, kus eksponeeritus on viis, ulatus ja sagedus, kuidas süsteem puutub kokku kliimateguritega, tundlikkus on määr, kui palju kliimastressorid vaadeldavat süsteemi mõjutavad ning kohanemisvõimekus on süsteemi potentsiaal kliimamuutustega toimetulekuks. Tundlikkuse all mõistakse siin inimesi, inimloodud vara ehk ehitisi ja infrastruktuure, bioloogilisi liike ja ökosüsteeme (IPCC-AR5-

WGII<sup>6</sup>). Kokkupuude või ka eksponeeritus ja tundlikkus üheskoos määravad ära kliimamuutuse võimaliku mõju süsteemile. Piirkonna või riigi potentsiaali kliimamuutuse mõjuga toimetulekuks kirjeldab selle kohanemisvõime. Kõik eelnimetatud tegurid kokku määravad haavatavuse kliimamuutuste suhtes. Leevendamise meetmed mõjutavad kliimaatilisi tegureid, kohanemismeetmed aga tundlikkust.



**Joonis 2.2.2.** Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude hindamise kontseptuaalne raamistik (Füssel & Klein (2006) järgi)

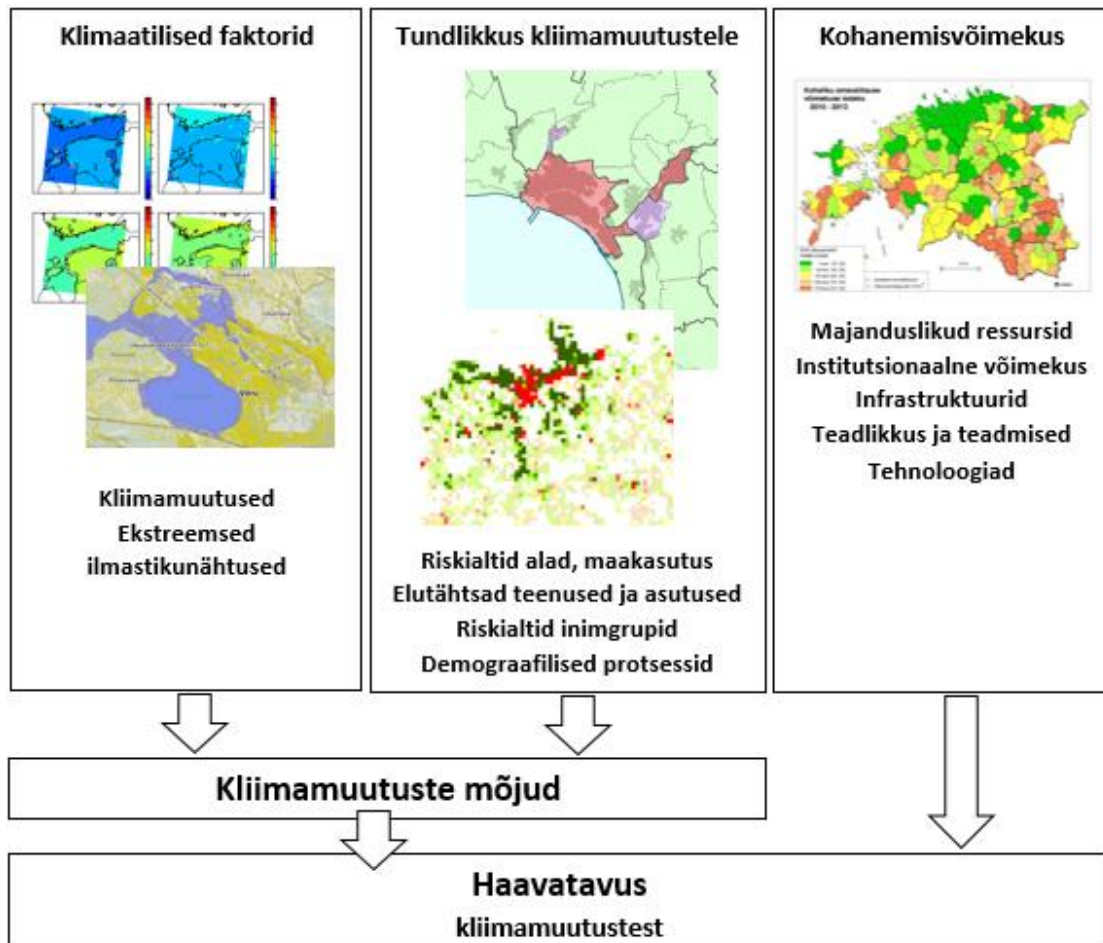
Kliimamuutuste võimalik mõju ja haavatavus erineb piirkonniti väga palju. Peale selle, et kliimamuutused ise on erinevates kohtades väga erinevad (vt ptk 2.1) ja selle tõttu, et eksponeeritus on mõnes piirkonnas suurem kui teises, on ka igal piirkonnal oma selgelt eristuvad keskkondlikud, sotsiaalsed ja majanduslikud eripärad, mis on kliimamuutuse suhtes kas rohkem või vähem tundlikud. Sellepärast rõhutab Euroopa Liidu juhend riiklike strateegiade väljatöötamiseks<sup>7</sup> punktis 2b, et haavatavuse hinnang peab sisaldama kõige olulisemate mõjude ruumilist joatust riigi, regiooni või linna tasemel, näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse ja/või majandusliku väärtuse jaotuse.

<sup>6</sup> [Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.](#)

<sup>7</sup> [SWD \(2013\) 134 – „Guidelines on developing adaptation strategies“.](#)

Kliimamuutustest tuleneva haavatavuse kaardistamine on üks lähenemisviisidest, mis võimaldab läbi ruumilise visualiseerimise ja analüüsi kokku viia geograafiliselt heterogeenseid haavatavust määravaid tegureid ja näidata nende vastastikust mõju (Preston *et al.*, 2011). Säärane analüüs võib teenida erinevaid eesmärke: eelkõige suurendada teaduslikku arusaama ilmastikutundlikest süsteemidest, seada poliitilisi ja teaduslikke prioriteete ning mis kõige tähtsam, luua ruumiline alus kohanemise ja leevendamise strateegiate välja töötamiseks.

Nagu seda soovitab suunisdokument, tuleb esimese sammuna koguda ja analüüsida olemasolevat kättesaadavat teavet (Joonis 2.2.3). Seal, kus võimalik, kogutakse ja esitatakse informatsiooni ruumiandmete näol. Alavaldkonnaspetsiifilises tundlikkuse analüüsis käsitletakse kliimaatilisi tegureid regionaalse varieeruvuse kontekstis (vt ptk 2.1), mis on aluseks põhjalikule alavaldkondlikule kliimamuutuste mõjuanalüüsile. Piirkondlik võimekus kliimamuutustega toime tulla ja muutuste mõjud integreeritakse selleks, et hinnata haavatavust kliimamuutuste suhtes. Selle taga on põhimõte, et piirkond, kus on suur kliimamuutuste mõju, võib siiski olla mõõdukalt haavatav, kui see on hästi kohanenud eeldatavate kliimamuutustega. Teisalt, kõrge mõju tagajärjel on oodata kõrgemat haavatavust, kui piirkonnas on madal kohanemisvõime.



Joonis 2.2.3. Haavatavuse kaardistamine

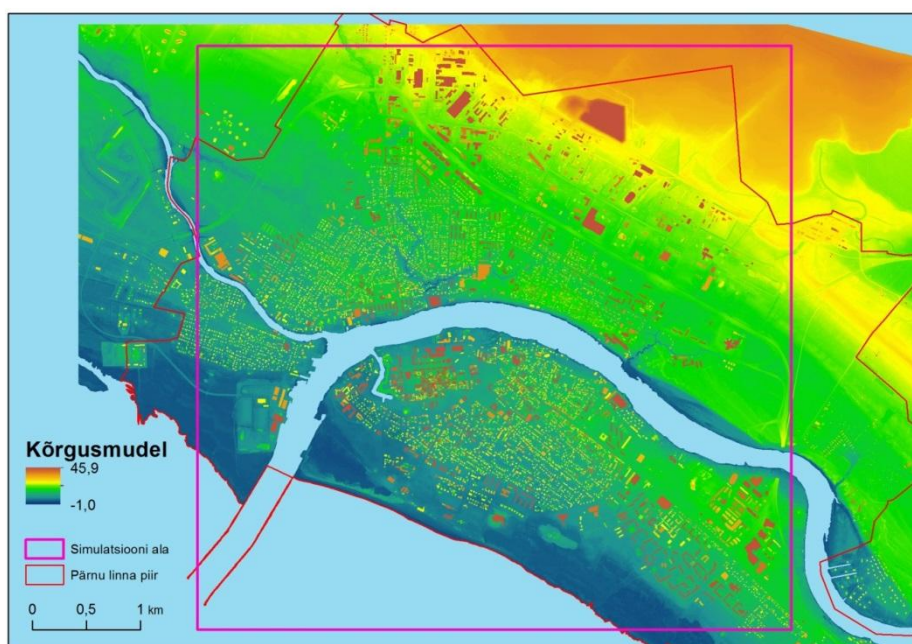
### 2.2.1. Paduvihmade üleujutuste modelleerimine

Paduvihmade üleujutust simuleeriti Pärnu linna näitel. Simulatsiooni aluseks on Exeteri ülikooli [CADDIES](#) tööühma poolt välja töötatud 2D pinnavoolu/äravoolu rakk-automaat (*Cellular automata*) mudel (Ghimire *et al.*, 2013; Guidolin *et al.*, in review). Mudel arvutab lihtsustatud kujul vooluhulki naaberpikslitesse (von-Neumann naabrid 4 tk) piksel piksli kaupa. Mudel lähtub järgmistest eeldustest:

- kehtib üks globaalne voolukiirust aeglustav kareduskonstant;
- infiltratsioon puudub;
- sademevee kanalisatsioon puudub.

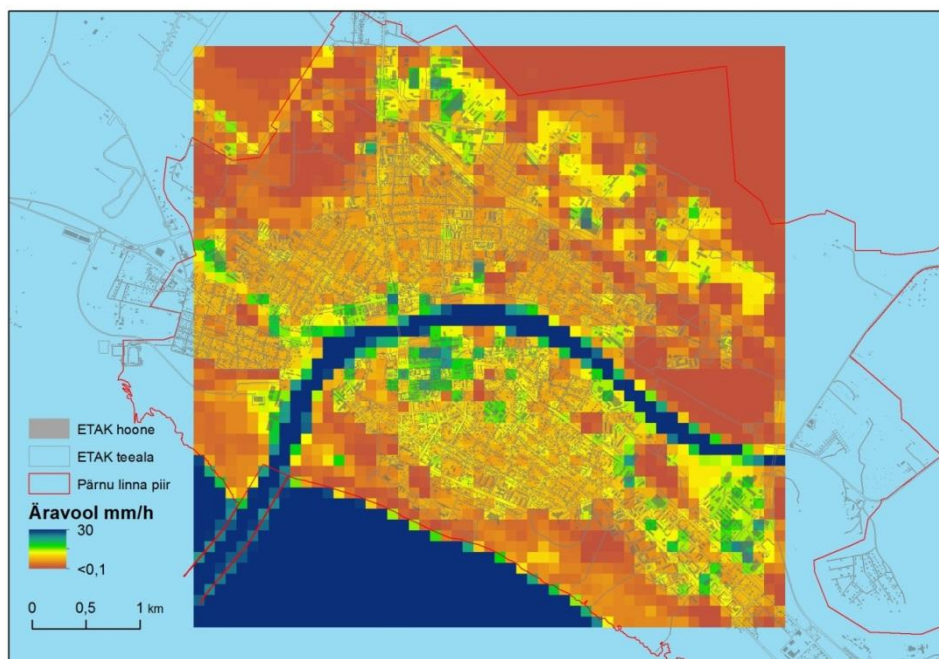
Paduvihma simulatsiooni lähteandmed olid:

- 30 mm sademeid ühe tunni jooksul;
- Maa-ameti LIDAR mõõtmistel põhinev  $1 \times 1$  m lahutusega maapinna ja hoonete kõrgusmudel  $5,5 \times 5,4$  km alal (Joonis 2.2.1.1);
- $100 \times 100$  m lahutusega äravoolu andmestik, mis põhines SCS *runoff curve number* (CN) meetodil ning kasutas Eesti topograafia andmekogu (ETAK) 1:10 000 maakatte andmestikku Zhang & Pan (2014), USDA (1986) (Joonis 2.2.1.2);
- simulatsiooni kestus kokku 5 h.



**Joonis 2.2.1.1.** LIDAR mõõdistustel põhinev maapinna kõrgusmudel ETAK hoonetega





**Joonis 2.2.1.2.** LIDAR mõõdistustel põhinev maapinna kõrgusmudel ETAK hoonetega

### 2.2.2. Kuumapäevade haavatavuse hindamine linnades

Maapinna temperatuur määrati Landsat 8 TIRS satelliitpiltide abil, mida on võimalik vabalt alla laadida USGS pildiarhiivist<sup>8</sup>. Piltide spektraalsed väärtused arvutati ümber temperatuuriks, kasutades Split-Window algoritmi (Jimenez-Munoz & Sobrino, 2008; Skoković *et al.*, 2014).

Ruumilised andmed linnade rahvastiku kohta  $100 \times 100$  m ruuduna on saadud Statistikaametist. Mõjude kaardistamise ja haavatavuse hindamise meetodika on välja töötatud ESPON Climate projektis (2013).

## 2.3. Rannikualad

Rannikualade alavaldkondade defineerimise aluseks on Euroopa Liidu strateegia kliimamuutustega kohanemiseks (COM 216, 2013) ning Euroopa Komisjoni töödokumendid „Commission Staff Working Document. Climate change adaptation, coastal and marine issues“ SWD (2013) 133 final (SWD 133, 2013) ja „Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final (SWD 137, 2013).

Kliimamuutustega kohanemist käsitlevas EL-i strateegias on rannikud määratud eriti ohustatud aladeks (COM 216, 2013). Nimetatud dokumendi lisa „Climate change adaptation, coastal and marine issues“ (SWD 133, 2013) toob välja kliimamuutustest põhjustatud keskkonnamõjud rannikualadel, millest on Eestis olulised meretaseme tõus ja randade erosioon. Samas välja toodud mõjud nagu rannikumärgalade olukord,

<sup>8</sup> [USGS Earth Explorer](#)

loodusliku mitmekesisuse või merevee keemilised-bioloogilised muutused ei ole KATI eesmärkidest lähtuvalt olulised.

EL-i Läänemere strateegia juhib tähelepanu vajadusele valmistuda rohkemateks ekstreemseteks ilmastikunähtusteks (European Commission, 2009). Eesti rannikutel avalduvad need a) rannikualade üleujutuste ning b) randade erosiooni ja muude intensiivsete rannajoone muutustena. Samad nähtused on kliimamuutuste peamiste mõjudena rannikualade puhul välja toodud ka viiendas rahvusvahelise kliimapaneeeli raportis (Wong *et al.*, 2014).

Tuginedes eelnevale, jagati rannikute valdkond kaheks alavaldkonnaks:

- 1) üleujutused,
- 2) erosioon ja maalihked.

Alajaotuses lähtuti lisaks EL-i strateegiadokumentides väljatoodud alajaotuste aktuaalsusele ka teiste Läänemeremaade ja Suurbritannia kliimakohanemise aruannete ja strateegiate ülesehitusest, kus sageli käsitletakse neid alavaldkondi läbipõimunult, kuid kaheks eraldi alavaldkonnaks jagamine võimaldab selgemalt välja tuua just Eestis oluliselt eristuvaid nähtuseid, mõjusid ja probleeme, mis rannikualadel seostuvad kas erosiooni või üleujutustega.

#### Meretaseme prognooskaartide koostamise meetodika

**Keskmise meretaseme** modelleerimisel lähtuti IPCC kliimamuutuste stsenaariumitest RCP8.5 ja RCP4.5 ning arvestati maakerget. Arvutati meretaseme muutus 2000. aasta keskmise meretaseme suhtes.

- Jätkuva maakerke arvutamisel võeti aluseks uusim Rootsi Maa-ameti poolt koostatud Skandinaavia piirkonna absoluutse glatsioisostaatilise maakerke mudel (Ågren, Svensson, 2007), mille järgi tänapäeval kerkib maakoore Eesti alal 0,8 kuni 3,3 mm aastas (joonis 3.1.1.2). Eeldati, et maakerke kiirus jääb 21. sajandi jooksul muutumatuks. Arvutati summaarne maapinna tõus 2000. aasta maapinna kõrguse suhtes.
- Absoluutsed meretaseme väärtused võeti IPCC 2013. aasta kliimamuutuste raportist jooniselt 13.11, kus on esitatud meretaseme tõusu prognoos aastail 1986–2005 esinenud keskmise meretaseme suhtes.
- Suhteline meretaseme muutus Eesti alal 2000. aasta meretaseme suhtes leiti, lahutades vaadeldavaks aastaks prognoositavast absoluutse meretaseme väärtusest vaadeldavaks aastaks aset leidnud summaarse maapinna tõusu. Vt joonis 3.1.1.3.

## 2.4. Maaparandus

Maaparanduse alavaldkondade defineerimise **kuivenduseks ja niisutuseks** aluseks on nende sisuline seotus lahendamist vajava probleemi ja selle tehnilise lahendusega Eestis. Enamus FAO või Euroopa Komisjoni suunda andvaid dokumente käsitleb pigem põuaohu suurenemist (seoses toidu tagamisega) kui liigniiskusest tulenevaid riske ja mõjusid (nt KOM (2009)).

Eesti oludes jaguneb maaparanduse valdkond alavaldkondadeks veerohkuse suurenemisega seotud taristu, s.o kuivendussüsteemide ja põuaohu suurenemisel

niisutussüsteemide põhjal. Tulenevalt Eesti muldade ja pinnavormide iseärasustest ei ole segasüsteemid (s.o altniisutamist võimaldavad kuivendussüsteemid) praktikas laialdast kasutust leidnud (hetkel registris 3625 ha).

Alavaldkondasid ei liigendata omakorda alamvaldkondadeks vastavalt teenuse saajate põhjal (nt põllumajandus, metsandus jms), sest tehnilised lahendused, rakendatavad leevendusmeetmed jms on samad või väga sarnased.

## 2.5. Linnad

Linnade alavaldkondade määramise aluseks on EL strateegia kliimamuutustega kohanemiseks (COM 216, 2013) ning Euroopa Komisjoni töödokumendid „Impact Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final (SWD 132, 2013) ja „Adapting infrastructure to climate change“ ja SWD (2013) 137 final (SWD 137, 2013). Ühtlasi on kasutatud linnateema ülesehituses Euroopa linnade kliimamuutustega kohanemise strateegiate uuringut (Ricardo-AEA, 2013).

EL-i kliimamuutustega kohanemise strateegias käsitletakse linnu **eriti tundlike aladena** (COM 216, 2013). Euroopa linnade kliimamuutustega kohanemise strateegiate uuring täpsustab, et kliimamuutustest on nii otseselt kui kaudselt mõjutatud eelkõige just suuremad keskused ja nende eeslinnavööd, kuhu on koondunud suurem osa rahvastikust, majandustegevusest, kapitalist ja kultuuriväärtustest, kuid kus sotsiaalselt, majanduslikult ning keskkondlikult väga mitmekesised, füüsiliselt läbitungimatud (loe: asfalteeritud ja betoneeritud) ja suure asustustihedusega ehitatud keskkonnad ei suuda mõjusid piisavalt kiiresti puhverdada ja sageli kiireloomuliste muutuste puhul hoopis võimendavad neid (Ricardo-AEA, 2013). EL-i kliimamuutustega kohanemise strateegia lisa „Adapting infrastructure to climate change“ SWD (2013) 137 final (SWD 137, 2013) rõhutab eelkõige erakordsete ilmastikunähtuste nagu tormide, üleujutuste ja kuumalainete mõju linnadele. Samad erakordsed nähtused, mis on aegruumis juhuslikud ja olemuselt äkilised, on kliimamuutuste peamiste mõjudena linnade puhul välja toodud ka viiendas Rahvusvahelise kliimapaneeli raportis (Wong *et al.*, 2014), ESPON-i kliimauuringus (ESPON, 2011) ning Maailmapanga juhendmaterjalis „Guide to climate change adaptation in cities“ (The World Bank, 2011).

**Tuginedes eelnevale, jagati linnade valdkond kliimaatiliste tegurite alusel kolmeks alavaldkonnaks:**

- 1) tormid,
- 2) üleujutused,
- 3) kuumalained.

Alavaldkondade defineerimisel lähtuti lisaks EL-i strateegiadokumentides väljatoodud alajaotustele kliimakohanemisel esirinnas ja uuenduslike linnade nagu Kopenhaageni, Londoni ja Rotterdami strateegiate ülesehitusest.

## 2.6. Tervis

Tervise alavaldkondade defineerimiseks tehti esimeses järjekorras otsing Euroopa Komisjoni dokumentidest, mis tagab kõige harmoneerituma ja ühtsema valiku.



Leitud dokumentidest valiti otseselt tervise, kliimamuutuste ja kohanemisega seotud töödokument: „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final, Brüssel, 16.04.2013 (SWD 136, 2013). Saadud dokument töötati läbi ekspertgrupi poolt ning kohandati seda vastavalt Eesti keskkonnatervise prioriteetide ning Põhjamaade kohanemiskavadele. Alavaldkondade täpne defineerimine on toodud ptk-is 3.5.

Järgnevalt otsiti iga tervise alavaldkonna ohtude, riskide ja näidete kohta kirjandust. Otsinguks kasutati Tartu Ülikoolis kasutatavat EBSCO teaduskirjanduse otsingu haldurit (sisaldab nii MEDLINE kui mitmeid loodusteaduslikke andmebaase), raportite ja poliitikadokumentide leidmiseks kasutati nii Google Scholarit kui ka Maailma Terviseorganisatsiooni, Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni jt rahvusvaheliste organisatsioonide kodulehti. Teaduskirjanduse otsing viidi läbi järgmiste otsisõnadega: „Climate change“ ja „Health“ ja „Extreme weather events“ või „Heat“ või „Cold spells“ või „Flooding“ või „Air pollution“ või „Food security“ või „Vector born diseases“ või „UV-radiation“ või „Inequality“ või „Migration“. Leitud allikate hulgast valiti enam viidatud ning Eesti konteksti sobivaimad. Eesti uuringute leidmiseks korraldati sama protseduuri eesti keeles.

Seni Eestis kasutatud meetmete leidmiseks analüüsiti arengukavasid ja strateegiaid, „Rahvastiku tervise arengukava 2009–2020“, „Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030“, „Eesti Keskkonnategevuskava aastateks 2007–2013“, „Siseministeriumi valitsemisala arengukava 2013–2016“ jt. Lisaks tehti otsing erinevate seotud ministeriumide (Keskkonnaministerium, Sotsiaalministerium, Siseministerium, Põllumajandusministerium) ja nende allasutuste nagu Terviseamet, Tervise Arengu Instituut, Keskkonnaagentuur, Päästeamet, Veterinaar- ja Toiduamet jt kodulehtedelt.

## 2.7. Kohanemismeetmete hindamise meetodika

Meetmete koostamisel konsulteeriti ka programmi „Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine“ III avatud taotlusvooru toetust saanud projektide töögruppide aruannetega, et tagada erinevate töörühmade soovitude kooskõla.

Valitud kliimamuutustega kohanemise meetmetele määratleti eeldatav **rakendamise aeg**, rakendamise vajadusele viitavad **indikaatorid** ning **meetmete rakendamise haldustase** (kohalik, maakondlik, riiklik jms tase), samuti soovitati meetme rakendamise eest vastutav **riiklik institutsioon**.

Kohanemismeetmete hindamiseks kasutati mitmekriteeriumi analüüsi (*multi-criteria analysis*; MCA)<sup>9</sup>, mille eeliseks teiste hindamise meetodite (CBA, CEA) ees on komplekssete ja eripalgeliste meetmete üldistav hindamine, sest meetod võimaldab üheaegselt arvesse võtta kõiki olulisi kriteeriume. Mitmekriteeriumi analüüsi läbiviimiseks selgitati esmalt välja, mis on hinnatavad kohanemismeetmed. Järgmise etapina valiti kriteeriumid, mille alusel hindamist läbi viidi. Hindamise aluseks olnud kriteeriumide valikul tugineti teaduskirjandusele ja varasematele sarnastele hindamistele<sup>10</sup>. Koostöös SEI Tallinn analüütikutega kohandati algseid kriteeriume

<sup>9</sup> [Multicriteria Analysis \(MCA\), United Nations Framework Convention on Climate Change](#)

<sup>10</sup> [The Economics of Climate Resilience. Synthesis Report, A report prepared for DEFRA and the devolved administrations, 2013](#)  
[Economic Aspects of Adaptation to Climate Change costs, benefits and policy instruments, OECD, 2008](#)

Eesti ja konkreetse hindamise oludele ning ühtlustati need teiste kliimamuutustega kohanemise töörühmade analoogsete hindamistega. Kriteeriumite valiku järel anti kriteeriumitele võimalikud arvulised väärtused. Lõplikeks kriteeriumiteks kujunesid:

- 1) meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele (elanikud, ettevõtted, avalik sektor):
  - "5" – suur positiivne mõju; "4" – positiivne mõju; "3" – mõju puudub; "2" – negatiivne mõju; "1" – suur negatiivne mõju;
- 2) meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalsed, majanduslikud, keskkondlikud):
  - "5" – suur kasu; "4" – kasu on olemas; "3" – kasu puudub või on neutraalne; "2" – kahju on olemas; "1" – suur kahju;
- 3) rakendamise keerukus:
  - "5" – rakendamine väga lihtne; "4" – rakendamine lihtne; "3" – rakendamise keerukus keskmine; "2" – rakendamine keerukas; "1" – rakendamine väga keerukas;
- 4) meetme rakendamise geograafiline ulatus:
  - "5" – rahvusvaheline; "4" – riik; "3" – regiooni tasand (nt mõned KOV-id, rannikualad, rahvuspark, maakond); "2" – KOV-i tasand; "1" – väga piiratud ala;
- 5) meetme rakendamise kiireloomulisus:
  - "5" – rakendada lähema 5 aasta jooksul (hiljemalt aastaks 2021); "3" – rakendada lähema 5–15 aasta jooksul (hiljemalt aastaks 2031); "1" – rakendada lähema 15–35 aasta jooksul (hiljemalt aastaks 2051);
- 6) meetme mõju avaldumise aeg:
  - "5" – kuni 1 aasta; "4" – 2–5 aastat; "3" – 5–10 aastat; "2" – 11–25 aastat; "1" – 25 ja enam aastat;
- 7) meetme tundlikkus väliste tegurite suhtes:
  - "5" – vähetundlik meede; "3" – keskmiselt tundlik meede; "1" – meede on väga tundlik ja sõltuv välisteguritest;
- 8) meetme vastuvõetavus avalikkusele (sotsiaalne, kultuuriline):
  - "5" – ühiskond soosib meetme rakendamist; "3" – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; "1" – ühiskond ei soosi meetme rakendamist;
- 9) meetme kulukus:
  - "5" – väga väikesed kulud; "4" – väikesed kulud; "3" – keskmine kulukus; "2" – suured kulud; "1" – väga suured kulud.

Meetmete hindamises osalesid uurimisrühma valdkondlikud eksperdid, kes lisaks pallhinnangutele lisasid kvalitatiivseid selgitusi ja selgitasid tausta. Pallhinnangute summeerimisel leiti meetmete skoor, mille alusel koostati meetmete olulisuse järjestus. Kriteeriumite ja meetmete järjestamiseks kasutati alternatiivselt ka Saaty analüütiliste hierarhiate meetodit (Saaty *Analytic hierarchy process*; Saaty AHP)<sup>11</sup>. Tegemist on samuti struktureeritud otsustusprotsessiga, mille puhul esmalt võrreldakse paarikaupa kõiki alternatiive skaalal 1–9, st kui üks meede on olulisem kui teine, on tema hinne vahemikus 2–9, samas kui teise meetme hindeks märgitakse parema hinde pöördväärtus. Näiteks kui üks meede on palju olulisem kui teine, on tema hinne 9 ja teise meetme hinne 1/9. Seejärel normaliseeritakse leitud hinnete väärtused ja neid kasutatakse kaaludena meetmete/kriteeriumite järjestamisel.

Meetmete kulude hindamisel lähtuti eelkõige meetme kulu hinnangulisest suurusjärgust – paljudel juhtudel on meetmete rakendamisel väga suur osa määramatusel, nt

- 1) kui suures ulatuses/mahus meedet rakendatakse (poliitiline otsus);
- 2) milline tulevikustsenaarium tegelikkuses realiseerub (muutuv poliitiline, õiguslik, majanduslik, sotsiaalne keskkond);
- 3) meetme tegevuste detailsusaste varieerub laias ulatuses;
- 4) osa meetmeid saavutab efekti üksnes koos mõne teise meetmega rakendades jms.

Ühe võimaliku lähendina võrreldi (olemasolu korral) meedet sarnase juba rakendatava meetmega (nt rakendusuringud, toetusmeetmed, arenduskulud). Määramatuse tõttu võib tekkida petlik kuvand mõne meetme odavusest ja teise kallidusest. Seetõttu on vaja meetmete hinnanguid tulevikus kohandada vastavalt tegelikele arengutele.

Meetmete prioriteetide määramisel lähtuti kolmest erinevast järjestusest: kaalumata mitmekriteeriumi analüüsi järjestus (eeldatakse, et kõik kriteeriumid on sama olulised); kaalutud mitmekriteeriumi analüüsi järjestusest ja meetmete paarikaupa võrdlemisel saadud järjestusest (Saaty AHP meetod meetmete võrdluses). Lõplikus järjestuses jaotati meetmed kolme gruppi – kõige prioriteetsemad, keskmise prioriteetsusega ja vähemprioriteetsed meetmed. Järjestuse aluseks võeti kaalumata MCA järjestus, mida kohandati Saaty AHP ja kaalutud MCA järjestusega. Kui meetmed olid jaotatud kolme gruppi, järgiti grupisiselt Saaty AHP järjestuse tulemust.

---

<sup>11</sup> Saaty, R. W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used – *Mathematical Modelling*, 9 (3–5), 1987, p 161–176.

### 3. VALDKONDLIKUD ÜLEVAATED

Valdkond	Alavaldkonnad	Aktuaalsus EL-is ja Eestis	Uuritus ja reguleeritus Eestis	Peamised kliimarisikid
<b>Planeerimine ja maakasutus</b>				
Rannikualad	Üleujutused	Aktuaalne EL-is, Eestis aktuaalne 2005. jaanuaritormi üleujutuse aladel	Maa-ameti süsteemis loodud üleujutusohu kaardid, meretaseme muutuste operatiivsed prognoosmudelid	Ekstreemsed tormid, püsiva jääkate kadumine Läänemeresel, üleujutusosalade ulatuse suurenemine
	Erosioon ja maalihked	EL-is väga aktuaalne; Eestis vähese levikuga Pärnu lähikonnas	Rannikuprotsessid on põhjaliku uurimise all	Ekstreemsed tormid, püsiva jääkate kadumine Läänemeresel, suurenevad sajuhulgad
Teised üleujutusohuga alad	-	EL-is ja Eestis väga aktuaalne, üleujutusohuga alade riske maandavad veemajanduskavad. Eestis pinnaseriskiga alasid vähe.	2015. aastal rakenduvad Veemajanduskavade üleujutusriskide maandamiskavad	Suurenevad sajuhulgad, sagenevad paduvihmad
Maaparandus	Kuivendus	EL-is ja Eestis väheaktuaalne	Seoses põllumajandusreformidega jäänud tähelepanuta	Otsest kliimarisiki ei ole; probleem on maaparandusobjektide füüsiline vananemine, mis võib kliimarisikide (lokaalsete üleujutuste) mõju suurendada
	Niisutus	EL-is aktuaalne, Eestis vähene huvi	Aianduses	Põua sagenemisel osutub intensiivpõllumajanduses kriitiliseks
Linnad	Tormid	EL-is väga aktuaalne, kuna enamik EL elanikkonnast elab linnades. Eestis pigem üksikjuhtumid, rakendamine formaalne ja reageeriv	Eestis pole linnakliimat ja kliimamuutuste mõjusid linnades uuritud, linnade mikroklimatoloogia puudub	Ekstreemsed tormid, paduvihma riski suurenemine
	Üleujutused	Aktuaalne EL-is, Eestis aktuaalne 2005. jaanuaritormi üleujutuse aladel Pärnus ning Tallinnas, Tartus, Võrus jm	Maa-ameti süsteemis loodud üleujutusohu kaardid, veetaseme muutuste operatiivsed prognoosmudelid	Ekstreemsed tormid, paduvihma riski suurenemine, suvised tulvad, üleujutusosalade ulatuse suurenemine, lokaalsed tulvade ohualad
	Kuumalained	EL-is aktuaalne, Eestis üksikud päevad	Vajab sotsiaalse turvalisuse tugisüsteemi.	Suvede soojenemine, linnade soojasaarte võimendumine; vaesed, lapsed, vanurid, puuetega inimesed on tundlikumad

Valdkond	Alavaldkonnad	Aktuaalsus EL-is ja Eestis	Uuritus ja reguleeritus Eestis	Peamised kliimarisikid
<b>Tervis ja päästevõimekus</b>				
Tervis	Äärmuslikud ilmastikunähtused	EL-is suure tähelepanu all ja põhjalikult reguleeritud, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Uuritud ja leitud kuumalainete mõju suuremusele	Äärmuslikud kuuma- ja külmalained, paduvihmad ja nendega kaasnevad tulvad, äärmuslikud tormid, tornaadod, võimsad äikesetormid
	Õhukvaliteet ja allergiad	EL-is suure tähelepanu all ja põhjalikult reguleeritud, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Õhukvaliteeti seiratakse regulaarselt, õietolmu seire katkendlik ja reguleerimata	Õhutemperatuuri tõus, linnade soojusaarte võimendumine, lumekattega päevade vähenemine, kevade pikenedamine
	Veega seotud probleemid	EL-is viimaste kümnendite suurülejutuste tõttu väga aktuaalne, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Eestis väheuuritud, kuna ülejutustega seotud juhtumeid vähe	Erakordsed tormid, äärmuslikud paduvihmad, pikaajalised vihmaperioodid, tulvade sagenemine
	Toiduohutus	Üldiselt väga hästi reguleeritud valdkond, kuid potentsiaalne kahju ülimalt suur	Uute, toidu kaudu levivate haigustekitajate levikuvõimaluse ohtu on käsitletud vaid teoreetilisena	Kliima üldine soojenemine ja niiskemaks muutumine
	Siirutajate kaudu levivad haigused	Puukide, sääskede jt siirutajatega levivate haiguste leviku pärast ollakse EL-is mures, Eestis on suhteliselt aktuaalne probleem puukidega levivad haigused	Eestis hästi uuritud; puukidega levivate haigusjuhtumite arvu tõusu taga osaliselt diagnoosi paranemine; uute haiguste leviku võimalus	Pehmete ja niiskete talvede esinemissageduse tõus, kliima üldine soojenemine ja niiskemaks muutumine
	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus	EL-is nahavähi üldise kasvu tõttu väga aktuaalne, Eestis pole ohtu veel täielikult teadvustatud	Uuringud, mis näitavad nahavähi esinemissageduse tõusu; ultraviolettkiirgust seiratakse regulaarselt; kliimamuutustest tingitud depressiooni pole uuritud	Kliima üldine soojenemine, kuumade ja päikesepaisteliste suvede sagenemine; püsiva lumekattega perioodi lühenedamisest tulenev „pimeda aja“ pikenedamine
	Ebavõrdsus ja keskkonnamuutustest põhjustatud migratsioon	EL-is süvenev probleem, Eestis pole probleemi veel teadvustatud	Eestis tervishoiusüsteemi võimekuse aspektist käsitlemata risk	Kliima üldine soojenemine, ekstreemsed ilmastikunähtused, looduskatastroofid, joogivee regionaalne puudus
Päästevõimekus	Ülejutused	EL-is väga terav probleem, päästevõimekus EL-is üldiselt põhjalikult reguleeritud	Eestis hästi teadvustatud ja reguleeritud valdkond	Erakordsed tormid, paduvihmade sagenemine, tulvad
	Metsatulekahjud	EL-i lõunapoolsetes riikides väga terav probleem, Eestis põua-aastatel	Klimatoloogiliselt halvasti uuritud	Kliima üldine soojenemine, pikaajaline kuuma- ja põuaperiood, lumikatte kadumine

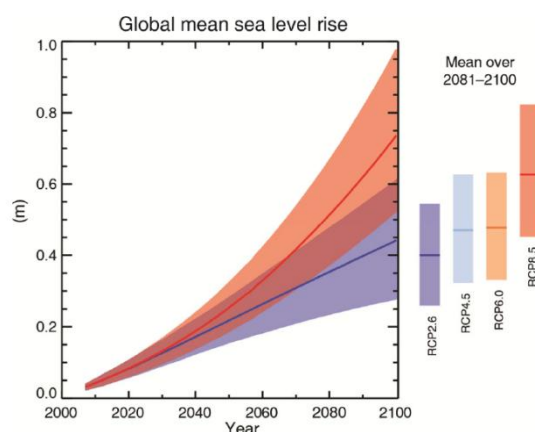
## I Planeerimine ja maakasutus

### 3.1. Rannikualad

#### 3.1.1. Üleujutused rannikualadel

##### Probleemid

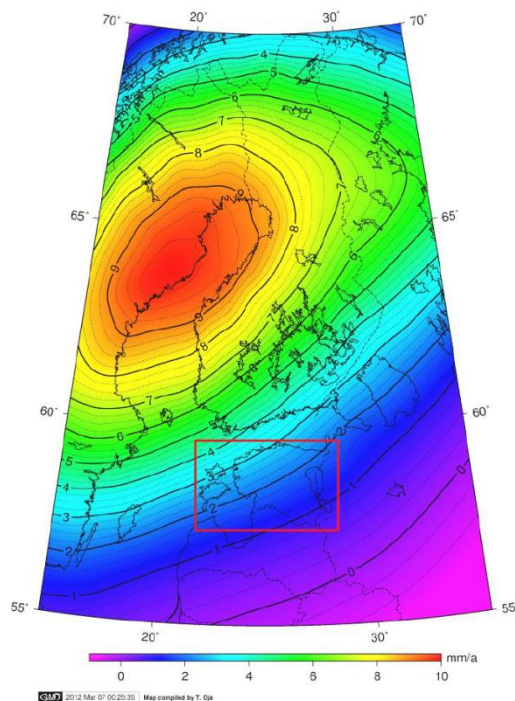
Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused on globaalne probleem ning kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja tormide sagedasemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21. sajandi jooksul veelgi. Viimaste aastate uurimistulemused näitavad selgesti, et nii Gröönimaa kui ka Antarktika teatud piirkondade liustikud sulavad intensiivselt ning on aastatel 1992–2011 panustanud maailmamere taseme tõusu keskmiselt  $0,59 \pm 0,2$  mm aastas (Shepherd *et al.*, 2012). Aastatel 1901–2010 on globaalne meretaseme tõusnud keskmiselt 0,19 m (IPCC, 2013a) ning uusimate uurimistulemuste järgi on meretaseme tõus viimase kahekümne aasta jooksul kiirenenud (Watson *et al.*, 2015). Globaalse meretaseme tõusuks on aastateks 2081–2100 IPCC (2013a) kliimatsenaariumi RCP4.5 alusel prognoositud keskmiselt 0,47 m ja stsenaariumi RCP8.5 alusel keskmiselt 0,63 m (Joonis 3.1.1.1), mis toob suure tõenäosusega endaga kaasa üleujutusala laienemise paljudel rannikualadel kogu maailmas. Suured üleujutused on sagedased näiteks Bangladeshis, kus miljonid inimesed elavad vaid paar meetrit üle meretaseme tõusu maksimumi ning kus (troopilised) tsüklonid on toonud kaasa väga kõrgeid (5–6 m üle tõusu maksimumi) veetasemeid ja põhjustanud sadade tuhandete inimeste hukkumist (Soomere, 2005).



**Joonis 3.1.1.1.** Globaalse meretaseme tõusu prognoosid erinevate kliimatsenaariumite alusel aastateks 2081–2100 võrrelduna kontrollperioodiga 1986–2005 (IPCC, 2013a)

Eesti alal on meretaseme tõusu senini suuresti kompenseerinud isostaatiline maakerge, mille intensiivsus on suurem Loode-Eestis. Geoloogilised andmed näitavad seejuures, et viimase ligi 7 500 aasta vältel on maakerke kiirused Eesti alal ületanud

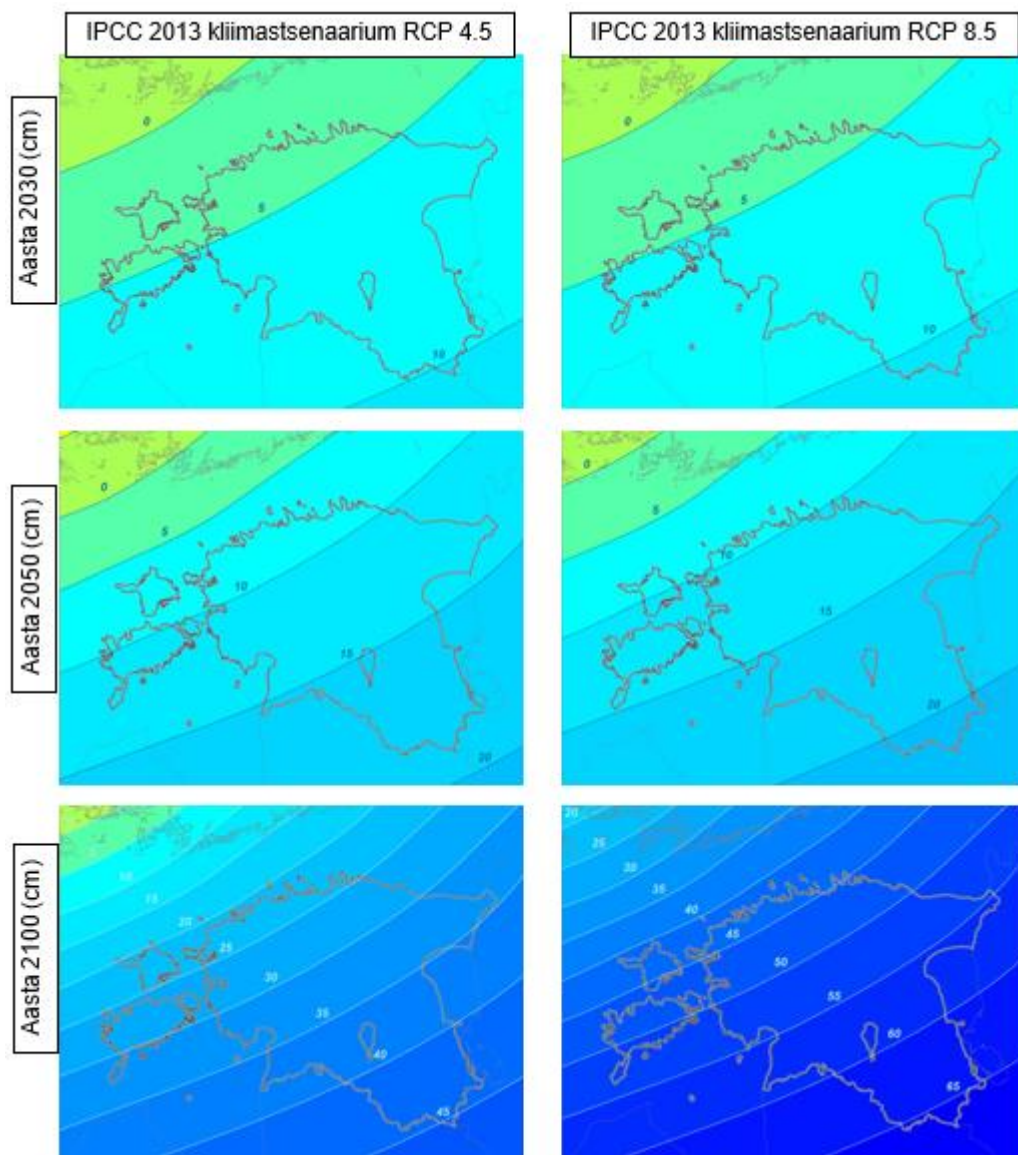
meretaseme tõusu, mistõttu paiknevad vanad rannamoodustised tänapäeval sisemaal. Pärnu ning Narva piirkonna ligi 7 500 aastat vanad rannamoodustised paiknevad ligi 10–8 m kõrgemal tänapäevasest meretasemest ning nooremad järk-järgult madalamatel absoluutkõrgustel. Maakerke kiirus ulatub Loode-Eestis ligi 3,5 mm/a (Joonis 3.1.1.2).



**Joonis 3.1.1.2..** Absoluutse maatõusu kiirused Fennoskandias ja Eesti alal, mm/a (Ågren & Svensson (2007) alusel)

Arvestades maailmamere taseme tõusu prognoose, mõõdukat RCP4.5 ja äärmuslikku RCP8.5 asendub pikaajaline suhteline meretaseme languse trend tõusutrendiga (Joonis 3.1.1.3). See omakorda võib avaldada mõju kuhje- ja kulutusprotsessidele Eesti rannikul. Isostaatilise maakerke ja maailmamere taseme tõusu koosmõju tulemusena võib Pärnu ning Narva-Jõesuu piirkonnas meretase aastaks 2100 tõusta tänapäevasega võrreldes mõõduka tulevikukliima stsenaariumi RCP4.5 kohaselt *ca* 35 cm, äärmusliku RCP8.5 puhul aga juba *ca* 55 cm (Joonis 3.1.1.3). Merevee taseme tõus jääb Eesti rannikul RCP4.5 stsenaariumis hinnanguliselt vahemikku 20–35 cm, RCP8.5 korral aga 40–60 cm.

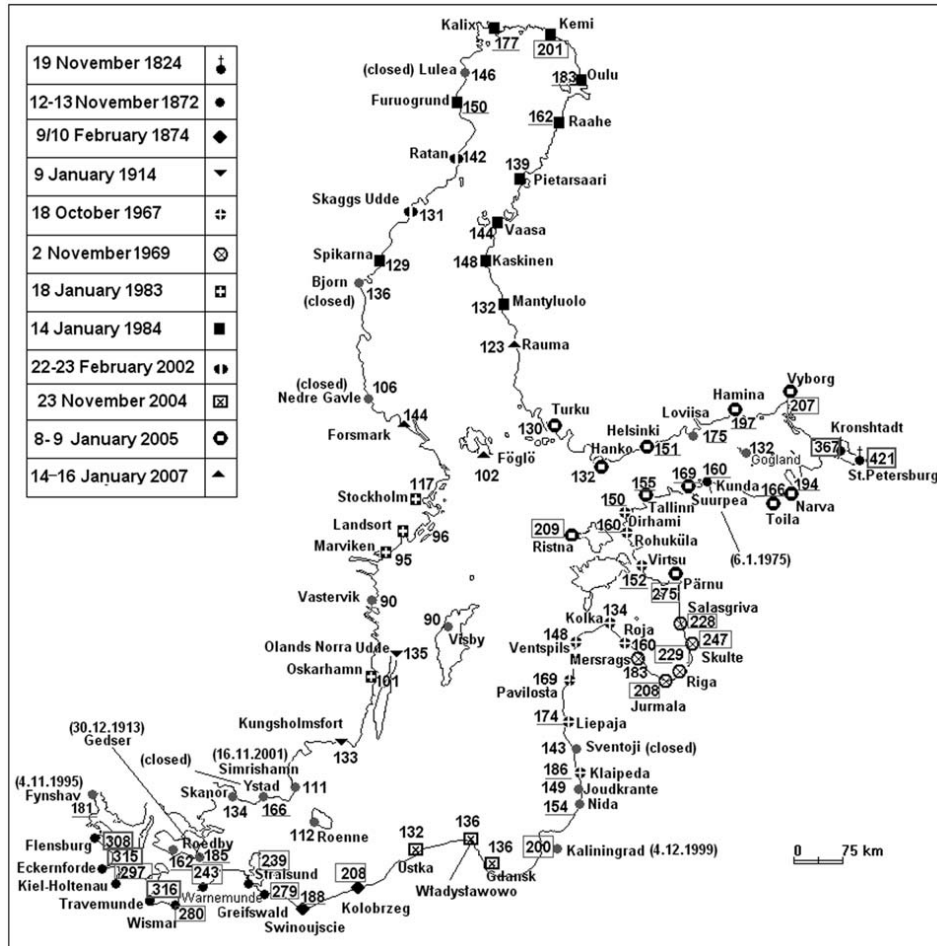




**Joonis 3.1.1.3.** Prognoositav merevee taseme tõus sentimeetrites Eesti aladel 21. sajandil erinevate kliimatsenaariumite põhjal võrreldes keskmise meretasemega aastal 2000

Eesti rannikualadel, nagu ka mujal Läänemere idaosas (Joonis 3.1.1.4), on oluliseks probleemiks tugevatest edela- ja läänetormidest põhjustatud veetõusud ehk tormiajud, mis on järsud, lühiajalised (1–2 ööpäeva) ja lokaalsed. Väga kõrge veetaseme tekkimiseks on tuule tugevuse kõrval oluline ka tsükloni trajektoor, s.o tsükloni kese peab mööduma Eestist paarsada kilomeetrit põhja poolt. Otse üle Eesti või Eestist lõuna poolt mööduvad tsüklonid veetaset märkimisväärselt ei kergita. Seega peab kokku langema mitu ebasoodsat tingimust, mille tõenäosus tsüklonite sageduse suurenedes kasvab (Keskkonnaministeerium, 2013). Prognoosid näitavad, et 21. sajandil sagedevad talvised valdavalt läänekaarest tulevad tormid. Läänekaarte tormide sagenemisel on otsene mõju Lääne-Eesti rannikualadele, eriti Pärnu lahe piirkonna kõrgele veetasemele. 2005. aasta jaanuaritormi ajal tõusis meretase Pärnu lahes 2,75 m kõrguseni, mis oli tingitud läänetormist ajendatud veetõusust (1,7–2,2 m) ning varasematest tormidest põhjustatud keskmisest kõrgema veeseisu (0,7–0,8 m)

koosmõjust, põhjustades üleujutusi Pärnu linnas ja mujal Lääne-Eestis (Soomere, 2005). Soodsate tingimuste koosmõjul võib veetõus Pärnus ulatuda kuni 350 cm (Suursaar *et al.*, 2006) või isegi pea 4 meetrini (Soomere, 2005). Veetõusu maksimaalsetele väärtustele lisandub tulevikus omakorda maailmamere taseme tõusust tingitud veetõus (Joonis 3.1.1.3).



**Joonis 3.1.1.4.** Ajaloolised suurimad dokumenteeritud üleujutused Läänemeresaad. Kõrgused riiklikes kõrgussüsteemides sentimeetrites (Averkiev & Klevanny, 2010)

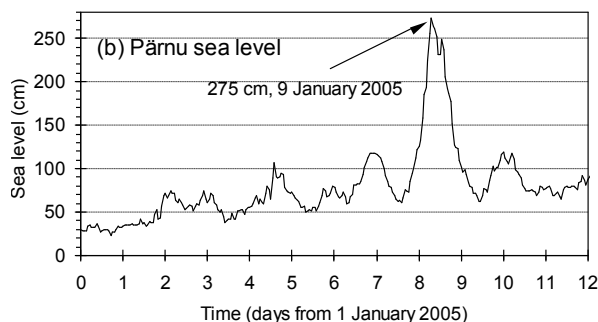
### Ajaloolised üleujutused Pärnus

Meretaseme instrumentaalne mõõtmine on Pärnus toimunud alates 1924. aastast. Vanade ajaleheartiklite põhjal leiab infot varasemate ekstreemsete ilmastikunähtuste kohta (Tarand *et al.*, 2014). Suured üleujutused Pärnus on kirja pandud 1801., 1824., 1863., 1864. ja 1898. aastal. 1824. aasta üleujutus seostub Peterburis mõõdetud veetasemega 4 m üle keskmise meretaseme, mis on teadaolevalt kõrgeim mõõdetud meretase Läänemeres (vt joonis 3.1.1.4). Instrumentaalse mõõtmise perioodil on esinenud erakordselt kõrge meretase ja suur üleujutus 1967. aasta oktoobris ja 2005. aasta jaanuaris.

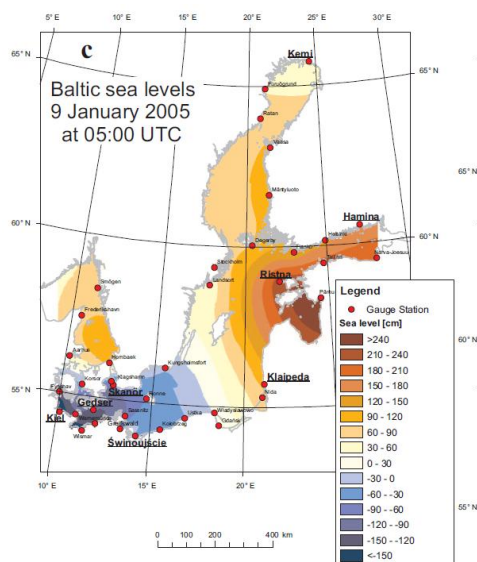
Mõõdetud üleujutusi Pärnus: 2,95 m (jaanuar 2005), 2,53 m (oktoober 1967), 1,84 m (veebruar 1990), 1,81 m (september 1978), 1,80 m (november 1923), 1,79 m (aprill 1932).



Üleujutus 1923. ja 2005. aastal Pärnus Supeluse tänaval (Looring & Pede, 2013)



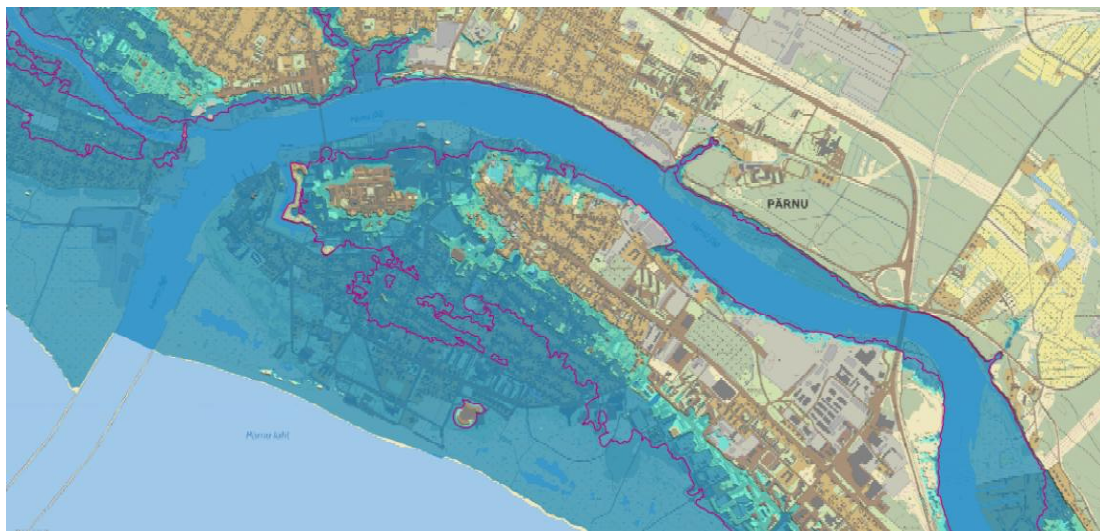
Merevee tase Pärnus nn jaanuaritormi ajal ja sellele eelnenud nädalal (Suursaar *et al.*, 2006).



Tsükloni Gudrun poolt põhjustatud muutused Läänemere veetasemes 09.01.2005 (Wolski *et al.*, 2014).

### Tuleviku üleujutused Pärnus

Jaanuaritormile sarnane üleujutus saab leida aset Pärnus aset siis, kui langevad kokku mitmed ilmastikuolud. Suurim võimalik üleujutus toimub, kui tuule suund on 220 kraadi, üle mere puhuvad pikka aega samast suunast tuuled, mis kuhjavad vett lahte ning üldine kõrge veetase Läänemeres. Püsiv 20 m/s tuul võiks tekitada sobivast suunast puhudes püsiva veepinna kalde ja umbes 92 cm statsionaarse veeseisu lahe päras, kui 30 m/s puhuv tuul võiks tõsta veetaset Pärnus juba põhjustab 240 cm. Läänemere üldise kõrgema veeseisuga kuni 100 cm üle pikaajalise keskmise võiks prognoositav „ideaaltormi“ ulatus Pärnus aastal 2100 – ajuveetõus 400 cm (helesinine) või 350 cm (tumesinine) – võrrelduna tänapäevase 3 m ü.m.p. samakõrgusjoonega (punane). Maakerget arvestatakse Skandinaavia piirkonna mudeli järgi (Ågren & Svensson, 2007) ja keskmist meretaseme tõusu IPCC 2013 raporti RCP8.5 kliimastenaariumi järgi.



Mõjuhinnangute kokkuvõtteks, maailmamere taseme tõusu, läänetormide sagenemise ja talvise jääkate vähenemise koosmõjus võivad maksimaalsed veetasemed ja üleujutusala territoriaalne ulatus Eesti rannikualadel tulevikus suurenda (Kont *et al.*, 2003). Tormide tugevnedes ning tsüklonite sageduse suurenemisel külmal poolaastal kasvab tõenäosus, et soodsate kombinatsioonide tulemusena võivad maksimaalsed tormidest põhjustatud veetõusud olla seni teadaolevatest ja kogetutest suuremad (Keskkonnaministeerium, 2013). Maksimaalne teadaolev tormiüleujutus Eesti alal on seotud tsükloni Gudrun tegevusega, kus 2005. aasta jaanuaritormi ajal tõusis Pärnus veetase 275 cm keskmisest kõrgemale (varasem Pärnu maksimum pärineb 1967. aasta oktoobrist – 253 cm) ning rannajoon nihkus ligi 1 km sisemaa suunas (Tõnisson *et al.*, 2008). 2005. aasta jaanuaritorm tõestas, et kõrge veetase võib püsida ka suhteliselt pikka aega, ligi pool päeva, kus üleujutusala jäänud inimeste suurim oht võib olla alajahtumine (Soomere, 2005).

Hoonetele, elamutele ja rajatistele on suurimaks kliimamuutuste mõjuks meretasemetõus koos tormide sagenemise ja intensiivistumise ning sademetemustri muutumisega (BACC, 2015). Puhtalt meretaseme tõusust tulenev risk on suures osas maandatud ehituskeeluvööndiga. Üleujutusriskiga aladel paiknevad hooned satuvad Pärnus ohtu ainult meretaseme tõusu ja tormi kombineerumise puhul. Ohtudele elamutele ja inimestele on täpsemalt juttu linna-valdkonnas. Primaarne tootmisektor (põllumajandus, kalandus, metsandus, kaevandamine) rannikul pole oluliselt mõjutatud, tööstussektoris on mõjutatud rannikul paiknevad tootmisüksused (BACC, 2015), näiteks Sillamäe endine uraanirikastamisjaam (Kont *et al.*, 2003).



Rannikute muutustel on otsene mõju turismisektorile (Patterson *et al.*, 2006; Moreno & Amelung, 2009). Kliima muutumine soojemaks Eestis ja liiga soojaks Lõuna-Euroopas võib tuua meie rannikutele suurema turismikoormuse. Samal ajal demograafiline olukord suurendab vanemaealiste ehk ilmastikutundlikemate turistide arvu suurenemist (Coombes *et al.*, 2009). Rohkem turiste on positiivne mõju. Seega võiks turismi planeerimisel vaadata kaugemale tulevikku koos regionaalplaneerimise, rannikute kaitse, looduskaitse ja muu sellisega (Schumacher & Stybel, 2009).

IPCC 2007. aasta raporti põhjal toovad üleujutused kaasa suurimat rahalist kahju transpordivaldkonnas. Kuigi ka kõrgeima meretaseme tõusu prognoosi puhul jäävad Eesti linnades enamus teid ja transpordisõlmi mõjutamata (Klein & Staudt, 2006), võivad juba sajandi lõpuks rannaäärsed teed Tallinnas ja Pärnus ning samuti sadamad saada mõjutatud meretaseme tõusust (Kont *et al.*, 2008). Transpordisektor on rohkem mõjutatud ekstreemsetest ilmastikunähtustest kui pidevast temperatuuri või meretaseme tõusust (Love *et al.*, 2010; Klein & Staudt, 2006; Schmidt-Thome *et al.*, 2006).

Lisaks võivad rannikualade üleujutused põhjustada soolase merevee sissetungi rannikuäärsesse, eriti maapinnalähedasse surveta põhjaveekihti, ning ohustada seeläbi põhjavee kvaliteeti. Meretaseme tõus ja üleujutused nihutavad soolase ja mageda põhjavee piiri rannikult sisemaa suunas, mis toob kaasa põhjavee sooldumise rannikualadel (Loáiciga, Pingel & Garcia, 2012; Nicholls *et al.*, 2011; Werner & Simmons, 2009). Lääne-Eesti rannikuvööndis on vabapinnalises põhjavees täheldatud kloori ja naatriumi sisalduse tõusu ning põhjavee mineraalsuse tõusu 0,5–1,3 mg liitri kohta aastas (Petersell, 2013). Meretaseme tõusust ja üleujutustest põhjustatud veekvaliteedi muutus võib mõjutada rannikul paiknevaid väiketarbijaid, kes saavad oma joogi- ja tarbevee salvkaevudest ja madalatest puurkaevudest. Enamus asulates paiknevatest tarbijatest aga saab oma vee tsentraalse veevõrgu kaudu sügavamal lasuvatest veekompleksidest ning ei ole ohustatud võimalikest merevee mõjudest. Rannikualal paiknevate suurtarbijate puhul tuleb arvestada tõsiasjaga, et põhjavee intensiivne väljapumpamine, mis toob kaasa olulisi muudatusi põhjavee dünaamikas, suurendab oluliselt soolase vee sissetungi võimalust põhjaveekihti ning on määravama tähtsusega kui kliimamuutustest tingitud mageda ja soolase vee vahelise piiri nihkumine.

### Uuritus Eestis

Meretaseme mõõtmisi Eesti rannikualal (ca 12 seirejaamas) teostab Keskkonnaagentuuri koosseisus töötav Riigi Ilmateenistus (Ilmateenistus, 2015). Tallinna veemõõdujaamas alustati mõõtmistega 1842, Narva-Jõesuus 1899, Pärnus 1923 ja Ristnas 1950. Meretaseme muutuste ja pärastjääaegse maatõusu koosmõju on analüüsitud merevaatlusjaamade (Suursaar *et al.*, 2006) ja geoloogiliste andmete alusel (Rosentau *et al.*, 2012). Maatõusu regionaalset dünaamikat analüüsitakse Põhjamaade Geodeesiamisjoni (NKG) geodünaamika töögrupis (Oja & Märdla, 2014). Eesti alal on pärastjääaegset maatõusu hinnatud kordusnivelleerimise (Kall *et al.*, 2014) ning GPS-püsijaamade mõõtmistulemusi kasutades (Oja *et al.*, 2015). Modelleeritud on teadaolevalt suurimaid üleujutusi põhjustanud 2005. aasta jaanuaritormi Gudrun hüdrodünaamikat (Wolski *et al.*, 2014).

## Rakendatud meetmed

Eestis on kaardistatud olulisemad üleujutusohuga piirkonnad ning antud hinnang erineva ulatusega üleujutuste esinemise tõenäosuse osas, arvestades varasemaid üleujutusi<sup>12</sup>. Üleujutusriskialad on määratud ja kaardistatud Keskkonnaagentuuri hüdroloogia osakonna (tõenäosusstsenaariumite arvutamine) ja veeosakonna (üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardikihi moodustamine); Maa-ameti fotogramm-meetria osakonna (üleujutusohupiirkonna kaardikihi moodustamine) ja geoinformaatika osakonna geoinfosüsteemide büroo (üleujutuse rakenduse loomine); Statistikaameti statistika levi osakonna (elanike arvu leidmine) ning andmetöötluse ja registrite osakonna (majandusüksuste leidmine); Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituudi (Kakumäe, Kopli ja Paljassaare lahe veetasemete modelleerimine ja tõenäosusstsenaariumite arvutamine) koostöös.

Määratud ja kaardistatud on üleujutusosalade prognoositav ulatus (üleujutusala esinemistõenäosuse järgi – 1 x 10, 50, 1000 ja 1000 aasta jooksul), üleujutusosalale jäävad hooned, supluskohad, kompleksloakäitised, pinnaveehaarded, reoveekäitised ning riskipiirkonnad. Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaartide koostamiseks arvutati veetasemete aegriidade põhjal tõenäosusstsenaariumid, koguti kahjulike tagajärgi näitavad andmed ja moodustati kaardikihid (Keskkonnaministeerium 2014).

Koostamise lõppetapis, avalikustamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava koos selle juurde kuuluva meetmeprogrammiga, mis hõlmab potentsiaalseid üleujutusalasid nii rannikul kui sisemaal (Keskkonnaministeerium, 2015). Eesti rannikuala osas on olemas meretaseme muutuste mudelprognoos, mis võimaldab merevee taseme võimalikku muutumise suunda ja amplituudi ligi kaks päeva ette prognoosida.

Lähiriikides, näiteks Soomes, võetakse planeeringute koostamisel ja uute ehitusnõuete kehtestamisel arvesse eeldatavaid tulevasi kliimamuutusi (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005). Rootsisis on seatud nõue üleujutuse, maalihete ja erosiooni riskipiirkonda jäävate oluliste objektide (taristu, keskkonnakahjulikud objektid, saastunud alad) detailseks identifitseerimiseks (Sweden's Fifth nc, 2009).

Pärast 2005. aasta jaanuaritormi Gudrun on mitmed omavalitsused kehtestanud või kehtestamas uusi üldplaneeringuid, osaüldplaneeringuid ja teemaplaneeringuid, milles käsitletakse hoonestamistingimusi üleujutusohuga aladel.

Vastavalt Pärnu linna teemaplaneeringule (Pärnu linna ja lähiümbruse võrgustikke siduv teemaplaneering) tuleb maa-aladel, mille kõrgus on vähem kui 3 m üle merepinna, arvestada üleujutusriskiga ja asjaoluga, et projekteeritud hoonete ja rajatiste osad võidakse üle ujutada, mistõttu on soovitatav vastavad konstruktsioonid rajada veekindlatena või hingavatena ning arvestada üleujutuse mõju ehitusmaterjalidele ja konstruktsioonidele (Ramboll Eesti AS, 2012).

Vähendamaks üleujutusest põhjustatud võimalikke kahjulikke tagajärgi inimeste tervisele, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele, seavad Häädemeeste valla üldplaneering ja Häädemeeste valla rannaalade osaüldplaneering tingimused hoonestuse, tehnovõrkude, reoveesüsteemide jm arendamiseks. Uute elamute rajamine korduva üleujutusega alale ei ole lubatud. Korduva üleujutusega ala piir on määratud 1 m kõrgusjoonega. 3 m samakõrgusjoonest mere poole jääval alal

<sup>12</sup> [Maa-amet](#)

paiknevate hoonete, rajatiste, sh tehnovõrkude projekteerimisel on soovitatav arvestada võimaliku üleujutusohuga. Üleujutusohu leevendab kaitsetammide rajamine, mille asukoha valikuks ja projekteerimiseks on vajalikud eelnevad rakendusuuringud. (Häädemeeste Vallavalitsus, 2013; 2015).

Haapsalu linna üldplaneeringu kohaselt esineb Haapsalus üldise Läänemere kõrge veetaseme ja länetormide korral üleujutusi, maksimaalselt on veetase ulatunud 2 meetrini üle merepinna. Vältimaks võimalike üleujutustega kaasnevaid kahjusid, ei tohiks üleujutatavatel rannaaladel uute elamute esimese korruse põrand olla madalamal kui 2,2 m merepinnast. Ranna lähedal asuvatele kruntidele kõrgvee kogunemise ennetamiseks ei tohiks kvartalit ümbritsevate tänavate pind olla kõrgem kvartali sisse jäävate kruntide pinnast või tuleb tänavatele ette näha piisavalt liigvee eemaldamiseks vajalikke truupe (Haapsalu Linnavalitsus, 2006).

Noarootsi valla rannaalade teemaplaneering sätestab, et piirkonnad, kus maapinna absoluutkõrgus on alla 1,5 m ei sobi ehitusaladeks. Elamutel ja suvemajadel on soovitatav puhta põranda pinda tõsta vähemalt 2,2 meetrini üle merepinna ja hoone vundament on soovitatav rajada postidele või tuulutusavadega. Kui üleujutusohutlikul rannaalal on juurdepääsuteede pind kõrgem maismaapoolsete kruntide pinnast, on kruntidele tulvava merevee kiire tagasivoolu tagamiseks soovitatav paigaldada truupid (Noarootsi Vallavalitsus, 2005).

### 3.1.2. Randade erosioon ja maalihked jõgede suudmealadel

#### Probleemid

Randade erosiooni sagedus suureneb meretaseme tõusu, tormide intensiivistumise ja talvise jääkatte puudumise tõttu. Ulatuslikku rannikute erosiooni on täheldatud Läänemere lõunarannikul, kus suhteline meretase tõuseb (HELCOM, 2007). Oluliselt mõjutab erosioon Saksamaa, Poola ja Leedu rannikuid, tingides vajaduse randade kindlustamise, tagasitäitmise ja teiste kaitsemeetmete järele (German federal cabinet, 2008; Poland nc6, 2013; Lithuania nc6, 2014). Viimastel aastakümnetel on täheldatud rannaprotsesside aktiveerumist ka Eestis, seostades seda suurenenud tormilisuse ja lühenenud jääkatteperioodiga (Orviku *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2008). Rannikute erosiooni on Eestis täheldatud nii pankrannikul kui ka liivarandades, kuid võrreldes Läänemere lõunarannikuga, on selle mõju ulatus oluliselt tagasihoidlikum (Miidel & Raukas, 2005; Orviku *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2003). Mererannikute erosiooni intensiivsuse ja ranniku taandumise kiiruse (Tabel 3.1.2.1.) määravad eelkõige piirkonna geoloogiline ehitus ehk kivimiline koostis ning ekspositsioon lainetusele (Orviku *et al.*, 2013). Kliimamuutustega seoses, eelkõige meretaseme tõusu, tormide intensiivistumise ja talvise jääkatte puudumise tõttu, võib randade erosioon 21. sajandil muutuda Eesti jaoks senisest suuremaks probleemiks (Kont *et al.*, 2003; Orviku, 1992), mõjutades eriti ulatuslikult just Edela- ja Kirde-Eesti liivarandu (Kont *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2008). Tuginedes Eesti mererannikute seire tulemustele ning illustreerimaks nimetatud probleemi tõsidust, on allpool esitatud mõned näited mererannikutel toimuvatest kulutus- ja kuhjeprotsessidest, mis on viimaste aastakümnete jooksul oluliselt mõjutanud randade morfoloogiat.



**Tabel 3.1.2.1.** Rannikute taandumiskiirused Eesti eri piirkondades (Orviku *et al.* (2013) põhjal)

Uuringuala (kivim/sete)	Ranniku taandumiskiirus (m/a)	Rannikuastangu kõrgus (m)	Pinnase ärakanne (m <sup>3</sup> /a) ühe meetri kaldajoone kohta
Osmussaar (lubjakivi)	0,07	5,0	0,5
Pakri (liivakivi, lubjakivi)	0,25	25,0	6,0
Kakumäe (liivakivi)	0,60	10,0	6,0
Järve (liiv)	0,50	3,5	2,0
Harilaiu (moreen, liiv)	7,00	2,5	17,0

**Erosiooniprotsessid Eesti mererannikutel** (Tõnisson jt (2009) ja Kask jt (2014) põhjal)**Klindiasangu taandumine Kakumäel**

Seireala rajati 1996. aastal ning 2005. aasta jaanuaritorni järgselt esitati ettepanek Kakumäe seireala lisamiseks riikliku seirealade nimekirja. Kakumäe seirealal liigub Alam-Kambriumi Tiskre kihistu liivakivist koosnev ligi 10 m kõrguse klindiasangu serv (Joonis 3.1.2.1.) maa suunas ning suurim on astangu kulutus olnud Kakumäe tee läänepoolseimas osas, kus tee merepoolse servani on astangu servast veel ligikaudu 10 meetrit. Kakumäe poolsaare tipp hoiab oma käes Balti klindi astangute taandumiskiiruse rekordit – astang on u 50 aastaga taandunud kuni 20 m. Taandumine ei ole olnud ühtlane, suurem osa sellest on realiseerunud tugevamate tormidega. 2005. aasta jaanuaritormiga taandus astang selle üksikutes lõikudes kuni 2 m (Suuroja, 2008).

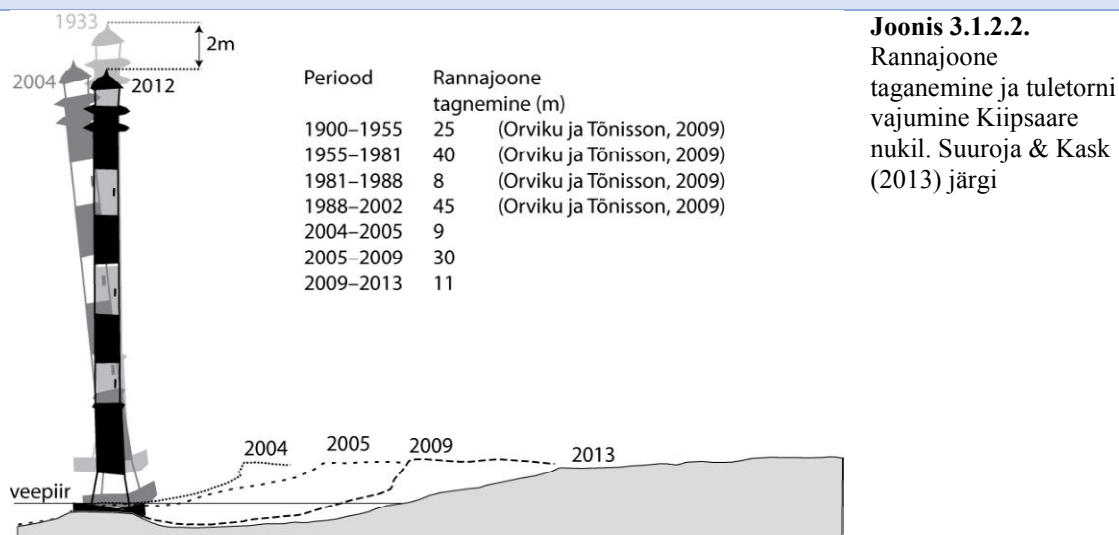
Ka 2010. aasta ja 2013. aasta mõõdistamistulemuste võrdlus näitas, et klindiasangu serv oli sel ajavahemikul taganenud kuni 2 meetrit. Astangu taganemist kiirendas ka 2013 aasta 13. detsembri torm ja marutuul ning kõrge veetase. Arvestades klindiasangu keskmist taganemise kiirust, võib astangu serv jõuda Kakumäe teeni aastaks 2025 ja majadeni aastaks 2035 (Kask jt, 2014).

**Joonis 3.1.2.1.** Kakumäe seireala 2013. aastal (Kask jt, 2014)

### Rannajoone taganemine Harilaiul

Harilaiu poolsaare Kiipsaare neeme rannik on Eesti üks kiiremini muutuvaid ja ka põhjalikumalt uuritud alasid. Siinse rannanõlva kallakus on väike, jäädes valdavalt alla 1 kraadi. Poolsaare randu, rannaprotsesse, rannajoone asendit ja ristiprofilide muutusi on eri meetoditega jälgitud peaaegu kogu 20. sajandi vältel. Rannaprotsesside tulemusena viimase sajandi kestel on Kiipsaare neem „nihkunud” loodesse ja veninud pikemaks ja kitsamaks (Orviku *et al.*, 2003). See ala on kuulnud ka oma viltuvajunud tuletorni poolest.

Kiipsaare tuletorn ehitati 1933. aastal Kiipsaare nuki kohale 150 m kaugusele tollasest rannajoonest (Luige, 1974). 2012. aastaks oli rannajoon intensiivse rannakulutuse tulemusena taandunud tuletornist 150 meetri kaugusele ehk tuletorn asub pooleteise meetri sügavusel meres 38 meetri kaugusel praegusest rannajoonest. 2013. aastaks oli tuletorni ja rannajoone vaheline kaugus 40 m. Seega on rannajoon siin 80 aastaga liikunud 170 meetrit ida suunas ehk keskmiselt enam kui 2 m aastas. Taandumise kiirus on muutuv ja see on otseselt sõltuv tormituulte tugevusest, sagedusest ja suunast. Mõõdistamisandmete alusel nihkus rannajoon tuletorni kohal 2004. ja 2005. aasta vahelisel ajal 9 meetrit. Selle põhjustajaks oli 2005. aasta jaanuaritorm (Tõnisson *et al.*, 2012; Kask jt, 2014). Tormilained on ka tuletorni alust pinnast pidevalt erodeerinud, mille tagajärjel on tuletorn aastatega enam kui 2 meetrit setetesse vajunud (Joonis 3.1.2.2).



#### Joonis 3.1.2.2.

Rannajoone taganemine ja tuletorni vajumine Kiipsaare nukil. Suuroja & Kask (2013) järgi

Siinsete rannaprotsesside mõistmiseks peab eeskätt arvestama piirkonna geoloogilist ehitust ja arengut. Pärast mandrijää taandumist umbes 11 000 aasta eest on maapind Harilaiu kandis pidevalt kerkinud. Tänapäeval on kerkimise kiirus umbes 2 mm aastas. Viimasest mandrijääst jäi siinseid aluspõhja kivimeid (Siluri ladestu Jaani lademe savikad lubjakivid ja merglid) katma savikas jämepurdne (liivast rahnudeni) moreenikiht. Ulatuslik veelune moreenseljandik kulgeb 2–5 m sügavuses merepõhjas Kiipsaare neemest kuni 7 km kaugusel loodes. Tormilained kulutavad pidevalt seda seljandikku ja selle tulemusel pestakse moreenist välja peenem materjal nii, et merepõhja jääb alles vaid jämedam materjal (munakad, veerised). Lained ja hoovused kannavad peenemat materjali mööda seljandiku nõlvu edasi sügavamale kuni settimisalani. Aga see ei ole veel lõplik rahu, sest tugevamad tormilained kannavad materjali sealt uuesti randa tagasi. Tormilained purustavad samas ka pidevalt merest kerkivat randa. Seepärast võib ka Kiipsaare neeme kuju muutusi näha mõjutatuna tormilainetest. Lainetuse suund, tugevus ja rannavööndi reljeef on need olulised tegurid, mis määravad, kas antud hetkel on rannas valdav kulutus või kuhjumine. Nende tegurite koosmõju määrab neeme kuju (Kask jt, 2014).

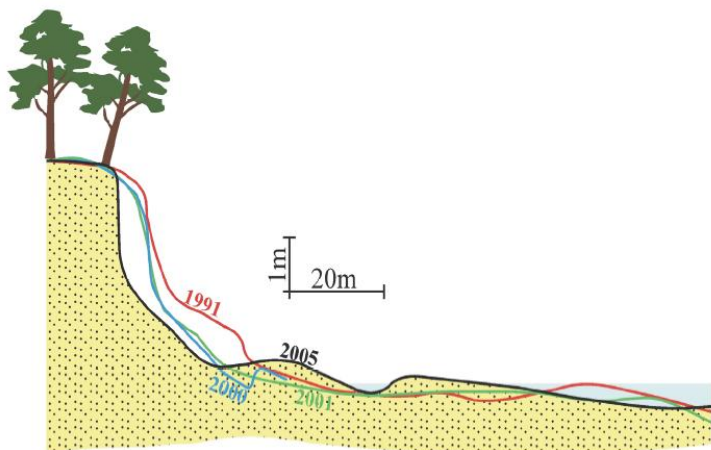
Kiipsaare nuki kujunemise määravad suuresti tuuled, lainetus ja nende muutused. Mõõdukate ja tugevate tuulte seas domineerivad Harilaiu piirkonnas edela- ja põhjatuuled, loodetorme esineb siin palju harvemini ning kirde- ja idatorme väga harva. Aegade jooksul on ka tuulte suunad muutunud (Jaagus, 2009). Talvel on kasvanud edela- ja põhjatuulte osakaal ning kahanenud kagu- ja idatuulte osa. Suvel on kasvanud edelatuulte osa ja vähenenud kirdetuulte osa. Samas on viimastel aastatel kasvanud läänetuultega kaasnevate kõrgeveeliste tormide arv (Suursaar, 2013).

### Rannaastangu taandumine Järvel

Järve seireala paikneb Saaremaa lõunaosas Suure Katla lääne- ja looderannikul Tehumardi ja Nasva sadama vahelisel alal, moodustades ühtse litodünaamilise kulutus–kuhjesüsteemi. See on mere murrutusele alluv liivane astangrand vanades Limneamere rannikuluidetes. Liivade kuhjeala, mis algab ligikaudu kilomeetri kaugusel Männikäbi puhkealast, ulatub Nasva sadama ja Loode tammiku lõunapiirini (Orviku *et al.*, 2003; Orviku, 2006). Aegade jooksul on lainetus kulutanud luidetesse astangu, mis aeglaselt maa poole taandub. Uurimisala on avatud lainetusele edelast, lõunast, kagust ja idast.

Järve kesklinna rannaprofiili kordusmõõdistused tõendavad astangu pidevat taandumist (Joonis 3.1.2.3). 1990. aastast kuni 2005. aastani taandus astang kokku u 6 meetrit, millest 2005. aasta jaanuaritorni arvele langeb 4 meetrit. Selline arengdünaamika kinnitab, et ühe väga tugeva tormi mõju just liivarandade dünaamikale võib olla kordades suurem kui paljude tavaliste tormide summaarne mõju kogu eelnevate aastate või isegi aastakümnete jooksul (Tõnisson jt, 2009).

Lisaks rannaastangu taandumisele muutus ka rannalähedase mere põhi oluliselt madalamaks. See tulenes arvatavasti jaanuaritorni lühiajalisest kestusest ja pärast tormi toimunud kiirest meretaseme alanemisest, mistõttu suurem osa astangust murrutatud settematerjalist kuhjus vahetult selle jalami ette. Kauakestvate tormide korral kõrge meretaseme tingimustes kantakse rannaastangutest murrutatud setted pikirändega kulutusala kaugele eemale. Liivi lahe lääneosa veetasemete modelleerimise andmetel (170 cm) ulatus keskmine meretase jaanuaritorni ajal Järve uurimisalal rannaastangu poole kõrguseni (Tõnisson jt, 2009).

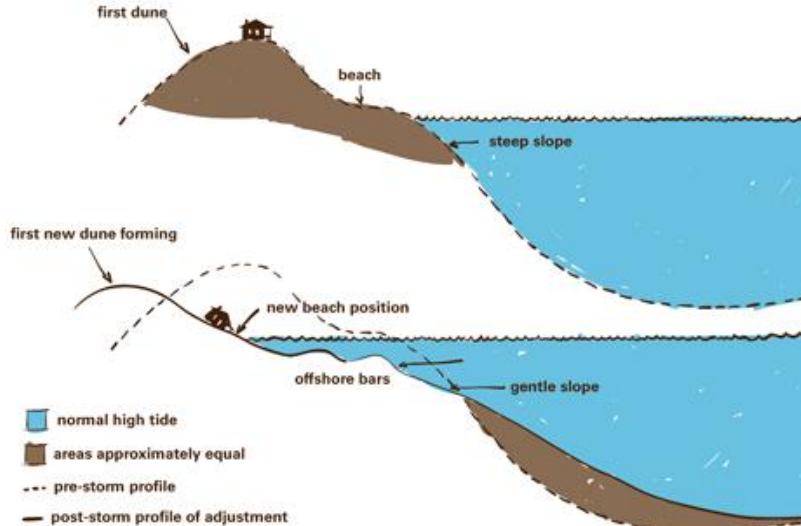


**Joonis 3.1.2.3.** Järve rannaastangu taandumine (Tõnisson jt, 2009)

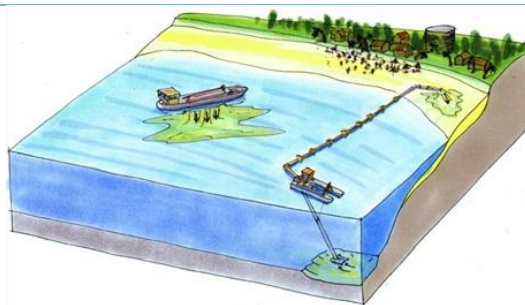
Euroopa Komisjoni rannikute erosiooniga tegelemise ülevaates on hinnatud kliimamuutustest tulenevaid rahalisi kahjusid Tallinnas ja on leitud, et kaasajal suureneva erosiooni tõttu on ohus rekreatsioonialad ja hulk hooneid. Rahaline risk on u 0,4–0,6 miljonit eurot. Kui rannikute erosioon intensiivistub järgmistel dekaadidel suurenenud tormilisuse tõttu, siis suureneb rahaline risk nii erosiooni, üleujutuste kui rüüsimise tõttu oluliselt. Eriti mõjutab see mitmeid uusi madalatele aladele ehitatud elamualasid ja teid. Võimalikke lahendusi ranniku kaitseks illustreerib järgmine näide.

### Randade tagasitõitmine rannakaitse meetmena

Liivarandade erosiooni tagajärjel kannavad lained setteid piki ja/või risti randa. Rannast mere suunas kantud materjal settib eemal merepõhja ja seesama liiv on võimalik eri tehnoloogiaid kasutades rannale tagasi tuua. Olenevalt sellest, kui kaugele merre liiv settib, kasutatakse erinevaid tagasitõitmise meetodeid.



Erosioon muudab rannaprofiili, liiv kantakse merre (Florida Center for Instructional Technology)



Randade tagasitõitmiseks tuuakse laevaga või pumbatakse liiv merest uuesti kaldale. Intensiivne kasutamine muudab liivarannad erosiooniõhtlikemaks, kuna luided ei taimestu. Liiva ärakannet on võimalik vähendada luiteliivade kinnistamise ja luidete taimestamise teel.



Taimedega kinnistunud luidete kaitsmine tallamise eest Nõva rannas (RMK)



Luiteliivade fikseerimine Leedu rannikul (Žilinskas *et al.*,)



Maalihete näol on tegemist ohtlike nähtustega, mis on iseloomulikud eelkõige mägiste piirkondadele ja järsunõlvalistele jõeorgudele (Poland nc6, 2013; German federal cabinet, 2008). Kliimamuutustega seoses leiab aset erinevate nõlvaprotsesside intensiivistumine (Huggel *et al.*, 2010; Stoffel & Huggel, 2012), kuid mitmed uuringud näitavad, et seos ei ole nii ühene või etendavad kliimamuutused hoopis stabiliseerivad mõju (Dixon & Brook, 2007; Jomelli *et al.*, 2007, 2009; Huggel *et al.*, 2012; Melchiorre & Frattini, 2012). Teadusuuringud on näidanud, et tuleviku kliimamuutused, varasem ja soojem kevad ning kiirenenud lumesulamine tõstavad maalihete esinemise tõenäosust Prantsuse Alpides (Lopez Saez *et al.*, 2013), tormide sageduse ja intensiivsuse tõusuga kaasneb Kanada rannikuäärsetes mägistes piirkondades maalihete toimumise oht (Guthrie *et al.*, 2010) ning maailmamere veetaseme tõus ja suurenev talvine sademete hulk koos rannikul toimuvate erosiooniprotsessidega tõstavad maalihete toimumise sagedust Undercliffi piirkonnas Inglismaal (Moore *et al.*, 2010). Samas on nenditud, et muudatused maakasutuses võivad maalihete esinemise tõenäosuse seisukohast osutada olulisemaks teguriks kui kliimaatilised muutused (Polemio & Petrucci, 2010; Wasowski *et al.*, 2010).

Eestis teostatud uuringud viitavad, et põhjavee taseme tõusu korral, näiteks ennustatava sademete hulga kasvu tõttu, väheneb nõlvade stabiilsus, millega kaasneb nii lihete arvu kasv kui ka lihkekomplekside ulatus (Kohv, 2011). Muutusi lihkeohtlike nõlvade stabiilsuses on keeruline prognoosida lihete lokaalse iseloomu, toimumise lühiaegsuse ning nõlvade hüdroloogilistest ja geotehnilistest teguritest tingitud määramatus tõttu, mis on suurem kui kliimamuutustest tulenev määramatus (Melchiorre & Frattini, 2012). Seetõttu ei ole prognoosimudelites maalihete esinemist piisavalt käsitletud (Poland nc6, 2013).

Randade erosiooniga seostuvateks ohtudeks on purustused mereäärsete linnade taristutele ja hoonetele, oht inimestele – tegemist on nii majandusliku, ökoloogilise kui ka sotsiaalse kahjuga. Läänemere veetaseme tõusu kiirenemisega kaasnev randade erosioon ja suurenev maismaa pindala kaotus on väga oluliseks ohuks Leedus, Taanis, Poolas ja Saksamaal (Lithuania nc6, 2014; Denmark nc6, 2013; Poland nc6, 2013; German federal cabinet, 2008).

Sademete hulga kasvu ning üleujutustega suureneb pinnase erosiooni ja maalihete esinemise tõenäosus. Maalihetega seonduvad riskid mõjutavad eelkõige ehitisi ja infrastruktuuriobjekte (maanteed, raudteed, torujuhtmed, elektriliinid jne) (Sweden's Fifth nc, 2009; Finland's Fifth nc, 2009; Latvia's Sixth nc, 2013). Poolas on prognoositud, et rannikuäärsetes piirkondades suureneb kliimamuutustest tingitud kaldaerosioon, mille käigus kantakse pinnas ära 120 km<sup>2</sup> ulatuses ning klindiastringutel leiavad aset maalihked, mis intensiivistuvad pärast pikka põuaperioodi sademete kiirel infiltratsioonil sügavale pinnasesse (Poland nc6, 2013). Senised Pärnumaa jõgede kallastel läbi viidud uuringud on näidanud, et maalihete tekkele on kaasa aidanud pinnase (eelkõige viirsavide) halvad tugevusomadused, suur oruveerude kallakus, jõgede erosioon nõlva jalamil ning jõe- ja põhjaveetasemete kiired ja ulatuslikud muutused. Inimtegevus ei ole maalihkeid algatanud, küll aga on lisategurina soodustanud mitme lihke teket (Kohv, 2011).

Kui langevad kokku tugev torm, soe talv (jää puudumine, külmumata setted) ja kõrge veetase, toimuvad ekstreemsed rannajoone kuju ja asukoha muutused, mis ei taastu (Kont *et al.*, 2003; Orviku *et al.*, 2003; Tõnisson *et al.*, 2008). Orviku *et al.* (2003) toob välja mitmeid konkreetseid juhtumeid ja aastaid, mil toimusid eriti suured randade kahjustused tõusnud tormilisuse, kõrge veetaseme ja jäävaba mere

tingimustes. Intensiivsed tormid ja kõrgeenenud veetase intensiivistavad pankranniku taandumiskiirust, suurendades paekivi lahtimurdumist, settevaringuid ja ärakannet (Miidel & Raukas, 2005).

Maalihete toimumist vahetult jõe kaldal kontrollib peamiselt jõe poolt pidevalt kulutatava nõlva kallakus, jõe veetase ning põhjavee voolamisest tingitud lisapinge suhteliselt järskudes nõlvades. Nõlvad on kõige ebastabiilsemad vahetult kevadise suurvee järel, kui veetase jõesängis on juba langenud, kuid nõlva sees on veel kõrge. Survelise põhjavee taseme tõusu korral, näiteks ennustatava sademete hulga kasvu tõttu, väheneb ennekõike savinõlvade stabiilsus. Sellise stsenaariumi korral suureneks nii lihete arv kui ka lihekomplekside ulatus (Kohv, 2011).

Teadaolevad võimalused positiivseteks arenguteks antud randade erosiooni ja lihete temaatikas puuduvad.

## Uuritus Eestis

Eesti riikliku keskkonnaseire programmi mereseire allprogrammi raames teostatakse rannikumere seiret, avamere seiret, mererannikute seiret ja kaugseiret. Mererannikute seire teostajaks on OÜ Eesti Geoloogiakeskus<sup>13</sup>. Mereranniku seirealad on 33 ja need on määratud keskkonnaministri 30.07.2002 määruses nr 50 §10 (RTL 2002, 91, 1413; RTL 2003, 96, 1439; RTL 2008, 42, 583; RTL 2010, 18, 316). Lisaks määruses nimetatud seirealadele on erinevate huvigruppide ettepanekutest lähtudes rajatud veel täiendavad seirealad järgmistesse asukohtadesse: Toila, Savirand, Rocca al Mare, Kakumäe, Suurupi (Ninamaa) ja Pakri neem. Mererannikute seirealad paiknevad geoloogiliselt ehituselt ja hüdrodünaamilistelt tingimustelt erinevates piirkondades.

Mererannikute seire eesmärgiks on looduslike ja antropogeensete faktorite mõjul toimivate rannaprotsesside (kulutus ja kuhjumine) jälgimine ja arengusuundade selgitamine Eesti rannikul. Seire käigus jälgitakse rannavööndis setete liikumist, litodünaamilisi protsesse ja prognoositakse muutuseid, et seire tulemustest lähtuvalt anda soovitusi ranniku maakasutuse optimaalseks planeerimiseks. Seega selgitatakse seiretöödega erinevate rannaprotsesside senine areng, mis on vajalik sadamate ehitusel, ehitiste ja teede rajamisel ning puhkemajanduse planeerimisel, ja rannaprotsesside prognoos tulevikuks.

Rannikuseire põhineb kohakindlate ja täpsete koordinaatidega määratud reeperitest lähtuvaltel süstemaatilistel kordusmõõdistamistel. Ühest reeperist lähtub üks või mitu (erineva nurga all) seireprofiili. Profiile mõõdistatakse vähemalt iga 5 aasta tagant, visuaalseid vaatlusi Mandri-Eesti seirealadel tehakse igal aastal. Kui visuaalsete vaatlustega täheldatakse seirealal märkimisväärsed muutusi, siis viiakse sealsetel profiilidel läbi geodeetilisi kordusmõõtmisi. Ekstreemsete sündmuste korral (tormid, üleujutused, varingud jne) valitakse erakorralisteks mõõdistamisteks rannalõigud, kus muutused on suurimad. Mererannikute seire käigus on olulisemateks vaadeldavateks parameetriteks rannaprofiilide kõrgussuhted, ranna- ja rannanõlva kallakus ning ranna- ja meresetete lõimis. Seirearuannetes esitatakse lisaks seirealade ja seireprofiilide paiknemist iseloomustavatele kaartidele ning seirealade kirjeldustele ka fotod, mis annavad parema visuaalse pildi jälgitava rannikupiirkonna seisundist.

Üleeuroopalise koostööprojekti „EMODnet Geology 2“ (2013–16, osaleb Eesti Geoloogiakeskus) üheks fookuseks on rannikute dünaamika, selle raames esitatakse

<sup>13</sup> [Eesti Geoloogiakeskus](#)

rannikualade tüübid ja andmed randade erosiooni ja akumulatsiooni kiiruste kohta<sup>14</sup>. Eesti Geoloogiakeskus on olnud seotud ka projektiga „Climate Change: Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea Region”<sup>15</sup> (BaltCICA, 2009–2012) – „Kliimamuutuste mõju, nendega kohanemine ja kaasnevad kulutused Läänemere piirkonnas”. EK „Läänemere programmi” (BSR III) projekt „BaltCICA“ oli 2007. aastal lõppenud projekti „Kliimamuutustega kohanemise strateegia ja tegevuskavade arendamine Läänemere maades (ASTRA)” järg. Uuring keskendus kliimamuutustega kaasneva merevee tõusu mõjule rannikupiirkondades. Eestis oli uuringu objektiks läänerrannik Häädemeestest Haapsaluni. ASTRA raames viidi läbi 2005. aasta jaanuaritormi ja selle tagajärgede põhjalik analüüs. Teiste teemade seas keskenduti Eesti rannikumere hüdrodünaamika (veetaseme tõusev trend) ja rannaprotsesside intensiivsuste (randade erosioon) muutustele (Kont & Tõnisson, 2009).

Eestis on teostatud mitmeid maalihkeid ja neid soodustavate pinnaste omadusi käsitlevaid geoloogilisi ja geotehnilisi uuringuid. Peamised looduslike maalihkeid soodustavad tegurid on nõlvakalle ja selle muutused looduslike protsesside (nt erosioon) tagajärjel ning hüdroloogiliste tingimuste (nt veetaseme kõikumine) muutused. Oluline tegur nõlvaprotsessides on ka nõlva moodustavate pinnaste omadused ja koostis. Lisaks looduslikele protsessidele soodustab maalihete teket inimtegevus, sh veerežiimi muutmine (nt kuivendamine), taimkatte hävitamine, nõlvakallete muutmine, ehitiste rajamine ja ehitustööd). Eestis on maalihkeid enim kirjeldatud Pärnu ümbruses, kus Audru, Pärnu, Sauga ja Reiu jõe nõlvadel lasub moreenil ulatuslik viirsavide kiht, mis oma väikese tugevuse tõttu on väga liihkeotlik (IPT, 2000; Sedman & Talviste, 2002; Kalm jt, 2002; Kalm jt, 2006; Talviste, 2004; Kohv, 2011).

### Rakendatud meetmed

Soomes ja Suurbritannias võetakse planeerimisel ja uute ehitusnõuete kehtestamisel arvesse eeldatavaid tulevasi kliimamuutusi (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; UK Government, 2011). Poolas (ja ka mujal), kus meretaseme tõus juba oluliselt ohustab tihedalt asustatud alade infrastruktuuri, kasutatakse randades tammisid ja kaitseseinu (Pruszek & Zawadzka, 2008).

Mitmete riikide, näiteks Saksamaa, Poola ja Leedu rannikualadel pööratakse erilist tähelepanu rannikualade süsteemsele majandamisele ja kaitsesele läbi erinevate majanduskavade, strateegiate ja programmide, rakendatakse süstemaatilist randade tagasitaitmist võitlemaks erosiooniga (German federal cabinet, 2008; Poland nc6, 2013; Blott *et al.*, 2013; Lithuania nc6, 2014; UK Government, 2011) ning rannikuluidete stabiliseerimist aedade ja taimedega, milleks parimad on kohalikule looduslikule kooslusele omased liigid (Scottish Natural Heritage Management, 2000). Lisaks hinnatakse Euroopas meretaseme tõusu tõttu erosioonilõikesse jäävate kultuuripärandi objektide olukorda, mis vastavalt vajadusele kas konserveeritakse, teisaldatakse või teostatakse nende päästekaevamised (Flemming *et al.*, 2014). Samas juhtudel, kui erosioon ei ohusta olulisi infrastruktuure, lepatakse ka randade taandumisega (Poland nc 6, 2013; Blott *et al.*, 2013).

Pärnu linna teemaplaneeringus on lisaks ülejutusohuga aladele seatud arendustegevusele kindlad tingimused ka maalihkeotlikes piirkondades. Audru,

<sup>14</sup> [EMODnet-Geology](#)

<sup>15</sup> [BaltCICA \(2009–2012\)](#)



Pärnu, Sauga ja Reiu jõgede ääres tuleb ehitustegevuse korral maalihkeohtlikel jõelõikudel arvestada geoloogiliste uuringute (Kalm jt, 2002; IPT, 2000) tulemustega ning üldplaneeringutes sätestatuga (Ramboll Eesti AS, 2012). Parim ning odavam viis nõlvade stabiliseerimiseks on jõekallaste metsastamine niiskuselembeliste puude ja põõsastega, mille juurestik vähendaks ühelt poolt erosiooni ning teisalt alandaks suurenenud auramise kaudu pinnase poorirõhku (Kohv, 2011).

### 3.1.3. Uurimisvajadus

#### **Meretaseme prognoossüsteemide arendamine**

**Arendada edasi operatiivseid meretaseme muutuste prognoossüsteeme, sh jätkata rahvusvahelist koostööd nende arendamisel.**

Operatiivne mereinfo saadakse Läänemere rannikul paiknevatest seirejaamadest, kus mõõdetakse meretaset, veetemperatuuri jne. Andmed edastatakse reaajas rahvusvahelisse süsteemi BOOS (*Baltic Operational Oceanographic System*<sup>16</sup>), mis on mereprognooside koostamise aluseks mudelsüsteemi HIROMB (*High Resolution Operational Model for the Baltic Sea*) abil. Euroopa tasemel arendab mereprognoose MyOcean projektikonsortsium (<http://www.myocean.eu.org/>), erinevate mudelversioonide baasil on arendatud uue põlvkonna operatiivne prognoosimudel HBM ([www.dmi.dk/vejr/](http://www.dmi.dk/vejr/)). TTÜ Meresüsteemide Instituut<sup>17</sup> osaleb aktiivselt BOOS tegevuses, SA KIK finantseeritud projektide toel koostatakse igapäevaselt meretaseme prognoose ja edastatakse need Riigi Ilmateenistusele.

Tänase seisuga saab Riigi Ilmateenistus meretaseme prognoosi HIROMB mudelist TTÜ Meresüsteemide Instituudi kaudu. Kodanikele suunatud info kuvatakse Ilmateenistuse kodulehel kaardina ning potentsiaalse ohuolukorra eel hoiatustena kolmel ohutasemel. Eriti ohtliku (kolmas hoiatuse tase) nähtusega kaasnevad keskkonnakahjustused – rannarajatiste üleujutus, vee tungimine linnatänavatele. Suunatakse Päästeameti kodulehe, kus on juhend tavakodanikule vastavas ohuolukorras käitumiseks.

Merevee taseme puhul loetakse eriti ohtlikuks Pärnus vähemalt 160 cm, Haapsalus 140 cm, Narva-Jõesuus 160 cm, Tallinnas Koplis, Pirital 80 cm, Kesklinna sadamas 120 cm ning Kuressaares 150 cm üle keskmise taseme. Ohtlikult madalaks (esimene hoiatuse tase) merevee tasemeks loetakse vähemalt Rohukülas -50 cm ja Pärnus -70 cm allpool keskmist taset. Planeeringutes ja päästesüsteemide välja töötamisel tuleb arvestada, et tulevikus paiknevad vastavad samakõrgusjooned praegustest sisemaa pool.

#### **Arhiivi- ja teiseste allikate rakendamine üleujutusriskide hindamisel**

**Üleujutusriskide hindamiseks ja maandamiseks analüüsida aset leidnud üleujutuste ja tormisündmuste dünaamikat (sagedus), kaasates selleks lisaks instrumentaalsetele mõõtmistulemustele ka arhiivandmeid ning settearhiivides talletunud informatsiooni.**

Eestis on üleujutuste esinemistõenäosuste (üks kord 10a, 50a, 100a, 1000a) hindamisel kasutatud vaatlusandmeid väga lühikese (19 kuni 144 aastat, valdavalt alla 50 aasta) perioodi kohta (Keskkonnaministeerium, 2014), mis teeb keerukaks üleujutuste sageduse ja nende ulatuse teaduslikult usaldusväärse hindamise 100 aasta

<sup>16</sup> [Baltic Operational Oceanographic System](#)

<sup>17</sup> [TTÜ Meresüsteemide instituut](#)

või pikema perioodi lõikes. Lisainformatsiooni allikatena on oluline analüüsida olemasolevas arhiivimaterjalis (sh perioodika) ja geoloogilises materjalis kajastatud üleujutus- ja tormisündmusi (sh üleujutus- ja tormisetete vanust ja levikut).

### **Randade seiremetoodikate arendamine**

**Arendada edasi randade seire meetodikaid, mis võimaldab hinnata/seirata tormide poolt rannast ärakantud materjali ümberpaiknemise dünaamikat, planeerimaks randade tagasitäitmist merepõhja kantud settematerjaliga.**

Eesti rannikuseire põhineb kohakindlate ja täpsete koordinaatidega määratud reeperitest lähtuvatel süstemaatilistel kordusmõõdistamistel. Ühest reeperist lähtub üks või mitu seireprofili, mida mõõdistatakse vähemalt iga 5 aasta tagant. Pikkusest ja reljeefi keerukusest olenevalt on mõõtepunktide arv profiilil 20–80. Valdavalt mõõdistatakse rannas maapinna kõrgused reeperist alates mere suunas absoluutse kõrguseni -0,5 meetrit. Ekstreemsete sündmuste järel teostatakse kohati mõõdistamisi ka rannanõlval kuni -10 meetri sügavuseni (Kask jt, 2014). Pikaajaline Euroopa kogemus randade taastamise ja kaitse osas (Hanson *et al.*, 2012) näitab, et tagasitäimiseks vajaminev settematerjal pumbatakse sageli rannast sadade või tuhandete meetrite kauguselt mere põhjast. See osutab vajadusele tunda rannast erodeeritud setete liikumise ja kuhjumise seaduspärasusi ning seirata veealust rannanõlva. Seega tuleks toetada Eesti Geoloogiakeskus plaani (Eesti Geoloogiakeskus, 2015) laiendada seirealade veealuse rannanõlva uurimist kuni samasügavusjooneni -5 m ja järsema rannanõlva puhul kuni -10 m jooneni.

#### **3.1.4. Mõjude üldistus**

Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused on globaalne probleem ning on väga tõenäoline, et kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja tormide sagenemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21. sajandi jooksul veelgi. On väga tõenäoline, et Eesti rannikul asendub seetõttu pikaajaline pärastjääaegsest maadõusust tingitud meretaseme alanemise trend käesoleva sajandi jooksul meretaseme tõusuga. Maailmamere taseme tõusu, läänetormide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul on väga tõenäoline, et 21. sajandi jooksul suureneb üleujutusosalade ulatus ning randade erosioon Eesti rannikualadel (Tabel 3.1.4.1).

**Tabel 3.1.4.1. Kliimamuutuste mõjud rannikualadel**

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Rannikualad
	Jääkatte vähenemine	Üleujutused	Talviste tormide poolt põhjustatud veetõusude ja üleujutuste sagenemine	–	väike	madal	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	0	väike	madal	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	väike	madal	otsene	Rannikualad
	Jääkatte vähenemine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	madal	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	0	väike	madal	kaudne	Rannikualad
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormiaju ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	väike	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Üleujutused	Tormiaju ja üleujutuste sagenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	–	väike	keskmine	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	väike	keskmine	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormiaju ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Üleujutused	Tormiaju ja üleujutuste sagenemine	–	keskmine	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	–	väike	kõrge	kaudne	Rannikualad

### 3.1.5. Kohanemismeetmed

#### Valdkonna strateegiline eesmärk

Üldeesmärk E.P.1 Tormi-, üleujutus- ja erosioonirisk inimestele, varale ja majandusele on maandatud, soojussaare efekt on leevendatud, asustuse kliimakindlust on tõstetud, valides selleks parimad lahendused maakasutuses ja selle planeerimises.

e.P.1.1 Pikaajalised kliimamuutuste mõjud ja haavatavus välja selgitatud, kliimamuutuste mõjude seiresüsteem loodud, kliimamuutustega kaasnevad maakasutuse muutuse mõjud ja riskid ühiskonnas teadvustatud ja arvesse võetud.

Mõõdik 1.1.1. Kliimarisikid ja haavatavusmäärad on täpsustatud.

Mõõdik 1.1.2. Elanikkonna teadlikkus on kasvanud (Eurobaromeetri sotsiaaluuring, Eesti elanike teadlikkus võrreldes 2013. aastaga paranenud).

e.P.1.2 Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.

Mõõdik 1.2.1. Kehtestatud planeeringutes on kliimamuutustega arvestatud.

#### Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Kliimamuutustega kohanemiseks rannikualadel on välja pakutud teadmus-, rakendus- ja õigusmeetmed. Teadmusmeetmed on suunatud valdavalt seiremetoodikate ja prognoosisüsteemide arendamiseks, selleks et ekstreemseid ilmastikusündmusi paremini ette näha ning võimalikke riske hinnata. Meretaseme prognoosisüsteeme ja randade seiresüsteeme käesoleval hetkel juba rakendatakse, küll aga on vaja lisada arhiivi- ja teisete allikate, sh geoloogilise materjali kasutamist üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisse. Üleujutusriskide maandamine eeldab täpset teavet minevikus aset leidnud üleujutuste ja tormisündmuste sageduse kohta. Eestis on üleujutuste esinemistõenäosuste (üks kord 10, 50, 100, 1000 aasta jooksul) hindamisel kasutatud vaatlusandmeid väga lühikese (19 kuni 144 aastat, valdavalt alla 50 aasta) perioodi kohta (Keskkonnaministeerium, 2014), mis teeb keerukaks üleujutuste sageduse ja nende ulatuse teaduslikult usaldusväärse hindamise 100 aasta või pikema perioodi lõikes. Usaldusväärse tõstmiseks tuleb lisaks instrumentaalsetele mõõtmistulemustele analüüsida ka arhiivandmeid ja tähelepanu pöörata geoloogilises materjalis talletunud informatsioonile (üleujutus- ja tormisetete vanus ja levik maapõues).

Sagenevate laiaulatuslike üleujutuste riski tingimustes on oluline operatiivse meretaseme info kogumine ja edastamine omavalitsustele, päästestruktuuridele ja elanikkonnale. Selleks tuleb käigus hoida ja edasi arendada meretaseme muutuste prognoos- ja teavitussüsteeme, sh jätkata rahvusvahelist koostööd nende arendamisel. Tänapäevase seisuga saab Riigi Ilmateenistus meretaseme prognoosi HIROMB mudelist TTÜ Meresüsteemide Instituudi kaudu. Kodanikele suunatud info kuvatakse Ilmateenistuse kodulehel kaardina ning potentsiaalse ohuolukorra eel hoiatustena kolmel ohutasemel. Merevee taset loetakse eriti ohtlikuks, kui see tõuseb Pärnus vähemalt 160 cm, Haapsalus 140 cm, Narva-Jõesuus 160 cm, Tallinnas Koplis, Pirital 80 cm, Keslinna sadamas 120 cm ning Kuressaares 150 cm üle keskmise. Meretaseme lühiajaliste prognooside (mõned päevad kuni nädal) arendamisel on oluline usaldusväärse prognoosiaja pikendamine ning täpsuse suurendamine, samuti veetaseme tõusu lokaalsete tagajärgede prognoos tiheasustusega piirkondades. Planeeringutes ja päästesüsteemide arendamisel tuleb ühildada tormidest tingitud üleujutuste operatiivmudelite tulemused kliimamuutustest tulenevaga, eelkõige muutustega tormide sageduses, intensiivsuses ning tsüklonite trajektoories. Seejuures tuleb arvestada, et keskmise meretaseme tõusu tõttu ulatub tulevikus vastava meretaseme poolt üleujutatav ala kaugemale sisemaale. Seetõttu on vajalik

eelnimetatud piirkondade jaoks koostada meretaseme muutuste prognoosstenaariumid kuni 2100. aastani, milles arvestatakse meretaseme ja maatõusu ning teiste rannikul toimuvate protsesside koosmõju. Stenaariumite alusel on vajalik koostada detailsed üleujutusosalade prognooskaardid eelnimetatud piirkondade kohta, mis oleksid kasutatavad ruumilises planeerimises ning päästesüsteemide arendamisel.

Kuna tõusva mereveetaseme tõttu suurenenud erosioon ohustab tulevikus Eesti rannikuid järjest rohkem, tuleb edasi arendada randade seire meetodikaid ning tihendada ja laiendada seirealasid. See võimaldab analüüsida tormide poolt rannast ärakantud materjali ümberpaiknemise dünaamikat, tuvastada erosiooni poolt ohustatud alasid, ühtlasi vähendada kahjulikku mõju asustusele ja majandusele ning muuhulgas planeerida randade tagasitõstmist merepõhja kantud settematerjaliga. Viimasest tulenevalt on vajadus laiendada seirealadel veealuse rannanõlva uurimist kuni samasügavusjooneni -5 m ja järsema rannanõlva puhul kuni -10 m jooneni.

Riskiennetuseks tuleb tuvastada ohustatud kultuuripärandi objektid ning neile vajadusel planeerida ja rakendada kaitsemeetmed (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine). Eelnimetatud riskid võivad tulevikus ohustada rannikualadel paiknevat olulist kultuuripärandit, muu hulgas mattunud arheoloogiamälestisi. Läänemere lõunaranniku riikides on sellised protsessid aktuaalsed juba täna. Seetõttu on oluline juba lähiajal ja ettevaatavalt ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja kaitsemeetmete väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks.

Nimetatud meetmete elluviimiseks võib osutada vajalikuks rannikualasid puudutavate seaduste ja määruste muutmine ja täiendamine. Õigusmeede ongi suunatud kliimamuutustega kaasnevate ja rannikualasid puudutavate riskide juhtimise integreerimisega erinevatesse määrustesse. Rakendusmeetmed keskenduvad üleujutusest ja erosioonist tingitud kahjude likvideerimisele ning nende vältimisele. Valdavalt peab meetmeid korraldama Keskkonnaministerium. Rakendusmeetmete elluviimine on kavandatud eelkõige Päästeameti ja kohalike omavalitsuste koostöös. Teadusmeetmete rakendamine ei ole administratiivselt keerukas, rakendusmeetmete puhul on vajalik seadusandluses sisse viia muudatusi ning tagada ka järelevalve.

Koondhinnangud rannikute valdkonnale suunatud meetmetele on järgnevad:

Meede ja allmeede/tegevus	Skoor
<b>Meede 1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises.</b>	
1.1.2. Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	46
<b>Meede 1.2. Pilootprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta</b>	
1.2.1. Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	44
1.2.3. Meretaseme prognoosüsteemide arendamine	55
1.2.4. Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel	55
1.2.5. Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine	54
1.2.10. Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed	54
<b>Meede 1.3. Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine</b>	
1.3.5. Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine*, selleks vajaliku juhendmaterjali koostamine	54
1.3.6. Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks	47
<b>Meede 1.5. Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimarisikide osas</b>	
1.5.2. Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid puudutavatesse määrustesse jm	52

Kõige suuremate kuludega meetmeteks on esmaste hinnangute kohaselt riskialal üleujutusrisiki vähendamisele suunatud tegevused ja valmisoleku suurendamine rannikul esinevatest üleujutustest, jääkuhjumistest, erosioonist tingitud ohtude ja kahjudega tegelemiseks. Mitmete meetmete rakendamist tuleks vaadata komplekselt, eelkõige kehtib see teadmusmeetme puhul. Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, oleks perioodil 2017–2030 kõige olulisem rakendada meetmeid meretaseme prognoosüsteemide arendamine ja arhiivi- ja teisete allikate rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel. Perioodil pärast 2030. aastat on jätkuvalt prioriteetsed rakendusliku iseloomuga meetmed ja nende laiaulatuslikum elluviimine. Siiski on keeruline rakendusliku iseloomuga meetmete prioriteetsust pikas perspektiivis hinnata, sest meetmed on väga tundlikud keskkonnategurite suhtes ning sõltuvad tulevikustsenaariumist.

Maakasutuse ja planeerimise valdkonna meetmed on täpsemalt toodud peatükis 3.4.7 tabelites 3.4.7.1 kuni 3.4.7.5.

Tabel 3.1.5.1. Rannikute valdkonna meetmete kirjeldus ja hindamine

Jrk nr	Alameede	1. Meetme mõju suurused erinevatele sihtühemustele														Koondhindang
		Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaal	Majandus	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	
<b>Teadmusmeetmed</b>																
1.2.3.	Meretaseme prognoosisüsteemide arendamine	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	1		54
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	2		55
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	1		54
1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed	5	4	5	5	4	5	3	3	5	4	3	5	3		54
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks	4	4	5	4	4	5	2	3	3	5	1	5	2		47
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4		46
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	4	4	4	4	4	4	2	4	5	3	1	3	2		44
<b>Õigusmeetmed</b>																



1.5.2.	Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid puudutavatesse määrustesse jm	4	4	5	5	4	5	3	4	5	4	1	5	3		52
<b>Rakendusmeetmed</b>																
1.3.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	1	5	2		54

## Vajadused õigusraamistikus

**Tabel 3.1.5.2.** Rannikute valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte

Jrk nr	Alameede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
1.5.2.	Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid puudutavatesse määrustesse jm	Hädaolukordade seadus
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine	Keskonnaseireseadus, Riiklike keskkonnaseirejaamade ja -alade määramine, Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks	Muinsuskaitse seadus

## Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

**Tabel 3.1.5.3.** Rannikute valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega

Jrk nr	Alameede	ja temaga seotud meede
1.2.3.	Meretaseme prognoossüsteemide arendamine	Päästeväimekus
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel	Päästeväimekus
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine	Taristu
1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed	Planeerimine
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks	Planeerimine
1.5.2.	Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid puudutavatesse määrustesse jm	Planeerimine, päästeväimekus
1.3.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine	Planeerimine

## Kohanemismeetmete rakendamine

Kõikide riskialade prioriteetsus ja maksumus on summeeritud valdkondlikusse tabelisse, mis on esitatud linnade kohanemismeetmete juures (ptk 3.4.7).

**Tabel 3.1.5.4.** Rannikualade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.3.	Meretaseme prognoossüsteemide arendamine
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide

	hindamisel
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine
1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks
1.5.2.	Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid puudutavatesse määrustesse jm
1.3.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine

**Tabel 3.1.5.5.** Rannikualade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.3.	Meretaseme prognoossüsteemide arendamine
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine
1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks
1.3.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine

**Tabel 3.1.5.6.** Rannikualade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.3.	Meretaseme prognoossüsteemide arendamine
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine
1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks
13.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine

**Tabel 3.1.5.7.** Rannikualade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.3.	Meretaseme prognoossüsteemide arendamine
1.2.4.	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel
1.2.5.	Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine

1.2.10.	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed
1.3.6.	Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks
1.3.5.	Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine

### **Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine**

Kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed on käsitletud terviklikult valdkonna kohta ning esitatud linnade kohanemismeetmete juures (ptk 3.4.7).

## 3.2. Teised üleujutusohuga alad

Veemajanduskavade koostamise protsessis on Keskkonnaministeerium 2014. aasta lõpus avalikustanud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministeerium, 2015). See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja strateegiliselt kavandatud kliimakoostamise tegevuses kõige põhjalikumalt läbi töötatud valdkond. Seetõttu on kavas teha ettepanek tõsta maandamiskava kliimamuutustega kohanemise strateegia rakenduskava autonoomseks osaks. Samuti lähtuda kohanemisstrateegia linnaplaneerimise, rannikualade, maaparanduse, inimtervise ja päästevõimekuse valdkonna eesmärkide püstitamisel veemajanduskavade väljatöötamise tulemustest ja tegevustiku eesmärkidest üleujutusriskide osas.

Üleujutusohuga seotud riskiks on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega. Maandamiskavade keskseteks eesmärkideks on vähendada üleujutuse esinemise tõenäosust ja/või selle ulatust (kus võimalik ja otstarbekas) ning minimeerida võimalikke negatiivseid tagajärgi olukorras, kus üleujutus siiski aset leiab. Samuti on maandamiskavade eesmärgiks üleujutuseks valmisoleku parandamine (sh teadlikkuse tõstmine) ning uute riskide ilmnemise vältimine.

Meetmeid asutakse rakendada riiklikul, riskipiirkonna omavalitsuste või ka ettevõtete, organisatsioonide ja elanike tasemel. Ohualadele on maandamiskavad koostatud vesikondade kaupa.

Lääne-Eesti vesikonnas on selliseid ohualasid 15:

- Pärnu linn,
- Audru vald, Papsaare küla tiheasustusala,
- Hanila vald, Virtsu alevik,
- Haapsalu linn,
- Ridala vald, Paralepa ja Uuemõisa alevik,
- Häädemeeste vald, Häädemeeste alevik,
- Tahkuranna vald, Võiste alevik,
- Kuressaare linn,
- Kaarma vald, Nasva alevik,
- Kärkla linn,
- Järvakandi vald, Järvakandi alev,
- Paide linn,
- Saue vald, Maidla tiheasustusala,
- Maardu linn,
- Tallinna linn, Haabersti, Põhja-Tallinn, Kesklinn ja Pirita linnaosa.

Ida-Eesti vesikonnas on üleujutusohualasid 5:

- Tartu linn,
- Haaslava vald, Aardlapalu küla,
- Tähtvere vald, Ilmatsalu alevik,
- Võru linn,

- Kohtla-Järve linn.

Koiva vesikonnas vastavaid üleujutusohualasid määratletud ei ole.

Üleujutusohuga alasid käsitletakse nii rannikute, maaparanduse kui ka linnade planeerimise valdkonnaga seondult.

### 3.3. Maaparandus

#### 3.3.1. Kuivendus

##### Probleemid

Kuivendus on tegevusvaldkond, mis vesiehituse valdkonnas hõlmab maa kuivendamist ja äravoolu reguleerimist. Kuivendus, kuivendamine on taimekasvatuse või muust seisukohast liigse vee ärajuhtimine drenide, kraavide, kanalite või muude tehiseveejuhtmete kaudu. Kuivendussüsteemid loovad eelduse põllu- ja metsmajandusmaa kasutamiseks, sh leevendades põllumajandustootmisel kahjulikult toimivaid ilmastikunähtusi – liigseid sademeid, mis võivad põhjustada üleujutusi, erosiooni, raskusi maaharimisel, saagikoristusel ja transpordil ning ohtu ehitistele ja rajatistele (Joonis 3.3.1.1). Kliimastenaariumid ennustavad sademete hulga suurenemist ja ekstreemsete ilmastikuolude sagenemist ja tugevnemist, sh suure intensiivsuse ja sademetehulgaga vihmasadude esinemise võimaluse suurenemist.



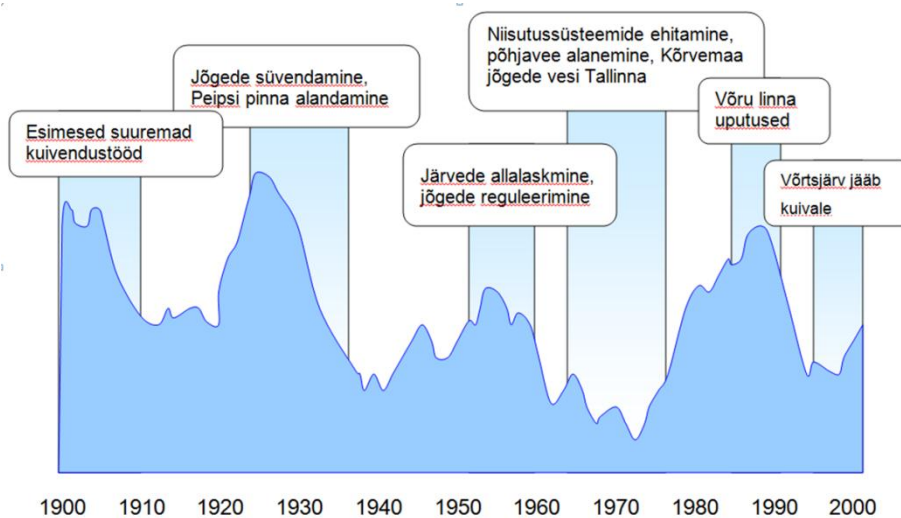
**Joonis 3.3.1.1.** Lumesulaveest tingitud kevadine üleujutus (Foto T. Tamm)

Ajalooline ülevaade kuivenduse ja niisutuse arengust Eestis näitab, et kliimaatiline varieeruvus on põhjustanud olulisi nihkeid maaparandusalastes tegevustes, st teatud ajaperioodidel on prevaleerinud kuivendussüsteemide rajamine ja veevaesel perioodil niisutussüsteemide rajamine, viimased näiteks 1970ndatel (Joonis 3.3.1.2).

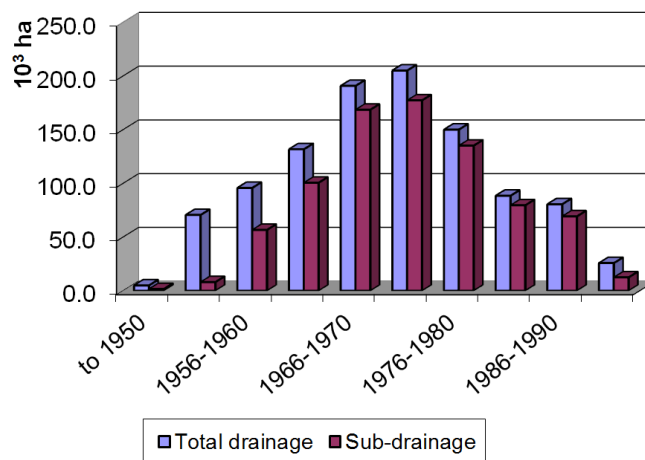
Kliimaatiliselt on Eestis vajalik rajada pigem kuivendussüsteeme kui niisutussüsteeme. Sademete aastane hulk võib ulatuda 520–820 mm, ekstreemsetel aastatel rohkem, aurumine aga jääb üldiselt suurusjärku 360–440 mm.

Kuivendussüsteemide rajamise „kuldaeg“ jäi perioodi 1960–1980 (Joonis 3.3.1.3), mil suurimad aastamahud ulatusid 40 000 ha-ni aastas. Rajamise põhjusteks oli nii riiklik tellimus uute maade kasutusele võtuks (Homnik, 1982) kui ka märjemaks muutuv kliima perioodi lõpus.

Hetkeolukord on selline, et maaparandussüsteemide rajamine lõppes 90ndate lõpus, olemasolevad süsteemid jätkavad amortiseerumist. Tuleb arvestada, et kuivendussüsteemid projekteeriti arvestusliku elueaga *ca* 30 aastat. Seega võimalikele kliimamuutustest tingitud probleemidele lisanduvad süsteemide vananemisest tingitud probleemid.



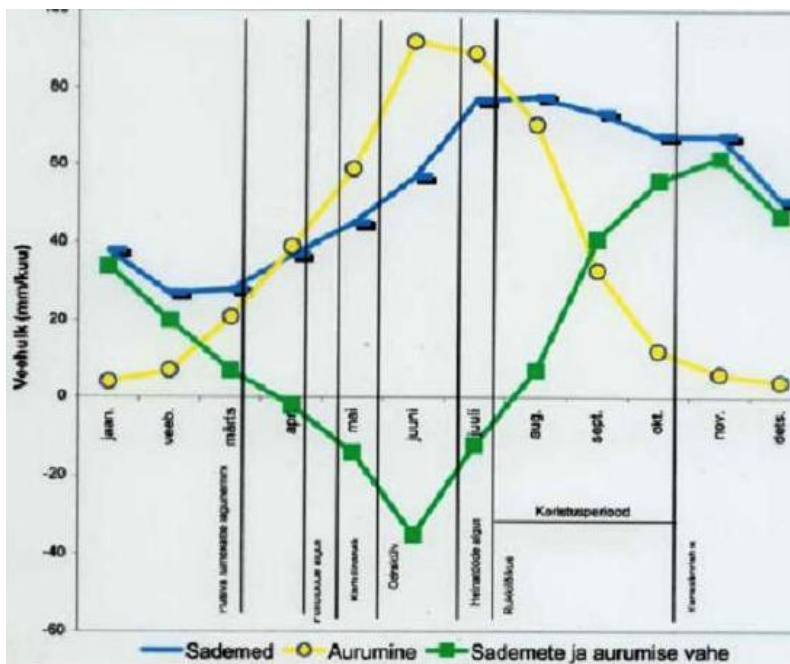
**Joonis 3.3.1.2.** Maaparanduslikud tegevused ja veolud. Sinine graafik iseloomustab Võrtsjärve aasta keskmist veetaset (A. Järvet)



**Joonis 3.3.1.3.** Kuivenduse rajamise mahud



Sademe ja aurumise kuusummade alusel koostatud graafikult (Joonis 3.3.1.4) nähtub, et suvel on veevajak umbes 40 mm ja sügisel on veeliig samuti 40 mm. Esimene viitab niisutamise vajadusele, teine kuivenduse vajadusele. Joonis ei kirjelda aga kevadist olukorda, kus sademetena võib lisanduda isegi kuni 80 mm lumesulamisest tingitud vett, mis võib põhjustada ajutisi üleujutusi ja muudab pinnase kandevõimet, takistades põllutöömasinatega maaharimist. Eestis on lumikattest saadud niiskushulk oluline ainult siis, kui suve esimene pool on sademetevaene (Tammets, 2005).



Joonis 3.3.1.4. Sademete ja aurumise vahe kuises jaotuses

Kuivenduse jaoks on kaks probleemset ajaperioodi, arvestades väljapakutud kliimastenaariume:

- **kevadise liigniiskuse suurenemine**, kui lumesulamisele lisandub suurenenud sademete hulk – kuivendusvajaduse suurenemine,
- **sügiseste sademete hulga suurenemine** – kuivendusvajaduse suurenemine.

Näiteks võib tuua 1978. aasta septembri, mil põhjavesi oli ligi 10% kõrgemal pikaajalisest keskmisest ning sel aastal takistas liigniiskus koristustöid kogu Eestis (Homik, 1982). Enamik saaki turvas- ja turvastunud gleimuldadel jäigi koristamata.

### Riskid ja haavatavus

Kuivenduse puhul on kõige olulisem võimalike sademete hulga suurenemine ja ajalise jaotuse muutus. Eristama peab ekstreemsetest sademetest ja üldisest sademete hulga suurenemisest tingitud riske. Talvise õhutemperatuuri mõju omab kaudset mõju mulla talvejärgsele veerežiimile.

Ekstreemsed sademed põhjustavad kiire pinnaveelise äravoolu, mis suurendab kuivenduskraavide vooluhulka ja tõstab veetaset. Olenevalt pinnase ülemise horisondi infiltratsioonivõimest võib ekstreemsete sademete mõju ulatus ja selle tekkimise kiirus olla väga erinev. Teatud lisatingimused võimendavad ekstreemsete sademete mõju – selleks on eesvoolude hooldamata jätmine ja/või truupide vähene läbilaskvus, näiteks setete, risu jms tõkestava mõju tõttu. Kraavinõlvade ja -põhja niitmata jätmise tulemusena leidub palju kuivenduskraave, milles kasvab püsitaimestik, mille tõttu võib sellise kraavi veejuhtivus olla vaid kuni 30–40% esialgsest (Järvelä, 1998, ref. Rouvé, 1987). Kraavide täiskasvamist on vaadatud kui positiivset nähtust – tekivad elupaigad mitmetele liikidele, samuti eeldatakse, et rohke taimestik aitab vähendada taimetoitainete jõudmist samadesse kraavidesse. Paraku kaasneb taimestiku lisandumisel hüdraulilise takistuse suurenemine, st sama vooluhulk hooldatud ja hooldamata kuivenduskraavil põhjustab väga erineva veetaseme.

Ekstreemsete sademete puhul tuleb karta mitte ainult väga suure intensiivsusega ööpäevaseid sademeid, vaid ka näiteks kahe või enama eriti veerohke järjestikuse päeva koosmõju. Näiteks 2003. aasta augustis sadas samas piirkonnas kolme päevaga maha 164 mm vihma (ilmajaam.ee, 2008), mis põhjustas üleujutuse Toila vallas Ida-Virumaal. Hilisem analüüs näitas siiski, et paljud kuivendussüsteemid olid halvas olukorras (truubid umbes jne).

Ekstreemsed sademed põhjustavad sageli ka erosiooni, st eriti intensiivse pindmise äravooluga võib kaasneda olulisel määral pinnase kaasahaaramist ja kandumist voolu- ja seisuveekogudesse. Olulist rolli mängib seejuures mullatüüp (näiteks kergesti erodeeritavad mullad), pinnakate ja maapinna kallakus. Erosiooniga veekogudesse sattuvad lämmastiku- ja fosforühendid suurendavad nende eutroofsust.

Sademete hulga üldine tõus võib põhjustada veerohkeid perioode, mil dreanaazüsteemide eesvoolude veetase on kõrgem kui projekteeritud. Kollektori kõrgus hüdrauliliselt dimensioneeritud eesvooludel on 10 cm kõrgemal sügisest keskmisest 1% veeseisust ja hüdrauliliselt dimensioneerimata eesvooludel 20 kuni 50 cm kraavi põhjast. Kõrgem veeseis hakkab takistama kollektoritest äravoolu.

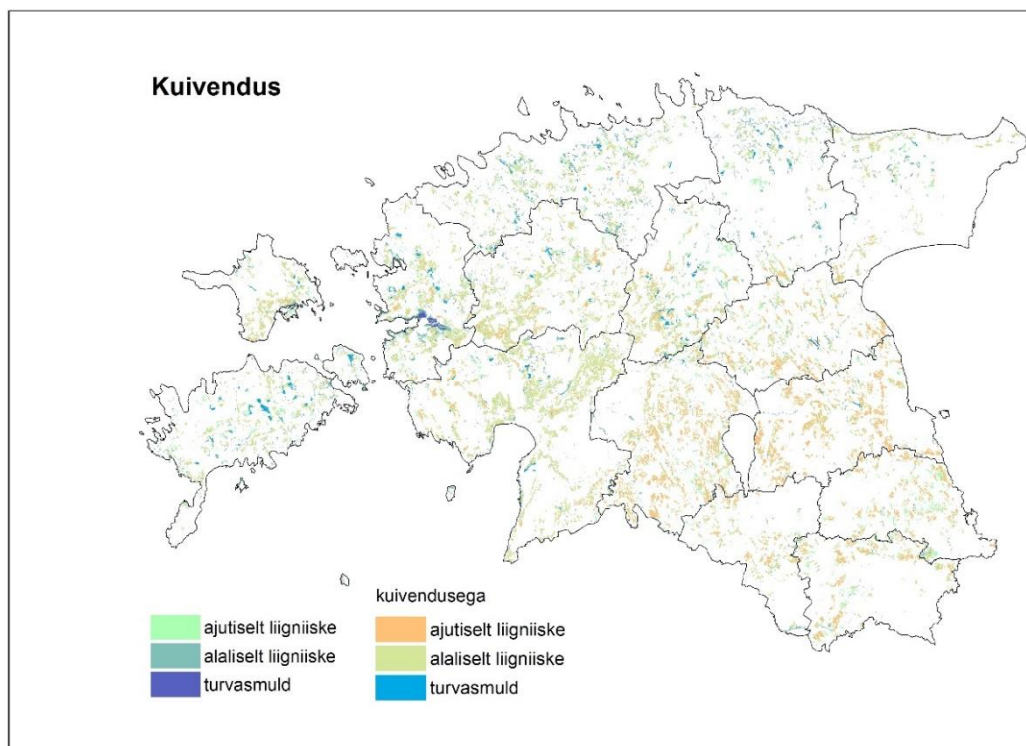
Sademete hulga üldine tõus soodustab ka taimetoitainete mullaprofiilist läbipesemist, mille tulemusena on tõenäolisem nende jõudmine põhjavette ja sealt edasi kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse.

Kuivendussüsteemide puhul peab kaudse riskina arvestama ka talvise temperatuuri tõusu. Soojematel talvedel ei teki maapinnale suurt lumeveevaru, mis kevadel sulades olulisel määral suurendab mulaprofiili veevaru. Selle asemel juhib kuivendussüsteem sagedastel sulaperioodidel jätkuvalt talvist sademetevett eesvooludesse. Sademetevaese kevade, kõrgema õhutemperatuuri ja intensiivsema aurumise tulemusena võib tekkida hiliskevade-suvealguse põuaperioode.

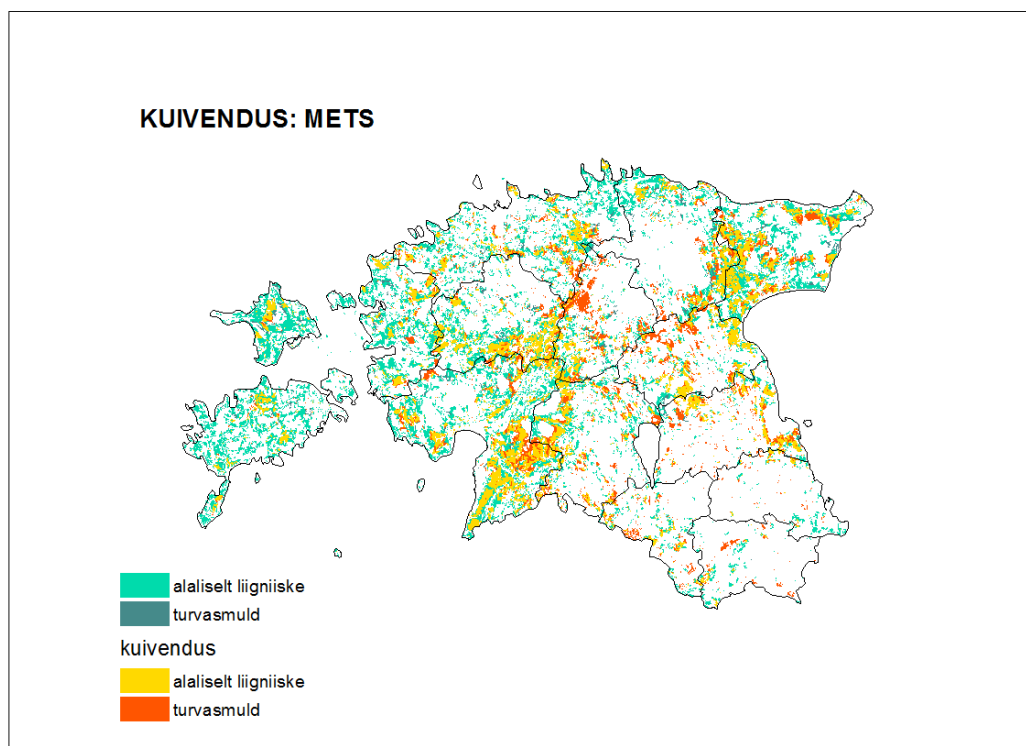
**Mõjud kuni 2030.** Ekstreemsed sademed põhjustavad negatiivse majandusliku mõjuga üleujutusi, millel on otsene mõju, st teatud alad ujutatakse üle, võimalik erosioonikahju jms.

Sademetehulga üldine suurenemine suurendab kuivendussüsteemide hea toimimise vajadust, eriti alaliselt liigniisketel ja turvasmuldadel, samuti on see oluline ajutiselt liigniisketel muldadel. Selliste muldade jaotus Eestis on esitatud kaardi ja tabelina (Joonis 3.3.1.5, Tabel 3.3.1.1). Alaliselt liigniisketes ja turvasmuldadel paiknevates metsades pehmendab korralikult funktsioneeriv kuivendussüsteem lisandunud

sademete negatiivset mõju. Probleemiks võib osutuda alaliselt liigniiskete, kuid kuivenduseeta metsade olukord. (Joonis 3.3.1.6).



**Joonis 3.3.1.5.** Kuivenduse ja kuivenduseeta liigniiskusele tundlikud haritava maa mullad Eestis



**Joonis 3.3.1.6.** Kuivendused ja kuivenduseeta liigniiskusele tundlikud metsamullad Eestis

**Tabel 3.3.1.1.** Kuivenduse ja niisutusvajadus Eestis, hektarites (kaardiandmete põhjal)

Maakasutus	Muld	Ilma	Kuivendusega	Kokku
<b>Kuivendus (ha)</b>				
Haritav maa	Ajutiselt liigniiske	67 926	139 621	207 547
	Alaliselt liigniiske	72 918	200 952	273 870
	Turvasmuld	3 847	15 224	19 071
Mets	Alaliselt liigniiske	630 793	396 378	1 027 171
	Turvasmuld	38 393	30 658	68 961
<b>Niisutus (niisutusvajadus) ha</b>				
Haritav maa	Põuakartlik	56 718	18 931	75 649
	Parasniiske	261 215	104 654	365 869

Ekstreemsete sademete ja sademetehulga üldine suurenemine põhjustab taimetoitainete ja huumusainete jõudmist voolu- ja seisuveekogudesse. See suurendab parema põllumajanduspraktika rakendamise vajadust, et kompenseerida väljakande suurenemist.

**Mõjud 2030–2050** võrreldes eelneva perioodiga hakkavad teravnema ning lisanduvad pikaajalise kliimamuutuse tegurid. Loode-Eesti maakerge tekitab probleeme eesvooludega – vesi ei jõua merre, seda hakkab kompenseerima mereveetaseme tõus. Sademetehulga üldine suurenemine halvendab kuivendussüsteemide rekonstrueerimistööde läbiviimist.

**Mõjud 2050–2100.** Ekstreemsed sademed põhjustavad negatiivse majandusliku mõjuga üleujutusi, millel on otsene mõju, st teatud alad ujutatakse üle, võimalik erosioonikahju jms. Võrreldes eelneva perioodiga on selliseid sündmusi rohkem ja negatiivne mõju on suurem. Setete ja taimetoitainete eesvoolu jõudmise vähendamiseks on vaja hoida korras seteid, vajadusel rajada uusi settebasseine, märgalasid ja kasutada seadedreanaži nendes kohtades, kus selleks on olemas eeldused.

Sademetehulga üldine suurenemine suurendab kuivendussüsteemide hea toimimise vajadust, eriti alaliselt liigniisketel ja ajutiselt liigniisketel muldadel. Alaliselt liigniisketel muldadel võib osutada vajalikuks täiendava kuivendusvõrgu rajamine. Olenevalt ala põhjaveelise toitumise režiimist kehtib sama järeldus ka ajutiselt liigniiskete muldadega haritava maa kohta. Seni kuivenduseta haritava maa korral on olemas kuivendussüsteemide rajamisvajadus lokaalsetest hüdrogeoloogilistest tingimustest.

Eraldi vajab rõhutamist, et selleks ajaks on umbes sajand tagasi rajatud dreanažisüsteemid amortiseerunud või kaotanud palju oma efektiivsusest, mis koosmõjus sademetehulga suurenemisega põhjustab sagedasi probleeme kevadise maaharimise ja sügise saagikoristuse perioodil.

Alaliselt liigniisketes ja turvasmuldadel paiknevates metsades muutub kuivendussüsteem majanduslikult väga oluliseks, sest vastasel juhul saab puidu juurdekasv olema püsivast liigniiskusest pärsitud. Probleemiks võib osutada alaliselt ja ajutiselt liigniiskete, kuid kuivenduseta metsade olukord, mis samuti hakkavad kannatama liigniiskuse stressi all.

Talviste temperatuuride tõusust tingitud metsa ülestöötamise ja väljaveo halvenemine on teatud määral pehmendatud kuivendussüsteemidega metsades, aga kuivendussüsteemid üksiti ei taga iseenesest vajalikku pinnase kandvust metsades.

### **Uuritus Eestis**

Eestis on peamiselt uuritud liigniiskuse mõjusid ja drenaaži kuivenduse võimet saagikusele või saagi kaole. Tammets (2005): „Kui ööpäevas sajab üle 10 mm, ei saa põllutöid tavaliselt teha. Selliste sademete tõenäosus on suurem soojal aastaajal, enamasti juulis-augustis. Agrometeoroloogilist sademete nappust ehk põuda iseloomustab Eestis sademete puudus või vähesus, mis vältab üle 10 päeva, enamasti on siis ka õhutemperatuur tavalisest kõrgem.“

Kuivendussüsteemide projekteerimise aluste väljatöötamisel on lähtunud seisukohast, et saagikadude ja kuivenduskulude summa peab pikas ajavahemikus olema minimaalne (Hommik, 1982). Kuivendatud maade sobivust intensiivseks maaviljeluseks on uuritud Eesti Maaviljeluse instituudis (Tomberg, 1982).

### **Rakendatud meetmed**

Teadaolevalt ei ole otseselt kliimamuutuste mõjuga seoses Eestis meetmeid rakendatud, kuna ei ole esinenud tavapärasest väga olulisel määral erinenud veerohkeid aastaid, mil enamus saaki oleks hävinud. Põllumajanduses tegelevate ettevõtjate kurtmist liigniiskuskahjude üle peaks hindama objektiivselt, sest lokaalselt või keskmisest veerohkematel aastatel on teatud mõju Eesti ilmastikutingimustes alati esinenud. Kaudselt on kohanemine toimunud väheväärtuslike ja/või tõmbekeskustest kaugemal paiknevate alade põllumajanduskasutusest väljajäämisega. Varasemalt on rakendatud kuivendussüsteemide projekteerimismõnede karmistamist, mis toimus 1970ndate aastate lõpus. Maaparanduse vajalikkust tajuvad maaomanikud ja -kasutajad on eesvoole ja kuivenduskraave korras hoidnud, et tagada keskmisest sademeterohkematel aastatel projekteerimismõnede ettenähtud vee ärajuhtimisvõime.

Kliimaga kohanemine saab toimuda mitmel tasandil: arvestada maakasutuse muutusega (suurendades näiteks kultuurrohumaade osakaalu kõrge liigniiskuse riskiga muldadel), kuivendussüsteemide rekonstrueerimisel arvestada veerohkuse suurenemisega, sh ajakohastada projekteerimismõnede.

#### **3.3.2. Niisutus**

##### **Probleemid**

Niisutus on tegevusvaldkond, mis vesiehituse valdkonnas hõlmab niisutussüsteemide rajamist ja nende käitamist. Niisutus on mulla veevaru täiendamine taime kasvu parandamise eesmärgil. Seda võib vaja minna nii põllumajanduses kui näiteks kliima soojenemise korral ka linnaruumis näiteks parkide ja puhkealade vihmutamiseks. Kahjulikult toimivad ilmastikunähtused – kõrge õhutemperatuur, tugev päikesekiirgus ja madal suhteline õhuniiskus võib pikaajalise esinemise korral põhjustada põuda (Joonis 3.3.2.1). Kliimastenaariumid ennustavad ekstreemsete ilmastikuolude sagedamist ja tugevnemist.



**Joonis 3.3.2.1.** Suvine põud (Foto T. Tamm)

Ajalooline ülevaade kuivenduse-niisutuse arengust Eestis näitab, et kliimatiline varieeruvus on põhjustanud olulisi nihkeid maaparandusalastes tegevustes, st kuigi kuivendussüsteemide vajadus on olnud pikaajalisem, on esinenud ka veevaeseid perioode, mil on pööratud suurt rõhku niisutussüsteemide rajamisele, viimased näiteks 1970ndatel (Joonis 3.3.1.2). kaheksakümnendate lõpuks oli kahepoolse reguleerimisega süsteeme (dreenniisutus) ehitatud 8400 ha, vihmutus 9400 ha.

Kuigi kliimatiliselt on Eestis vajalik rajada pigem kuivendussüsteeme kui niisutussüsteeme, esineb perioode, kui sademetevesi ja mullaveevaru ei taga taimede piisavat veega varustamist, mis võib põhjustada taimede närbumist, saagikadu ja taimede hukkumist.

Hetkeolukord on selline, suure enamus kolhooside-sovhooside aegsetest niisutussüsteemidest on hävinud (registris niisutatav brutopind 81,4 ha, sellest kuivendatud haritaval maal 51,9 ha). Esinenud veevaesed perioodid on küll põhjustanud saagikuse vähenemist, aga drastilisi ikaldusi ei ole esinenud määral, mis oleks sundinud võtma kasutusele suuremahulisi investeeringuid niisutusse.

Sademe ja aurumise kuusummade alusel koostatud graafikult nähtub (joonis 3.3.1.1), et suvel on veevajak umbes 40 mm ja sügisel on veeliig samuti 40 mm. Esimene viitab niisutamise vajadusele, teine kuivenduse vajadusele. Eestis on lumikattest saadud niiskushulk oluline ainult siis, kui suve esimene pool on sademetevaene (Tammets, 2005).

Kliimaga seotud oht seostub soojemate talvede sagedasema esinemisvõimaluse ja põuaga vegetatsiooniperioodil:

- **talvise äravoolu suurenemine**, seega lumeveevaru vähenemine ja kevadise suurveeohu vähenemine, mis aga tähendab varakevadise põuaohu suurenemist, kui seda ei kompenseeri suurenenud kevadised sademed – niisutusvajaduse suurenemine
- Viimastel kümnenditel on esinenud ka aastaid (näiteks 1996 ja 1997), mil **augustikuu on olnud väga sademetevaene** ja põhjustanud seetõttu põuakahjustusi.

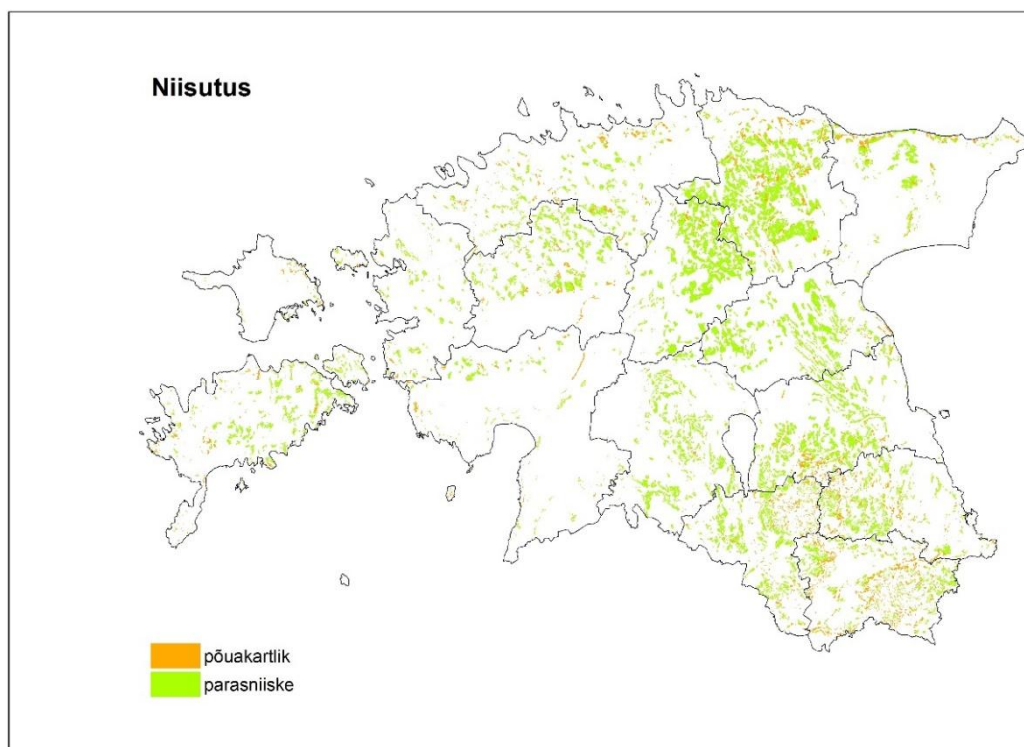
Näide. 2002. aastal hinnati ikalduskahjuks 1,1 miljardit krooni (Delfi Ärileht, 2002). Valdav kahju tekkis seoses sellega, et kuiv aeg oli võrsumise faasis, mille kahju hilisemad vihmad ei suutnud korvata. Teravilja tulupuudujäägiks hinnati 450–510 miljonit krooni ja rohusöötadel vastavalt 450–500 miljonit krooni.



## Riskid ja haavatavus

Temperatuuri tõus ja sademetevaesed perioodid vegetatsiooniperioodil põhjustavad taimekasvusaagikuse vähenemist, halvimal juhul võib taimeestik täielikult närbuda. Niisutusega taastatakse taimedele transpiratsiooniks vajaminev veevaru mulla ülemises horisondis ja teatud olukordades leevendatakse nn atmosfääripõuda. Niisutust võivad vajada enamuse mullatüüpe, niisutuse tegelik rakendamine sõltub aga mulla omadustest, kasvatatavast kultuuris ja majanduslikust tasuvusest.

Temperatuuri tõus on positiivse mõjuga taimekasvu arenguks. Pikeneb vegetatsiooniks sobilike temperatuuridega päevade arv aastas ja intensiivistub fotosüntees, sest ka päikesepaistet on tõenäosuslikult rohkem, seega potentsiaalne saagikus tõuseb. Tegelik saagikuse suurenemine sõltub sademete hulga suurenemisest ja/või lisanduvast niisutusveest. Mõned mullaliigid on rohkem ohustatud veevaeste perioodide tekkimisele, nt paepealsed mullad, kergesti erodeeritavad mullad jms. Lisaks nendele suureneb ka parasniiskete muldade niisutamise tõenäosus. Põuakartlikud ja parasniisked mullad paiknevad Eestis ebaühtlaselt (Joonis 3.3.2.2).



**Joonis 3.3.2.2.** Põuakartlikud ja parasniisked mullad haritaval maal

**Kuni aastani 2030** suuri muutusi põudade sageduses või selle muutmises ennustatud ei ole. Niisutamist vajavad mitmed aia- ja põllukultuurid. Näiteks õuna- ja marjaaiad. Vähesel määral areneb teisaldatavate voolikvihmutusseadmete kasutamine.

**Perioodil 2030–2050** hakkavad avalduma pikaajalised kliimamuutused. Sagenevad sademetevaesed, kuid kõrge õhutemperatuuriga perioodid, mis võivad olulisel määral kahjustada taimede arengut.

**Perioodil 2050–2100**, sajandi teises pooles, niisutusvajadus suureneb vaatamata suurenevale sademete hulgale. Sademed on juhusliku iseloomuga, niisutust kasutatakse aga siis, kui selleks tekib vajadus. Kliima soojenemisel on tõenäoline, et

puuvilja- ja marjaaedade populaarsus ja majanduslik tasuvus tõuseb, seega püsivalt suurte saakide saamiseks niisutatav pind Eestis suureneb. Majanduslikult väga tasuvate (st kliimariskest tuleneva suure majandusliku kahju ärahoidmiseks) teiste põllukultuuride niisutamise, mis on enamasti vihmutamine, suureneb, näiteks teisaldatavate vihmutusseadmete ja -süsteemidega.

### **Uuritus Eestis**

Niisutust on Eestis uuritud suhteliselt vähe, sest ekstreemseid põuaperioode ja -aastaid on esinenud suhteliselt harva.

### **Rakendatud meetmed**

Niisutussüsteemide rajamiseks on olnud olnud PRIA poolseid samme, nt niisutusveehoidlate rajamise majanduslik toetamine. Põllumajandustootjad on majanduslikest kaalutlustest lähtuvalt rajanud vihmutussüsteeme, näiteks vihmutusega õunaaiaid Saaremaal, vihmutussüsteemidega marjaaiad mitmel pool Eestis. Viimastel aastatel on vähesel määral kasutusele võetud ka teisaldatavaid voolikvihmutusagregate, mida kasutatakse lokaalselt väga põuatundlike kultuuride tarbeks selleks, et vältida saagikadudest põhjustatud majanduslikke kaotusi.

#### **3.3.3. Uurimisvajadus**

Kuivenduse valdkonna uurimisvajaduse võib jagada kaheks: 1) olemasolevate süsteemide toimimisvõime ja selle tagamine (näiteks rekonstrueerimisvajaduse hindamine) ja 2) kuivendusnormi ümberhindamine vastavalt muutuvale kliimale ja sellest johtuva projekteerimisnormide karmistamise. Mõlemal juhul on uurimistulemustel oluline majanduslik lisaväärtus, nt vajalike investeeringute planeerimiseks ja selleks, et rekonstrueerimine või uue kuivendusvõrgu rajamine tagaksid soovitud kuivendusvõime. Vastasel korral halveneb oluliselt nii põllumajandussaaduste tootmine, metsade puidu juurdekasv ja metsa ülestöötamine.

Niisutusvajaduse uuringud on perspektiivsed teatud kõrge majandusliku tasuvusega kultuuride puhul, so sellised, millede ikalduse puhul on majanduslik kahju eriti suur. Õhutemperatuuri tõus, kiirguse suurenemine jt transpiratsiooni soodustavad kliimatilised tegurid võimaldavad tõsta saagikust juhul, kui transpiratsiooni katmiseks leidub mullas piisaval hulgal vett.

#### **3.3.4. Mõjude üldistus**

Olulised kliimategurid (riskid) maaparanduse puhul on (Tabel 3.3.4.1):

- ekstreemsed sademed;
- sademetehulga suurenemine;
- talvise temperatuuri tõus;
- temperatuuri üldine tõus;
- põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood).

Kliimarisikide realiseerumine sõltub kuivendussüsteemide hooldamisest/hooldamata jätmisest, samuti nende loomulikust amortiseerumisest. Kliimamuutused koosmõjus

kuivendussüsteemide ja niisutussüsteemide seisukorra/olemasoluga hakkavad põhjustama muutusi maakasutuses, sh territoriaalses paiknemises, nt liigniiskete alade kasutusest väljajäämine. Kasvatatavate kultuuride valikut mõjutavad liigniiskust/põuda paremini taluvad taimeliigid või sordid, st kõrgemat lisandväärtust andvate põllukultuuride jaoks sobilike põllumaade vähenemine, mis toob kaasa näiteks kartuli, rapsi ja teraviljade vähenemise ja rohumaade pindala suurenemise. Eeltoodud muutused hakkavad mõjutama ka põllumajanduses hõivatud rahvastiku paiknemist (ja vastupidi, üha hõredam maa-asustus hoiab kinni põllumajanduslikke investeeringuid sh maaviljeluse intensiivistamist).

**Tabel 3.3.4.1. Kliimamuutuste mõjud maaparandusele**

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöödeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	väike	madal	kaudne	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	keskmine	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
	Põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöödeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
	suurenemine		kaudu voolu- ja seisuveekogudesse					
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	väike	madal	kaudne	Kogu Eesti
2030 – 2050 – RCP8.5	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
	Põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöodeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	suur	suur	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	keskmine	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	suur	suur	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja tundlikud põllukultuurid
Põud (veevaene + kõrge temp. periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja tundlikud põllukultuurid.	

### 3.3.5. Kohanemismeetmed

#### Valdkonna strateegiline eesmärk

Üldeesmärk E.P.1 Tormi-, üleujutus- ja erosioonirisk inimestele, varale ja majandusele on maandatud, soojussaare efekt on leevendatud, asustuse kliimakindlust on tõstetud, valides selleks parimad lahendused maakasutuses ja selle planeerimises.

e.P.1.1 Pikaajalised kliimamuutuste mõjud ja haavatavus välja selgitatud, kliimamuutuste mõjude seiresüsteem loodud, kliimamuutustega kaasnevad maakasutuse muutuse mõjud ja riskid ühiskonnas teadvustatud ja arvesse võetud.

Mõõdik 1.1.1. Kliimariskid ja haavatavusmäärad on täpsustatud.

Mõõdik 1.1.2. Elanikkonna teadlikkus on kasvanud (Eurobaromeetri sotsiaaluuring, Eesti elanike teadlikkus võrreldes 2013. aastaga paranenud).

e.P.1.2 Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.

Mõõdik 1.2.1. Kehtestatud planeeringutes on kliimamuutustega arvestatud.

#### Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Maaparandusega seotud teadmusmeetme tegevused on suunatud valdavalt erinevate põllumajanduse ja metsandusega tegelevate osapoolte teadlikkuse tõstmiseks. Õigusmeede käsitleb õigusruumi korrastamise vajaduse analüüsi seonduvalt üleujutusala (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas. Rakendusmeetmed keskenduvad maaparandushoiu ja maaparandussüsteemide rekonstrueerimisele, et leevendada liigniiskusest, üleujutusest, erosioonist ja põuast tingitud kahjusid. Nii teadmusmeetme kui ka õigusmeetme rakendamise põhiraskus langeb valdavalt Keskkonnaministeeriumile, aga osalt ka Maaeluministeeriumile. Rakendusmeetmeid peavad ellu viima eelkõige põllu- ja metsamajandusettevõtted, maaomanikud ja maaparandusühistud. Kuna kliimamuutused kulgevad suhteliselt aeglaselt, siis maaparandussüsteemide pideva hooldamisega on võimalik riske puhverdada. Kliimamuutustega seonduvalt võib maaparandushoiuga seotud kuludid vaadelda kaudsete kuludena, sest kuivendussüsteeme tuleb korras hoida vaatamata kliimamuutuste esinemisele, kuigi maaparandushoiu kulud võivad praegusega võrreldes märgatavalt suuredada.

Kõige suuremate otsuste riigieelarveliste kuludega meetmeteks on teadmusmeetmed. Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, tuleb perioodil 2017–2020 eeskätt kohandada kliimamuutuse tingimustele projekteerimisnorme ning leevendada liigniiskuskahjusid hoides korras ja rekonstrueerides maaparandussüsteeme. Ka perioodil 2021–2030 tuleb nimetatud tegevusi jätkata ning täiendada kuivenduse-niisutusega seotud regulatsioone. Pärast 2030. aastat on jätkuvalt prioriteetsed rakendusliku iseloomuga meetmed ja nende laiaulatuslikum elluviimine. Siiski on keeruline rakendusliku iseloomuga meetmete prioriteetsust pikas perspektiivis hinnata, sest need meetmed on väga tundlikud keskkonnategurite suhtes ning sõltuvad oluliselt ka sotsiaalmajanduslikest tulevikutsenaariumitest. Siiski on keeruline rakendusliku iseloomuga meetmeid eristada maaparandussüsteemide loomulikust amortiseerumisest, kuid mõlema mõju (kliimaprotsessid ja maaparandussüsteemide vananemine/amortiseerumine) võimendub negatiivselt. Kuna praegused süsteemid vananevad ja muutuvad ajapikku väheefektiivseteks, siis süsteemide hooldus täidab samaaegselt nii nende elua pikendamise eesmärki kui ka ühtlasi kliimamõjude leevendamise eesmärki.

Koondhinnangud maaparandusele suunatud meetmetele on järgnevad:



Meede ja alameede/tegevus	Skoor
<b>Meede 1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises</b>	
1.1.2. Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	46
<b>Meede 1.2. Pilotprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta</b>	
1.2.8. Soovitused projekteerimisnormide kohandamiseks arvestamaks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi	46
1.2.1. Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	44
<b>Meede 1.3. Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine</b>	
1.3.7. Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise	43
1.3.8. Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel	41
1.3.9. Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise	41
<b>Meede 1.5. Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimarisikide osas</b>	
1.5.3. Õigusruumi korrastamise vajaduse analüüs üleujutusvalade (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas	46

Maakasutuse ja planeerimise valdkonna meetmed on täpsemalt toodud peatükis 3.4.7 tabelites 3.4.7.1 kuni 3.4.7.5.

Tabel 3.3.5.1. Maaparanduse valdkonna meetmete kirjeldus ja hindamine

Jrk nr	Alameede	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtühemdale			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele			3. Rakendamise keerukus	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus	6. Mõju avaldumise aeg	7. Meetme tundlikkus välisegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult)	9. Meetme kulukus	Koondhindang
		Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalne	Majandus	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline/kvant hinnang (€)
<b>Teadmusmeetmed</b>															
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	46
1.2.8.	Soovitused projekteerimismõjude kohandamiseks arvestamiseks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi	3	5	4	3	5	5	2	4	5	2	3	3	2	46
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	4	4	4	4	4	4	2	4	5	3	1	3	2	44
<b>Õigusmeetmed</b>															
1.5.3.	Õigusruumi korrastamise vajaduse analüüs üleujutusala (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas	4	5	5	4	4	4	3	4	5	2	3	3	5	51
<b>Rakendusmeetmed</b>															
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise	4	5	4	4	5	5	2	4		3	3	3	1	43
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosioonihoitlikel põllumaadel	4	4	4	4	5	5	2	4		2	3	3	1	41

1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise	4	5	4	4	5	4	2	4		2	3	3	1		41
--------	--	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	--	----

## Vajadused õigusraamistiku täiendamiseks

Maaparanduse valdkonna õigusaktidega seotud meetmed tulenevad peamiselt vajadusest vaadata üle kuivendusnormid – põllumajandusministri määrus 17.02.2005 nr 18 „Maaparandussüsteemi projekteerimismid“ (lisa NORMITABELID). Selleks on kõigepealt vaja teha maaparandushüdroloogia alane rakendusuuring, sest viimased sellekohased uurimistulemused pärinevad 1980ndatest aastatest ehk perioodist 30–40 aastat tagasi. Hüdroloogilise vaatlusrea pikenedamine vähemalt 30 aasta võrra nõuab maaparandust ja kuivendatud maade kasutamist mõjutavate hüdroloogiliste parameetrite uuendamist (täpsustamist). Ühtlasi on tänapäevani ulatuva vaatlusrea andmete kasutamisega võimalik arvestada nende kliimamuutuste võimaliku mõjuga, mis on aset leidnud viimase 30 aasta jooksul.

**Tabel 3.3.5.2.** Maaparanduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meede jrk nr	Alameede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
1.2.8.	Soovitused projekteerimismidde kohandamiseks arvestamiseks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi	Põllumajandusministri määrus 17.02.2005 nr 18 „Maaparandussüsteemi projekteerimismid“
1.5.3.	Õigusruumi korrastamise vajaduse analüüs üleujutusosalade (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas	- Maaparandusseadus - Planeerimisseadus - Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanajuhtimissüsteemi seadus - Looduskaitse seadus - Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad - Veeseadus - Keskkonnaministri määrus 28.05.2004 nr 58 „Suurte üleujutusosaladega siseveekogude nimistu ja nendel siseveekogudel kõrgveepiiri määramise kord“

## Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

**Tabel 3.3.5.3.** Maaparanduse valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega

Jrk nr	Alameede	ja temaga seotud meede
1.2.8.	Soovitused projekteerimismidde kohandamiseks arvestamiseks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi	Põllumajandus Metsandus
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise	Põllumajandus Metsandus
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel	Keskkonnakaitse
1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise	Põllumajandus

## Kohanemismeetmete rakendamine

Kõikide riskialade prioriteetsus ja maksumus on summeeritud valdkondlikusse tabelisse, mis on esitatud linnade kohanemismeetmete juures (ptk 3.4.7).

**Tabel 3.3.5.4.** Maaparanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.8.	Soovitused projekteerimismõnede kohandamiseks arvestamaks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.5.3.	Õigusruumi korrastamise vajaduse analüüs üleujutusvalade (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel
1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise

**Tabel 3.3.5.5.** Maaparanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030

Meetme jrk nr	Alaeetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.8.	Soovitused projekteerimismõnede kohandamiseks arvestamaks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel
1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise

**Tabel 3.3.5.6.** Maaparanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel
1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise

**Tabel 3.3.5.7.** Maaparanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.3.7.	Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise
1.3.8.	Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel
1.3.9.	Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise

### **Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine**

Kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed on käsitletud terviklikult valdkonna kohta ning esitatud linnade kohanemismeetmete juures (ptk 3.4.7).

### 3.4. Linnad

Eeldatavalt kaasneb keskmise õhutemperatuuri tõusuga äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine, mis omakorda toob lähikümnenditel kaasa suurenevaid tormikahjustusi, paduvihmasid ja üleujutusi, aga nende kõrval pikenevad ka kuumalained ja suureneb linnade soojusaarte efekt. Kindlasti lühenevad talved, mis ühelt poolt küll vähendab kulutusi kütteenergiale ning pikendab vegetatsiooniperioodi, kuid teisalt tekitab kriitilisi muutusi veerežiimis ning soojade talviste õhumasside liikumises, mis toovad kaasa tormi ega lase tekkida merejääle, mis rannikulinnu tormide purustava mõju eest kaitseksid (EEA, 2012; KOM, 2009; SWD, 2013; Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Mõned nähtused põhjustavad purustusi või hävingut pigem varale, näiteks üleujutused, teised jälle inimtervisele, näiteks kuumalained.

Linnades kliimamuutuste mõjud kindlasti võimenduvad, kuna inimeste elutegevus on koondunud piiratud maa-aladele, kus on spetsiifiline maakasutus, ehitatud keskkond ja linnamaastik. Linnastumise käigus toimub loodusliku pinnase ja taimestiku vähenemine, mis asendatakse läbitungimatute tehispindade – hoonete ja taristuga –, mille käigus toimub aktiivne pinnase tihendamine ja kuivendamine ning mis ei võimalda mõjusid piisava kiirusega puhverdada ja sageli hoopis võimendavad neid (Pütz *et al.*, 2011; Ricardo-AEA, 2013). Linna ruumilisest tihedusest, morfoloogiast ning rohe- ja veealade osakaalust linnamaastikus sõltub leevendamise- ja kohanemismeetmete vajadus linna soojusaarte efekti, õhureostuse ja üleujutusrisiki ennetamiseks või puhverdamiseks (Davoudi *et al.*, 2009).

Kliimamuutused avaldavad suurt mõju väga paljudele linna funktsioonidele, taristule ja teenustele, tekitades uusi või võimendades juba olemasolevaid linnaelu ja -korralduse probleeme (Ernstson *et al.*, 2010). Mõju võib olla kas otsene, näiteks kahjud ja kulud, mida tuleb kanda äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise korral lokaalselt, või kaudne, näiteks kliimamuutustest tingitud tarneahelate katkemise tõttu saamata jäänud tulu (Wackernagel *et al.*, 2006; Seto *et al.*, 2012).

Eksponeerituse kõrval on kliimamuutuste mõju hindamisel oluline roll ka linna kui terviksüsteemi tundlikkusel, mis on defineeritav määrana, kui palju kliimaga seotud tegurid süsteemi kas kahjulikult või kasulikult mõjutavad (IPCC, 2001). Eesti linnade tundlikkus sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, Tallinnastumine ja Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine ning ulatuslik väljaränne. Kõik need on kliimamuutuste kõrval äärmiselt olulised, kiireloomulised ja samas ka üdini kompleksed teemad nii majanduslike, ökoloogiliste kui sotsiaalsete asjaolude vastasseostes.

Eesti on linnastunud ühiskond – suurem osa (68%) rahvastikust elab linnades (Beltadze, 2012). Linnarahvastiku osatähtsus ka suureneb – seda küll mõneti paradoksaalselt, peamiselt seetõttu, et meie kahaneva rahvastiku juures kahaneb maarahvastik linnarahvastikust kiiremini. Sellest johtuvalt jätkub järgmise ligi 30 aasta jooksul peaaegu kõigis linnades rahvastiku vähenemine ja vananemine. Rahvastikku võidavad vaid kaks suuremat regioonikeskust, Tallinn ja Tartu. Veerandsaja aasta jooksul kahaneb viie maakonnalinna – Haapsalu, Jõhvi, Võru, Valga ja Kuressaare – rahvaarv alla 10 000 elaniku piiri (Tammur, 2014).



Teaduskirjanduses on linnade kliimamuutustega kohanemist analüüsitud valdavalt kasvavate linnade kontekstis. Linnade kahanemise ja kliimamuutustega kohanemise diskursused on seevastu ruumilises planeerimises jooksnud teineteisega paralleelselt, omamata selget ühist käsitlust. Viimased on ka küllaltki „uued“ kontseptsioonid, kui vaadata nende vähest kajastamist erinevates uuringutes, poliitikadokumentides, strateegiates, planeeringutes ja meetmetes. Valdavalt negatiivsete arengukõverate taustal on kahanevad linnad võimalike kliimamuutuste osas eriti tundlikud: kahanevate linnadega kaasneb funktsioonide, tegevuste ja elanike vähenemine, võimendades sotsiaal-majanduslikku segregatsiooni, vaesumist ja tööpuudust. Samas jääb tühjaks palju hooneid ja eluruume, mis kahandab kinnisvara väärtust, suurendab hooldus- ning kommunaalkulutusi (Dietersdorfer *et al.*, 2012).

Nii ääremaastumise, polariseerumise kui ka valglinnastumisega võimendub sotsiaal-majanduslik segregatsioon, mis väljendub muutustena soolises ja vanuselises struktuuris, aga mõjutab ka ettevõtlust, teenuste pakkumist, sissetulekuid ja tööpuudust. Kliimamuutuste, eelkõige äärmuslike ilmastikunähtuste suhtes on eriti tundlikud linnad, kus on rohkem väikelapsi, eakaid, puuetega, krooniliste terviseprobleemidega ja vaesemaid elanikke ning ka linnad, mille majandust veab esmasektor (põllumajandus, metsandus, kalandus ja vesiviljelus) või turismisektor. Teiste sektorite tundlikkus on kaudne, puudutades neid läbi keerukate muutuste nõudlus- ja pakkumisahelates (Iglesias *et al.*, 2009; Maracchi *et al.*, 2005; Alcamo *et al.*, 2007; ESPON, 2011; OECD, 2009).

Linnade sotsiaal-majanduslik tundlikkus kliimamuutustele on otseselt sõltuv ka füüsilise keskkonna tunnustest. Näiteks kui linna taristu või majandustegevusega seotud hooned on tundlikud üleujutuste või kuumalainete suhtes, tõuseb ka majandustegevuse ja inimeste tervise ning heaolu tundlikkus. Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise korral purunenud taristu ja hoonete parandamiseks on vaja kasutada täiendavaid vahendeid ja nende ajutine kasutusest välja jäämine võib pidurdada majandustegevust ja teenuste kättesaadavust (sh hädaabi ja haiglaravi) (ESPON, 2011; Deltaprogram, 2014; Van de Ven *et al.*, 2011).

### 3.4.1. Tormid

#### Probleem

Kliima soojenemine aktiveerib tsüklonaalset tegevust põhjapoolkeral, kus sage madal- ja kõrgrõhkkondade vaheldumine muudab ilma heitlikuks, paisutades tuule tihti tormiks (ESPON, 2011). Eesti asub Läänemere rannikul ja on avatud valitsevatele läänekaaretuulele, mille tõttu on tormidele eksponeeritud eelkõige rannikupiirkonnad ja -linnad nagu Tallinn, Pärnu ja Kuressaare (Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Tormid võivad suurt kahju teha ka sisemaal. Riskifaktor suureneb oluliselt alates tuule keskmisest kiirusest 21 m/s, millega võivad kaasneda nii puude murdumine kui ka hoonete purustused. Eriti tõsist ohtu tekitavad järsud tuulepuhangud, mille ohtlikkuse tase suureneb märgatavalt alates 25 m/s, laastades metsa, purustades elektriliine, teid ja hooneid ning ohustades seeläbi ka inimesi (Tammets, 2012).

#### Uuritus Eestis

Kliimauuringud on tõestanud tugevate tormide esinemise sagenemist Eestis (Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Eestis tõuseb tuule kiirus üle 21 m/s keskmiselt 1,7 päeval aastas, enamasti Lääne-Eesti saartel. Tormituuli on

kõige rohkem novembrist jaanuarini ning valdavate läänetuulte tõttu on enim ohustatud läänerannik ja saared. Tuult kiirusega 33 m/s või enam loetakse orkaaniks, mis võib põhjustada väga suuri purustusi. Orkaanid on Eestis küllaltki harvaesinevad – ajavahemikul 1981–2005 tõusis Eestis tuule puhanguline kiirus suuremaks kui 33 m/s kokku üheksal päeval –, kuid nendega kaasnenud kahjud on olnud suured (Tammets, 2012). Tugevate rannikutormide esinemine, mil tuul puhub püsivalt ühest suunast, võib kergitada merevee taseme üle ohtliku piiri ning põhjustada ulatuslikke üleujutusi (Suursaar *et al.*, 2011).

#### Pärnu jaanuaritorm 2005. aastal

Viimaseks orkaani mõõtu tormiks Eestis võib lugeda 2005. aasta 9. jaanuari tormi, mil keskmine tuulekiirus oli 25 m/s ning puhangulised tuuleiilid küündisid kuni 38 m/s. Õhurõhu kiire langus ja tugev tuul kergitasid merevee taseme Liivi lahes ja Lääne-Eesti väinades erakordselt kõrgele, ujutades üle nii Lääne-Eesti ranniku kui ka Kasari ja Pärnu jõe äärsed alad. Pärnus tõusis vesi 295 cm üle Kroonlinna nulli ja üle ujutati ligi 8 km<sup>2</sup> suurune ala linnast. Tormis sai kannatada 775 maja ning Pärnus evakueeriti 300 inimest, hukkus üks ja kümnekonnal tuvastati alajahtumine. Tormituuled ei laastanud ainult rannikuala, vaid ulatusid ka sisemaale, kus tuhandete kilomeetrite ulatuses niideti maha metsad, majadelt rebiti katused ja majapidamised jäid päevadeks elektrita. Tuhandete elektrikatkestuste, ulatuslike metsamurdude ja üleujutuste tekitatud otsesed ja kaudsed kahjud ulatusid 700 miljoni kroonini (45 miljoni euron) (Tammets, 2012).



Raigo Pajula foto

#### Rakendatud meetmed

Eestis on õigusraamistik (nt planeerimisseadus, looduskaitseadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus, veeseadus), mis võimaldab planeeringute koostamisel kliimamuutustega kaasnevaid tormiriske arvestada ja neid ennetada. Siia kuuluvad nii keskkonnamõju strateegiline hindamine, riskianalüüsi tulemuste arvestamine planeeringute koostamisel kui ehituskeeluvööndi ning üleujutusala täpne määratlemine planeeringutes (peamiselt üldplaneeringutes).

Olemasolevate õigusaktide täiendamiseks võib teatav vajadus tekkida, kuid olulisem ülesanne on siiski õigusaktide tegelik sisustamine ja rakendamine kliimamuutustega kohanemise kontekstis.

Tormikahjustusi on võimalik ennetada ja leevendada üldplaneeringutes sätestavate maakasutus- ja ehitustingimustega. Seni pole üldplaneeringute koostamisel kliimamuutuste või selle kohanemisega seonduvat käsitletud (on erandeid). Ometi käsitletakse üldplaneeringutes üleujutusosalade ja ehituskeeluvööndi temaatikat, mis johtub hoopis looduskaitsealadest. Pärast 2005. aasta jaanuarikuu tormi kaardistasid mitmed omavalitsused tormikahjustusi, üldplaneeringute koostamisel on tormidega kaasnevate üleujutusriskidega arvestatud just ranniku-omavalitsustes.

### 3.4.2. Üleujutused

#### Probleem

Üleujutus tähendab üldistatult olukorda, mille käigus toimub veega katmata maa-ala ajutine kattumine veega. Üleujutuste teke sõltub nii meteoroloogilistest, hüdrooloogilistest teguritest kui ka inimtegevusest. Näiteks põhjustavad üleujutusi nii mereveetaseme tõus, jõgede ja järvede üle kallaste tõusmine kui ka erakordselt suured sademed. Üleujutuseks ei peeta kanalisatsioonisüsteemidest põhjustatud üleujutust. Üleujutusohuga seotud riskiks on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele.

Kliima soojenemisega kaasnev jääliustike sulamine, mereveetaseme tõus, tsükloonaalsus, aga ka muutused sademete hulgas ja aastasiseses jaotuses avaldavad eelduste kohaselt suurt mõju üleujutuste ulatustele ja esinemissagedustele Eestis. Tõenäoliselt sagenevad ja muutuvad intensiivsemaks rannikualade üleujutused ja paduvihmadest põhjustatud siseveekogude üleujutused.

Tiheasustusalad on eriti tundlikud üleujutustele, kus tormiajud, lume ja jää sulamine või suured vihmad võivad põhjustada ulatuslikke uputusi, mille käigus ohustatakse inimeste tervist ja elu, kahjustatakse hooneid, eluruume ja taristut ning ohustatakse reoveepuhastite tööd, mis ei suuda liigveest tingitud suuri veekoguseid lühikese aja jooksul puhastada. Paduvihmadest tingitud korduvad üleujutused näiteks Tallinnas (Tuukri tn), Tartus (Riia mnt) ja Võrus näitavad, et linnade planeeringutes on vaja üleujutusriske märksa põhjalikumalt käsitleda.

Tiheasustusaladel on selliste probleemide tekkimine enamasti kas vähese planeerimise või kohustuste täitmata jätmise tulemus. Viimane tähendab seda, et kuigi ala (ajutisest) liigniiskusest ollakse teadlik, jätab arendaja esialgu vähem silmatorkavad tööd kinnisvara soetaja hooleks. Seega mõnede üleujutuste põhjus ei ole mitte paratamatu loodusjõud, vaid pigem puudulik järelevalve või planeerimine, mistõttu igat sademeveesüsteemi puudulikkusest põhjustatud üleujutust tiheasustusalal ei saa liigitada oluliseks. Sellistel juhtudel peab ala oluliste üleujutuste sekka arvamiseks olema täidetud veel mõni kriteerium (Keskkonnaministeerium 2011).

Üleujutuste tõenäosuse ja negatiivsete mõjude suurenemisele annavad tõuke inimasulate ja majandustegevuste kasv mererannikul, jõgede lammialadel, vee äravoolu tõkestamine inimtegevuse tulemusena ja loodusliku veevoolu takistamine muul viisil maakasutuse tõttu.

Eesti loodustingimustes saab välja tuua järgmised üleujutuste liigid, mis tiheasustusalasid kliimamuutustes mõjutavad:

- **rannikumere üleujutused** – põhjustatud meretaseme tõusust;
- **vooluveekogu sängi täitumisest põhjustatud üleujutused** – põhjustatud vooluveekogu sängi mõõtmete vähenemisest erinevatel põhjustel (näiteks jää kogunemisel mingisse punkti);
- **järvede üleujutused** – põhjustatud lume sulamisest, suurtest sademetest, tulvadest, äravoolu puudulikkusest aga näiteks ka tuulesuunast;
- **paduvihmadest põhjustatud üleujutused** –
  - **äkktulvad** – kiired üleujutused, mis saavad alguse väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusust. Põhjustatud äkilisest tugevast tormisest vihmajärgest. Üleujutuse maksimum saavutatakse tundidega;
  - **tiheasustusaladel sademeveeüleujutus** – põhjustatud veekindlatelt aladelt kiiresti äravoolavast vihmaveest või lumesulaveest, mis on tavaliselt koostoimes tõrgetega sademeveekanaliseerimises;
  - **sujuvalt kujunevad üleujutused** – põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lume sulamise tõttu üleajavatest väiksematest jõgedest, ojadest ja järvedest.

**Rannikumere üleujutused.** Vt ptk 3.1 Rannikualad.

**Siseveekogude üleujutused.** Eestis on siseveekogude üleujutused põhjustatud nii kevadise jää ja lume sulamisest kui ka pikaajalistest rohketest sademetest. Jõgede üleujutused on reeglina tingitud sellest, et jõgede sängid tõkestatakse kevadel jääga, ning ülesvoolu paisutatakse jõgi üles. Järvede üleujutused on tavaliselt sujuvalt kujunevad üleujutused, mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete, lumesula või tulvade tõttu ning kus väljavool on liiga madala languga, et liigvett piisava kiirusega ära juhtida.

Siseveekogude üleujutused on Eestis tagasihoidlikud ning kliimamuutuste prognoosid lubavad eeldada, et jõgede lumesulaveest põhjustatud üleujutused tulevikus pigem vähenevad. Kuna talv muutub soojemaks ja lühemaks, ei teki liiga paksu lumikatet, mis kevadeti kiire sula puhul võiks jõed üle kallaste ajada. Ometi ei ole ka neid praegu olulisi üleujutusalasid tulevikus ohtu kujutavate alade hulgast otstarbekas välja arvata. Põhjuseks on kliimamuutuste aeglane kulg, mistõttu on väga tõenäoline, *et aladel*, kus praeguseks on toimunud vooluveekogudest põhjustatud üleujutused, toimuvad ka tulevikus. Teiseks on seisukohti, et lumesulaveest põhjustatud jõgede üleujutused võivad asendada suurtest vihmahoogudest põhjustatud üleujutustega.

**Paduvihmadest põhjustatud üleujutused.** Perioodil 1891–1950 ja 1961–2006 on sademete hulk suurenenud ja ekstreemsete paduvihmade esinemine sagenenud üle kahe korra (Tammets, 2008). Tugevaks paduvihmaks või eriti ohtlikuks sademete hulgaks loetakse sademeid 30 mm või rohkem ühe tunni või lühema aja jooksul ning 50 mm või rohkem 12 tunni või lühema aja vältel (Tarand jt, 2013). Suured sajud pikema või lühema perioodi vältel on üks peamisi kliimamuutustega kaasnevaid riskitegureid, mille tagajärjel võivad tekkida üleujutused, kus linnade suur tehispindade (hooned, teed, parklad) osakaal ei lase sademeveel loomulikult teel maapinda imbuda ning kus liigvesi „ei mahu“ kanalisatsiooni- ja drenaazüsteemidesse. Mida suuremaks kasvab tehispinna osakaal, seda

probleemsem on hoogsadude vihmavee ärajuhtimine. Erakordselt suured sademed võivad tõsta ka jõgede ja järvede ning põhjavee veetaset, mille tõttu tekkinud üleujutustel võivad linnades olla märksa suuremad tagajärjed. Selliste vihmade võimaliku mõju olulise leevendamise aluseks on korrektselt rajatud sademeveesüsteem. Sellisel juhul võib eeldada, et üleujutused on väiksemad ja lühiajalised.

### Uuritus Eestis

Eestis on tehtud pikaajalisi hüdroomeetrilisi vaatlusi ja mõõtmiseid mere ja siseveekogude veetasemete kõikumiste kohta (Tammets, 2012). 2011. aastal määrati kindlaks ja kaardistati üleujutusega seotud riskide hindamise ja maandamise eesmärgil võimalike üleujutuste põhitüübid Eestis ja tuvastati 20 olulise mõjuga riskipiirkonda tiheasustusaladel (Keskkonnaministeerium, 2011). Kusjuures üleujutusohuga seotud riski definitsioonis ei kaasata veesamba paksuse, pindala ega kestuse määranngut. Olulisuse määratlemisel lähtutakse kahjuliku mõju iseloomust.

Olulise mõjuga üleujutusosalad jaotati esinemistõenäosuste alusel järgmistesse kategooriatesse:

- väga väikese tõenäosusega üleujutused või erakorraliste sündmuste stsenaariumid (esinemine vähemalt kord 1000 aasta jooksul);
- väikese tõenäosusega üleujutused või erakorraliste sündmuste stsenaariumid (esinemine vähemalt kord 100 aasta jooksul);
- keskmise tõenäosusega üleujutused (esinemine vähemalt kord 50 aasta jooksul);
- suure tõenäosusega üleujutused (esinemine vähemalt kord 10 aasta jooksul).

Eesti üleujutusohupiirkonna kaardid ning võimalike tagajärgede kirjeldused koostati järgmiste stsenaariumite kohta: veetaseme tõenäoline tõus vähemalt korra 10, 50, 100 ja 1000 aasta kohta. Veetasemete tõenäosusstsenaariumite arvutamiseks kasutati olemasolevaid hüdrometeoroloogilisi vaatlusandmeridasid (vaatlusandmete puudumisel need modelleeriti või kasutati analoogridu). Üleujutusohuga piirkonna kaartidel leiduvad stsenaariumite lõikes järgmised andmed: üleujutuse ulatus, veetase, vooluveekogude korral ka vastav vooluhulk (Keskkonnaministeerium, 2011). Üleujutusohuga seotud riskidega aladele on koostatud veemajanduskavade osana maandamiskavad, kus on välja toodud üleujutusosalade jäävate elanike arv, tundlikud objektid, üleujutatavad tänavad, ettevõtted jpm (Keskkonnaministeerium, 2015).

#### Toila üleujutus 2003. aasta augustis

Viimaste kümnendite üks suuremaid sadusid leidis aset 2003. aasta 5.–6. augustil Ida-Virumaal, kus 14 tunni jooksul sadas alla 131 mm sademeid. Saju tagajärjel tekkis suur üleujutus peamiselt Jõhvi kõrgustiku ja panga serva vahele jääval madalsoolal, mis oli Sakalt Toilani vee all. Osaliselt jäi vee alla ka Kohtla-Järve, Jõhvi ja Kiviõli linn. Kulud ja otsesed kahjud, mis riigil hüvitada tuli, küündisid 838 508 kroonini. Suurimaid kulutusi ja kahjusid kandsid Jõhvi ja Kohtla-Järve linnavalitsus (vastavalt 331 270 ja 229 085 krooni). Kaudseid kahjusid tuli aga kanda ligikaudu 11,7 miljoni krooni eest (Sepp, 2006).





Rein Aidma foto

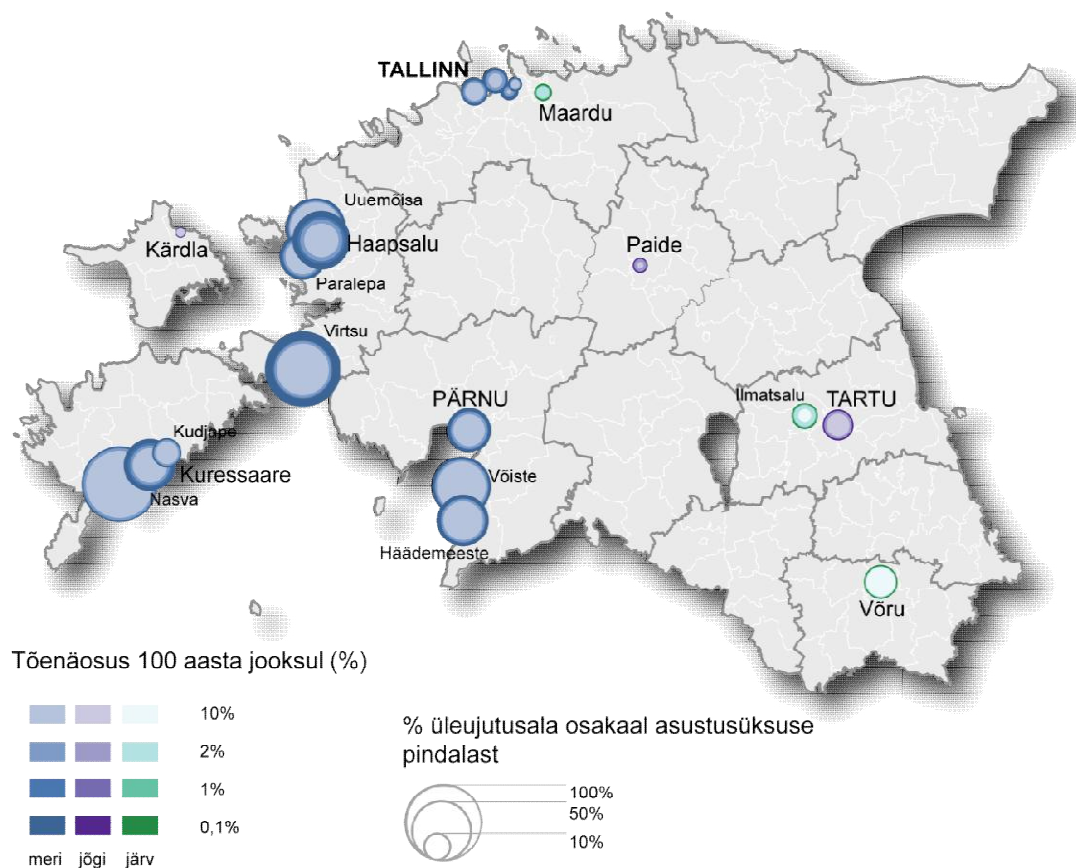
## Riskid ja haavatavus

### Rannikumere ja siseveekogude üleujutusriskid tiheasustusaladel

See osa tugineb suuresti „Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnangu aruanne“ (Keskkonnaministeerium, 2011), „Lääne-Eesti vesikonna üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava“ (Keskkonnaministeerium, 2015) ja „Ida-Eesti vesikonna üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava“ (Keskkonnaministeerium, 2015) töö tulemustele.

Eelpool mainitud tööde raames kaardistatud üleujutusosalad lõigati läbi asustusüksuste pindaladega, et leida asustusüksuste lõikes üleujutuse suhteline ulatus ja mõju. Analüüsist arvati välja need alad, kus üleujutuse kaardistamine oli lõppenud põhikaardilehe piiriga ja olid seetõttu asustusüksuste lõikes poolikud. Lisaks arvati suhtarvude arvutamisel asustusüksustest maha alaliselt vee all olevad pinnad.

Olulise mõjuga rannikumere ja siseveekogude üleujutusriskiga tiheasustatud alasid on Eestis 16–9 linna ja 7 alevikku (Joonis 3.4.2.1).



**Joonis 3.4.2.1.** Üleujutusalaide paiknemine, tüüp ja osakaal linnaliste asustusüksuste pindalast

### Rannikumere üleujutused

Kõige ulatuslikumad ja kõige olulisema mõjuga eri tüüpi üleujutustest Eestis on rannikumere üleujutused, kus vähemalt kord kümne aasta jooksul ujutatakse üle 30 km<sup>2</sup> (17% riskilinnade pindaladest), kord viiekümne aasta jooksul 37 km<sup>2</sup> (21%), kord saja aasta jooksul 41 km<sup>2</sup> (23%) ja kord tuhande aasta jooksul 53 km<sup>2</sup> (30%) rannikuäärsetest linnadest ja alevikest. Kõrge meretase tõstab kõrgele ka jõevee taseme rannikulinnades, mistõttu üleujutused neil aladel võimenduvad veelgi (Tabel 3.4.2.1, Joonis 3.4.2.1).

Rannikumere üleujutused on olulise mõjuga neljas linnas, Kuressaares, Haapsalus, Pärnus ja Tallinnas ning kaheksas alevikus, Virtsus, Nasval, Uuemõisas, Võistes, Paralepal, Häädemeestes, Kudjapel ja Tabasalus.

Olulise mõjuga rannikumere üleujutused on ulatuslikumad Virtsus, Nasva, Uuemõisa Võiste ja Paralepa alevikes, kus vähemalt kord kümne aasta jooksul ujutatakse üle 37–71%, kord viiekümne aasta jooksul 44–81%, kord 100 aasta jooksul 46–84% ja kord tuhande aasta jooksul 54–91% asustuse territooriumist (Tabel 3.4.2.1).

Linnades põhjustab rannikumeri kõige ulatuslikumaid üleujutusi Kuressaares, Haapsalus, Pärnus ja Tallinnas. Kuressaares ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 18%, kord 50 aasta jooksul 24%, kord 100 aasta jooksul 30% ja kord 1000 aasta jooksul 43% linna territooriumist. Haapsalus ja Pärnus on üleujutatud alade suhe asustusüksuse kogupindalasse mõnevõrra väiksem. Haapsalus moodustab üleujutuste



pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 18–33% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast ja Pärnus 16–31% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast. Tallinna linnas on üleujutusalaad lokaliseeritud Haabersti, Põhja-Tallinna, Kesklinna ja Pirita linnaosades, kus vähemalt kord 10 aasta jooksul ujutatakse üle 1–5%, kord 50 aasta jooksul 2–8%, kord 100 aasta jooksul 2–9% ja kord 1000 aasta jooksul 3–12% linna territooriumist. Suuremad üleujutusalaad jäävad Haabersti ja Põhja-Tallinna linnaosadesse.

**Tabel 3.4.2.1. Rannikumere üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes**

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Virtsu alevik	380,4	453,9	494,4	813,8	897,0	42,4	50,6	55,1	90,7
Nasva alevik	887,8	1013,7	1060,9	1135,8	1254,6	70,8	80,8	84,6	90,5
Uuemõisa alevik	130,9	146,1	154,7	182,3	319,5	41,0	45,7	48,4	57,1
Võiste alevik	266,8	311,8	328,0	385,5	709,0	37,6	44,0	46,3	54,4
Paralepa alevik	6,9	18,6	23,2	35,7	67,5	10,2	27,6	34,3	52,8
Kuressaare linn	289,2	377,6	467,9	670,8	1564,2	18,5	24,1	29,9	42,9
Häädemeeste alevik	95,6	117,2	125,8	164,4	395,6	24,2	29,6	31,8	41,6
Haapsalu linn	201,5	252,4	282,7	366,7	1095,0	18,4	23,0	25,8	33,5
Pärnu linn	485,3	641,5	709,3	943,6	3085,5	15,7	20,8	23,0	30,6
Kudjape alevik	42,0	54,6	58,7	70,5	526,7	8,0	10,4	11,1	13,4
Haabersti linnaosa	111,2	155,1	182,4	244,5	2054,0	5,4	7,5	8,9	11,9
Põhja-Tallinna linnaosa	42,2	89,9	98,0	156,6	1490,5	2,8	6,0	6,6	10,5
Kesklinna linnaosa	5,5	33,6	43,2	107,9	2091,3	0,3	1,6	2,1	5,2
Pirita linnaosa	20,9	29,3	34,0	52,5	1840,1	1,1	1,6	1,8	2,9
Tabasalu alevik	5,2	6,7	7,7	9,6	544,9	1,0	1,2	1,4	1,8
<b>KOKKU</b>	<b>2971,3</b>	<b>3701,9</b>	<b>4070,8</b>	<b>5340,1</b>	<b>17935,4</b>	<b>16,6</b>	<b>20,6</b>	<b>22,7</b>	<b>29,8</b>

### Siseveekogude üleujutused

Siseveekogude üleujutused on eelkõige mõjutamas Võru, Tartu, Paide, Maardu ja Kärkla linna ning Ilmatsalu alevikku.

Jõgede üleujutused on kõige ulatuslikumad Tartus, kus Emajõe poolt ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 8%, kord 50 aasta jooksul 12%, kord 100 aasta jooksul 12% ja kord 1000 aasta jooksul 15% linna territooriumist. Paides kõigub üleujutuste pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 6–34 ha, mis moodustab 1–3% linna püsivalt veekogudega katmata pindalast. Kärdlas on kõikumised märksa tagasihoidlikumad – 5–8 ha, mis moodustab 1–2% asustusüksuse pindalast (Tabel 3.4.2.2).

**Tabel 3.4.2.2.** Jõgede üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Tartu linn	308,3	438,7	458,6	566,9	3792,7	8,1	11,6	12,1	14,9
Paide linn	6,0	20,2	23,7	33,7	999,1	0,6	2,0	2,4	3,4
Kärdla linn	4,7	5,5	5,9	7,6	451,1	1,0	1,2	1,3	1,7
<b>KOKKU</b>	<b>319,0</b>	<b>464,4</b>	<b>488,1</b>	<b>608,2</b>	<b>5243,0</b>	<b>6,1</b>	<b>8,9</b>	<b>9,3</b>	<b>11,6</b>

Järvede üleujutused on kõige ulatuslikumad Võrus, kus Tamula järve poolt ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 13%, kord 50 aasta jooksul 14%, kord 100 aasta jooksul 15% ja kord 1000 aasta jooksul 18% linna territooriumist. Ilmatsalus kõigub üleujutuste pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 2–10 ha, mis moodustab 2–11% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast. Maardu linnas on kõikumised märksa suuremad – 0–105 ha, mis moodustab 0–5% asustusüksuse pindalast (Tabel 3.4.2.3).

**Tabel 3.4.2.3.** Järvede üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Võru linn	147,2	164,7	169,9	202,6	1143,2	12,9	14,4	14,9	17,7
Ilmatsalu alevik	2,3	6,6	7,8	10,0	93,7	2,5	7,1	8,3	10,7
Maardu linn	0,2	53,2	70,7	105,2	2161,4	0,0	2,5	3,3	4,9
<b>KOKKU</b>	<b>149,7</b>	<b>224,6</b>	<b>248,4</b>	<b>317,8</b>	<b>3398,3</b>	<b>4,4</b>	<b>6,6</b>	<b>7,3</b>	<b>9,4</b>

### Tiheasustusalade tundlikkus rannikumere ja siseveekogude üleujutustele

Üleujutusohuga seotud riskipiirkondadesse jäävate elanike arvu hindamisel on rahvaarvu andmete aluseks 31.12.2011 korraldatud rahva ja eluruumide loendus. Üleujutusala areaalid laeti üles Statistikaameti kaardirakendusse, mille abil on võimalik kokku lugeda täpne elanike arv ohualas täpsusastmega 10 inimest<sup>18</sup>. Sealjuures ei ole hindamisel prognoositud rahvaarvu muutust, kuigi on ilmselge, et isegi 10-aastase perspektiiviga võib rahvaarvus toimuda muutusi, rääkimata väikese tõenäosusega 1000-aastase perioodi rahvaarvu prognoosist. Rahvaloenduse näitajad annavad lähteolukorrana piisava info edasiste meetmete olulisuse ja prioriteetsuse väljaselgitamisel.

### Rannikumere üleujutused

Rannikumere üleujutused avaldavad kõige otsesemat mõju 2011. aasta rahvaarvu arvestades vähemalt kord kümne aasta jooksul 990 (0,5%), kord viiekümne aasta jooksul 4900 (2,3%), kord saja aasta jooksul 6580 (3,1%) ja kord tuhande aasta jooksul 14490 (6,9%) rannikuäärsete linnade ja alevike elanikule (Tabel 3.4.2.4).

<sup>18</sup> [Statistikaameti kaardirakendus](#)

Absoluutarvused vaadates on otsene mõju vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu elanikele, kus üleujutuseladel elab 600 inimest (1,5% Pärnu elanikest). Nasva alevikus elab vähemalt kord 10 aasta jooksul üleujutatavatel aladel 280 elanikku ehk 82% asustusüksuse elanikest ja Haapsalus 60 inimest (1%).

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu elanikke. Potentsiaalseid kannatajaid on 2710 inimest, ehk 7% elanikest. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ja Tallinnas Kesklinna ja Haabersti linnaosades, kus üleujutuselal elav vastavalt 700 (1,5%) ja 530 (1,3%) inimest. Haapsalus on üleujutuselal elavaid inimesi 320 ja Kuressaares 160.

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad kannatusi 3790 elanikule Pärnus, 830 elanikule Haaberstis (Tallinn), 730 elanikule Kesklinnas (Tallinn) ja 440 elanikule Haapsalus. Oluline mõju avaldub ka Saaremaal ja läänerranniku alevikes, kus Nasvas on kannatajaid 330, Kuressaares 220, Võistes 110 ja Virtsus 40.

**Tabel 3.4.2.4.** Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustus- üksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	280	330	330	340	340	82,4	97,1	97,1	100,0
Võiste alevik	20	100	110	250	462	4,3	21,6	23,8	54,1
Virtsu alevik	10	30	40	220	539	1,9	5,6	7,4	40,8
Pärnu linn	600	2710	3790	8460	39728	1,5	6,8	9,5	21,3
Haapsalu linn	60	320	480	1020	10251	0,6	3,1	4,7	10,0
Paralepa alevik	0	0	10	30	306	0,0	0,0	3,3	9,8
Häädemeeste alevik	0	0	0	60	692	0,0	0,0	0,0	8,7
Kuressaare linn	10	160	220	570	13166	0,1	1,2	1,7	4,3
Kesklinna linnaosa	0	700	730	1860	46494	0,0	1,5	1,6	4,0
Haabersti linnaosa	10	530	830	1580	41694	0,0	1,3	2,0	3,8
Kudjape alevik	0	10	10	20	574	0,0	1,7	1,7	3,5
Uuemõisa alevik	0	0	10	30	1025	0,0	0,0	1,0	2,9
Tabasalu alevik	0	0	10	20	3527	0,0	0,0	0,3	0,6
Pirita linnaosa	0	10	10	10	16165	0,0	0,1	0,1	0,1
Põhja-Tallinna linnaosa	0	0	0	20	53881	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>KOKKU</b>	<b>990</b>	<b>4900</b>	<b>6580</b>	<b>14490</b>	<b>228844</b>	<b>0,4</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>6,3</b>

Kõige suuremad prognoositud üleujutuste esinemistõenäosus on väga väike – vähemalt kord tuhande aasta jooksul. Taoliste üleujutuste esinemise korral kannatab Pärnus 8460 inimest, Tallinna Kesklinna linnaosas 1860 inimest ja Haabersti linnaosas 1580 inimest, Haapsalus 1020 inimest, Kuressaares 570 inimest, Nasvas 340

inimest, Võistes 250 inimest, Virtsus 220 inimest ja Häädemeestes 60 inimest. Väiksemates rannikualevikes ja Tallinnas Põhja-Tallinna ning Pirita linnaosades elab taolistel üleujutatavatel aladel vähem inimesi.

Vaadates rahvastiku suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva, Võiste ja Virtsu alevikud, kus üleujutatud aladel elab vastavalt 100% (340), 54% (250) ja 41% (220) elanikest.

Mõju avaldub ka hoonestusele. Rannikumere üleujutuste poolt on mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 843 (2%), kord viiekümne aasta jooksul 2271 (5,3%), kord saja aasta jooksul 3177 (7,4%) ja kord tuhande aasta jooksul 6397 (15%) rannikuäärsete linnade ja alevike eluhoonetest (Tabel 3.4.2.5).

Absoluutarvused vaadates on vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu eluhoonetele, kus kahjustada saab 408 eluhoonet (3,5%). Nasva alevikus saab üleujutuste käes kahjustada vähemalt kord 10 aasta jooksul 271 (89%) ja Haapsalus 100 eluhoonet (3,3%).

**Tabel 3.4.2.5.** Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala eluhoonestu				Eluhoonete arv asustus- üksuses	Üleujutuseala eluhoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	271	301	302	303	303	89,4	99,3	99,7	100,0
Virtsu alevik	5	38	55	307	454	1,1	8,4	12,1	67,6
Võiste alevik	21	58	70	139	298	7,0	19,5	23,5	46,6
Pärnu linn	408	1193	1734	3632	11743	3,5	10,2	14,8	30,9
Haapsalu linn	100	290	388	672	3047	3,3	9,5	12,7	22,1
Häädemeeste alevik		1	5	66	416	0,0	0,2	1,2	15,9
Haabersti linnaosa	15	212	373	696	4991	0,3	4,2	7,5	13,9
Uuemõisa alevik	2	4	7	28	254	0,8	1,6	2,8	11,0
Kuressaare linn	19	135	182	421	4562	0,4	3,0	4,0	9,2
Kudjape alevik		6	10	17	250	0,0	2,4	4,0	6,8
Pirita linnaosa	2	4	4	5	259	0,8	1,5	1,5	1,9
Tabasalu alevik		1	9	18	1008	0,0	0,1	0,9	1,8
Kesklinna linnaosa		22	26	61	4240	0,0	0,5	0,6	1,4
Paralepa alevik		3	9	21	3499	0,0	0,1	0,3	0,6
Põhja-Tallinna linnaosa		3	3	11	7351	0,0	0,0	0,0	0,1
<b>KOKKU</b>	<b>843</b>	<b>2271</b>	<b>3177</b>	<b>6397</b>	<b>42675</b>	<b>2,0</b>	<b>5,3</b>	<b>7,4</b>	<b>15,0</b>

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu eluhooneid. Potentsiaalselt saab kahjustada 1193 eluhoonet, ehk 10%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Nasva alevikus, Haapsalus, Tallinnas Haabersti linnaosas ja Kuressaares, kus kahjustada saavate eluhoonete arv on vastavalt 301 (99,3%), 290 (9,5%), 212 (4,2%) ja 135 (9,5%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad kahjustusi 1734 eluhoonele Pärnus, 388 Haapsalus, 373 Haaberstis (Tallinn). Oluline mõju avaldub ka Saaremaal ja läänerranniku alevikes, kus Nasvas on kahjustada saavate eluhoonete arv 302, Kuressaares 182, Võistes 70 ja Virtsus 55.

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul aset leidvate ulatuslike üleujutuste esinemise korral saab Pärnus kahjustada 3632 eluhoonet, Tallinna Haabersti linnaosas 696 eluhoonet, Haapsalus 672 eluhoonet, Kuressaares 421 eluhoonet, Nasvas 303 eluhoonet, Virtsus 307 eluhoonet, Võistes 139 eluhoonet ja Hädemeestes 66 eluhoonet. Kahju all kannatavate eluhoonete hulk on märksa väiksem väiksemates rannikuallevikes ja Tallinnas Põhja-Tallinna ning Pirita linnaosades.

Vaadates eluhoonete suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva ja Võiste alevikud, kus üleujutatavatele aladele jääb vastavalt 89,4–100% (271–303) ja 1,1–67,6% (5–307) eluhoonetest.

Rannikumere üleujutuste poolt on mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 14 (1,2%), kord viiekümne aasta jooksul 44 (3,6%), kord saja aasta jooksul 58 (4,8%) ja kord tuhande aasta jooksul 152 (12,6%) rannikuäärsete linnade ja alevike ühiskondlikest hoonetest (Tabel 3.4.2.6).

Vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu, Haapsalu ja Võiste ühiskondlikele hoonetele, kus kahju kannatab vastavalt 10 (3,2%), 2 (2,1%), ja 2 (18,2%) hoonet.

Vähemalt kord viiekümne aasta jooksul aset leidvad üleujutused mõjutavad samuti kõige enam Pärnu ühiskondlikke hooned. Potentsiaalselt saab kannatada 25 ühiskondlikku hoonet, ehk 8,0%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Haapsalus ja Võistes kus kannatada saavate ühiskondlike hoonete arv on vastavalt 11 (11,5%), ja 7 (63,6%).

Vähemalt kord saja aasta jooksul aset leidvad suuremad üleujutused põhjustavad Pärnus kahju 33 ühiskondlikule hoonele (10,6%). Oluline mõju on taolistel üleujutustel Haapsalus ja Võistes, kus kannatada saavate ühiskondlike hoonete arv on vastavalt 12 (12,5%), ja 7 (63,6%).

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul aset leidvate ulatuslike üleujutuste esinemise põhjustab kahju 100 ühiskondlikule hoonele Pärnus (31,1%), 22 ühiskondlikule hoonele Haapsalus (22,9%), 14 ühiskondlikule hoonele Tallinna Kesklinna linnaosas (2,3) ja 8 ühiskondlikule hoonele Võiste alevikus (72,7%).

Üleujutuslabeledele jäävate ühiskondlike hoonete seas on olulisemad Haapsalu Neuroloogiline rehabilitatsioonikeskus, Pärnu haigla päevakeskus, Pärnu haigla nahahaiguste osakond, Pärnu Kesklinna Lasteaed, Pärnu Tammsaare Lasteaed, Haapsalu Algkool, Haapsalu Sanatoorne Internaatkool, Virtsu kool, Pärnu Vene Gümnaasium, Pärnu Vanalinna Põhikool, Tallinna Juudi Kool, Tallinna Ülikool, Tartu Ülikooli Pärnu Kolledž, Eesti Ettevõtluskõrgkool Mainori Kuressaare Õppekeskus, Eesti Ettevõtluskõrgkool Mainori Pärnu Õppekeskus, TLÜ Balti Filmi- ja Meediakool, Tallinna Ülikooli Astra maja, Pärnu politseijaoskond, Pärnu maavalitsus ja Lääne maavalitsus.

**Tabel 3.4.2.6.** Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ühiskondlike hoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala jäävate hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võiste alevik	2	7	7	8	11	18,2	63,6	63,6	72,7
Pärnu linn	10	25	33	100	312	3,2	8,0	10,6	32,1
Virtsu alevik			2	3	12	0,0	0,0	16,7	25,0
Haapsalu linn	2	11	12	22	96	2,1	11,5	12,5	22,9
Pirita linnaosa			2	2	65	0,0	0,0	3,1	3,1
Kuressaare linn				3	106	0,0	0,0	0,0	2,8
Kesklinna linnaosa		1	2	14	609	0,0	0,2	0,3	2,3
<b>KOKKU</b>	<b>14</b>	<b>44</b>	<b>58</b>	<b>152</b>	<b>1211</b>	<b>1,2</b>	<b>3,6</b>	<b>4,8</b>	<b>12,6</b>

### Siseveekogude üleujutused

Jõgede üleujutused on kõige ulatuslikumad Tartus, kus Emajõe üleujutuste tõttu kannatab vähemalt kord 10 aasta jooksul *ca* 10 inimest (0%), kord 50 aasta jooksul 1060 inimest (1%), kord 100 aasta jooksul 1110 inimest (1%) ja kord 1000 aasta jooksul 3470 inimest (3,6%). Kärdlas on kõikumised märksa tagasihoidlikumad, erinevate tõenäosustega – 5–8 ha, mis moodustab 1–2% asustusüksuse pindalast. Paide linnas tekkivad üleujutused otseselt inimesi ei mõjuta (tabel 3.4.2.7).

**Tabel 3.4.2.7.** Jõgede üleujutused ja nende mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustusüksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	10	1060	1110	3470	97600	0,0	1,1	1,1	3,6
Kärkla linn	20	20	20	30	3050	0,7	0,7	0,7	1,0
Paide linn	0	0	0	0	8228	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>KOKKU</b>	<b>30</b>	<b>1080</b>	<b>1130</b>	<b>3500</b>	<b>108878</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,2</b>

Tartus kannavad kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 14 eluhoonet, vähemalt kord 50 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 181 eluhoonet, vähemalt kord 100 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 228 eluhoonet ja vähemalt kord 1000 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 603 eluhoonet. Kärdlas on vastavad numbrid 21, 30, 31 ja 39. Paides on mõju eluhoonetele märksa väiksem (tabel 3.4.2.8). Äri-, tootmis- ja ühiskondlik tegevus on kõige otsesemalt jõgede üleujutustest häiritud vaid Tartus, kus erineva ulatusega üleujutuste korral kannavad kahju 0–43 äri-, 4–37 tootmis- ja 1–11 ühiskondlikku hoonet, nende seas olulisemana Stigma Erakliinik, Biokliinik ja Tartu Raatuse Kool (Lisa 2 tabel 3 ja tabel 4 ja 3.4.2.9).

**Tabel 3.4.2.8.** Jõgede üleujutuste potentsiaalne mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Eluhoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	14	181	228	603	18484	0,1	1,0	1,2	3,3
Kärdla linn	21	30	31	39	2327	0,9	1,3	1,3	1,7
Paide linn		1	2	6	2142	0,0	0,0	0,1	0,3
<b>KOKKU</b>	<b>35</b>	<b>212</b>	<b>261</b>	<b>648</b>	<b>22953</b>	<b>0,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>2,8</b>

**Tabel 3.4.2.9.** Jõgede üleujutused ja nende mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ühiskondlike hoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	1	1	3	11	582	0,2	0,2	0,5	1,9

Järvede üleujutused on kõige ulatuslikumad Võrus, kus Tamula järve üleujutuste tõttu kannatab vähemalt kord 10 aasta jooksul *ca* 20 inimest (0,2%), kord 50 aasta jooksul 70 inimest (0,6%), kord 100 aasta jooksul 80 inimest (0,6%) ja kord 1000 aasta jooksul 290 inimest (2,3%). Maardu linnas mõjutavad otseselt üleujutused, mille esinemistõenäosus on kord 50 aasta jooksul, kus kannatab 30 inimest. Saja aasta üleujutused mõjutavad 80 inimest ja tuhande aasta üleujutused 110 inimest. Ilmatsalu alevikus tekkivad üleujutused otseselt inimesi ei mõjuta (Tabel 3.4.2.10).

**Tabel 3.4.2.10.** Järvede üleujutused ja nende mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustus- üksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	20	70	80	290	12667	0,2	0,6	0,6	2,3
Maardu linn	0	30	80	110	17524	0,0	0,2	0,5	0,6
<b>KOKKU</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>400</b>	<b>30583</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>

Võrus kannavad kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 21 eluhoonet, vähemalt kord 50 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 65 eluhoonet, vähemalt kord 100 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 79 eluhoonet ja vähemalt kord 1000 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 282 eluhoonet. Maardus on vastavad numbrid 0, 103, 223 ja 297 (Tabel 3.4.2.11). Äri- ja tootmistegevus on kõige otsesemalt järvede üleujutustest häiritud vaid Võrus, kus erineva ulatustega üleujutuste korral kannavad kahju 0–4 äri- ja 0–3 tootmishoonet (Lisa tabel 5 ja tabel 6). Avalik sektori töö on enim järvede üleujutustest häiritud Ilmatsalu alevikus, kus üleujutusohualas asub Tähtvere vallavalitsuse hoone ja konstaablipunkt (Tabel 3.4.2.12).



**Tabel 3.4.2.11.** Järvede üleujutused ja nende mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Eluhoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	21	65	79	282	3196	0,7	2,0	2,5	8,8
Maardu linn		103	223	297	5415	0,0	1,9	4,1	5,5
<b>KOKKU</b>	<b>21</b>	<b>168</b>	<b>302</b>	<b>579</b>	<b>8638</b>	<b>0,2</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>	<b>6,7</b>

**Tabel 3.4.2.12.** Järvede üleujutused ja nende mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala jääv hoonestu				Ühiskondlik e hoonete arv asustus- üksuses	Üleujutusala jäävate hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Ilmatsalu alevik		1	1	1	5	0,0	20,0	20,0	20,0

### Rakendatud meetmed

Planeerimisseadus, looduskaitseadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanjuhtimissüsteemi seadus, veeseadus jt seadused võimaldavad planeeringute koostamisel üleujutustega kaasnevaid riske ennetada. Põhimõtteliselt on üleujutuste puhul pädev sama õigusraamistik, mis ka tormiriskide korral (vt eelmine osa).

Veemajanduskavade koostamise protsessis on Keskkonnaministeerium 2014. aasta lõpus lisaks kaardistanud üleujutusohuga riskipiirkonnad, avalikustanud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministeerium, 2015). See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja strateegiliselt kavandatud kliimakohanemise tegevuses **kõige põhjalikumalt läbi töötatud valdkond**. Seetõttu on kavas teha ettepanek tõsta maandamiskavad kliimamuutustega kohanemise strateegia rakenduskava autonoomseks osaks. Samuti lähtuda kohanemisstrateegia linnaplaneerimise, rannikualade, maaparanduse, inimtervise ja päästevõimekuse valdkonna eesmärkide püstitamisel veemajanduskavade väljatöötamise tulemustest ja tegevustiku eesmärkidest üleujutusriskide osas (vt ka Tabel 3.4.2.13).

**Tabel 3.4.2.13.** Lääne-Eesti ja Ida-Eesti vesikonnas üleujutusohuga seotud riskidega linnad<sup>19</sup> ning nende üldplaneeringutes kajastatud kliima ja üleujutusega seonduvad aspektid

Linn	Kehtestatud	Üldplaneeringus kajastatud regulatsioonid kliima	üleujutus
Pärnu	Koostamisel	-	Seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel, sadevete teemaplaneering jätkutegevusena
Haapsalu	2006	-	Üleujutust on probleemina nimetatud, seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel, sadevete ärajuhtimine
Kuressaare	2012	-	Ehituskeeluvööndi vähendamine ja suurendamine
Kärdla	2012	-	Seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel
Paide	2002	-	-
Maardu	2008	-	-

<sup>19</sup> [Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad](#)

Tartu	2005	Mikrokliima parendamise meetmed	Ehituskeeluvööndi vähendamine/suurendamine
Võru	2009	-	Nenditakse, et ehitus veekogude tulvaaladel on problemaatiline, esitatakse ehituskeeluvööndis detailplaneeringut mitte vajavate ehitiste loend
Kohtla-Järve (Järve linnaosa)	2008	-	-

Üleujutusriske maandatakse sõltuvalt ohutegurist kaldakaitserajatiste, drenaaži ja kanalisatsioonivõrkude ning rohe- ja veealade abil. Viimasel ajal on kliimakohanemise seisukohalt linnakeskkonnas üha olulisemaks muutumas ökosüsteemide teenuste ja rohevõrgustiku roll, kus julgelt on vaja sekkuda teatud rohe- ja veealade säilitamiseks puhveraladena või nende efektiivsemaks kujundamisel (Foster *et al.*, 2011b; La Greca *et al.*, 2011). Rohe- ja veealade integreerimine puhveraladena (nn rohelised ja sinised meetmed) võtab arvesse looduslikke protsesse ja olusid, on isekohanevad ning nende ökosüsteemide teenused aitavad paremini kaasa kvaliteetse linnakeskkonna loomisele ja toimivad ohustatud liikide elupaikade ja looduskaitsealadena (Ahern, 2007; Fryd *et al.*, 2011; Wu & Wu, 2013). Need on oluliseks täienduseks nn hallidele meetmetele – drenaažile, kanalisatsioonile ja pumplatele, mis on liigvee ärajuhtimisel küll efektiivsed, aga roheliste ja siniste meetmetega võrreldes küllaltki monofunktsionaalsed ja jäigad (Zhang *et al.*, 2011). Kõik üldplaneeringud, mis on koostatud ja kehtestatud pärast 2003. aastat, sisaldavad ka roheline võrgustiku teemat, kus traditsiooniliselt kajastatakse linna rohealaid ning nendega seonduvaid tingimusi – võrgustiku sidusust, haljastuse osakaalu, olemasolevaid ja kavandatavaid haljasalaid jne –, kuid nende olulisust üleujutuste mõjude leevendamisel ei ole seni oluliseks peetud.

#### Üleujutuste käsitlemine Pärnu linna üldplaneeringus

Positiivseks näiteks saab pidada ka koostatavat Pärnu linna üldplaneeringut (ja selle KSH aruannet) üleujutuse ning sadevete ärajuhtimise teemade käsitlemises (Pärnu Linnavalitsus, 2014). Teiste planeeringutega sarnaselt ei viidata otseselt kliimamuutustega seonduvale, kuid erinevad teemad põhimõtteliselt toetavad kliimamuutustega kohanemist (lisaks eelnevatele ka nt roheline võrgustiku teema). Üldplaneeringu ptk 11 sätestab nõuded tehnovõrkudele, detailsed nõuded ehitistele (nt alla 3 m samakõrgusjoonega maa-aladel tuleb arvestada üleujutusriskiga ja ehitiste vastavad konstruktsioonid rajada veekindlatena või hingavatena, reeglina määrata uute põhihoonete esimese maapealse korruse põranda lubatavaks madalaimaks ehituskõrguseks Pärnu linnas 3 m jne). Samuti sätestatakse, et detailplaneeringu koostamisel tuleb hinnata võimalikke riske. Arenduse puhul, kus on olemas kehtiv detailplaneering, kuid ehitisluba ei ole veel väljastatud, tuleb arvestada võimalike riskidega ehitiste projekteerimisel (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 166–167). Sadevete küsimused on kavas lahendada edaspidi üldplaneeringu teemaplaneeringuga.

Koostatavas Pärnu linna üldplaneeringus moodustab eraldi peatüki teema rohestruktuur ja puhkealad (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 136–144). Nimetatud ptk-is seatakse muuhulgas tingimus, mille kohaselt ei ole linnas paiknevate ojade sulgemine lubatud ning võimalusel tuleb torudesse suunatud ojad avada. Haljastusega seonduvat käsitletakse üldplaneeringus läbivald, st enamike juhtotstarvete lõikes on seatud haljastuse põhimõtted (haljastuse osakaal, liik vms). Ptk-is 9.2 sätestatakse põhimõttena, et kaubanduskeskuste maapealsed parklad tuleb haljastusega liigendada.

Seoses üleujutusosaladega on analoogseid ehitustingimusi sätestatud ka näiteks Kärkla ja Haapsalu üldplaneeringus (vt Tabel 3.4.2.13). **Tabel 3.4.2.13**

**Paduvihmade üleujutusrisk.** Kliimamudelite prognooside kohaselt suureneb tulevikus paduvihmade üleujutusrisk (Tabel 3.4.2.14). Sellest tulenevalt muutub üha olulisemaks sademevee ärajuhtimisega arvestamine planeerimisel ja projekteerimisel. Ühe võimalusena paduvihmade poolt põhjustatud riskialade määratlemiseks saab kasutada sademevee äravoolu mudeleid. Käesoleva projekti raames viidi läbi riskialade määramine Pärnu linna näitel.

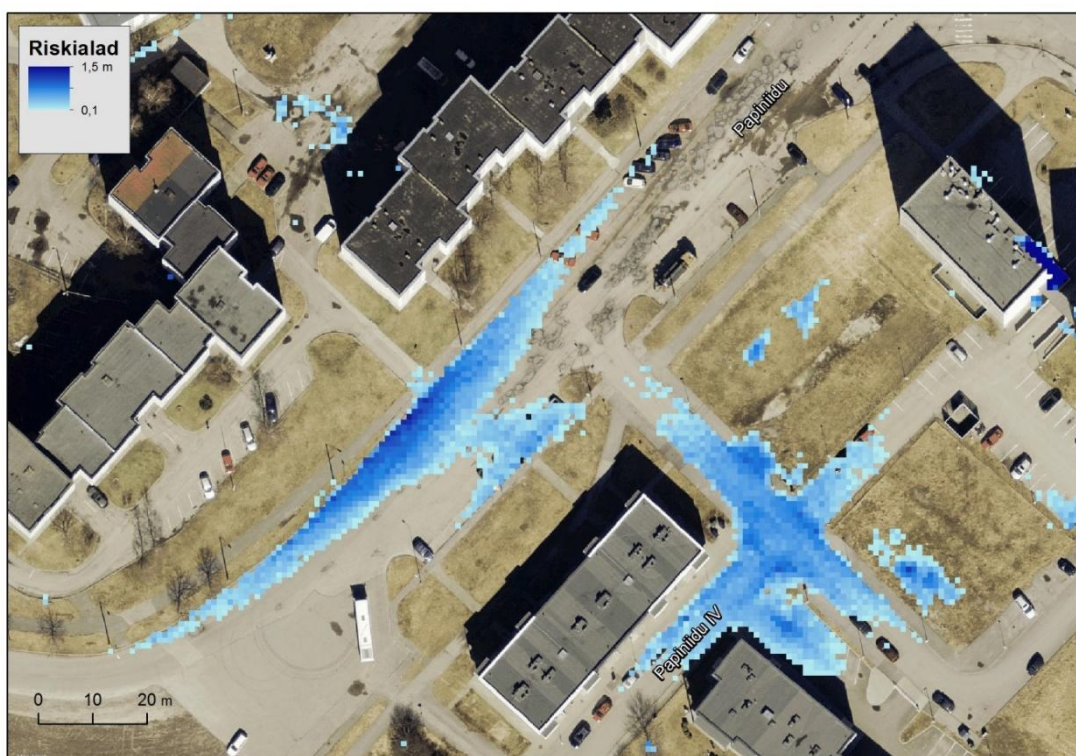
**Tabel 3.4.2.14.** Ööpäevas 30 mm ületavate sademete esinemissagedus kontrollperioodil ja prognoos vastavalt Luhamaa jt (2015) toodud muutuse protsentidele

Periood	Türi	RCP4.5		RCP8.5	
	1971–2000	2040–2070	2070–2100	2040–2070	2070–2100
Juuni, juuli, august	28	35	38	39	46

Paduvihma simulatsiooni tulemused olid järgmised:

- 5 min intervalliga veesügavuse ja voolukiiruse  $1 \times 1$  m lahutusega rasterkihid  $5,4 \times 5,5$  km alal;
- maksimaalsete veesügavuste ja veevoolukiiruste  $1 \times 1$  m lahutusega rasterkihid  $5,4 \times 5,5$  km alal;
- veesügavuse ja veevoolukiiruse andmed huvipunktides 1 min intervalliga.

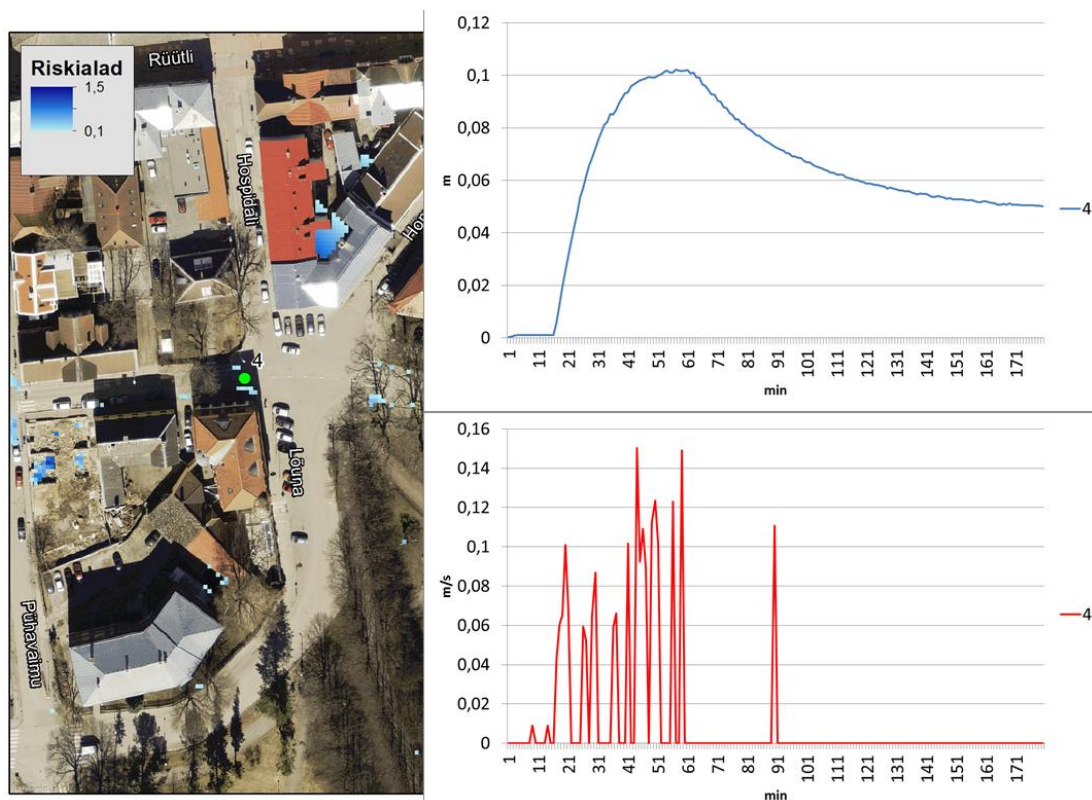
Joonisel 3.4.2.2 on näitena toodud vee kogunemisest tingitud üleujutuse riskiala Mai asumis.



**Joonis 3.4.2.2.** Üleujutuse riskiala Mai asumis

Huvipakkuvates kohtades on simulatsiooni tulemusi võimalik väljastada ka väga väikese ajalise intervalliga, näiteks iga minuti järel. Joonisel 3.4.2.3 on esitatud Kuninga ja Hospidali tänava ristmik, kus vihmajärgu lõpuks on veesügavus tõusnud üle 10 cm ning hakkab seejärel kiiresti langema.

Kuna mudelil olid sademeevee voolu ja kogunemist väga tugevalt mõjutavad eeldused, on ka tulemused tähelepanu suunava, indikatiivse tähendusega. Tulevastes uuringutes tuleb simulatsioonitulemusi kontrollida tegelike paduvihma poolt tingitud üleujutuste mõõtmistega ning täiendada kõrgusmudelit truupide ja sillaaluste veevoolusängide andmetega. Samuti tuleks koguda andmeid olemasoleva sademeeve kanaliseerimise kohta ning otsida võimalusi nende arvesse võtmiseks simulatsiooni läbiviimisel.



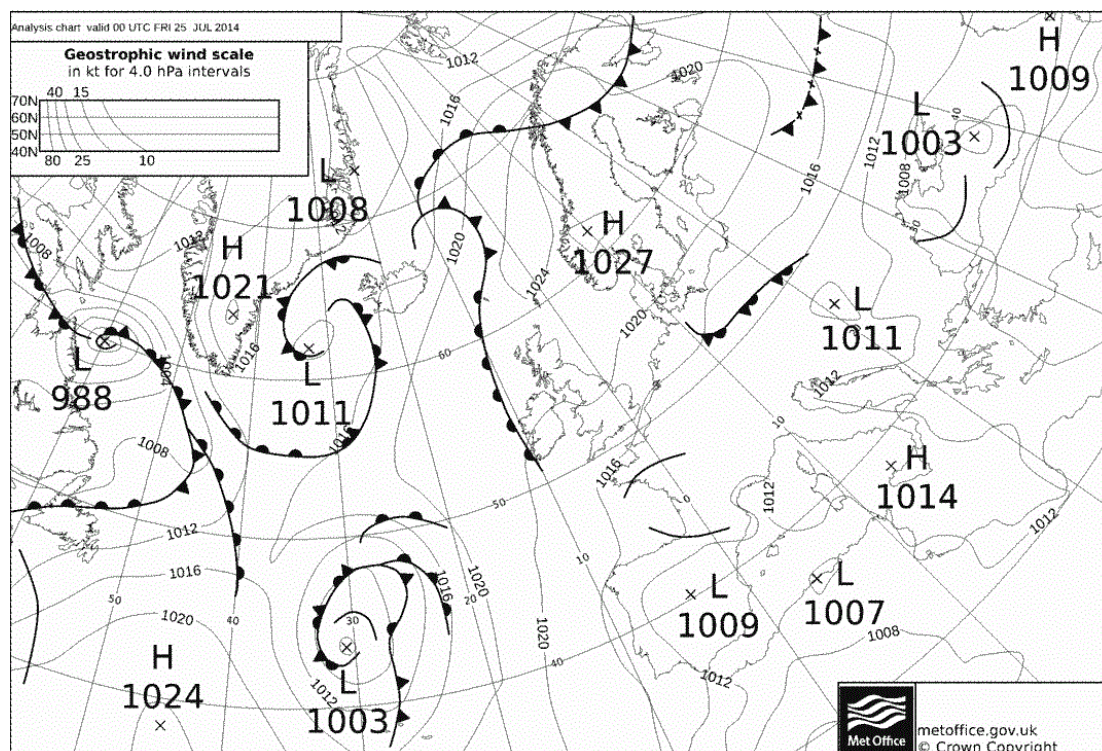
**Joonis 3.4.2.3.** Veevoolu dünaamika Kuninga ja Hospidali tänava ristmikul (tekivad sisehoovilombid)

### 3.4.3. Kuumalained

#### Probleem

Püsivad kõrged õhutemperatuurid seonduvad antitsükloni ehk kõrgrõhkkonna levikuga Eestis. Selline antitsüklon paikneb ulatuslikul alal nin selle lääne- või edelaserva mööda liigub põhja poole väga soe mereõhk Vahemerelt või kuiv mandiline õhk Lõuna-Venemaalt ja Kesk-Aasiast. Kui antitsüklonid on moodustunud mandrilise parasvöötme kuivas õhumassis, on ilm kuiv ja vähese pilvisusega ning õhu temperatuur väga kõrgele (kuni  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Väga harva on soojenemine seotud troopilise õhu jõudmisega meie laiuskraadideni (Tammets, 2012).





**Joonis 3.4.3.1.** Ilmakaart 25. juulist 2014, kui algas kuumalaine Eestis. Eesti kohal püsib võimas kõrgrõhkkond, mille kese on Norras (H – kõrgrõhkkond, L – madalrõhkkond). Allikas: Wetterzentrale.de ilmakaartide arhiiv<sup>20</sup>

Kuumalained on üks peamisi kliimariske, mis Euroopa linnu mõjutab (EEA, 2012). On väga tõenäoline, et nende esinemissagedus ja intensiivsus kasvab (IPCC, 2012). Kõrged temperatuurid suurendavad haigusjuhtumite ja surmajuhtumite arvu, siseruumide ülekuumenemist ning vähendavad tööjõu produktiivsust (Åström *et al.*, 2013; Hübler *et al.*, 2008). Näiteks Hollandis läbi viidud hinnangulised arvutused näitasid, et temperatuur üle 25 °C põhjustab tööjõu produktiivsuse langust nii sise- kui välitingimustes. Uuringus leiti, et olenevalt kliimastenaariumist ulatuvad konditsioneerimatuses ja kuumades välitingimustes töötamisest tuleneva võimaliku produktiivsuse languse tõttu saamata jääv tulu nullist kuni mitmesaja miljoni euroni aastas (Seppänen *et al.*, 2004). Inimtervise seisukohast on olulised kuumalained, mis võimenduvad linnades, sageli linna soojussaare efektina (Rizwan *et al.*, 2008; Kovats & Hajat, 2008; Daanen *et al.*, 2011), põhjustades haigestumist ja suremust, mille suhtes on eriti tundlik eakam elanikkond (EEA, 2008). Viimast kinnitas ka 2010. aasta erakordselt kuum suvi, kus muidu langevas suremuse trendis oli Eestis kuumalainete ajal keskmine liigsuremus 31% kõrgem eeldatud suremusest, tuues juunis, juulis ja augustis kaasa 191 surmajuhtumit (Rekker, 2013) (vt ptk 3.5).

Eestis peetakse hädaolukorraks (kuumalaineks) sellist erakordselt kuuma ilma, kus õhutemperatuur on kõrgem kui +30 °C kauem kui kaks päeva, mille tagajärjel võib sattuda ohtu inimese elu või tervis, ühtlasi tekkida kahju elutähtsatele teenustele (Terviseamet, 2011). Sellist olukorda on Eestis ajavahemikul 1961–2010 esinenud kümnel suvel (kokku 32 korral, neist 20 korda viimasel kümnendil). Meteoroloogid peavad inimese tervisele eriti ohtlikuks ööpäeva maksimaalse õhutemperatuuri

<sup>20</sup> [Wetterzentrale.de](http://Wetterzentrale.de)

püsimist +30 °C ja kõrgemal viie ja enama päeva vältel. Seda on Eestis ajavahemikul 1961–2014 ette tulnud vaid kolmel suvel: 2003. aasta juuli lõpul Edela-Eestis ning 2006. ja 2010. aasta juulis Kagu-Eestis (Tammets, 2012). Kuumalaine jõudis Eestisse ka 2014. aasta suvel ja kestis järjestikku 6 päeva (Riigi Ilmateenistus).

Samas teaduskirjanduses ja eelkõige kuuma ilma mõju tervisele käsitlevas kirjanduses kohtame erinevaid temperatuuri piirmäärasid. Näiteks paljudes riikides peetakse tavaliselt ohtlikuks öid, mil õhutemperatuur ei lasku alla +25 °C. Eestis, Türi ilmajaama andmetel pole aga vaadeldava 60 aasta jooksul ühtegi sellist ööd veel esinenud. Statistilises mõttes on Türi ööpäeva maksimumtemperatuuri 98. protsendil perioodil 1951–2010 +27 °C, mis võiks tähistada kuumalaine piiri Eesti oludes. Ehk siis uuritakse vaid neid päevi, mille temperatuur oli nii kõrge. Vaadeldaval perioodil oli neid vaid kahel protsendil päevadest.

Kuumalained võimenduvad linnades, avaldades sageli linna soojasaarena, mille tekkimise sagedus ja intensiivsus kliimamuutuste korral tõenäoliselt suureneb (Oke, 2006). Linna soojasaare efekti tekkimine on seotud eelkõige linnade maakasutuslike ja ehituslike iseärasustega (van Hove *et al.*, 2015), kus tumedad tehismaterjalid neelavad suurema osa päikesekiirgusest, mille tõttu soojenevad teed ja ehitised, mis omakorda kütavad linnaõhku nii öösel kui päeval (Grize *et al.*, 2005; Kovats & Hajat, 2008; Dousset *et al.*, 2011; Gromke *et al.*, 2015). Keskmise temperatuuri erinevus linnas ja maal võib varieeruda +3 kuni +10 °C. Seega on maakasutusel siin määrav roll. Mida rohkem on tehiskeskkonna sees rohe- ja veealaid, seda tugevam on looduskeskkonna jahutav mõju (van Hove *et al.*, 2015; Heusinkveld, 2014). Lisakoormust seab ka õhusaaste, mis ei lase pikalainelist kiirgust tagasi peegeldada, ning ka reljeef ja linnamorfoloogia, mis takistavad tuule liikumist ja vähendavad selle jahutavat mõju (Grimmond, 2007; van Hoof & Blocken, 2010; Gromke *et al.*, 2015). Lisasoojust eraldab ka igasugune inimtegevus, näiteks liikumine ja eluruumide kütmine, tootmine jms (Klok *et al.*, 2015).

Soojasaare efekt ei ole tingimata vaid suuremate linnade probleem – seda esineb ka väiksemates linnades (Steenefeld *et al.*, 2011; van Hove *et al.*, 2015; Klok *et al.*, 2012). Soojasaare uuringuid on läbi viidud mitmetes linnades, enamasti modelleerimise põhjal, kuna linnade mikrokliimat puudutavaid andmeid väga suure täpsusastmega leidub ainult üksikute linnade kohta (Rizwan *et al.*, 2008).

## Uuritus Eestis

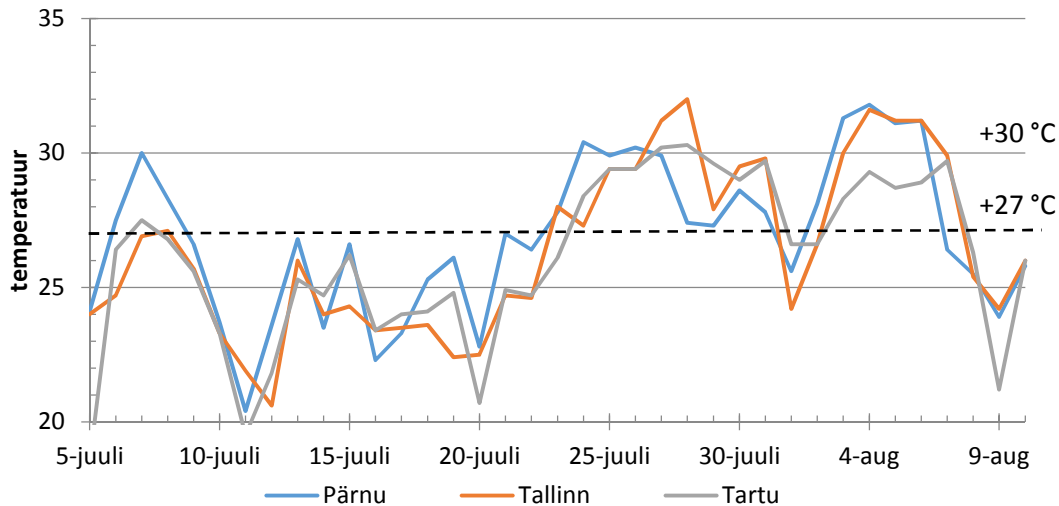
Eestis linnade mikrokliimat, sh soojusaare esinemist ja nende mõju, uuritud ei ole, küll aga on täpsemalt uuritud kuumalainete mõju inimtervisele (Rekker, 2013).

## Riskid ja haavatavus

**Kuumalaine ja soojusaare efekt Pärnus, Tallinnas ja Tartus 2014. aasta suvel.** Kuumalaine ja soojusaare kombineeritud efekti uuriti 2014. aasta suve juuli ja augusti kuumalaine näitel. Soojusaare efekti peamist komponenti – maa pinnal asuvate tehisobjektide ülekuumenemist – hinnati satelliitpiltide abil, kus on olemas nn termo- ehk soojuskanal. Teisisõnu on sensor võimeline pildistama spektrivahemikus 10,30–12,50 µm.

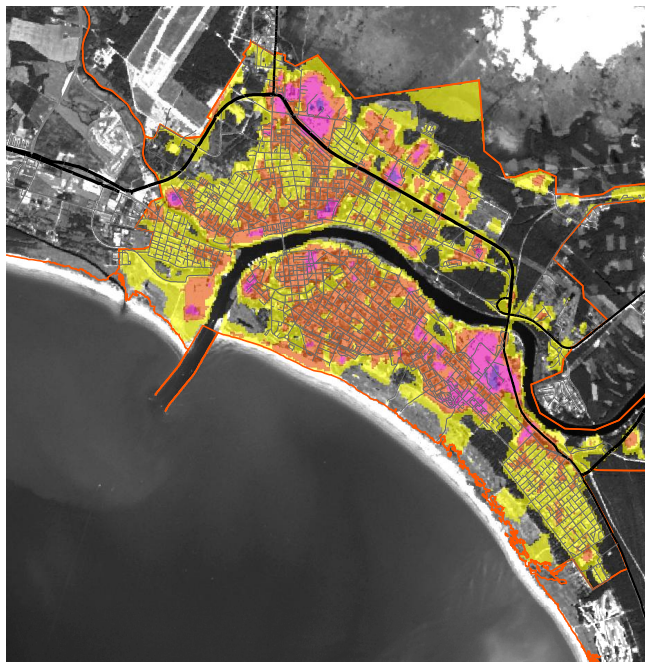
Juuli lõpus mõõdeti suures osas Eesti ilmajaamadest ööpäeva maksimumtemperatuuriks +30 °C ja enam. Pärnus, Tallinnas ja Tartus kestis üle +27

°C periood kaheksa päeva ning pärast paaripäevast pausi kestis kuum ilm veel kuus päeva (Joonis 3.4.3.2). Satelliitpildid, mis võimaldavad hinnata maapinna objektide temperatuuri, on tehtud 9. juulil, s.o enne kuumalaine algust, ja 25. juulil, kuumalaine algaasis. Need kaks pilti katavad ala Tallinnast Pärnuni, osaliselt saared, Lääne- ja osaliselt ka Kesk-Eesti kuni Viljandi ja Türi. Kolmas pilt, mis sattus kahe kuumalaine vahele, on tehtud 3. augustil, kattes Kesk-Eesti, Pärnu, Tallinna ja Tartu.

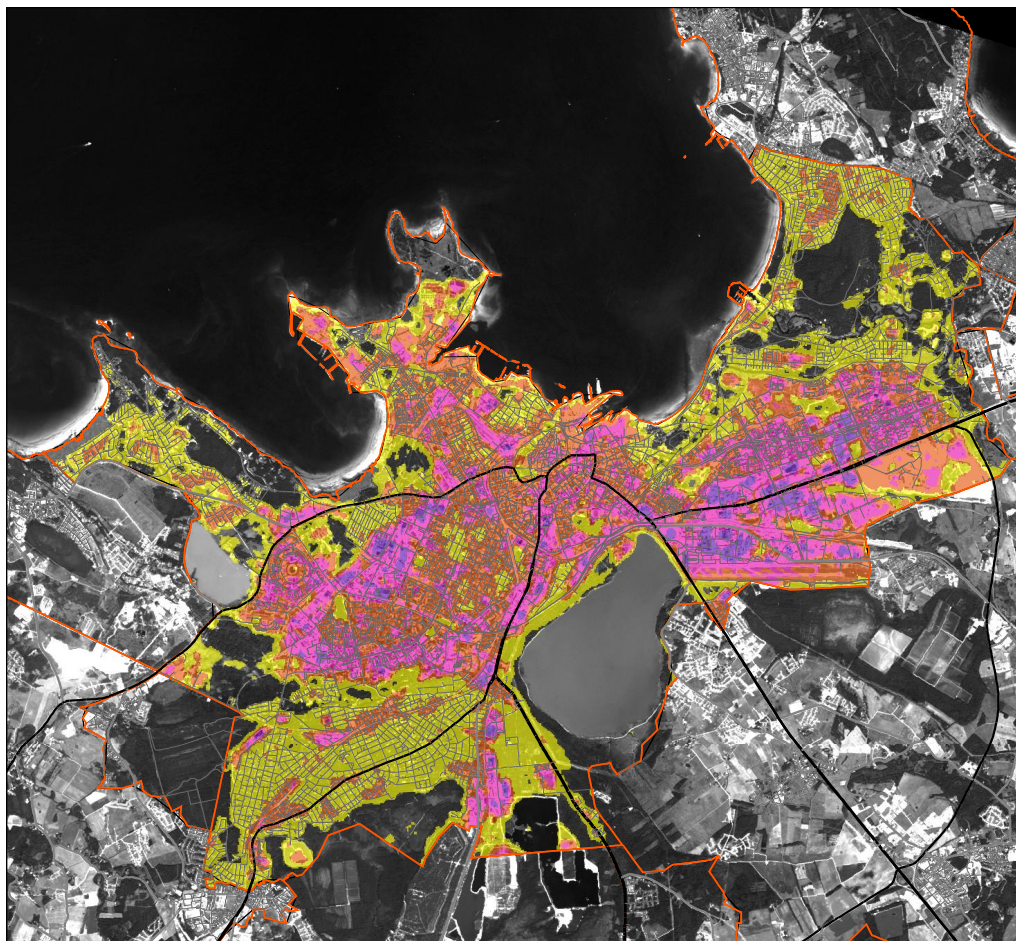


**Joonis 3.4.3.2.** 2014. aasta kuumalaine Pärnus, Tallinnas ja Tartus (Riigi Ilmateenistus)

Joonistelt 3.4.3.3 on näha situatsioon Tallinnas ja Pärnus 25. juuli 2014 seisuga. Sellel päeval oli maksimaalne õhutemperatuur mõlemas linnas üle +29 °C. Seega värviga tähistatud pinnad on erineva soojustugevusega alad +30 kraadist 5-kraadise sammuga.



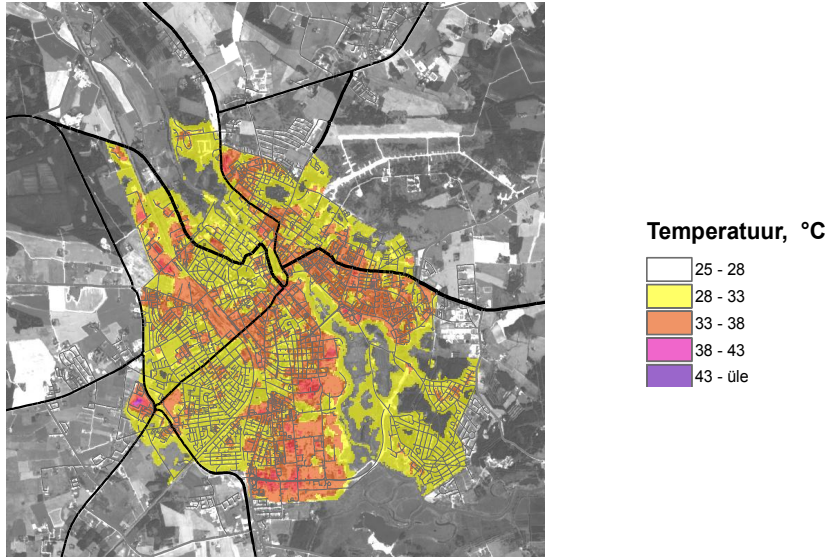




**Joonis 3.4.3.3.** Pinnatemperatuur Pärnus ja Tallinnas 25. juulil 2014

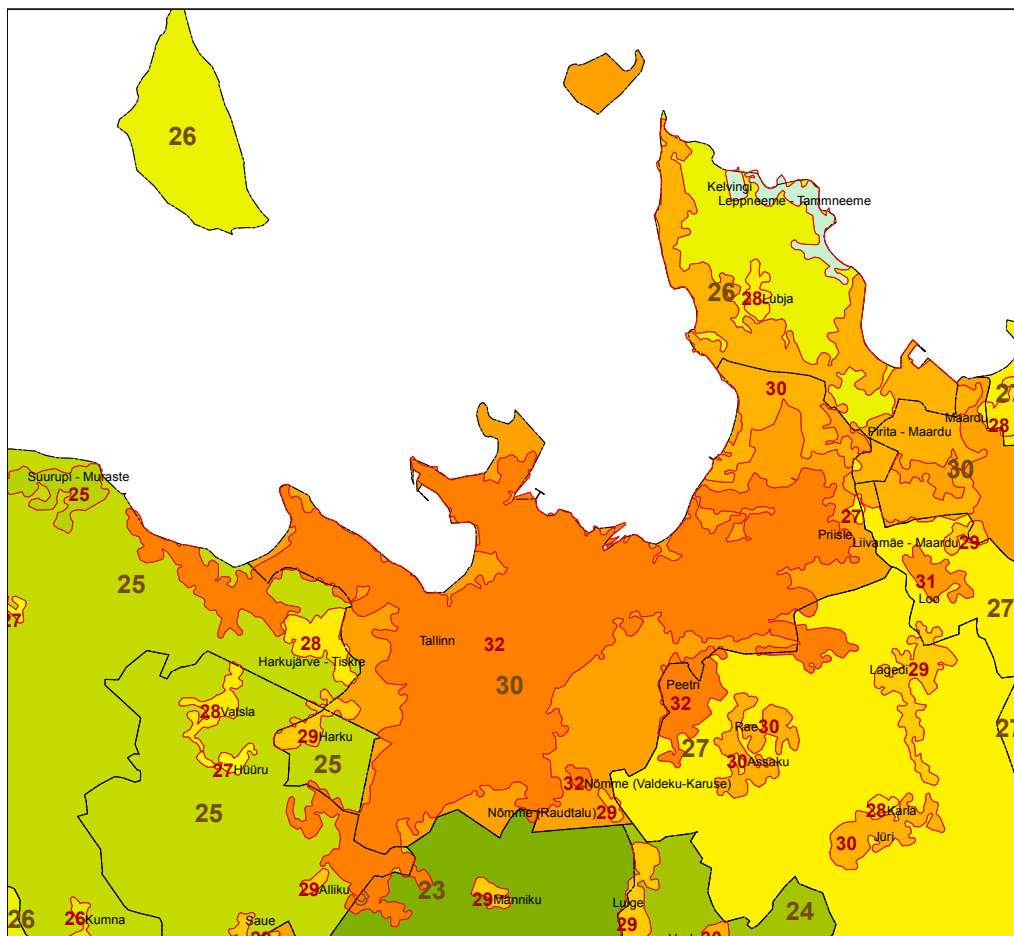
Jooniselt 3.4.3.3 näeme, et linnad tervikuna kannatavad soojussaare efekti all – rohelised asumid vähemal (kuni  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kõrghoonestus, tööstus- ja kaubandusalad suuremal määral. Kõrghoonestusega elurajoonides Tallinnas (Lasnamäel, Öismäel) on temperatuuri hüpe nagu ka tööstuse/kaubanduse puhul koguni üle 15 kraadi ehk temperatuur on üle  $+45/+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Need alad on suured ja piltidelt hästi nähtavad. Roheluse poolest tuntud Pärnu linnas joonistuvad välja just kaubanduskeskused neid ümbritsevate parklatega ja Mai rajooni korruselamud.

Tartus mõõdeti 3. augustil maksimaalseks õhutemperatuuriks  $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Joonis 3.4.3.4 illustreerib selle päeva soojussaareefekti Tartus 5-kraadise sammuga. Näeme pildilt, et soojussaar Tartus ei olnud nii dramaatiline kui nädal varem Tallinnas ja Pärnus. Suuri üle  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$  alasid, nagu Tallinnas ja Pärnus, ei moodustunud. Tartu kõrghoonestus ja tööstus/kaubandusalad kuumentasid keskmiselt kuni 15 kraadi võrra.



**Joonis 3.4.3.4.** Soojussaare efekt Tartus 3. augustil 2014

Ka väiksemates asulates oli 2014. aasta suvel tunda nii kuuma kui ka soojussaare efekti. 25. juulil tõusis temperatuur Harjumaa asulates ümbritsevana võrreldes +3 kuni +5 °C kõrgemale (Joonis 3.4.3.5). Seega võime väita, et Eesti linnad ja asulad kannatavad soojussaare efekti all juba praegu ja seda mitte vähemal määral kui kirjandusest tuntud suured linnad Lääne-Euroopas ja mujal maailmas.

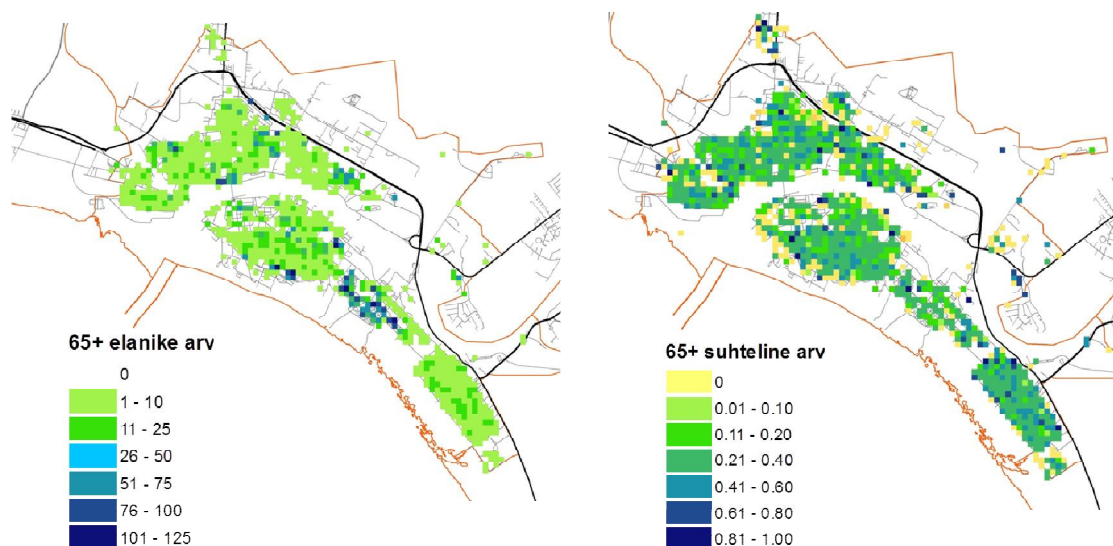


**Joonis 3.4.3.5.** Tiheasumid Tallinna ümbruses kannatavad samuti soojussaare efekti all. Hallid piirid ja numbrid on omavalitsuse piirid ja keskmine pinna temperatuur. Punased piirid ja numbrid on tiheasumite piirid ja keskmine pinna temperatuur. Leppneeme-Tammneeme tiheasumite keskmist temperatuuri ei olnud võimalik hinnata, kuna mõlemad asulad asuvad väljaspool satelliitpildi ulatust

Kuumalainete ja soojussaarte peamine otsene mõju on avaldub eelkõige inimeste tervisele. Omavalitsuste ja piirkondade tasemel on kogutud statistikat tervisehäirete ja surmajuhtumite kohta, kuumalaine mõju tervisele on käsitletud varasemates uuringutes (vt ptk 3.5). Need analüüsid põhinevad eranditult ilmajaamadest saadud andmetele, otsides statistilisi ja vahel ka ruumilisi seoseid tervise ja õhutemperatuuri vahel. Peamisteks riskigruppideks peetakse alla 4-aastaseid lapsi ja vanemat elanikkonda, mille vanuse alampiiriks kasutatakse tihti 65ndat eluaastat.

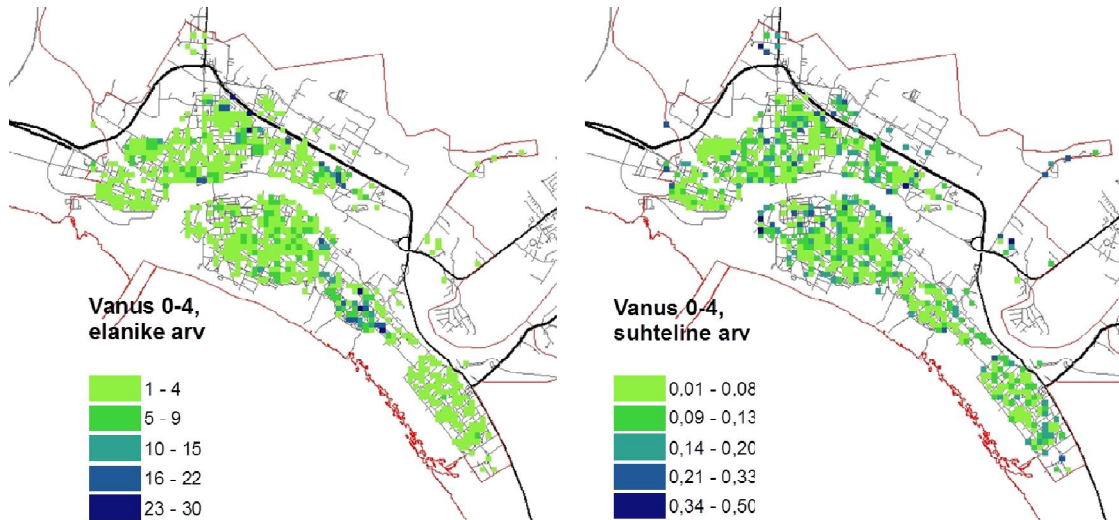
Kuna andmeid soojussaare efekti kohta oli varem üsna vähe – maapinnal asuvate objektide temperatuuri ja selle põhjustatud mõjusid tervisele ei ole Eestis veel jõutud uurida. Peale selle vajab detailne ruumiline pilt sellest, kus need saared tegelikult linna sees asuvad ja kus neis tekivad ekstreemsed temperatuurihüpped teistsugust statistikat rahva tervise kohta – andmed peavad olema varemast detailsema asukohainfoga.

Soojussaare potentsiaalset mõju võib hinnata kaardistades riskigruppide tundlikkust ehk antud juhul vanema ja kõige noorema elanikkonna paiknemist linnades ja nende osakaalu teiste elanike suhtes (Joonis 3.4.3.6). Ühendades riskirühma kaardi satelliitpildilt saadud soojussaartega, saadakse mõjukaart riskigrupi elanike kohta. Ruumilised andmed linnade rahvastiku kohta 100 × 100 meetri ruuduna on saadud Statistikaametist.

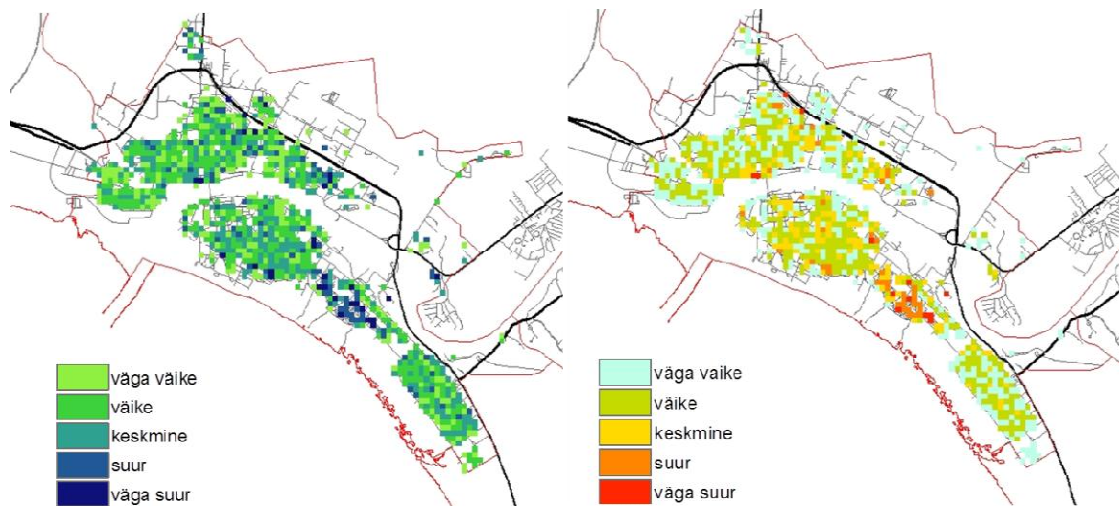


**Joonis 3.4.3.6. (A)** Tundlikkus soojussaare efekti suhtes Pärnus, vanusegrupp 65+





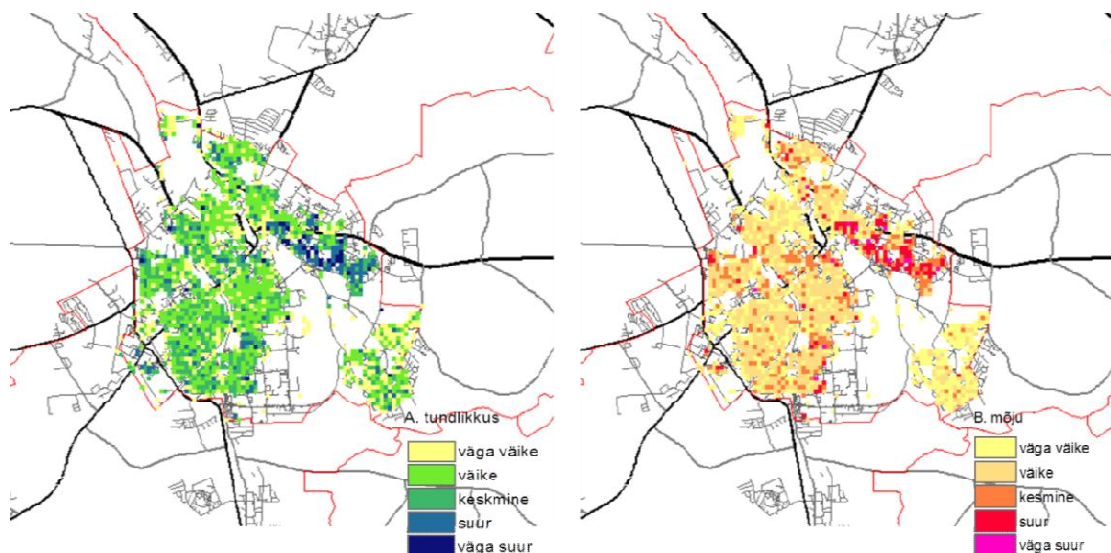
**Joonis 3.4.3.6. (B)** Tundlikkus soojussaare efekti suhtes Pärnus, vanusegrupp 0–4



**Joonis 3.4.3.6. (C)** Tundlikkus soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja mõju Pärnus, 25. juuli 2014

Soojussaare efekti analüüs Pärnu linnas (Joonis 3.4.3.6) näitab, et see on valdavalt väike kuni keskmine, välja arvatud Mai tänava korruselamute rajoonis, kus mõju on kõige suurem riskigrupi elanike kõrgema kontsentratsiooni tõttu. Suurema mõjuga üksikud hoonerühmad asuvad ka Rannarajoonis ja Vana-Pärnus.

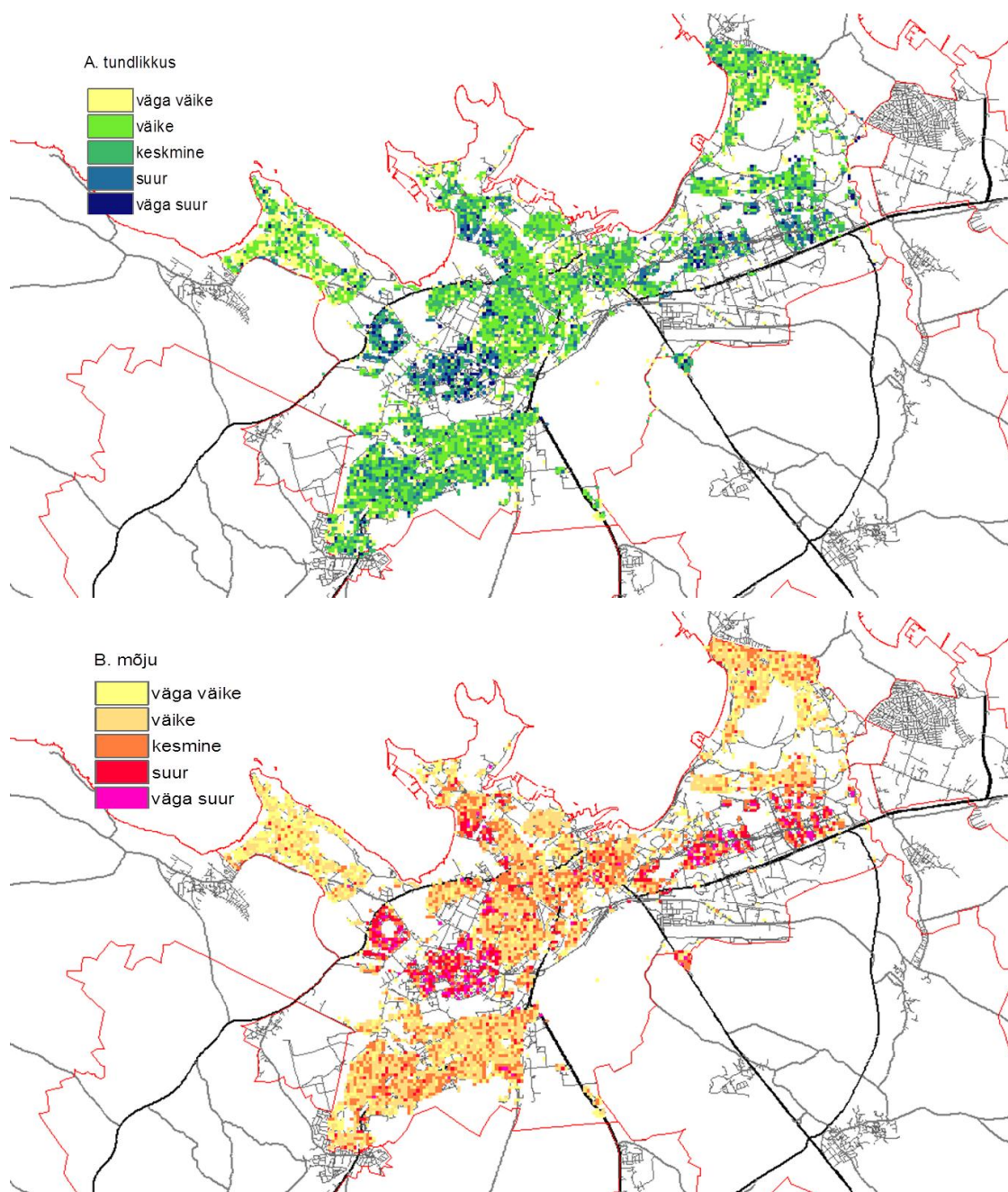
3. augusti pilt Tartu kohta on üsna rahulik (Joonis 3.4.3.7), ootusepäraselt on suurema mõjuga Annelinna linnaosa oma korruselamutega. Siin on mõlemad, nii temperatuur kui riskgruppide esindajate kontsentratsioon ja suhteline osakaal, suuremad kui mujal linnas.



**Joonis 3.4.3.7.** Tundlikkus soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja mõju Tartus, 3. august 2014

Seevastu Tallinnas oli 25. juuli kuumalaine mõju korruselamute piirkondades valdavalt suur kuni väga suur, hõlmates Lasnamäge, Õismäed, Mustamäed ja Pelguranna piirkonda (Joonis 3.4.3.8). Suurema pindalaga ja kõrgema hoonestusega alad võimendavad siin lokaalse temperatuuri tõusu koguni 20 kraadi võrra võrreldes ilmajaamas mõõdetud õhutemperatuuriga. Samuti on nendes asumites elanike tihedus suurem kui Pärnu ja Tartu paneelmajaasumites.

Üks analüüsi puudusi on see, et mõju elanikele vaadeldi üksnes nende elukohaga seoses ning ostukestuste, tööstuse ja transpordi poolt hõivatud suured alad oma ekstreemsete temperatuuridega jäid analüüsist välja. Vaatamata sellele, et valitud riskigruppide esindajad on linnaruumis vähemmobiilsed, ei tähenda see seda, et linnaplaneerimise meetmed peavad piirduma elamualadega. Inimesed satuvad töö ja argitoimetuste tõttu pidevalt elamualadest väljapoole. Samas on multifunktsionaalne Tallinna Kesklinn elurajoonide järel järgmine riskipiirkond, kus kuumalaine ja soojussaare efekt avaldavad suurt mõju.



**Joonis 3.4.3.8.** Tundlikkus (A) soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja (B) mõju Tallinnas 25. juulil 2014

Reeglina hinnatakse piirkonna haavatavust liites kliima mõju kohalikule kohanemisvõimekusele. Kohanemisvõimekus on aga inimeste teadlikkuse, hariduse, jõukuse ja vaesuse summaarne näitaja ning seda hinnatakse erinevate statistiliste näitajate ja indeksite abil, nagu näiteks SKT elaniku kohta ja Gini koefitsient. Need statistilised näitajad on saadavad omavalitsuste ja maakonna tasemel, kuid harva väljendatavad omavalitsusest detailsemal ruumilisel tasemel, näiteks linnaosa või asumil. Küll aga saab kohanemisvõimekust ja seeläbi haavatavust võrrelda linnade vahel (Tabel 3.4.3.1). Linnaaladel, kus mõju on keskmine, kasvab haavatavus



kohanemisvõimekuse langusega<sup>21</sup>. Seega võib suurema kohanemisvõimekusega linnas (linnaosas) haavatavus olla väiksem või sarnane sellele, mis on väiksema mõju ja väiksema kohanemisvõimekusega asulas või linnas.

**Tabel 3.4.3.1.** Haavatavuse määramise näide

Linn	Mõju	Kohanemisvõimekus (summaarne 0–4 ja 65+ riskigrupid)*	Haavatavus
Tallinn	0,5 – keskmine	0,479 – suur	0,2395
Tartu	0,5 – keskmine	0,627 – keskmine	0,3135
Pärnu	0,5 – keskmine	0,684 – väike	0,3420
Tallinn	0,7 – suur	0,479 – suur	0,3353
Tartu	0,5 – keskmine	0,627 – keskmine	0,3135
Pärnu	0,3 – väike	0,684 – väike	0,2052

\*Mida suurem on number, seda väiksem on kohanemisvõimekus ja suurem haavatavus. Arvutused Tanel Tamm (2015).

**Mõjud tulevikus – kuumalaine sagedus suureneb.** Mida saab kuumalainete kohta öelda tulevikukliima seisukohalt? Tehes lihtsa statistilise tehte ja liites normkliima andmetele (periood 1971–2000) modelleeritud temperatuuritõusu, saab summeerida kuumapäevad (Tabel 3.4.3.2). 21. sajandi keskpaigaks sagenevad need rohkem kui kaks korda. Sajandi lõpus võib olla aastas päevi, kus temperatuur ööpäevas tõuseb üle +27 °C, kuni üks kuu ja arvestades veel standardhälvet, võib mõnel aastal esineda kuumapäevi summaarselt üle kahe kuu.

**Tabel 3.4.3.2.** Üle +27 °C päevade arv. Arvutused Mait Sepp (2015)

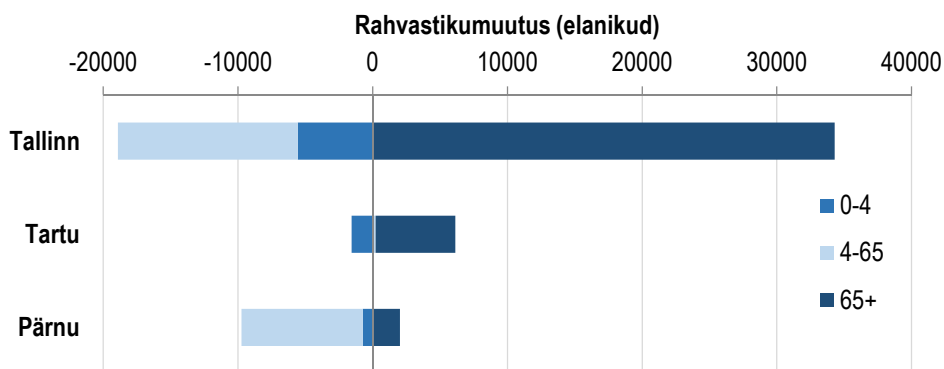
Piirkond, ilmajaam	Normkliima 1971–2000	RCP4.5 2040–2070	RCP8.5 2040–2070	RCP4.5 2070–2100	RCP8.5 2070–2100
<b>Lääne-Eesti</b>					
Tallinn/Harku	4.8	11.0	13.8	14.1	22.7
Lääne-Nigula	7.4	15.2	18.2	19.1	28.9
Pärnu	6.7	13.6	16.9	17.5	27.1
<b>Ida Eesti</b>					
Jõhvi	5.6	11.2	14.7	15.5	26.1
Tartu	8.7	17.3	21.2	22.6	34.9
Võru	11.0	20.7	24.7	25.9	38.9
<b>Kesk Eesti</b>					
Türi	8.7	17.7	20.6	20.6	32.4

**Linnastumine ja rahvastiku vananemine.** Linnastumine ja rahvastiku vananemine on kaks tegurit, mis suurendavad kuumalainete ja soojusaarte mõju tulevikus. Statistikaamet on koostanud rahvastikuprognooosi aastani 2040<sup>22</sup>, mille järgi kasvab elanike arv Tallinnas ja Tartus, kuid teistes Eesti linnades elanike arv hoopis väheneb. Võttes arvesse Pärnu tervise- ja puhkuselinna staatust, võib oletada, et soojemate ja pikemate suvede tõttu kasvab suviti Pärnu külastajate arv märgatavalt ning suvitajad jäävad Pärnusse ka pikemaks ajaks. Püsielanike rahvastikustruktuuri vaadates aga selgub, et kõikides linnades kasvab vanemaealiste arv, Tallinnas näiteks 34 000 võrra (Joonis 3.4.3.9), 17%-lt 2014. aastal kuni 25%-ni 2040. aastal. Seega suureneb

<sup>21</sup> Mida suurem on number, seda väiksem on kohanemisvõimekus ja suurem haavatavus. Arvutused Tanel Tamm (2015).

<sup>22</sup> [Statistikaameti rahvastikuprognosis aastani 2040](#)

linnade tundlikkus erakordse sooja ilma suhtes vaatamata sellele, kas linn kasvab või mitte, ja seda juba lähema 25 aasta jooksul.



**Joonis 3.4.3.9.** Rahvastiku vananemine linnades: muutused elanike arvus perioodil 2014–2040 vanusegrupi järgi (Statistikaameti rahvastikuprognosis aastani 2040<sup>22</sup>)

Kokkuvõtteks võib öelda, et kui tänapäeval võime hinnata (Tabel 3.4.6.1) kuumalainete ja soojusaarte efekti mõju meie linnadele väike, nende sagedust väga madalaks ja mõju ala piirdub üksnes suuremate linnadega, siis juba 2030. aastaks see mõju linnade tundlikkuse kasvu ehk linnastumise ja rahvastiku vananemise tõttu kasvab ja avaldub tõenäoliselt ka väiksemates linnades. Sajandi keskel lisandub demograafiliste protsesside kõrvale arvestatav soojade ilmade sagenemine ning sajandi lõpus on võimalik, et need ilmad muutuvad uueks normiks.

### Rakendatud meetmed

Planeerimisseadus, looduskaitse seadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanjuhtimissüsteemi seadus, veeseadus, töötervishoiu ja tööohutuse seadus ning ehitusseadus võimaldavad planeeringute koostamisel kuumalainetega kaasnevaid riske ennetada ja leevendada. Keskkonnamõju strateegiline hindamine peab muuhulgas sisaldama hinnangut kliimamuutustele. Olemasolevate õigusaktide täiendamiseks võib teatav vajadus tekkida, kuid võtmeks on siiski õigusaktide tegelik rakendamine ja halduslahendused.

Linnade soojasaare efekti on võimalik ennetada ja leevendada ka üldplaneeringutes maakasutus- ja ehitustingimuste seadumise abil. Kuumalainete mõju aitab leevendada haljastuse ja veealade suurem osakaal linnades ja nende selge määratlemine planeeringutes (peamiselt rohevõrgustiku teemaplaneeringutes ja üldplaneeringutes), eelkõige varju pakkuva kõrghaljastuse olemasolu või selle kavandamine läbi planeeringute või haljastusprojektide. Kõik üldplaneeringud, mis on koostatud ja kehtestatud pärast 2003. aastat, sisaldavad ka roheline võrgustiku teemat, mille raames traditsiooniliselt kajastatakse linna rohealadid ning nendega seonduvaid tingimusi – võrgustiku sidusust, haljastuse osakaalu, olemasolevaid ja kavandatavaid haljasaladid jne, kuid nende olulisust kliimamuutustega kohanemisel ei ole seni rõhutatud.

Linnade soojusaarte efekti leevendamisel tuleb tagada hea õhuliikuvus linnaruumis, võttes seda arvesse hoonestuse (maksimaalne täisehitatus) ja rohealade planeerimisel. Lisaks tuleb arvestada hoonestuse kõrguse ja fassaadimaterjalidega ning kasutatavate värvitoonidega. Hoonete sisekliima tagab eelkõige hea isolatsioon, aga ka

jahutussüsteemide olemasolu. Hiljutised kuumad suved on hoogustanud jahutussüsteemide väljaehitamist. Uusehitistele rakendatakse järjest tõhusamaid energianõudeid, kuid samas tegeletakse ka vana hoonestusega. Alates 2010. aastast on läbi Kredexi korterelamute rekonstrueerimistoetuste kliimakindlamaks muudetud ca 500 kortermaja (Kredex, 2014). See kõik loob võimaluse kulutõhusalt siduda leevendamise- ja kohanemismeetmeid.

#### **Kuumalainete leevendamine ja nendega kohanemine Tartu ja Pärnu linnade üldplaneeringutes**

Tartu linna üldplaneeringus pööratakse teiste linnade üldplaneeringutega võrreldes erandlikult tähelepanu linna mikrokliimale, kus mikrokliima parendamise meetmena nimetatakse veekogude ja haljastuse olemasolu ning nende säilitamist. Seevastu kliimamuutustega neid otseselt ei seostata (Tartu Linnavolikogu, 2005, lk 37, 40).

Koostatavas Pärnu linna üldplaneeringus moodustab eraldi peatüki teema rohestruktuur ja puhkealad (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 136–144). Haljastusega seonduvat käsitletakse üldplaneeringut läbivalt, st enamike juhtotstarvete lõikes on seatud haljastuse põhimõtted (haljastuse osakaal, liik vms). Ptk-is 9.2 sätestatakse põhimõttena, et kaubanduskeskuste maapealsed parklad tuleb haljastusega liigendada.

#### **3.4.4. Ruumiline planeerimine kliimakohanemise meetmena**

Kliimamuutuste mõjud on äärmiselt mitmeplaasilised ning puudutavad kõiki linnakeskkonna komponente, võimendavad olemasolevaid ja tekitavad uusi, keerukaid väljakutseid, mille lahendamist on vaja juba täna ette näha – planeerida (Giddens, 2009). Ehitatud keskkonna eluiga on tavaliselt 40–100 aastat ja selle rajamine nõuab suuri investeeringuid. Seega on väga oluline, et linnakeskkonna planeerimisel, disainimisel ja ehitamisel arvestataks võimalikku tulevikukliimat juba täna. Kuna ehitatud keskkond uueneb Euroopas kiirusega alla 1% aastas, ehk poole sajandiga uueneb elamufondist umbes kolmandik (Usanov *et al.*, 2013), on olemasoleva hoonestuse ja taristu kliimakindlamaks muutmine märksa suurem väljakutse. Kohanemismeetmete rakendamine juba olemasolevasse linnakeskkonda võib osutada keerukaks, kuna see sõltub vaadeldava ala kompleksisusest, mida iseloomustavad erinevad ehitatud keskkonna karakteristikud, omandisuhted, maakate, mullareostus, maa-aluse ja maapealse taristu paiknemine ning mitmed sotsiaal-majanduslikud tegurid (Bastien *et al.*, 2010; Sauerwein, 2011; Fryd *et al.*, 2013). Mida komplekssem on ala, seda raskem on kohaldada erinevaid kohanemismeetmeid. Näiteks omandisuhete tõttu on rohelisi ja siniseid meetmeid eramaal raskem kohaldada kui munitsipaalmaal.

Planeerimisseaduse eesmärk on luua ruumilise planeerimise kaudu eeldused ühiskonnaliikmete vajadusi ja huve arvestava, demokraatliku, pikaajalise, tasakaalustatud ruumilise arengu, maakasutuse, kvaliteetse elu- ning ehitatud keskkonna kujunemiseks, soodustades keskkonnahoidlikku ning majanduslikult, kultuuriliselt ja sotsiaalselt jätkusuutlikku arengut (Planeerimisseadus, 2015). Ruumiline planeerimine on kliimakohastumisel muutumas üha olulisemaks vahendiks, mis võimaldab terviklikumalt, holistiliselt ja pikemas perspektiivis kliimamuutuse riskidele läheneda, kujundades välja konkreetseid leevendamise ning kohanemise strateegiaid ja meetmeid (Giddens, 2009).

Ruumilise planeerimise olulisust kliimamuutustega kohanemisel EL-is rõhutasid esimeste seas EL-i valge raamat „Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik“ (KOM, 2009) ja EL-i territoriaalne tegevuskava 2020 (2011), kus kirjeldatakse eri territooriumide kohanemisstrateegiate vajalikkust

ühtekuuluvuspoliitika jõulisemaks muutmisel. Vastavasisulised eesmärgid liikmesriikidele on konkreetselt seadnud Euroopa Komisjoni kliimamuutustega kohanemise strateegia (COM 216, 2013), mille tegevus 2 rõhutab kliimamuutustega kohanemise olulisust eriti haavatava valdkonnana teiste seas linnade ruumistruktuuri, maakasutuse planeerimist ja looduslike ressursside majandamist. Lisaks edendab Euroopa Komisjon kliimamuutustega kohanemist just linnade tasandil pilootprojektiga „Adapteerumise strateegiad Euroopa linnades“ (Ricardo-AEA, 2013), mille tegevusi arendatakse koordineerituna teiste EL-i poliitikatega. Sealjuures järgitakse ka kliimamuutustega kohanemise strateegia tegevuse 3 initsiatiivi „Linnapeade pakt“, kus juba üle 95 Euroopa linnalise omavalitsuse on vabatahtlikult võtnud endale ülesandeks parandada linna kui elukeskkonna kvaliteeti, järgides EL-i kliima ja energiaeesmärke (Mayors Adapt, 2014). Eesti linnad ennast kirja pannud veel ei ole.

Linnade juhtivat rolli kliimamuutuste mõjudega kohanemisel ja selle valdkonna aktuaalsust kinnitavad ka sellealased uuringud (EEA, 2012; Ricardo-AEA, 2013; Revi *et al.*, 2014), mille arv kasvab suure kiirusega (Albers & Bosch, 2015). Erinevate Euroopa ametkondade poolt tellitud uuringud on integreerinud laiad teadmised probleemidest, mis kliimakohanemisega Euroopa linnades kaasnevad (EEA, 2010; Schauser *et al.*, 2010; Rosenzweig *et al.*, 2011; EEA, 2012; Ricardo-AEA, 2013). Täpsemad teadmised kohalikul tasandil toimuvast on siiski veel väga piiratud (Ricardo-AEA, 2013). Seetõttu on kasvamas nõudlus kliimamuutuste mõjude, nende leevendamise- ja kohanemisalaste teadmiste järele just kohalikul tasandil, mida kinnitab ka Euroopa Keskkonnaagentuuri uuringu küsitluse tulemus, kus 17st vastanud riigist pidas linnaplaneerimist kliimamuutuste mõjudega kohanemisel prioriteetseks kaheksa (EEA, 2014). Suuresti just tänu puudulikele teadmistele on kohanemisvõimekus ligi 90% Euroopa linnadest lähima 10 aasta perspektiivis veel väga madal ning rohkem kui kolm neljandikku Euroopa linnadest ei ole käesolevaks hetkeks midagi ette võtnud, et end kliimamuutusteks ette valmistada (Ricardo-AEA, 2013).

Siiamaani on Eesti riiklikes ning linnade arengu- ja planeerimisdokumentides kliimamuutustega kohanemise temaatikat käsitletud väga põgusalt ning vastavad poliitikad on alles formuleerimisel (EEA, 2014). Eri haldustasanditel juba tasapisi teadvustatakse, et strateegiline ning pikaajalisem lähenemine kliimamuutustega arvestamisel ning leevendamise- ja kohanemismeetmete väljatöötamisel on linnade arengu planeerimisel mõödapääsmatu. Kõige selgemalt ja mitmeplaanisemalt on riiklikul tasandil kliimamuutustega kohanemise küsimusi ja meetmeid seni käsitletud ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskavas aastateks 2014–2020 (Rahandusministeerium, 2014), mis oma prioriteetsetes suundades toob välja jätkusuutliku linnapiirkondade arengu, roheline infrastruktuuri ja hädaolukordadeks valmisoleku suurendamise, mille üheks temaatiliseks eesmärgiks ja investeerimisprioriteediks on kliimamuutustega kohanemise, riskiennetamise ja -juhtimise edendamine ning kliimamuutuste leevendamiseks ja nendega kohanemiseks ettenähtud meetmed.

Ruumilise planeerimise puhul tuleb silmas pidada asjaolu, et tegemist on erinevate valdkondade integreerimisega ruumis. Planeeringutes käsitletakse transpordi, energeetika, rekreatsiooni, elamuehituse jms seonduvaid teemasid. Nimetatud valdkondade kliimamuutustega seonduvaid eesmärke tuleb arvestada ka planeeringute koostamisel, nt ühistranspordi, taastuvenergeetika eelistamisel.

Eesti planeerimissüsteemis on neli planeeringuliiki – riigi tasandil üleriigiline ja maakonnaplaneering ning kohaliku omavalitsuse tasandil üldplaneering ja detailplaneering. Planeerimissüsteem on hierarhiline – üldisemates planeeringutes sätestatud tuleb arvestada detailsemate planeeringute koostamisel. Detailsemate planeeringutega on omakorda võimalik teha ettepanekuid üldisemate planeeringute muutmiseks (v.a üleriigiline planeering).

Olulisemaks riigi tasandil ruumilist arengut suunavaks dokumendiks on üleriigiline planeering „Eesti 2030+“, mis on kehtestatud Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 korraldusega nr 368. Üleriigilises planeeringus „Eesti 2030+“ käsitletakse kliimamuutust olulisemate ruumilise mõjuga üleilmsete suundumuste kontekstis planeeringu sissejuhatavas osas, ptk-is 1.1 ja 1.3 (Eesti 2030+, 2012). Kliimamuutust nimetatakse ptk-is 5.4, kus eesmärgiks on seatud soovimatu mõju vältimine kliimale, suurendades taastuenergia osakaalu (Eesti 2030+, 2012, lk 44). Samuti ptk-is 6, mille kohaselt rohetaristu võimaldab liikidel rännata ja kliimamuutustega kohaneda, andes ühtlasi elutähtsa panuse kliimamuutuse looduslikku leevendamisse ja sellega kohanemisse (Eesti 2030+, 2012, lk 46).

Üldiseid kliimamuutustega kohanemise eesmärgi saab seada maakonnaplaneeringuga. Seejuures tuleb arvestada asjaoluga, et uute maakonnaplaneeringute järelevalvesse esitamise tähtaeg on 2016. aasta lõpp. Siseministeeriumi poolt koostatud maakonnaplaneeringu lähteülesandes<sup>23</sup> ei ole eraldi nimetatud kliimamuutuse või sellega kohanemise meetmete kajastamise vajadust maakonnaplaneeringutes, kuid lähteülesande kohaselt tuleb kaaluda üleujutusriskiga aladele asustusala planeerimise vältimist.

Peamine planeeringu liik ja instrument kliimakohanemisel on üldplaneering, millest lähtutakse omakorda detailplaneeringute koostamisel või ehitiste projekteerimistingimuste väljastamisel. Suuremate linnade puhul võiks sobivaks planeeringuks olla linnaosa üldplaneering. Üldplaneeringute koostamisel kliimamuutustega või selle kohanemisega seonduvat üldreeglina ei kajastata. Vaatamata sellele käsitletakse üldplaneeringutes üleujutusala ja ehituskeeluvööndi temaatikat, mis tuleneb looduskaitsealadest ning nüüd on dubleeritud ka planeerimisaladesse. Pärast 2005. aasta jaanuarikuu tormi kaardistasid mitmed omavalitsused, sh linnad, tormikahjustusi ning üldplaneeringute koostamisel on üleujutusriskidega arvestatud eelkõige merega piirnevates omavalitsustes.

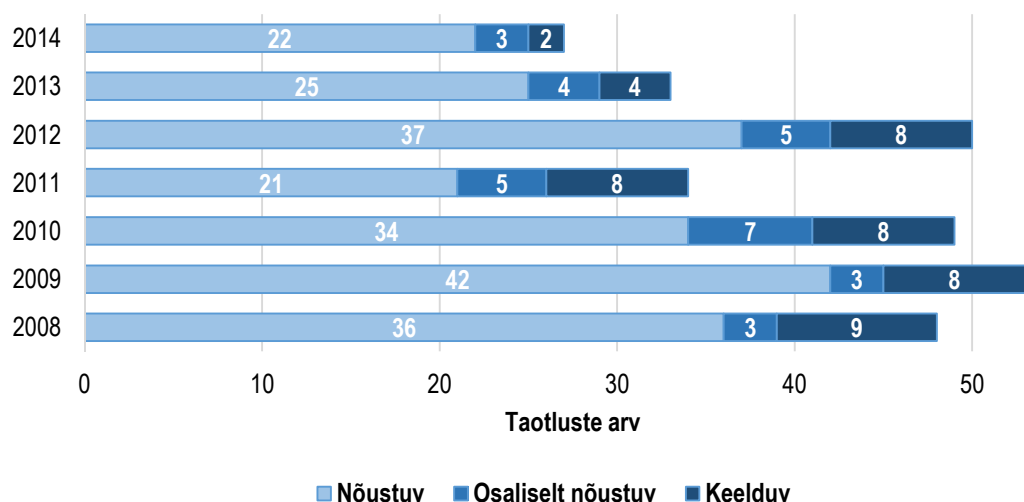
Kõige vähem käsitletakse kliimamuutuste teemat detailplaneeringutes. See on ka mõistetav, sest planeeringuala, millele detailplaneeringut koostatakse, on tavaliselt väike. Detailplaneeringute koostamisel kipuvad sageli hänguma ka üldisemate planeeringutega seatud strateegilised eesmärgid. Seega kaob detailplaneeringute koostamisel laiem käsitlus nii territooriumist kui ka ruumilise arengu eesmärkidest. Kahjuks esitatakse ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi peamiselt just detailplaneeringutega (Tabel 3.4.4.1). Siin tuleb arvestada ka asjaolu, kas tegemist on taotluse esitamisega hoone või tehnilise infrastruktuuri rajamiseks. Võib esineda juhtumeid, kus taotlust ei esitata mitte hoone vaid rajatise kavandamiseks (teed, linnuvaatlustorn jne), mis ei ole sedavõrd haavatav objekt võrreldes näiteks elamu või ühiskondliku hoonega

<sup>23</sup> Vabariigi Valitsuse 18.07.2013 korralduse nr 337 punkti 5 juurde kuuluvad [läheseisukohad maakonnaplaneeringute koostamiseks](#).

**Tabel 3.4.4.1.** Ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi üldplaneeringutega ning alevite ja linnade ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi (üld- ja detailplaneeringutega\*) 2009–2014 (Keskkonnaameti andmete põhjal (2015))

Aasta	Üldplaneeringuga ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi	Alevites ja linnades ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi*
2014	1	5
2013	3	8
2012	1	10
2011	5	7
2010	6	8
2009	0	9

Ehituskeeluvööndi vähendamise taotluste esitamine on üldiselt ajas vähenenud (Joonis 3.4.4.1). Keskkonnaameti hinnangul on selle üheks põhjuseks parem koostöö ametiga planeeringu koostamise etapis. Sageli jõutakse protsessi käigus lahenduseni, mis randa ja kallast ei kahjusta või otsustatakse kavandada ehitised väljapoole ehituskeeluvööndit.



**Joonis 3.4.4.1.** Ehituskeeluvööndi vähendamise taotluste arv ajavahemikul 2008–2014 ning Keskkonnaameti poolt tehtud otsused taotlustega nõustumisel/osaliselt nõustumisel või keeldumisel/osaliselt keeldumisel (Keskkonnaameti andmete põhjal (2015))

### Õigusaktid

Mitmed õigusaktid (nt planeerimisseadus, looduskaitse seadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus, veeseadus) loovad raamistiku, mille alusel on võimalik planeeringute koostamisel kliimamuutustega kaasnevaid riske ennetada. Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse (KeHJS) kohaselt on üleriigilise, maakonna ja üldplaneeringu koostamisel kohustuslik läbi viia keskkonnamõju strateegiline hindamine (KSH), mille aruanne peab muuhulgas sisaldama hinnangut kliimamuutustele. Planeerimisseadus sätestab, et planeeringute koostamisel võetakse arvesse keskkonnamõju strateegilise hindamise ning hädaolukorra riskianalüüsi tulemusi. Viimane sisaldab omakorda ülejutustest



tuleneva riski hindamise nõuet. Detailplaneeringu koostamisel viiakse läbi KSH juhtudel, mis on määratud planeerimisseaduses.

Looduskaitseaduse (LKS) kohaselt on ranna või kalda kaitse eesmärk looduskosluste säilitamine, inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine, ranna või kalda eripära arvestava asustuse suunamine ning seal vaba liikumise ja juurdepääsu tagamine. Lisaks sellele täidab regulatsioon ka kliimamuutustest tulenevate negatiivsete mõjude leevendamise eesmärki, vähendades üleujutustest tulenevaid riske ja kahjusid rannal ning kaldal.

LKS määrab rannal ja kaldal piirangu-, veekaitse- ja ehituskeeluvööndi. Samuti objektide loendi, millele ehituskeeluvöönd ei laiene. Ehituskeeluvööndit saab suurendada üldplaneeringuga ning vähendada üld- või detailplaneeringuga. Nõusoleku ehituskeeluvööndi vähendamiseks annab Keskkonnaamet. LKS kohaselt määratakse ka korduva üleujutusega ala piir mererannal üldplaneeringuga. Aleviku või küla tiheasustusala laiendamine ranna ja kalda piiranguvööndis ning olemasoleva tiheasustusala laiendamine rannal või kaldal toimub samuti kehtestatud üldplaneeringu alusel.

#### **Uus planeerimisseadus kliimamuutuse riske ei nimeta ega sätesta**

Uude planeerimisseadusesse (jõustus 01.07.2015) on integreeritud varem looduskaitseaduses sätestatud (ehituskeeluvööndi vähendamise ja suurendamisega seonduv), kuid otseselt kliimamuutustega seonduvaid regulatsioone seadus ei sätesta. Sarnaselt seni kehtinud seadusega tuleb ka jõustunud planeerimisseaduse kohaselt planeeringu koostamise korraldajal arvesse võtta planeeringute koostamisel riskianalüüsi tulemusi ja teisi asjakohased strateegilise dokumente.

#### **Edasised tegevused**

Linnade kliimakohanemine kujutab endast väga laia süsteemi, mis hõlmab kõiki ühiskonnagruppe ja eluvaldkondi ning sõltub kliimamuutustest teadmistest, eri tasandite valitsuste, institutsioonide ja indiviidide kompetentsist ning võimekusest teadvustada riske ja võimalusi, hinnata valikuid, võtta vastu otsuseid, teha koostööd erinevate sidusrühmadega ning kohaldada need teadmised ja põhimõtted arengu- ja maakasutusplaanidesse, poliitikasse ja investeringutesse (Vale & Campanella, 2005; Bicknell *et al.*, 2009; Bulkeley, 2010; Romero-Lankao & Qin, 2011). Strateegiline kliimamuutustega kohanemise juhtimine on siinkohal hädavajalik, et levitada teadmisi, suunata ja toetada või ka vältida kohalikke algatusi, mobiliseerida vajalikke ressursse (sh struktuurifondid, erasektori investeringud), kohaldada maakasutus- ja ehitustingimusi, luues selleks vastavaid raamtingimusi, infrastruktuuri ning teenuseid (Revi *et al.*, 2014).

Seega sobivad õigusakte toetama pigem juhised, suunised ning pilootprojektid, mis abistavad planeeringu koostajaid kliimamuutustega kohanemisel nt maakasutus- ja ehitustingimuste seadmisel. Eelistada tuleks juhendmaterjale, mis on koostatud pilootprojektide või parema olemasoleva kogemuse baasil. Keskendumaks peaks üld- ja detailplaneeringutele. Lisaks neile on vajalik koostada ka soovitusel, kuidas keskkonnamõju strateegilise hindamise raames hinnata kliimamuutuste mõju eri tasandi planeeringutes, kuna planeeringute eesmärk ning täpsusaste on planeeringuliikide lõikes erinev. Riskianalüüside koostamisel tuleks enam tähelepanu pöörata kohaliku tasandi riskianalüüsi koostamisele või anda soovitusel, kuidas seni suure üldistusastmega riskianalüüsi oleks kohaliku omavalitsuse tasandil võimalik mõistlikult kasutada.

Toetavaks tegevuseks on kohapõhiste uuringute koostamine (nt suuremate linnade mikrokliimat puudutavad uuringud).

Eestis on kliimateadlikkus võrreldes teiste Euroopa riikidega on Eestis kliimateadlikkus väga madal (TNS Opinion & Social, 2014), kohalikke uuringuid tehtud vähe ja üldine kliimateave on killustatud erinevate valdkondade, organisatsioonide ja asutuste vahel (Kets & Uustal, 2014). Seega on oluliseks tegevuseks ka teadlikkuse tõstmine kliimamuutustest ja selle mõjust tervikuna (sh olulise eristamine ebaolulisest). Selleks on vajalik välja töötada spetsiaalne koolitus eelkõige omavalitsuste planeeringuspetsialistidele, mis annaks teadmise, kuidas kliimamuutustega kohanemise meetmeid planeeringute koostamisel rakendada. Teiseks sihtgrupiks on ametiasutused, kes kooskõlastavad või annavad heakskiidu planeeringutele.

### 3.4.5. Uurimisvajadus

#### **Eesti linnade haavatavus tulevikukliimas**

Eeskätt vajavad teaduslikku analüüsi ja süüvimist kliimamuutuse mõjude ja riskide avaldumise kompleksed seosed ja mõjuahelad Eesti linnades. Ühtlasi seotaks uuringus olulisemate kliimariskide klimatoloogilised tegurid sotsiaalmajanduslike aspektide ning linnakorralduse ja haldussüsteemiga. Uuring võimaldaks hinnata ka seniste planeerimisotsuste kliimakindlust või kuidas linnaarengu otsused haavatavust suurendavad või kuidas lisada linnaehitusse kliimakindlaid ja -kohanevaid lahendusi. Senised kliimamuutuste mõjude üksikuuringud ja riskianalüüsid on läbi viidud enamasti valdkonna „huvides“ ega väljenda linnasüsteeme kui tervikut.

#### **Soojussaare efekt Eestis, nüüdis- ja tulevikukliimas**

Soojussaare efekti uurimises keskenduti selle peamisele komponendile – tehispindade omadusele absorbeerida päikesest saadud energiat ja emiteerida soojust. Uurimusi tuleb laiendada ka teistele faktoritele, eelkõige tehispindade veeärajuhtivusele ja maakasutusele ehk rohe- ja veealade osakaalule linnaruumis ning nende faktorite omavahelistele seostele ja jahutavale mõjule linnakeskkonnas.

Landsat 8 TIRS satelliitpiltide kasutamisel on probleemiks liiga pikk periood pildistamiste vahel – ühte ja sama kohta pildistab satelliit iga 16 päeva tagant. Seega ei pruugi lühiajalised ilmastikunähtused olla pildil jäädvustatud. Kuumalaine ja soojussaarte jälgimisel tuleb kasutada satelliitpilte erinevatelt sensoritelt, uusi ja arhiividest, keskendudes tulevikus EL-i ja ESA uusimale satelliitsüsteemile Sentinel.

Põhjalikumat uurimist vajab soojussaare efekti mõju linnaelanike tervisele ja tööjõu tootlikkusele, milleks on vaja detailsemat ja asukohaga seotud tervisestatistikat. Siin võivad olla kasulikud uuemad andmete kogunemise meetodid nagu sihtgruppide sesoonse- ja ööpäevamobiilsuse uuringud.

Teiste riikide kogemusi arvestades tuleb uurida soojade ilmade sagenemisest põhjustatud muutusi energiatarbimises, eelkõige lühenevat kütteperioodi ja energiakulu suurenemist ruumide jahutamiseks. Nende muutustega seotud väljakutsed linnaplaneerimisele peavad olema õigeaegselt arvesse võetud.

### 3.4.6. Mõjude üldistus

Peamised kliimamuutustega kaasnevad riskid avalduvad ja võimenduvad erakordsetele ilmastikunähtustele eksponeeritud linnades, kus inimeste elutegevus on koondunud piiratud maa-aladele, millel on spetsiifiline maakasutus, ehitatud keskkond ja linnamaastik.

Kõige olulisemad kliimategurid (riskid), mis Eesti linnadele mõju avaldavad, on tormid, üleujutused ja kuumalained. Neist kõige suurema mõjuga on üleujutused, mis leiavad aset rannikul ohustades nelja linna ja kaheksat alevikku.

Eesti linnade haavatavus kliimamuutuste suhtes sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, tallinnastumine ja Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine ning ulatuslik väljaränne.

Kliimarisikide sagenemine tulevikus on väga tõenäoline ning mitmete linnade haavatavus suureneb oluliselt seoses rahvastiku kiire kahanemisega.

**Tabel 3.4.6.1. Kliimamuutuste mõjude linnades**

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Ekstreemsed tormid	Tormid	Tuule purustav ja häiriv mõju tiheasustusaladel ja eelkõige elektritaristutel	-	keskmine	madal	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Tormiajust põhjustatud veetaseme tõusust tingitud rannikualade üleujutused põhjustavad kahju hoonestusele ja taristule, häirivad majandustegevust	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	madal	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	väike	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	madal	madal	kaudne	Suuremad linnad
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Tormid	Sagenevate tormide ja tugevneva tuule purustav ja majandustegevust häiriv mõju	-	suur	keskmine	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Sagenevatest tormidest ja meretaseme tõusust tingituna üleujutused rannikuala linnades sagenevad ja üleujutusriskiga ala suureneb	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	keskmine	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	keskmine	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	keskmine	keskmine	kaudne	Suuremad linnad
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Tormid	Sagenevate tormide ja tugevneva tuule purustav ja majandustegevust häiriv mõju	-	suur	keskmine	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Sagenevatest tormidest ja meretaseme tõusust tingituna üleujutused rannikuala linnades sagenevad ja üleujutusriskiga ala suureneb	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	keskmine	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	keskmine	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	keskmine	keskmine	kaudne	Suuremad linnad

### 3.4.7. Kohanemismeetmed

#### Valdkonna strateegiline eesmärk

Üldeesmärk E.P.1 Tormi-, üleujutus- ja erosioonirisk inimestele, varale ja majandusele on maandatud, soojusaare efekt on leevendatud, asustuse kliimakindlust on tõstetud, valides selleks parimad lahendused maakasutuses ja selle planeerimises.

e.P.1.1 Pikaajalised kliimamuutuste mõjud ja haavatavus välja selgitatud, kliimamuutuste mõjude seiresüsteem loodud, kliimamuutustega kaasnevad maakasutuse muutuse mõjud ja riskid ühiskonnas teadvustatud ja arvesse võetud.

Mõõdik 1.1.1. Kliimariskid ja haavatavusmäärad on täpsustatud.

Mõõdik 1.1.2. Elanikkonna teadlikkus on kasvanud (Eurobaromeetri sotsiaaluuring, Eesti elanike teadlikkus võrreldes 2013. aastaga paranenud).

e.P.1.2 Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.

Mõõdik 1.2.1. Kehtestatud planeeringutes on kliimamuutustega arvestatud.

#### Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Kliimamuutustega kohanemiseks linnades ja riskialadel on välja pakutud 5 meetet – teadlikkusmeetet, andmete- ja uuringute meetet, üleujutusriskide meetet, rohevõrgustikumeetet ning õigusmeetet. Rakendusmeetmed keskenduvad kuumalainete ja soojusaarte, (sademeveest tulenevate) üleujutuste ja tormidest tingitud kahjudega tegelemisele ning kahjude vähendamisele, rohealade ja linnahaljastu arendamisele kliimariskide mõjude leevendamiseks. Valdavalt viiakse rakendusmeetmeid juba ka ellu, ent nende rakendamise määr ja rakendamiskiirus ei ole kliimamuutustega kohanemiseks piisav. Nii teadmusmeetmete kui ka õigusmeetme rakendamise vastutus langeb valdavalt erinevatele ministriumitele (Keskkonna-, Rahandus-, Majandus- ja Kommunikatsiooni- ning Siseministriumile), rakendusmeetmete elluviimisel on olulisem roll maaomanikel, sh kohalike omavalitsustel. Teadmusmeetmete rakendamine ei ole üldjuhul administratiivselt keerukas, samas on neil väga pikaajaline mõju, mistõttu tuleks teavitustöö tegemisega võimalikult varakult alustada. Rakendusmeetmete puhul on uute (elu)keskkondade loomisel vajalik vastavate rohealade loomisega arvestada ning meetmeid teostada vastavalt võimalustele – seetõttu on ka kulude hinnang väga lai.

Arvestada tuleb ka asjaoluga, et kehtestatud planeeringute alusel väljaehitatava keskkonna (hoonestuse) eluiga on eeldatavalt üle 50 aasta, seega on juba lähiajal koostatavate või kehtestatavate planeeringute mõju väga pikaajaline. See omakorda eeldab, et planeeringute koostamisel hakatakse võimalikult kiiresti rakendada kohapõhiselt kliimamuutustega kohanemise meetmeid.

Ruumilise planeerimisega saab pikaajalises perspektiivis ja uusarendustes ennetada võimalikke kliimamuutustega kaasnevaid riske, kuid sellega ei ole võimalik lahendada kõiki probleeme, mis seonduvad varasemalt välja ehitatud keskkonnaga. Välja kujunenud ehitatud keskkonnas on võimalik rakendada pigem nn keskkonna parendamise projekte, mis leevendavad või maandavad kliimamuutustega kaasnevaid riske. Ruumiline planeerimine on instrument, millega on võimalik vigu vältida ja riske ennetada, kui selleks on olemas poliitiline tahe. Teine oluline tegur on omavalitsuste ning maavalitsuste planeerimisalane kompetents ja võimekus ehk pädevate spetsialistide olemasolu.

Ruumilise planeerimisega seotud kohanemistegevused saab koondada viide meetmesse.

1. Teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises, viies eeskätt selleks läbi täiendkoolitusi järgmistele sihtrühmadele:

- elanikkonna teadlikkuse suurendamine kliimamuutustega kaasnevatest riskidest ning nende ennetamise meetmetest;
- kohalike omavalitsuste planeeringu- ja ehitusspetsialistidele (haljastus, sademevesi, veekogud, teed, parklad jne);
- maavalitsuste planeeringuspetsialistidele (kui planeeringute üle järelevalve teostaja ja planeeringu koostamise koordineerimine).

Peamiseks sihtrühmaks koolituste läbiviimisel peaksid ruumilise planeerimise kontekstis olema kohaliku omavalitsuse spetsialistid. Kuna ka kliima näol on tegemist valdkondadeülese teemaga, siis peaks kaasatavate spetsialistide ring olema suhteliselt lai – planeerijad, arhitektid, keskkonna- ja veespetsialistid, haljastajad.

Planeeringuprotsessis on võimalik tõsta ka elanikkonna teadlikkust kliimamuutustest ning võimalikest kaasneda võivatest riskidest, kuid seda peaks toetama ka laiem teavitust näiteks meedias, erinevad kampaaniad, õppepäevad jne.

Maavalitsuste planeeringuspetsialistid teostavad järelevalvet üld- ja osaliselt detailplaneeringute üle, seega on nad üheks sihtgrupiks, kes vajaksid kliimamuutuste ja kaasneda võivate riskide alast koolitust.

2. Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine kohaliku omavalitsuste tasandil ja nende baasil juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega seonduvate riskide maandamiseks (pilootalad nt Lääne-Eesti maakondades).

Pilootprojektide koostamine teenib mitut eesmärki:

- valmib planeering, kus on arvestatud kliimamuutustega kaasnevat;
- tekib praktiline kogemus, mida ja millises ulatuses on vajalik ning võimalik planeeringutes kliimaga seonduvalt sätestada;
- selgub, millised andmeid on planeeringuprotsessis kasutatavad ning vajalikud;
- selle kaudu on võimalik tõsta ka teiste omavalitsuste kompetentsi.

Peamine projektide väärtus on nende kasutamise praktilisus ja usaldusvärsus, et kliimamuutustega seonduvaid aspekte on võimalik planeeringuga lahendada. Mitme projekti tulemuste baasil peaks selguma, millele tuleks keskenduda ning mis juhul ei ole vajalik kliimaküsimustega (nt riskidega) tegeleda. Pilootprojektide raames saab koostada juhendmaterjale/soovitusi, neid siduda täiendkoolitustega ning neid kasutada konkreetsete lahenduste väljatöötamisel. Juhendmaterjalide koostamisse on vajalik kaasata praktikuid ning eelistatud peaksid olema materjalid, mis on välja töötatud Eesti kogemuse baasil, arvestades Eesti tingimuste, õigus- ja haldussüsteemiga. Lisaks materjalide väljatöötamisele on samaväärselt oluline nende tutvustamine ning ka ajakohastamine.

Kliimamuutuste kohanemisega arvestamine eeldab kindlasti täpsemaid, konkreetsele probleemile ning kohale orienteeritud andmeid. Seetõttu on oluline kliimamuutustega kaasneda võivate riskide kaardistamine ning nende koondamine ühtsesse ruumiandmebaasi ning selle pidev ajakohastamine, mis võimaldab nende kasutamist planeeringute (peamiselt üld- ja detailplaneeringute) koostamisel. Kuumalainete sagenemise tõttu on vajalik suuremate linnade mikrokliima uurimine ja vastava kaardimaterjali koostamine. Oluline on seejuures andmete kasutamise lihtsus ning arusaadavus erinevatele kasutajagruppidele (kasutajasõbralikkus).



Keskkonnamõju strateegilise hindamise juhendis on vajalik kajastada kliima teemat vastavalt seaduses sätestatule, riigi tasandil koostatavad riskianalüüsid on vaja viia kohaliku omavalitsuse tasandile, et nendega oleks planeeringute koostamisel võimalik ka realselt arvestada.

Soovitused projekteerimistingimuste väljastamiseks, arvestamaks kliimamuutustega seonduvaid mõjusid, peaksid olema piisavalt paindlikud, et oleks võimalik kohalikku eripära arvestada. Eelnevast tulenevalt peaksid need olema soovituslikud, mitte regulatiivsed. Arvestades detailplaneeringute osakaalu vähenemist (tulenevalt 01.07.2015 jõustunud planeerimisseadusest), on lisaks planeeringutele kliimamuutustega arvestamine oluline ka ehitusotsuste tegemisel, sh projekteerimistingimuste väljastamisel.

Formaalne kliimaga tegelemine pigem devalveerib teemat ning sellega seonduvaid probleeme.

Õigusaktide paremaks rakendamiseks tuleb koostada juhendmaterjale:

- kliimamuutuste mõju (minimaalselt üleujutused, soojusaared, sademete hulk) hindamine keskkonnamõju strateegilise hindamise protsessis planeeringute koostamisel vastavalt planeeringu tasandile;
- riskianalüüsid, mis on kasutatavad kohaliku tasandi planeeringute koostamisel;
- soovitused projekteerimistingimuste (nt hooned ja haljastus, sademevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemisel, vajadusel arvestada piirkondlikku eripära.

3. Üleujutusriskide meede käsitleb üleujutusvalade rekreatsioonikasutust, sademevee suunamist ja hajutamist rohealadel, jõgede, ojade, kraavide ja truupide puhastamist ning süngide süvendamist, aga ka uute kraavide rajamist. Kindlasti vajavad tulevikukliimas sademerežiimi muutumisel ja sajutulvade sagenemisel rekonstrueerimist sademevee süsteemid.

4. Linnakeskkonna parendamisele läbi kohanemistegevustike aitab kaasa rohevõrgustiku ja linnahaljastu arendamine, et kõrghaljastuse ja taimestiku kasutamisega saavutada jahutusefekti ning paremat infiltratsiooni. Kindlasti vajavad liigendamist roheliste puhverribadega suured tehispinnad (parklad, tööstusalad). Samas tuleb ka arvestada pindade soojust peegeldavate, absorbeerivate ja -pidavate omadustega.

5. Rääkides õigusraamistiku täiendamisest, on Eestis suures osas olemas õiguslik raamistik, millele tuginedes on võimalik teha kliimamuutustega kaasneva riskide maandamiseks vajalikke otsused. Probleemiks on pigem õigusaktide sisuline rakendamine. Ühelt poolt pärsib seda ressursside nappus (spetsialistide puudus, finantsvahendite nappus), kuid ka praktiliste teadmiste puudumine. Meede näeb ette õigusraamistiku analüüsi läbi viimise üleujutusvalade ja ehituskeeluvööndi osas ning kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimise rannikualasid puudutavatesse määrustes. Samuti tuleb analüüsida, milline on õigusruumi korrastamise vajadus üleujutusvalade, ühtlasi kuivenduse objektidel, ja niisutuse regulatsioonides. Seega on oluline välja anda soovitusi seaduses sätestatu paremaks rakendamiseks planeerimis- ja ehitusotsuste tegemisel praktikas.

Koondhinnangud linnadele suunatud meetmetele on järgnevad:

Meede ja alameede/tegevus	Skoor
<b>Meede 1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises</b>	
1.1.1. Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)	52
1.1.2. Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	50
<b>Meede 1.2. Pilootprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta</b>	

1.2.1. Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimariskidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	44
1.2.2. Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine	43
1.2.6. Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine KOV-i tasandil ja nende alusel juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega arvestamiseks ja riskide maandamiseks	48
1.2.7. Keskkonnamõju strateegilise hindamise aruannetes kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos metoodilise juhendiga	48
1.2.8. Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks	47
1.2.9. Riskianalüüside koostamise juhendmaterjalide väljatöötamine	48
<b>Meede 1.3. Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine</b>	
1.3.1. Üleujutusriskiga alade kasutamine rekreatsiooniks ja rohealadena	49
1.3.2. Sademevee suunamine ja hajutamine rohealadele	51
1.3.3. Jõgede, ojade, kraavide ja truupide puhastamine ning sängide süvendamine; uute kraavide rajamine	47
1.3.4. Sademevee süsteemide rekonstrueerimine ja rajamine, sh sademevee kasutamine kodumajapidamistes nn halli veena	43
<b>Meede 1.4. Rohealade ja linnahaljastu arendamine kliimariskide mõjude leevendamiseks</b>	
1.4.1. Rohealade säilitamine, järjepidev hooldamine, laiendamine ja uute rajamine kliimamuutustega kohanemisel; kõrghaljastuse ja taimestiku kasutamine jahutusefekti saavutamiseks ning parema infiltratsiooni tagamiseks	54
1.4.2. Suurte tehispindade (parklad, tööstusalad) liigendamine roheliste puhverribadega; veekindlate tehispindade osakaalu vähendamine maakasutuses uute arenduste planeerimisel	48
1.4.3. Pindade soojust peegeldavate, absorbeerivate ja -pidavate omaduste ning õhuringluse arvestamine hoonestuse projekteerimisel ja ehitamisel	49
1.4.4. Vee jahutava mõju kasutamise soodustamine linnaruumis	46
<b>Meede 1.5. Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimariskide osas</b>	
1.5.1. Õigusraamistiku analüüs üleujutusvaldkonna ja ehituskeeluvööndi osas	46

Suuremate kuludega on investeringud rohe- ja haljasaladesse, samas on tegemist tegevustega, mille puhul on kulu kõige keerulisem hinnata, sest seda võib rakendada vastavalt võimalustele ning ka nende rakendamise ühikuhind on tugevalt sõltuv piirkonnast. Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, oleks perioodil 2017–2020 kõige olulisem rakendada meetmeid, mis tõstavad elanikkonna (ka KOV-i esindajate) teadlikkust ja aitavad kaasa planeerimise, projekteerimis- ja ehitustingimuste kohandamisele, kuivõrd otsuste mõju on väga pikaajaline. Perioodil 2021–2030 on linnadele suunatud meetmetest suurema prioriteediga investeringud rohealade säilitamise, rekonstrueerimise ja rajamise. Mõlemal perioodil on oluline rakendusuringute läbiviimine, kliimamuutustest tingitud andmete koondamine, sh linnade mikrokliima uuringud ning nende kasutamine. Perioodil pärast 2030. aastat muutuvad järjest prioriteetsemaks rakenduslikud meetmed ja nende laiaulatuslikum elluviimine on vältimatu. Teatud meetmeid on võimalik rakendada ka avaliku ja erasektori partnerlusena, näiteks sademevee kasutamine kodumajapidamistes nn halli veena.

Maakasutuse ja planeerimise valdkonna meetmed on toodud tabelites 3.4.7.1 kuni 3.4.7.5.

**Tabel 3.4.7.1.** Meede m.P.1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimariskidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises

<b>Alaeesmärk</b>	e.P.1.1. Pikaajalised kliimamuutuste mõjud ja haavatavus välja selgitatud, kliimamuutuste mõjude seiresüsteem loodud, kliimamuutustega kaasnevad maakasutuse muutuse mõjud ja riskid ühiskonnas teadvustatud ja arvesse võetud.
<b>Meede</b>	m.P.1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimariskidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises
<b>Milliste kliimariskide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, erosioon ja maalihked rannikutel; liigniiskus- ja põuakahjud, erosioon, veereostus põllu- ja metsamaadel; üleujutused, paduvihmad, veereostus, tormid, kuumalained ja soojussaared
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks</b>	Tõstab informeerituse ning avalikustamisega kohanemisvõimekust ja asustuse kliimakindlust, aitab vältida negatiivseid maakasutusmuutusi

<b>on meede suunatud?</b>		
<b>Indikaator(id)</b>	1. Elanikkonna teadlikkus on parenenud (vastav küsitlus on läbi viidud) 2. Koolitustsüklid on läbi viidud erinevates sihtgruppides	
<b>Algtase(med)</b>	1. 28% (2013) 2. 0	
<b>Sihttase(med)</b>	1. 35% (2020), 40% (2030) 2. 6 (2020; 2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)  2. Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	Elanikkond on informeeritud võimalikest riskidest ning ennetusmeetmetest ehitustegevuses ja maakasutuses.  Koolitustsükkel ning täiendkoolitus. Koolitust tuleb fookuseerida erinevatele sihtrühmadele, lisaks planeerijatele ka teistele KOV spetsialistidele nt haljastajad, transpordispetsialistid jms. Tegemist on iga-aastase, pideva tegevusega. Samuti koolitatakse järelevalvet teostavaid institutsioone ja kooskõlastavaid asutusi.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Informatiivne	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	PlanS, LKS, Ehitusseadus	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KeM	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV	

**Tabel 3.4.7.2.** Meede m.P.1.2. Pilootprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta

<b>Alaeesmärk</b>	e.P.1.1. Pikaajalised kliimamuutuste mõjud ja haavatavus välja selgitatud, kliimamuutuste mõjude seiresüsteem loodud, kliimamuutustega kaasnevad maakasutuse muutuse mõjud ja riskid ühiskonnas teadvustatud ja arvesse võetud.
<b>Meede</b>	m.P.1.2. Pilootprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta.
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, erosioon ja maalihked rannikutel; liigniiskus-ja põuakahjud, erosioon, veereostus põllu- ja metsamaadel; üleujutused, paduvihmad, veereostus, tormid, kuumalained ja soojussaared
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Tõstab riskitundlike planeerimisotsustega tõsta kohanemisvõimekust ja asustuse kliimakindlust, aitab vältida negatiivseid maakasutusmuutusi
<b>Indikaator(id)</b>	1. Juhendmaterjalid on koostatud 2. Uuringud on läbi viidud ja ruumiandmebaasid on ajakohased
<b>Algtase(med)</b>	1. Juhendmaterjalid koostamata (2017) 2. Uuringuid pole (2017)
<b>Sihttase(med)</b>	1. Juhendmaterjalid koostatud (2020; 2030) 2. Uuringud läbi viidud (2020; 2030)
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus

	Tegevus	Tegevuse vahetu tulemus
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	1. Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	Kaardistatud on meretaseme tõus, võimalikud üleujutuste ja soojussaarte võimalikud riskialad. Info on koondatud ühtsesse andmebaasi ja on lihtsalt kättesaadav ning seda kasutakse planeerimis- ja ehitusotsuste vastuvõtmisel, peamiselt üld- ja detailplaneeringute koostamisel.
	2. Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine	Vastavad uuringud on läbi viidud suuremates linnades. Maa-ameti rakendusse lisatakse teave suuremate linnade mikrokliimaatilistest erisustest, mida saab kasutada planeerimis- ja ehitusotsuste tegemisel.
	3. Meretaseme prognoosüsteemide arendamine	Meretaseme lühiajalised operatiivprognosid on kohandatud kliimamuutustest tulenevaga, sh muutustega tormide sageduses, intensiivsuses ning tsüklonite trajektorides. Rannikute üleujutusriskiga alade jaoks (Pärnu, Haapsalu, Narva-Jõesuu, Tallinnas Koplis, Pirita, Keslinna sadam, Kuressaare) on koostatud meretaseme muutuste pikaajalised prognoosstenaariumid aastate 2017–2100 kohta, milles on arvestatud meretaseme- ja maatõusu ning teiste rannikul toimuvate protsesside koosmõju. Stenaariumite alusel on koostatud detailsed üleujutusosalade prognooskaardid eelnimetatud piirkondade kohta, mis oleksid kasutatavad ruumilises planeerimises ning päästesüsteemide arendamisel.
	4. Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel	Üleujutusriskide maandamisel on täpsustatud üleujutuste ja tormisündmuste esinemistõenäosused (üks kord 100a ja 1000a), teaduslik usaldusväärsus tõusnud.
	5. Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine	Olemasolevatel seirealadel on veealuse rannanõlva uurimist laiendatud kuni samasügavusjooneni –5 m ja järsema rannanõlva puhul kuni –10 m jooneni.
	6. Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine KOV-i tasandil ja nende alusel juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega arvestamiseks ja riskide maandamiseks	Praktilisel kogemusel ja juhtumitel põhinev juhend vähendab kohalike omavalitsuste halduskoormust, kuna aitab fokuseerida kliimamuutustega seonduvaid riske ja annab praktilisi suuniseid riskide maandamiseks, paraneb planeeringute kvaliteeti. Üdplaneeringu puhul piisaks 3 näitest, detailplaneeringute puhul 6. Sel juhul peaks olema kaetud teemad nii geograafiliselt kui riskipõhiselt.
	7. Keskkonnamõju strateegilisel hindamisel kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos meetodilise juhendiga	Parandab KSH aruannete kvaliteeti kliimamuutustega arvestamise osas.
	8. Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks	Luuakse uut teadmust hoonestuse, haljastuse ning tehnilise infrastruktuuri projekteerimisse. Soovitused lähtuvad praktilistest projektidest ja kohapõhistest näidetest. Soovituste väljatöötamiseks kulub ca 3 aastat.
	9. Riskialüüside koostamise juhendmaterjalide väljatöötamine	Riskialüüsi juhendmaterjalid on koostatud täpsusastmes, et neid on võimalik kasutada maakonnaplaneeringute ja KOV tasandi planeeringute koostamisel. Juhendmaterjalid põhinevad praktilisel kogemusel, mis eeldab, et vähemalt ühes omavalitsuse ja ühes

		maakonnas on vastavad riskianalüüsid läbi viidud.
	10. Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed	Parandab KMH kvaliteeti kliimamuutustega arvestamise osas.
	11. Soovitused projekteerimisnormide kohandamiseks arvestamiseks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses	Regionaalsete erinevuste ja kohalike tingimustega arvestatakse maaparandusobjektide ja veejuhtmete projekteerimisel.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Informatiivne, täiendav uuring	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	PlanS, LKS, Ehitusseadus	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KeM, RaM, MKM, SiM, PmM	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV	

Tabel 3.4.7.3. Meede m.P.1.3. Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine

<b>Alaeesmärk</b>	e.P.1.2. Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.	
<b>Meede</b>	m.P.1.3. Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, erosioon ja maalihked rannikutel; liigniiskuskahjud, veereostus asustuses, põllu- ja metsamaadel, tormiajukahjud	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Aitab vältida ja leevendada üleujutusriske ja kahjusid	
<b>Indikaator(id)</b>	1. Eluhoonete arv potentsiaalselt üleujutusohuga alal (1% tõenäosus) 2. Elanike arv potentsiaalselt üleujutusohuga alal (1% tõenäosus)	
<b>Algtase(med)</b>	1. 3700 (2012) 2. 7800 (2012)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. 3800 (2020), 4000 (2030) 2. 8000 (2020), 8400 (2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Üleujutusriskiga alade kasutamine rekreatsiooniks ja rohealadena	Linnade üldplaneeringutes on rohealade planeerimisel ja säilitamisel teadvustatud kliimamuutuste riske. Riskialasid eelisarendatakse rekreatsiooniks ja rohealadeks.
	2. Sademevee suunamine ja hajutamine rohealadele	Linnade üldplaneeringutes hakatakse arvestama sademevee hajutamise võimalustega rohealadele ja rohealade mõjuga sademevee infiltratsiooniks.
	3. Jõgede, ojade, kraavide ja truupide puhastamine ning sängide süvendamine; uute kraavide rajamine	Üleujutusriskiga asulates pööratakse täiendavat tähelepanu jõgede, ojade ja kraavide puhastamisele ning sängide süvendamisele. Vajadusel on rajatud ka kraave, et tagada suurvee tõhusam ärajuhtimine.

	4. Sademevee süsteemide rekonstrueerimine ja rajamine, sh sademetevee kasutamine kodumajapidamistes nn halli veena	Riskialadel on sademeveesüsteemid rajatud ja rekonstrueeritud. Hoonestuse projekteerimiseks riskialadel on välja töötatud täiendavad projekteerimistingimused, mis nõuavad sademevee kasutamist.
	5. Üleujutustest tuleneva saastatuse vältimine	Üleujutusriskide saasteennetuse tõhustamine, selleks vajaliku juhendmaterjali koostamine.
	6. Ohustatud kultuuripärandi objektide identifitseerimine ja vajadusel kaitsemeetmete (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) väljatöötamine rannikute üleujutusest ja erosioonist tulenevate mõjude leevendamiseks	Meretaseme tõusu ja rannikuerosiooni tõttu ohustatud kultuuripärandi objektid on tuvastatud ja vajalikud kaitsemeetmed (konserveerimine, päästekaevamised, objekti teisaldamine) välja töötatud.
	7. Liigniiskuskahjude leevendamine läbi maaparandussüsteemide korrashoiu, rekonstrueerimise ja rajamise	Maaparandussüsteemide uuendamisel arvestatakse kliimamuutustega.
	8. Veereostuse riski vähendamine erosiooniohtlikel põllumaadel	Analüüsitakse riske ja tehakse ettepanekud selle vähendamiseks.
	9. Põuakahjude vähendamine läbi niisutussüsteemide rajamise	Sõltuvalt kultuuridest ettepanekud nn uue põlvkonna niisutussüsteemi rajamiseks.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Majanduslik	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	PlanS, LKS, Ehitusseadus	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KuM, KOV, maaomanikud	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV	

**Tabel 3.4.7.4.** Meede m.P.1.4. Rohealade ja linnahaljastu arendamine kliimarisikide mõjude leevendamiseks

<b>Alaeesmärk</b>	e.P.1.2. Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.	
<b>Meede</b>	m.P.1.4. Rohealade ja linnahaljastu arendamine kliimarisikide mõjude leevendamiseks.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, paduvihmad, veereostus, tormid, kuumalained ja soojussaared	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Asustuse kliimakindluse tõstmine, riskide vältimine erakorralistes ilmatingimustes	
<b>Indikaator(id)</b>	1. Rohealade/haljastuse ning tehiseveekogude pindala linnades	
<b>Algtase(med)</b>	1. 100% (2015)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. 103% (2020), 108% (2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Rohealade säilitamine, järjepidev hooldamine, laiendamine ja uute rajamine kliimamuutustega kohanemisel;	Rohealade osakaal ja jaotus linnas on piisav, et vältida linnaruumi ülekuumenemine kuumalainete ajal; 2) Rohealad pakuvad linnades kuumalainete



	kõrghaljastuse ja taimestiku kasutamine jahutusefekti saavutamiseks ning parema infiltratsiooni tagamiseks	ajal piisavalt varju, et tagada inimeste tervise kaitse; 3) Rohealade osakaal ja jaotus linnas on piisav, et tagada liigvee tõhus infiltratsioon; 4) Üld- ja detailplaneeringute koostamisel on rohealade kliimamuutusi leevendavate ja nendega kohanemisega arvestavate mõjudega arvestatud.
	2. Suurte tehispindade (parklad, tööstusalad) liigendamine roheliste puhverribadega; veekindlate tehispindade osakaalu vähendamine maakasutuses uute arenduste planeerimisel	Suurte tehispindade rajamisel riskialadele on projekteerimisel rakendatud uued standardid, mis arvestavad kliimamuutuste mõjudega kaasnevate riskidega; Detailplaneeringute koostamisel on kehtestatud parklate lausafalteerimise vältimiseks uued normid, lähtudes kliimamuutuste riskidest.
	3. Pindade soojust peegeldavate, -absorbeerivate ja -pidavate omaduste ning õhuringluse arvestamine hoonestuse projekteerimisel ja ehitamisel	Linnade soojussaarte riskialadel on projekteerimisel ja ehitamisel kasutusel standardid, mis muu hulgas arvestavad ka linnade soojussaarte mõju leevendamiseks.
	4. Vee jahutava mõju kasutamise soodustamine linnaruumis	Rahvarohketes kohtades, platsidel, mis on päikesele avatud, on rajatud purskkaevud.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Majanduslik	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	PlanS, LKS, Ehitusseadus	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	MKM, KOV	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV	

**Tabel 3.4.7.5.** Meede m.P.1.5. Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimarisikide osas

<b>Alaeesmärk</b>	e.P.1.2. Planeeringute koostamisel pikaajalised kliimamuutuste riskid arvesse võetud.	
<b>Meede</b>	m.P.1.5. Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimarisikide osas.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, erosioon ja maalihked rannikutel; liigniiskus-ja põuakahjud, erosioon, veereostus põllu- ja metsamaadel	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Negatiivsete maakasutusmuutuste vältimine	
<b>Indikaator(id)</b>	1. Õigusaktid on vajadusel vastavusse viidud kliimamuutuste eesmärkide täitmiseks ja kliimamuutustega riskide maandamiseks	
<b>Algtase(med)</b>	1. Õigusaktid puudulikud (2017)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. Õigusaktid täiustatud (2020; 2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Õigusraamistiku analüüs üleujutusalaade ja ehituskeeluvööndi osas	Kliimamuutuste kohanemisega õigusaktide täiendamiseks sisulise analüüsi läbiviimine. Õigusruumi ajakohastamine eelkõige ehituskeeluvööndi eesmärgi osas, mis lisaks looduskaitsele eesmärkidele peaks täitma ka kliimamuutuste kohanemise eesmärgi.
	2. Kliimamuutuste riskijuhtimise integreerimine rannikualasid	Õigusruumi analüüs ja täiendamine.

	puudutavatesse määrustesse	
	3. Õigusruumi korrastamise vajaduse analüüs üleujutusala (kuivendus) ja ressursi kasutamise (niisutus) regulatsioonide osas	Õigusruumi analüüs ja täiendamine.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2030	
<b>Meetme tüüp</b>	Regulatiivne	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	PlanS, LKS, Ehitusseadus	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KeM, PmM	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE	

Tabel 3.4.7.6. Linnade valdkonna meetmete kirjeldus ja hindamine

Jrk nr	Alameede															
		Elanikud	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtühemdale			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele			3. Rakendamise keerukus	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus	6. Mõju avaldumise aeg	7. Meetme tundlikkus välisegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult)	9. Meetme kulukus	Koondhinnang
				Avalik sektor	Sotsiaal	Majandus	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline/kvant hinnang (€)	Kokku
<b>Teadmusmeetmed</b>																
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	3	3	5	4	4	4	5	4	5	3	3	3	4		50
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)	5	4	3	5	4	4	5	4	5	4	1	5	3		52
1.2.6.	Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine KOV tasandil ja nende alusel juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega arvestamiseks ja riskide maandamiseks	3	3	5	4	4	4	4	2	5	4	1	5	4		48
1.2.7.	Keskkonnamõju strateegilisse hindamise aruannetes kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos metoodilise juhendiga	3	3	5	4	4	5	4	4	5	4	1	3	3		48
1.2.8.	Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks	4	4	4	4	4	4	3	2	5	4	1	5	3		47
1.2.9.	Riskianalüüside koostamise juhendmaterjalide väljatöötamine	4	4	4	4	4	4	3	2	5	4	1	5	4		48
1.2.2.	Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine	4	3	4	4	4	4	2	2	5	4	1	3	3		43
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	4	4	4	4	4	4	2	4	5	3	1	3	2		44
<b>Õigusmeetmed</b>																

1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusvalade ja ehituskeeluvööndi osas	4	3	4	4	3	4	3	4	5	4	1	3	4		46
<b>Rakendusmeetmed</b>																
1.4.1.	Rohealade säilitamine, järjepidev hooldamine, laiendamine ja uute rajamine kliimamuutustega kohanemisel; kõrghaljastuse ja taimestiku kasutamine jahutusefekti saavutamiseks ning parema infiltratsiooni tagamiseks	5	4	4	5	4	5	4	2	5	5	3	5	3		54
1.4.4.	Vee jahutava mõju kasutamise soodustamine linnaruumis	5	3	4	4	2	4	3	2	5	5	1	5	3		46
1.4.3.	Pindade soojust peegeldavate, absorbeerivate ja -pidavate omaduste ning õhuringluse arvestamine hoonestuse projekteerimisel ja ehitamisel	5	4	4	4	4	4	3	2	5	4	3	3	4		49
1.4.2.	Suurte tehispindade (parklad, tööstusalad) liigendamine roheliste puhverribadega; veekindlate tehispindade osakaalu vähendamine maakasutuses uute arenduste planeerimisel	3	4	4	4	4	4	4	1	5	5	3	3	4		48
1.3.2.	Sademevee suunamine ja hajutamine rohealadele	4	4	4	3	4	3	4	1	5	5	5	5	4		51
1.3.4.	Sademevee süsteemide rekonstrueerimine ja rajamine, sh sademetevee kasutamine kodumajapidamistes nn halli veena	5	4	3	3	4	5	2	1	5	5	1	3	2		43
1.3.3.	Jõgede, ojade, kraavide ja truupide puhastamine ning sängide süvendamine; uute kraavide rajamine	3	3	3	3	4	4	4	1	5	5	5	3	4		47
1.3.1.	Üleujutusriskiga alade kasutamine rekreatsiooniks ja rohealadena	4	3	4	4	3	4	4	2	5	5	3	5	3		49

## Vajadused õigusraamistiku muutmiseks

**Tabel 3.4.7.7.** Linnade valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte

Meede jrk nr	Alameede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusosalade ja ehituskeeluvööndi osas	- Planeerimisseadus - Looduskaitseadus - Veeseadus - Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad ja riskianalüüsid

Planeeringute koostamist ning planeeringu ülesandeid reguleerib planeerimisseadus (edaspidi PlanS)<sup>24</sup>. Planeerimisalase tegevuse korraldaja peab muuhulgas planeerimisel arvesse võtma asjakohaseid ruumilist arengut mõjutavaid strateegiaid, riskianalüüse, kehtivaid planeeringuid, arengukavasid ning teisi ruumilist arengut mõjutavaid dokumente ja muud asjakohast teavet.

PlanS § 11 sätestab muuhulgas, et planeeringu koostamisel tuleb arvesse võtta riskianalüüse. Riskianalüüside koostamise ning sisu reguleerib määrus „Hädaolukorra riskianalüüsi koostamise juhend“<sup>25</sup>. Senised riskianalüüsid on sedavõrd üldised, et nende arvestamine nt üldplaneeringus, rääkimata detailplaneeringu koostamisel, ei ole sisuliselt võimalik. Seega on oluline edaspidi koostada riskianalüüsid, mis on kohapõhised ning vastavad konkreetsetele vajadustele (riskidele).

PlanS § 12 on tegemist üldiste suunistega planeeringuprotsessi läbiviimisel ja põhimõtetega, millega tuleb planeeringu koostamisel arvestada. Üheks võimaluseks on lisada PlanS § 12 regulatsioon, et planeeringu koostamisel tuleb arvestada ka kliimamuutustega. Siiski on §12 regulatsioonid sedavõrd üldised (sellele on juhtinud tähelepanu ka juristid), et pigem tuleks eelistada juhendeid või soovitusi, et kliimamuutustega kohanemiseks kui regulatsiooni täiendamist.

Proportsionaalselt on suurem osa planeeringu ülesandeid, mis haakuvad kliimamuutuste kohanemisega, üldplaneeringu tasandil. Arutelude käigus on selgunud, et maakonnaplaneeringutes võiks anda üldised suunised kliimamuutustega kohanemiseks ning viite, et nende küsimustega tuleb tegeleda üldplaneeringute tasandil. Peamine kliimamuutustega seonduv jääb üldplaneeringu tasandile ning vajadusel täpsustatakse ehitustingimusi detailplaneeringute koostamisel.

Üldplaneeringu ülesannete loendis võib kaaluda kaitsemetsade mõiste ning ülesannete lisamist, mis oleks asjakohasem kliimamuutuste kontekstis (nt turbe- või sanitaarraie eelistamine lageraiele) kui lageraie tegemisel langi suurusele ja raievanusele piirangute seadmine.

Aastaid on arutatud ehituskeeluvööndi vähendamise loobumisest detailplaneeringutega. Selleks, et lahendada ehituskeeluvööndi (nii suurendamist kui vähendamist) küsimust tervikuna, on selleks oluliselt sobivamaks tasandiks üldplaneering. Kahjuks on need arutelud jäänud vaid aruteludeks ning seda teemat ei ole käsitletud ka hiljuti jõustunud seaduses.

<sup>24</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022015003>

<sup>25</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/125112010010>

Ettepanekud **planeerimisseaduse** muutmiseks:

Säte	Praegune sõnastus	Ettepanek sätte muutmiseks
§ 12	Otstarbeka, mõistliku ja säästliku maakasutuse põhimõte	Kaaluda vajadust lisada § koosseisu lõige kliimamuutustega kohanemise osas
§ 75 lg 1 p 21	asula või ehitiste kaitseks õhusaaste, müra, tugeva tuule või lumetuisu eest või tuleohu vähendamiseks või metsatulekahju leviku tõkestamiseks lageraie tegemisel langi suurusele ja raievanusele piirangute seadmine;	Langi suuruse ning raievanuse piirangute seadmise asemel sätestada kaitsemetsa määramise võimalus ja funktsioon, kus seada tingimused raie liikidele nt turbe- ja sanitaarraie. Langi suuruse määramine ei pruugi lahenda keskkonnakaitselisi ning kliimamuutustega kohanemise eesmärke
§ 126 lg 1 p 16	ranna ja kalda ehituskeeluvööndi vähendamine	Detailplaneeringute puhul loobuda ehituskeeluvööndi vähendamise võimalusest. Ehituskeeluvööndi vähendamine peaks toimuma ainult üldplaneeringu koostamise raames

Planeerimisseaduse oluliseks muutmiseks puudub otsene vajadus, kuna teemasid on võimalik lahendada olemasolevate regulatsioonide, eelkõige planeeringutele seatud ülesannete, raames.

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse (KeHJS)<sup>26</sup> § 31 p 1 kohaselt on üleriigilise, maakonna ja üldplaneeringu koostamisel kohustuslik läbi viia keskkonnamõtjude strateegiline hindamine (KSH). KSH aruanne peab § 40 lg 4 p 6 kohaselt sisaldama muuhulgas hinnangut kliimamuutustele.

KSH aruande raames on vajalik edaspidi välja töötada erinevate planeeringu liikide üldistusastmele vastavad soovitusel hindamiseks kliimamuutustega seonduvaid mõjusid. Seaduse muutmiseks puudub otsene vajadus.

Looduskaitse seadus (edaspidi LKS)<sup>27</sup> kohaselt on ranna või kalda kaitse eesmärk looduskoosluste säilitamine, inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine, ranna või kalda eripära arvestava asustuse suunamine ning seal vaba liikumise ja juurdepääsu tagamine. Lisaks sellele täidab regulatsioon ka kliimamuutustest tulenevate negatiivsete mõjude leevendamise eesmärki, vähendades üleujutustest tulenevaid kahjusid rannal ja kaldal.

LKS määrab rannal ja kaldal piirangu-, veekaitse- ja ehituskeeluvööndi. Samuti objektide loendi, millele ehituskeeluvöönd ei laiene. Ehituskeeluvööndit saab suurendada üldplaneeringuga ning vähendada üld- või detailplaneeringuga. Nõusoleku ehituskeeluvööndi vähendamiseks annab Keskkonnaamet. LKS kohaselt määratakse ka korduva üleujutusega ala piir mererannal üldplaneeringuga. Aleviku või küla tiheasustusala laiendamine ranna ja kalda piiranguvööndis ning olemasoleva tiheasustusala laiendamine rannal või kaldal toimub kehtestatud üldplaneeringu alusel.

Looduskaitse seaduses tuleks kaaluda ranna ja kalda kaitse vööndite eesmärkide sõnastamisel kas laiema mõiste sisse toomist (nt nagu oli varasemas ranna ja kalda kaitse seaduses) või viitamist kliimamuutustega kohanemise vajadusele. Seadust tuleks täiendavalt analüüsida rajatiste (nt teed, maaküte, tehnovõrgud) detailplaneeringu kohustuse leevendamine osas. Seda ideoloogiat kannab ka 01.07.2015 jõustunud planeerimisseadus, kuid selle põhimõtte kajastamine on planeerimisseaduse kodifitseerimisprotsessis jäänud looduskaitse seadusesse

<sup>26</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015105>

<sup>27</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015122#para34>



integreerimata. Üleujutusriske on võimalik maandada ka rajatiste projekteerimise faasis.

Ettepanekud **looduskaitseaduse** muutmiseks:

Säte	Praegune sõnastus	Ettepanek sätte muutmiseks
§ 34	Ranna või kalda kaitse eesmärk on rannal või kaldal asuvate looduskoosluste säilitamine, inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine, ranna või kalda eripära arvestava asustuse suunamine ning seal vaba liikumise ja juurdepääsu tagamine.	Lisada sättele, et ranna ja kalda kaitse eesmärk on ka kliimamuutustega kohanemine. (nt oluliselt parem eesmärgi sõnastus on kehtivuse kaotanud ranna ka kalda kaitse seaduses)
§ 35 lg 31	Korduva üleujutusega ala piir mererannal määratakse üldplaneeringuga. Kui korduva üleujutusega ala piiri ei ole määratud, loetakse korduvalt üleujutatud ala piiriks ühe meetri kõrgune samakõrgusjoon.	Kaaluda korduva üleujutatud ala piiriks 1.5 meetri määramist.
§ 38 lg 4 ja 5	Regulatsioonid, millele või mis tingimustel ehituskeeluvöönd ei laiene	Regulatsioonides esitatud loend üle vaadata ja ajakohastada. Nt ehituskeeluvöönd ei peaks laienema maakütte veekollektori rajamisele, avalikule teele, tehnovõrkudele jms. Tuleks kaaluda, kas sellistel juhtudel on vajalik detailplaneeringu koostamine. Rajatiste puhul tuleb kaaluda kas detailplaneeringu nõue on põhjendatud, arvestades et detailplaneeringu nõuded on muutunud ka planeerimisseaduses.

Veeseadus (edaspidi VeeS)<sup>28</sup> § 33<sup>6</sup> lg 4 sätestab, et üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava koostamisel tuleb arvesse võtta muu hulgas kavaga seotud tulused ja kulused, üleujutuste ulatust ja kulgemisteid, potentsiaalselt üleujutatavaid piirkondi (jõeluhad, märgalad), käesoleva seaduse kohaselt sätestatud keskkonnaeesmärke, pinnase kasutamise ja kaitse nõudeid, veemajandust, ruumilist planeerimist, maakasutust, looduskaitset, navigatsiooni ja sadamate infrastruktuuri.

VeeS § 33<sup>6</sup> lg 8 sätestab omakorda, et riskide maandamiskavas kehtestatud nõudeid, erisusi, kitsendusi ning asjakohaste meetmete rakendamise vajadust võetakse arvesse muuhulgas üld- ja detailplaneeringute ning riiklike ja kohalike omavalitsuste kriisireguleerimisplaanide koostamisel.

Täiendavat analüüsi vajaks ka veeseaduses sätestatud korduva üleujutusala piir, mis praeguse regulatsiooni kohaselt on 1 m, kuid mis võiks tuleviku trende silmas pidades olla suurem.

Vesikondade maandamiskavad<sup>29</sup> on koostatud, kuid nende koostamisel ei ole arvesse võetud kehtivaid planeeringuid, pigem on arvestatud praeguse maakasutusega. Maandamiskavade integreerimist planeeringutesse võiks pigem lahendada pilootprojekti raames, vastasel juhul võib jääda kavade integreerimine planeeringutesse pigem formaalseks.

<sup>28</sup> [Veeseadus](#)

<sup>29</sup> [Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad](#)

## Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

**Tabel 3.4.7.8.** Linnade valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega

Meede jrk nr	Alameede	ja temaga seotud meede/allmeede
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel
		Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
		Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ühtse ruumiandmebaasi koostamine kasutamiseks metsa- ja põllumaade planeerimisel ja majandamisel, maaparandushoiukavade koostamisel
		Ametkondadeülelene kaardirakendus ja ressursside andmebaas üleujutuse, metsatulekahju ning nende ohu likvideerimise planeerimiseks, hädaolukordadeks valmisoleku planeerimiseks ja vastutavate asutuste koolitamiseks.
1.2.2.	Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine	Arhiivi- ja teiseste allikate, sh geoloogilise materjali rakendamine üleujutus- ja erosiooniriskide hindamisel
		Randade seiremetoodikate ja -süsteemide arendamine
		Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi
		Kliimamuutustega kaasnevate mõjude ja riskide teadvustamine põllu- ja metsamajandusettevõtete ning maaomanike tasandil – info jagamine, koolitustsükli ja täiendkoolituste korraldamine
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimärändest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine
		Kliimamuutustega kaasnevate põllumajanduslike ja metsanduslike mõjude ja riskide teadvustamine riigi, maakonna ja kohaliku omavalitsuse tasandil – info jagamine, koolitustsükli ja täiendkoolituste korraldamine
1.2.8.	Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks	Soovitused projekteerimisnormide kohandamiseks arvestamaks kliimamuutuste mõju leevendamise vajadust metsa- ja põllumajanduses ning selle mõju regionaalseid erinevusi
1.2.7.	Keskkonnamõju strateegilisse hindamise aruannetes kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos metoodilise juhendiga	Objektide rajamise või rekonstrueerimise KMH või eksperthinnangu raames kliimamuutuste mõju arvestamine, selgitamiseks mõjud rannikualade üleujutuse korral ja mõju vältimise meetmed

### Kohanemismeetmete rakendamine

**Tabel 3.4.7.9.** Maakasutuse ja planeerimise valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45–60p 2=29–44p 3=12–28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, tuh EUR	Kokku maksumus, tuh EUR
Rakendada perioodil 2017–2020 (st meie skaalas esimese 5 aasta jooksul)	1	5	2 657 000	2 657 000
	2			
	3			
Rakendada 2021–2030 (5–15 aasta jooksul)	1	5	5 850 000	5 850 000
	2			
	3			
Rakendada 2031–2050 (15–35 aasta jooksul)	1	5	-	-
	2			
	3			
Rakendada 2051–2100	1	5	-	-
	2			
	3			
<b>KOKKU</b>				<b>8 507 000</b>

**Tabel 3.4.7.10.** Linnade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.2.6.	Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine KOV-i tasandil ja nende alusel juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega arvestamiseks ja riskide maandamiseks
1.2.7.	Keskonnamoju strateegilisse hindamise aruannetes kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos meetodilise juhendiga
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.2.8.	Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusosalade ja ehituskeeluvööndi osas
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)

Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, oleks perioodil 2017–2020 kõige olulisem rakendada meetmeid, mis aitavad kaasa planeerimise, projekteerimis- ja ehitustingimuste kohandamisele, sest vastavate otsuste mõju on väga pikaajaline. Seetõttu on oluline praktiliste pilootprojektide koostamine ning juba olemasolevate instrumentide (KSH) parem rakendamine. Paralleelseselt tuleb tegeleda spetsialistide koolituse ning elanikkonna teadlikkuse tõstmisega. Nimetatud perioodiks tuleb läbi viia ka õigusraamistiku analüüs.

**Tabel 3.4.7.11.** Linnade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.2.	Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine – täiendkoolituste korraldamine ja info jagamine
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)
1.2.6.	Pilootprojektide (üld- ja detailplaneeringute) koostamine KOV-i tasandil ja nende alusel juhendmaterjalide koostamine kliimamuutustega arvestamiseks ja riskide maandamiseks
1.2.7.	Keskonnamoju strateegilisse hindamise aruannetes kliimamuutuste mõjude hindamise parendamine koos metoodilise juhendiga
1.2.8.	Soovitused projekteerimis- ja ehitustingimuste (nt hooned ja haljastus, sademetevee ärajuhtimine) koostamiseks kliimamuutustega kohanemiseks
1.2.9.	Riskianalüüside koostamise juhendmaterjalide väljatöötamine
1.2.2.	Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimariskidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusala ja ehituskeeluvööndi osas
1.4.1.	Rohealade säilitamine, järjepidev hooldamine, laiendamine ja uute rajamine kliimamuutustega kohanemisel; kõrghaljastuse ja taimestiku kasutamine jahutusefekti saavutamiseks ning parema infiltratsiooni tagamiseks
1.4.4.	Vee jahutava mõju kasutamise soodustamine linnaruumis
1.4.3.	Pindade soojust peegeldavate, absorbeerivate ja -pidavate omaduste ning õhuringluse arvestamine hoonestuse projekteerimisel ja ehitamisel
1.4.2.	Suurte tehispindade (parklad, tööstusalad) liigendamine roheliste puhverribadega; veekindlate tehispindade osakaalu vähendamine maakasutuses uute arenduste planeerimisel
1.3.2.	Sademevee suunamine ja hajutamine rohealadele
1.3.4.	Sademevee süsteemide rekonstrueerimine ja rajamine, sh sademetevee kasutamine kodumajapidamistes nn halli veena
1.3.3.	Jõgede, ojade, kraavide ja truupide puhastamine ning sängide süvendamine; uute kraavide rajamine
1.3.1.	Üleujutusriskiga alade kasutamine rekreatsiooniks ja rohealadena

Perioodil 2021–2030 on linnadele suunatud meetmetest jätkata kliimamuutuste kohanemiseks vajalike projekteerimis- ja ehitustingimuste soovituste ning vajadusel normide väljatöötamine, et vähendada kliimamuutustega kaasnevaid riske. Praegu koostatavate maakonnaplaneeringute eeldatav planeeritav periood on 15 aastat, mis tähendab, et maakonnaplaneeringuid ja üleriigilist planeeringut Eesti 2030+ hakatakse uuendada selle perioodi lõpus uuendada. See eeldab, et selleks ajaks on koostatud ka riskianalüüsid, mis on planeeringutes kasutatavad. Nimetatu eeldab, et selleks on olemas ka vajalikud ruumiandmed, mille baasil riskianalüüsid koostatakse.

Suurema prioriteediga on ka investeeringud rohealade säilitamisse, rekonstrueerimisse ja rajamisse. Mõlemal perioodil on oluline kliimamuutustest tingitud andmete kogumine ja koondamine sh linnade mikrokliima uuringud.

**Tabel 3.4.7.12.** Linnade valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimariskidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusala ja ehituskeeluvööndi osas
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest

	(planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)
1.2.2.	Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine

**Tabel 3.4.7.13.** Linnade valdkonna Meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.2.1.	Kliimamuutuste riskide kaardistamine, ruumiandmebaasi koostamine, kliimarisikidega arvestamine planeeringute ja arengukavade koostamisel (sh maaparandushoiukavad, metsamajanduskavad)
1.5.1.	Õigusraamistiku analüüs üleujutusosalade ja ehituskeeluvööndi osas
1.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus)
1.2.2.	Suuremate linnade mikrokliima uurimine ja kaartide koostamine

**Tabel 3.4.7.14.** Maakasutuse ja planeerimise valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus

Rakendamise eest vastutav asutus	Alameetmete arv, milles peavastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, tuh EUR
Keskkonnaministeerium (KeM)	11	1	2 027 000
Siseministeerium (SiM)	1		250 000
Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium (MKM)	2	1	170 000
Rahandusministeerium (RaM)	1	2	240 000
Kultuuriministeerium (KuM)	1		90 000
Põllumajandusministeerium (PõM)	2	1	160 000
Kohalikud omavalitsused (KOV)	8	5	5 570 000
<b>KOKKU</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>8 507 000</b>

### Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

**Tabel 3.4.7.15.** Maakasutuse ja planeerimise valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
1.1.	Teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ja mõjudest linnakorralduses ja planeerimises	Elanikkonna teadlikkus on parenenud (vastav küsitlus on läbi viidud)	28% (2013)	35%
		Elanikkonna teadlikkus on parenenud (vastav küsitlus on läbi viidud)	0	6
1.2.	Pilotprojektide ja uuringute läbiviimine ning planeerimismetoodikate ja seiresüsteemide arendamine riskialade kohta	Juhendmaterjalid on koostatud	Juhendmaterjalid koostamata (2017)	Juhendmaterjalid koostatud
		Uuringud on läbi viidud ja ruumiandmebaasid on ajakohased	Uuringuid pole (2017)	Uuringud läbi viidud
1.3.	Üleujutusriskide ennetamine ja leevendamine	Eluhoonete arv potentsiaalselt üleujutusohuga alal (1%	3700 (2012)	3800

		tõenäosus)		
		Elanike arv potentsiaalselt üleujutusohuga alal (1% tõenäosus)	7800 (2012)	8000
1.4.	Rohealade ja linnahaljastu arendamine kliimarisikide mõjude leevendamiseks	Rohealade/haljastuse ning tehisveekogude pindala linnades	100% (2015)	105%
1.5.	Maakasutuse planeerimise õigusraamistiku korrastamine kliimarisikide osas	Õigusaktid on vajadusel vastavusse viidud kliimamuutuste eesmärkide täitmiseks ja kliimamuutustega riskide maandamiseks	Õigusaktid puudulikud (2017)	Õigusaktid täiustatud



## II Tervis ja päästevõimekus

### 3.5. Tervis

Ilm ja kliima mängivad inimeste terviseseisundi kujunemisel väga olulist rolli. Kliimamuutused mõjutavad tavapäraseid ilmastikutingimusi, millega me antud piirkonnas harjunud oleme. Kõrgemad temperatuurid suurendavad näiteks kuumapäevade ja kuumalainete arvu, mis omakorda viib kuumaga seotud haigestumiste ja surmade sagenemisele. Sagedasemate tormide tõttu suureneb üleujutuste ning suure tuulega seotud õnnetuste risk. Kõrgemad temperatuurid halvendavad ka õhukvaliteeti, suurendavad ultraviolettkiirguse hulka ning võivad forsseerida veega seotud probleeme. Sellised muutused kliimaatilistes tingimustes võivad omakorda viia vee, toidu või siirutajate kaudu levivate haiguste sagenemisele.

Peale selle sõltuvad kliimamuutuste tervise mõjud veel mitmetest teistest teguritest nagu tervisesüsteemide võimekus ja valmisolek, elanike tundlikkus ja ebavõrdsus, haavatavamate elanike (eakad, lapsed, kroonilised haiged jt) osakaal ning hoiatussüsteemide olemasolu ja tervisesüsteemide kohanemisvõime muutuva kliimaga.

Tervise alavaldkondade defineerimise aluseks on Euroopa Komisjoni töödokument: „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final, Brüssel, 16.04.2013 (SWD 136, 2013).

Antud dokumendis pakutud alavaldkondade teemad vaadati Eesti ekspertide poolt kriitiliselt üle ning osad nendest pakutud teemadest grupeeriti ümber vastavalt Eesti jaoks olulistele prioriteetidele – samas ühtegi dokumendis välja pakutud teemat välja ei jäetud. Antud dokumendis välja toodud tundlike isikute teemat käsitletakse eraldi iga alapeatüki all, tuues välja riskigrupi kuuluvad enam ohustatud isikud.

**Selle alusel on alavaldkondlik jaotus alljärgnev:**

- 1) äärmuslikud ilmastikunähtused,**
- 2) õhukvaliteet ja allergiad,**
- 3) veega seotud probleemid,**
- 4) toiduohutus,**
- 5) siirutajate kaudu levivad haigused,**
- 6) ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus,**
- 7) ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon.**

Järgnevalt võrreldi saadud jaotust naaberriikide kohanemisplaanides välja toodud tervise teemade alajaotusega. Selgus, et selline jaotus on detailsem kui näiteks jaotus Rootsis ja Soomes. Rootsis on tervise teemade all käsitletud äärmuslikke õhutemperatuure, halvenenud õhukvaliteeti, üleujutuste, tormide ja maalihetega seotud terviseriske ning nakkuste levikut (Rydell *et al.*, 2010). Soome eelmises, 2005. aastal koostatud kohanemiskavas ei ole tervist sisuliselt välja toodud. Uuema kava eelnõus (MMS, 2014) on tervis sees, kuid käesolevaks hetkeks ei ole see detailselt veel välja kirjutatud. Käsitletavatest teemadest on seal välja toodud õhutemperatuuride muutus, üleujutused ning riskid, mis on seotud siirutajate kaudu levivate haiguste leviku muutusega. Lisaks on Soome kohanemisplaanis märgitud vaimse tervise riske, mis tulenevad suuremast pilvisusest ning lumikatte vähenemisest ehk

siis riskidest, mis on seotud pikaajalise pimedaga ja sünge ilmaga. Kuna antud teema on oluline ka Eesti puhul, lisatakse sellekohane diskussioon ultraviolettkiirgust käsitleva alapeatüki alla.

Paralleelselt võrreldi antud jaotust ka Ühendkuningriigi jaotusega, millekohast teadmist saab pidada juhtivaks Euroopas (Vardoulakis & Heaviside, 2012). Selle alusel on Ühendkuningriigis tervise seisukohast olulisteks teemadeks järgnevad: temperatuuri mõjud, õhusaaste, aeroallergeenid, siseõhu saastatus, ultraviolettkiirgus, üleujutused, siirutajate kaudu levivad haigused ning vee ja toidu kaudu levivad haigused. Kõik eespool loetletud teemad on käsitletud ka käesolevas Eesti kohanemisplaani aluseks olevas ülevaates.

Iga teema all on välja toodud kontekst, ohud, riskid ja näited, uuritus Eestis, hinnang mõjudele Eestis ning käesoleval hetkel meetmed. KATI projekti kolmandas etapis kuni septembrini 2015 lõpetatakse täiendavad uuringud, hinnatakse kliimamuutuste majanduslikku mõju ning analüüsitakse täpsemalt meetmete toimivust ning antakse soovitusi nende parandamiseks, täiendamiseks ja uute meetmete lisamiseks.

Sellele järgnevalt analüüsitakse tervisesüsteemi ning selle potentsiaali vähendada kliimamuutuste tervisemõjusid. Lisaks antakse ülevaade elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest ja tajust, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse.

### 3.5.1. Äärmuslikud ilmastikunähtused

Kliima pikaajalised muutused ja äärmuslikud ilmastikunähtused mõjutavad otseselt või kaudselt inimeste tervist. Otsene mõju avaldub suremuse ja haigestumuse (südame-veresoonkonna-, hingamis- ja ajuvereringe haigused, kuumastress, külmakahjustused) ja õnnetusjuhtumite (upumised, liiklusõnnetused jt) sagenemises, kaudne mõju aga ökoloogiliste muutuste kaudu haiguste levimuse (eriti nakkushaiguste), elutingimuste ja -viisi muutustes. Tervisemõjusid võimendavad teisedki keskkonnas toimuvad muutused nagu õhu saastumine, keskkonna hapestumine, põuaperioodid, üleujutused vms. Kõik inimesed alluvad äärmuslikele ilmastikunähtustele, kuid tervisemõjud olenevad inimeste vastuvõtlikkusest, haavatavusest ja võimest toimunud muutustega kohaneda, aga ka sotsiaal-majanduslikest ja kultuurilistest tingimustest, sh haridustasemest ja terviseteenustest. Negatiivseid trende saab ennetada ja vähendada elanike teadlikkust tõstes, kohanemisvõimet suurendades ja vastavaid tervishoiu- ning teisi teenuseid arendades.

Kliimamuutuste prognoosid näitavad kliima üldist soojenemist, erakordselt kuumade suvede, sh kuumalainete sagenemist, pikenemist ja intensiivistumist ning seda ka nendes piirkondades, kus neid on varem harva esinenud. Erakordselt kuumaks peetakse sellist suvet, mille kolme kuu keskmine õhutemperatuur on pikaajalisest suvekuude keskmisest temperatuurist kahe standardhälbe või enama võrra kõrgem, s.o  $T \geq T_{\text{kesk}} + 2\delta$  (Twardosz & Kossowska-Cezak, 2013). Eestis on olnud selline suvi ainult 2010. aastal. Kui äärmuslikult kõrge õhutemperatuur püsib pikemat aega, siis nimetatakse vastavat perioodi kuumalaineks. Kuumalainete esinemise sagedus, kestus ja intensiivsus sõltub paikkonna geograafilisest asukohast. Kuumalaine kriteeriumid ei ole üheselt määratletud (Montero *et al.*, 2013).

Äärmuslikult kõrge õhutemperatuur suurendab suremust ja haigestumist, laiendab/muudab teatud nakkushaiguste leviala ning halvendab elutingimusi ja heaolu. Kliima soojenedes need mõjud suurenevad ja sagenevad. Võrreldes 2000.

aastaga prognoositakse Suurbritannias üldsuresuse tõusu 2020. aastaks 70%, 2050. aastaks 260% ja 2080. aastaks 540% (Vardoulakis & Heaviside, 2012).

Äärmuslike temperatuuride tervise mõjude prognoosimiseks on vaja teada künnistemperatuuri, s.o temperatuuri, millest alates tervise mõjud sagenevad. Uuringud on näidanud, et ööpäevase maksimaalse õhutemperatuuri tõustes 1 °C võrra jääb suremuse tõus olenevalt regioonist 1% ja 3% vahele. Näiteks Euroopa Vahemere linnades oli üldsuresuse tõus 3,12% (0,60–5,72%), mandriosa linnades 1,84% (0,06–3,64%). Künnistemperatuurid olid vastavalt 29,4 °C ja 23,3 °C (Basu, 2009). Suurbritannias oli tõus 2,1% (Vardoulakis & Heaviside, 2012).

Ent kuumalainete ajal on võrreldes kuuma suvega tervise mõju veel suurem. Näiteks Euroopas tõusis aastatel 1990–2002 ja 2004 esinenud kuumalainete ajal vanurite (65-aastased ja vanemad) suremus Vahemere linnades 21,8% (Milanos isegi 33,6%) ja mandriosa linnades 12,4% (Budapestis 21,1%). Kestva intensiivse kuumalaine mõju võib isegi kahekordistuda (D'ippoliti *et al.*, 2010). 2003. aasta erakordselt kuum suvi põhjustas 16 Euroopa riigis kokku 70 000 lisasurmajuhtu (Robine *et al.*, 2007). Tervise mõju on kuumalaine kestusest, intensiivsusest ja ajastusest. Suve esimese kuumalaine mõju on suhteliselt suurem, järgnevate lainete mõjud omavahel oluliselt ei erine. Laine kestus avaldab suuremat mõju kui intensiivsus (D'ippoliti *et al.*, 2010).

Äärmuslike temperatuuride ebasoodsa tervise mõju kõige olulisemaks riskirühmaks on vanurid (65-aastased ja vanemad), kelle kohastumisvõime on vähenenud ja kontroll termoregulatsiooni üle langenud. Eelkõige on ohustatud linnade kortermajades elavad vanurid, kel puudub võimalus kas või osaliselt konditsioneeritud õhuga keskkonnas viibida. Peamisteks surmapõhjusteks on neil südame-veresoonkonna- (40–50%), hingamis- ja hingamiselundite (10%) ja peaaegu veresoonte haigused (10%) (D'ippoliti *et al.*, 2010). Sageneb haigete hospitaliseerimise vajadus (Åström *et al.*, 2013). Kuumadel suvepäevadel suureneb ka suremus välispõhjuste tõttu, näiteks uppumised, kukkumised, liiklusõnnetused vms.

Kõrgemate õhutemperatuuridega kaasnevad sageli põuaperioodid, mistõttu on raske eristada, kas tervise mõju tuleneb lühiajalisest kuumalainest või pikaajalisest põuast (kuumastress). Kuumale võib lisanduda metsapõlengute suits nagu see oli 2010. aasta ulatusliku Venemaa ja Ukraina kuumalaine puhul (Zvyagintsev *et al.*, 2011).

Külma ilma osas on uuritud peamiselt madala õhutemperatuuri seost üldsuresusega, mis tuleneb eelkõige hüpotermiast, respiratoor- ja kardio-vaskulaarhaigustest. Lisanduvad ka surmad vigastusest ja õnnetustest (libisemised, kukkumised, vingumürgistused, tuleõnnetused jt). Uuringud on näidanud, et võrreldes kuumaperioodidega on külmast tingitud summaarne tervisekaotus suurem, sest külmapäevi on märksa rohkem ja tervise mõjud avalduvad hilinemisega pikemaajaliselt (nihe e lag on nädalaid). Erinevus võib olla mitmekümnekordne, nt Inglismaal tuleb aastas 68,7 külma- ja 3,3 kuumasurmajuhtu 100 000 inimese kohta. Üldsuresus tõuseb Inglismaal 2,0 % võrra õhutemperatuuri 1 °C languse kohta alates külma künnistemperatuurist, mis Londonis on 13,2 °C ja Walesis 11,9 °C (Vardoulakis & Heaviside, 2012). Philadelphias on näiteks saadud külma künnistemperatuuriks -5 °C (Kalkstein & Valimont, 1987).

Kliima soojenedes muutuvad talved leebemaks (külmapäevade arv väheneb) ja seega võib oodata külmast tingitud liigsuresuse vähenemist. Inglismaal prognoositakse suremuse langust 9%, 26% ja 40% vastavalt aastateks 2020, 2050 ja 2080 (kui rahvastiku arv oluliselt ei muutu). Samas see ei pruugi nii olla, kuna mõõtmisandmed

viimase 60 aasta kohta (1951–2011) ei näita talvise suremuse vähenemist (Staddon *et al.*, 2014).

Äärmuslike ilmastikunähtustega nagu sademed ja üleujutused seotud terviseriskid on esitatud ptk. 3.5.3. „Veega seotud probleemid“ ning põuaga seotud metsatulekahjude mõju õhukvaliteedile ptk 3.5.2. „Õhukvaliteet ja allergiad“.

## Uuritus Eestis

Eestis peetakse kuumalaine hädaolukorraks sellist erakordselt kuuma ilma, kus õhutemperatuur on kõrgem kui +30 °C kauem kui kaks päeva, mille tagajärjel võib sattuda ohtu inimese elu või tervis või mis võib tekitada kahju elutähtsatele teenustele (Terviseamet, 2011). Sellist olukorda on Eestis ajavahemikul 1961–2010 esinenud kümnel aastal (kokku 32 korral, neist 20 korda viimasel dekaadil). Meteoroloogid peavad inimese tervisele eriti ohtlikuks ööpäeva maksimaalse õhutemperatuuri püsimist +30 °C ja kõrgemal viie ja enama päeva vältel. Seda on Eestis ajavahemikul 1961–2014 ette tulnud vaid kolmel aastal (kokku 5 korral), kõik käesoleval sajandil (2003, 2006 ja 2010). Kui õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C üksikul või kahel järjestikul päeval, nimetatakse neid päevi kuumapäevadeks (Tarand jt, 2013). Järgnevalt tuuakse ülevaade 2010. Aasta kuumalaine tervisemõjudest, mida käesoleva projekti raames on põhjalikumalt analüüsitud.

### 0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavuse analüüs kuumapäevade suhtes

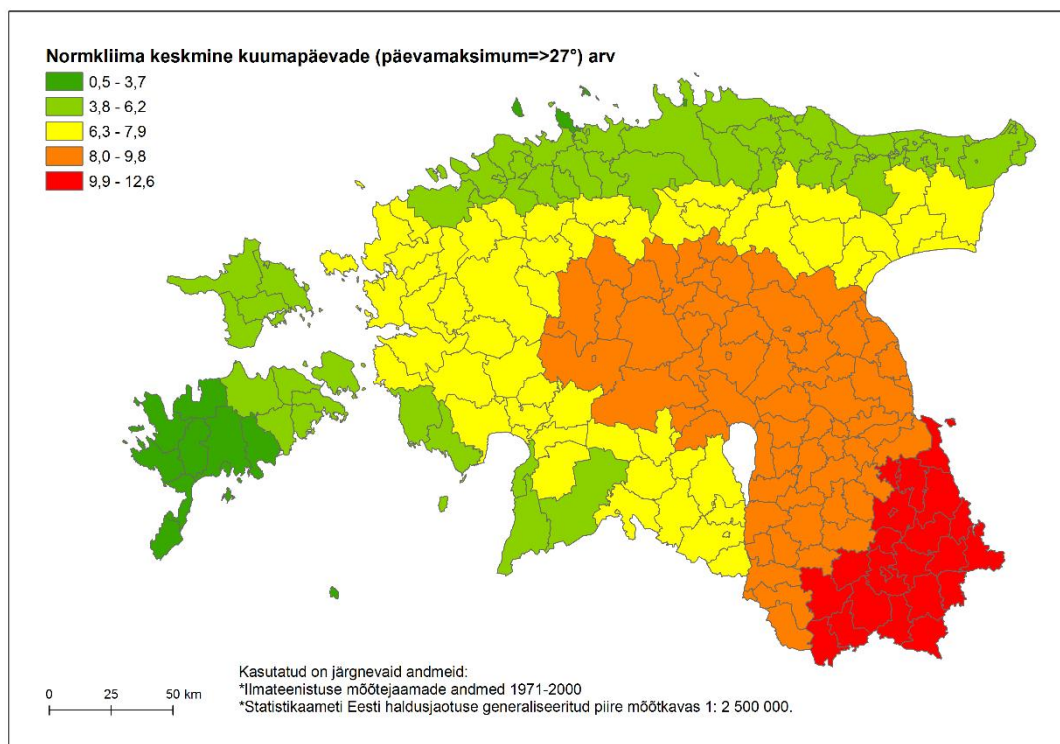
Kliimamuutuste ja nende mõju seisukohast on eriti oluline elanikkonna haavatavus. Kliimamuutuste kohanemismeetmetega oleks võimalik haavatavust vähendada, kuid eelnevalt on oluline teada saada, kus on Eestis haavatavus kõige suurem ning millised tegurid mõjutavad haavatavust kõige enam.

Inimtegevuse geograafilised arengusuunad mõjutavad oluliselt regionaalset haavatavust kliimamuutuste suhtes ning leevendamise-, ja kohanemisvõimekuse meetmete väljatöötamist (ESPON, 2011). Omavalitsuste ülese ruumilise planeerimisega on võimalik kliimamuutuste leevendamise ja kohanemisvõimekuse tõstmise meetmete kaudu inimtegevust suunata. Seejuures on oluline, et meetmed oleksid kohaspetsiifilised ja põhineksid parimal geograafilisel teabel, mis on hetkel kättesaadav. Järgnevalt on kirjeldatud Eesti omavalitsuste põhiste analüüsi 0-4 ja 65+ vanuserühmade haavatavuse määramiseks kuumapäevade suhtes.

Käesoleva haavatavuse analüüsi meetodilise raamistiku aluseks oli ESPON *Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies* teaduslik raport (ESPON, 2011; WHO, 2012). Analüüs viidi läbi omavalitsuste kaupa 01.01.2012 kehtinud seisul alusel – kokku 226 omavalitsust. Täpsema ülevaate meetodikast on antud ESPON 2011. Järgnevalt on toodu analüüsi aluseks olnud andmestikud ning nende alusel loodud tulemandmestikud.

#### 1. Eksponeeritus kliimateguritele.

- 1.1. Kliimategurite indikaatoriks võeti käesolevas analüüsis üle 27 kraadise (98-protsentiil) päevamaksimumiga päevade arv normkliima mõõtmiste (1971–2000) alusel kaheksas ilmajaamas: Jõhvi, Lääne-Nigula, Pärnu, Tallinn-Harku, Tartu-Tõravere, Türi, Võru, Vilsandi (Joonis 3.5.1.1). Selle alusel on selliseid päevi kõige enam Kagu-Eestis, kuid ka Ida-Eestis tervikuna. Samas on selgesti näha ka mere jahutav mõju, sest rannikualadel on kuumapäevade arv olnud väiksem.

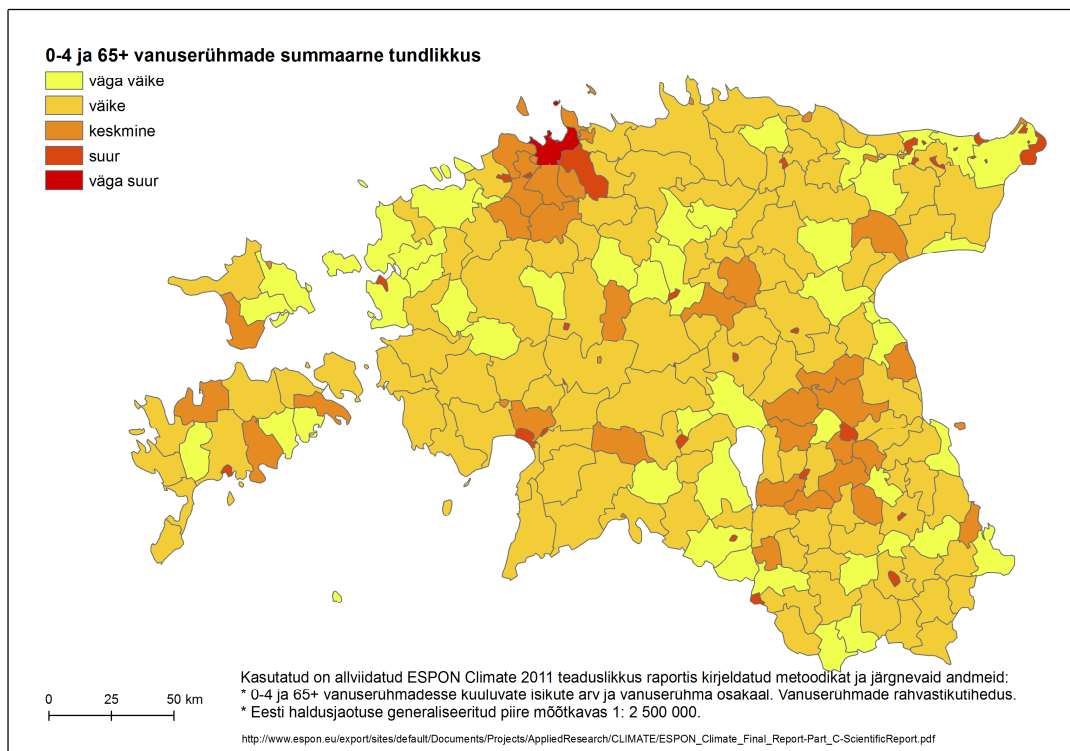


**Joonis 3.5.1.1.** Normkliima üle 27-kraadise päevamaksimumiga päevade arv aastas keskmiselt perioodil 1971–2000

### 1. Tundlikkus kliimateguritele

Järgnevalt selgitati välja elanikkonna tundlikkus kliimateguritele. Selleks leiti analüüsi esimeses faasis enam tundlike 0–4 ja 65+ vanusegruppide inimeste arv ja osakaal erinevates Eesti omavalitsustes ning vanusegruppide rahvastikutihedus (täpsemad kaardid on toodud lisas 3).

Imnes, et Summaarne tundlikkus on suurem linnades ja tihedalt asustatud omavalitsustes ning omavalitsustes, kus vanuserühm 0–4 ja/või 65+ moodustab olulise osa kogu rahvastikust (Joonis 3.5.1.2).



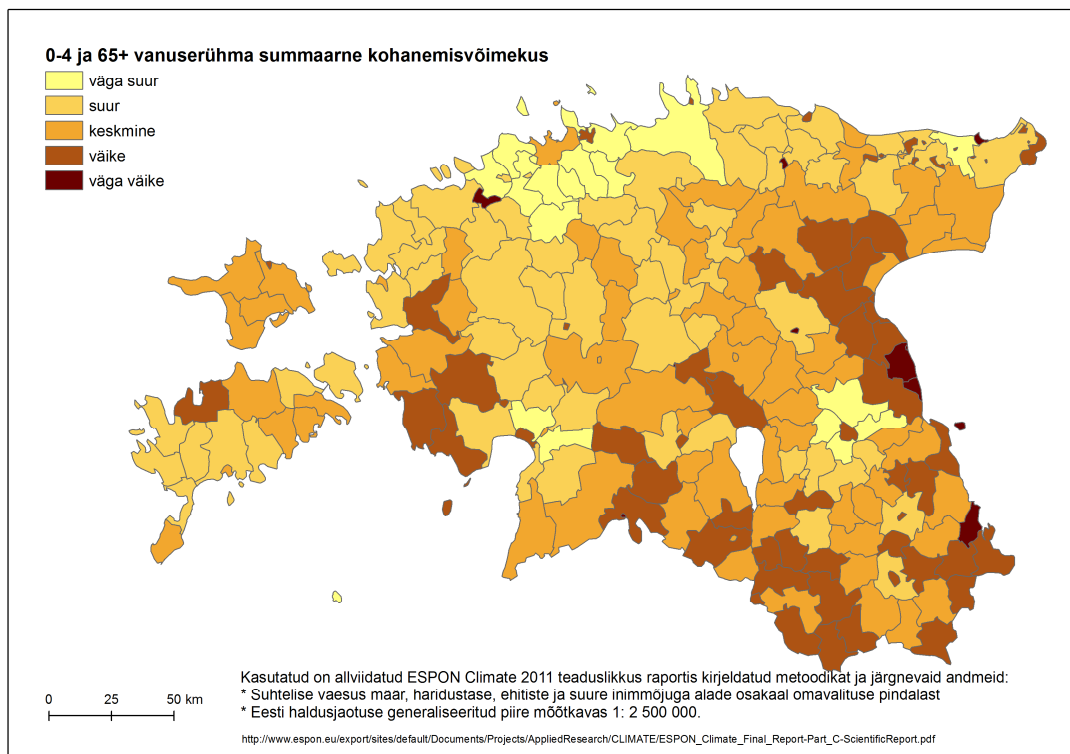
### Joonis 3.5.1.2. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ summaarne tundlikkus

#### 1. Kohanemisvõimekus

Järgnevalt selgitati välja erinevate omavalitsuste summaarne kohanemisvõimekus. Summaarne kohanemisvõimekus koosneb suhtelise vaesuse määrast, haridustasemest: kesk-, kesk-kutse ja kõrgharidusega isikute osakaal ning ehitiste ja tugeva inimõjuga alade osakaalust omavalitsuse pindalasse (täpsemad kaardid on toodud lisan 3).

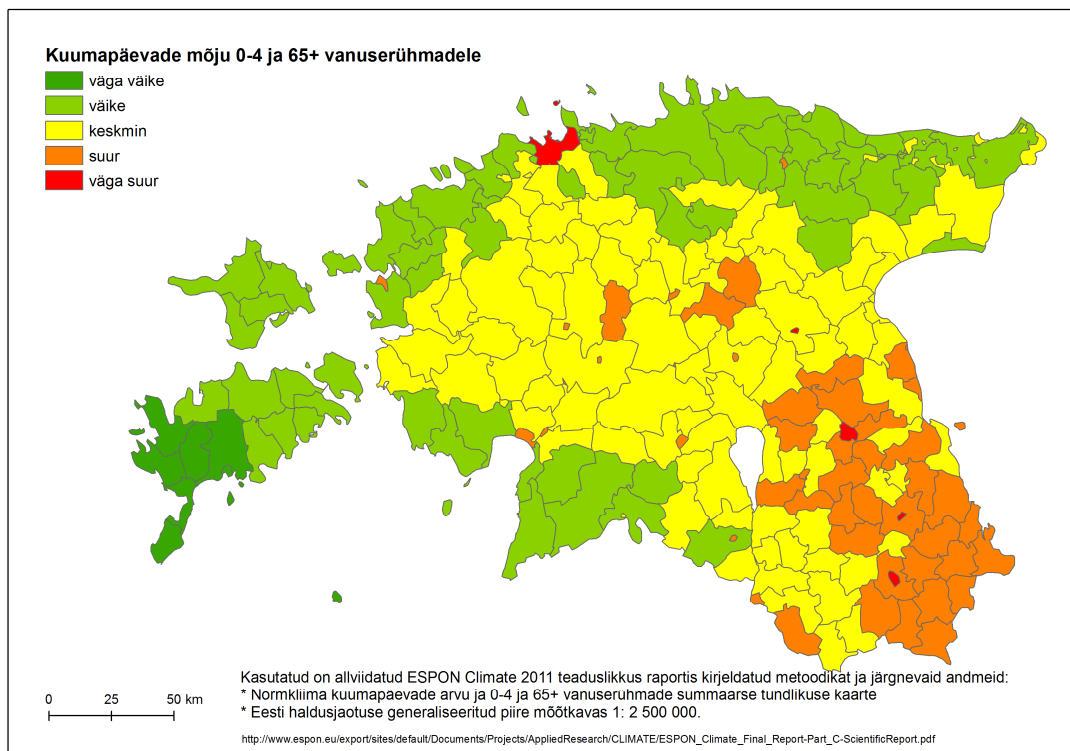
Ilmnes, et kohanemisvõimekamad on omavalitsused, milles ehitiste ja suure inimõjuga alade osakaal kogupindalast ei ole suur, sest taimkattega alad aitavad kuumapäevade mõju leevendada (Joonis 3.5.1.3). Suurem on kohanemisvõimekus ka jõukates omavalitsustes, sest inimestel on parem ligipääs tehnilistele võimalustele kuumade leevendamiseks. Samuti mõjutab kohanemisvõimekust positiivselt kõrgem haridustase, sest haritumad inimesed teadvustavad enam kuumapäevade negatiivseid mõjusid ning panustavad enam tundlikke vanusegruppide kaitseks lahenduste otsimisele.





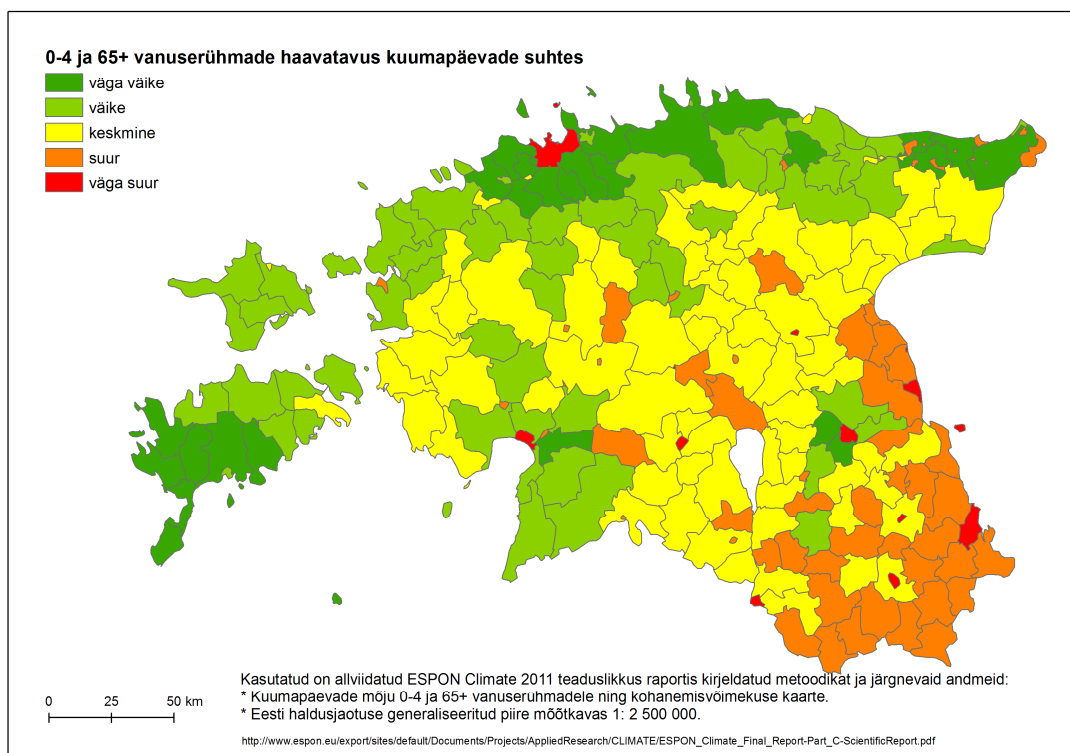
### Joonis 3.5.1.3. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ summaarne kohanemisvõimekus

Kliimateguri ja tundlikkuse kombineerimisel arvatati välja kuumapäevade mõju enam tundlikele vanuserühmadele (Joonis 3.5.1.4). Ilmnes, et mõju avaldub eelkõige Kesk- ja Kagu-Eesti linnalistes omavalitsustes ning ka Kagu-Eesti hõredalt asustatud omavalitsustes. Eranditeks on Tallinn, Rakvere, Haapsalu ja Pärnu, kus samuti on kuumapäevadel suur mõju. Kõige suurem võiks olla antud analüüsi alusel mõju Tartu, Tallinna, Võru, Põlva ja Jõgeva linnas. Ka mitmetes Tallinna ja Tartu ümbruse omavalitsustes on mõju keskmine või suur.



#### Joonis 3.5.1.4. Kuumapäevade võimalik mõju 0–4 ja 65+ vanuserühmadele

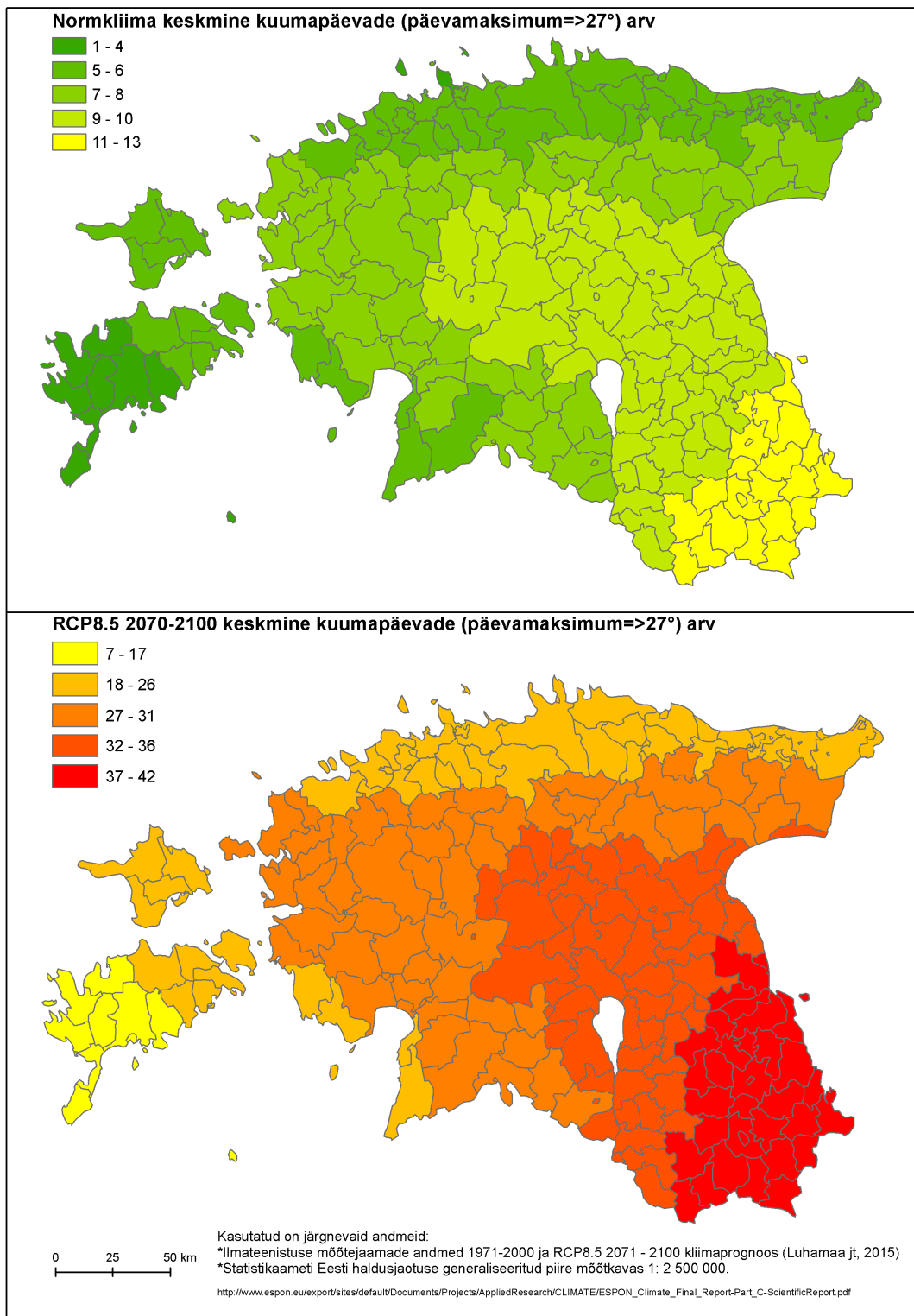
Järgnevalt arvatati 0–4 ja 65+ vanuserühmade kuumapäevade mõju andmestiku ja summaarse kohanemisvõimekuse andmestiku kombineerimisel omavalitsuste kaupa välja 0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavus kuumapäevade suhtes (Joonis 3.5.1.5). Suuremate linnade ümbruses on omavalitsuste kohanemisvõimekus reeglina väga suur. Mitmetes Tallinna ja Tartu ümbruse omavalitsustes kohanetakse analüüsi kohaselt kuumapäevade mõjuga hästi ning seetõttu on seal ka haavatavus väiksem. Haavatavus on suur mitmetes Ida-Virumaa linnades seetõttu, et linnadele on omane suur tehislise objektide ja vähene taimkatte osakaal ning see omakorda kutsub võib esile kutsuda kuumasaarte efekti.



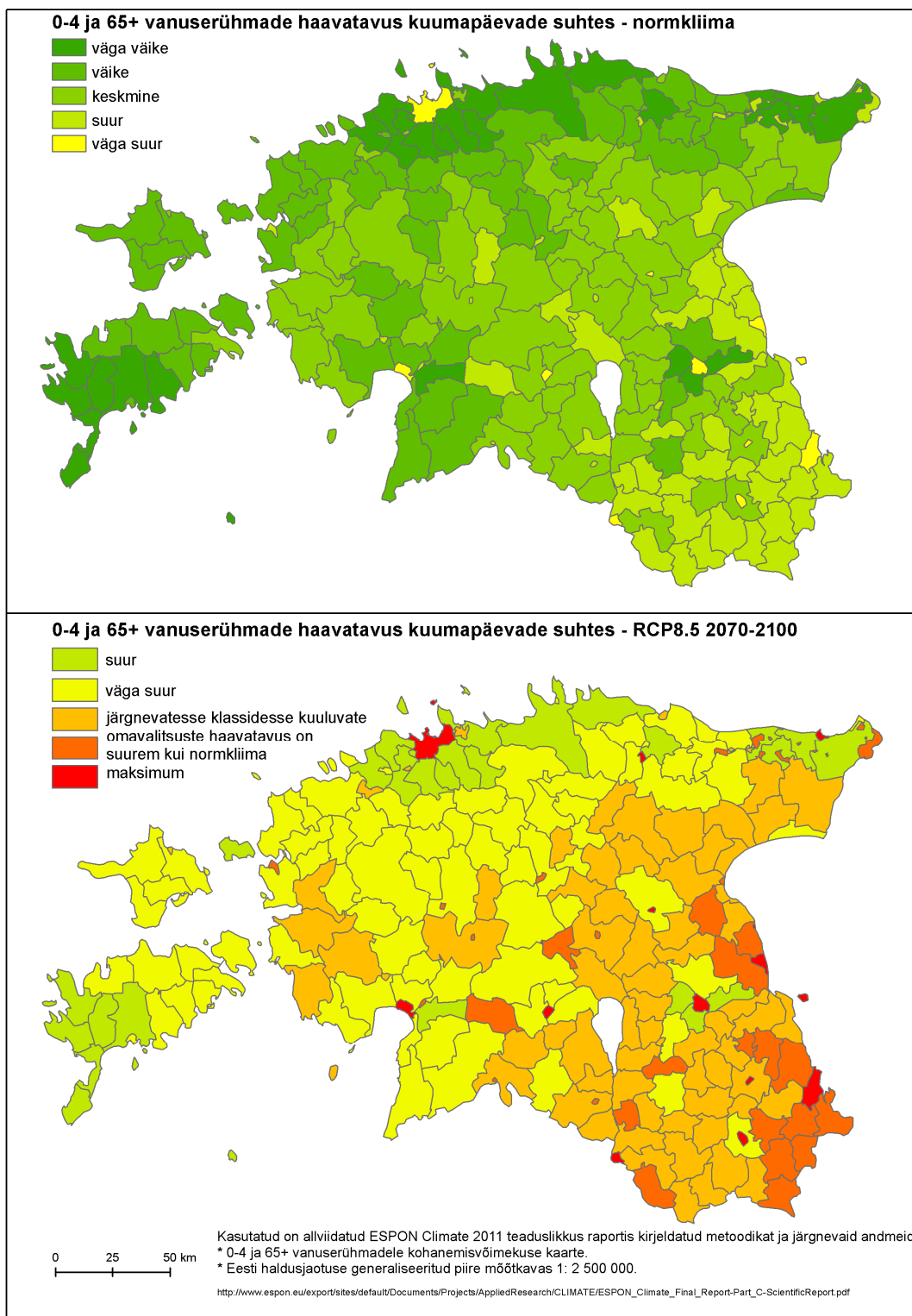
### Joonis 3.5.1.5. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ haavatavus kuumapäevade suhtes

Võttes aluseks üle 27-kraadise päevamaksimumiga päevade arvu prognoosi RCP8.5 2071–2100 kliimatsenaariumi alusel (Luhamaa jt, 2015) (Joonis 3.5.1.6) ning jättes muutmata tundlikkuse ning kohanemisvõimekuse näitajad arvatati välja tulevikuprognoos 0–4 ja 65+ haavatavuse kohta (Joonis 3.5.1.7). Kõige negatiivsema mõjuga RCP8.5 2071–2100 kliimatsenaariumi järgi on meil tulevikus Saaremaa lääneosas sama palju kuumapäevi kui praegu on Kagu-Eestis. Mandri Eesti omavalitsustes esineb seninägematult palju kuumapäevi, mis moodustavad pikk kuumalaineid. Kagu-Eestis tuleb prognoosi kohaselt arvestada kuni 40 kuumapäevaga aastas.

Omavalitsuste haavatavuse hindamisel tulevikus on tehtud väga oluline lihtsustus – tundlikkus, sealhulgas rahvaarv ja tundlikke vanuserühmade osakaal omavalitsustes, ning ka kohanemisvõimekus püsivad muutumatutena. Selline lihtsustus tuleb teha seetõttu, et tundlikkuse ja kohanemisvõimekust määravaid tegureid ei ole omavalitsuste kaupa nii pika perioodi peale ette prognoositud. Haavatavuse ruumiline jaotus on sarnane hinnanguga, mis on saadud normkliima andmeid kasutades. Oluline tendents on see, et ka rannikualade omavalitsuste haavatavus muutub prognoosi kohaselt suureks või väga suureks.



**Joonis 3.5.1.6.** Kuumapäevade arv normkliima ja RCP8.5 2070–2100 alusel



**Joonis 3.5.1.7.** 0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavus kuumapäevade suhtes normkliima ja RCP8.5 2070–2100 alusel

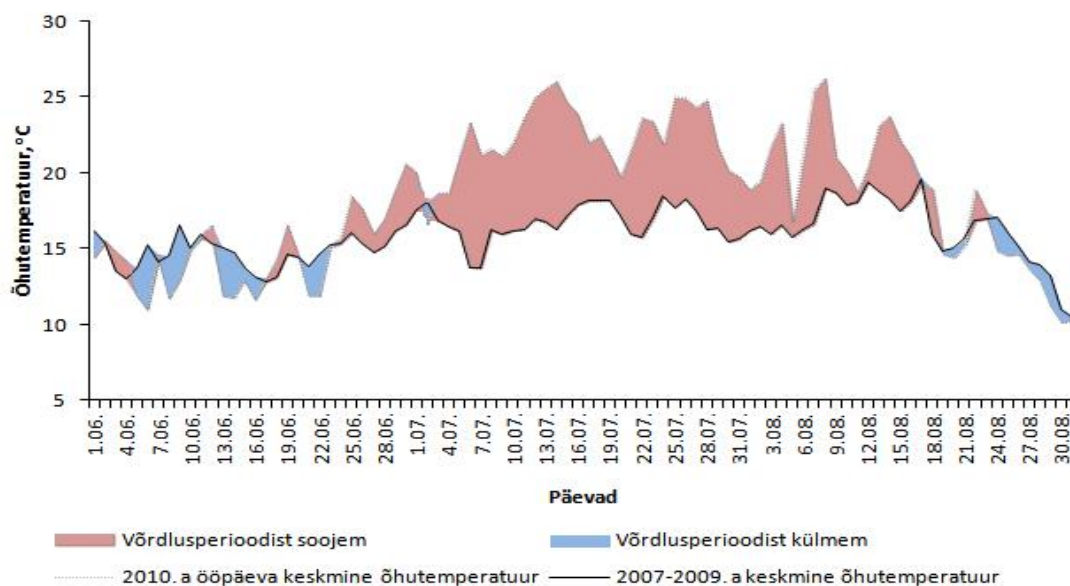
**2010. aasta erakordselt kuuma suve mõju Eesti rahva tervisele**

Käesoleva projekti raames uuriti täiendavalt 2010. aasta erakordselt kuuma suve mõjusid rahvastiku tervisele. Antud andmete põhjal on Tartu Ülikooli Tervishoiu

instituudis valminud ka magistritöö (Rekker, 2013), mille eesmärgiks oli: 1) analüüsida 2010. aasta suve meteoroloogilisi tingimusi võrdlevalt eelneva kolme aastaga (2007–2009); 2) kirjeldada 2010. aasta suvel esinenud kuumalaineid Eestis; 3) anda ülevaade 2010. aasta suve üldsuresumusest ja ning selle erinevusest võrdlusperioodiga; 4) arvutada kuumast suvest ja kuumalainetest põhjustatud liigsuremus.

Uuringuperioodi moodustasid 2010. aasta suvekuud (juuni–august) ning võrdlusperioodi eelneva kolme aasta (2007–2009) suvekuud. Uuringu aluseks olid Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi 8 meteoroloogiajaama ilmastiku seireandmed ja Eesti Riikliku Surma Põhjuste Registri suremusandmed uuringu- ja võrdlusperioodi kohta päevade kaupa. Uuring viidi läbi Kesk- ja Ida-Eesti üheksas maakonnas (Võru, Valga, Põlva, Tartu, Viljandi, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru ja Ida-Viru), kus 2010. aasta kuumalaine avaldus kõige intensiivsemalt. Uuringupiirkond hõlmas üle poole (57,5%) Eesti pindalast ning 45,9% rahvastikust. Uuringuperioodi ja võrdlusperioodi meteoroloogilisi tingimusi võrreldi lineaarse regressiooni abil, suremuse andmeid aga üldsuresumuskordajate suhte (MRR) kaudu. Kuumalainena käsitleti perioode, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli üle 30 °C kauem kui kaks päeva.

Uuringu tulemused näitavad, et 2010. aasta oli Eestis meteoroloogiliste tingimuste poolest erakordne aasta, mil õhutemperatuurid uuringupiirkonnas olid oluliselt kõrgemad kui võrdlusperioodil (2007–2009) (Joonis 3.5.1.8).



**Joonis 3.5.1.8.** Ööpäeva keskmine õhutemperatuur uuringupiirkonnas 2010. aasta suvekuudel võrreldes aastate 2007–2009 suvekuudega

Juulikuust kujunes Eesti 2010. aasta kõige soojem kuu, olles võrdlusaastate juulikuust 5,6 °C soojem. Ka Leedu ja Läti keskmine juulikuine temperatuur oli tavapärasest vastavalt 4,8 °C ja 5,4 °C kõrgem (Blunden *et al.*, 2011). Põhjuseks 2010. aasta suvel kogu Euroopas väldanud kuumalaine, mis avaldus kõige intensiivsemalt Ida-Euroopas (Venemaal), kus Kesk-Aasia antitsüklon põhjustas kestva ekstreemselt kuumu ilma (alates juuli algusest kuni augusti keskpaigani). Kuumalained esinesid Eestis 2010. Aastal uuringupiirkonnas kahe pika lainena: I laine 11.–15. juuli kestis 5 päeva ning II



laine 25.–28. juuli kestis 4 päeva. Ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli siis püsivalt üle 30 °C (keskmisena 32,2 °C). Ka ööpäevade keskmine õhutemperatuur oli suhteliselt kõrge: vastavalt 25,0 °C (I) ja 24,8 °C (II).

Hoolimata asjaolust, et Eestis on üldsuresumus viimastel aastatel (2007–2011) olnud langustrendis, tõusis suremuskordaja 2010. aasta suvekuudel (juunist augustini) eeldatust 11% võrra kõrgemaks. Suurim oli tõus juulikuus (23%), mil esines ka kaks kuumalainet. Esimese kuumalaine ajal suurenes suremus 30,9% ja teise laine ajal 30,2%. Teistes riikides on liigsuresumus kuumalainete perioodil olnud: Prantsusmaal 55% (Fouillet *et al.*, 2006), Inglismaal 42% (Johnson *et al.*, 2005), Tšehhis 13% (Kysely, 2004), Hollandis 12,1% (Huynen *et al.*, 2001), Saksamaal 7,6% (D’Ippoliti *et al.*, 2010) ja Hispaanias 8% (Simon *et al.*, 2005). Peamisteks surmapõhjusteks kuumalainetest põhjustatud liigsurmajuhutude puhul on südame-veresoonkonna (40–50%), hingamiseldundite (10%) ja peajuveresoonte (10%) haigused (D’Ippoliti *et al.*, 2010). Samuti suureneb ka suremus välispõhjustesse (uppumised, kukkumised, liiklusõnnetused vms) (Ishigami *et al.*, 2008).

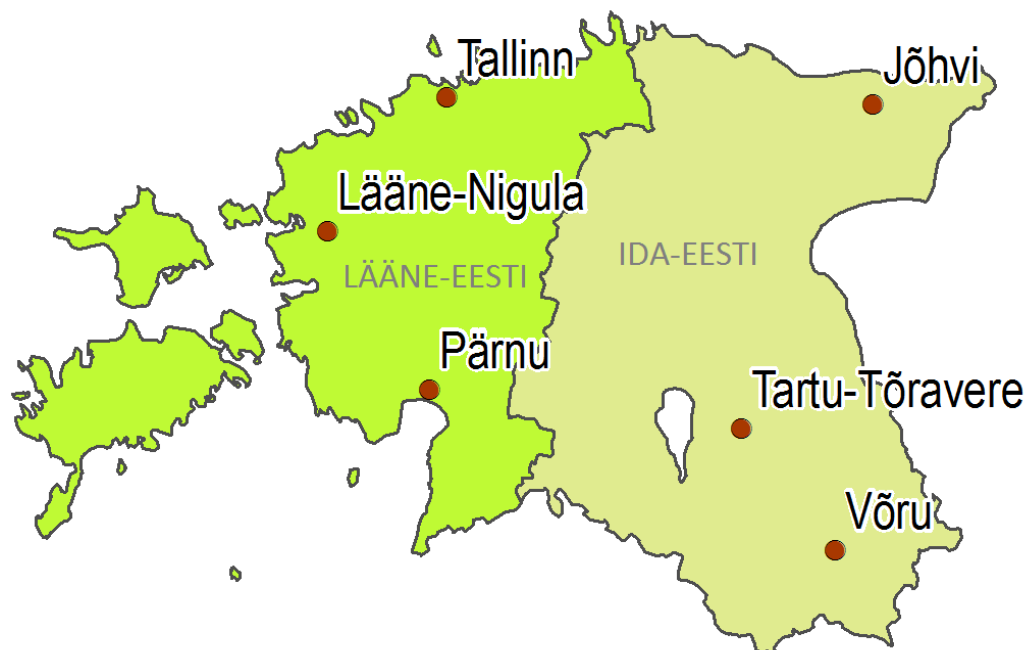
Siseministeriumi veeõnnetuste ülevaatest aga selgub, et 2010. aasta oli ka uppumissurmade poolest erandlik aasta – juulikuus uppus 35 inimest. Eelnevatel aastatel (2009 ja 2008) oli uppunuid vastavalt 13 ja 14 (Siseministerium, 2010). See aga näitab, et osa 2010. aasta juulikuisest liigsuresumusest võib olla seotud uppumissurmade sagenemisega. Antud hüpoteesi võib pidada üsna tõenäoliseks, kuna kuumade ilmade ajal püüavad inimesed ennast veekogudes jahutada.

Uuringutes on leitud, et kuumalainete ajal suureneb ka kiirabi väljakutsete arv (Argaud *et al.*, 2007). Terviseameti 2010. aasta andmetest selgub, et suuremates linnades täheldati kuumalaine perioodil mõningatel ööpäevadel kuni 5% väljakutsete üldarvu tõusu (Terviseamet, 2010). Seega kokkuvõtteks võib järeldada, et 2010. aasta kuumal suvel, sh kuumalainetel oli Eesti rahvastiku tervisele väga oluline mõju.

### ***Äärmuslike temperatuuride mõju suremusele Eesti perioodil 1996–2013***

KATI raames viidi läbi uuring, kus esmakordselt Eestis uuritakse õhutemperatuuri ja üldsuresumuse seost nii kogu riigis tervikuna kui eraldi Lääne- ja Ida-Eestis, võrreldes rannikualasid, kus avaldub mere leevendav mõju kuumade ilma puhul) ja sisemaad. Uuriti ka suremuse aeg-nihet ja suremuse ajalist ümberpaigutust (*harvesting*) kuuma ilma korral.

Analüüs põhineb riikliku statistika andmetel, Eesti riiklikust surma põhjuste registril (SPR) ning Riigi Ilmateenistuse meteoroloogiajaamade andmetel. Mõjuriks on välisõhu ööpäevane maksimaalne ja keskmine temperatuur. Uuringu eesmärgiks on teada saada üldsuresumuse risk erinevate temperatuuride korral, esmajoonel äärmuslike kuumade ja külmade ilmade korral. Uuringuperiood katab 1997–2013, kokku 17 aastat. Uuritava piirkonna moodustab kogu Eesti, mis on jaotatud kaheks eraldi piirkonnaks: Lääne-Eesti ehk rannikuala (Harju, Rapla, Lääne, Pärnu, Saare ja Hiiu maakond), kus avaldub Läänemere mõju ilmastikule, ja Ida-Eesti e sisemaa (Ida-Viru, Lääne-Viru, Järva, Jõgeva, Viljandi, Tartu, Põlva, Valga ja Võru maakond), kus kliima on kontinentaalsem (Joonis 3.5.1.9).



**Joonis 3.5.1.9.** Eesti territooriumi jaotus Lääne- ja Ida-Eestiks koos referents-meteoroloogiajaamadega, mille andmeid on uuringus kasutatud

Meteoroloogilised andmed saadi iga vaatlusjaama ning parameetri kohta päevade lõikes kogu uuringuperioodi (1997–2013) kohta. Uuritavad parameetrid olid: ööpäevane maksimaalne, minimaalne ja keskmine õhutemperatuur ning suhteline õhuniiskus. Saadud andmete põhjal arvutati ka igale päevale igas jaamas kuuma-indeks, s.o tegelikult tajutav temperatuur, mis arvestab õhutemperatuuri ja õhuniiskuse koosmõju ning iseloomustab kõige paremini inimese ebamugavust palavuses.

Kuumaks ilmaks peeti perioodi, kui välisõhu ööpäevane maksimaalne temperatuur ületas kahel või enamal järjestikusel päeval 98-nda protsentiili väärtuse (27 °C), mis saadi kogu uurimisperioodi vaatlusandmetest.

Suremuse andmed rahvastiku kogusuremuse kohta kõikidesse põhjustesse (ingl k *all-cause mortality*) sama perioodi kohta saadi isikustamata kujul maakondade kaupa päevade lõikes. Iga juht sisaldas järgmisi andmeid: elukoht maakonna täpsusega, surmaaeg, surmapõhjus (riikliku haigus klassifikatsiooni alusel), sugu ja vanus.

Andmete statistilisel analüüsil kontrolliti esmalt suremuse andmete jaotumise vastavust Poissoni jaotusele. Kuna see sellest oluliselt ei erinenud, kasutati Poissoni regressiooni. Järgnevalt arvutati iga päeva kohta suremuskordajad 1000 elaniku kohta (MR). Temperatuuri mõju üldsuremusele analüüsiti suremuskordajate suhte (relatiivse riski-RR) alusel.

Meteoroloogiliste andmete analüüs näitas, et õhu maksimaalne temperatuur ja selle muutused olid Lääne- ja Ida-Eestis üsna sarnased. Siiski Ida-Eestis (sisemaal) oli muutuste amplituud suurem: rohkem oli kuuma ilma päevi (Tabel 3.5.1.1).

**Tabel 3.5.1.1.** Õhutemperatuuri (°C) statistilised näitajad Lääne- ja Ida-Eestis perioodil 1997–2013

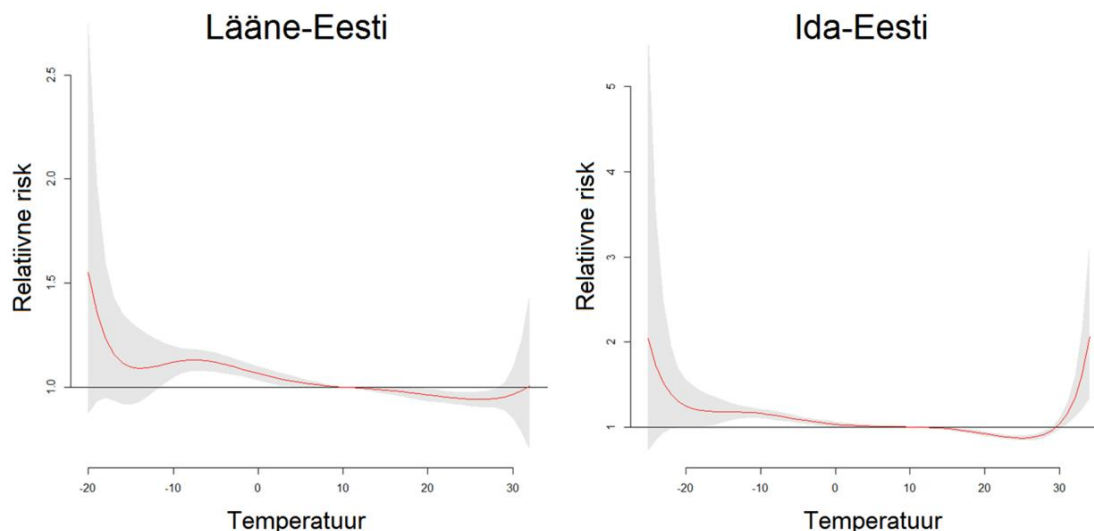
Piirkond	Keskmine	Standardhälve	Min	Max	98-nes protsentiil	98% kuuma-päevade arv
Lääne-Eesti (rannikuala)	10,2	9,66	-20,4	32,4	27,3	66
Ida-Eesti (sisemaa)	10,0	10,4	-25,3	34,3	27,9	65

Eestis oli vaadeldaval perioodil kokku 294 314 surmajuhtu, mis jagunesid Lääne- ja Ida-Eesti vahel suhteliselt võrdselt, kuid kuna elanike arv nendes regioonides erineb, siis suremuse määr (suremuskordaja – MR) oli Ida-Eestis suurem (Tabel 3.5.1.2).

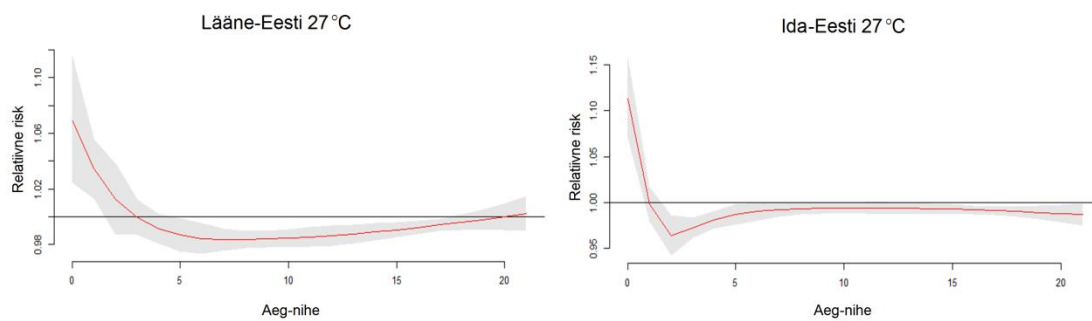
**Tabel 3.5.1.2.** Üldsuremuse statistilised näitajad Eestis ning eraldi Lääne- ja Ida-Eestis perioodil 1997–2013

Piirkond	Rahvastiku arv (keskm)	Aastane suremuskordaja ( $10^{-3}$ )	Surmajuhte päevas			
			Absoluutarv	Keskmine	Min	Max
Lääne-Eesti	741 237	11,5	145 452	23,5	8	44
Ida-Eesti	619 482	14,0	147 362	23,7	7	48
Eesti kokku	1 360 719	12,7	294 314	47,4	21	84

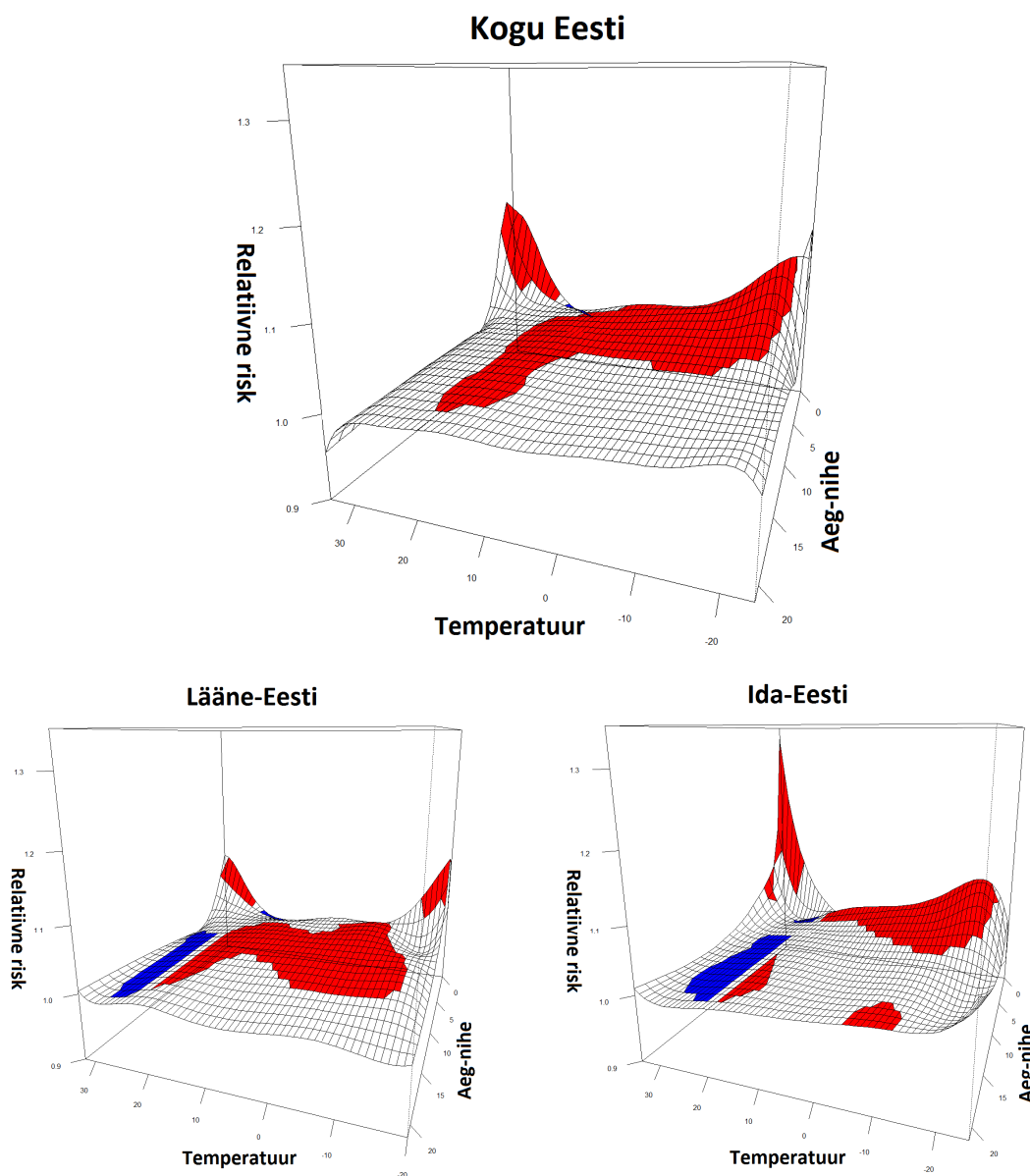
Temperatuuri ja üldsuremuse seos on sarnane mõlemas uuritud piirkonnas. Temperatuurist tingitud suremusrisi (RR) arvutamise aluseks võeti suremus 10 °C juures, mis on kogu uurimispirkonna keskmine temperatuur. Suremusrisk tõuseb järsult äärmuslike külmade ilmade korral nii Ida- kui Lääne-Eestis, kuid eriti kuumade ilmade korral avaldub järsk tõus ainult Ida-Eestis (Joonis 3.5.1.10).

**Joonis 3.5.1.10.** Välisõhu maksimaalse ööpäevase temperatuuri ja suremuskordajate seosed 1997–2013 aasta andmete alusel

Temperatuuridel üle 27 °C (98-nes protsentiil) saadi märgatav suremuse nihe (ümberpaigutumine järgnevast perioodist), mis oli jällegi regiooniti erinev (Joonis 3.5.1.11). Ida-Eestis saabus nihe kaks päeva pärast 27 °C kuuma ilma algust ja kestis ainult kolm päeva, seevastu Lääne-Eestis saabus nihe viie päeva pärast ja kestis kokku 12 päeva. Seega Ida-Eestis on kuuma ilma vahetu mõju suurem kui Lääne-Eestis, sest suremuse nihe saabub varem ja on lühemaajalisem võrreldes Lääne-Eestiga.



**Joonis 3.5.1.11.** Suremuse ümberpaigutumine kuumaperioodil (maksimaalne õhutemperatuur üle 27 °C)



**Joonis 3.5.1.12.** Temperatuuri, suremusrisi ja aeg-nihke seosed Lääne- ja Ida-Eestis (punasega on märgitud oluline suremuse suurenemine ja sinisega suremuse vähenemine)

Suremuse aeg-nihke ja ümberpaigutumise koosmõju välisõhu temperatuuri ja suremuse seosele regiooniti näitab joonis 3.5.1.12. Nii Lääne- kui Ida-Eestis on näha oluline suremuse suurenemine äärmuslikult kõrgete temperatuuride ajal ning vahetult nende järgselt. Hiljem on suremus oluliselt madalam suremuse ümberpaigutumise tõttu. Oluline suremuse suurenemine ilmneb Eestis ka äärmuslikult madalate temperatuuride puhul. Ka siis on teatud erinevus kahe regiooni puhul kus Lääne-Eestis ilmneb mõju kõige madalamatel temperatuuridel ning Ida-Eestis väga madalatel (kuid mitte kõige madalamatel) temperatuuridel. Kuna kõige madalamad temperatuurid on Ida-Eestis madalamad (Tabel 3.5.1.1), siis sisuliselt on mõju avaldavad temperatuurid sarnased.

### **Kliimamuutuste mõju äärmuslike ilmastikunähtuste põhjustatud tervise-mõjudele Eestis**

Projekti käigus leiti Eesti andmete põhjal temperatuuri ja suremuse vahelised koefitsiendid ning nende põhjal leitakse kliimamuutuste mõju äärmuslike ilmastikunähtuste põhjustatud tervisemõjudele Eestis RCP4.5 ja RCP8.5 juures johtuvalt tulevikukliimast aastatel 2030, 2030–2050 ning 2050–2100.

Kui me eeldame johtuvalt eelnevast analüüsist (mis käsitles suremuse ja temperatuuri aegridasid 1996-2013) mõjude lineaarset kasvu 75. kuni 99. protsentiili, siis lähtudes hetke jaotusest on maksimumtemperatuuri 75. protsentiil 13,8 °C ja 99. protsentiil 22,5 °C – millest johtuvalt ühe kraadine maksimaalse temperatuuri tõus toob kaasa kogusuremuse suurenemise keskmiselt 1,68% võrra.

Halvima stsenaariumi korral (RCP8.5) on meil sajandi lõpuks oodata kuni 11,5% suremuse suurenemist, mis praeguse Eesti rahvastiku ja keskmise suremuse juures aastatel 2010-2014 tähendeks kuni 1068 varajast surma aastas enam (Tabel 3.5.1.3). Illustreerimaks kliimamuutuste mõju, on selliste analüüsides puhul tavapäraselt jäetud muud tegurid konstantseks. Tegelikuses ei ole liigsurmade absoluutarv nii suur, kuna projektsioonide alusel sajandi lõpuks elab Eestis oluliselt vähem inimesi kui praegu.

Ent kuna tegemist on väga olulise suremuse suurenemise (sajandi keskpaigaks 5,4-7,2% ja sajandi lõpuks 7,0–11,5%), tuleks maksimaalsel määral rakendada kohanemise meetmeid, et sellist suremuse tõusu vähendada. Riikide kogemus, mida 2003. Aasta kuumalaine mõjutas kõige enam, on efektiivsete kohanemismeetmetega võimalik suremust vähendada .

**Tabel 3.5.1.3.** Kõrgetest õhutemperatuuridest põhjustatud liigsurmade muutus kliimamuutuste tõttu erinevate võrreldes aastatega 1971–2000 (peale kliima kõik teised tegurid jäetud muutumatuks)

Periood	Keskm temp (°C)	Temp ↑ (°C)	Suremuse ↑ (%)	Liigsurmade arv aastas*
1971–2000	5,3			
2040–2070 RCP4.5	7,3	2	5,4	506
2040–2070 RCP8.5	8	2,7	7,2	679
2070–2100 RCP4.5	7,9	2,6	7,0	655
2070–2100 RCP8.5	9,6	4,3	11,5	1 068

### **Rakendatud meetmed**

Äärmuslike temperatuuride ebasoodsaid tervisemõjusid aitavad vältida ja vähendada õigeaegne ilmaproгноos, hoiatusüsteemid, elanike teadlikkus tervisemõjudest, kogukonna valmisolek ja kiire tegutsemine. Väga oluline on rahvastiku vanuselise

struktuuri ja kohanemisvõime arvestamine, linnastumise tase, sotsiaal-majanduslikud ja -kultuurilised tingimused, tervishoiuteenuste kättesaadavus jms. Seda kõike on püütud senistes meetmetes arvestada.

Keskkonnaagentuur koostab tormi- ja ohtlike ilmastikunähtuste sh äärmuslikult kuuma ilma hoiatusi ja edastab need riigiasutustele. Koostatud on ka erakordselt külma ja kuuma ilma ning tormi ja üleujutuse riskianalüüsid Päästeameti poolt. Terviseameti rolliks on elanikkonnale (sh tundlikele riskirühmadele nagu vanurid, kroonilised haiged, lapsed) soovitude andmine, kuidas käituda erakordselt kuuma ja külma ilma korral. Lisaks on Päästeameti roll veeohutusega tegelemine, kus eesmärgiks on läbi elanikkonna teavitamise vähendada uppumiste ja veeõnnetuste hulka (mille hulk suureneb kuumadel suvedel).

Kuna aastatel 1996–2013 oleme näinud olulist suremuse tõusu kõrgetel õhutemperatuuridel, on see viiteks, et siiani rakendatud meetmed ei ole piisavad.

### **Kavandatavad meetmed**

Toimelävega temperatuuri leidmiseks, mille puhul on vajalikud hoiatused, oli eelnev suremuse ja temperatuuride analüüs Eesti aastatel 1996–2013. Käesolevas protseduuris vaatasime lühiajalist toimet kõrgetel temperatuuridel aeg-nihke 0–2 juures (ehk samal päeval, järgmisel päeval ja üle-järgmisel päeval). Aeg-nihke valiku aluseks oli teiste Euroopa riikide hoiatussüsteemide loomise printsiibid (vt. ülevalt Lisa 6). Kuna minimaalse suremuse temperatuur 19 °C oli madalam võrreldes minimaalse suremus temperatuuriga 23 °C kumulatiivne efekti juures üle 21 päeva, kohandati vastavalt minimaalse suremuse temperatuuri.

Vastavalt mitmetele kuumalainete varajase hoiatamise süsteemidele Euroopas otsisime temperatuure, mille juures projektsioonide alusel tõuseb suremus vastavalt üle 10% ja üle 20%. Eestis on sellised temperatuurid 27,3 °C ja 30,3 °C, mis on vastavalt 97. ja 99,6. protsentiil. Need temperatuurid ja eeldatav mõju ühtivad tulemused nt Rootsis, kus suremus tõusu 10% on oodata 27 °C juures ja 20% temperatuuril 30 °C. Antud künnistemperatuurid ühtivad seega nii teiste riikidega, kui ka Eesti kasutusel oleva künnistemperatuuriga (30 °C vähemalt kahe päeva vältel).

Vastavalt teiste riikide kogemusele võiks kasutada aga kahe-tasandilist hoiatussüsteemi, mille alusel esimene tase oleks informatsiooni jagamise tase ja teine tase hoiatuste tase.

**Informatsiooni jagamise tase** on saavutatud, kui ööpäevakeskmise maksimaalne õhutemperatuur on prognoosi kohaselt üle 27 °C juures kaks või enam päeva. Temperatuurid sellel tasandil on Eestis keskmiselt veidi enam kui 10 päeval aastas. Sellel temperatuuril jagatakse hoiatusi eeskätt riskirühma kuuluvale tundlikule elanikkonnale. Infot jagatakse ka raviasutustele, vanadekodudele, haiglatele jne. Mõned riigid on teinud võimalikuks pakkuda patsientidele/hooldatavatele jahutavat dušš, panna rohkem tähelepanu piisavale vedeliku tarbimisele ning suurendada tervishoiutöötajate arvu neil perioodidel. Äärmiselt oluline on ka, et oleks koostatud infomaterjalid, infoportaalid jne, kust inimestel oleks võimalik leida vajalikku infot, et paremini taluda kõrgeid õhutemperatuure.

**Hoiatuste tase** on saavutatud, kui temperatuur on prognoosi kohaselt üle 30 °C juures kaks või enam päeva. Selliseid päevi esineb Eestis aastas keskmiselt 1–2. Kuna selline temperatuur on mõjutanud kogu rahvastikku (mitte ainult tundlikke riskirühmasid), tuleb anda hoiatusi. Peale hoiatuste on äärmiselt oluline tegevusplaanide koostamine, kuidas käituda hoiatuste järgselt. Peale

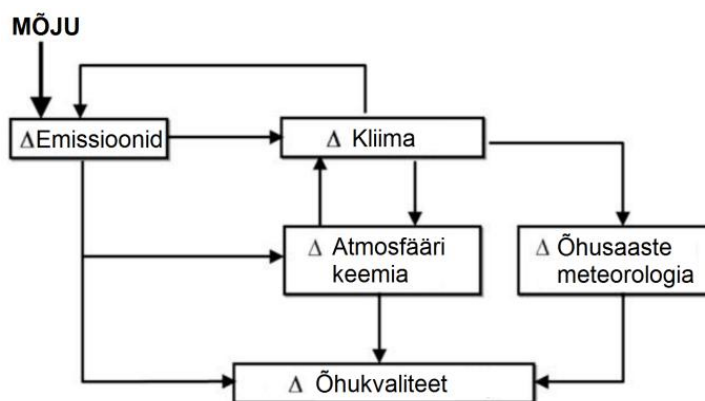


institutsionaalsete meetmete on oluline ka informatsiooni jagamine, et mitte viibida otsese päikese, jahutada kodu (konditsioneer, kardinad, aknad lahti vaid öösel), juua rohkelt vedelikku ning eakatel hoida kontakti pere ja sõpradega.

### 3.5.2. Õhukvaliteet ja allergiad

#### Probleemid

Kliimamuutused mõjutavad õhukvaliteeti läbi mitmete seoste ja mõjuahelate (Joonis 3.5.2.1). Õhku paisatavate saasteainete emissioonid mõjutavad kliimat ning kliima omakorda saasteainete moodustumist atmosfääris ja nende hajumist.



**Joonis 3.5.2.1.** Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile (Jacob & Winner (2009) põhjal)

Esiteks mõjutavad kliimamuutused õhu saasteainete emissioone (heitmeid) (Joonis 3.5.2.1). Näiteks kuumalainete sagenemise tõttu võib suurendada metsatulekahjude risk Põhja-Euroopas (Fischlin *et al.*, 2009). Soomes on hinnatud, et aastateks 2010–2029 kasvab metsatulekahju riskiga päevade arv ühe päeva ja aastateks 2080–2099 seitsme kuni kümne päeva võrra võrreldes perioodiga 1961–1990 (Mäkelä *et al.*, 2014). Suviste õhutemperatuuride tõusu ning põuaperioodide pikenedamise tõttu võiks tulevikus ka Eestis metsatulekahjude sagedus ning selle kaudu õhukvaliteedi halvenemisest tulenev terviseoht tõusta. Suurenenud õhusaaste kahjustab eeskätt hingamiselundeid ja silmi, aga võib põhjustada ka ägedaid ja kroonilisi mürgistusi ning mõjuda südame-veresoonkonnale.

Samas positiivne näide on talviste õhutemperatuuride kasv, mis vähendab kütmist ning saasteainete õhkupaiskamist Põhja-Euroopas (Pielke, 2013). Pessimistliku stsenaariumi järgi võiks pakaseööde arv selle sajandi lõpuks väheneda ligi kaks korda. Samas hiljutine analüüs Inglismaalt ja Walesist ei näita talvise suremuse vähenemist, seda tõenäoliselt suurema talvise ilmastiku muutlikkuse tõttu (Staddon *et al.*, 2014). Teisalt on leitud, et teatavad kliimanetraalsed poliitikad võivad väljendada ka negatiivset mõju õhukvaliteedile, näiteks taastuvate kütuste suurem kasutamine kodumajapidamises (sh ahiküte) (McFiggans, 2015).

Teiseks, mõju võib olla ka vastupidine – saasteainete emissioonid mõjutavad omakorda kliimat. Eriti puudutab see lühiealise kliimamõjuga saasteained (*short lived climate pollutant*), kuhu kuulub muuhulgas tahm, neelates soojust ja seeläbi võimendades kliimamuutuseid, põhjustab muutusi pilvede tekkes ja sademete hulgas. ÜRO on välja toonud, et tahma õhkupaiskamist piirates oleks kliimamuutuseid

võimalik leevendada suhteliselt kiiresti (UNEP, 2011). ÜRO on asutanud ka Kliima ja puhta õhu koalitsiooni vähendamaks lühiealise kliimamõjuga saasteaineid. 2015. aasta jaanuariks oli sellega liitunud 100 partnerit (nende hulgas 46 riiki, Eesti nende hulka veel ei kuulu).

Kolmandaks võivad kliimamuutused mõjutada ka atmosfääri keemilisi protsesse, millest kõige enam on mõjutatud maapinnalähedase osooni sisaldus. Osooni sisaldusi mõjutavad eeskätt temperatuur, õhuniiskus, tuul ning eeldusainete olemasolu. Lihtsamalt öeldes suureneb temperatuuri kasvades keemiliste reaktsioonide aktiivsus ning suureneb osooni formeerumine. Üleeuroopaline analüüs leidis, et käesoleva sajandi keskpaigaks kliimamuutuste tõttu osooni sisaldused suurenevad. Teisalt Põhja-Euroopas osooni sisaldused kliimamuutuste tõttu võiksid hoopis väheneda, mille arvatavaks põhjuseks on muutused eeldusainete transpordis (Orru *et al.*, 2013).

Neljandaks, kuigi selle kohta on vähem tõendeid, võivad kliimamuutused mõjutada ka meteoroloogilisi tingimusi (suurem atmosfääri kihistumine), mis omakorda võiks halvendada saasteainete hajumist: seda nii osooni kui peente osakeste puhul. Projektsioonide alusel võiks tulevikus olla enam ilmaolusid, kus saasteainete hajumine on halb ning tekivad tervisele ohtlikud õhusaaste sisaldused (Horton *et al.*, 2014).

Kliimamuutused võivad mõjutada ka allergiate (sh allergilise riniidi ja allergilise astma) teket eeskätt tänu pikemale õietolmu hooajale: õietolmu hooaeg algab varem, õietolmu on enam ning tänu kliimamuutustele laieneb taimede leviala (Pielke, 2013). Hiljutine analüüs Euroopas on näidanud nii õietolmu hulga suurenemist kui ka õietolmu produtseerivate taimede leviku muutust (Ziello *et al.*, 2012).

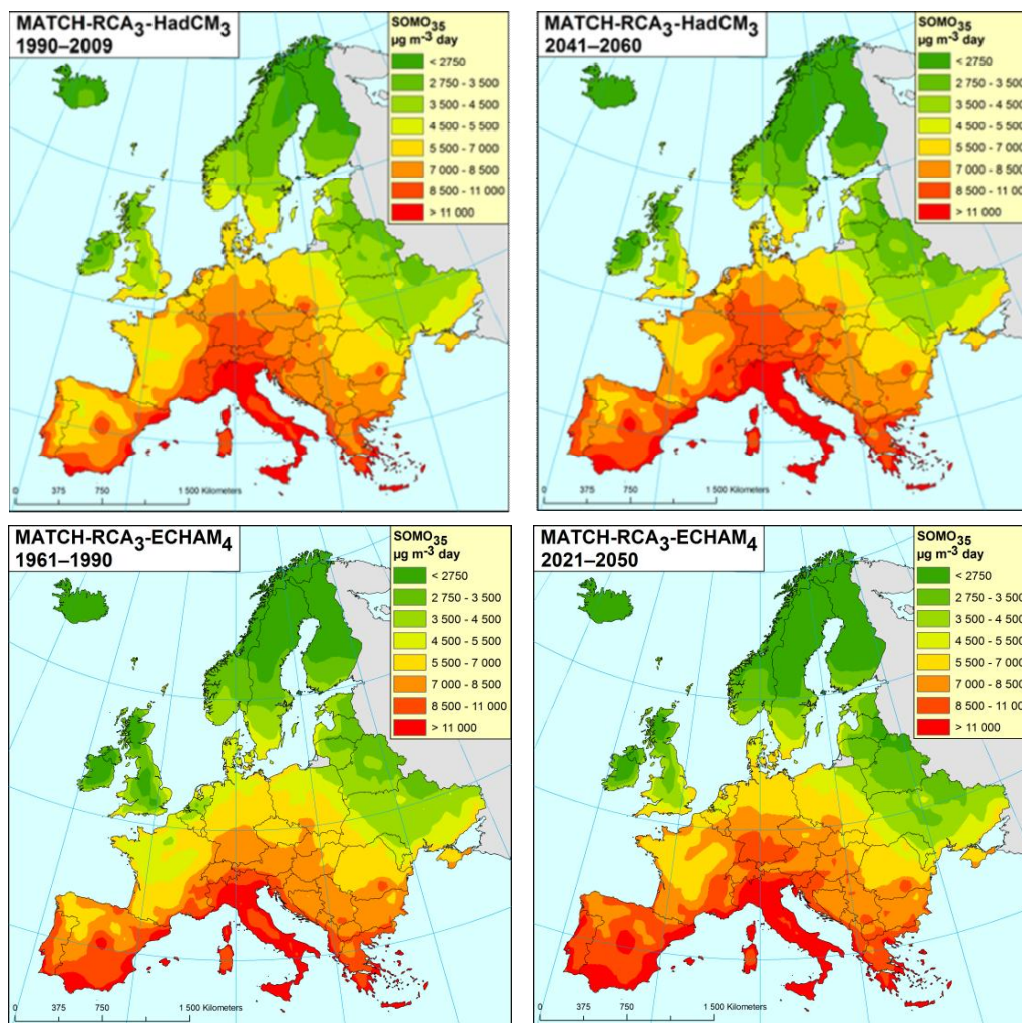
### Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile Eestis

Kuivõrd mõjutavad kliimamuutused õhukvaliteeti Eestis, saame ütelda eeskätt eelnevate üle-Euroopaliste analüüside põhjal, mille uuringualasse jääb ka Eesti. Näiteks on leitud, et kliimamuutuste tõttu tulevikus maapinnalähedase osooni sisaldused Eestis vähenevad (Joonis 3.5.2.2).

Maapinnalähedaste osoonisisalduste vähenemisega väheneb ka tervisemõju (tabel 3.5.2.1). Kusjuures tervisemõju vähenemine on suurem agressiivsema IPCC emissioonistsenaariumi A2 (*mõnevõrra sarnane antud raporti aluseks olevale RCP8.5le*) kui A1B (*mõnevõrra sarnane antud raporti aluseks olevale RCP4.5le*) korral.

**Tabel 3.5.2.1.** Osoonist põhjustatud varajaste surmade muutus kliimamuutuste tõttu võrreldes aastatega 1961–1990 (peale kliima kõik teised tegurid jäetud muutumatuks)

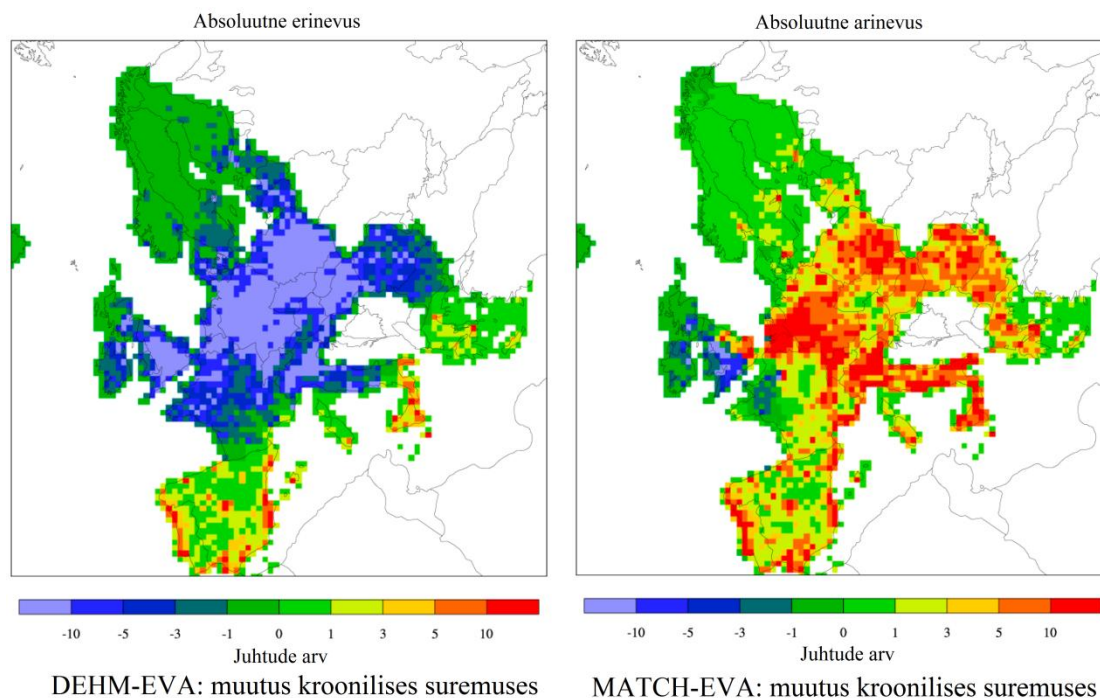
Kasvuhoomegaaside emissioonistsenaarium ja hinnagu keskaasta	A1B – 2035	A1B – 2050	A2 – 2035
Eesti	-5%	-11%	-7%
Euroopa	+9%	+10%	+14%



**Joonis 3.5.2.2.** Osooni  $\text{SOMO}_{35}$  väärtused referentsperioodil 1961–1990, käesoleval ajal 1990–2009 ning tulevikus 2021–2050 ja 2041–2060 (Orru *et al.* (2013) põhjal)

Hiljutises Geels *et al.* (2015) poolt läbiviidud uuringus vaadati lisaks maapinnalähedale osoonile peente osakeste sisalduste muutust Euroopas kuni käesoleva sajandi lõpuni ning kliimamuutuste mõju peente osakeste sisalduse. Antud uuringus kasutati tundlikkusanalüüsi osana paralleelselt kahte atmosfääri keemilist transpordi mudelit. Olenevalt mudeli eeldustest on Eestis sajandi lõpuks oodata kas väikest suuremuse tõusu või langust kliimamuutuste põhjustatud õhukvaliteedi muutuste tõttu (Joonis 3.5.2.3). Mõlemal juhul on tegemist väga väikese muutusega – kogumuutus suuremuses mõni % võrrelduna näiteks eeldatava 600 peentest osakeste põhjustatud surmaga käesoleval hetkel Eestis, millele lisandub kuni 60 osooni põhjustatud varajast surma (Orru *et al.*, 2011; Orru *et al.*, 2013).

Eesti kliimaprojektsioonide alusel on meil selle sajandi lõpuks ka pikem vegetatsiooniperiood: algus nihkub aprillist märtsi ning selle lõpp niisamuti hilisemaks (novembris ja detsembris hakkavad samuti vahelduma suhteliselt pikad sooja- ja külmalained). Selle tulemusena võib pikeneda õietolmu hooaeg ning intensiivistuda õuetolmu teke. Eelnevates Eesti läbiviidud töodes on prognoositud kõrreliste õietolmu hooaega Tartus fenoloogiliste ja aerobioloogiliste meetoditega (Kaplinski, 1999). Kuigi tegemist on käesolevaks hetkeks 16 aasta vanuste andmetega, oli juba siis näha märke õietolmu hooaja nihkumisest.

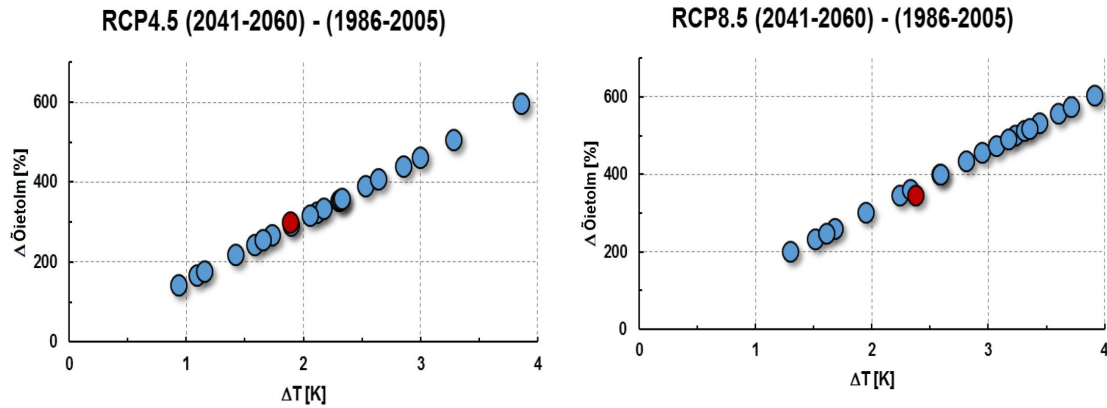


**Joonis 3.5.2.3.** Krooniliste surmade arvu muutus (juhtude arv  $50 \times 50$  km ruutudes) tulevikus (2080ndad) võrrelduna 2000ndate aastatega. Analüüsis on kasutatud kahte atmosfääri keemilist transpordi mudelit: DEHM ja MATCH

Eesti Allergialiidu hinnangul kimbutab õietolmuallergia umbes 10 protsenti Eesti elanikest. Õietolmuallergia ehk pollinoos on haigus, mille põhjuseks on ülitundlikkus puude ja taimede õietolmu suhtes. Limaskestadele (silmad, hingamisteed) sattunud õietolm kutsub esile allergilise reaktsiooni, millega kaasneb mitmesuguseid vaevusi: silmade sügelus, punetus ja turse, pisaravool, nina sügelus ja punetus, sage aevastamine, rohke vesine nohu, nina kaudu hingamise takistus, sügelus kurgus ja köhatamisvajadus, raskematel juhtudel hingamisraskus (astmahoog). Lisaks võivad allergikuid kimbutada nahalööbed, migreenitaoline peavalu, liigesevalu, seedehäired ja temperatuuri tõus (nn heinapalavik). Märtsist (ja viimastel aastatel isegi juba veebruarist) maini õitsevad paju, sarapuu, lepp ja kask, mai lõpus lisanduvad tamm ja võilill. Juunis-juulis õitsevad paljud aasaheinad (näiteks timut, kerahein, aruhein ja rebasesaba) ning kõrrelised (näiteks rukis ja nisu). Augustist septembrini õitsevad umbrohud (näiteks puju, malts, koirohi) ja sügislilled (näiteks astrid, krüsanteemid).

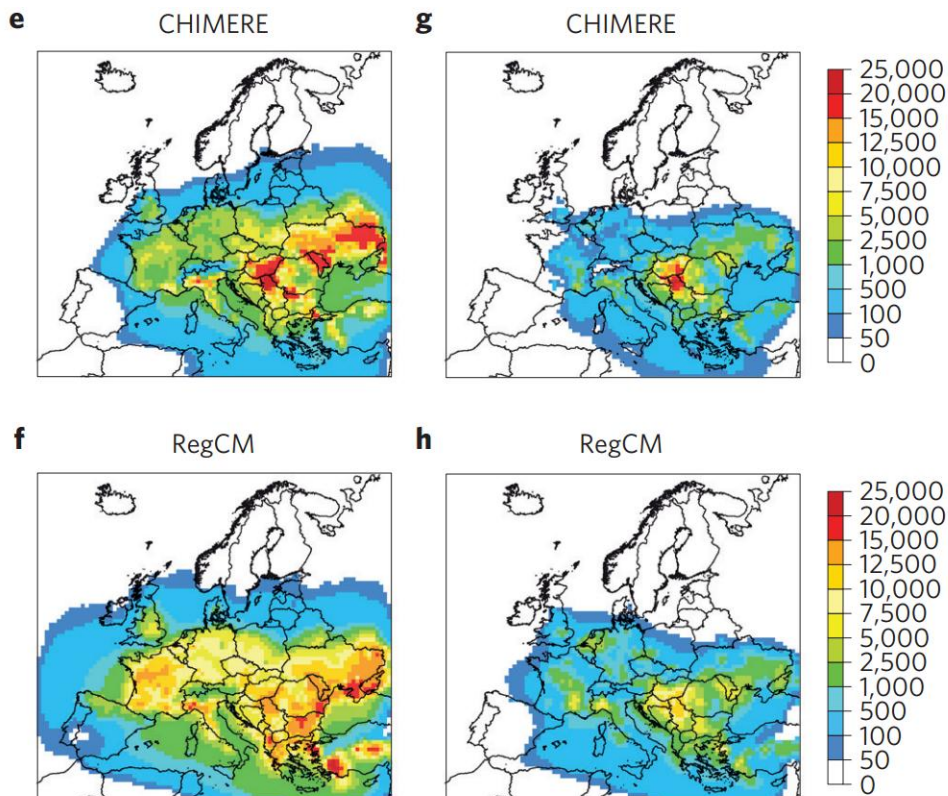
Üle-Euroopaliste hinnangute alusel tõuseb kliimamuutuste tõttu nii õietolmu hulk kui ka selle allergilises. Käesoleval hetkel käimas olevatest projektidest analüüsib ATOPICA (*Atopic diseases in changing climate, air quality and land use*) muuhulgas kliimamuutuste mõju atoopiliste haiguste levikule. Võrreldes RPC4.5 ja RCP8.5 stsenaariume on viimase puhul on õietolmu lisandumine Euroopas tulevikus oluliselt suurem (Joonis 3.5.2.4).





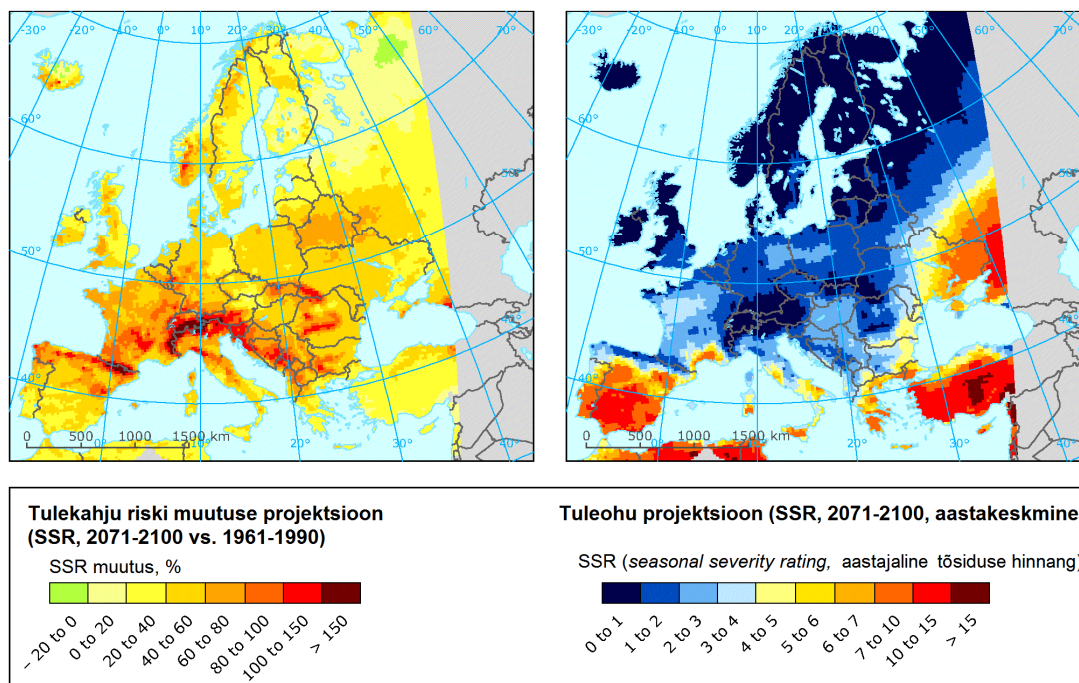
**Joonis 3.5.2.4.** Õietolmu koguste muutus Euroopas kliimamuutuste tõttu kahe erineva kliimastenaariumi korral: RCP4.5 ja RCP8.5 (Giorgi & Torma (2015) alusel)

Peale selle võib kliimamuutuste tõttu tulevikus Eestisse levida uute taimede õietolmu. Üheks väga oluliseks õietolmu allergiat tekitavaks taimeks Lõuna-Euroopas on pujulehine ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*). Kuigi hetkel see Eestis ei levi, võib see olulisema kliimamuutuste stsenaariumi korral jõuda sajandi lõpuks ka Eestisse (Joonis 3.5.2.5); seni on nähtud õhus olevas õietolmus vaid üksikuid terakesi (Vill, 2014).



**Joonis 3.5.2.5.** Projektsioneeritud pujulehise ambrosia õietolmu kogused (tera  $m^{-3}$ ) aastal 2050 arvestades kiiremat (e, f) ja aeglasemat (g, h) ambrosia leviku kava kliimastenaariumi RCP8.5 puhul kahe erineva atmosfääri keemilise transpordi mudeli (CHIMERE ja RegCM) korral (Hamaoui-Laguel *et al.* (2015) alusel)

Tulevikus mõjutab teatud määral Eestis õhukvaliteeti ka võimalik metsatulekahjude sagenemine (küll hetkel metsatulekahjud pigem on muutunud harvemaks). Kui suur see mõju täpsemalt on, selgub käimasolevast analüüsist, mille tulemused esitatakse lõppraportis. Küll on tulekahjude riski suurenemist projetteeritud Euroopa üleselt (EEA, 2012). Selle alusel suureneb sajandi lõpuks tulekahjude aastajaline tõsidus 20–40% võrreldes eelmise sajandi lõpuga (Joonis 3.5.2.6).



**Joonis 3.5.2.6.** Tulekahjuriski muutus Euroopas (EEA, 2012 põhjal)

### Rakendatud meetmed

Õhukvaliteediga seotud riske aitavad vähendada eeskätt õhukvaliteedi (sh õietolmu) jälgimis- ja hoiatussüsteemid. Õhukvaliteedi kohta on võimalik saada infot Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemist<sup>30</sup>. Tegemist on osaga süsteemist: „Alamtegevusvaldkond: keskkonnaseire süsteemi arendamine ja keskkonnainfo kättesaadavuse tagamine“ ning „Alamtegevusvaldkond: kvaliteetse keskkonnainfo kättesaadavuse tagamine“, mida haldab Keskkonnaministeerium. Siiani on halvast õhukvaliteedist hoiatatud reeglina ajakirjanduse vahendusel. Samas on hoiatamine olnud ebaregulaarne ning erinevate institutsioonide poolt. Hoiatussüsteemid oleks veelgi paremad, kui oleks täpselt paika pandud, millal toimub hoiatamine, kes täpselt hoiatab ja milliseid kanaleid selleks kasutatakse. Lisaks võiks tulevikus olla välja töötatud ka tegevuskavad, milliseid tegevusi viiakse ellu hoiatuste ajal õhukvaliteedi parandamiseks. Käesoleval hetkel on see Välisõhukaitseseaduses kõige täpsemalt paika pandud osooni puhul, kuid seda võiks laiendada veel teistele saasteainete ning õietolmule. Päästeamet on koostanud ka hädaolukordade riskianalüüsi, mis käsitleb ulatuslikku metsa- või maastikutulekahjut (Päästeamet, 2013b), kuid seal ei ole tekkivale õhusaastele tähelepanu pööratud.

<sup>30</sup> [Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteem: Seire, modelleerimine, infomaterjalid](#)



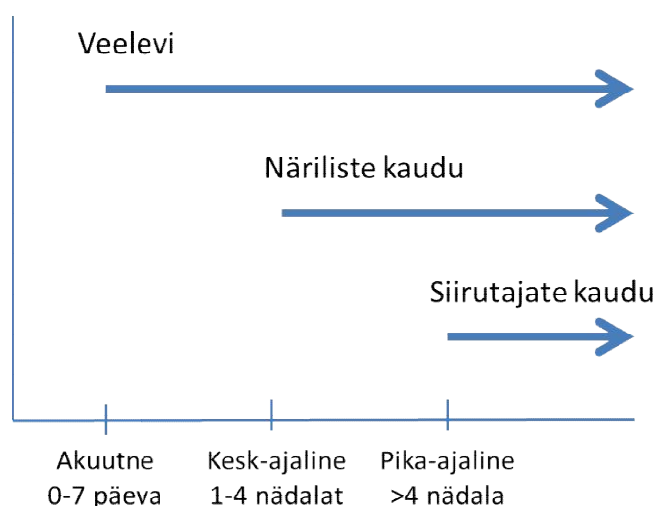
### 3.5.3. Veega seotud probleemid

#### Probleemid

Kliima soojenemine toob kaasa jääliustike sulamise, merevee taseme tõusu, aga ka sademete hulga ja aastasisese jaotuse muutuse. Sagenevad ja intensiivsemaks muutuvad rannikualade üleujutused ja paduvihmadest põhjustatud siseveekogude üleujutused ning seda ka piirkondades, kus neid varem esines harva.

Üleujutused tiheasustusaladel mõjutavad väga suurt hulka inimesi. Nad tabavad elanikke ootamatult. Vahetud (kohesed) tervisekahjustused on uppumised, õnnetused (kukkumised, vigastused), südameinfarktid, hüpotermia, tugev stress (eluaseme ja vara kaotus, majanduskahju vms) ja nakkusoht (sanitaarsete tingimuste ja teenuste halvenemine). Nende sagedus on suurenenud üleujutuse saabumise kiirusest ja ulatusest ning päästetegevuse tõhususest. Mehed ja vanurid on enam ohustatud. Ajavahemikus 2000–2009 hukkus jõgede üleujutuse tõttu WHO Euroopa regioonis 1000 inimest ja 3,4 miljonit said kannatada. 2080. aastaks prognoositakse kannatanute arvu kahekordistumist (EEA, 2012).

Vahetuid tervisekahjustusi on suhteliselt lihtne kindlaks teha ja üleujutusega põhjuslikult seostada, aga märksa keerukam on hinnata üleujutuste kaudseid ja pikaajalisi tervisemõjusid. Näiteks üleujutusejärgsel aastal tõusis keskealiste (45–64-aastased) üldsuremus 50%, eluasemete taastamis- ja korrastustöödel said vigastusi peaaegu pooled (48%) töötajatest. Täheldatud on kõhulahtisuse, hingamiseldite ja maksahaiguste, leptospiiroosi jt haiguste sagenemist (esmajoonel veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide häiretest) (Wade *et al.*, 2004). Nakkushaiguste levimus on suurenenud üleujutuse saabumise kiirusest ja ulatusest ning päästetegevuse tõhususest. Siia kuuluvad veelevi, näriliste ja siirutajate kaudu levivad nakkushaigused, mille avaldumise ajad on erinevad (Joonis 3.5.3.1). Üleujutatud alad jäävad heaks elukeskkonnaks nii haigustekitajatele kui ka nende ülekandjatele. Pärast üleujutusi on täheldatud koolera, krüptosporidiumi, rotaviirus, tüüfusi ja paratüüfusi sagenemist.



**Joonis 3.5.3.1.** Üleujutustega seotud nakkushaiguste avaldumise ajad

Üleujutused võivad mõjutada ka siseruumide elukeskkonda – niiskuskahjustused, hallitus ja mürgised eritised kiirelt taastatud eluruumides võivad halvenda õhu kvaliteeti ning põhjustada mürgistusi ja allergiaid (Ahern *et al.*, 2005). Uuringud on näidanud, et kliimamuutuste tõttu võiks bioaerosoolide (sh hallituse eoste) osa õhus suurem olla (Morey, 2010).

Kõige tõsisemad ja kestvamad on aga mõjud vaimsele tervisele. Uuringud on näidanud, et tavaline depressioon (unetus, äng, rahutus vms) kolmekordistus uputuse üle elanud naistel (Ginexi *et al.*, 2000), psühholoogiline distress neljakordistus (Reacher *et al.*, 2004); traumajärgse stressi sümptomid (unehäired, ärrituvus, viha, raevutsemine, liigne valvsus, kontsentratsioonivõime langus) esinesid kuue kuu möödudes 22% ja aasta möödudes veel 10% kannatanuist. Sagenesid ka enesetapud jne (Ahern *et al.*, 2005).

Lisaks üleujutuste otsestele tervisekahjustustele nõuavad tähelepanu ka teised veega seotud probleemid. Mitmete veega edasikanduvate haiguste puhangute korral on põhjuseks rohked sademed, mis on levitanud haigustekitajaid või põhjustanud ulatusliku veereostuse kanalisatsioonitorude üleujutuste tõttu. Suvised kõrgemad veetemperatuurid võivad põhjustada sinivetikate ehk tsüanobakterite vohamist ja tervisele ohtlike vetikatoksiinide produtseerimist. Suvine madal veetase põuaperioodidel võib madalad kaevud ja ojad kuivaks jätta, mis jätab talud vajaliku kvaliteetse olmeveeta. Veekogude madal veetase suurendab vee bakteriaalse ja keemilise reostuse võimalust (väiksem lahjendus). Fekaalbakterite tase kasvab tõenäoliselt ka veevõtukohtades ning supluseks kasutatavates veekogudes. Suureneb nakkushaiguste leviku oht ja halvenevad hügieenitingimused.

### **Kliimamuutuste mõju veega seotud probleemidele Eestis**

Eestis siiani puuduvad uuringud, mis käsitleksid kliimamuutuste mõju veega seotud probleemide esinemisele. Teada on vaid, et kui võrrelda perioode 1891–1950 ja 1961–2006, on Eestis sademete hulk suurenenud ja ekstreemsete paduvihmade esinemine sagenenud üle kahe korra (Tammets, 2008). Seega võiks teatud mõju joogiveele olla sellistel sündmustel ka Eestis (kui joogivee allikana kasutatakse pinnavett nagu Tallinnas ja Narvas või kasutusel on kaitseta salvkaevud), sest selliste sündmuste ajal joogivette sattunud parasiidid on põhjustanud terviseprobleeme nii Rootsis (Tornevi *et al.*, 2013) kui uuemate andmete kohasel ka Soomes (autorite isiklik konsultatsioon). Niisamuti puuduvad täpsemad uuringud, kuidas võiksid mõjutada kliimamuutused sinivetikatoksiinide levikut Eestis ning inimese tervise joogi- ja suplusvee kvaliteedi kaudu.

### **Rakendatud meetmed**

Eestis on kasutusel veebipõhine avalik veeterviseohutuse infosüsteem<sup>31</sup> (VTO), mille kaudu avalikustatakse veeanalüüside tulemused ja teavitatakse võimalikest sinivetikate poolt põhjustatud veeõitsengutest. Lisaks on johtuvalt Keskkonnategevuskavast koostamisel ohuplaaniid joogivee käitlejatele ning suplusvee saastumise avastamiseks ja likvideerimiseks. Terviseameti ning Tervise Arengu Instituudi tööplaanis kuulub ka meedia-, juhend- ja teabematerjalide väljatöötamine ja levitamine, teabepäevade korraldamine elanikkonnale jms.

<sup>31</sup> [Vee terviseohutuse infosüsteem](#)

### 3.5.4. Toiduohutus

#### Probleemid

Kliimamuutustel on mõju ka toidu ohutusele ning selle kaudu inimese tervisele ja heaolule. Kuigi kliimamuutustel on ka positiivseid mõjusid, nt pikem vegetatsiooniperiood, peetakse negatiivseid mõjusid tervisele (eeskätt toiduohutuse kaudu) siiski oluliselt suuremateks kui kliimamuutustest saadavat kasu.

Põhja-Euroopa mõõduka kliimaga riikides arvatakse kliimamuutustel olevat kombineeritud mõjud (ECPA, 2015; Miraglia *et al.*, 2009; Parry *et al.*, 2007). Lumevaba perioodi pikenemine ja soojem kliima tagab põllukultuuride varajasema õitsemise, lühema kasvuperioodi ja saagikuse tõusu ning tulevikus võimaluse siinsetel laiuskraadidel kasvatada uusi põllukultuure, edendades nii põllumajandust kui ka toiduainetetööstust (Commission of the European Communities, 2007). Hinnanguliselt tõuseb Põhja-Euroopas põllukultuuride kasvatamine 10–30%, seda keskmise õhutemperatuuri tõusmisel 1–3 °C võrra (Miraglia *et al.*, 2009). Baseerudes käesoleva töö aluseks olevatele kliimaprojektsioonidele võib samasugust tendentsi oodata ka Eestis. Välja on toodud, et ainuüksi maisi kasvatamine võib Põhja-Euroopas tõusta 30–50% (Menne & Wolf, 2007). Seetõttu võib kliima soojenemine viia toidutootmise nihkumiseni ühelt lähteriigilt teisele (Lake *et al.*, 2012; Havelaar *et al.*, 2010).

Toit on suurepärane ülekandete bakteritele, viirustele ja parasiitidele (Newell *et al.*, 2010) ning WHO peab toidu saastumist rahvatervise üheks olulisemaks probleemiks (WHO, 2015b). Soojem ja niiskem kliima stimuleerib patogeenide kasvu toidus, mistõttu võib suureneda temperatuuritundlike nakkushaiguste arv (Miraglia *et al.*, 2009; Jaykus *et al.*, 2008). Ohutemperatuurist otseselt sõltuvad bakterid on näiteks *Salmonella* ja *Campylobacter* liigid (Kovats *et al.*, 2004).

Toidupatogeenid põhjustavad inimestel kergeid seedetraktihaigusi (kerge diarröa) kui ka tõsisemaid infektsioosseid probleeme nagu hemorraagiline koliit (*E. Coli O157:H7*), polüneuropaatia (*Campylobacter spp*) ning meningiit (*L. Monocytogenes*) (Miraglia *et al.*, 2009). Kerge diarröa on kõige sagedamini esinev toidunakkus, kuid tagajärjed võivad varieeruda neeru- ja maksapuudulikkusest kuni surmani. WHO andmetel sureb maailmas toidukaudsetesse haigustesse igal aastal hinnanguliselt 2,2 miljonit inimest, millest valdav osa siiski arengumaades (WHO, 2015a). Euroopas on 71% toidunakkustest põhjustatud *Salmonella* liikide poolt (Kovats *et al.*, 2004). Projektsioonide kohaselt peaks toidunakkuste arv nagu salmonelloos ja kampülobakterioos Euroopas aastaks 2040 tõusma kuni 29 000 juhuni aastas ning aastaks 2100 võib haigestunute arv olla juba kuni 36 000 juhtu (Paci, 2014).

Temperatuuri tõusmine jaheda või mõõduka kliimaga riikides põhjustab ka mükotoksiinide sagenemise põllukultuuridel (Russell *et al.*, 2010). Mükotoksiinid on erinevatel põllukultuuridel (mais, teravili) kasvavate hallitusseente tüvede poolt toodetud looduslikud sekundaarsed metaboliidid, mis põhjustavad inimestel haigusi (Fels-Klerx, 2013; Jaykus *et al.*, 2008). Hallitusseened võivad toota mitmeid erinevaid mükotoksiine nagu näiteks aflatoksiin, fusariumid, ohratoksiin jt (Peraica *et al.*, 1999). Leviku riski suurenemist peetakse kõige suuremaks just mõõduka kliimaga arenenud riikides (Russell *et al.*, 2010), kuhu kuulub ka Eesti. Samuti võib kliima soojenemine endaga kaasa tuua seni Lõuna-Euroopas laialdaselt levinud seeneliikide (nt *F. verticilloides*) levimise Põhja-Euroopasse või siinsetel põllukultuuridel uute tundmatute seeneliikide ilmumise (Fels-Klerx, 2013). Uute põllukultuuride kasvatamine uutel aladel võib kaasa tuua ka nendega seotud haiguste ja kahjurite (sh

hallituseente) levimise, mis omakorda tingib uute taimekaitsevahendite kasutamise – see kõik võib suurendada toiduohutusega seotud probleeme.

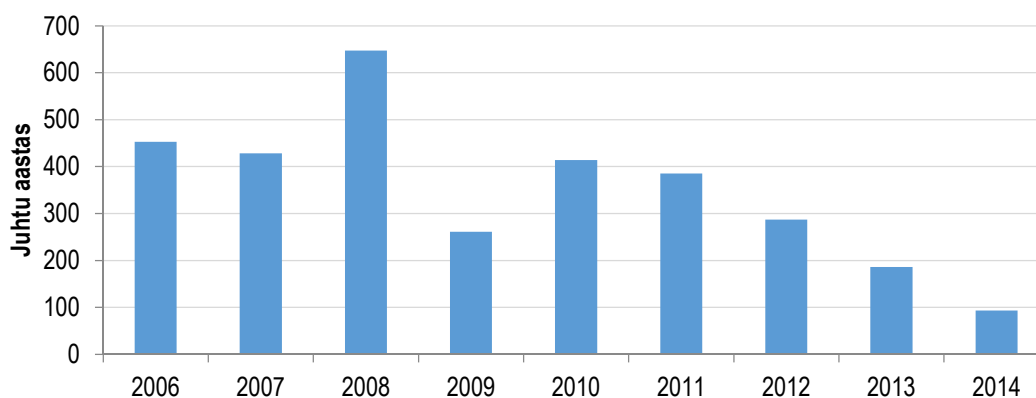
Mükotoksiinide puhul on tegu mürgiste immuunsupressiivsete, mutageensete, teratogeensete ja kantserogeensete ühenditega (Peraica *et al.*, 1999), mis põhjustavad inimestel mükoosi, mükoallergoosi või mükotoksikoosi. Itaalias on näiteks alates 2003. aastast ilmema hakanud aflatoksikoosid, mis sealsetel laiuskraadidel varem ei esinenud (Jaykus *et al.*, 2008).

### Kliimamuutuste mõju toiduohutusele Eestis

Eestis siiani puuduvad uuringud, mis käsitleksid kliimamuutuste mõju toiduohutusele. Küll on dokumendis „Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“ tähelepanu pööratud toidu kättesaadavusele. Samas Eestis toidu kättesaadavuse probleeme sisuliselt ei ole (kui siis vaid üksikute sotsiaal-majanduslike probleemide tõttu, kuid need ei ole kliimaga seotud).

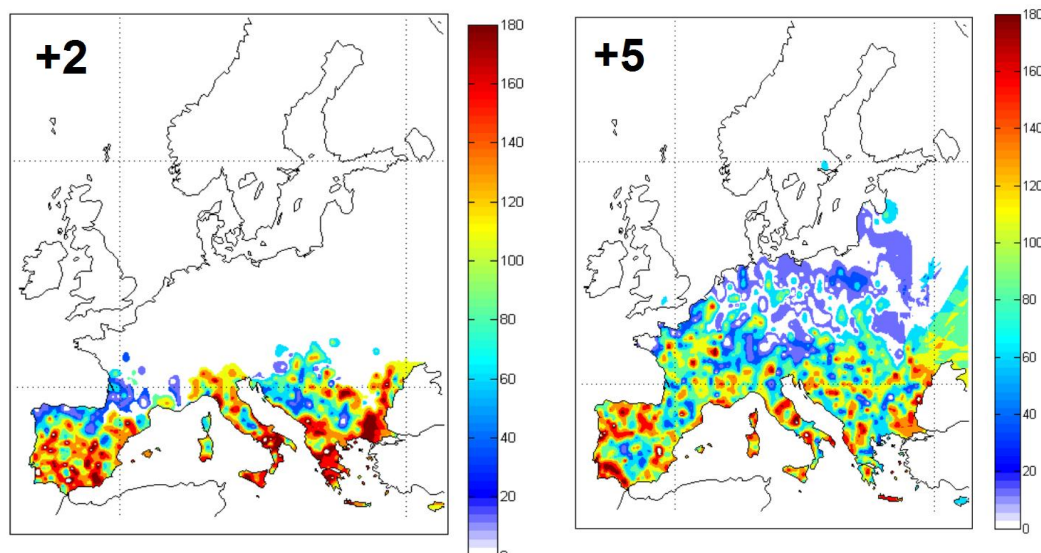
Küll võib mõningaid andmeid saada eelnevatest Euroopa uuringutest. Eelnevalt mainitud Kovats *et al.*, 2004 uurimistöös sisaldas endas ka Eesti andmeid aastatest 1990–2001 Tallinnast, Tartust ja Pärnust. Selle alusel on *Salmonella* leviku lävitemperatuuriks Eestis 13 °C ning sellest kõrgema temperatuuri korral suureneb levimus 18,3% (95% CI 3,6–35,1) võrra iga °C kohta.

Kui me vaatame *Salmonelloosi* levikut Eestis viimase 10 aasta vältel, siis on siin näha selge langustrend (Joonis 3.5.4.1). See tähendab, et antud haiguse levikut mõjutavad peale õhutemperatuuri mitmed teised tegurid nagu toidu säilitamise tingimused ja hügieen. Jättes muud tegurid konstantseks oleks kõrgemate temperatuuride tõttu tulevikus eeldatavalt *salmonelloosi* kolmandiku võrra enam (juhul kui jätta teised tegurid konstantseks). Siiski võib pidada teiste tegurite rolli oluliselt suuremaks, mistõttu juhtude täpne prognoos on sisuliselt võimatu.



**Joonis 3.5.4.1.** *Salmonelloosi* juhtude arv Eestis aastatel 2006–2014 (Terviseameti andmete põhjal)

Täpsed andmed kliimamuutuste mõjust mükotoksiinide levikule Eestis tulevikus puuduvad. Aflatoksiinide levikut maisis on üleeuroopaliselt hinnatud (maisi osatähtsus jääb Eestis eeldatavalt väikseks ka tulevikus). Selle alusel võib aflatoksiiniga saastumise risk kuni kolmekordistuda 21. sajandi lõpuks +5 °C kliimamuutuste stsenaariumi korral (sarnane RCP8.5-le) (Joonis 3.5.4.2).



**Joonis 3.5.4.2.** Risk maisi saastumiseks aflatoksiin B1ga +2 °C ja +5 °C kliimamuutuste stsenaariumi korral aasta 2079 keskmiste meteoroloogiliste tingimuste korral perioodil 2000–2100 (Battilani *et al.* (2012) põhjal)

### Rakendatud meetmed

Seni rakendatud meetmeks on Terviseameti nakkushaiguste laborite võimekuse arendamine, toidu saasteainete infosüsteemi tõhustamine ning Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi võimekuse parandamine. Lisaks sellele on Eesti RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) ehk kiirhoiatussüsteemi liige, mis on osa Euroopa Komisjoni infosüsteemidest, loodud tarbija kaitsmiseks toidust pärinevate ohtude eest (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus nr (EÜ) 178/2002 Art.50). Antud süsteemi Eestis haldab Veterinaar- ja Toiduamet.

### 3.5.5. Siirutajate kaudu levivad haigused

#### Probleemid

Siirutajate kaudu levivate haiguste puhul on tegemist siirutajate ehk vektorite vahendusel levivate haiguste ehk transmissiivsete nakkustega. Peamised siirutajad on verd imevad putukad (säased, puugid, liivakärbsed), kes levitavad inimeselt inimesele või loomalt inimesele patogeene ehk haigustekitajaid. Kliimamuutused mõjutavad omakorda siirutajate kaudu levivate haiguste esinemist.

Prognooside kohaselt mõjutavad kliimamuutused vektorputukate (nt sääskede ja puukide) põhjustatud nakkushaiguste levikut, mis on tingitud nende putukate geograafilisest levialast ning aktiivsuseperioodide ja populatsioonide suuruse muutumisest (Confalonieri *et al.*, 2007). Kuigi kliimamuutuste kontekstis on palju räägitud malaariast, siis mitmete mudelite abil prognoositud paiksest kliimamuutusest põhjustatud malaaria üldine levikuohu Euroopas on väga väike, eriti asjakohaste tervishoiuteenuste ja tõhusa sääsetõrjega piirkondades (EEA/JRC/WHO, 2008).

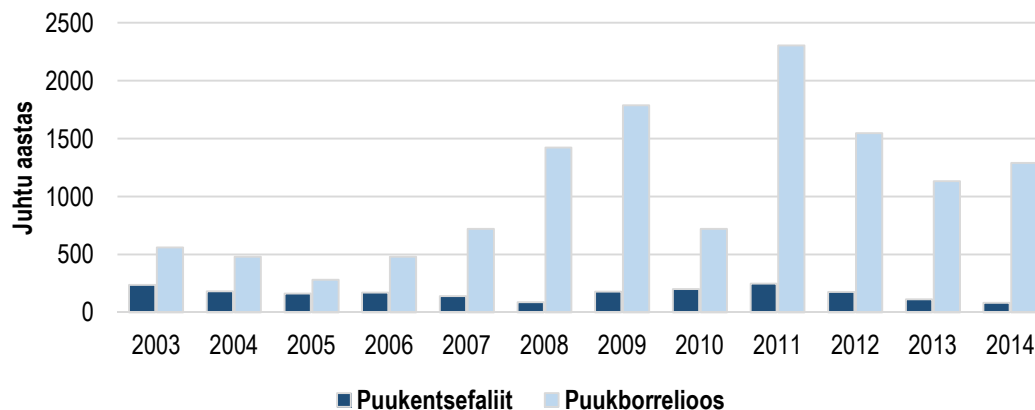
### Kliimamuutuste mõju siirutajate kaudu levivatele haigustele Eestis

Nii Eestis, kuid Euroopas üldiselt on kõige olulisemaks kliimamuutuste mõjutavaks siirutajate kaudu levivateks haigusteks puukborrelioos (Joonis 3.5.5.1).

Strength of link with climate change in Europe	High		<i>Vibrio</i> spp. (except <i>V. cholerae</i> O1 and O139)* Visceral leishmaniasis*	Lyme borreliosis*	Weighted high risk	
	Medium	CCHF Hepatitis A Leptospirosis	Tularaemia Yellow fever Yersiniosis	Campylobacteriosis <b>Chikungunya fever*</b> Salmonellosis Shigellosis VTEC West Nile fever	Dengue fever TBE*	Weighted medium risk
	Low	Anthrax Botulism Listeriosis Malaria	Q fever Tetanus Toxoplasmosis	Cholera (O1 and O139) Legionellosis Meningococcal infection		Weighted low risk
		Low	Medium	High		
		Potential severity of consequence to society				

**Joonis 3.5.5.1.** Kliimamuutuste mõju nakkushaigustele – kaalutud analüüs Euroopas (Lindgren *et al.* (2012) põhjal)

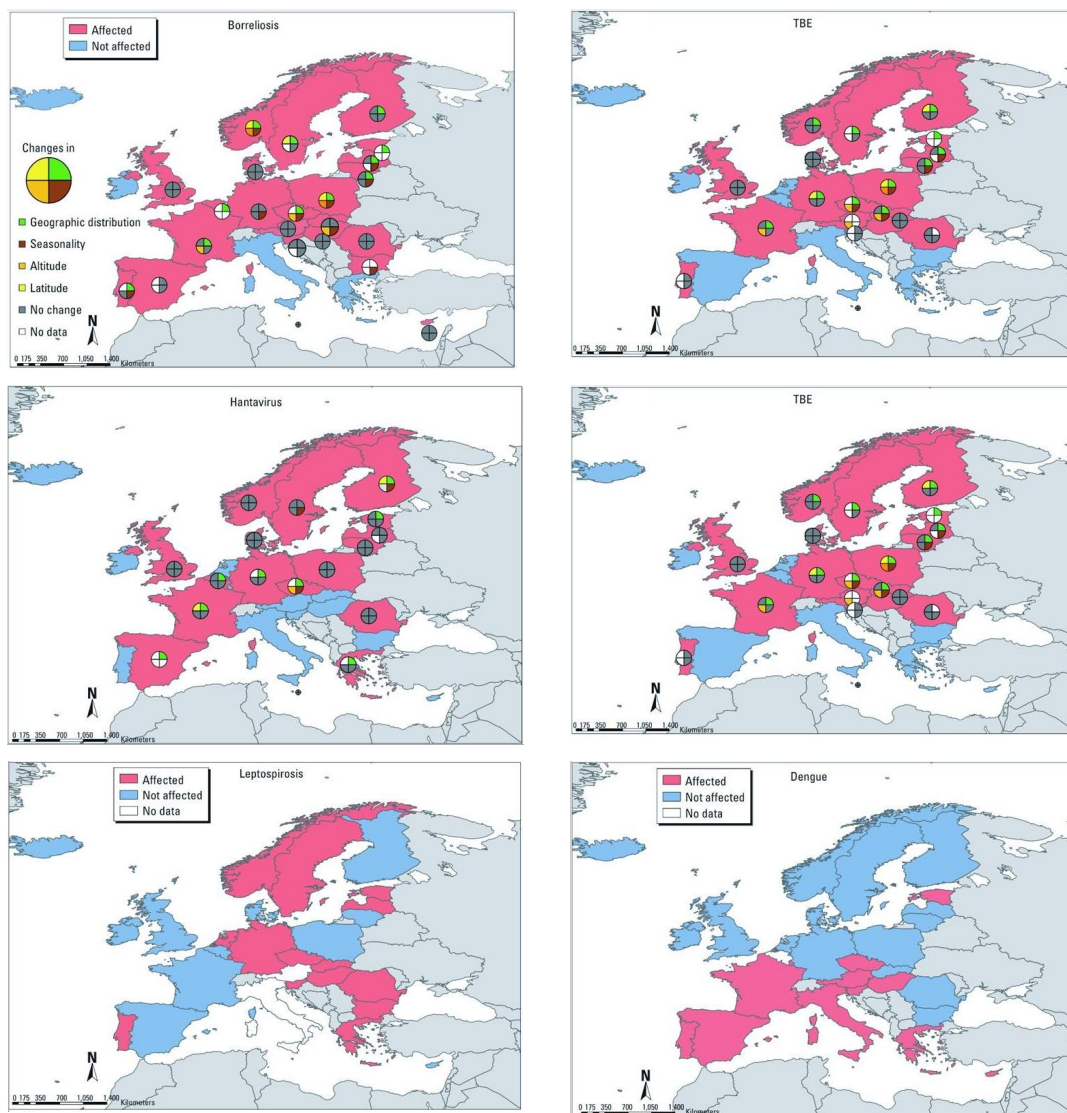
Kliimamuutuste tõttu nihkub puukide leviala piir Euroopas põhja poole, lisaks võivad pehmemad talved ja vihasemad suved suurendada puukide arvu ja selle tagajärjel ka haigestumist. Kui vaadata haigestumist Eestis, siis viimase kümne aasta jooksul on puukborrelioosi haigestumine oluliselt kasvanud (Joonis 3.5.5.2). Küll ei ole see põhjustatud vaid keskkonnast tingitud teguritest – registreeritud haigusjuhtude arvu on mõjutanud ka parem haiguste diagnoosimine (Prükk & Kisand, 2009).



**Joonis 3.5.5.2.** Registreeritud puukentsefaliidi ja -borrelioosi juhtude arv Eestis aastatel 2003–2014 (Terviseameti andmete põhjal)

Ekspertide hinnangul (Semenza *et al.*, 2012) võiks Eestis tulevikus kliimamuutused mõjutada leishmanioosi, hantaviiruse, puukentsefaliidi, tularaemia ja dengue-palaviku levikut (Joonis 3.5.5.3). Siinkohal tuleb kindlasti märkida, et tegemist oli ekspertpaneeli arvamusega, mistõttu konkreetset tulemust sõltusid sellest, kuidas olid nad kursis Eesti olude ning kliimaprognoosidega. Samas ülevaates leiti ka, et kliimamuutuste tõttu võiks tulevikus sagedamini esineda Euroopas ka leptospiroosi ja salmonelloosi levik (Semenza *et al.*, 2012).

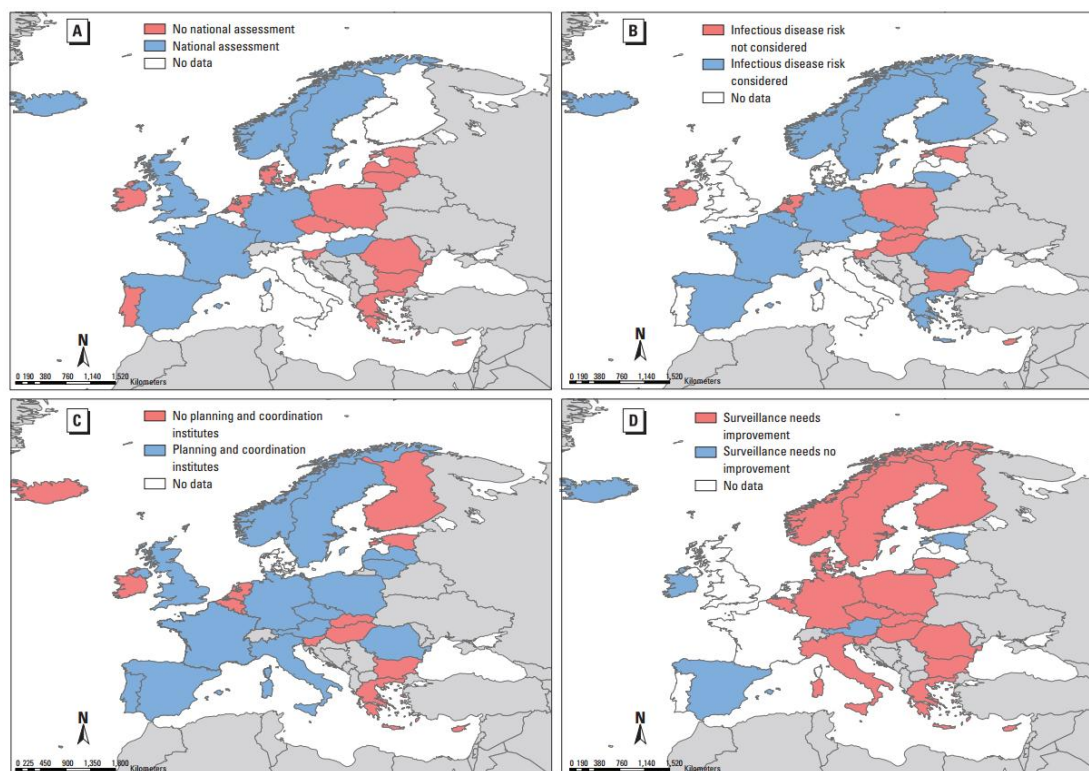




**Joonis 3.5.5.3.** Riiklike ekspertide arvamus 2009–2010, kas kliimamuutused mõjutavad järgnevate siirutajate kaudu levivate haiguste levikut (Semenza *et al.* (2012) põhjal)

### Rakendatud meetmed

Antud haiguste vähendamiseks on oluline tervishoiu- ja sotsiaalsüsteemide valmisolek ja arvestamine kliimamuutuste tervisemõjuga, nt epidemioloogiline järelevalve, nakkushaiguste tõrje ning äärmuslike ilmastikunähtuste mõju kontroll. Selliste meetoditega on võimalik vähendada ka haavatavust kliimamuutustest mõjutatud nakkushaiguste tõttu (Suk *et al.*, 2014). Eestis tegeleb siirutajate kaudu levivate haiguste seirega Terviseameti nakkushaiguste labor. Ühe meetmena võib nimetada selle labori võimekuse arendamist. Eelnevalt kirjeldatud uuringus (Semenza *et al.*, 2012) hinnati lisaks ka süsteemi toimivust (Joonis 3.5.5.4). Selle alusel puudub Eestis hinnang, kuid võivad kliimamuutused võiks mõjutada tervist (A), ei ole arvestatud nakkushaiguste riski kui kliimamuutuste põhjustatud (B), pole arendanud kohalikku planeerimist või koordineerimist institutsiooni järgimaks kliimatundlikke nakkushaiguseid (C), kuid riigi jälgimisprogramme on hinnatud piisavaks (D).



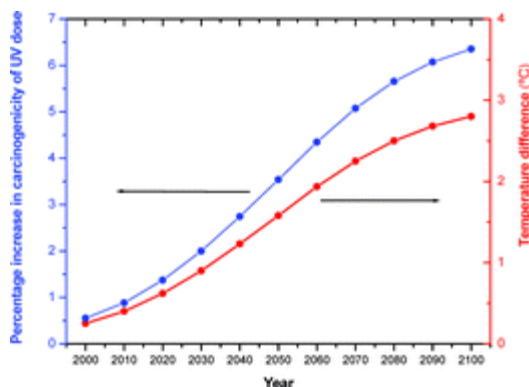
**Joonis 3.5.5.4.** Hinnang riigi plaanidele olemasolule ja süsteemidele toimivuse kliimatundlike nakkushaiguste osas (Semenza *et al.* (2012) põhjal)

### 3.5.6. Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus

#### Probleemid

Kliimamuutuste üks kaudseid tervisemõjusid tuleneb ultraviolettkiirguse taseme muutumisest Euroopa regioonis. Liigne UV-kiirgus omakorda on seotud päikesepõletuse, geenimutatsioonide, immuunsüsteemi nõrgenemise, melanoomide ja nahavähi, krooniliste silmakahjustuste ning naha vananemise ja paksenemisega. Teisalt on mõeldud UV-kiirgus vajalik nähtava päevituse tekkeks, samuti soodustab see organismis D-vitamiini tekkimist, hävitab õhus haigustekitajaid ja tugevdab immuunsust. Seega ohtlik on just olukord, kui kliimamuutuste tõttu võime liikuda soodsatest ja mõeldud UV-kiirgusega kokkupuutetasemetest liigsetele ja kahjulikele kokkupuutetasemetele.

Kuigi osoonitaseme stabiliseerumine stratosfääris viib keskmise UV-kiirguse taseme vähenemiseni, siis samaaegne temperatuuri kasv soodustab keemiliste reaktsioonide kiirenemist, mis teatud ilmastikutingimustega kombineerituna loovad mini-ooniauke, mis omakorda põhjustavad kõrgemaid UV-kiirguse tasemeid (O'Hagan *et al.*, 2012). Teadusuuringutes korreleerub liigsele UV-kiirgusele ekspositsioon kõige otsesemalt nahavähki haigestumusega, sh pahaloomulise melanoomi ja katarakti (Gallagher & Lee, 2006). Van der Leun *et al.* (2008) on näidanud olulist vähiriski suurenemist tulevikus temperatuuri tõustes (Joonis 3.5.6.1). Näiteks leidsid nad USA andmetest, et skvamooosete (lameepiteeli) rakkude kartsenoomi haigestumus oli 5,5% võrra kõrgem ja basaalarakkude kartsenoomid 2,9% võrra kõrgemad iga °C temperatuuri suurenemise võrra.

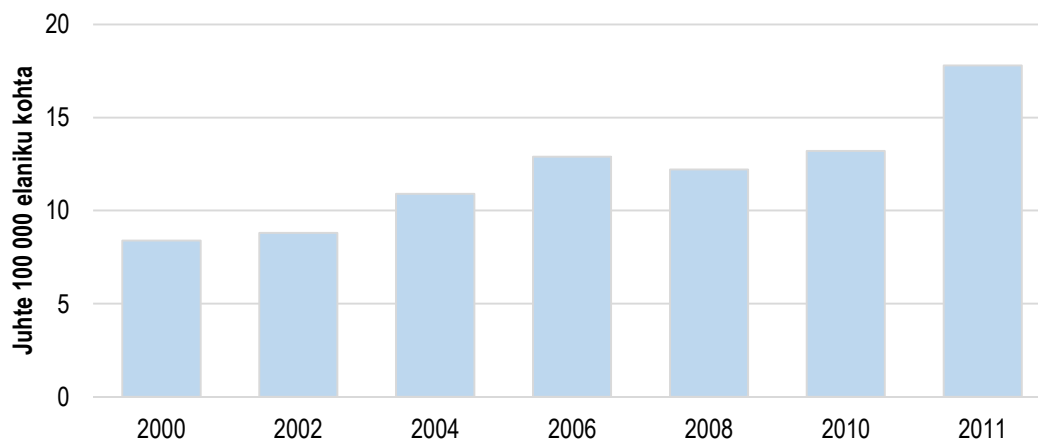


**Joonis 3.5.6.1.** Temperatuuri kasv ning UV doosi ja vähiriski suurenemine (van der Leun *et al.* (2008) põhjal)

Teisalt on Soomes välja toodud võimalikud vaimse tervise riskid, mis on seotud lumikatte vähenemise ning pilvisemate ilmadega tulevikus (Terveyskirjasto, 2010). Oletatakse, et kõrgem enesetappude sagedus novembrist märtsini on tingitud vähesest päikesevalgusest (Ruuhela *et al.*, 2009). Arvatakse, et ka tulevikus avaldavad sombusemad ilmad negatiivset mõju vaimsele tervisele. Kas ja kuivõrd võiks see mõjutada Eesti elanike tervist, täpsustatakse uuringu järgnevas faasis koostöös Soome teadlastega.

### Kliimamuutuste mõju ultraviolet- ja päikesekiirgushaigustele Eestis

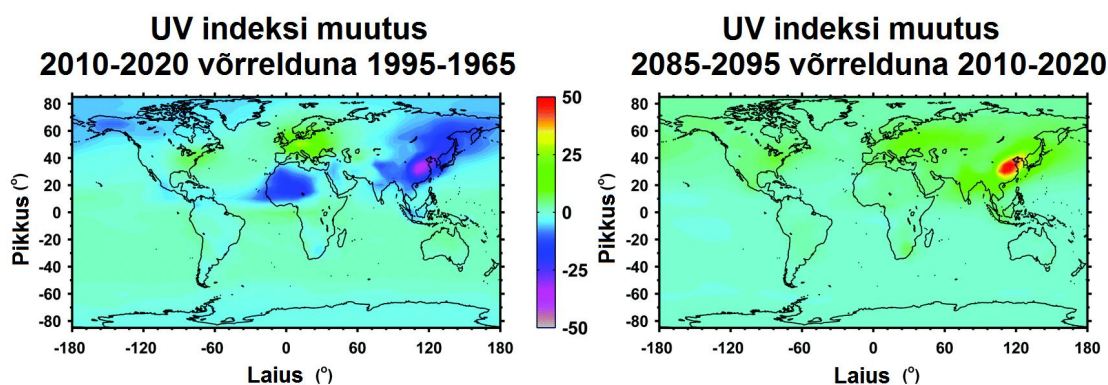
Melanoomi haigestumus Eestis on näidanud selget kasvutendentsi (Joonis 3.5.6.2), ulatudes juba üle 200 esmasjuhu aastas (2011. aastal 236 juhtu).



**Joonis 3.5.6.2.** Melanoomi haigestumuskordaja muutus Eestis 2000–2011 (Eesti vähiregistri andmete põhjal)

Kuigi osaliselt võib haiguskoormus olla seotud ka solaariumipäevituse tarbimiskultuuri kasvu kui ka „päikesereisidega“ välisriikidesse, siis teiste maade uuringud näitavad, et nahavähki haigestumus on seotud eeskätt kohaliku UV-kiirguse taseme muutustega. Euroopa riikides tehtud uuringu EUROSUN kohaselt saadakse rahvastiku kumulatiivne koguekspositsioon UV-kiirgusele peamiselt elukohajärgselt.

Näiteks Põhjamaade (sh Eesti) elanikud on hiliskevadel ja varasuvvel sarnase ekstspositsiooniga kui Saksamaa või Prantsusmaa elanikud samal perioodil (EUROSUN, 2012). Eestis vastavad uuringud siiani puuduvad, kui teatud trende on võimalik tuletada globaalsetest uuringutest. Värske hinnangu järgselt (Bais *et al.*, 2015) võib selle sajandi lõpuks Eesti lauskraadidel suureneva UV indeks kuni veerandi võrra (Joonis 3.5.6.3). Küll on selliste hinnangute täpsus madal, mis ei võimalda hinnata täpset vähijuhtude arvu kasvu tulevikus Eestis.



**Joonis 3.5.6.3.** UV indeksi muutus võrrelduna eelneva perioodi ning tulevikuga (Bais *et al.* (2015) põhjal)

### Rakendatud meetmed

Eestis jagab ultraviolettkiirgusega seotud terviseohtude kohta käivat infot Terviseamet. Erüteemset UV-kiirgust mõõdetakse Tõraveres Tartu Observatooriumi atmosfääri seire tööühma poolt. Hoiatusi UV-kiirguse kohta hakati edastama 2000. aasta varasuvest Eesti Rahvusringhäälingu kaudu. Lisaks on Keskkonnaagentuuri vaatlusvõrgus UV-B 306 nm kitsasriba sensorid Kipp&Zonen CUVB-1 seatud vaatlusväljakutele Harkus, Pärnus ja Roomassaares. Infot mõõdetud tasemetega kohta saab Riigi Ilmateenistuse kodulehelt.

### 3.5.7. Ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon

#### Probleemid

Kliimamuutuste mõjud on nii käesoleval ajal kui ka tulevikus Euroopa regioonide vahel ebahõltselt jagunenud, põhjustades tervise ebavõrdsust nii riikide sees kui riikide vahel. Kliimamuutuste tervise mõjude hindamisel ja ennetamisel on oluline arvestada erinevate tundlike rühmade, nende suuruse ning paiknemisega. Tundlikkus ehk haavatavus seisneb nende rühmade bioloogilises eripäras (pärilik eelsoodumus, arengufaas, tervislik seisund) või ekstspositsiooni ulatuses ja intensiivsuses. Keskkonnateguritele on enim ekstsponeeritud välitöölised, lapsed, kodutud. Teistest enam on vastuvõtlikud lapsed, eakad, naised ja kroonilisi haigusi põdevad või puudega inimesed. Tervis ja heaolu on tugevalt seotud sotsiaal-majanduslike mõjuritega nagu sissetulek, elutingimused, tööhõive, haridus, eluviis ja sugu (vt Tabel 3.5.7.1.).



Uuringud on tõestanud: kuumaga seotud üldsuresusel on tugev sõltuvus sotsiaal-majanduslikest teguritega. Lisakoormus avaldub eriti teravalt madalama sissetulekuga gruppides. Teatud tervisetulemite osas (nt eelnevalt nimetatud kuuma ja ka õhusaastega seotud suremus) on eriti tugevalt mõjutatavad eakad inimesed. Samas mõjutavad haavatavaid gruppe nagu eakad omakorda kaasvalt sotsiaal-majanduslikud tegurid (Haines *et al.*, 2006).

**Tabel 3.5.7.1.** Kliimamuutustest põhjustatud tervisemõjudest haaratud haavatavad/tundlikud rühmad ning haigestumust ja suremust mõjutavad tegurid

Haavatavad grupid	Sotsiaal-majanduslikud tegurid
Eakad	Sugu
Lapsed	Haridus
Kroonilisi haigusi põdevad isikud	Töehõive
Puudega isikud	Sissetulek
Välitöölised	Elutingimused
Kodutud	Eluviis

Tervise ebavõrdsus võib suureneada nii riikide sees kui vahel ning kindlasti paneb see lisakoormuse vaesematele rühmadele. See omakorda ohustab mitmeid (riiklike) arendustegevusi ja strateegiad, mis on suunatud tervise ja heaolu parandamisele. Näiteks on ohustatud mitmed arengusihid ja eesmärgid, mis on sätestatud MDG-s (Millenium Development Goals), eriti WHO Euroopa regiooni idaosas (CEHAPIS).

Kliimamuutused, keskkonna halvenemine ja rahvusvaheline migratsioon on omavahel komplekselt seotud (European Commission, 2013b). Praegused uuringud järeldavad, et kuigi keskkonnamuutused mõjutavad rahvastiku rännet tõenäoliselt olulisel määral, siis enamik keskkonnast põhjustatud migratsiooni toimub pigem arengumaade sees ja vahel, mitte Euroopa suunas. Kliimamuutuste võimalikku mõju Euroopa Liidu kodanike sisemaisele mobiilsusele mõistetakse veel halvasti. Samas võib elanike liikumisega liikmesriikide territooriumil või territooriumile tundlike rühmade hulgas kasvada vajadus humanitaarabi ja tervisekaitse järele, mis nõuab tervishoiusüsteemide täiendavat võimekust (diagnoosida siiani Eestis vähelevinuid haiguseid, põgenike kultuurilised erinevused, keelebarjäärid jne). Lisaks võib inimeste liikumisega muutuda ka nende vastuvõtlikkus haigustele ning muutunud rahvastiku tõttu peamiste haiguste põhjuste osakaal (McMichael *et al.*, 2012). Antud teemaga tegeldakse Euroopas aktiivselt ning seda aitab koordineerida näiteks „*Climate Change and Migration*“ võrgustik (<http://www.climatemigration.eu>).

### Kliimamuutuste mõju ebavõrdsusele ja migratsioonile Eestis

Eestis siiani antud valdkonda puudutavad uuringud puuduvad. Peale teoreetiliste ohtude (nagu viimasel ajal üles kerkinud pagulaste küsimused), on need teemad olnud aktuaalsed ka varem, kus tihti on tulnud toetada tormikahjustuste likvideerimist (just vaesematel inimestel puuduvad võimalused nendega ise toime tulla ning nende elamud on tihti kindlustamata). 2005. aasta jaanuaritormi ajal evakueeriti umbes 200 inimest (kellest osa ei saanud koheselt oma kodudesse tagasi pöörduda ulatusliku niiskuskahjustuse tõttu). Kui me vaatame tulevikku ning võrdleme kahte käsitletud stsenaariumi, siis on RCP8.5 puhul võrreldes RCP4.5ga mõjud oluliselt suuremad (selle mõju kliimaatilistele tingimustele regionidest, kus migratsioon lähtub, on oluliselt tugevam).

## Meetmed

Kliimamuutustest tingitud ebavõrdsust aitab vähendada tundlikele riskirühmadele suurema tähelepanu pööramine. Tundlikele gruppidele on kaudselt tähelepanu pööratud enamikes eelnevalt väljatoodud meetmetes. Samas on tihti probleemiks, et riskirühma kuuluvad isikud ise ei pea ennast tundlikku gruppi kuuluvaks egi järgi antud soovitusi. Migratsiooni küsimustega tegeleb Eestis Politsei- ja Piirivalveamet. Samas Eestis nagu ka Euroopas laiemalt puuduvad kogemused kliima- ja keskkonnamuutustest põhjustatud migratsiooniga ning seetõttu ei ole ka meetmed vajalikud olnud. Samas on antud teema muutumas järjelt aktuaalsemaks ning seda võimendavad planeeritavad Euroopa Komisjoni pagulaste kvoodid.

Tervislikuma elukeskkonna kujundamist erinevate meetmete abil toetab dokument „Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030“, mis sisaldab tervist mõjutavate väliskeskkonna tegurite seire- ja infosüsteemi arendamist, andmete avalikustamist ning terviseriskide hindamist ja järelevalve süsteemi väljaarendamist pikaajaliste keskkonnaterviseriskide vähendamiseks ja maandamiseks. „Rahvastiku tervise arengukava 2009–2020“, toetab tervist toetava elukeskkonna arendamist ja elukeskkonnast tulenevate terviseriskide vähendamist.

Diagnoosimaks siiani Eestis vähelevinuid haiguseid, saamaks hakkama põgenike kultuuriliste erinevuste ja keelebarjääridega, peaksime koolitama ka tervishoiu töötajaid. Tallinnas on oluline tema ka turistid, kes võivad näiteks kuumalainete ajal vajada esmaabi ja haiglaravi. Kõigi nende riskidega peab kohanema kogu Eesti tervisesüsteem.

### 3.5.8. Tervisesüsteem ja selle mõju kliimamuutustega kohanemisele

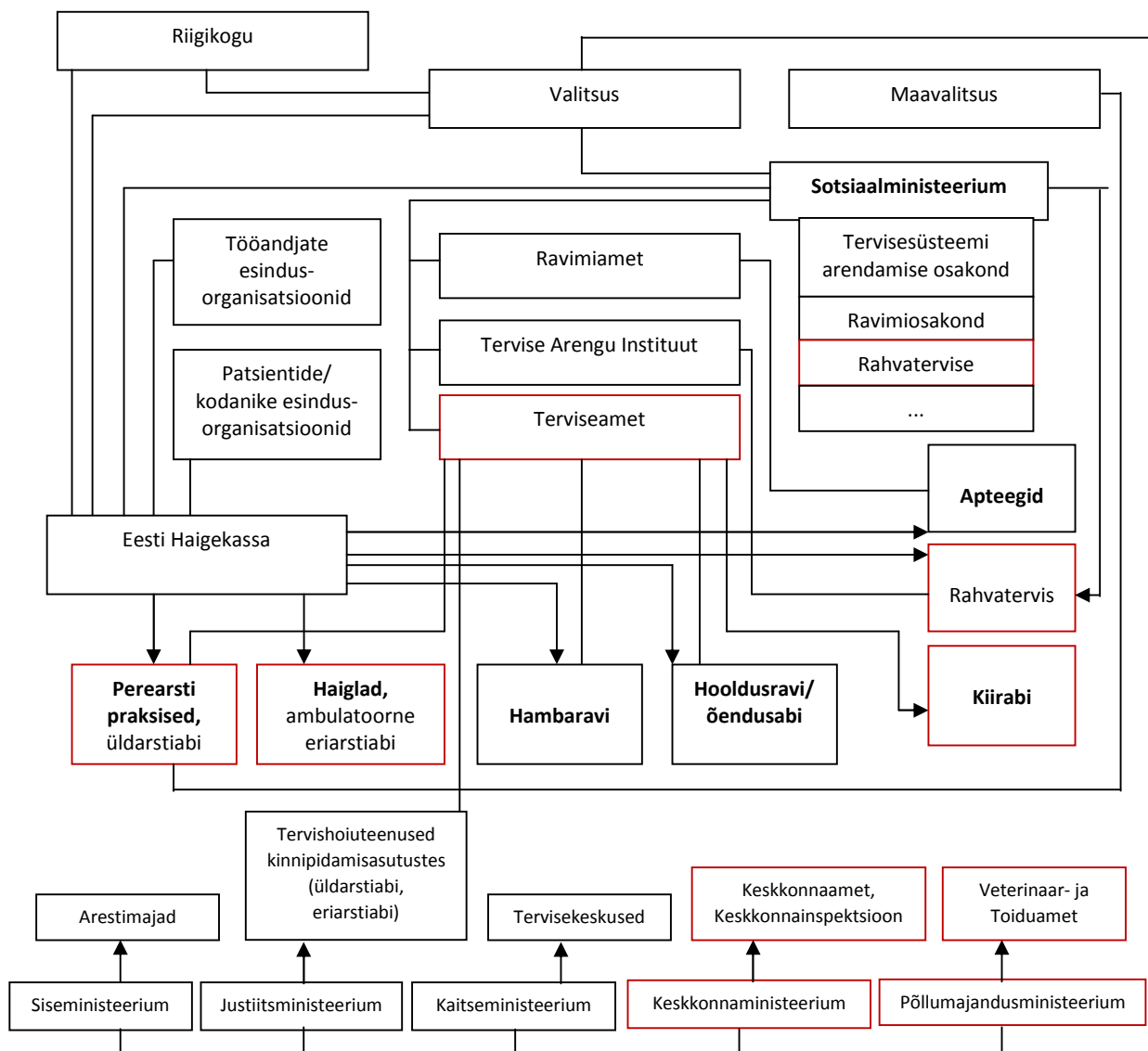
Järgnev ülevaade peatükis 3.5.8. Eesti tervisesüsteemist on koostatud Koppel *et al.* (2008) põhjal. Sellele järgnevas peatükis on 3.5.9. analüüsitakse täpsemalt, milline on tervisesüsteemi võimekus kohaneda kliimamuutustega.

Tervisesüsteemi struktuur on keerukas ja hõlmab arvukalt osapooli, kelle hulka kuuluvad mitmed Sotsiaalministeeriumi haldusalas asuvad asutused (nt Terviseamet, Tervise Arengu Instituut ja Raviamet), teised seotud ministeeriumid, avalik-õiguslikud iseseisvad asutused nagu Eesti Haigekassa, haiglad ja esmatasandi tervishoiuasutused ning mitmed valitsusvälised organisatsioonid ja erialaühingud (Joonis 3.5.8.1). Viimastel aastatel on järjest aktiivsemalt tervisesüsteemi tegevustesse kaasatud teisi osaliselt või kaudselt seotud valdkondi, nt keskkonna-, põllumajandus-, majandus-, õigus-, ja transpordisektor, eesmärgil töötada välja horisontaalseid valdkondadevahelisi strateegiaid, sh kliimamuutustega kohanemine.

Tervisesüsteemi juhtimine, järelevalve ning tervisepoliitika väljatöötamine on Sotsiaalministeeriumi ja selle hallatavate asutuste ülesanne. Tervishoiuteenuste rahastamine toimub peamiselt sõltumatu Eesti Haigekassa kaudu, kellel on olnud järjest kandvam roll tervisesüsteemi uuendamisel (eelkõige rahastamise tõttu). Sotsiaalministeerium ja selle ametid vastutavad rahvatervise teenuste rahastamise ja juhtimise eest riigieelarvest makstava osa ulatuses. Kohalikel omavalitsustel on väike ja pigem vabatahtlik roll tervise teenuste organiseerimisel ja rahastamisel. Maavalitsus esindab riiki piirkondlikul tasandil, kuid ilma seadusandliku funktsioonita. Tervishoiu osas vastutavad maavanemad üldarstiabi eest, kuulutades välja konkursse perearsti ametikohtadele ning kinnitades nende ametissenimetamised. Maavanemad määravad samuti perearstide teeninduspiirkonnad ning korraldavad kontrolli perearstide tegevuse üle.



Eestis on neli tervishoiuteenuste liiki: esimese etapi arstiabi ehk üldarstiabi, mida osutavad perearstid; kiirabi; eriarstiabi (st teise- ja kolmanda etapi arstiabi) ja õendusabi. Eesti tervisesüsteemi keskmeks on perearstikeskne üldarstiabisüsteem, kus tegutsevad perearstid ja pereõed. Üldarstiabi toetavad kogu Eestis kättesaadavad kiirabiteenused. Eriarstiabi on osutatud järjest rohkem ambulatoorse ravina ning kõrgtehnoloogiat kasutav arstiabi on koondatud valitud tervishoiuasutustesse. Seda toetavad omakorda mitmed informatsiooni andvad meetmed nagu 24 tundi ööpäevas töötav perearsti nõuandetelefon.

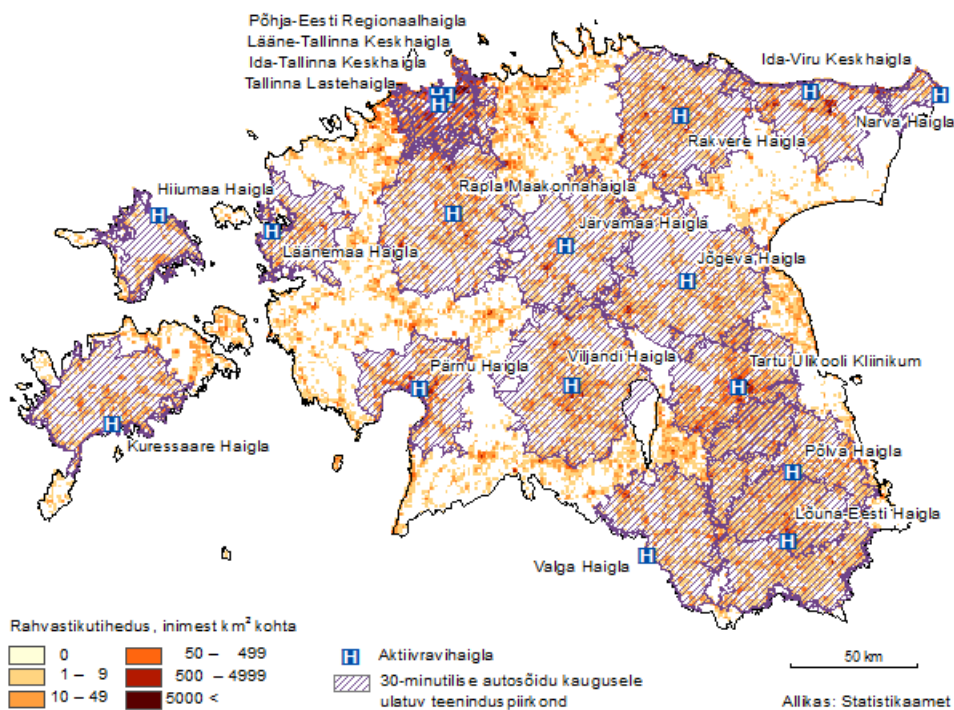


**Joonis 3.5.8.1.** Eesti (keskkonna)tervisesüsteem (punasega on märgitud kliimamuutuste ja tervise seisukohast kõige olulisemad süsteemi osad)

Enamik haiglaid on kas kohalike omavalitsuste omandis olevad aktsiaseltsid või riigi, kohalike omavalitsuste või muude avalik-õiguslike organisatsioonide poolt asutatud sihtasutused. Enamik ambulatoorse arstiabi osutajatest on eraomandis. Kõik perearstid on kas eraettevõtjad või (perearstide omandis olevate) äriühingute palgatöötajad. Perearstiabi osutavad äriühingud võivad pakkuda vaid üldarstiabi ja õendushooldusteenuseid.

Neli keskhaiglat osutavad osaliselt kõrgema etapi, kuid peamiselt teise etapi arstiabi. Igatüks teenindab ligikaudu 200 000 elanikuga piirkonda. Kaks neist asuvad Tallinnas: Lääne-Tallinna Keskhaigla ja Ida-Tallinna Keskhaigla. Pärnu Haigla katab peamiselt Pärnu maakonda ja Ida-Viru Keskhaigla Ida-Viru maakonda. Lõuna-Eestis elavad inimesed saavad eriarstiabi keskhaigla tasemel Tartu Ülikooli Kliinikumis. Kohalikud ja üldhaiglad on aktiivravihaiglad, mis asuvad inimestele kõige lähemal. Need on enamasti 50–200 voodikohaga väikesed haiglad, kus ravitakse kergemaid haigusjuhte. Igas Eesti maakonnas on vähemalt üks kohalik või üldhaigla. Eranditeks on Tartu, Pärnu ja Harju maakond, kus haiglavõrgu arengukava järgi ei ole planeeritud hiljemalt aastaks 2020 eraldi üldhaiglat, vaid neid teenuseid osutab selle asemel kesk- või piirkondlik haigla. Kohalik haigla on vajalik keskustes, mis asuvad kaugemal kui 70 km üld-, kesk- või piirkondlikust haiglast, või maakonnakeskustes.

Haiglavõrgu planeerimisel on Eestis lähtutud põhimõttest, et haiglad asuksid ühetunnise autosõiduteekonna või kuni 70 km kaugusel elanikest. Selle teeninduspiirkonna sees elab 99% rahvastikust (probleemsed on vaid väikesaared). Samas, haigla 30-minuti-raadiusest jäävad välja maakonnakeskustest kaugemad, hõredama asustusega alad, näiteks Harjumaal Kehra ja Kuusalu ümbrus, Tartu maakonnas Rõngu kant ja Lääne-Virumaal Jämeda kant (Joonis 3.5.8.2).

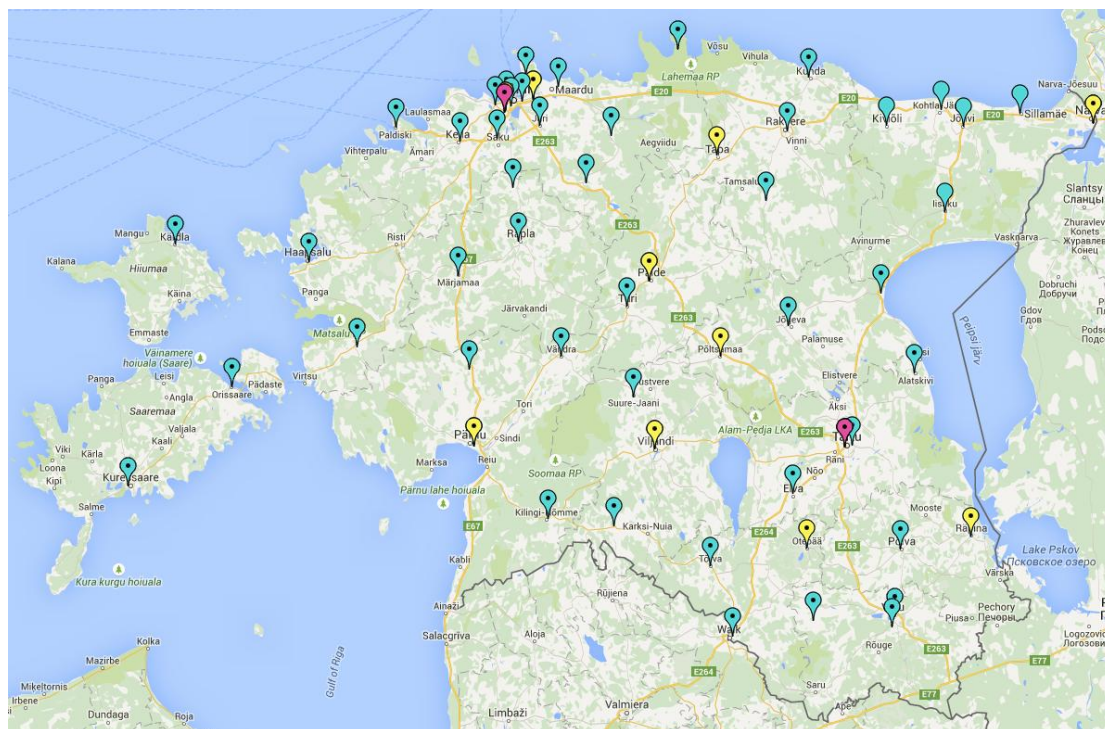


**Joonis 3.5.8.2.** Haiglate 30-minutilise autosõiduteekonna kaugusele ulatuvad teeninduspiirkonnad ja rahvastiku tihedus (REL 2011 alusel). Allikas: Statistikaamet

Eestis defineeritakse kiirabi kui ambulatoorset tervishoiuteenust eluohtliku haigestumise, vigastuse või mürgistuse esmaseks diagnoosimiseks ja raviks ning vajaduse korral abivajaja transpordiks haiglasse. Kiirabivõrk katab kogu Eesti (Joonis 3.5.8.3) ning selle teenused on kättesaadavad kõikidele kodanikele. Kokku on Eestis 45 kiirabi brigadi<sup>32</sup>. Lisaks on haiglates erakorralise meditsiini osakonnad, mille töötajateks on erakorralise meditsiini ja teiste erialade spetsialistid.

<sup>32</sup> [Eesti Kiirabi Liit](#)

Antud tervisesüsteemi osad on eriti olulised andmaks abi äärmuslikest ilmastikunähtustest põhjustatud tervisesündmuste puhul.



**Joonis 3.5.8.3.** Kiirabibrigaadide paiknemine Eestis (andmed Eesti Kiirabi Liit)

### 3.5.9. Tervishoiusüsteemi võimekus kohaneda kliimamuutustega: eesmärkidest, jälgimise ja elukorralduse muudatusteni

Käesoleva analüüsi eesmärgiks oli selgitada tänase tervisesüsteemi (ja seda toetava päästevaldkonna) valmisolekut kliimamuutustega kaasnevate mõjudega toime tulemiseks. Süsteemi analüüsimiseks kasutati riskihalduse režiimi teoreetilist raamistikku, mis võimaldab analüüsida poliitika eesmärkide ja reeglite seadmist, kontrolli ning meetmete rakendamise komponente (Hood *et al.*, 2001). See raamistik võimaldab hinnata, milline on riski halduse seadmise toimimise sh haldusstruktuuri, -kultuuri ja võimekuse ning väliste survetegurite (avalikkuse ja huvigruppide surve) mõju kliimamuutustega kohanemisele tervise valdkonnas.

Et vastata uurimisküsimusele – milline on tervishoiusüsteemi ning pääste valmisolek tervise mõjudega toime tulla – viidi läbi dokumendianalüüs. Lisaks maailma kogemusele uuriti erinevaid Eesti seaduseid, määruseid, strateegilisi dokumente nagu tegevuskavad, arengukavad, aga ka nende rakendusplaanid ning riskianalüüse.

Peale selle viidi läbi 14 poolstruktureeritud intervjuud erinevate võtmeekspertidega (Lisa 9), kes on seotud tervise mõjude haldamisega Eestis: poliitika kujundajatest elluvijateni, teadlastest tervishoiutöötajateni. Intervjuus uuriti, millisena nähakse tervisesüsteemi võimekust, kuidas meetmete toimimist hinnatakse ning millisena nähakse erinevate mõjurite olulisust. Alljärgnev ülevaade toob välja analüüsis selgunud olulisemad tervisesüsteemi väljakutsed ning annab täiendavaid soovitusi mõjude vähendamiseks.

## **Tervise valdkonna kohanemisstrateegiast tegevusplaanide, jälgimissüsteemide ja rakendusmeetmeteni**

Kuigi enamikus Euroopa riikidest on kliimamuutustega kohanemise strateegia juba välja töötatud, siis vähestel riikidel on ka rakendusplaanid terviseprobleemidega toime tulemiseks. Saksamaa ja Ühendkuningriik, aga ka Rootsi ja Belgia on viinud sisse rakendusplaanid, seda nii üleriigiliselt kui ka regiooniti. Samuti on mitmetel riikidel olemas valdkondlikud tegevusplaanid ning muud juhendmaterjalid meetmete rakendamiseks. Näiteks on Saksamaa välja töötanud tegevusjuhendid ametnikele ja teistele seotud isikutele kliimamuutustest tingitud tervisemõjude mõistmiseks ning nendega toimetulemiseks (Robert Koch Institut ja Umweltbundesamt, 2013).

**Info kogumine ning olukorra jälgimine** on oluline alusteave õigeaegseks reageerimiseks ning käitumiseks. Dokumendianalüüs ja intervjuud näitasid, et praegune kliimamuutustest tulenevate tervisemõjude jälgimise võimekus Eestis on väga madal. Saksamaa kogemus näitab, kui oluline on moodustada üks keskkonna- ning tervisemonitooringu süsteem, mille abil saaks jälgida terviseseisundi suhtes tundlikke keskkonnafaktoreid. Samuti on oluline surmade põhjuste analüüsimine ja nende kõrvutamise keskkonnatingimuste esinemise sagedusega (Bundesregierung, 2008).

Tervisemõjude hindamise eeltingimuseks on täpsed ilma-, UV-kiirguse, maapinna lähedase osooni ning mereveetaseme prognoosid ning joogivee ning õhu kvaliteedi pidev seire (sealhulgas õietolmu seire). Potentsiaalsete haigustekitajate levik, nagu näiteks siirutajate ning õhus sisalduvate hallitusseente levikuala kaardistamine, uute potentsiaalsete haiguste pidev jälgimine on praegu alakaetud.

Ka Eesti Sisejulgeoleku arengukavas on toodud välja olulise probleemina, et riigil puudub elutähtsate teenuste toimepidevuse ning elukeskkonda mõjutavate nähtuste ja sündmuste ühine seire- ja analüüsikeskkond, mistõttu ei ole võimalik piisavalt varakult prognoosida suurenevat abivajadust põhjustava hädaolukorra tekkimise ohtu või elutähtsa teenuse katkemist ning abivajaduse suurenemisele reageeritakse hilinemisega. Sisejulgeoleku arengukavas on toodud järgmise viie aasta eesmärgina infotehnoloogiline lahenduse loomine, et koondada kokku ja töödelda reaajas seiratavaid andmeid elutähtsate teenuste toimepidevuse ning elukeskkonda mõjutavate nähtuste ja sündmuste kohta (nt ilm, kiirgus, veetase jms).

Pärnu üleujutuste analüüsil (Riigikogu, 2011) on leitud, et selliste seireandmetele lisaks võiks inimeste paiknemise (võimalikus ohus viibivate isikute) jälgimiseks rakendada mobiiltelefonide positsioneerimise infot. Lisaks inimeste paiknemise üldinfole on oluline teada ka sotsiaalteenuste osutajate infot sellest, kus paiknevad krooniliselt haiged ja sotsiaaltöötajate järelevalve all olevad inimesed (Sotsiaaltöö spetsialist 15.03.2015).

**Soovitus:** Töötada välja jälgimissüsteemid, mis annavad pidevat ülevaadet nii keskkonnaoludest kui haavatavate gruppide paiknemisest hindamaks tervisemõjusid.

Jälgimissüsteemi toimimine on sisendiks inimeste **teadlikkuse tõstmisele ja hoiatussüsteemidele**, et inimesed ja asutused saaksid adekvaatselt reageerida. Tegemist on nii ennetava (proaktiivse) meetmega, kus inimesi tuleks teavitada esinevatest ohtudest eelnevalt, aga ka reaktiivse meetmega, asjakohane teavitamine ohtude avaldumise ajal ning järgselt. 2003. a kuupalaine oli üks tegureid, mis pani Euroopa riike mõtlema meetmetele, et saada tulevikus hakkama kliimamuutustest tingitud tervisemõjudega nagu selleks on kuupalained. Kovats ja Hajat (2008) ning Fouillet (2008), toovad oma uurimustes välja, et oodatav suremus, et inimeste

haavatavus kõrgete temperatuuride suhtes oli langenud tänu rahva teadlikkuse tõusule ning ennetavatele meetmetele sealhulgas hoiatusüsteemi sisseviimine peale eelmist kuumalainet (Prantsusmaal 2003. ja 2006. aastal, Ameerikas 1995. ja 1999. aastal).

**Soovitus:** keskkonnatervise infoportaal ja infotelefon.

Teavitamise osas on oluline roll ka infotelefonidel, kust tavainimene saab infot jooksvalt teemadest nagu kuumalained, allergenid, õhusaaste ning osooni sisaldus õhus. Nii Taani kui Rootsi on loonud kliimamuutustega kohanemiseks infotelefonid kui ka veebikeskkonna, kuhu on koondatud info kohanemisega soetud teemadest. Saksamaa ja Holland näiteks on teavitanud, et plaanivad koostada riikliku kommunikatsioonistrateegia kliimamuutuste tervisemõjudest (Biesbroek *et al.*, 2010). Infosüsteemide nõrkuskohaks peetakse seda, et info ei pruugi jõuda õigete sihtgruppideni sh vanurid, puuetega inimesed jne. Hoiatussüsteemidest ja infokanalitest ei pruugita teadlikud olla (Saksamaal UV-kiirguse hoiatussüsteemi näide). Haavatavate rühmadeni jõudmiseks tuleb kasutada õiget infokanaleid. Saksamaa kogemus näitab, et lisaks üldistele hoiatussüsteemidele, peaksid arstid ja sotsiaaltöötajad jagama selgitusi ja kohanemissoovitusi spetsiifiliselt haavatavatele rühmadele ning kroonilistele haigetele.

**Soovitus:** koolitused arstidele ja sotsiaaltöötajatele.

Siseturvalisuse arengukava kohaselt lasub Riigikantseleil vastutus koostöös Siseministeeriumi ja teiste asjassepuutuvate ministeeriumidega välja töötada kriisitelefon, mille eesmärgiks oleks hädaolukorral elanikel võimalik saada ja anda sündmusega seonduvat teavet ühel telefoninumbri. Riigikantselei haldab info levitamiseks kriisi-situatsioonis internetilehekülge Kriisiveeb ([www.kriis.ee](http://www.kriis.ee)), kus ametkonnad avaldavad teateid hädaolukorra lahendamise kohta ning käitumisjuhendeid hädaolukordades.

Käesoleva analüüsi jaoks läbiviidud põhjalik kirjanduse ülevaate andis lisaks infosüsteemidele vähe tulemusi **praktilistest rakendusmeetmetest, mis viitaksid olemasoleva elukorralduse ja infrastruktuuri muutmisele**, et aidata inimeste tervist kaitsta kliimamuutuste tingimustes. Ka intervjuudest tuli välja vajadus tegeleda „rohujuuere tasandi rakendusega“, et luua inimestele võimalused tervise kaitseks igapäevases elus. Kirjanduses (Demuzere *et al.*, 2014) on välja toodud kuuma ilma mõjudega toimetulemise vahendina, et vabaõhukohtades nagu avalikud rannad, pargid, promenaadid peab olema võimalik varjuda. Varjumisvõimalused (roheluses) peaksid olema ka lasteaedades ja koolides, et ära hoida kuumast ja päikesekiirgusest tekkivaid terviseprobleeme. Töökaitse seadustega peaks reguleerima võimalusi töökohtadel, kus inimesed on sunnitud töötama õues.

Üks peamisi tehnilisi lahendusi kuumalainetest tingitud vaevuste leevendamiseks on jahutusseadmete kasutamine hoonetes. On leitud, et 50% kuumast ilmast tingitud suremusest on ennetatav konditsioneeridega (Semenza *et al.*, 1996). Ka Prantsusmaal leiti, et 2003. a kuumalainete ajal olid väga vähestel hooldekodudel konditsioneerid ning need majad kuumenesid lihtsalt üle. Samuti Ameerika USA kuumalainete kogemuse analüüs (Palecki *et al.*, 2001) näitab, et suremuse vähenemisel mängis olulist rolli konditsioneeride kasutamise kasv või jahutuskeskuste avamine (Palecki *et al.*, 2001). Ka Eesti Terviseameti koostatud riskianalüüsis on kuuma ilma tervisemõjudeks toodud haiglate palatites ja tööruumides mikrokliima halvenemine suur tõenäosus, kuna enamikes haiglates puuduvad õhujahutusseadmed (Terviseamet, 2013). Seni puudub ülevaade hooldekodude jahutusvõimalustest.

**Lisauuringute vajadus:** (1) parem ülevaade töökaitsest ja väljas töötavate inimeste kaitsest, (2) hoolekande asutuste kliimakindlus – ekstreemsete ilmastikuolude toimepidavus, jahutusvõimalused, (3) millised on praktilised ühiskondliku ja elukorraldusliku muutuse mehhanismid (õppused, harjutused, varustus- ja varjumisjuhendid) ja seadmed (niiskuskardinad, jahutusseadmed), mida Eesti kontekstis rakendada.

**Soovitus:** ehitus ja planeerimistingimuste muutmine: varjumisvõimalused lasteaedadele ja koolidele, haiglale ümber.

### **Tervisesüsteemi kohanemisvõimekust mõjutavad tegurid**

**Tervishoiu kohanemispoliitika ajaline perspektiiv.** Poliitilised lepped nagu seda on koalitsioonilepped, seavad poliitikutele tegutsemisraamid, ent kliimamuutustest tingitud tervise mõjud ilmnevad pikema perioodi jooksul ning ka mõjudega kohanemine nõuab pikemajalise perspektiiviga arvestamist. Seetõttu on siin üheks võimalikuks ohuks seadusloomes, et ette võetakse seda, mis on poliitiliselt võimalik, mitte aga teaduslikult soovitatav (Knaggård, 2014). Samas võidakse erakordsete tormide või kuumalainete järel keskenduda päevapoliitiliselt tähelepanu keskmesse sattunud hädaolukordadele, jättes tähelepanuta pikemaajalised mõjud.

Eestis ei ole varasemalt õigusaktides kliimamuutuste tervise mõjudega tegelemist otseselt reguleeritud, kuna seda ei ole peetud piisavalt oluliseks terviseriskiks ja seni on puudunud vastavad teadmised mõjudest tervisele (Sotsiaalministeeriumi keskkonnatervise ametnik, 4.05.2015). Kui Rahvastiku Tervise arengukava rakendusplaanis aastateks 2009–2012 oli eraldi välja toodud, et tõhustada tuleb elukeskkonnast, sh kliimamuutustest ning töö- ja õpikeskkonnast tulenevate terviseriskide hindamise, juhtimise ja teavitamise süsteemi, kuid tänaseks on see ümber sõnastatud eesmärgina, et vähendada tuleb elu-, õpi- ja töökeskkonnast tulenevat tervisekahju.

**Sekkumise suurus.** Riskihalduses on oluline leida tasakaal riigipoolse sekkumise ning turu isereguleerimise, sealhulgas indiviidide vastutuse vahel (Oru & Rothstein, 2015). Rootsi puhul on näiteks toodud kliimamuutusi käsitlevas raamdokumendis ära vastutuse jaotus indiviidi, riigi ning kohaliku tasandi vahel, kus kodanikukaitse seadusele viidates tuuakse välja, et üksikisikut ei vabastata vastutusest ning kuludest õnnetusjuhtumi korral ning ta ei saa neid kanda üle kogukonnale (Swedish Commission on Climate and Vulnerability, 2007). Ka Eesti Siseturvalisuse arengukava 2015–2020 üks alus põhimõtetest on, et turvalisus hakkab igapäevast endast ning järjest enam tuleb panustada inimeste teavitamisse ning ennetustöösse (Siseministeerium, 2015). Teisalt näitavad viimase aja sotsiaalsete muutuste uuringud (Vihalemm *et al.*, 2015), et enam infot pigem frustreerib inimesi, kui pole oskusi olukorrast välja tulla ja toetavat (riiklikult pakutavat) infrastruktuuri. Seepärast on teavitus ja ennetustöö kasulik vaid juhul, kui ruumiline planeerimine ja taristu võimaldab teadmisi rakendada (nt kuumahoiatuse puhul on jahutuskeskus valmis inimesi vastu võtma, konditsioneerid vanainimestele ja haigetele välja laenutamiseks on olemas, vaimse puudega inimesed on varustatud nutikella või telefoniga, mis tuletab neile veejoomist meelde).

**Haldusstruktuur.** Kuna kliimamuutustega kohanemine haarab endasse riiklikul tasandil pea kõiki tegevusvaldkondi, peetakse kohanemispoliitika kujundamisel otsustavateks mitmetasandilisi süsteeme ning organisatsioone ja inimesi ühendavaid võrgustikke (Bowen *et al.*, 2013). Heaks näiteks koostööst on Saksamaa, kus



rakendusplaanid on töötatud välja koostöös Terviseministeeriumi ning Keskkonna-, loodushoiu- ning tuumaohutuse ministeeriumi vahel (Umweltbundesamt ja Robert Koch Institut, 2013). Prantsusmaa puhul on probleemina välja toodud see, et puudub sotsiaalsete ja tervise teenuste osutajate vaheline koordineerimine (Fouillet, 2008).

Ekstreemsete ilmastikuolude sagenemisel tulevikus nõuavad haavatavad rühmad sealhulgas, vanurid, krooniliselt haiged, või vaimse puudega inimesed erilist kohaliku sotsiaalhoolekande ja esmatasandi tervishoiutöötajate tähelepanu ning nende omavahelist koostööd. Haavatavate rühmade teenendamiseks vajalik infovahetus ja koostöö on praegu puudulik. Nagu tõi välja linnaarst (12.06.2015): „Nüüd kui perearstid ei ole enam kohalike omavalitsuste juures ning suhtlus käib läbi sotsiaalministeeriumi, on tervishoiu pool jäänud kohaliku omavalitsuse tasandist sealhulgas sotsiaalhoolekandest järjest kaugemaks.“ Ka Esmatasandi tervishoiu arengukava 2009–2015 kohaselt on terviseteenuste osutamisel probleemiks ebapiisav koostöö sotsiaalhoolekande- ja haridussüsteemidega, tervishoiu teiste tasanditega ning kohalike omavalitsusüksustega (Sotsiaalministeerium, 2009).

Eesti olukorra analüüs näitab, et rollide ebaselge jaotus ning juhtimatus on ühed peamised probleemid tervishoiu valdkonnas kohanemiseesmärkideni jõudmisel. Nagu tõi välja intervjuueeritud perearst: „Ülesanded ning see, kes mille eest täpselt vastutab on väga hajusalt määratletud.“ Keskkonnatervis on valdkond, mis on mitme ministeeriumi vahel jaotunud, ning tihti tekivad probleemid ressursside jaotamisel. Nii tõi välja sotsiaalministeeriumi keskkonnatervise spetsialist (4.05.2015): „Keskkonnaministeeriumi käes on raha ja sotsiaalministeeriumi käes probleemid, probleemi lahendamiseks aga raha ministeerium ei eralda.

Ka hädaolukordade lahendamise puhul on probleemiks valdkonna jaotumine mitme ministeeriumi vahel (Padaoru lumeõnnetuse näide). Üheks probleemiks koostöö toimimise osas on ka see, et tervishoiu valdkond on suuresti eraomandis. Hädaolukordade lahendamisel võib tekkida probleeme nende olukordade juhtimisel, kus on kaasatud ka haigla või kiirabi, aga ka perearstisüsteem. Nii tõi välja päästeameti esindaja: „Haiglat ja arste meiega ühe laua taha saada, kaardistada nende ressursse ning olukorda on keeruline, kuna nad on eraõiguslikud. Võib vaid eeldada, et kui on sündmus, kus kohaliku haigla võimekus ületatakse, siis võtavad teised haiglad patsiendid vastu, kuid kindlust selles osas tegelikult ei ole.“ Ka sotsiaalministeeriumi tervishoiuosakonna ametnik (19.06.2015) toonitas, et loogikad vastutuse jaotuse osas ei ole paigas: „Õiguskorra mõttes tuleb, jah, täna üle vaadata, millised õigused tekivad hädaolukorra lahendamise meeskonna juhile, et ta saaks paindlikumalt kogu süsteemi ümber vaadata, kui on vajadus kiiresti reageerida.“

**Soovitus:** töötada välja õiguslikud mehhanismid ja moodustada koostöövõrgustikud kohaliku omavalitsuse sotsiaalhoolekande, esmatasandi tervishoiutöötajate, haridustöötajate ning päästetöötajate vahel, et toetada inimeste valmisolekut kliimamuutuste tervise mõjudeks ja erakordsete ilmasündmustega kaasnevateks tervisohtudeks.

### **Tervisesüsteemi suutlikkus**

Ka ametnike pädevus mängib olulist rolli kohanemispoliitika kujundamisel tervise valdkonnas. Oluliseks teguriks ametnike ja poliitikute tegutsemisel on ka teadmiste kättesaadavus ning kvaliteet (Biesbroek *et al.*, 2012). Ametnike, teadlaste ja teiste huvirühmade omavahelise koostöö eest hoolitsevad asutused näiteks Saksamaa Keskkonnateenistuse juurde kompetentsikeskus KomPass ja Suurbritannias Oxford

Ülikooli juures Kliimamõjude programm. Need kompetentsikeskused koosnevad eri valdkonna teadlastest (keskkonnamuutused, tervise mõjude, sotsiaalsete muutuste, sotsiaaltöö valdkondade esindajad) ning nende ülesandeks on toetada poliitilist protsessi ja organiseerida ja koordineerida regulaarset teaduslikku sisendit. Ka Eestis oleks sellisest kompetentsikeskusest kasu eri valdkondade teaduslike teadmise koondamiseks kohanemispoliitika väljatöötamiseks ja hindamiseks.

**Soovitus:** Kompetentsikeskuste töös osalevad muuhulgas eri valdkondade teadlased (keskkonna, tervise, sotsiaalsete muutuste, sotsiaaltöö jt valdkondade esindajad).

Kliimamuutuste tervise mõjudega toimetulemiseks vajaliku inimressursi piisavuse osas tuli välja erinevaid seisukohti. Kliimamuutuste mõjude suhtes skeptilised ja tervishoiusüsteemiga vähem kokku puutuvad respondendid arvasid, et olemasolev inimressurss katab ära kliimamuutustest tingitud tervise mõjude lisakoormuse (nt intervjuu Siseministeeriumi ametnikuga (29.04.2015)). Tervishoiusüsteemiga lähedamalt seotud inimesed nägid aga, hooajaliste ilmastikust tingitud tervisehäädade teenindamise võimekuses. Perearsti väljendus: „Et meil oleks täna võtta haiguspuhangute leevendamise ajaks kuskilt lisaressursse, seda meil ei ole.“

**Soovitus:** Haigekassa toetus lisainimressursi suunamiseks ilmastikust tingitud tervise mõjude hooajaliseks leevendamiseks.

Rahalise ressursi puuduse taga on ka vaktsiinide viimine riiklikku immuniseerimisprogrammi, nii väitis perearst (7.05.2015): „Näiteks ei ole täna riigi poolt rahastatav puukentsefaliidi vaktsiin, kuid ka mitmed eluliselt olulisemad vaktsiinid“. Rahalise ressursi nappusele viitas ka linnaarst (12.06.2015): „Oleme võidelnud selle eest, et vaktsiin lülitataks riiklikku programmi, kuid seni edutult.“

Ka hoiatussüsteemide kvaliteet kannatab ressursside nappuse tõttu nagu näitab Pärnu näide. Nii tõi Päästeameti ametnik välja (18.06.2015): „Tänaseks on hoiatussüsteem PAUH konserveeritud seisundis tänu ressursside nappusest tingitud olukorrale, kus süsteemi ülalpidamiseks ei ole omavalitsusel piisavalt raha“.

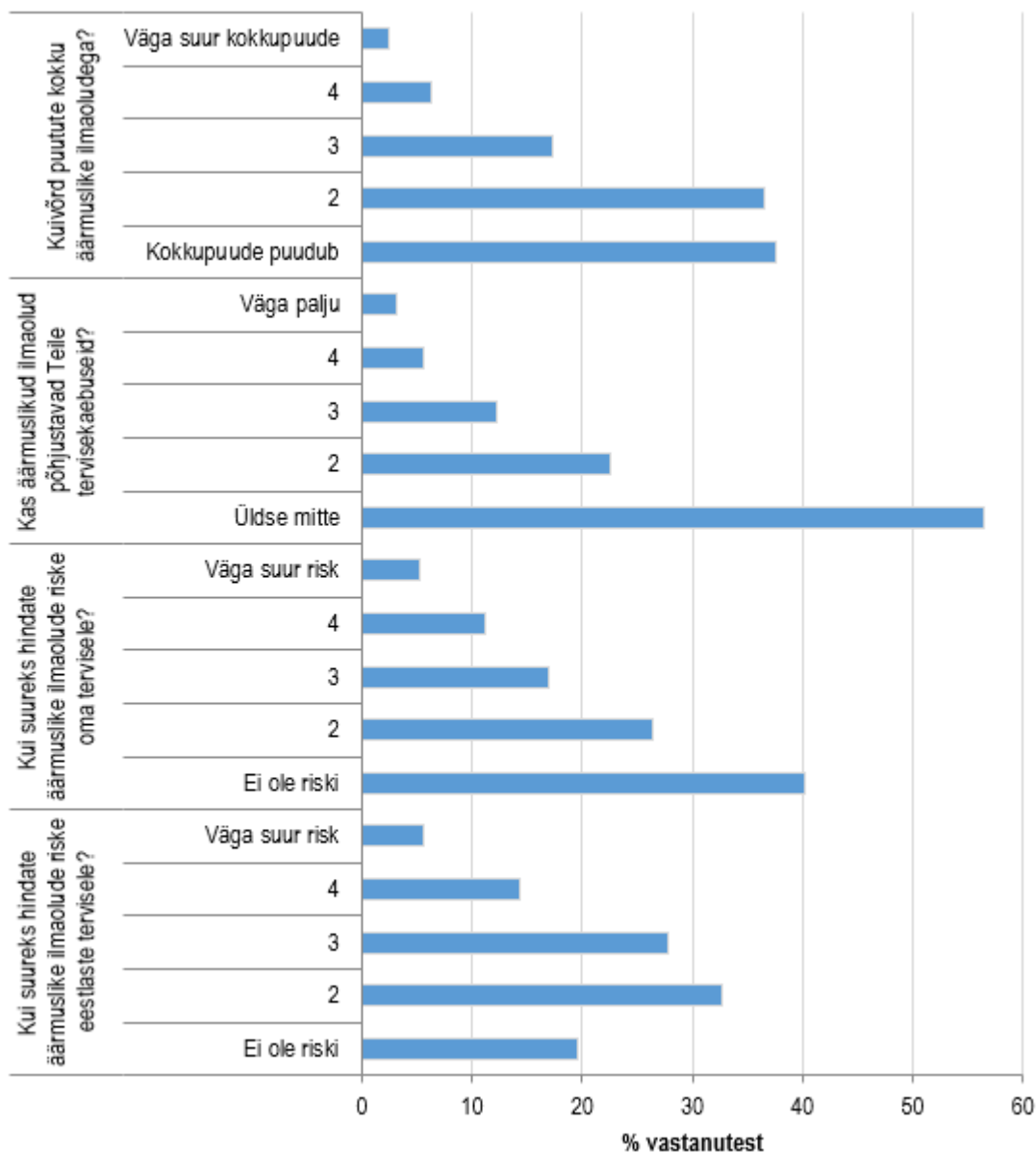
Siseministeeriumi ametnik (29.04.2015) tõi intervjuus välja, et oluline on tagada küll valmisolek töökorralduse poolelt, kuid suuri ja kalleid vahendeid, mida kasutatakse vaid korra viie aasta jooksul, ei ole siseministeeriumi sõnul võimalik varuda

**Soovitus:** parem hoiatussüsteem ja valmisolek.

### **3.5.10. Elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervise mõjude**

Värskest valminud uuringus „KesTeRisk – Keskkonnatervis: arusaamine riskidest ja motivatsioon tervise mõjude vähendamiseks“ uuriti muuhulgas ka Eesti elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervise mõjude (Oru *et al.*, 2015). Antud KesTeRisk projekti raames viidi läbi 2015. aasta veebruaris ja märtsis üle-eestiline uuring kokku 1000 respondendiga.

Esiteks küsiti inimestelt, (1) kui võrd puutuvad nad oma elukeskkonnas kokku äärmuslike ilmaoludega (tormid, kuumalained), (2) kas äärmuslikud ilmaolud põhjustavad neil tervisekaebuseid, (3) kui suureks hindavad nad äärmuslike ilmaolude riske oma tervisele ning (4) üldse Eesti elanike tervisele.



**Joonis 3.5.10.1.** Äärmuslike ilmaoludega kokkupuute ja terviseriskide tunnetamine Eestis (Orru *et al.* (2015) andmetel)

Enam kui kolmandikul vastajatest nende endi arvamuse kohaselt kas ei puutunud üldse või oli neil väike kokkupuude äärmuslike ilmaoludega (tormid, kuumalained) (Joonis 3.5.10.1). See näitab selgelt seda, et inimesed tegelikult ei pruugi tajuda kuumalainete olemust (2010. aasta või ka uuringule eelnenud 2014. aasta kuumade suvega pidi kokku puutuma enamik vastajatest). Vaid 10% elanikest hindas oma kokkupuudet suureks või väga suureks.

Enam kui pool vastanutest leidis, et äärmuslikud ilmaolud ei tekita neile mingeid tervisekaebuseid ning vaid kümnendikule tekitas palju või väga palju terviseprobleeme (Joonis 3.5.10.1.). Vastanud nägid enam riski eestlaste kui oma tervisele – seega mingil määral arvatakse, et teiste tervis on ohustatud, kuid ennast ohugruppi kuuluvaks ei peeta. Sarnane suhtumine on ilmnenud nii USAs (Sheridan *et al.*, 2007) kui Ühendkuningriikides (Wolf *et al.*, 2010).

Peale riskide tajumise on kliimamuutustega kohanemise seisukohast kriitiliselt oluline, kas inimesed teevad midagi kuuma ilma mõjude vähendamiseks ning mis on kokkupuute vähendamisega mittetegelemise põhjused. Selleks küsiti inimestelt, et kas nad võtsid möödunult suvel korduvalt ette tegevusi, et vähendada kuuma ilma mõju endale või oma pereliikmetele. Kuuma ilma mõjude vähendamise praktikad ja nende kasutamise sagedus Eesti elanike seas on toodud tabelis 3.5.10.1.

Selgus, et vaid 8,7% Eesti elanikest ei teinud midagi vähendamaks kuuma ilma mõju endale või enda pereliikmetele. Samas 60% on vältinud õues otsese päikese kiirguse käes viibimist (sh olnud varjus), 71% on joonud rohkelt vett, 67% on kandnud õhemaid riided ja peakatet ning 36% on viibinud siseruumides. Üldiselt on sugude lõikes tegevused samad, küll oli meeste hulgas veidi enam mitte midagi teinuid. Vanuse lõikes kasutasid noored enam õhukonditsioneerid ning vanemaid vältisid enam otsese päikese kiirguse käes olemist ning jälgisid kuumahoiatusi.

**Tabel 3.5.10.1.** Tegevused kuuma ilma mõju vähendamiseks (% vastanutest)

	Viibinud siseruumides	Kasutanud õhukonditsioneerid	Joonud rohkelt vedelikku	Kandnud õhemaid riideid ja peakatet	Vältinud otsese päikese kiirguse käes viibimist	Jälginud ilmateadet ja kuumahoiatusi	Midagi muud	Ei, ma ei ole teinud ühtegi eelnevatest tegevustest
<b>KOKKU</b>	<b>36,4</b>	<b>19,3</b>	<b>71,2</b>	<b>67,3</b>	<b>59,6</b>	<b>34,5</b>	<b>1,1</b>	<b>8,7</b>
Sugu								
Mees	35,6	20,2	68	63,5	51,9	32,6	1,3	10,8
Naine	36,4	19,9	74,4	70,3	63,4	35,1	1,1	7,5
Vanus								
18–24	29,2	20,3	68,5	63,5	45,6	27,3	2,5	12,4
25–44	32,7	27,2	76,8	69,3	55,2	32,3	1,2	8
45–64	40,8	17	69,8	66,9	61,6	36,3	1	9,3
65–74	38,9	6,8	62,2	64,2	67,4	38,3	0,6	8,3

Tabelis 3.5.10.2 on tausttunnuste lõikes toodud protsendid Eesti elanikest, kes on kuuma ilma mõjude vältimiseks võtnud ette kolm või enam tegevust, võtnud ette kuni kaks tegevust ning need, kes pole midagi ette võtnud. Tabeli viimases veerus on toodud ka põhjused, miks nad pole kuuma ilma mõjude vältimiseks midagi ette võetud. Peamiseks põhjuseks mitte midagi ette võtmiseks oli, et kuum ilm ei häiri neid (58,1%). Kuid üsna mitmed ei näe ka sellest kahju või nad pole selle peale mõelnud. Kolm või enam tegevust on ette võtnud 58% ning kuni kaks tegevust 33% Eesti elanikest. Kokkuvõtteks peaks parandama eestlaste tunnetust äärmuslike ilmaoludest, nende terviseriskidest, enda kuulumist tundlike isikute hulka ning arvestamist kliimamuutuste ja sagedasemate tormide ja kuumalainetega tulevikus.

**Tabel 3.5.10.2.** Kuuma ilma mõjude vältimise ja mittevältimise põhjused tausttunnuste lõikes (% vastanutest)

	Võtnud ette 3 või enam tegevust	Võtnud ette kuni 2 tegevust	Pole midagi ette võtnud	Miks ei ole midagi ette võetud (1,2,3,4,5)*
<b>KOKKU</b>	<b>57,7</b>	<b>33,3</b>	<b>9,1</b>	<b>(13,6; 58,1; 18,0; 7,2; 12,7)</b>
Sugu				
Mees	54,1	35,2	10,8	(18,1; 44,7; 26,3; 10,3; 12,3)

	Võtnud ette 3 või enam tegevust	Võtnud ette kuni 2 tegevust	Pole midagi ette võtnud	Miks ei ole midagi ette võetud (1,2,3,4,5)*
Naine	61,0	31,5	7,5	(7,8; 75,6; 7,2; 3,2; 13,2)
Vanus				
18– 24	45,9	41,8	12,4	(29,0; 61,2; 32,0; 0,0; 0,0)
25– 44	60,4	31,6	8,0	(12,5; 56,2; 13,3; 7,9; 10,2)
45– 64	59,2	31,5	9,3	(3,2; 58,4; 19,6; 12,3; 20,1)
65– 74	56,6	35,1	8,3	(27,4; 58,0; 6,9; 0,0; 14,6)
Asulatüüp				
Linnalised asulad	55,5	34,1	10,4	(13,5; 61,4; 15,9; 5,7; 13,0)
Maa-asulad	62,5	31,5	6,0	(14,4; 45,1; 26,1; 13,1; 11,3)
Kodune keel				
Eesti	60,9	31,3	7,8	(18,6; 53,1; 20,4; 8,4; 11,1)
Vene või muu keel	50,9	37,4	11,7	(6,7; 65,1; 14,6; 5,6; 14,9)
Haridus				
Põhiharidus või madalam	56,5	37,8	5,7	(51,5; 28,0; 0,0; 0,0; 20,5)
Keskharidus	56,5	34,6	8,9	(14,6; 60,1; 23,9; 5,5; 10,5)
Kõrgharidus	61,1	28,5	10,4	(5,3; 62,2; 7,9; 12,0; 15,6)
Sissetulek				
Kuni 350€	62,3	32,5	5,2	(20,3; 39,9; 46,0; 6,6; 6,0)
350€–750€	58,6	31,6	9,8	(13,3; 57,6; 14,8; 5,2; 18,2)
Rohkem kui 750€	55,4	35,7	8,9	(19,1; 62,3; 16,8; 5,9; 6,6)
Koordindeks riskide tunnetusest				
Madal	51,5	37,1	11,3	(8,8; 57,9; 18,3; 3,9; 13,8)
Keskmine	55,6	35,2	9,3	(14,8; 56,8; 16,3; 7,5; 13,9)
Kõrge	68,9	25,1	6,0	(20,7; 62,2; 22,2; 13,8; 6,6)
Alla 7-aastaste laste olemasolu leibkonnas				
On alla 7-aastaseid lapsi	56,4	35,6	8,0	(7,6; 56,5; 24,5; 11,1; 7,4)
Ei ole alla 7-aastaseid lapsi	57,9	32,9	9,2	(14,5; 58,3; 17,1; 6,7; 13,4)
Tervise enesehinnang				
Väga hea	40,1	43,7	16,2	(14,8; 63,1; 12,3; 8,1; 14,0)
Hea	54,8	34,6	10,6	(8,9; 60,9; 20,4; 4,9; 12,6)
Keskmine	63,1	30,3	6,6	(24,5; 45,3; 17,6; 8,7; 14,6)
Halb	70,1	24,2	5,7	(0,0; 78,4; 17,2; 21,6; 0,0)
Väga halb	39,2	50,6	10,3	(0,0; 100,0; 0,0; 0,0; 0,0)

\*1 – ma ei ole selle peale mõelnud; 2 – kuum ilm ei häiri mind; 3 – ma arvan, et kuum ilm ei põhjusta mulle märkimisväärset kahju; 4 – ma arvan, et ei saa eriti mõjutada kokkupuudet kuumaga; 5 – muu.

### 3.5.11. Uurimisvajadus

Väärib rõhutamist, et KATI on esimene kompleksne uuringuga Eestis kliimamuutuste mõjust tervisele. Kuna tegemist on välkuuringuga, siis on piiratud ajakava juures võimalik tähelepanu pöörata vaid võtmeküsimustele, mis vajavad asjatundlikku käsitlemist riiklikus strateegias. Uuringu käigus on lisaks ilmnenu hulgaliselt uusi aspekte, mis vajavad oluliselt põhjalikumalt käsitlust ja sügavamalt uurimist.

**Äärmuslike ilmastikutingimuste tervisemõjud.** Antud uuringus on ilmnenu oluline tervisemõju nii äärmuslikult kõrgetel kui madalatel temperatuuridel. Projekti

lõpuks antakse soovitus, kuidas selliste olukordadega kohaneda sh olemasolevate hoiatussüsteemide täiendamine. Sellele järgnevalt tuleb välja töötada tegevusplaanid (kuidas käituda hoiatuste korral) ning aastate pärast ka hinnata nende meetmete tõhusust. Inimesed, sh riskirühma esindajad tegelikult ei tunneta, taju ega teadvusta, et nad puutuvad kokku kuumalainetega või see ohustaks nende tervist (kuigi objektiivsed tervisenäitajad seda tõestavad), mis eeldab nii süstemaatilist teadlikkuse tõstmist kui ka selle sotsioloogilist analüüsi.

**Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile** siiani Eestis uuritud ei ole. Teatud järeldusi saame teha Euroopaüleste uuringute põhjal ning enamikel juhtudel puudub meil ka võimekus keerukate õhusaaste tulevikumudelite rakendamiseks, kuid täpsemalt uurimist vajaksid näiteks võimalike kliimamuutuste leevendamist toetavate poliitiliste valikute mõju (näiteks taastuvate kütuste suurem kasutus kodumajapidamistes või diiselmootoriga autode laiem levik võib halvendada lokaalset õhukvaliteeti). Täpsemat uurimist vajaksid kindlasti ka õietolmu levik, selle muutused ning mõjutatud isikute hulk (hetkel allergikute hulk vaid hinnanguline).

**Vee probleemide riskid.** Täpsemat uurimist vajaksid ka veega seotud probleemid. Meie naaberriikides on viimastel aastatel järjest enam tähelepanu pööratud parasiitide poolt tekitatavatele terviseprobleemidele, mis tugevate vihmaajade ajal võivad joogivette sattuda. Lisaks joob üsna suur osa Eesti elanikke väikese alla 50 tarbijaga või erakaevude vette, mille kvaliteeti sisuliselt ei teata. Need küsimused vajaksid kindlasti põhjalikumat uurimist. Lisaks võib veekogude eutrofeerumise ning kõrgemate temperatuuride tõttu halveneda suplusvee kvaliteet. Uurimist vajaks näiteks, millised vetikatoksiinid võivad jõuda inimeseni ning kas need mõjutavad elanike tervist. Lisaks tuleks enam tähelepanu pöörata terviseprobleemide, mis on tekkinud üleujutuste ajal või nende järgselt (võimalik hallitus ja nendega seotud hingamisteede probleemid).

Kuigi kliimamuutused võiksid mõjutada ka toidu kättesaadavust, siis Euroopas üldiselt riski toidu puuduseks ei ole. Küll vajaksid täiendavat uurimist kliimamuutuste tõttu Eestisse jõuda võivad taimihaigused ning mükotoksiinide laiem levik (hetkel andmed vaid Euroopa üleestest uuringutest).

**Siirutajate levivate haiguste täpsemad uuringud.** Viimastel aastatel on suurenenud Eestis teatud siirutajatega levivad haigused. Arvamused selle põhjuste kohta on paraku vastandlikud. Siiani puuduvad Eestis uuringud, mis käsitleksid keskkonnatingimuste osa nende levikus – see oleks aga kindlasti vajalik.

**Nahavähi põhjuste täpsemad uuringud.** Niisamuti on viimastel aastatel oluliselt kasvanud haigestumus nahavähki. Selle põhjusteks peame soojamaa reise ja solaariumi kasutust, kus uuemate andmete kohaselt võivad kliimamuutused suurendada niisamuti UV-kiirgusega kokkupuudet. Antud küsimused vajaksid niisamuti täpsemat uurimist. Tähelepanu võiks pöörata ka küsimustele, mis käsitlevad vaimse tervise riske sombusematel talvedel tulevikus.

**Kliimaraände potentsiaali analüüs.** Viimasel ajal on teravalt üles kerkinud migratsiooni teema. Kas ja kuidas võiksid kliimamuutused seda täpsemalt mõjutada ning kuidas nendega kohaneda, vajaks niisamuti uurimist.

Tervis on ka kindlasti üks olulisemaid valdkondi, mida kliimamuutused mõjutavad ning mis on kogu Eesti ühiskonnale äärmiselt oluline. Seetõttu vajame veelgi täpsemat teadmisi, kuidas kliima meie tervist mõjutab: nii praegu kui tulevikus.



### 3.5.12. Mõjude üldistus

Kliimamuutuste mõju inimtervisele on mitmetahuline, mõjud on ühiskonna ja elukvaliteedi seisukohast sageli kriitiliselt olulised. Kliimamuutused võivad olla nii otseseks teguriks kui ka negatiivse mõjuahela päästikuks. Kuivõrd enamasti on tegemist mitmete tegurite kompleksse mõjuga tervisele, pole paljudel juhtudel selgeid seoseid ja kliimateguri kaalu tänases teadusuuringute täpsuses võimalik väljendada.

Kõige otsemat mõju inimeste tervisele avaldab õhutemperatuuri tõus ja kuumalainete sagenemine. Kuumade ilmade mõju ilmneb juba praegu, suurenedes perioodiks 2030–2050 ning veelgi enam perioodiks 2050–2100. Uuringute kohaselt avaldavad tervisemõju ka väga madalad õhutemperatuurid. Äärmuslikest ilmastikutingimustest võivad elanike tervist ohustada veel tormid ja paduvihmad (üleujutused), kuivõrd võib väheneda ja katkeda arstiabi kättesaadavus, iseäranis traumade korral.

Tervisele avaldab olulist mõju ka õhukvaliteet. Kuigi kliimamuutused võivad mõju avaldada ka saasteainete sisaldusele, eeskätt kuumalainete ajal, maapinnalähedase osooni tekkel ning metsatulekahjude puhkemisel, on usaldusväärselt tõestatud kliimamuutuste mõju õietolmu levikule. Pessimistlikuma kliimastenaariumi RCP8.5 korral pikeneb sajandi lõpuks õietolmu hooaeg, intensiivistub õietolmu teke, aga ka Eesti alale levivad uued taimeliigid.

Muutuv kliima mõjutab niisamuti siirutajate levikut, kes võivad edasi kanda ohtlikke nakkushaiguseid. Selle tulemusena sagenevad nii praegu juba levinud haiguseid kui ka Eesti alale võib lisanduda uusi haigusi. Eri kliimakomponentide mõju on seejuures vastassuunaline – pehmemad talved ja niiskemad perioodid (küll mitte paduvihmad) üldiselt soosivad levikut, samas põuaperioodid takistavad. Paduvihmad ja põuaperioodid mõjutavad ka veekvaliteeti: paduvihmadega võib vette kanduda keskkonnast hulgaliselt parasiite, pikaajalised põuad võivad madalad kaevud jätta joogiveeta. Riskiks on ka taimahaiguste ning mükotoksiinide laialdasem levik, mis võiks ohtlikumaks kujuneda RCP8.5 kliimastenaariumi puhul perioodil 2050–2100.

Andmeanalüüs on juba kinnitanud UV-kiirgusega kokkupuute suurenemist ning prognooside alusel suureneb see kindlasti tulevikus, suurenedes märkimisväärselt haigestumust nahavähki. Viimastel aastatel on kasv olnud Eestis 2–4% aastas. Samas võib talveperioodil väheneda päikesekiirguse hulk, mis teistpidi vähendab nii D-vitamiini sünteesi kui võib suurendada depressiooni riski.

Kuigi kliimamuutused põhjustavad Eestis olulisi keskkonnamuutusi ja võib halvendada elukvaliteeti läbi terviseriskide, on mõju Kolmandas Maailmas, eriti Aafrikas kordi teravam. Seetõttu võib puhkeda kliimapagulaste massiränne Euroopasse, sh Eestisse, mida võimendab Aafrika rahvastiku kiire juurdekasv.

Tabel 3.5.12.1. Kliimamuutuste mõjude tervisele

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Mõjutatud on kogu Eesti, kuid kõige enam tiheasustusalad ning enam just sisemaal
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteed kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervis halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooni teke. Osooni puhul on tegemist sekundaarse saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osooni sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see võib põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia sarnaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soojus. Kuumalainete korral ei ole tavapärased toidu säilitamise või transportimise meetmed piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sageda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka tõenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Külmalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Viimastel aastakümnetel on üldiselt vähenenud külmalainete hulk ning see väheneb veelgi aastaks 2030. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu	+ / -	keskmine	madal	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Talve soojenemine ja lumekatte kadumine			hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suurendada haigestumus grippi jt nakkushaigustesse.					
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonekonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	madal	otsene	Eesti
	Õhu kvaliteet ja allergiad		Soojematel talvedel köetakse vähem ning seetõttu tekib vähem kütmisel tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaga isikutel põhjustan see allergiajähtsusi ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.	+ / -	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähki sh melanoomi, kroonilisi nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.	-	keskmine	madal	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad talviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tulvade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	madal	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
	Paduvihmad, tulvad	Õhu kvaliteet ja allergiad	Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tulvade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutatavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne veepuhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.	-	keskmine	madal	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikute positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti
		Kliimارانne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	väike	madal	kaudne	Eesti
	Tormid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla probleeme ka elektri jt kommunikatsioonidega.	-	keskmine	madal	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	madal	otsene	Eesti
	Põuad	Õhu kvaliteet ja allergiad	Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga suurenemist välisõhus.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt linnad
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	madal	kaudne	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt siirutajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokkupuuteks (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmine	otsene	Eesti
		Kliimارانne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladelt suureneb isikute ränne põuaaladelt Eestisse.	-	väike	madal	kaudne	Eesti
2030 – 2050 – RCP8.5	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks on kuumalained sagenenud ning kuumalained muutunud rängemaks. Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteid kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervise halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal	-	suur	keskmine	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Töenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooni teke. Osooni puhul on tegemist sekundaarne saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osooni sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.					
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see või põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia samaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soe temperatuur. Kuumalainete korral ei pruugi tavapäraselt toidu säilitamise või transportimise meetmed olla piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sageda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Kuumalained	Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka töenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Külmalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks väheneb külmalainete hulk veelgi. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suureneda haigestumus grippi jt nakkushaigustesse. Niisamuti võib suureneda nullilähedaste jäätapäevade arv, mis võib suurendada libedusest põhjustatud traumade hulka.	+ / -	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonkonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Soojematel talvedel köetakse vähem ning seetõttu tekib vähem kütmisel tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaga isikutel põhjustan see	+ / -	suur	kõrge	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			allergianähtused ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.					
	Talve soojenemine ja lumekatte kadumine	UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähki sh melanoomi, kroonilisi nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.	-	keskmine	madal	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda. Sajandi lõpuks võivad Eesti inimesed sagedamini kokku puutuda siiani Eestis vähe või mitte-levinud haigustega nagu leismanioos, hantaviirus, tulareemia ja dengue-palavik.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad taliviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tulvade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Paduvihmad, tulvad	Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tulvade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutatavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne veepuhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad
		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikute positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti
		Kliimäränne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
	Tomid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla	-	keskmine	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad



Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			probleeme ka elektri jt kommunikatsioonidega.					
	Põuad	Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmise	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga suurenemist välisõhus.	-	väike	keskmise	otsene	Eeskätt linnad
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmise	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmise	kaudne	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt siirutajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokkupuuteks (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmise	otsene	Eesti
		Kliimäränne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladelt suureneb isikute ränne pöuaaladelt Eestisse.	-	keskmise	keskmise	kaudne	Eesti
2050-2100 – RCP8.5	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks on kuumalained sagenenud ning kuumalained muutunud rängemaks. Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteid kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervise halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooniteke. Osooni puhul on tegemist sekundaarne saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osoonite sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.	-	suur	keskmise	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see või põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia sarnaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soe temperatuur. Kuumalainete korral ei pruugi tavapärased toidu säilitamise või transportimise meetmed olla piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sagedamini esineda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka tõenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Külmalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks väheneb külmalainete hulk veelgi. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suurendada haigestumus grippi jt nakkushaigustesse. Niisamuti võib suurendada nullilähedaste jäätapäevade arv, mis võib suurendada libedusest põhjustatud traumade hulka.	+ / -	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonkonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Talve soojenemine ja lumekatte kadumine	Õhu kvaliteet ja allergiad	Soojematel talvedel koetakse vähem ning seetõttu tekib vähem külmade tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaiga isikutel põhjustan see allergianähtused ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.	+ / -	suur	kõrge	otsene	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähi sh melanoomi, kroonilisi	-	keskmine	madal	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisk	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.					
		Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda. Sajandi lõpuks võivad Eesti inimesed sagedamini kokku puutuda siiani Eestis vähe või mitte-levinud haigustega nagu leismanioos, hantaviirus, tulareemia ja dengue-palavik.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad taliviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
	Paduvihmad, tulvad	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tulvade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tulvade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne vee puhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad
		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikute positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti
		Kliimaranne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
		2050-2100 – RCP8.5	Tormid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla probleeme ka elektri jt kommunikatsioonidega.	-	keskmine	keskmine
Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.			-	väike	keskmine	otsene	Eesti
Põuad	Õhu kvaliteet ja allergiad		Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt linnad

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			suurenemist välisõhus.					
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt siirutajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokkupuuteks (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmine	otsene	Eesti
		Kliimارانne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladelt suureneb isikute ränne pöuaaladelt Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti

### 3.5.13. Kohanemismeetmed

#### Valdkonna strateegiline eesmärk

Üldeesmärk E.I.1. Kliimamuutustest tingitud negatiivsed mõjud tervisele ja elukeskkonnale on vähendatud ning haigestumise ja suremuse suurenemine, sh hädaolukordade korral, on välditud.

e.I.1.1. Inimeste ja ametkondade teadlikkus kliimamuutuste tervisemõjudest ja kohanemise võimalustest on suurenenud.

Mõõdik 1.1.1: Kompetentsikeskus loodud (mõõdik: keskus loodud).

Mõõdik 1.1.2: Teavitussüsteemid käivitatud (mõõdik: kasutajate arv).

e.I.1.2. Haavatavaid elanikkonna grupe äärmuslike ilmastikunähtuste, välisõhu kvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral toetatud.

Mõõdik 1.2.1: Tugimeetmed haavatavatele gruppidele loodud (mõõdik: tugimeetmete arv).

e.I.1.3. Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoosi- ja hoiatussüsteemid arendatud.

Mõõdik 1.3.1: Seire- ja hoiatussüsteemid kasutusele võetud (mõõdik: antud hoiatuste arv).

e.I.1.4. Tegevusplaanid ja käitumisjuhised kliimamuutustest põhjustatud/ajendatud terviseriskide puhuks koostatud.

Mõõdik 1.4.1: Tegevusplaanid riiklikult ja kohalikes omavalitsustes kehtestatud (mõõdik: osakaal omavalitsustest, kus tegevusplaanid kehtestatud).

e.I.1.5. Rahvatervise seadusandluse ja tervishoiusüsteemi arendamisel on arvestatud kliimamuutuste riskidega

Mõõdik 1.5.1: Kliimamuutuste riskidega uutes regulatsioonides ja tervishoiusüsteemis arvestatud (mõõdik: kliimamuutuste riske sisaldavate regulatsioonide arv).

#### Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Tervise alavaldkonnas on kliimamuutustega kohanemiseks välja pakutud 16 meetet, neist 11 teadmusmeetet, üks õigusmeede ning neli rakendusmeetet. Teadmusmeetmed on suunatud eelkõige teadlikkuse suurendamiseks ja tegevusjuhendite väljatöötamiseks elanikkonnas, ametkondades ning tervishoiuasutustes. Sealjuures pööratakse kõrgendatud tähelepanu tervise osas tundlikele elanikkonna gruppidele (eakad, lapsed, kroonilised haiged). Teiseks kajastuvad teadmusmeetmetena äärmuslike ilmastikunähtuste, ebakvaliteetse õhu, siirutajate ja parasiitide leviku seire-, prognoos-, ja hoiatussüsteemide arendamine ning mükotoksiinide ja toidunakkuste tuvastamisvõimekuse tõstmine. Väljapakutud teadmusmeetmetest võib antud kontekstis täiesti uueks pidada elanikkonna ja tervishoiuasutuste teadlikkuse tõstmist kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarändest ning kohanemise võimalustest, samuti siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides ja parasiitide riski maandamine pinnavett kasutavates veevärkides (tulvaperioodidel). Osasid meetmeid juba ka osaliselt rakendatakse või on need planeerimisjärgus. Väljapakutud õigusmeede on suunatud kliimamuutustega kaasneva integreerimisega rahvatervisega seonduvasse seadusandlusesse. Rakendusmeetmed on seotud infrastruktuuri arendamisega: kuumalainete eest kaitseks tuleks haavatavate elanikkonna gruppide jaoks paigaldada

eluruumidesse konditsioneerid; veekvaliteedi tõstmiseks põuaperioodil tuleks laiendada tsentraalseid veevõrke ja parandada eraveevärgi kvaliteeti ning ilmastikustressi vähendamiseks tuleb elanikkonda nii nõustada, kui vajadusel pakkuda ka teraapiat. Nii teadmusmeetmete kui ka õigusmeetme rakendamise vastutus langeb eelkõige ministeeriumitele, aga ka kohalikele omavalitsustele. Rakendusmeetmete osas tuleks kindlasti arendada koostööd tervishoiuasutustega. Terviseiga seonduvate meetmete rakendamine on üldjuhul administratiivselt keerukas ja kompleksne, rakendusmeetmete elluviimisega on seotud väga suured investeeringud.

Koondhinnang tervise valdkonna meetmetele alustades kõige kõrgema prioriteetsusskooriga meetmest:

Meede ja alameede/tegevus	Skoor
<b>1. meede. Teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste terviseriskidest</b>	
Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimärändest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine	57
Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi	55
Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamine	55
<b>2. meede. Info-, seire- ja tugisüsteemide arendamine ning tegevusplaanide koostamine kliimamuutuste terviseriskide vähendamiseks</b>	
Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral	54
Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine	52
Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks	52
Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks	51
Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine	50
Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks	50
Siiratajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides	48
Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavees kasutatavates veevärkides (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine	48
Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks	48
Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel	48
Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal	47
Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärgide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks	45
Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine	43

Kõige suuremate kuludega meetmeteks on rakendusliku iseloomuga meetmed nagu konditsioneeride paigaldamine ja tsentraalsete veevõrkude laiendamine, samuti võib väga kulukaks osutuda haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral.

**Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, oleks perioodil 2017–2020 kõige olulisem kasvatada elanike, ametkondade ja tervishoiuasutuste teadlikkust ning saada efektiivselt toimima hoiatussüsteemid koos tegevusplaanidega, kuidas käituda hoiatuste korral.** Perioodil 2021–2030 on tervisele suunatud meetmetest kõige suurema prioriteediga prognoosüsteemide täiendav arendamine ning sellealase võimekuse tõstmine. Perioodil pärast 2030. aastat saab teadmusmeetmetest oluliseks laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks, kuna selleks ajaks võivad meie muutunud kliimasse olla jõudnud uued



haigused ning toksilised ained. Kaugemas perspektiivis suureneb järk-järgult ka rakendusliku suunitlusega meetmete olulisus, eelkõige nende, mis suunatud haavatavate elanikkonna gruppide toetamisele.

**Tabel 3.5.13.1. Meede m.I.1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste terviseriskidest**

<b>Alaeesmärk</b>	e.I.1.1. Inimeste ja ametkondade teadlikkus kliimamuutuste tervisemõjudest ja kohanemise võimalustest on suurenenud.	
<b>Meede</b>	m.I.1.1. Teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste terviseriskidest.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Äärmuslikud ilmastikunähtused, õhukvaliteet ja allergiad, veega seotud probleemid, toiduohutus, siirutajate kaudu levivad haigused, ultraviolettkiirgus- ja päikesevalgus, ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Elanike ja ametnike teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest	
<b>Indikaator(id)</b>	1. Elanikkonna teadlikkus on parenenud (vastav küsitlus on läbi viidud) 2. % elanikkonnast, kes peab äärmuslikke ilmastikuolusid riskiks Eesti elanike tervisele (algase johtuvalt KesTeRisk uuringust)	
<b>Algtase(med)</b>	1. 28% elanikest teadvustab kliimarisike (2013) 2. 20,7% (2015)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. 35% elanikest teadvustab kliimarisike (2020), 40% elanikest teadvustab kliimarisike (2030) 2. 25% (2020), 40% (2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarándest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine	EKUKi või mõne teise juba olemasoleva institutsiooni baasil luuakse kiimamuutustega kohanemise kompetentsikeskus, mis hõlmaks eri valdkondade eksperte kokku kõigist neljast suuremast valdkonnast. Kui eri valdkonnad on koondatud ühe katuse alla, on võimalik interdistsiplinaarsuse teke. Tervise ja päästevõimekuse valdkonnas oleks palgatud kuni kaks eksperti. Peale selle koordineeriks kompetentsikeskus väljastpoolt tellitavate tööde planeerimist ja läbiviimist.
	2. Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi	Luuakse veebiportaal, kuhu koondatakse teave kliimamuutustega kohanemise võimalustest. Selle alla luuakse eraldi teemad tervisest ja päästevõimekusest. Tervise ja päästevõimekuse alateemade koostamisel johtutakse strateegias paika pandud alateemadest. Vastavalt reaalsele olukorrale kuvatakse portaali avalehel olulisimad sõnumid. Näiteks kuumalainete ajal kuuma ilmaga kohanemine. Järgnevate tegevustena luuakse õppematerjalid haridustöötajatele ning nende hulgas viiakse läbi koolitused et nemad saaksid seda teadmist edasi anda õpilastele.
3. Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamine	Tervishoiu asutustele koostatakse infomaterjalid ja viiakse läbi koolitused ning koostatakse tegevuskavad, kuidas tulla toime suurema hulga patsientidega suvekuudel ning kuidas paremini diagnoosida ja ravida kliimamuutustega sagenevaid haiguseid.	
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Informatiivne	

<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	Rahvatervise ja sotsiaalhoolekande seadusraamistik
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KeM, SoM
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV

**Tabel 3.5.13.2.** Meede m.I.1.2. Info-, seire- ja tugisüsteemide arendamine ning tegevusplaanide koostamine kliimamuutuste terviseriskide vähendamiseks

<b>Alaeesmärk</b>	e.I.1.2. Haavatavaid elanikkonna grupe äärmuslike ilmastikunähtuste, välisõhu kvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral toetatud. e.I.1.3. Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoosi- ja hoiatussüsteemid arendatud. e.I.1.4. Tegevusplaanid ja käitumisjuhised kliimamuutustest põhjustatud/ajendatud terviseriskide puhuks koostatud. e.I.1.5. Rahvatervise seadusandluse ja tervishoiusüsteemi arendamisel on arvestatud kliimamuutuste riskidega.	
<b>Meede</b>	m.I.1.2. Info-, seire- ja tugisüsteemide arendamine ning tegevusplaanide koostamine kliimamuutuste terviseriskide vähendamiseks.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Äärmuslikud ilmastikunähtused, õhukvaliteet ja allergiad, veega seotud probleemid, toiduohutus, siirutajate kaudu levivad haigused, ultraviolettkiirgus- ja päikesevalgus, ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Elanike ja ametnike teadlikkuse tõstmine kliimarisikidest ning valmiduse ja tegutsemisoskuste arendamine	
<b>Indikaator(id)</b>	1. % elanikkonnast, kes peab äärmuslike ilmastikuolusid riskiks oma tervisele (algtase johtuvalt KesTeRisk uuringust) 2. Kaasajastatud laborite osakaal	
<b>Algtase(med)</b>	1. 16,3% (2015) 2. Kaasajastatud osaliselt (2015)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. 20% (2020), 30% (2030) 2. Laborid täiustatud (2020), laborite täiustamine on süstemaatiline (2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Uus	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine	Luuakse süsteemid, mille põhjal veelgi paremini seirata ja prognoosida äärmuslike ilmastikunähtuseid. Lisaks luuakse täpsed protokollid, millal ja kuidas toimub elanikkonna informeerimine ja soovitude andmine ning millal toimub hoiatamine (lisaks läbi milliste kanalite ja kuidas). Vajalik luua protokollid asutuste vaheliseks teavituseks.
	2. Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks	Koostatakse riiklikud juhised, kuidas kohalikes omavalitsustes välja töötada tegevusplaanid, kuidas kuumalaine vm äärmuslike ilmastikutingimuste hoiatuste puhkudel käituda. Niisamuti lisatakse käitumisjuhised elanikkonnale kliimamuutustega kohanemise veebiportaali ning seotud ministriumide kodulehtedele.
3. Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise	Koostatakse riiklikud juhised, kuidas kohalikes omavalitsustes välja töötada tegevusplaanid, kuidas	

	ja veepuuduse puhuks	veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhkudel käituda. Niisamuti lisatakse käitumisjuhised elanikkonnale kliimamuutustega kohanemise veebiportaali ning seotud ministeeriumide kodulehtedele. Tegevusplaanid käsitlevad nii joogivett kui suplusvett.
	4. Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine	Tehakse täpsustused, millal toimub elanikkonna informeerimine ja millal hoiatamine halvast õhukvaliteedist (hetkel vaid teatud saasteainete osas), kes seda täpselt teeb ning kuidas. Niisamuti luuakse süsteem, mille alusel on võimalik ette prognoosida õietolmu episoodide algust, kestust ning levikut. Vajalik luua protokollid asutuste vaheliseks teavituseks.
	5. Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks	Koostatakse riiklikud juhised, kuidas kohalikes omavalitsustes välja töötada tegevusplaanid käitumaks veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhkudel. Niisamuti lisatakse käitumisjuhised elanikkonnale kliimamuutustega kohanemise veebiportaali ning seotud ministeeriumide kodulehtedele.
	6. Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides	Vaadatakse üle, milliste siirutajate kaudu levivate haiguste osas tehakse Eestis seiret ning kas seda tuleks täiendada (sh kuivõrd pere- ja eriarstid oskavad hetkel harva, kuid tulevikus tihedamini esineda võivaid haiguseid kahtlustada).
	7. Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevärkides (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine	Parasiitide ja vetikatoksiinide määramine tiheda intervalliga ühe aasta vältel joogivees eeskätt pinnavett kasutavates veevärkides. Niisamuti sinivetikate toksiinide määramine. Hiljem perioodil 2021-2030 võimalik veesüsteemide täiustamine.
	8. Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks	Vaadatakse üle Eesti laborite võimekus, johtuvalt sellest seda täiendatakse, viiakse läbi koolitusi jne.
	9. Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel	Pidev tegevus seadusandluse arendamisel, et vähendada kliimamuutuste terviseriske tulevikus.
	10. Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral	Riskifondi loomine kohalikes omavalitsustes, et oleks võimalik äärmuslike ilmastikutingimuste või teiste probleemide korral toetada haavatavaid elanikkonna grupe.
	11. Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal	Toetusmeetmete loomine, mis võimaldaks tundlikel ja vähekindlustatud elanikel (eakad) soodustingimustel paigaldada konditsioneer. Piloitprogramm hõlmaks vähemalt 1000 konditsioneeride paigaldamist. Juhul, kui on nõutav omaosalus, võib toetatavate elanike arv veelgi tõusta. Toetus oleks vajaduspõhine ning peab olema põhjendatud. Esimeses etapis analüüs nende vajadusest.
	12. Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärkide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks	Kuna põuaperioodidel on eraveevärkides oht kaevude kuivamiseks ning üldiselt probleeme ka mikrobioloogilise saastusega, siis luuakse toetusmeetmeid elanikkonna liitumiseks tsentraalsete veevõrkudega ning salvkaevude puhastamiseks ja süvendamiseks. Esimeses etapis analüüs nende vajadusest.
	13. Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine	Koolitustsükli korraldamine psühholoogide jt nõustajate koolitamiseks, et aidata inimestel paremini toime tulla sombusemate ilmadega, mis kliimamuutuste tõttu sagenevad.

<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100
<b>Meetme tüüp</b>	Majanduslik
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	Rahvatervise ja sotsiaalhoolekande seadusraamistik
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	KeM, SoM, PmM, Päästeamet, KOV
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL, KOV vahendid

Tabel 3.5.13.3. Tervise valdkonna meetmete kirjeldus ja hindamine

Jrk nr	Alameede	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtühemdale														9. Meetme kulukus	Koondhinnang
		Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaal	Majandus	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang		
<b>Teadmusmeetmed</b>																	
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervise mõjudest, võimalikust kliimarahendest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine	4	3	5	5	4	3	3	4	5	4	5	5	2		52	
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervise mõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi	5	3	4	5	4	3	4	4	5	4	5	5	3		54	
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervise mõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamine	4	5	4	5	4	3	3	4	5	4	5	5	4		55	
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral	5	4	4	5	4	3	2	4	3	5	5	5	1		50	
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine	5	3	3	5	4	4	3	4	5	5	5	5	4		55	
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks	4	3	5	5	4	3	3	2	5	5	5	5	2		51	
1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks	4	3	5	5	4	5	3	2	5	5	5	5	2		48	
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine	5	3	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4		57	

1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks	4	3	5	5	3	3	3	2	5	5	5	5	2		50
1.2.5.	Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	5	3	2		45
1.2.7.	Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevärkides (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine	4	5	3	5	3	3	3	2	3	5	3	3	1		43
1.2.8.	Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks	5	4	5	4	3	3	3	4	3	4	3	5	2		48
<b>Õigusmeetmed</b>																
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	5	3	5		48
<b>Rakendusmeetmed</b>																
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal	5	4	4	5	4	2	3	4	5	5	5	5	1		52
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärkide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks	5	4	4	5	4	2	2	3	3	4	5	5	1		47
1.2.13.	Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil)	5	3	3	5	3	3	3	4	3	5	5	3	3		48



## Vajadused õigusraamistiku muutmiseks

Vastavalt Vabariigi Valitsuse 18. veebruari 2010. aasta korraldusele nr 54 „*Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs, ning hädaolukorra riskianalüüsi koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste määramine*“ on erakordselt kuum ilm üks hädaolukordadest, mille puhul on vajalik riskianalüüsi läbiviimine ning on määratud hädaolukorra riskianalüüsi koostamiseks pädevad täidesaatva riigivõimu asutused. Sellest johtuvalt on Terviseamet 2011. aastal koostanud riskianalüüsi „*Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs*“. Selle alusel hinnati erakordselt kuuma ilma esinemise tõenäosust suureks, kuid selle tagajärgi kergeteks. Samas näitavad antud projekti aluseks olevate 1996–2013 aasta õhutemperatuuride ja suremuse ning 2010. aasta kuumalaine ja suremuse analüüs sellise hädaolukorra tagajärgi hoopis tõsisematena kui oli tol ajal, 2011. aastal teada. Sellest johtuvalt tuleks viia sisse muudatused, kuna vastavalt hädaolukorra seaduse § 6 lg 6 sätetele hindab hädaolukorra riskianalüüsi koostamist juhtinud asutus vähemalt kord kahe aasta jooksul hädaolukorra riskianalüüsi ajakohasust ning viib vajadusel sisse muudatused, mis kooskõlastatakse Siseministeeriumiga.

Kuna eelnevalt on tagajärgi hinnatud kergeks, ei ole ka vastavalt Vabariigi Valitsuse 25. aprilli 2013. aasta korraldusele nr 208 „*Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs ja lahendamise plaan, ning hädaolukorra riskianalüüsi ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste määramine*“ ei ole nende puhul hädaolukorra lahendamise plaani koostamist peetud vajalikuks. Samas peavad käesolevas projektis osalenud (välis)eksperdid ja teiste maade kogemused selle koostamist hädavajalikuks.

Täpsustamist vajaks ka, mis on erakordselt kuum ilm. Vastavalt Vabariigi Valitsuse 18. veebruari 2010. aasta korraldusele nr 54 oli erakordselt kuum ilm defineeritud kui „*Õhutemperatuur kõrgem kui +30 °C kauem kui 2 päeva, mille tagajärjel satub ohtu inimeste elu või tervis või mis tekitab kahju elutähtsale teenusele*“. Kuna antud redaktsioon oli kehtiv kuni 24.04.2013, puudub käesoleval hetkel erakordselt kuuma ilma kohta kehtiv definitsioon. Antud definitsiooni aluseks võiks olla temperatuuride ja suremuse analüüsis 1996–2013 leitud maksimaalsed õhutemperatuurid, mille puhul oli näha olulist suremuse suurenemist Eestis.

Lisaks, kuigi hoiatuste tegemine on tehtud Keskkonnaagentuuri ülesandeks vastavalt Vabariigi Valitsuse 01. juuli 2010. aasta määrusele nr 92 „*Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamisest teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele*“, vajaks täpsemat paika panemist, kuidas toimub tegevusjuhiste andmine elanikele hoiatuste korral.

Teine oluline teema on halva õhukvaliteedi puhul hoiatuste andmine, mis on seotud meetmega 5. Välisõhu kaitse seaduses on § 42 täpselt toodud tegevus ja meetmed osooni puhul. Sarnast täpsust ja põhjalikkust võiks kasutada ka teiste saasteainete nagu peened ja eriti peened osakesed jt puhul, mis on seotud potentsiaalsete halvemate õhusaaste hajumistingimuste või metsatulekahjudega tulevikus.

Johtuvalt meetmest 12, peaks tulevikus kliimamuutuste ning suuremate terviseriskidega arvestama kõikides seotud seadusandlikes dokumentides, arengukavades ja strateegiates.

**Tabel 3.5.13.4.** Tervise valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte

Jrk nr	Alameede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine	Vabariigi Valitsuse 25. aprilli 2013. a korraldus nr 208 „Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs ja lahendamise plaan, ning hädaolukorra riskianalüüsi ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste määramine“ Vabariigi Valitsuse 01. juuli 2010. a määrusele nr 92 „Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamisest teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele Siseministri 18. veebruari 2010. a määrus nr 5 Hädaolukorra riskianalüüsi koostamise juhend
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine	Välisõhu kaitse seadus
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel	Uued rahvatervise alased õigusaktid ning uus rahvastiku tervise arengukava perioodil 2020+.

### Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Alameetmete 1.1.1–1.1.3 ühisosaks on teadlikkuse tõstmine, seda nii ametkondade, elanikkonna kui tervishoiu asutuste tasemel. Kuna jagatav teada on teatud osas ühine, on nende alameetmete elluviimine sisemiselt tihedalt seotud.

Lisaks on omavahel seotud ja koostoimes hoiatussüsteemide täiustamise ning tegevusplaanide koostamise alameetmed. Erakordselt kuuma ilma tegevusjuhistega on seotud ka meede 1.2.11, mis kätkeb endas konditsioneeride hankimist.

Omavahel on seotud ka meetmed 1.2.3 ja 1.2.12, kus ühes on tegemist võimaliku halva joogivee kvaliteedi ja selle tuvastamisega ning teisel puhul meetmega sellise olukordade vähendamiseks.

Peale selle on tervise valdkonna meetmetel otsesed seosed ühiskonna, päästevõimekuse ja planeeringute meetmetega, sest üldise ühiskonna teadlikkuse, hariduse ja haldusega, reageerimisvõimekuse tõstmise ja parema linnakeskkonna kaudu on võimalik vähendada mitmeid tervisemõjusid.

**Tabel 3.5.13.5.** Tervise valdkonna meetmete omavahelised seosed

Jrk nr	Alameede	ja temaga seotud meede
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarahandest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine	Ühiskond
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi	Ühiskond
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamisel	Ühiskond
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine	Ühiskond, maakasutus ja planeerimine, päästevõimekus
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks	Ühiskond, päästevõimekus

1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks	Ühiskond, päästevoimekus
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoossüsteemide parandamine	Ühiskond, päästevoimekus
1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks	Ühiskond, päästevoimekus
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral	Päästevoimekus
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal	Maakasutus ja planeerimine
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärkide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks	Taristu ja ehitised

### Kohanemismeetmete rakendamine

**Tabel 3.5.13.6.** Tervise valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45–60p 2=29–44p 3=12–28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, EUR	Kokku maksumus, EUR
Rakendada perioodil 2017–2020 (st meie skaalas esimese 5 aasta jooksul)	1	2	765 000	765 000
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2021–2030 (5–15 aasta jooksul)	1	2	8 465 000	8 465 000
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2031–2050 (15–35 aasta jooksul)	1	2	-	-
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2051–2100	1	2	-	-
	2	0		
	3	0		
<b>KOKKU</b>				<b>9 230 000</b>

**Tabel 3.5.13.7.** Tervise valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarändest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamisel
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks
1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoossüsteemide parandamine
1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks
1.2.6.	Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides
1.2.7.	Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevõrkides (eriti tulvaperioodidel)

	ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine
1.2.8.	Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärkide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks
1.2.13.	Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine

**Tabel 3.5.13.8.** Tervise valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarándest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamisel
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks
1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine
1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks
1.2.6.	Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides
1.2.7.	Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevõrkudes (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine
1.2.8.	Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärkide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks
1.2.13.	Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine

**Tabel 3.5.13.9.** Tervise valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarándest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamisel
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks

1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine
1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks
1.2.6.	Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides
1.2.7.	Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevärkides (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine
1.2.8.	Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärgide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks
1.2.13.	Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine

**Tabel 3.5.13.10.** Tervise valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
1.1.1.	Ametkondade teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest, võimalikust kliimarändest ja kohanemise võimalustest – kompetentsikeskuste loomine
1.1.2.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste tervisemõjudest ning kohanemise võimalustest – infoportaali loomine ning teadmiste õpetamise integreerimine haridussüsteemi
1.1.3.	Kliimamuutustega kaasnevate tervisemõjude ja kohanemisvõimaluste teadvustamine tervishoiuteenuse osutajatele – info jagamine, vajadusel täiendkoolituskavade täiendamisel
1.2.1.	Äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, tormid, üleujutused jne) seire-, prognoos- ja hoiatussüsteemide arendamine
1.2.2.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine kuumalainehoiatuste puhuks
1.2.3.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine veekvaliteedi halvenemise ja veepuuduse puhuks
1.2.4.	Ebakvaliteetse õhukvaliteedi korral hoiatuste andmise täpsustamine (nii keemilised ained kui õietolm) ning prognoosüsteemide parandamine
1.2.5.	Tegevusplaanide ja käitumisjuhiste koostamine õhukvaliteedi hoiatuste puhuks
1.2.6.	Siirutajate kaudu levivate haiguste seire täiendamine kliimamuutuste aspektides
1.2.7.	Parasiitide riski maandamine eeskätt pinnavett kasutavates veevärkides (eriti tulvaperioodidel) ning sinivetikate toksiinide ohu kindlakstegemine
1.2.8.	Laborite võimekuse tõstmine kliimamuutustega seotud uute mükotoksiinide ning toidunakkuste tuvastamiseks
1.2.9.	Kliimamuutuste terviseriskidega arvestamine asjakohase seadusandluse ajakohastamisel
1.2.10.	Haavatavate elanikkonna gruppide toetamine äärmuslike ilmastikunähtuste, õhukvaliteedi, joogivee, toidu jt probleemide korral
1.2.11.	Konditsioneeride paigaldamine tundlike elanikkonna gruppide kaitseks kuumalainete ajal
1.2.12.	Tsentraalsete veevõrkude laiendamine ning eraveevärgide parandamine hajaasustusaladel joogivee kvaliteedi ning kättesaadavuse tõstmiseks põuaperioodide puhuks
1.2.13.	Elanikkonna nõustamine ilmastikustressiks (sh sombusemad ilmad talveperioodil), nõustajate koolitamine

**Tabel 3.5.13.11.** Tervise valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus

Rakendamise eest vastutav asutus	Alameetmete arv, milles peavastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises osaletakse, kulukus
----------------------------------	-------------------------------------	--	---

			kokku, EUR
Keskkonnaministeerium (KeM)	4	2	1 530 000
Sotsiaalministeerium (SoM)	4	4	655 000
Põllumajandusministeerium (PmM)	1		300 000
Kohalikud omavalitsused (KOV)	2	3	5 030 000
Päästeamet	4		215 000
Omanikud	1		1 500 000
<b>KOKKU</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>9 230 000</b>

### Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

**Tabel 3.5.13.12.** Tervise valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed

Meet-me jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
1.1.	Teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste terviseriskidest	Elanikkonna teadlikkus on parenenud (vastav küsitlus on läbi viidud)	28% (2013)	35%
		% elanikkonnast, kes peab äärmuslike ilmastikuolusid riskiks Eesti elanike tervisele (algtase johtuvalt KesTeRisk uuringust)	20,7% (2015)	25%
1.2.	Info-, seire- ja tugisüsteemide arendamine ning tegevusplaanide koostamine kliimamuutuste terviseriskide vähendamiseks.	% elanikkonnast, kes peab äärmuslike ilmastikuolusid riskiks oma tervisele (algtase johtuvalt KesTeRisk uuringust)	16,3% (2015)	20%
		Kaasajastatud laborite osakaal	Kaasajastatud osaliselt (2015)	Laborid täiustatud



### 3.6. Päästevõimekus

Päästevõimekuse valdkond seostub Eestis riigisiselt pääste- ja kriisireguleerimispoliitikaga, mida koordineerib siseministerium (Siseministerium, 2012) ja Euroopa Liidu kontekstis elanikkonnakaitsega, mis moodustab Euroopa Komisjoni poliitikas koos humanitaarabiga ühise alavaldkonna (EC, 2015). Euroopa Liidu uus elanikkonnakaitsealane õigusruum käsitleb riskidest arusaamist hädaolukordadeks valmisoleku plaanide ja võimekuste lähtealusena, mis võimaldab Euroopa kollektiivset reageerimist hädaolukordadele (EC, 2014a).

Euroopa Liidu elanikkonnakaitse Vademecum (EC, 2014b) jaotab hädaolukorrad laias plaanis loodus- ja inimtekkelisteks. Suurbritannias ja Norras jaotatakse hädaolukorrad kolmeks põhikategooriaks, mida võib üldistatult käsitleda järgnevalt: loodustekkelised, suurõnnetused ehk tahtmatud inimtekkelised, kuritahtlikud inimtekkelised (Cabinet Office, 2013; DSB, 2013).

Eestis on Vabariigi Valitsuse korraldusega sätestatud, alajaotusteks liigendamata, nimekirjas 27 hädaolukorra tüüpi (Vabariigi Valitsus, 2013), mille riske hinnatakse ja mille kohta koostatakse üleriigilised ning vajadusel regionaalsed ja kohalike omavalitsuste riskianalüüsid ja hädaolukorra lahendamise plaanid (Hädaolukorra seadus, 2009). Kuues kliimaruanne vaatleb üheksat hädaolukorra tüüpi, mis on või võivad olla kliimamuutustega seotud (Keskkonnaministerium, 2013). Need on ära toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 3.6.1).

**Tabel 3.6.1.** Hädaolukordade nimekirja kuuluvad ilmastikuga seotud hädaolukorrad (Keskkonnaministerium, 2013)

Hädaolukord	Riskianalüüsi koostaja
Ulatuslik metsa- või maastikutulekahju	Päästeamet
Üleujutus tiheasustuslalal	Päästeamet
Raskete tagajärgedega torm	Päästeamet
Paljude inimeste tervisekahjustused või hukkumine jää tekkimisel või lagunemisel	Politsei- ja Piirivalveamet
Epideemia	Terviseamet
Erakordselt külm ilm	Päästeamet
Erakordselt kuum ilm	Terviseamet
Massiline põgenike sisseränne riiki	Sotsiaalministerium
Paljude Eesti elanike elu ja tervist ohustav sündmus välisriigis	Välisministerium

**Nimetatud hädaolukorra tüüpe arvestades on päästevõimekuse osas eristatud kliimamuutuste kohanemise strateegiaks järgmised alavaldkonnad:**

- 1) üleujutused,
- 2) metsatulekahjud.

Täiendava alavaldkonnana võiks käsitleda veel põuda, mis hetkel ei ole määratletud hädaolukorrana. Põud on määratletav kui ebatavaliselt kuiv periood, mis erineb enamikust loodustekkelistest hädaolukordadest aeglase arengu ja pika kestvuse poolest (Smith, 2013). Põua eelduseks on sademete puudus ja teise olulise meteoroloogilise tegurina normaalsest kõrgem õhutemperatuur (Tammets, 2012).

Põuariske arvestatakse antud uuringus kaudselt metsatulekahjude osas, kuivõrd kliima- ja teised lähtetingimused osaliselt ühtivad.

**Hädaolukorrad.** Kliimamuutuste tagajärgedega seoses tuleb valmis olla õnnetusteks, mis võivad vallanduda sagenevate äärmuslike ilmastikuolude tagajärjel, üleujutustes, metsatulekahjudes, tormides, erakordselt külmade või kuumade ilmadega, ja nende tagajärgedega toimetulekuks, sealhulgas raskesti ligipääsetavates kohtades (Siseministeerium, 2015).

Kliimamuutused ei avalda päästevõimekusele otseselt positiivset mõju. Samas loob riskianalüüsil põhinev hädaolukordadeks valmisoleku suurendamine ning tõhusa päästevõimekuse tagamine positiivsed eeldused kliimamuutuste mõjudega toimetulekuks (Siseministeerium, 2015).

Hädaolukorra seaduse alusel on kehtestatud hädaolukorra tekkimise vahetust ohust hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamise teavitamise kord (Vabariigi Valitsus, 2010). Selles sätestatakse kiiret või põhjalikku teavitamist võimaldavate teabekanalite kasutamine: massiteabevahendid, infotelefonid, mobiilsidelahendused ja muud sihtrühmani operatiivselt jõudvad teavituskanalid. Päästevõimekuse kontekstis on varajase hoiatamise süsteemidel tähtis roll, kuna need võimaldavad elanikkonda õigeaegselt teavitada.

Üleriigilistes hädaolukordade riskianalüüsides leiduvad järgmised andmed: kogutud teave konkreetsete loodustekkeliste hädaolukordade kohta, sealhulgas näiteks kokkuvõtlikud statistilised andmed õnnetuste põhjuste, esinemissageduste, kahjude jm oluliste näitajate kohta, samuti kaardid hädaolukordadega seonduva ruumiliselt visualiseeritava teabega (Siseministeerium, 2013).

Tänapäevani on Eestis tegeletud peamiselt kliimamuutuste leevendamisega ja hädaolukordade lahendamise, kuid edaspidi tuleks enam tähelepanu pöörata kliimamuutustega kohanemisele, kusjuures kohanemine antud kontekstis tähendab eelkõige kliimamuutustest tulenevate riskide maandamist ja vajadust suurendada ühiskonna ning keskkonna valmisolekut ja vastupanuvõimet kliimamuutustega toimetulekuks (Siseministeerium, 2015). Üleujutuste puhul on ennetavate meetmete rakendamine mõeldav juhtudel, mis on rohkem seotud inimtegevuse kui kliimamuutusega (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a).

Välisriikide kohta toodud näited kliimamuutustega seotud riskidega toimetuleku kohta pärinevad Ühendkuningriigi riiklikust riskiregistrist (Cabinet Office, 2013) ja Norra Kuningriigi riiklikust riskianalüüsist (DSB, 2013).

Kliimamuutuste mõju hindamisel päästevõimekuse kontekstis käsitleti 15 erinevat õnnetuse stsenaariumi. Esimesed viis hõlmasid perioodi kuni 2030 ja lähtusid peamiselt tänasest ilmastikust. Keskmised viis hõlmasid perioodi 2030–2050 ja viimased viis perioodi 2050–2100 ning lähtusid kliimaststsenaariumist RCP8.5 (Luhamaa jt, 2014). Kõigi kolme grupi puhul hõlmasid esimesed kaks üleujutuste ja viimased kolm metsatulekahjude erinevaid stsenaariume. Mõjude-riskide hindamisel lähtuti 2013. aasta hädaolukorra riskianalüüsise kokkuvõttest (Siseministeerium, 2013) ning nende alusel püüti hinnata kliimamuutuste mõju iseloomustavaid muutusi. Hädaolukorra riskianalüüs vaatleb tagajärgi neljas kategoorias: inimeste elu ja tervis, vara, looduskeskkond ja elutähtsate teenuste toimepidevus. Seejärel üldistatakse need koondhinnanguks. Järgnevas käsitluses samastati eelnimetatud koondhinnang tinglikult majandusliku mõjuga, millega iseloomustatakse tagajärgede tõsidust kliimamuutuste mõjude hindamise metoodikas.

### 3.6.1. Üleujutused

#### Probleem

Kliimamuutustega seotud tõusvad temperatuurid ja merevee tasemed pigem suurendavad ekstreemsete ilmatingimuste sagedust ning tõsidust ja seetõttu ka üleujutuste riski (Cabinet Office, 2013). Üleujutuste riski suurenemisele aitavad kliimamuutuse teguritest kaasa veel tugevate vihmasadude sagenemine, vähenev lumikate ja lume sulamine (Kundzewicz, 2014). Üleujutuste riskide hindamist ja kaardistamist ning maandamiskavade koostamist nõuab Euroopa Liidu üleujutuste direktiiv (EÜ, 2007). Vastutus direktiivi nõuete täitmise eest on pandud keskkonnaministeeriumile (EV veeseadus, 1994). Üleujutus tiheasustusalal on hädaolukorrana määratletud järgmiselt: „üleujutus piirkonnas, kus ohtu satub paljude inimeste elu või tervis või mis põhjustab suure varalise kahju või tõsised ja ulatuslikud häired elutähtsa teenuse toimepidevuses (muu hulgas häired päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises, veevarustuse ja kanalisatsiooni toimimises) või suure keskkonnakahju“ (Päästeamet, 2013a). Vastav üleriigiline riskianalüüs teostatakse Päästeameti eestvedamisel (Päästeamet, 2013a). Tiheasustusalal üleujutusriskide hädaolukorra lahendamise plaanide koostamise eest on vastutav siseministeerium (Vabariigi Valitsus, 2013).

Eestis on suuremad üleujutused võimalikud valdavalt looduslikel põhjustel, millest olulisimad on siseveekogude veetaseme tõus, pinnase vähenemine või puuduv imamisvõime ja mereveetaseme tõus. Päästeameti juhtimisel koostatud riskianalüüs määratles üleujutuse tiheasustusalal kõrge riskiga hädaolukorraks, mis eeldab selleks valmistumist ja ennetavate ning tagajärge leevendavate meetmete kavandamist ja rakendamist. Raskeimad võimalikud tagajärjed hinnati varale ja elutähtsate teenuste toimepidevusele. Suuremad mereveetaseme tõusust tingitud üleujutused leidsid Eestis aset oktoobris 1967. aastal, novembris 2001. aastal ja jaanuaris 2005. aastal. Siseveekogude suuremad üleujutused toimusid jaanuaris 2005. aastal ja aprillis 2010. aastal. Suurim sademetest tingitud tulvavee üleujutus toimus 2003. aasta augustis. Kõige suurem ja raskemate tagajärgedega oli 2005. aasta merevee taseme tõusust tingitud üleujutus. Pärnus tõusis mereveetaseme üle kriitilise piiri (tõus 160,9 cm) ka 2012. aasta jaanuaris. Tartu piirkonnas ületas Emajõgi 2011. aastal kevadisest suurveest tingituna ohtliku veetaseme piiri, tõustes 315 cm (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a). Päästeamet üleujutusi ei erista väljakutsete statistikas ning need jäävad peitu kategooria „muud“ alla.

#### Riskid ja haavatavus

Hädaolukorra riskianalüüs (Päästeamet, 2013a) käsitleb üleujutust tiheasustusalal ühe hädaolukorra tüübina, sõltumata selle tekkemehhanismist. Üleujutuste põhjustena on aluseks võetud üleujutusega seotud riskide esialgse hinnangu (Keskkonnaministeerium, 2011) raames toodud käsitus. Enamus käsitletud üleujutuse tüüpe on loodustekkelised ja ilmastiku- ning kliimatingimustest sõltuvad. 2013. aasta riskianalüüs hindas üleujutuse riski tiheasustusalal kõrgeks, kusjuures nii tõenäosuse kui tagajärgede koondhinnang oli 5-pallisel hindamisskaalal keskmine.

Üleujutuste korral pole võimalik hädaolukorra toimumise tõenäosust matemaatiliselt määrata, kuna üleujutus tiheasustusalal pole määratletud kindlate kriteeriumitega ja tavapäraselt arvestatakse ohuga paljudele inimestele, suure varalise kahju, samuti keskkonna või elutähtsa teenuse toimepidevuse kahjuga (Päästeamet, 2013a).

Tagajärjed inimeste elule ja tervisele võivad seisneda tulvavetest põhjustatud uppumissurmades, traumades ning alajahtumisest, saastunud veest või elektrilöögist saadud tervisekahjustustes. Hukkunute ja vigastatute eeldatavad arvud pole Eesti oludes ka tõsiste üleujutuste puhul kuigi suured, mistõttu tagajärgi inimeste elule ja tervisele saab pidada kergeteks (Päästeamet, 2013a) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „väikesteks“. Kaudsed tagajärjed võivad kujuneda raskemaks, kui üleujutuse ajal satub joogivette või suplusveekogusse kanalisatsioonist ja reoveepumbajaamadest nakkusohtlik või ohtlike kemikaalidega saastunud vesi. Niisugustel juhtudel võivad vallanduda vastavalt ka epideemia või massiline mürgistus (Päästeamet, 2013a).

Üleujutuse korral tekib suur varaline kahju, mis hõlmab valdavalt ehitisi ja sõidukeid. Võimalik kahju on üle kolme miljoni euro, mistõttu võib seda hinnata raskeks, kliimamuutuste mõju tähenduses keskmiseks. 2005. aasta üleujutuste tekitatud kahju ulatus üle 80 miljoni euro, mistõttu Eesti taotles kahju osalist hüvitamist Euroopa Liidu Solidaarsusfondist (Päästeamet, 2013a).

Tõsisem looduskeskkonna kahjustumine võib üleujutuse korral aset leida, kui üleujutus toimub I või II kaitsekategooria liigi elukohas, vähendades liikide levikut või mõjutades Natura 2000 alasid. Keskkonnaministeeriumi üleujutusohuga riskide esialgse hinnangu kohaselt üleujutus sellistele piirkondadele mõju ei oma, mistõttu üleujutuse tagajärgi looduskeskkonnale hinnatakse kergeks (Päästeamet, 2013a) – kliimamuutuste mõjude tähenduses väikeseks. Kahju looduskeskkonnale võib tekkida ka juhul, kui üleujutuse käigus tekib kütusereostus või muude ohtlike kemikaalide reostus (Päästeamet, 2013a).

Elutähtsate teenuste toimepidevuse osas mõjutab üleujutus kõige enam hädaabi õnnetusteadete menetlemise toimimist, aga ka päästetöö ja avaliku korra tagamise toimimist. Häiritud võivad olla ka elektrivarustuse, veevarustuse ja kanalisatsiooni, vedelkütusega varustamise, sadamate, gaasivarustuse, riigi põhi- ja tugimaanteede hoiu, kaugküttesüsteemi ja -võrgu ning kiirabi ning statsionaarse eriarstiabi toimimine (Päästeamet, 2013a).

Kliimamuutuste mõju kontekstis on enim tähelepanu pälvinud tormidest tingitud üleujutused ja paduvihmadest ning tulvadest tingitud üleujutused.

Tormide poolt põhjustatud veetõusud võivad üle ujutada ulatuslikud alad rannikul. Meretaseme lühiajalised tõusud võivad olla põhjustatud esiteks tsüklonitega kaasnevast veekerkest ja teiselt tugeva tuule poolt põhjustatud merevee kuhjumisest rannikutsoonis koos lainetusega (Päästeamet, 2013a). Eestis kompenseerib maakerge osaliselt merevee taseme tõusu. Kuni aastani 2030 (kliimastsenaariumi RCP4.5 kohaselt) väga olulisi erinevusi mõju ega tõenäosuse osas eeldatavasti ei toimu, mistõttu hinnati need jätkuvalt keskmisteks. Kuni aastani 2100 (kliimastsenaariumi RCP8.5 kohaselt) on tänu tormide eeldatavale sagenemisele ja tuule suuremale keskmisele kiirusele võimalik rannikualadel kõrgema veetaseme sagedasem esinemine ning seda ka suuremal pindalal. Samas tagajärgede majandusliku mõju osas murrangulist suurenemist eeldada ei saa, küll aga suureneb vastava hädaolukorra tekke võimalustega üleujutuste eeldatav esinemissagedus. Sellest lähtuvalt hinnati majanduslik mõju jätkuvalt keskmiseks, kuid tõenäosus kõrgeks. Olulisemad mõju piirkonnad on Pärnu, Tallinn, Pärnumaa, Läänemaa, Saaremaa, Hiiumaa.

Paduvihmadest ja tulvadest tingitud üleujutuste mõju Eesti tiheasustusega piirkondades ei ole võrreldav tormidest tingitud merevee tõusu tagajärgedega.

Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud jõgede ja ojade veetasemete tõusud võivad üle ujutada suhteliselt piiratud alasid. Eestis ei ole täheldatud selgeid nihkeid äravoolu suurenemis- või vähenemistrendi osas (Luhamaa jt, 2014). Kõrge kevadise suurvee esinemise tõenäosus on vähenenud, kuid keskmiste sademete hulgad näitavad suurenemise tendentsi (Luhamaa jt, 2014). Kuni aastani 2030 (lähtudes peamiselt RCP4.5 kliimastenaariumist) eriti olulisi muudatusi eeldatavasti ei esine, mistõttu majanduslik mõju hinnati väikeseks (võrreldes rannikualade üleujutustega, mis on seniste üleriigiliste riskihinnangute puhul olnud limiteerivaks) ja tõenäosus keskmiseks. Aastani 2100 (võttes aluseks RCP8.5) pole ette näha sisemaa üleujutuste oluliselt raskemat kulgu, mistõttu majanduslik mõju hinnati jätkuvalt väikeseks. Küll aga võib eeldada vastavate sündmuste esinemissageduse suurenemist ja seetõttu hinnati tõenäosus „kõrgeks“. Olulisemad mõju piirkonnad on Tartu, Võru, Kohtla-Järve, Tartumaa.

### **Uuritus Eestis**

Üleujutuste kohta on Eestis teostatud pikaajalisi hüdromeetrilisi vaatluseid siseveekogudel ja samuti merevee taseme mõõtmisi (Tammets, 2012). Keskkonnaministeeriumi eestvedamisel määrati üleujutuste riskide esialgse hindamise käigus kindlaks ja kaardistati Eestis võimalike üleujutuste põhitüübid ja 20 riskipiirkonda üleujutuste kohta tiheasustusaladel (Keskkonnaministeerium, 2011). Hiljem koostati riskipiirkondade põhjalikumad kaardid, kus toodi veetasemete tõenäolised tõusud 10, 50, 100 ja 1000 aasta pärast ning võimalike kahjulike tagajärgede kirjeldused. Üleujutusohupiirkonna kaartides leiduvad stsenaariumite lõikes järgmised andmed: üleujutuse ulatus, veetase ja vooluveekogude korral ka vastav vooluhulk (Keskkonnaministeerium, 2014). Praeguseks on koostatud maandamiskavad üleujutusohuga riskide jaoks kolme vesikonna lõikes (Keskkonnaministeerium, 2015).

### **Rakendatud meetmed**

Üleujutusi leevendavad meetmed on riskipiirkondade kaardistamine, üleujutuse riskiga arvestamine ruumilisel planeerimisel, riiklik hädaolukorra lahendamise plaan, elutähtsate teenuste osutajate valmisoleku tagamine, elanikkonna teavitamine ja ettevalmistus, riskipiirkondade põhised riskide maandamiskavad vesikondade kaupa, välisabi kaasamise võimalused (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a).

Välisnäidetest, Ühendkuningriigi valitsus juhindub üleujutuse riskiohje programmist, mille eesmärgiks on vähendada üleujutuste tõenäosust ja tagajärgi. Üleujutuste riski hindamine ja vastavate hädaolukorra lahendamise plaanide koostamine toimub kohalikul tasandil. Tähtsal kohal on seire- ja ennustussüsteemid, mis peavad tagama varajase hoiatuse aladel, mis võivad olla ohustatud. Töötab spetsiaalne üleriigiline abitelefoni, mille kaudu inimesed saavad ööpäevaringselt teavet üleujutuse riski ja vajalike tegevuste kohta enne üleujutust, selle ajal ja järgselt (Cabinet Office, 2013). Norra Kuningriigis vastutavad kohalikud omavalitsused üleujutuste ennetamise ja elanike kaitsmise eest. Kohalike võimude riski- ja haavatavuse analüüsid on otsustavad üleujutuse ohuga alade kindlaksmääramisel ja nendest lähtutakse maakasutuse planeerimisel. Kuna üleujutuse riski ei saa täielikult kõrvaldada, siis peavad omavalitsused kavandama ka valmiduse ja kaitsemeetmed sündmuse toimumise puhuks. Norras toimib riiklik üleujutuste eest hoiatamise teenistus ja

spetsiaalne ööpäevaringne telefoniliin. Üleujutuse korral kaasatakse olukorra lahendamisse erinevad munitsipaal- ja riiklikud teenistused (DSB, 2013).

### 3.6.2. Metsatulekahjud

#### Probleem

Metsa- või maastikutulekahjusid soodustavaks oluliseks teguriks on ilmastik, kusjuures sobivad ilmastikuolud tulekahjude tekkeks esinevad kevadisest lumikatte täielikust kadumisest kuni sügiseste sadude ja niiskete ilmade saabumiseni (Päästeamet, 2013b). Metsatulekahjude puhul on hädaolukorra tunnused määratletud järgmiselt: „põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses (muu hulgas häired päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises); tegemist on põlengualaga alates 500 ha või mitmed väiksemad metsa- ja maastikutulekahjud, mis toimuvad ühel ajal erinevates piirkondades“ (Päästeamet, 2013b). Metsatulekahjude üleriigilise riskianalüüsi juhtivaks asutuseks on Päästeamet ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamise korraldajaks Siseministeerium (Vabariigi Valitsus, 2013).

Metsatulekahjude tekke põhieelduseks on metsamaa või raba olemasolu. Kõige tuleohtlikumad on okaspuudest koosnevad metsakooslused ja kõige vähem tuleohtlikud lehtpuumetsad. Tuleohu suurust näitab tuleohuindeks, mis arvutatakse välja sademete esinemise õhutemperatuuri ja õhuniiskuse põhjal. Tuleohuindeks on Päästeametile aluseks tuleohtliku perioodi väljakuulutamisel. Metsatulekahjude tekkepõhjused võib jagada peamiselt inim- ja loodustekkelisteks. Metsatulekahjude koguarvu vähenemise taustal on hakanud suurenema loodusnähtustest põhjustatud tulekahjude osakaal, olles näiteks 2011. aastal 4%. Päästeameti juhtimisel koostatud riskianalüüs hindas ulatusliku metsa- ja maastikutulekahju kõrge riskiga hädaolukorraks, mis eeldab valmistumist ja ennetavate ning tagajärgi leevendavate meetmete kavandamist. Eestis on taasiseseisvuse ajal aset leidnud kokku seitse hädaolukorra määratlusele vastavat metsatulekahju: neist kolm Harjumaal, kaks Ida-Virumaal, üks Tartumaal ja üks jäi nii Harju kui Lääne maakonna territooriumile. Põlengualade suurused jäid vahemikku 550 kuni 1235 ha (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

#### Riskid ja haavatavus

Hädaolukorra riskianalüüs vaatleb hädaolukorra tüübina ulatuslikku metsa- või maastikutulekahju. Metsa- või maastikutulekahju määratletakse hädaolukorrana, kui see põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju (üle 3,2 miljoni euro) või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses, sh häireid päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises) või kui tegemist on põlengualaga alates 500 ha suurusel maa-alal või mitmete väiksemate metsa- ja maastikutulekahjudega, mis toimuvad ühel ajal erinevates piirkondades. 2013. aasta riskianalüüs hindas metsa- või maastikutulekahju riski kõrgeks, kusjuures nii tõenäosuse hinnang oli 5-pallisel hindamisskaalal suur ja tagajärgede koondhinnang keskmine (Päästeamet, 2013b).

Metsatulekahjude (süttimise) vahetud põhjused on 99% ulatuses, seega valdavalt, inimtekkelised. Ilmastik on arvestatav metsa- või maastikutulekahjusid soodustava tegurina. Tulekahjude teket soosivad ilmastikuolud kestavad kevadisest lumikatte täielikust kadumisest kuni sügiseste sadude ja niiskete ilmadeni. Tuleohtlikkuse



suurenemine on otseses sõltuvuses temperatuuri tõusuga ja sademete hulga vähenemisega. Sademeid, õhutemperatuuri ja õhuniiskuse suurust hinnatakse arvutusliku tuleohu suurust iseloomustava tuleohu indeksi alusel. Eesti meteoroloogiajaamade andmetel on keskmine tuleohu indeks suurem suve teisel poolel. Maksimaalse tulehuindeksi keskmise jaotumise alusel on tuleohtlikkust soosivaimad ilmastikuolud esinenud enim Kesk-, Lõuna-, ja Loode- Eestis (Lääne-Virumaal, Jõgevamaal, Järvamaal, Viljandimaal, Tartumaal, Valgamaal, Põlvamaal, Võrumaal ja Läänemaal). Metsa- ja maastikutulekahjude levimist soodustavad veel puhkenud tulekahjude hiline avastamine ja tugev tuul (Päästeamet, 2013b).

Keskkonnaagentuuri ja Päästeameti andmetel (Päästeamet, 2013b) on metsatulekahjude keskmine arv aastas ja hädaolukorra määratlusele vastavate tulekahjude arv erinevate perioodide lõikes järgmine (Tabel 3.6.2.1):

**Tabel 3.6.2.1.** Metsatulekahjude valiknäitajad ajaperioodide lõikes

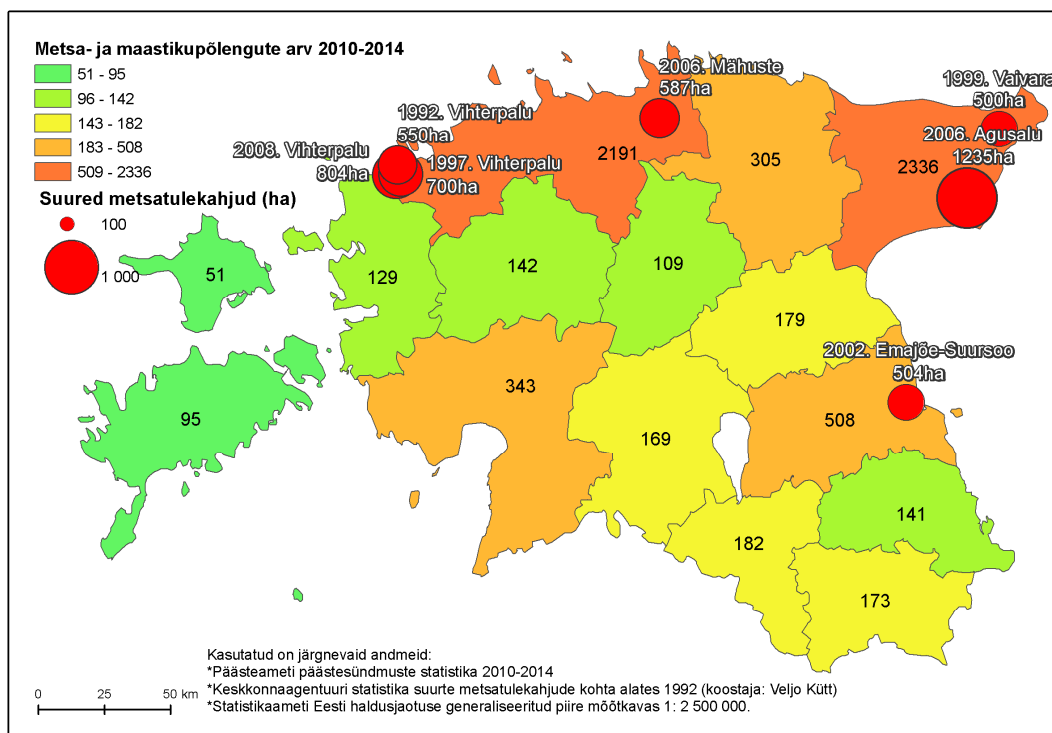
Periood	Metsatulekahjusid aastas keskmiselt	Hädaolukorra määratlusele vastavaid metsatulekahjusid
20 aastat (1993–2012)	144,1	6
10 aastat (2003–2012)	76,9	2
5 aastat (2008–2012)	38,0	1

Siit järeldub, et metsatulekahjude keskmine arv aastate lõikes pigem väheneb, mis on seletatav ennetusmeetmete tõhustumisega inimtekkeliste tulekahjude vältimiseks. Märkimisväärselt on vähenenud ka hädaolukorra määratlusele vastavate metsatulekahjude arv. Eelnevat arvestades hinnati metsatulekahjust põhjustatud hädaolukorra tõenäosuseks sõltuvalt ajavahemikust 20–30%, mis on „suur“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude hindamise kontekstis „kõrge“.

Maastikupõlengute arv on Päästeameti väljakutsete statistika (Päästeamet, 2015) alusel oluliselt suurem metsapõlengute arvust. Järgnevalt on tabelis 3.6.2.2 toodud viimase viie aasta vastavad andmed.

**Tabel 3.6.2.2.** Metsa- ja maastikupõlengud aastatel 2010–2014

Näitaja	2010	2011	2012	2013	2014
Metsatulekahjud	30	24	18	13	18
Maastikutulekahjud	1424	1188	672	1263	2402
<b>KOKKU</b>	<b>1454</b>	<b>1202</b>	<b>690</b>	<b>1276</b>	<b>2420</b>



**Joonis 3.6.2.1.** Metsa- ja maastikupõlengud perioodil 2010–2014

Vaatamata maastikutulekahjude oluliselt suuremale arvule ja esinemissagedusele on nende hädaolukorraks arenemise võimalus väike. Maastikutulekahjude tekkepõhjuste üle täpset arvestust ei peeta, kuid riskianalüüsis eeldatakse, et peamised põhjused on samuti inimtekkelised (Päästeamet, 2013b).

Metsa- või maastikutulekahju mõju inimese elule ja tervisele avaldub üksikute juhitudel, näiteks sattumisel põlengu lähedusse või kustutamisel ohutusnõudeid eirates. Asulate ohustatuse korral saab ohtu sattuvaid inimesi eelnevalt teavitada ja vajadusel evakueerida. Suitsu ulatuslik levik ja selle sissehingamine võivad põhjustada tervisekahjustusi, kusjuures suits võib suuremate põlengute korral levida väga kaugele. Enim ohustatud on riskirühmadesse kuuluvad isikud (rasedad, astmaatikud jm). Täiendavat ohtu kujutavad metsas leiduvad avastamata lõhkekehad, mis võivad temperatuuri tõustes plahvatada. Metsa- või maastikutulekahjude tagajärjed inimese elule ja tervisele hinnati kui „kerged“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „väikesed“.

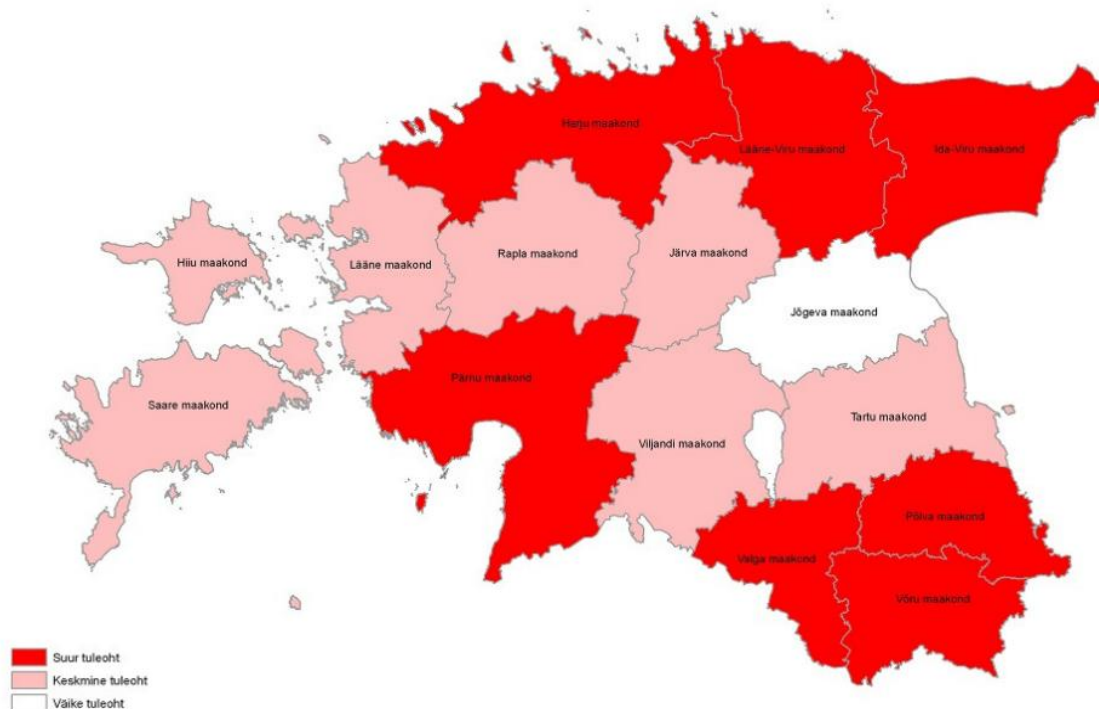
Ulatuslikud metsatulekahjud põhjustavad suurt majanduslikku kahju metsaomanikele. Halvimatel juhtudel võivad kahjustatud saada ka metsäärsed hooned. Metsakustutustööd on ressursimahukad, mistõttu riigi poolt kantav kahju kuluva ressursi näol on suur. Kahju kannab ka riik kustutustöödele kuluva ressursi näol. Maastikupõlengud reeglina suurt kahju ei põhjusta, välja arvatud juhul, kui nendest saavad alguse hoonepõlengud. Päästeameti andmetel on kulupõlengud alates 2010. aastast põhjustanud igal aastal kaks hoonetulekahju. Tulenevalt metsatulekahjudega kaasnevast suurest kahjust saab tagajärgi varale pidada „rasketeks“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmisteks“.

Tulekahjud tekitavad metsadele olulist kahju. Looduskeskkonnale tekitatav kahju sõltub metsatulekahju liigist: pinnatuli, ladvatuli ja maatuli. Pinnatule tagajärjel võivad keskealistes ja vanemates puistutes mõne aasta jooksul pärast tulekahju hukkuda ka näiliselt terved puud. Ladvatuli, mis põleb koos pinnatulega ja esineb Eestis männikutes, männikuuse segametsades ja harva ka kuusikutes, on laastavaim metsatulekahju liik. Maatuli, olles enamasti eelkirjeldatud metsatulekahju liikide tagajärg, viib metsa hukkumisele, põletades puude juurte ümbert ära pinnase, hävitades peened juured täielikult ning kahjustades oluliselt jämedamate juurte kambiumi. Metsatulekahjud hävitavad nii puistuid kui ka rikuvad oluliselt pinnase ja mulla struktuuri. Eelnevat arvestades on ulatuslike metsa- või maastikutulekahjude tagajärjed looduskeskkonnale „rasked“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmised“.

Elutähtsa teenuse toimepidevuse osas mõjutab ulatuslik metsa- või maastikutulekahju esmajoonel päästetöö toimimist ja hädaabi õnnetusteadete menetlemise toimimist. Nimetatud teenuste toimimises võib esineda hädaolukorras rohkem kui ühepäevaseid häireid. Lisaks võib ulatuslik metsatulekahju sõltuvalt asukohast ning muudest asjaoludest mõjutada veel mitmete muude elutähtsate teenuste toimimist nagu näiteks elektrivarustus, gaasiga varustamine, lennuväljad, aeronavigatsiooni teenus, avaliku raudtee majandamine ja raudteeveeteenus, sh reisijatevedu, põhjustades ajutisi häireid nende teenuste toimepidevuses. Kuna ulatusliku metsa- või maastikutulekahjuga kaasneb rohkem kui ühepäevane häire päästetöö toimimises ja õnnetusteadete menetlemise toimimises, on tagajärjed elutähtsate teenuste toimepidevusele „rasked“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmised“.

Metsa- ja maastikutulekahjude esinemist ja kulgu võivad kliimatingimuste muutumise korral mõjutada temperatuuri tõus, pikemad kuivaperioodid ja lumikatte vähenemine või kadumine. Kuivade ja kuumade ilmade korral on soodustatud süttimise võimalused ja põlengute laialdasem levik. Lumikatte vähenemise või kadumise korral pikeneb kevadise kulupõlengu ohu aeg ja periood, mille vältel looduslik põlevmaterjal on eksponeeritud võimalikele süüteallikatele, mis eeldatavasti on jätkuvalt valdavas enamuses inimtekkelised. Samas on viimane hädaolukorra riskihinnang niisugune (tagajärjed-mõjud vastavalt „rasked“ vs „keskmised“, tõenäosus „suur“ vs „kõrge“), et selle rangemaks muutmist loeti põhjendamatuks nii lühemaajalise – kuni aastani 2030 (kliimastsenaariumi RCP4.5 kohaselt) kui ka pikemaajalise – aastani 2100 (kliimastsenaariumi RCP8.5 kohaselt) puhul.

Metsatulekahjude poolt enim mõjutatavateks loeti nii hetkeseisuga kui ka lühemas ja kaugemas perspektiivis järgmisi maakondi: Harjumaa, Ida- ja Lääne-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa (Joonis 3.6.2.2).



**Joonis 3.6.2.2.** Maakondade jaotus suure, keskmise ja väikese metsade tuleohtu järgi (Päästeamet, 2013b)

### Uuritust Eestis

Metsatulekahjude osas on süsteemsed ülevaated toodud Eesti metsa aastaraamatutes. Näiteks aastaraamat „Mets 2013“ sisaldab erinevaid andmeid metsatulekahjudest nii lähiminevikus kui ka pikemal perioodi (1921–2012) kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Eelmainitud pikema perioodi ega ka peamiselt Päästeameti andmete alusel (1998–2013 kohta) koostatud ülevaadetest ei ilmne metsatulekahjude arvu ega ulatuse järjepideva kasvu tendentsi (Kütt, 2014). Statistika põhjal ja usaldusväärset ei saa aga paraku järeldada, et niisugune suundumus ei võiks kliimamuutustest tulenevalt järgmistel kümnenditel aset leida.

### Rakendatud meetmed

Ulatuslike metsa- ja maastikutulekahjude korral rakendatakse nii **ennetavaid kui leevendavaid meetmeid** (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Peamiseks ennetavateks meetmeteks on tuleohutuse seaduse alusel rakendatavad metsa tulekindlust suurendavad abinõud, kulupõletamise aastaringne keeld ja järelevalve teostamine selle üle, järelevalve tulekahjude kiireks avastamiseks, avalikkuse teavitamine metsa- või maastikutulekahju ohust, koolitused metsades viibijatele, tuleohtu korral võõras metsas viibimise keelamine, samuti koordineeritud sihtotstarbelised toetusüsteemid erametsaomanikele (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Peamiseks leevendavateks meetmeteks on metsatulekahju riskiga arvestamine ruumilisel planeerimisel, elutähtsate teenuste osutajate poolne valmidus, kaitsevööndite rakendamine elutähtsa teenuse osutamiseks vajaliku taristu kaitseks,

toetused metsaomanikele põlenud metsa koristamiseks ja uuendamiseks, Päästeameti võimekus eritehnika ja vabatahtlike kaasamise osas, regionaalsete metsakustutusplaanide olemasolu, regionaalsed ja päästepiirkonnapõhised metsatulekahjude kustutamise õppused, Päästeameti Politsei- ja Piirivalveameti lennusalga ning Õhuväe Lennubaasi õhusõidukite kaasamise võimalus, samuti välisabi kaasamise võimalused (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Pidades silmas välismaa praktikaid, Ühendkuningriigi riiklikus riskiregistris pole metsatulekahjude ennetamisest ja tagajärgede leevendamiseset pikemalt juttu, küll aga rõhutatakse riikliku ja kohaliku tasandi koostöö suurt osatähtsust metsatulekahju riskiga arvestamisel kohalikus kontekstis (Cabinet Office, 2013). Norra Kuningriigis hõlmab hädaolukorraks valmisolek võimet avastada, anda hoiatust ja tõrjuda metsatulekahjusid. Avastamine ja hoiatamine võib toimuda nii laia üldsuse kui ka õhu- ja satelliidiseire abil. Metsatulekahjude leviku piiramiseks kasutatakse erinevaid meetodeid, kuid kõige sagedamini looduslikke piirdeid maastikul nagu jõed, maanteed, elektriliinide trassid (DSB, 2013).

### 3.6.3. Uurimisvajadus

#### Üleujutusriskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud analüüs

Esmaseks uurimisvajaduseks on üleujutuste riskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud käsitlus, mis terviklikult ja siduvalt arvestaks seniste uuringute ja arenduste tulemusi, sealhulgas ka kliimamuutuste võimalike mõjudega seonduvaid. Olulise väljundina jõutaks senisest parema ja seostatuma tervikpildini võimalikest üleujutuste(riskide)st Eestis ja negatiivsete tagajärgede vältimise või vähendamise võimalustest.

Põhiliseks meetodiks oleks dokumendianalüüs, mis koondaks, analüüsiks, võrdleks ja süstematiseeriks nii seniste uuringute ning arendusprojektide väljundid kui ka täiendavaid algandmeid. Samuti täiendab analüüsi kirjeldava statistika või muu kvantitatiivsete meetodite kasutamine, kas uute algandmete töötamiseks või metaandmete järeltöötamiseks.

Samuti peaks täiustama riskianalüüsi metoodikat aeglase kliimamuutuste arvestamiseks.

### 3.6.4. Mõjude üldistus

Kliimamuutuste mõjud üleujutuste puhul võivad avalduda rannikualadel tormide sagenemisest tingitud kõrgete veeseisude tihedamas esinemises. Samuti võib tänu sademete hulga suurenemisele pikemas perspektiivis kasvada ka sisemaa üleujutuste esinemissagedus, ehkki pole ette näha nende oluliselt kriitilisemat kulgu. Metsa- ja maastikutulekahjude puhul on kliimamuutuste võtmes oluline, et kuumade ja kuivade ilmade sagenemine, samuti lumikatte taandumine soodustavad süttimise võimalusi ja põlengute laialdasemat levikut. Üleujutuste ja metsatulekahjude riskihinnangutes tuuakse nii lähi- kui ka kaugemas tulevikus välja varalised kahjud ja elutähtsate teenuste toimepidevuse tagamine. Prognoositavad tagajärjed inimeste elule ja tervisele on nende hädaolukorra tüüpide puhul kergemad. Metsatulekahjude puhul on olulised ka looduskeskkonna kahjustused. Üleujutuste ja metsatulekahjude mõjud vahetult päästevõimekusele avalduvad esmajoones hädaabi õnnetusteadete menetluse ja päästetööde ning avaliku korra tagamise häirituses, isegi pikemaks kui üheks päevaks.

**Tabel 3.6.4.1. Kliimamuutuste mõjud päästevõimekusele**

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehitb senine ilmastik	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	–	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
2030 – 2050 – RCP8.5	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	–	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa



Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Töenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	-	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
2050–2100 – RCP8.5	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	-	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa

### 3.6.5. Kohanemismeetmed

#### Valdkonna strateegiline eesmärk

Üldeesmärk E.I.2. Inimeste teadmised ja oskused kaitsta elu, vara ja keskkonda on paranenud, reageerijate võimekust päästesündmuse korraldada ning hädaolukordi kliimamuutuste tingimustes lahendada on tõhustatud.

e.I.2.1. Riskikommunikatsiooni ning elanikkonna hädaolukorraks valmisolekut on tõhustatud.

mõõdik 2.1.1. Inimeste teadlikkus kliimarisikidest tõusnud.

e.I.2.2. Riskianalüüsid koostöös erinevate asutustega on koostatud.

mõõdik 2.2.1. Riskianalüüsid ja hinnangud koostatud.

e.I.2.3. Koostöö alused tõhusamaks riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste, ning erasektori koostööks täpsustatud.

mõõdik 2.3.1: Hädaolukorra lahendamise plaanid koostatud.

#### Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Päästevõimekuse tõstmise meede jaguneb kolmeks teadmussuuna, viieks rakenduslikuks ja üheks õigustegevustikuks. Teadmuse tõstmiseks tuleb tõsta hädaolukorraks valmisolekut, kaardistades ja hinnates riske paremini. Peamiselt on eesmärgiks üleujutustega kaasnevate tagajärgede leevendamine. Õigustegevustik on suunatud massilise evakuatsiooni õiguslike aluste välja töötamiseks ja koostöö aluste täpsustamiseks hädaolukorras. Rakenduslikud tegevused keskenduvad valmisoleku tõstmisele ja tagamisele hädaolukordades. Meetmete rakendamise vastutus langeb valdavalt Päästeametile, aga osaliselt ka Siseministeeriumile ja kohalikele omavalitsustele. Meetmete rahastamisel on oluline osa eelkõige riigieelarvel (sh Päästeameti rahastamine), osaliselt saab meetmeid rahastada ka Euroopa Liidu rahadest.

Koondhinnangud päästevõimekusele suunatud meetmetele on järgnevad:

Meede ja allmeede/tegevus	Skoor
<b>Meede 2.1. Päästevõimekuse tõstmine</b>	
2.1.1. Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igapäevaste vastutusest	59
2.1.2. Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös	61
2.1.3. Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modelleerimiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele kättesaadavaks tegemiseks	54
2.1.4. Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga	60
2.1.5. Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel	56
2.1.6. Metsatulekahjude ohust jälgimise ja kustutamise võime arendamine	54
2.1.7. Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust	50
2.1.8. Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral	59
2.1.9. Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevõimekuse kasutuselevõtu abil	56

**Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igapäevaste vastutusest.** Allmeede hõlmab teavituskanalite täpsustamist ja riskikommunikatsiooni interdistsiplinaarse ning mitmetasandilise süsteemi väljaarendamist üleriigilises ulatuses, kusjuures olulist tähelepanu pööratakse asjakohase teabe jõudmisele ühiskonna kõikide liikmeteni. Kindlasti tuleb koostada hõlpsasti kättesaadavaid juhendmaterjale elanikkonnale. Üleriigilised hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõtted peavad edaspidi sisaldama suuniseid ja viiteid organisatsioonidele

ning üksikisikutele. Riskiteadlike inimeste puhul on suuremad eeldused nende asjakohaseks ja otstarbekaks käitumiseks hädaolukorra või selle ohu ilmnemisel.

**Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös.** Hädaolukordade teemad lisatakse ennetustööd kavandavatesse dokumentidesse ja töötatakse välja vastavad juhendmaterjalid või täiendatakse olemasolevaid ning täpsustatakse sihtgruppe ja läbiviimise metoodikat. Tulemuseks on hädaolukordade ja nende tagajärgede tõhusam ennetus kõikidel tasanditel.

**Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modelleerimiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikkusele kättesaadavaks tegemiseks.** Kohaldatakse olemasolevaid ja töötatakse välja uued tarkvararakendused, mis võimaldavad üleujutuste modelleerimise kasutamist erinevate reageerijate väljaõppe ning samuti koostööõppuste korraldamisel ja edaspidi veebi vahendusel ka avalikkuse poolt. Siin saaks arvestatavat rolli omada Sisekaitseakadeemia oma kogemuste ja vahenditega virtuaalsimulatsiooni alal. Selle tulemusena on võimalik suurendada õppuste, sealhulgas koostööõppuste, efektiivsust ja paremini teadvustada üleujutusriske ning rakendatavaid meetmeid huvipooltele ja kogu elanikkonnale.

**Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga.** Meetme raames tegeletakse koostöö õiguslike alustega, lepingute või koostöökokkulepetega, süsteemse teabevahetuse tagamisega nii vertikaalselt kui horisontaalselt, kontaktisikute ja kompetentside ning ressursside andmestiku loomisega, tegevuskavadega, ühisõppuste korraldamisega ja kulude küsimustega. Nimetatud küsimuste järjepidev lahendamine võimaldab luua laiapõhjalise, ühtse ja tegusa süsteemi hädaolukordade puhul reageerimiseks optimaalsete ressurssidega.

**Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel.** Täpsustatakse täiendavate kõrgusmärkide vajadus ja nende paigaldamise optimaalsed kohad üleujutusrisi aladel, mille alusel teostatakse soetused ja paigaldamine. Paigaldamisega kaasneb ujutusriskiga alade elanike teavitamine kõrgusmärkide olemasolust ja otstarbest, kasutamisest.

**Metsatulekahjude õhust jälgimise ja kustutamise võime arendamine.** Täpsustatakse olemasolevate mehitatud õhusõidukite rakendamise võimalused metsatulekahjude õhust jälgimisel ja kustutamisel ning vajadusel tehakse ettepanekud ressursside täiendamiseks. Mehitamata õhusõidukite osas määratletakse sobivad droonide tüübid, tehnikahühikute hulk ja kavandatakse vastavad soetused. Metsatulekahjude õhust jälgimine võimaldab anda tule levikust tervikliku ja ülevaatliku pildi, mis pole maapealsete vahenditega võimalik, samuti toetada kustutustöid aladel, kuhu ka väga hea läbivusega päästetehnikaga piisavalt kiiresti ligi ei pääse.

**Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust.** Meetme rakendamiseks määratakse kindlaks üleujutuste riskialadel paiknevad olulised objektid, mis vajavad kõrgendatud kaitstuse taset ja seejärel määratletakse kaitsevallide ning tõkete rajamiseks vajalikud ressursid ja töötatakse välja nende paigaldamise taktika. Kohalikud omavalitsused võiksid selles osas teha koostööd omavahel ja Päästeametiga. Meetme rakendamise tulemusena on teada objektid, mida kaitstakse ning varutud veetõkete moodustamiseks vajalikud vahendid.

**Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral.** Tähelepanu keskmes on amortiseerunud päästesõidukite ja -tehnika asendamine uue kaasaegse tehnikaga,

et tagada üleujutuse korral kiire ligipääs inimestele ja loomadele ning metsatulekahjudel tulekahju kiire lokaliseerimine. See hõlmab nii maastikusuutlikke päästeautosid kui ka roomiksõidukeid, ATV-sid ja muid eriotstarbelisi liikumisvahendeid.

**Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil.** Meetme raames toimub metsa- ja maastikutulekahjude puhul kasutatava päästevarustuse (voolikud, armatuur, nende hoidmise taara jm.) järjepidev vahetamine uuemate vastu ja vajadusel ka koguste suurendamine ning kättesaadavuse parandamine.

Suuremate kuludega on päästevarustuse soetamisega seonduv (kõrgendatud maastikuläbivus, pumbamoodulid, õhuseire arendamine). Arvestades meetmete rakendamise kiireloomulisust ja finantsvajadust, tuleb perioodil 2017–2020 eeskätt rakendada meetmeid kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamiseks päästealases ennetustöös; koostöö aluste täpsustamiseks ja korralduse tõhusamaks määratlemiseks ning sätestamiseks riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga; riskikommunikatsiooni ning elanikkonna hädaolukorraks valmisoleku tõhustamiseks. Perioodil 2021–2030 on päästevõimekuse tõstmiseks suunatud meetmetest kõrgema prioriteediga investeeringud päästevarustuse uuendamiseks. Ka pärast 2030. aastat on jätkuvalt olulised investeeringud päästevarustuse täiustamisesse.

**Tabel 3.6.5.1. Meede m.I.2.1. Päästevõimekuse tõstmine**

<b>Alaeesmärk</b>	e.I.2.1. Riskikommunikatsiooni ning elanikkonna hädaolukorraks valmisolekut on tõhustatud. e.I.2.2. Riskialalüüsid koostöös erinevate asutustega on koostatud. e.I.2.3. Koostöö alused tõhusamaks riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste, ning erasektori koostööks täpsustatud.	
<b>Meede</b>	m.I.2.1. Päästevõimekuse tõstmine.	
<b>Milliste kliimarisikide vastu on meede suunatud?</b>	Üleujutused, metsatulekahjud, muud kliimamuutustest mõjutatud sündmused	
<b>Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?</b>	Päästevõimekuse tõstmine	
<b>Indikaator(id)</b>	1. Päästevõimekuse hinnang	
<b>Algtase(med)</b>	1. Päästevõimekus rahuldav (2017)	
<b>Sihttase(med)</b>	1. Päästevõimekus hea (2020); Päästevõimekus väga hea (2030)	
<b>Kas meede on "olemasolev" või "uus"?</b>	Täiendatud	
<b>Meetme peamised tegevused koos tulemustega</b>	<b>Tegevus</b>	<b>Tegevuse vahetu tulemus</b>
	1. Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igapäevase vastutusest	Meede hõlmab teavituskanalite täpsustamist ja riskikommunikatsiooni interdistsiplinaarse ning mitmetasandilise süsteemi väljaarendamist üleriigilises ulatuses, kusjuures olulist tähelepanu pööratakse asjakohase teabe jõudmisele ühiskonna kõikide liikmeteni.
	2. Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös	Hädaolukordade teemad lisatakse ennetustöö kavandavatesse dokumentidesse ja töötatakse välja vastavad juhendmaterjalid või täiendatakse olemasolevaid ning täpsustatakse sihtgruppe ja läbiviimise meetodikat.
3. Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modelleerimiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele	Kohaldatakse olemasolevaid ja töötatakse välja uued tarkvararakendused, mis võimaldavad üleujutuste modelleerimise kasutamist erinevate reageerijate väljaõppe ning samuti	

	kättesaadavaks tegemiseks	koostööppuste korraldamisel ja edaspidi veebi vahendusel ka avalikkuse poolt.
	4. Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga	Meetme raames tegeletakse koostöö õiguslike alustega, lepingute või koostöökokkulepetega, süsteemse teabevahetuse tagamisega, kontaktisikute ja kompetentside ning ressursside andmestu loomisega, tegevuskavadega, ühisõppuste korraldamisega ja kulude küsimustega.
	5. Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel	Alustuseks täpsustatakse täiendavate kõrgusmärkide vajadus ja nende paigaldamise optimaalsed kohad üleujutusrisi aladel, mille alusel teostatakse soetused ja paigaldamine.
	6. Metsatulekahjude õhust jälgimise ja kustutamise võime arendamine	Täpsustatakse olemasolevate mehitud õhusõidukite rakendamise võimalused metsatulekahjude õhust jälgimisel ja kustutamisel ning vajadusel tehakse ettepanekud ressursside täiendamiseks. Mehitamata õhusõidukite osas määratletakse sobivad droonide tüübid, tehnikaühikute hulk ja kavandatakse vastavad soetused.
	7. Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust	Meetme rakendamiseks määratakse kindlaks üleujutuste riskialadel paiknevad olulised objektid, mis vajavad kõrgendatud kaitstuse taset ja seejärel määratletakse kaitsevallide ning tõkete rajamiseks vajalikud ressurssid ja töötatakse välja nende paigaldamise taktika.
	8. Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral	Tähelepanu keskmes on amortiseerinud päästesõidukite ja -tehnika asendamine uue kaasaegse tehnikaga, et tagada üleujutuse korral kiire ligipääs inimestele ja loomadele ning metsatulekahjudel tulekahju kiire lokaliseerimine.
	9. Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil	Meetme raames toimub metsa- ja maastikutulekahjude puhul kasutatava päästevarustuse (voolikud, armatuur, nende hoidmise taara jm.) järjepidev vahetamine uuemate vastu ja vajadusel ka koguste suurendamine ning kättesaadavuse parandamine.
<b>Rakendamise periood(id)</b>	Kuni 2100	
<b>Meetme tüüp</b>	Informatiivne, majanduslik	
<b>Meetme sõltuvus teistest meetmetest</b>	Meede ei sõltu teistest meetmetest	
<b>Meetmega seonduvad õigusaktid</b>	Hädaolukorra jt seadused	
<b>Rakendamise eest vastutavad asutused</b>	SiM, KOV	
<b>Meetme rakendamise võimalik allikas (riigieelarve (RE), KOV, EL vahendid, muu)</b>	RE, EL vahendid, KOV	

Tabel 3..6.5.2. Päästevõimekuse valdkonna meetmete kirjeldus ja hindamine

Jrk nr	Alameede															
		Elanikud	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtühimadele	2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele	3. Rakendamise keerukus	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus	6. Mõju avaldumise aeg	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult)	9. Meetme kulukus	Koondhinnang				
<b>Teadusmeetmed</b>																
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igapäevast vastutusest	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5	4		59
2.1.2.	Kriisireguleerimise ja hädaolukorras valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4		61
2.1.3.	Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modellemiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikkusele kättesaadavaks tegemiseks	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5	5	3		54
<b>Õigusmeetmed</b>																
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	3	5	5		60
<b>Rakendusmeetmed</b>																
2.1.5.	Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel	4	4	4	5	5	3	4	3	5	5	5	5	4		56
2.1.6.	Metsatulekahjude õhust jälgimise ja kustutamise võime arendamine	4	4	4	4	5	5	2	5	5	5	5	5	1		54
2.1.7.	Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust	4	4	4	4	4	4	4	1	5	5	3	5	3		50



2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	1		59
2.1.9.	Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	2		56

## Vajadused õigusraamistiku muutumiseks

**Tabel 3.6.5.3.** Päästevõimekuse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte

Jrk nr	Alameede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest	STAK, HOS, vastav rakendusakt
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga	HOS, Päs, rakendusaktid
2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral	STAK

Riskikommunikatsiooni ja elanikkonna hädaolukorraks valmisoleku tõhustamine võiks toimuda täpsustuste abil õigusaktides ja nende prioriteetsuse senisest suurema rõhutamisega strateegilistes dokumentides.

Koostööd hõlmavate võtmetegurite täpsustamine peaks toimuma erinevates õigusaktides ja omavahel viidetega seostatult.

Siseturvalisuse arengukava 2015–2020 käsitleb uue päästetehnika soetamist metsatulekahjude kustutusvõimsuse suurendamiseks ja valmisolekut päästetööde teostamiseks raskesti ligipääsetavates kohtades. Selle sõnastust võiks kliimakohanemise vastavat meetet arvestades täpsustada.

## Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

**Tabel 3.6.5.4.** Päästevõimekuse valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega

Jrk nr	Alameede	ja temaga seotud meede
2.1.1	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest.	Kliimamuutustega kaasnevate mõjude ja riskide teadvustamine põllu- ja metsamajandusettevõtete ning maaomanike tasandil – info jagamine, koolitustsükli ja täiendkoolituste korraldamine.
		Elanikkonna teadlikkuse tõstmine kliimamuutuste riskidest ning ennetamistegevustest (planeerimine, ehitus, kinnisvarahaldus).
		Kliimamuutustega kaasnevate riskide ja mõjude teadvustamine maakonna ja kohaliku omavalitsuse tasandil – koolitustsükli ja täiendkoolituste korraldamine, info jagamine.

**Kohanemismeetmete rakendamine****Tabel 3.6.5.5.** Päästevõimekuse valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45–60p 2=29–44p 3=12–28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, EUR	Kokku maksumus, EUR
Rakendada perioodil 2017–2020 (st meie skaalas esimese 5 aasta jooksul)	1	1	7 690 000	7 690 000
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2021–2030 (5–15 aasta jooksul)	1	1	10 550 000	10 550 000
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2031–2050 (15–35 aasta jooksul)	1	1	-	-
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2051–2100	1	1	-	-
	2	0		
	3	0		
<b>KOKKU</b>				<b>18 240 000</b>

**Tabel 3.6.5.6.** Päästevõimekuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest
2.1.2.	Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös
2.1.3.	Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modellemiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele kättesaadavaks tegemiseks
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga
2.1.5.	Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel
2.1.6.	Metsatulekahjude ohust jälgimise ja kustutamise võime arendamine
2.1.7.	Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust
2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral
2.1.9.	Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevõime kasutuselevõtu abil

**Tabel 3.6.5.7.** Päästevõimekuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest
2.1.2.	Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös
2.1.3.	Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modellemiseks, õppuste

	korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele kättesaadavaks tegemiseks
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga
2.1.5.	Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel
2.1.6.	Metsatulekahjude ohust jälgimise ja kustutamise võime arendamine
2.1.7.	Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust
2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral
2.1.9.	Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil

**Tabel 3.6.5.8.** Päästevõimekuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest
2.1.2.	Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös
2.1.3.	Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modellemiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele kättesaadavaks tegemiseks
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga
2.1.5.	Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel
2.1.6.	Metsatulekahjude ohust jälgimise ja kustutamise võime arendamine
2.1.7.	Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust
2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral
2.1.9.	Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil

**Tabel 3.6.5.9.** Päästevõimekuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100

Meetme jrk nr	Alameetme nimetus
2.1.1.	Elanikkonna teadlikkuse tõstmine hädaolukordadest ja igaühe vastutusest
2.1.2.	Kriisireguleerimise ja hädaolukorraks valmisoleku teemade laiendamine päästealases ennetustöös
2.1.3.	Virtuaalsimulatsiooni vahendite laialdasem kasutamine üleujutuste modellemiseks, õppuste korraldamiseks ja võimaluste piires avalikusele kättesaadavaks tegemiseks
2.1.4.	Koostööaluste täpsustamine ja korralduse tõhusam määratlemine ning sätestamine riigiasutuste, sh tsiviil- ja militaarasutuste vahel, ning erasektoriga
2.1.5.	Kõrgusmärkide paigaldamine hoonetele või hoonegruppide juurde üleujutuse ohuga aladel
2.1.6.	Metsatulekahjude ohust jälgimise ja kustutamise võime arendamine
2.1.7.	Valmisolek ajutiste kaitsevallide ja tõkete rajamiseks (sh spetsiaalsete vahendite soetamine), et üleujutuse korral kaitsta riskialadel paiknevaid olulisi objekte ja piirata üleujutuse ulatust
2.1.8.	Kõrgendatud maastikuläbivusega sõidukite ja tehnika soetamine kiirema ja tõhusama reageerimise võimaldamiseks üleujutuste ja metsatulekahjude korral
2.1.9.	Metsatulekahjudel majandus- ja keskkonnakahjude vähendamine kaasaegse päästevarustuse kasutuselevõtu abil

**Tabel 3.6.5.10.** Päästevõimekuse valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus

Rakendamise eest vastutav asutus	Alameetmete arv, milles peavastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Alameetmete arv, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, EUR
Siseministeerium (SiM)	7		17 940 000
Keskkonnaministeerium (KeM)		1	0
Kaitseministeerium (KaM)		1	0
Kohalikud omavalitsused (KOV)	2	4	300 000
<b>KOKKU</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>18 240 000</b>

**Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine****Tabel 3.6.5.11.** Päästevõimekuse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed

Meet-me jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
2.1.	Päästevõimekuse tõstmine	Päästevõimekuse hinnang	Päästevõimekus rahuldav (2017)	Päästevõimekus hea

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Aaheim, A., Amundsen, H., Dokken, T., Ericson, T. & Wei, T. (2009). A macroeconomic assessment of impacts and adaptation to climate change in Europe. CICERO Report 2009:06. Oslo, Norway.
- Ågren, J. & Svensson, R. (2007). Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the New Swedish Height System RH 2000. LMV-Rapport 2007:4, Lantmäteriet, Sweden.
- Ahas, R. (toim.) (2001). Eesti looduse kalender. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 90. Tartu.
- Ahern, M., Kovats, R.S., Wilkinson, P., Few, R. & Matthies, F. (2005). Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev.* 27:36–46.
- Albers, R. A. W. & Bosch, P. R. (2015). Overview of challenges and achievements in the climate adaptation of cities and in the Climate Proof Cities program, *Building and Environment* 83 1–10.
- Alcamo, J., Moreno, J. M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R. J. N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J. E. & Shvidenko A. (2007). Europe. In: Parry, M.L.; Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Toim.): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: University Press. 541–580.
- Argaud, L., Ferry, T., Le Q. H., et al. (2007). Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France. *Arch Intern Med* 2007;167:2177–83.
- Åström, C. et al. (2013). Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment. *BMJ Open* 2013;3:e001842 doi:10.1136/bmjopen-2012-001842
- Averkiev, S. & Klevanny, K. A. (2010). A casestudy of the impact of cyclonic trajectories on sea level extremes in the Gulf of Finland. *Cont Shelf Res* 30:707–714.
- BACC (2008). BACC Author Team. *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BACC II Author Team (Ed.) (2015). *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies.* Springer International Publishing.
- Bais, A. F., McKenzie, R. L., Bernhard, G., Aucamp, P. J., Ilyas, M., Madronich, S. & Tourpali, K. (2015). Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2015, 14, 19.
- Bastien, N., Arthur, S., Wallis, S. & Scholz, M. (2010). The best management of SuDS treatment trains: a holistic approach. *Water Sci Technol* 2010;61:263e72.
- Basu, R. (2009). High ambient temperature and mortality: a review of epidemiological studies from 2001 to 2008. *Environmental Health*, 2009, 8:40 doi:10.1186/1476-069X-8-40.



- Battilani et al. (2012) Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change. Scientific Report submitted to EFSA <http://www.efsa.europa.eu/de/search/doc/223e.pdf>
- Beltadze, D. (2012). Eesti rahvaarv, rahvastiku koosseis ja paiknemine 2011. Aasta rahvaloenduse tulemuste põhjal. Eesti statistika kvartalikirj 4/12.
- Bicknell, J., Dodman, D. & Satterthwaite, D. (toim.) (2009). Adapting Cities to Climate Change: Understanding and Addressing the Development Challenges. Earthscan, Abingdon, Oxon, UK and New York, NY, USA.
- Biesbroek, G. R., Swart, R. J., Carter, T. R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H., ... & Rey, D. (2010). Europe adapts to climate change: comparing national adaptation strategies. *Global environmental change*, 20(3), 440–450.
- Blott, S. J., Duck, R. W., Phillips, M. R., Pontee, N. I., Pye, K. & Williams, A. (2013). United Kingdom. In: Pranzini and Williams (eds), *Coastal erosion and protection in Europe*, Routledge, Oxon, pp. 173–208.
- Blunden, J., Arndt, D. S. & Baringer, M. O. (2011). State of the Climate in 2010. *BAMS* 2011;92:1–266.
- Bowen, K. J., Ebi, K., Friel, S. & McMichael, A. J. (2013) Multi-layered governance framework for incorporating social science insights into adapting to the health impacts of climate change. *Glob Health Action* 2013, 6: 21820 - <http://dx.doi.org/10.3402/gha.v6i0.21820>
- Bulkeley, H. (2010). Cities and the governing of climate change. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 229–253.
- Bundesregierung (2008). Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- Cabinet Office (2013). National Risk Register of Civil Emergencies – 2013 edition. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/211867/NationalRiskRegister2013\\_amended.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/211867/NationalRiskRegister2013_amended.pdf) (26.07.2013).
- COM 216 (2013). Komisjoni teatis Euroopa parlamendile, nõukogule, Euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide komiteele: Kliimamuutustega kohanemist käsitlev ELi strateegia /COM/2013/0216 final/. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0216>
- Commission of the European Communities (2007). Green paper from the Commission to the council. The European Parliament, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Adapting to climate change in Europe – options for EU action; 2007 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52007DC0354>).
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K. L., Hauengue, M., Kovats, R. S. et al. (2007). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 391–431; 2007. Human health. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, eds).
- Coombes, E. G., Jones, A. P. & Sutherland, W. J. (2009). The implications of climate change on coastal visitors numbers: A regional analysis. *J Coast Res* 25:62–77.

- D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., de' Donato, F., Menne, B., Katsouyanni, K. et al. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environmental Health* 2010, 9:37.
- Daanen, H. A. M., Heusinkveld, B., Hove, B. & Riet, N. (2011). Heat strain in elderly during heat waves in the Netherlands. In: Koskolou M, Kounalakis S, editors. *Abstract Book XIV International Conference on Environmental Ergonomics*, Vol. 2011; 2011. p. 168e70.
- Davoudi, S., Crawford, J. & Mehmood, A. (2009). Climate Change and Spatial planning response, in: DAVOUDI, S.; CRAWFORD, J.; MEHMOOD, A. (eds.): *Planning for climate change. Strategies for mitigation and adaptation for spatial planners*, pp. 7–18. London: Earthscan.
- Delfi Ärileht (2002). Põud tegi miljardi eest kahju. <http://arileht.delfi.ee/news/uudised/poud-tegi-miljardi-eest-kahju?id=3895023>
- Deltaprogram (2014). Ministry of Infrastructure and Environment, Ministry of economic Affairs. *Deltaprogram2014, Working on the Delta*, [http://www.deltacommissaris.nl/english/Images/Delta%20Program%202014\\_English\\_tcm310-](http://www.deltacommissaris.nl/english/Images/Delta%20Program%202014_English_tcm310-), (20.02.2015)
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhawe, A., Mittal, N., Feliu, E. & Faehnle, M. (2014). Mitigating and Adapting to Climate Change: Multi-functional and Multi-scale Assessment of Green Urban Infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, 107–115.
- Denmark nc6 (2013). Denmark's Sixth National Communication on Climate Change. The Ministry of Climate, Energy and Building, Denmark, Copenhagen. 535 p.
- Dietersdorfer, L., Efremova, V., Agueda, F. B., Fleschurz, R., Mangialardi, G., Piscitelli, C., Schmitz, S., Scurrill, B., Sosinski, P., Willi, C. & Wolff, M. (2012). *Urban Shrinkage and Chances for Adaptation to Climate Change. Final Report*. Dessau.
- D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., et al. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environ Health* 2010;9:37.
- Dixon, N. & Brook, E. (2007). Impact of predicted climate change on landslide reactivation: case study of Mam Tor. *UK Landslides*, 4, 137–147.
- Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P. et al. (2011). Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area. *Int J Climatol* 31:313–323.
- DSB (2013). *National Risk Analysis 2013*. [http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2013/Tema/NRB\\_2013\\_english.pdf](http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2013/Tema/NRB_2013_english.pdf) (25.11.2013).
- EC (2014a). *ECHO Factsheet: Civil Protection legislation*. [http://ec.europa.eu/echo/files/aid/countries/factsheets/thematic/civil\\_protection\\_legislation\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/echo/files/aid/countries/factsheets/thematic/civil_protection_legislation_en.pdf) (03.09.2014)
- EC (2014b). *Vademecum – Civil Protection*. [http://ec.europa.eu/echo/files/civil\\_protection/vademecum/index.html](http://ec.europa.eu/echo/files/civil_protection/vademecum/index.html) (10.07.2014).
- EC (2015). *Humanitarian aid and Civil Protection*. <http://ec.europa.eu/echo/en>.

- ECPA, European Crop Protection Association (2015). Climate change. Agriculture today; 2015 (<http://www.ecpa.eu/page/climate-change>)
- Edwards, P. N. (2011). History of climate modeling. *WIREs Clim Change*, 2: 128–139.
- EEA (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. EEA Report No 12/2012. European Environment Agency: Copenhagen.
- EEA, European Environment Agency (2008). Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment. EEA Report 4/2008. Copenhagen.
- EEA, European Environment Agency (2012). Urban Adaptation to Climate Change in Europe: Challenges and Opportunities for Cities Together with Supportive National and European Policies. EEA Report, No. 2/2012, European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark, 143 pp.
- EEA, European Environmental Agency (2014). National adaptation policy process in European countries – 2014, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.
- EEA/JRC/WHO (2008). Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment. EEA Report No 4/2008. JRC Reference Report No JRC47756. EEA, Copenhagen, 2008, European Communities, 2008.
- Eesti 2030+ (2012). Üleriigiline planeering. Siseministeerium, Tallinn. <https://eesti2030.files.wordpress.com/2014/07/eesti2030.pdf>
- Eesti Geoloogiakeskus (2015). Seired. [<http://www.egk.ee/asutusest/seired/>]
- Elsasser, H. & Bürki, R. (2002). Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate research*, 20, 253–257.
- Ernstson, H., van der Leeuw, S. E., Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C. & Elmqvist, T. (2010). Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 39(8), 531–545.
- ESPON Climate: Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe. 2013. [http://www.espon.eu/main/Menu\\_Projects/Menu\\_AppliedResearch/climate.html](http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/climate.html)
- ESPON, European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (2011). Climate change and territorial effects on regions and local economies. Scientific Report. Luxembourg
- Euroopa Liidu territoriaalne tegevuskava 2020 (2011). [https://www.siseministeerium.ee/public/TA\\_eesti\\_keeles.pdf](https://www.siseministeerium.ee/public/TA_eesti_keeles.pdf) (10.02.2015).
- European Commission (2009). Komisjoni teatis Euroopa parlamendile, nõukogule, Euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide komiteele: concerning the European Union Strategy for the Baltic Sea Region /COM(2009) 248 final/. Brüssel, 10.6.2009. [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/com\\_baltic\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/com_baltic_en.pdf)
- Eurosion (2004). Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe. Service

contract B4-3301/2001/329175/MAR/B3“Coastalerosion – Evaluation of the need for action” Directorate General Environment European Commission.

EÜ (2007). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiiv 2007/60/EÜ, 23. oktoober 2007, üleujutusrisi hindamise ja maandamise kohta. Euroopa Liidu Teataja L 288/27,6 .11.2007. <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusedirektiiv.pdf> (05.11.2007).

Fels-Klerx, H. J., Asselt, E. D., Madsen, M. S. et al. (2013). Impact of Climate Change Effects on Contamination of Cereal Grains with Deoxynivalenol. PLoS ONE 2013;8(9):e73602.

Finland's Fifth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Ministry of the Environment and Statistics Finland, Helsinki. 280 p.

Fischlin, A., Ayres, M., Karnosky, D., Kellomäki, S., Louman, B., Ong, C., Paltner, G.-K., Santoso, H. & Thompson, I. (2009). Future environmental impacts and vulnerabilities. In: Seppälä, R. Buck, A. & Katila, P. (eds.). Adaptation of Forests and People to Climate Change: A Global Assessment Report. IUFRO World Series Vol. 22. IUFRO, Vienna. p. 53–100.

Flemming, N. C., Çağatay, M. N., Chiocci, F. L., Galanidou, N., Jöns, H., Lericolais, G., Missiaen, T., Moore, F., Rosentau, A., Sakellariou, D., Skar, B., Stevenson, A. & Weerts, H. (2014). Land Beneath the Waves: Submerged landscapes and sea level change. A joint geoscience-humanities strategy for European Continental Shelf Prehistoric Research. Oostend, Belgium: European Marine Board.

Foster, J., Lowe, A. & Winkelmann, S. (2011). The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation. The Center for Clean Air Policy (CCAP), Washington, DC, USA, 52 pp.

Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., et al. (2006). Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;80:16–24.

Fouillet A, Rey G, Wagner V, et al. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *Int J Epidemiol* 2008;37:309–17

Fryd, O., Backhaus, A., Birch, H., Fratini, C. F., Ingvertsen, S. T., Jeppesen, J. et al. (2013) Water sensitive urban design retrofits in Copenhagen e 40% to the sewer, 60% to the city. *Water Sci Technol* 2013;67:1945e52.

Füssel, H.-M. & Klein, R. J. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301–329.

Füssel, H.-M. (2009). Review and Quantitative Analysis of Indices of Climate Change Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity, and Impacts. Background note to the World Development Report 2010, World Bank, Washington DC, USA, 34 pp.

Gallagher, R. P. & Lee, T. K. (2006). Adverse health effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92: 119-131.

Geels, C., Andersson, C., Hänninen, O., Lansø, A. S., Schwarze, P. E., Skjøth, C. A. & Brandt, J. (2015). Future premature mortality due to O<sub>3</sub>, secondary inorganic aerosols and primary PM in Europe--sensitivity to changes in climate, anthropogenic

emissions, population and building stock. *Int J Environ Res Public Health*. 2015 Mar 4;12(3):2837–69.

Geomedia (2014). Kohaliku omavalitsuse üksuste võimekuse indeks 2013.

German federal cabinet (2008). German Strategy for Adaptation to Climate Change, adopted by the German federal cabinet on 17th December. [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/das\\_gesamt\\_en\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/das_gesamt_en_bf.pdf)

Ghimire, B., Chen, A. S., Guidolin, M., Keedwell, E. C., Djordjević, S., Savić, D. A., (2013). Formulation of a fast 2D urban pluvial flood model using a cellular automata approach. *J. Hydroinformatics* 15, 676.

Giddens, A. (2009). *Politics of climate change*. London: Polity Press.

Ginexi, E. M., Weihs, K., Simmens, S. J. et al. (2000). Natural disaster and depression: a prospective investigation of reactions to the 1993 midwest floods. *Am J Community Psychol* 2000;28:495–518.

Giorgi, F. & Torma, C. (2015). *Climate variability and change over Europe. Connections to pollen concentrations*. Filippo Giorgi, Csaba Torma ICTP, Trieste, Italy

Gregow, H., Ruosteenoja, K., Pimenoff, N. & Jylhä, K. (2012). Changes in the mean and extreme geostrophic wind speeds in Northern Europe until 2100 based on nine global climate models. *Int. J. Climatol.*, 32: 1834–1846.

Grimmond, S. (2007). Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *Geogr J* 2007;173:83–8.

Gromke, C. B., Blocken, B., Janssen, W. D., Merema, B., van Hooff, T. & Timmermans, H. J. P. (2015). CFD analysis of transpirational cooling by vegetation: case study for specific meteorological conditions during a heat wave in Arnhem, Netherlands. *Build Environ* 2015;83:11–26.

Groot, A. M. E. et al. (2015). Integration in urban climate adaptation: Lessons from Rotterdam on integration between scientific disciplines and integration between scientific and stakeholder knowledge. *Building and Environment*, 83, 177–188.

Guidolin, M., Chen, A. S., Ghimire, B., Keedwell, E. C., Djordjević, S., Savić, D. A., (in review). A weighted cellular automata 2D inundation model for rapid flood analysis.

Guthrie, R. H., Mitchell, S. J., Lanquaye-Opoku, N. & Evans, S. G. (2010). Extreme weather and landslide initiation in coastal British Columbia. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43, 417–428.

Haapsalu Linnavalitsus (2006). Haapsalu linna üldplaneering. [http://vana.haapsalu.ee/include/upload/Hps\\_ypl\\_seletuskiri.pdf](http://vana.haapsalu.ee/include/upload/Hps_ypl_seletuskiri.pdf)

Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. & Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, 120:585–596.

Hajat, S. & Kosatky, T. (2010). Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity. *J. Epidemiol. Community Health*. 64, 753–760. doi: 10.1136/jech.2009.087999

- Hamaoui-Laguel, L., Vautard, R., Liu, L., Solmon, F., Viovy, N., Khvorosthyanov, D., Essl, F., Chuine, I., Colette, A., Semenov, M. A., Schaffhauser, A., Storkey, J., Thibaudon, M. & Epstein, M. M. (2015) Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe. *Nature Clim. Change* advance online publication
- Hamilton, J. M., Maddison, D. J. & Tool, R. S. J. (2005). Climate change and international tourism: A simulation study, *Global Environmental Change*, 253–266.
- Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Laustrup, C., Lechuga, A. & Spanhoff, R. (2002). Beach nourishment projects, practices, and objectives – a European overview. *Coastal Engineering* 47, 81–111.
- Havelaar, A. H., Brul, S., Jong, A. et al. (2010). Future challenges to microbial food safety. *Int J Food Microbiol* 2010: 139:S79–94.
- HELCOM (2007). Climate Change in the Baltic Sea Area – HELCOM Thematic Assessment in 2007 Baltic Sea Environment Proceedings No. 111, 54 pp.
- Heusinkveld, B. G., Steeneveld, G. J., van Hove, L. W. A., Jacobs, C. M. J. & Holtslag, A. A. M. (2014). Spatial variability of the Rotterdam urban heat island as influenced by urban land use. *J Geophys Res* 2014;119(2):677–92.
- Hinkel, J. (2011). “Indicators of vulnerability and adaptive capacity”: towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198–208.
- Hommik, K. (1982). Mis siis ikkagi juhtus parandatud maadel? *Sotsialistlik Põllumajandus* 1982/8.
- Hood, C., Rothstein, H. & Baldwin, R. (2001). *The Government of Risk: Understanding risk regulation regimes*. New York: Oxford University Press.
- Horton, D. E., Skinner, C. B., Singh, D. & Diffenbaugh, N. S. (2014). Occurrence and persistence of future atmospheric stagnation events. *Nature Climate Change* 4, 698–703.
- Huggel, C., Clague, J. J. & Korup, O. (2012). Is climate change responsible for changing landslide activity in high mountains? *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(1), 77–91.
- Huggel, C., Salzmann, N., Allen, S., Caplan-Auerbach, J., Fischer, L., Haeberli, W., Larsen, C., Schneider, D. & Wessels, R. (2010). Recent and future warm extreme events and high-mountain slope stability. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 368, 1919, 2435–2459.
- Huynen, M. M., Martens, P., Schram, D., et al. (2001). The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001;109:463–70.
- Hädaolukorra seadus (2009). RT I, 39, 262, 2009. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116122014014> (01.01.2015).
- Häädemeeste Vallavalitsus (2013). Häädemeeste valla üldplaneering. [http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/2819517/%C3%9CP\\_seletuskiri\\_060613.pdf/ed3f6acb-c1b5-4305-91b5-19a3f03a9e09](http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/2819517/%C3%9CP_seletuskiri_060613.pdf/ed3f6acb-c1b5-4305-91b5-19a3f03a9e09)



- Häädemeeste Vallavalitsus (2015). Häädemeeste valla rannaalade osaüldplaneering. [http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/6803166/Rannaalade\\_seletuskiri\\_20042015.docx/472aa69b-1847-4418-b900-de0bf3fc6aa9](http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/6803166/Rannaalade_seletuskiri_20042015.docx/472aa69b-1847-4418-b900-de0bf3fc6aa9)
- Hübler, M., Klepper, G. & Peterson, S. (2008). Costs of Climate Change – The Effects of Rising Temperatures on Health and Productivity in Germany, *Ecological Economics* 68, 381–393.
- Iglesias, A., Garrote, L., Quiroga, S. & Moneo, M. (2009). Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study, JRC Scientific and Technical Reports.
- Ilmajaam.ee (2008). Fotod: üleujutused Ida-Virumaal. <http://ilmajaam.postimees.ee/29123/fotod-uleujutus-ida-virumaal>
- Ilmateenistus (2015a). Hoiatuste kriteeriumid. <http://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/kasulik-teada/hoiatuste-kriteeriumid/> (27.08.2015)
- Ilmateenistus (2015b). Merevee tase. <http://www.ilmateenistus.ee/meri/mereprognoosid/merevee-tase/> (05.02.2015).
- IPCC (1990). The First Assessment Report.
- IPCC (1995). The Second Assessment Report, „Climate Change 1995“.
- IPCC (2001a). Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (2001b). The IPCC Third Assessment Report, „Climate Change 2001“.
- IPCC (2007). „Climate Change 2007“, the Fourth Assessment Report.
- IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- IPCC (2013a). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC (2013b). Summary for policymakers. Climate change 2013: the physical science basis. In: Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM, Stocker TF, editors. Contribution of working group i to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press; 2013.
- IPCC (2014). The Fifth Assessment Report.
- IPT Projektijuhtimine (2000). Pärnu ja Sauga jõe kallaste püsivuse uuring, töö nr. 00-05-0001. Geotehnika aruanne.
- Ishigami, A., Hajat, S., Kovats, R. S., et al. (2008). An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environ Health* 2008;7:5.

- Jaagus, J. & Kull, A. (2011). Changes in surface wind directions in Estonia during 1966–2008 and their relationships with large-scale atmospheric circulation. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60(4), 220–231.
- Jaagus, J. & Mändla, K. (2014). Climate change scenarios for Estonia based on climate models from the IPCC Fourth Assessment Report. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63(3), 166–180.
- Jaagus, J., Post, P. & Tomingas, O. (2008). Changes in storminess on the western coast of Estonia in relation to large-scale atmospheric circulation. *Climate Research*, 36(1), 29–40.
- Jaagus, J. & Suursaar, Ü. (2013). Long-term storminess and sea level variations on the Estonian coast of the Baltic Sea in relation to large-scale atmospheric circulation. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 62(2), 73–92.
- Jaagus, J. & Truu, J. (2004). Climatic regionalisation of Estonia based on multivariate exploratory techniques. Tiia Kaare; Jaan-Mati Punning (Toim.). *Estonia. Geographical Studies* (41 - 55). Tallinn: Estonian Academy Publishers
- Jaagus, J. (2009). Pikaajalised muutused tuule suundade korduvuses Eesti läänerrannikul. Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut. Publikatsioonid (11–24). Tallinn: Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut.
- Jaagus, J. (toim.) (1999). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 85. Tartu.
- Jaagus, J. (toim.) (2003). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 993. Tartu.
- Jaagus, J. (toim.) (2005). Carl Kalk 200. Ajaloolise klimatoloogia sümposium. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 97. Tartu.
- Jaagus, J. (toim.) (2007). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 102. Tartu.
- Jaagus, J. (toim.) (2012). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 109. Tartu.
- Jacob, D. J. & Winner, D. A. (2009). Effect of climate change on air quality, *Atmospheric Environment*, 43, 51–63, 2009.
- Jaykus, L. A., Woolridge, M., Frank, J. M. et al. (2008). Climate change: Implications for food safety. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). Report; 2008 (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0195e/i0195e00.pdf>)
- Jimenez-Munoz, J.-C., Sobrino, J. A. (2008). Split-Window coefficients for land surface temperature retrieval from low-resolution thermal infrared sensors. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, Vol. 5–4, 806–809.
- Johnson, H., Kovats, R. S., McGregor, G., et al. (2005). The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health Stat Q* 2005;25:6–11.
- Jomelli, V., Brunstein, D., Déqué, M., Vrac, M. & Grancher, D. (2009). Impacts of future climatic change (2070-2099) on the potential occurrence of debris flows: a case study in the Massif des Ecrins (French Alps). *Climatic Change*, 97(1), 171–191.

Jomelli, V., Brunstein, D., Grancher, D. & Pech, P. (2007). Is the response of hill slope debris flows to recent climate change univocal? A case study in the Massif des Ecrins (French Alps). *Climatic Change*, 85(1–2), 119–137.

Järvelä, J. (1998). Luonnonmukainen vesirakennus: periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa.

Kadaja, J. (1999). Eesti territooriumi kaetus meteoroloogilise informatsiooniga. Uurimusi Eesti kliimast (toim. Jaak Jaagus) *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 85, 14–27.

Kalkstein, L. S. & Valimont, K. M. (1987). Climate effects on human health. In *Potential effects of future climate changes on forests and vegetation, agriculture, water resources, and human health*. EPA Science and Advisory Committee Monograph No. 25389, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency; 122–152.

Kall, T., Oja, T. & Tänavsuu, K. (2014). Postglacial land uplift in Estonia based on four precise levelings. *Tectonophysics*, 610, 25–38.

Kallaste, T. & Kuldna, P. (eds.) (1998). *Climate change studies in Estonia*. Tallinn

Kalm, V., Hang, T., Rosentau, A., Talviste, P. & Kohv, M. (2002). *Maalihked Pärnu maakonnas*. Aruanne Pärnu maavalitsuses, TÜ geoloogia instituut, Tartu.

Kalm, V., Hang, T., Talviste, P. & Kohv, M. (2006). Sauga maalihke geoloogiline uuring kindlustustööde lähteandmete saamiseks. Aruanne Sauga vallavalitsuses, TÜ geoloogia instituut, Tartu.

Kaplinski, K. (1999). *Kõrreliste õietolmuhooja prognoosimine Tartus fenoloogiliste ja aerobioloogiliste meetoditega*. Tartu: Tartu Ülikool. 1999.

Kask, A., Suuroja, S. & Talpas, A. (2014). Eesti riiklik keskkonnaseire programm, rannikumere seire allprogramm, 2013. a mereranniku seire tööd. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 38 lk.

Keevallik, Sirje (2011). Shifts in meteorological regime of late winter and early spring in Estonia during recent decades. *Theoretical and Applied Climatology*, 105, 209–215.

Keevallik, S. & Soomere, T. (2008). Shifts in early spring wind regime in North-East Europe (1955–2007). *Climate of the Past*, 4(3), 147–152.

Keevallik, S. & Soomere, T. (2014). Regime shifts in the surface-level average air flow over the Gulf of Finland during 1981–2010. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 63(4), 428–437.

Keskkonnaamet (2015). Kiirgus. Varajane hoiatamine. <http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/kiirgus-3/varajane-hoiatamine/>

Keskkonnaministeerium (2011). Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne. <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusohuesialgne hinnang.pdf> (17.11.2012).

Keskkonnaministeerium (2013). Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. [http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article\\_files/kliimaaruanne\\_et.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf) (11.04.2014).

- Keskkonnaministeerium (2014). Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. <http://www.envir.ee/sites/default/files/kokkuvote.pdf> (19.11.2014).
- Keskkonnaministeerium (2015). Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. <http://www.envir.ee/et/uueujutusohuga-seotud-riskide-maandamiskavad>.
- Keskonnaagentuur (2014). Aastaraamat: Mets 2013. [http://www.keskonnaagentuur.ee/failid/Mets\\_2013.pdf](http://www.keskonnaagentuur.ee/failid/Mets_2013.pdf) (27.08.2014).
- Kiirgusseadus (2004). <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014064> (01.01.2015).
- Klein, J. & Staudt, M. (2006). Evaluation of future sea level rise impacts in Pärnu / Estonia. In: Schmidt-Thomé P. (ed), Sea level change affecting the spatial development in the Baltic Sea Region (Seareg). GeolSurvFinlandSpecPap 41:71–81.
- Klok, E. J., Duyzer, J., Schaminee, S. & Mauri, E. (2012). Urban heat islands in the Netherlands retrieved from satellite images. TNO report TNO-060-UT-2012e01117.
- Knaggård, Å. (2014). What do policy-makers do with scientific uncertainty? The incremental character of Swedish climate change policy-making. *Policy Studies*, 35(1) 22–39.
- Kohv, M. (2011). Landslides in clayey soils of western Estonia. (Doktoritöö, Tartu Ülikool) Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- KOM (2009). 147 lõplik. Valge raamat. Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. Euroopa Ühenduste Komisjon. Brüssel 1.4.2009.
- Kont, A., Endjärv, E., Jaagus, J., Lode, E., Orviku, K., Ratas, U., Rivis, R., Suursaar, Ü. & Tõnisson, H. (2007). Impact of climate change on Estonian coastal and inland wetlands — a summary with new results. *Boreal Environment Research*, 12, 653–671.
- Kont, A. & Tõnisson, H. (toim.) (2009). Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule. ASTRA projekti uurimistulemusi. Tallinna Ülikool, Ökoloogia instituut publikatsioonid 11/2009 Tallinn.
- Kont, A., Jaagus, J. & Aunap, R. (2003). Climate change scenarios and the effect of sea-level rise for Estonia. *Global and Planetary Change* 36, pp. 1–15.
- Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R., Ratas, U. & Rivis, R. (2008). Implications of sea-level rise for Estonia. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 423–431.
- Koppel, A., Kahur, K., Habicht, T., Saar, P., Habicht, J. & van Ginneken, E. (2008). Estonia: Health System Review. *Health Systems in Transition*. 2008; 10(1): 1–230.
- Kovats, R. S. & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health* 2008;29:41–55.
- Kovats, R. S., Edwards, S. J., Hajat, S. et al. (2004). The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiol Infect* 2004; 132(3):443–53.
- Kredex (2014). <http://kredex.ee/kredexist/uudised/kredexi-kaasabil-paranes-eelmisel-aastal-339-korterelamu-seisukord/>
- Kreft, S., Eckstein, D., Junghans, L., Kerestan, C. & Hagen, U. (2014). Global Climate Risk Index 2015. Who suffers most from extreme weather events? Weather-

related loss events in 2013 and 1994 to 2013. Germanwatch.  
<https://germanwatch.org/en/9470>

Kull, A. (1996). Eesti tuuleatlas. Magistritöö. (juh) Jaak Jaagus, Ülo Mander, Tartu Ülikool, Bioloogia-geograafiateaduskond, Geograafia instituut.

Kundzewicz, Z. W. (2014). Adapting flood preparedness tools to changing flood risk conditions: the situation in Poland. *Oceanologia*, 56 (2), 385–407.

Kütt, V. (2015). Metsatulekahjud. [http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Metsatulekahjud\\_2013.%20aastal.pdf](http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Metsatulekahjud_2013.%20aastal.pdf) (14.11.2014).

Kysely, J. (2004). Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* 2004;49:91–7.

La Greca, P., La Rosa D., Martinico, F. & Privitera, R. (2011). Agricultural and green infrastructures: the role of non-urbanised areas for eco-sustainable planning in a metropolitan region. *Environmental Pollution*, 159(8), 2193–2202.

Lake, I. R., Hooper, L., Abdelhamid, A. et al. (2012). Climate Change and Food Security: Health Impacts in Developed Countries. *Environ Health Perspect* 2012;120(11):1520–6.

Laos, P. (2015). Personaalne suhtlus telefoni teel, Tallinn, 19.02.2015.

Latvia's Sixth National Communication and First Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2013). Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia.

Linoff, G. S., Berry & M. J. A. (2011). *Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship*. Wiley.

Lithuania nc 6 (2014). Lithuania's 6th National Communication and 1st Biennial report under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Vilnius.

Loáiciga, H. A., Pingel, T. J. & Garcia, E. S. (2012). Sea water intrusion by sea-level rise: Scenarios for the 21st century. *Ground Water*, 50(1), 37–47.

Lopez Saez, J., Corona, C., Stoffel, M. & Berger, F. (2013). Climate change increases frequency of shallow spring landslides in French Alps. *Geology*, 41(5), 619–622.

Love, G., Soares, A. & Püempel, H. (2010). Climatechange, climatevariability and transportation. *ProcediaEnvironSci* 1:130–145.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar & T., Rosin, K. (2015). Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti "Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine" lisana. Keskkonnaagentuur.

Luige, A. (1974). Eesti tuletornid. Eesti Raamat, Tallinn.

Maracchi, G., Sirotenko, O. & Bindi, M. (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic change*, 70, 117–135.

Mayors adapt (2014). <http://mayors-adapt.eu/> (20.02.2014).

McFiggans, G. (2015). Emissions limits: Green heating plan threatens air quality. *Nature* 517, 21.

- McMichael, C., Barnett, J. & McMichael, A. J. (2012). An Ill Wind? Climate Change, Migration, and Health Environ Health Perspect. 2012 May; 120(5): 646–654.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. New York 1972.
- Meier, H. E. M. (2006). Baltic Sea climate in the late twenty-first century: a dynamical downscaling approach using two global models and two emission scenarios. *Climate Dynamics*, 27(1), 39–68.
- Meier, H. E. M., H glund, A., D scher, R., Andersson, H., L ptien, U. & Kjellstr m, E. (2011). Quality assessment of atmospheric surface fields over the Baltic Sea from an ensemble of regional climate model simulations with respect to ocean dynamics. *OCEANOLOGIA* 53, 193–227.
- Melchiorre, C. & Frattini, P. (2012). Modelling probability of rainfall-induced shallow landslides in a changing climate, Otta, Central Norway. *Climatic Change*, 113(2), 413–436.
- Menne, B. & Wolf, T. (Eds) (2007). *Environment and health risks from climate change and variability in Italy*. Rome: WHO-APAT;2007.
- Mesarovic, M. & Pestel, E. (1974). “Mankind at the Turning Point.” New York 1974.
- Miidel, A. & Raukas, A. (2005). Slope processes at the North Estonian Klint. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 54, 4 pp. 209–224.
- Ministry of Agriculture and Forestry of Finland (2005). Finland’s national strategy for adaption of climate change.
- Miraglia, M., Marvin, H. J., Kleter, G. A. et al. (2009). Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *A Food Chem Toxicol*.2009;47(5):1009–21.
- Mishra, A. K. & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391, 202–216.
- MMS (2014). Ilmastomuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia 2022. luonnos 7.3.2014. Maa- ja mets talousministeri , Helsinki.
- Montero, J. C., Miron, I. J., Criado, J. J., Linares, C. & Diaz, J. (2013). Difficulties of defining the term, „heat wave“, in public health. *International Journal of Environmental Health research*, 2013, 23 (5), 377–379.
- Moore, R., Carey, J. M. & McInnes, R. G. (2010). Landslide behaviour and climate change: predictable consequences for the Ventnor Undercliff, Isle of Wight. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43, 447–460.
- Moreno, A. & Amelung, B. (2009). Climatechange and coastal&marinetourism: review and analysis. *J Coast Res* 56:1040–1044.
- Morey, P. (2010). Climate change and potential effects on microbial air quality in the built environment. U.S. Environmental Protection Agency.
- M kel , H. M., Ven l inen, A., Jylh , K., Lehtonen, I. & Gregow, H. (2014). Probabilistic projections of climatological forest fire danger in Finland. *Clim Res* 60:73–85

- Mätlik, O. & Post, P. (2008). Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Estonia in the period 1961–2005. *Estonian Journal of Engineering*, 14(3), 195–08.
- Newell, D. G., Koopmans, M., Verhoef, L. et al. (2010). Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology* 2010: 139(Suppl 1):S3–15.
- Nicholls, R. J., Marinova, N., Lowe, J. A., Brown, S., Vellinga, P., Gusmão, D., Hinkel, J. & Tol, R. S. J. (2011). Sea-level rise and its possible impacts given a 'beyond 4 °C world' in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369, 161–181.
- Noarootsi Vallavalitsus (2005). Noarootsi valla rannaalade teemaplaneering. <http://noarootsi.kovtp.ee/documents/1708058/4030939/Rannaalade+teemaplaneeringu+seletuskiri.pdf/130f569b-ca77-4eb2-8bdc-3fabfae8a908?version=1.0>
- O'Hagan, J., Hunter, N., Eggen, B. (2012). Climate hange, ultraviolet radiation and health. In: Health feffects of climate change in the UK 2012. Current evidence, recommendations and research gaps. Ed. Vardoulakis S, Heaviside C, Health Protection Agency, 2012.
- OECD (2009). The Economics of Climate Change Mitigation. Policies and Options for GlobalAction Beyond 2012.
- Oja, T. & Märdla, S. (2014). Põhjamaade Geodeesiakomisjoni (NKG) geoidi-kõrgussüsteemide ning geodünaamika töögrupi kohtumised Rootsis Gävles 2014. a kevadel. *Geodeet*, 44, 26–27.
- Oke, T. R., (2006). IOM Report No. 81, WMO/4TD No. 1250. 06.05.14. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites, vol. 2006; <http://www.urban-climate.org/documents/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>
- Orru, H., Andersson, C., Ebi, K. L., Langner, J., Aström, C. & Forsberg, B (2013). Impact of climate change on ozone-related mortality and morbidity in Europe. *Eur Respir J*. 2013 Feb;41(2):285–294.
- Orru, H., Teinemaa, E., Kesanurm, K., Kaasik, M., Tamm, T. & Lai, T. (2011). Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele - peentest osakestest tuleneva mõju hindamine kogu Eesti lõikes. Tartu: Tartu Ülikool. <http://rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/5081/1/Orru2011.pdf>
- Orru, K., Henrikson, R., Veber, T., Nutt, N. & Orru, H. (2015). KesTeRisk. Keskkonnatervis: arusaamine riskidest ja motivatsioon tervisemõjude vähendamiseks. Tartu Ülikool: Tartu.
- Orviku, K. (1992). Characterization and evolution of Estonian seashores. Tartu University, Summary of doctoral thesis, 20p.
- Orviku, K. (2006). Rannaprotsesside teadusliku tõlgendamise vajalikkusest rakenduslike küsimuste lahendamisel rannikul. Rmt Sammul, M (toim.) Eesti Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 84. Tartu, 94–113.
- Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas, U. & Rivis, R. (2003). Increasing activity of coastal processes associated with climate change in Estonia. *Journal of Coastal Research*, 19, 364–375.



- Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas., U. & Rivis, R. (2003). Increasing activity of coastal processes associated with climate change in Estonia. *Journal of Coastal Research*, 19(2), pp. 364–375.
- Orviku, K., Tõnisson, H., Kont, A., Suuroja, S. & Anderson, A. (2013). Retreatrate of cliffs and scarps with different geological properties in various locations along the Estonian coast. *Journal of Coastal Research*, SI65, 552–557.
- Orviku, K., Suursaar, Ü., Tõnisson, H., Kullas, T., Rivis, R. & Kont, A. (2009). Coastal changes in Saaremaa Island, Estonia, caused by winter storms in 1999, 2001, 2005 and 2007. *Journal of Coastal Research*, SI 56, 1651–1655.
- Paci, D. (2014). European Commission. Human Health Impacts of Climate Change in Europe. Report for the PESETA II Project. ([https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/pesetaii\\_health\\_2014\\_1694\\_\\_jrc\\_86970\\_correcteddp2.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/pesetaii_health_2014_1694__jrc_86970_correcteddp2.pdf)).
- Palecki, M. A., Changnon, S. A. & Kunkel, K. E. (2001). The nature and impacts of the July 1999 heatwave in the midwestern United States: learning from the lessons of 1995. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 82:1353–67
- Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, P. J. et al. (Eds) (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press: UK, 976;2007.
- Patterson, T., Bastianoni, S. & Simpson, M. (2006). Tourism and climate change: two-way street, or vicious/virtuous circle? *J Sustain Tourism* 14:339–348.
- Peraica, M., Radica, B., Lucica, A. et al. (1999). Toxic effects of mycotoxins in humans. *Bulletin of the World Health Organization* 1999;77(9).
- Petersell, V. (2013). Globaalse temperatuuri ja meretaseme tõusu mõjust Lääne-Eesti rannavööndile. Suuroja K., Põldvere A. (Toim.). XXI Aprillikonverents, Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik (51–55). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.
- Pielke, R. (ed). (2013). *Climate Vulnerability. Understanding and Addressing Threats to Essential Resources.* Academic Press. 1570 pp.
- Planeerimisseadus (2003), RT I 2002, 99, 579. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13203168> (10.02.2015).
- Poland nc6 (2013). The sixth national communication and the first biennial report to the conference of the parties to the United Nations framework convention on climate change. Warsaw.
- Polemio, M. & Petrucci, O. (2010). Occurrence of landslide events and the role of climate in the twentieth century in Calabria, southern Italy. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43(4), 403–415.
- Post, P. & Kõuts, T. (2014). Characteristics of cyclones causing extreme sea levels in the northern Baltic Sea. *Oceanologia*, 56(S)(2), 241–258.
- Post, P. & Kärner, O. (2011). Characterisation of the temporal variability of Estonian mean precipitation series. *Estonian Journal of Engineering*, 17(4), 332–344.

- Post, P., Link, P. (2007). Läänemere regiooni tsüklonite ajalis-ruumilisest jaotusest. Jaagus, Jaak (Toim.). *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* (7 - 18). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Preston, B. L., Yuen, E. J. & Westaway, R. M. (2011). Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks. *Sustainability Science*, 6, 177–202.
- Pruszek, Z., & Zawadzka, E. (2008). Potential Implications of Sea-Level Rise for Poland. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 410–422.
- Prükk, T. & Kisand, K. (2009). Puukborreliosis. *Eesti Arst* 2009; 88(12):830–834.
- Punning, J. M. (ed) (1996). Estonia in the system of global climate change. Institute of Ecology, publication 4/1996. Tallinn.
- Pärnu Linnavalitsus (2014). Pärnu linna üldplaneering aastani 2025 [http://www.parnu.ee/fileadmin/user\\_upload/areng/YP2025/Seletuskiri\\_2\\_05.pdf](http://www.parnu.ee/fileadmin/user_upload/areng/YP2025/Seletuskiri_2_05.pdf)
- Päädam, K. & Post, P. (2011). Temporal variability of precipitation extremes in Estonia 1961–2008. *Oceanologia*, 53(1, Special Issue: SI), 245–257.
- Päästeamet (2013a). Hädaolukorra riskianalüüs: üleujutus tiheasustusalal. <http://www.paasteamet.ee/dotAsset/3d49a9ef-e601-4acc-8df8-9d35fbb8653a.pdf> (11.07.2013).
- Päästeamet (2013b). Hädaolukorra riskianalüüs: ulatuslik metsa- või maastikutulekahju. <http://www.paasteamet.ee/dotAsset/fcc88c6e-1a14-40b9-9f64-def7579505ae.pdf> (11.07.2013).
- Päästeamet (2013c). Hädaolukorra riskianalüüs: raskete tagajärgedega torm. [http://www.rescue.ee/vvfiles/0/LISA4\\_RA\\_Torm.pdf](http://www.rescue.ee/vvfiles/0/LISA4_RA_Torm.pdf)
- Päästeamet (2014). Õnnetusest teavitamine. <http://www.paasteamet.ee/et/ettevotjale/kemikaaliohutus/onnetusest-teavitamine.html> (10.02.2014).
- Päästeamet (2015). Statistika. <http://www.paasteamet.ee/et/paasteamet/statistika/>
- Päästeseadus (2010). RT I, 31.12.2014, 20. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129122011206?leiaKehtiv>
- Pütz, M., Kruse, S. & Butterling, M. (2011). Assessing the Climate Change Fitness of Spatial Planning: A Guidance for Planners, ETC Alpine Space Project CLISP .
- Rahandusministeerium (2014). Ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskava 2014–2020. Tallinn.
- Ramboll Eesti AS (2012). Pärnu linna ja lähiümbruse võrgustikke siduv teemaplaneering, Eelnõu. Projekti nr 2010-0052.
- Reacher, M., McKenzie, K., Lane, C. et al. (2004). Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and nonflooded households. *Commun Dis Public Health* 2004;7:56–63.
- Rekker, K. (2013). 2010. aasta erakordselt kuum suvi Eestis ja selle mõju rahvastiku suremusele. Magistritöö rahvatervishoius. TÜ Tervishoiu instituut. Tartu 2013.
- Revi, A., Satterthwaite, D. E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R. B. R., Pelling, M., Roberts, D. C. & Solecki, W. (2014). Urban areas. In: *Climate Change*

2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535–612.

Ricardo-AEA (2013). Adaptation strategies for European cities. Final Report.

Riigikogu (2011). IX Riigikogu stenogramm. IX istungjärk 14.02.2011 <http://stenogrammid.riigikogu.ee/201102141500>

Rizwan, A. M., Dennis, Y. C. L. & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of the urban heat island. *J Environ Sci e China* 8, 2008;20(1): 120e8.

Robert Koch Institut ja Umweltbundesamt (2013). Klimawandel und Gesundheit. Allgemeiner Rahmen zu Handlungsempfehlungen für Behörden und weitere Akteure in Deutschland.

Robine, J. M., Cheung, S. L., Roy, S. L., Van Oyen, H. & Herrmann, F. R. (2007). Report on excess mortality in Europe during summer 2003 (EU Community Action Programme for Public Health) 28 February 2007. [http://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2005/action1/docs/action1\\_2005\\_a2\\_15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf)

Romero-Lankao, P. & Qin, H. (2011). Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 142–149.

Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Hammer, S. A. & Mehrotra, S. (toim.) (2011). *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 286 pp.

Rosentau, A., Harff, J., Oja, T. & Meyer, M. (2012). Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Litorina transgression. *Baltica*, 113–120.

Rouvé, G. (1987). *Hydraulische Probleme beim naturnahen Gewässerausbau*. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Weinheim. 267 s. ISBN 3-527-27125-2.

Russell, R., Paterson, M. & Lima, N. (2010). How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Research International* 2010;43(7):1902–1914.

Ruuhela, R., Hiltunen, L., Venäläinen, A., Pirinen, P. & Partonen, P. (2009). Climate impact on suicide rates in Finland from 1971 to 2003. *International Journal of Biometeorology*, Volume 53, Issue 2:167–175 <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-008-0200-5>

Ruumiandmete seadus (2011). RT I, 08.07.2014, 26 <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014026?leiaKehtiv>

Rydell, B., Nilsson, C., Alfredsson, C. & Lind, E. (2010). Klimatanpassning i Sverige – en översikt. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad.

Saaremets, V. (2015). Personaalne suhtlus telefoni teel, Tallinn, 19.02.2015.

Sauerwein, M. (2011). Urban soils – characterization, pollution, and relevance in urban ecosystems. In: Niemelä J, Breuste JH, Elmqvist T, Guntenspergen G, James P,

McIntyre NE, editors. Urban ecol. patterns process. appl. Oxford: Oxford University Press; 2011. p. 45–58.

Schauser, I., Otto, S., Schnei, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrande, J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. & McCallum, S. (2010). Urban Regions: Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts - Scoping Study – Urban Regions: Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts - Scoping Study - ETC/ACC Technical Paper 2010/12. December 2010.

Schumacher, S. & Stybel, N. (2009). Climatechangeimpacts on Baltic tourism – International and nationalexamples of adaptationstrategies. International approaches of coastalresearchintheory and practice. CoastlineReports.

Scottish Natural Heritage Management (2000). A guide to managing coastal erosion in beach/dune systems. <http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=112>.

Sedman, P. & Talviste, P. (2002). Audru maalihe. Geotehniline analüüs. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö 02-05-0162.

Semenza, J. C., Rubin, C. H., Falter, K. H., et al. (1996). Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med*, 335:84–90.

Semenza, J. C., Suk, J. E., Estevez, V., Ebi, K. L., Lindgren, E. (2012). Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environmenatl Health Perspectivest*120:385–392.

Sepp, M. (2006) Kui palju maksab paduvihm? *Eesti loodus* 8/2006. [http://www.eestiloodus.ee/artikkel1625\\_1609.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel1625_1609.html) (10.02.2015).

Sepp, M. (2009). Changes in frequency of Baltic Sea cyclones and their relationships with NAO and climate in Estonia. *Boreal Environment Research*, 14, 143–151.

Sepp, M., Post, P. & Jaagus, J. (2005). Long-term changes in the frequency of cyclones and their trajectories in Central and Northern Europe. *Nordic Hydrology*, 36(4–5), 297–309.

Seppanen, O., Fisk, W. J. & Faulkner, D. (2004). Control of temperature for health and productivity in offices. Report NBNL-55448.

Seto, K. C., Güneralp, B. & Hutyrá, L. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(40), 16083–16088.

Shepherd, A. et al. (2012). A Reconciled Estimate of Ice-Sheet Mass Balance. *Science* 338, 1183–1189.

Sheridan, S. C., et al. (2007). A survey of public perception and response to heat warnings across four North American cities: an evaluation of municipal effectiveness. *Int J Biometeorol* (2007) 52:3–15.

Simon, F., Lopez-Abente, G., Ballester, F., et al. (2005). Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Euro Surveill* 2005;10:156–61.

Siseministerium (2010). 2010. aasta 8 kuu ülevaade veeõnnetustest. [https://www.siseministerium.ee/public/Memo\\_uppumised.pdf](https://www.siseministerium.ee/public/Memo_uppumised.pdf)

- Siseministeerium (2012). Pääste- ja kriisireguleerimispoliitika osakond <https://www.siseministeerium.ee/17725/> (15.07.2012).
- Siseministeerium (2013). 2013. aasta hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõte [https://www.siseministeerium.ee/public/Riskianalyys\\_kokkuvote\\_2013.pdf](https://www.siseministeerium.ee/public/Riskianalyys_kokkuvote_2013.pdf) (14.11.2013).
- Siseministeerium (2015). Siseturvalisuse arengukava 2015–2020 eelnõu. [http://www.riigikogu.ee/?op=ems&page=muu\\_kysimus&eid=afd39cd6-d6e5-4077-bb21-41645e6d304d&](http://www.riigikogu.ee/?op=ems&page=muu_kysimus&eid=afd39cd6-d6e5-4077-bb21-41645e6d304d&) (18.02.2015).
- Skoković, D., Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., Soria, G., Julien, Y., Mattar, C. & Cristobal, J. (2013). Calibration and validation of land surface temperature for Landsat8-TIRS sensor. LPVE (Land Product Validation and Evolution, ESA/ESRIN Frascati (Italy). January 28–30, 2014.
- Smith, K. (2013). Environmental Hazards: assessing risk and reducing disaster. London & New York: Routledge.
- Soomere, T. (2005). Märatsev meri: kui vesi peale tungib. Horisont 3/2005.
- Soomere, T., Bishop, S. R., Viska, M. & Räämet, A. (2015). An abrupt change in winds that may radically affect the coasts and deep sections of the Baltic Sea. *Climate Research*, 62(2), 163–171.
- Sotsiaalministeerium (2009). Esmatasandi tervishoiu arengukava aastateks 2009–2015.
- Staddon, P. L., Montgomery, H. E. & Michael, H. (2014). Depledge Climate warming will not decrease winter mortality. *Nature Climate Change* 4, 190–194.
- Steeneveld, G. J., Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A. & Holtslag, A. A. M. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands.
- Stoffel, M. & Huggel, C. (2012). Effects of climate change on mass movements in mountain environments. *Progress in Physical Geography*, 36(3), 421–439.
- Suk, J. E., Ebi, K. L., Vose, D., Wint, W., Alexander, N., Mintiens, K., Semenza, J. C. (2014). Indicators for tracking European vulnerabilities to the risks of infectious disease transmission due to climate change. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 11(2):2218–35.
- Suuroja, K. (2008). Balti klint – loodus ja ajalugu. Tallinn: GeoTrail.
- Suuroja, S. & Kask, A. (2013). Kas tuletornil on meri põlvini? *Meremees nr 1*, Eesti Mereakadeemia.
- Suursaar, Ü. (2013). Locally calibrated wave hindcasts in the Estonian coastal sea in 1966–2011. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 62, 1, 42–56.
- Suursaar, Ü., Jaagus, J. & Kullas, T. (2006). Past and future changes in sea level near the Estonian coast in relation to changes in wind climate. *Boreal Environment Research*, 11(2), 123–142.
- Suursaar, Ü., Jaagus, J. & Tõnisson, H. (2015). How to quantify long-term changes in coastal sea storminess? *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 156, 31–41.
- Suursaar, Ü., Jaagus, J., Kullas, T. & Tõnisson, H. (2011). Estimation of sea level rise and storm surge risks along the coast of Estonia, Baltic Sea – a tool for coastal

management. *Littoral 2010 – Adapting to Global Change at the Coast: Leadership, Innovation, and Investment* (x). E D P Sciences.

Suursaar, U., Kullas, T., Otsmann, M. & Kõuts, T. (2003). Extreme sea level events in the coastal waters of western Estonia. *Journal of Sea Research*, 49(4), 295–303.

Suursaar, Ü., Kullas, T., Otsmann, M., Saaremäe, I., Kuik, J. & Merilain, M. (2006). Cyclone Gudrun in January 2005 and modelling its hydrodynamic consequences in the Estonian coastal waters. *Boreal Environment Research*, 11(2), 143–159.

Suursaar, Ü. & Sooäär, J. (2007). Decadal variations in mean and extreme sea level values along the Estonian coast of the Baltic Sea. *Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography*, 59(2), 249–260.

SWD 132 (2013). 132 final. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. An EU Strategy on adaptation to climate change. Impact Assessment – Part 1 and 2. European Commission, Brussels, 16.4.2013.

SWD 133 (2013). 133 final. Commission Staff Working Document. Climate change adaptation, coastal and marine issues, SWD (2013) 133 final. European Commission, Brussels, 16.4.2013.  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd\\_2013\\_133\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_133_en.pdf)

SWD 134 (2013). 134 final. Guidelines on developing adaptation strategies. European Commission, Brussels, 16.4.2013.

SWD 136 (2013). 136 final. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health. European Commission, Brussels, 16.4.2013.

SWD 137 (2013). 137 final. Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change, SWD (2013) 137 final. European Commission, Brussels, 16.4.2013.  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd\\_2013\\_137\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_137_en.pdf)

Swedish Commission on Climate and Vulnerability (2007). *Sweden facing climate change – threats and opportunities*. Stockholm.

Sweden's Fifth National Communication on Climate Change, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Ministry of the Environment, Sweden. The Ministry Publications Series Ds 2009:63.

Zhang, J., Sui, Y. H. & Geng, X. B. (2011). Landscape design of urban green space adaptive to global climate change: a review. *Advanced Materials Research*, 243, 6842–6845.

Zhang, S. & Pan, B. (2014). An urban storm-inundation simulation method based on GIS. *Journal of Hydrology*, 517, 260–268.

Ziello, C., Sparks, T. H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K. C. et al. (2012). Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. *PLoS ONE* 7(4): e34076. doi:10.1371/journal.pone.0034076.

Zvyagintsev, A. M., Blum, O. B., Glazkova, A. A., Kotel'nikov, S. N., Kuznetsova, I. N., Lapchenko, V. A. et al. (2011). Air pollution over European Russia and Ukraine under the hot summer conditions of 2010. *Izvestiya, Atmos Ocean Phys* 47(6):699–707.

- Talviste, P. (2004). Pärnu survealise veehorisondi veetaseme monitooring aastatel 1993–2004. Monitooringu andmed ja vaatlusread. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö 04-04-0365.
- Tammets, T. & Jaagus, J. (2007). Äärmuslikult kuivade ja sajuste päevade esinemissageduse territoriaalne jaotus Eestis perioodil 1957–2006. Jaagus, J. (Toim.). *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* (109–116). Tartu: Tartu Ülikool.
- Tammets, T. & Jaagus, J. (2013). Climatology of precipitation extremes in Estonia using the method of moving precipitation totals. *Theoretical and Applied Climatology*, 111(3–4), 623–639.
- Tammets, T. & Jakovleva, O. (2001). Eesti vihmade intensiivsusest. *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat* 33, 77–89. Tallinn.
- Tammets, T. (2005). Uputus ja põud: sademete režiimi kaks äärmust. *Eesti Loodus* 2005/8.
- Tammets, T. (2008). Eesti ilma riskid. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. Tallinn, 152 lk.
- Tammets, T. (2012). Eesti ilma riskid. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. 2., täiendatud ja parandatud trükk. Tallinn, 152 lk.
- Tammur, A. (2014). Eesti suuremad linnad said rahvastikuproгноosi aastani 2040. *Statistikablogi*. Eesti Statistikaamet. <https://statistikaamet.wordpress.com/2014/04/08/eesti-suuremad-linnad-said-rahvastikuproгноosi-aastani-2040/> (10.02.2015).
- Tarand, A., Jaagus, J. & Kallis, A., (2013). Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Tartu Linnavolikogu (2005). Tartu Linna üldplaneering [http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/e7a3dae09313097bc2257d710030fda2/\\$FILE/seletuskiri.pdf](http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/e7a3dae09313097bc2257d710030fda2/$FILE/seletuskiri.pdf)
- Terveyskirjasto (2010). Kaamosmasennus [Viitattu 24.2.2011.] [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00377](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00377)
- Terviseamet (2010). Kuumalaine mõju kiirabi tööle. <http://www.terviseamet.ee/info/uudised/u/artikkel/kuumalaine-moju-kiirabi-toole.html>
- Terviseamet (2011). Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs. Tallinn. [http://rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/4749/1/Terviseamet2011\\_1.pdf](http://rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/4749/1/Terviseamet2011_1.pdf)
- The World Bank (2011). Guide to Climate Change Adaptation in Cities. <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1318995974398/GuideClimChangeAdaptCities.pdf>
- TNS Opinion & Social (2014). Special Eurobarometer 409 CLIMATE CHANGE report. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm)
- Tomberg, U. (1982). Kuivendatud maade sobivus intensiivseks maaviljeluseks. *Sotsialistlik Põllumajandus* 17/1982.



Tornevi, A., Axelsson, G. & Forsberg, B. (2013). Association between precipitation upstream of a drinking water utility and nurse advice calls relating to acute gastrointestinal illnesses. *PLoS One*. 2013 8(7):e69918.

Twardosz, R. & Kossowska-Cezak, U. (2013). Exceptionally hot summers in Central and Eastern Europe (1951–2010). *Theor Appl Climatol* 2013; 112:617–628 DOI 10.1007/s00704-012-0757-0.

Tõnisson, H., Jaagus, J., Kont, A., Orviku, K., Palginõmm, V., Ratas, U., Rivis, R. & Suursaar, Ü. (2009). 2005. aasta jaanuaritormiga (Gudrun) kaasnenud üleujutuse tagajärjed loodusele ja ühiskonnale Eesti rannikul. Kont, A., Tõnisson, H. (Toim.). *Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule (90 - 127)*. Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus.

Tõnisson, H., Orviku, K., Jaagus, J., Suursaar, Ü., Kont, A. & Rivis, R. (2008). Coastal damages on Saaremaa Island, Estonia, caused by the extreme storm and flooding on January 9, 2005. *Journal of Coastal Research*, 24(3), 602–614.

Tõnisson H., Suursaar Ü., Orviku K., Jaagus J., Kont A., Willis D. A. & Rivis, R. (2011). Changes in coastal processes in relation to changes in large-scale atmospheric circulation, wave parameters and sea levels in Estonia. *Journal of Coastal Research*, SI64-1, 701–705.

Tõnisson, H., Suursaar, Ü., Rivis, R., Kont, A. & Orviku, K. (2013). Observation and analysis of coastal changes in the West Estonian Archipelago caused by storm Ulli (Emil) in January 2012. *Journal of Coastal Research*, SI 65(1), 832–837.

Tõnisson, H., Suursaar, Ü., Suuroja, S., Ryabchuk, D., Orviku, K., Kont, A., Sergeev, Y. & Rivis, R. (2012). Changes on coasts of western Estonia and Russian Gulf of Finland, caused by extreme storm Berit in November 2011. In: *IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium: May 8-11, 2012, Klaipeda, Lithuania, Proceedings: IEEE, 2012, 1–7*.

UK Government (2011). *Understanding the risks, empowering communities, building resilience: the national flood and coastal erosion risk management strategy for England*. (2011). [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/228898/9780108510366.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228898/9780108510366.pdf) (23.05.2011)

UNEP (2011). *Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits: Actions for Controlling Short-Lived Climate Forcers*, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, 78pp.

Usanov, A., Chivot, E., Silveira, J., Knowles, E. (2013). *Sustainable (Re)Construction: The Potential of the Renovation Market. Strategy and Change Annotated Briefing no 5*. The Hague Centre for Strategic Studies.

USDA (United States Department of Agriculture) Soil Conservation Service (SCS), (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds Technical Release 55*.

Vabariigi Valitsus (2010). Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamise teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele. RT I, 2010, 48, 297. <https://www.riigiteataja.ee/akt/113062013003> (16.06.2013).

Vabariigi Valitsus (2013). *Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs ja lahendamise plaan, ning hädaolukorra riskianalüüsi ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste*

määramine. RT III, 30.04.2013, 16. <https://www.riigiteataja.ee/akt/330042013016> (25.04.2013).

Wackernagel, M., Kitzes, J., Moran, D., Goldfinger, S. & Thomas, M. (2006). The ecological footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization*, 18(1), 103–112.

Wade, T. J., Sandhu, S. K., Levy, D. et al. (2004). Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms? *Am J Epidemiol* 2004;159:398–405.

Vale, L. J. & Campanella, T. J. (2005). *The Resilient City: How Modern Cities Recover From Disaster*. New York: Oxford University Press.

Van de Ven, F., van Nieuwkerk, E., Stone, K., Veerbeek, W., Rijke, J., van Herk, S. et al. (2011). *Building the Netherlands climate proof: urban areas*, ISBN 978-94-9007-047-2. KvK report nr 042/2011, KvR report nr036/2011.

van der Leun, J. C., Piacentini, R. D. & de Gruijl, F. R. (2008). Climate change and human skin cancer. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2008,7, 730-733

van Hooff, T. & Blocken, B. (2010). Coupled urban wind flow and indoor natural ventilation modelling on a high-resolution grid: a case study for the Amsterdam ArenA stadium. *Environ Model Softw* 2010;25(1):51–65.

van Hove, L. W. A., Jacobs, C. M. J., Heusinkveld, B. G., Elbers, J. A., van Driel, B. L., Holtslag A. A. M. (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. *Build Environ* 2015;83: 91–103.

Vardoulakis, S. & Heaviside, C. (eds) (2012). *Health Effects of Climate Change in the UK 2012: Current evidence, recommendations and research gaps*. Health Protection Agency.

Wasowski, J., Lamanna, C. & Casarano, D. (2010). Influence of land-use change and precipitation patterns on landslide activity in the Daunia Apennines, Italy. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43(4), 387–401.

WCC (1979). Üleilmne Kliimakonverents (The 1979 World Climate Conference of the World Meteorological Organization), deklaratsioon. [http://www.dgvn.de/fileadmin/user\\_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration\\_WCC1.pdf](http://www.dgvn.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf)

Veeseadus (1994). RT I 1994, 40, 655. <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014023> (01.08.2014).

Werner, A. D. & Simmons, C. T. (2009). Impact of sea-level rise on sea water intrusion in coastal aquifers. *Ground Water*, 47(2), 197–204.

WHO, World Health Organization (Ed. Ebi, K.) (2012). *Protecting Health from Climate Change*.

WHO, World Health Organization (2015a). *Food safety. Foodborne diseases*. ([http://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/foodborne-diseases/en/](http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/en/)).

WHO, World Health Organization (2015b). *Microbiological risks*. [http://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/microbiological-risks/en/](http://www.who.int/foodsafety/areas_work/microbiological-risks/en/).

- Vihalemm, T., Keller, M. & Kiisel, M. (2015). *From Intervention to Social Change: A Guide to Reshaping Everyday Practices*. Suurbritannia: Ashgate Publishing Ltd.
- Vill, M. (2014). *Aerobioloogiline seire 2014. aastal*. Lõpparuanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn.
- Wolf, J., Adger, W. N., Lorenzoni, I., Abrahamson, V. & Raine, R. (2010). Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. *Global Environmental Change* 20 (2010) 44–52.
- Wolski, T., Wisniewski, B., Giza, A., Kowalewska-Kalkowska, H., Boman, H., Grabbi-Kaiv, S., Hammarklint, T., Holfort, J. & Lydeikaite, Z. (2014). Extreme sea levels at selected stations on the Baltic Sea coast. *Oceanologia*, 56 (2), 259–290.
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K. L., Saito, Y. & Sallenger, A. (2014). Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361–409.

## LISAD

### Lisa 1. Õhutemperatuuri muutused nüüdis- ja tulevikkliimas

**Aasta keskmine õhutemperatuur.** Perioodidel 2040–2070 ja 2070–2100 ära toodud erineva tulevikustsenaariumi alusel arvatud õhutemperatuur: RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	5,3	7/1989	3,3/1987
1950–2013	5,1	7/1989	3,1/1956
1966–2010	5,3*	7/1989	3,3/1987
2040–2070	7,3/8	-	-
2070–2100	7,9/9,6**	-	-

\* Temperatuur on võetud raamatust Tarand, Jaagus & Kallis (2013), langeb kokku EstKliima projektis kogutud andmete alusel arvatud sama perioodi aasta keskmise õhutemperatuuriga.

Aasta keskmine õhutemperatuur on statistilises mõttes ära määratud talve õhutemperatuurist!

\*\* Aasta keskmine temperatuur 9,6 °C on tänapäeval Münchenis, see on 1 kraad soojem kui Kievis.

**Talve (DJV) keskmine temperatuur.** RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	-4,5	-1/1989	-10,2/1979
1950–2013	-5,0	0,4/2008	-10,2/1979
1966–2010	-4,8	0,4/2008	-10,2/1979
2040–2070	-2,2/-1,4	-	-
2070–2100	-1,6/0,4	-	-

**Suve (JJA) keskmine temperatuur.** RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	15,6	17,8/1972	13,9/1987/1993
1950–2013	15,7	18,1/2010	13,1/1962
1966–2010	15,8	18,1/2010	13,9/1987/1993
2040–2070	17,2/17,8	-	-
2070–2100	17,8/19,4	-	-

**Pakasepäevade arv.** Pakasepäevaks on päev, mille ööpäeva maksimumtemperatuur on väiksem või võrdne -12 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine päevade arv aastas
1971–2000	4,4
1951–2010	5
1966–2010	5,2
2040–2070	2,3/1,8
2070–2100	1,8/1,1*

\* Vaatamata pakasepäevade arvu vähenemisele jääb ka sajandi lõpus võimalus, et esineb aastaid, kus pakasepäevi esineb üle kümne.

**Pakaseööks** on kuupäev, mille ööpäeva miinumtemperatuur on väiksem või võrdne -12 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine pakaseööde arv aastas
1971–2000	26,7
1951–2010	31,5
1966–2010	29,3
2040–2070	18,1/15,7

2070–2100	16,2/11,9
-----------	-----------

**Kuumade päevade arv.** Ööpäeva maksimumtemperatuur on võrdne või on suurem kui +30 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Kuumapäevad arv aastas
1971–2000	0,8
1951–2010	0,9
2040–2070	3,6/6
2070–2100	5,8/13,2

**Kuumade ööde arv.** Ööpäeva miinimumtemperatuur on võrdne või tõuseb üle +20 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Kuumade ööde arv aastas
1971–2000	0
1951–2013	0*
2040–2070	0,2**/0,4***
2070–2100	0,4***/3,3****

\*14. august 2013 oli vaadeldavatel ajavahemikel ainuke kuupäev, mille miinimumtemperatuur Türil oli +20 °C.

\*\*6 ööd 30 aasta jooksul.

\*\*\*13 ööd 30 aasta jooksul.

\*\*\*\*98 päeva 30 aasta jooksul, esineb kuni 4-päevaseid kuumalaineid.

## Lisa 2. Üleujutusmõjud ärihoonetele ja tootmishoonetele

### Rannikumere üleujutused

Lisaks eluhoonetele avaldub rannikumere üleujutuste mõju ka teistele hoonetele. Vähemalt kord kümne aasta jooksul on mõjutatud 56 (2,1%), kord viiekümne aasta jooksul 175 (6,7%), kord saja aasta jooksul 213 (8,1%) ja kord tuhande aasta jooksul 338 (12,8%) rannikuäärsete linnade ja alevike ärihoonet (Tabel 1).

Absoluutarvused vaadates on vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnus, kus kahju kannatab *ca* 36 ärihoonet (5,7%). Haapsalus kannatab kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul toimuvate üleujutuste tõttu 10 (5,0%) ja Nasvas kuus (85,7%) ärihoonet.

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu ärihooneid, kus potentsiaalselt saab kahjustada 77 ärihoonet (12,2%). Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas ja Haapsalus, kus kannatada saavate ärihoonete arv on vastavalt 53 (4,5%) ja 20 (10,0%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, võivad põhjustada kahjustusi 92 ärihoonele Pärnus, 56 ärihoonele Kesklinnas (Tallinn), 31 ärihoonele Haapsalus ja 10 ärihoonele Kuresaares.

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul toimuvate ulatuslike üleujutuste esinemise korral kannatab kahju Pärnus 146 ärihoonet, Tallinna Kesklinna linnaosas 92 ärihoonet, Haapsalus 48 ärihoonet ja Kuresaares 20 ärihoonet.

Vaadates ärihoonete suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva ja Virtsu alevikud, kus nendele aladele jääb vastavalt 85,7–100% (6–7) ja 15,4–84,6% (2–11) ärihoonetest.

**Tabel 1.** Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju ärihoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala ärihoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	6	6	7	7	7	85,7	85,7	100,0	100,0
Virtsu alevik	2	5	8	11	13	15,4	38,5	61,5	84,6
Võiste alevik			1	1	3	0,0	0,0	33,3	33,3
Haapsalu linn	10	20	31	48	201	5,0	10,0	15,4	23,9
Uuemõisa alevik		2	2	5	21	0,0	9,5	9,5	23,8
Pärnu linn	36	77	92	146	633	5,7	12,2	14,5	23,1
Pirita linnaosa	2	4	6	7	86	2,3	4,7	7,0	8,1
Kesklinna linnaosa		53	56	92	1165	0,0	4,5	4,8	7,9
Kuresaare linn		8	10	20	318	0,0	2,5	3,1	6,3
Haabersti linnaosa				1	184	0,0	0,0	0,0	0,5
<b>KOKKU</b>	<b>56</b>	<b>175</b>	<b>213</b>	<b>338</b>	<b>2631</b>	<b>2,1</b>	<b>6,7</b>	<b>8,1</b>	<b>12,8</b>

Kui vaadata tootmishooneid, siis on rannikumere üleujutuste poolt mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 54 (2,0%), kord viiekümne aasta jooksul 198 (7,3%), kord saja aasta jooksul 236 (8,7%) ja kord tuhande aasta jooksul 425 (15,7%) rannikuäärsete linnade ja alevike tootmishoonetest (Tabel 2).

Vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju on kõige suurem Haapsalu ja Pärnu tootmishoonetele, kus kahju kannatab 16 tootmishoonet (vastavalt 10,5% ja 2,6%). Nasvas kahjustatakse üleujutuste käes vähemalt kord 10 aasta jooksul 10 (32,3%) ja Virtsus 8 (10,4%) tootmishoonet.

Vähemalt kord viiekümne aasta jooksul toimuvad suuremad üleujutused mõjutavad samuti kõige enam Pärnu tootmishooneid. Potentsiaalselt saab kahjustada 52 tootmishoonet, ehk 8,6%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas, Haapsalus, Virtsus ja Nasvas, kus kannatada saavate tootmishoonete arv on vastavalt 39 (6,9%), 36 (23,7%), 35 (45,5%) ja 22 (71,0%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad Pärnus kahju 72 tootmishoonele, ehk 11,8%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas, Haapsalus, Virtsus ja Nasvas kus kannatada saavate tootmishoonete arv on vastavalt 44 (7,8%), 43 (28,3%), 37 (48,1%) ja 23 (74,2%).

Kõige suuremate prognoositud üleujutuste esinemistõenäosus on väga väike – vähemalt kord tuhande aasta jooksul. Taoliste üleujutuste esinemise põhjustab kahju 147 tootmishoonele Pärnus, 77 tootmishoonele Kesklinnas (Tallinn), 53 tootmishoonele Haapsalus, 61 tootmishoonele Virtsus, 30 tootmishoonele Nasvas ja 17 tootmishoonele Kuressaares.

**Tabel 2.** Rannikumere üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala tootmishoonestus				Tootmishoonete arv asustusüksuse s	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,10%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	10	22	23	30	31	32,3	71,0	74,2	96,8
Virtsu alevik	8	35	37	61	77	10,4	45,5	48,1	79,2
Võiste alevik	2	7	10	15	37	5,4	18,9	27,0	40,5
Haapsalu linn	16	36	43	53	152	10,5	23,7	28,3	34,9
Pärnu linn	16	52	72	147	608	2,6	8,6	11,8	24,2
Kesklinna linnaosa		39	44	77	567	0,0	6,9	7,8	13,6
Kuressaare linn	2	6	6	17	230	0,9	2,6	2,6	7,4
Uuemõisa alevik				4	58	0,0	0,0	0,0	6,9
Häädemeeste alevik				2	40	0,0	0,0	0,0	5,0
Haabersti linnaosa		1	1	6	159	0,0	0,6	0,6	3,8
Põhja-Tallinna linnaosa				13	754	0,0	0,0	0,0	1,7
<b>KOKKU</b>	<b>54</b>	<b>198</b>	<b>236</b>	<b>425</b>	<b>2713</b>	<b>2,0</b>	<b>7,3</b>	<b>8,7</b>	<b>15,7</b>

### Siseveekogude üleujutused

**Tabel 3.** Jõgede üleujutused ja nende mõju ärihoonetele linnades ja alevikes



Asula	Üleujutusala hoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn		3	3	43	860	0,0	0,3	0,3	5,0

**Tabel 4.** Jõgede üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Tootmishoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	4	7	8	37	1067	0,4	0,7	0,7	3,5

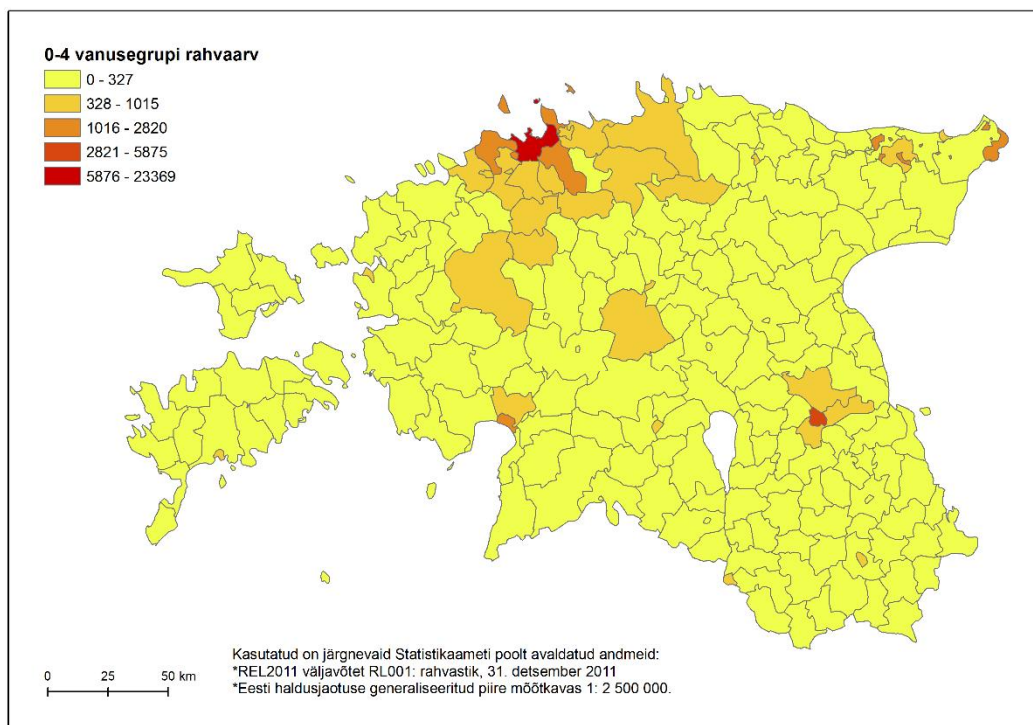
**Tabel 5.** Järvede üleujutused ja nende mõju ärihoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	1	2	2	4	269	0,4	0,7	0,7	1,5

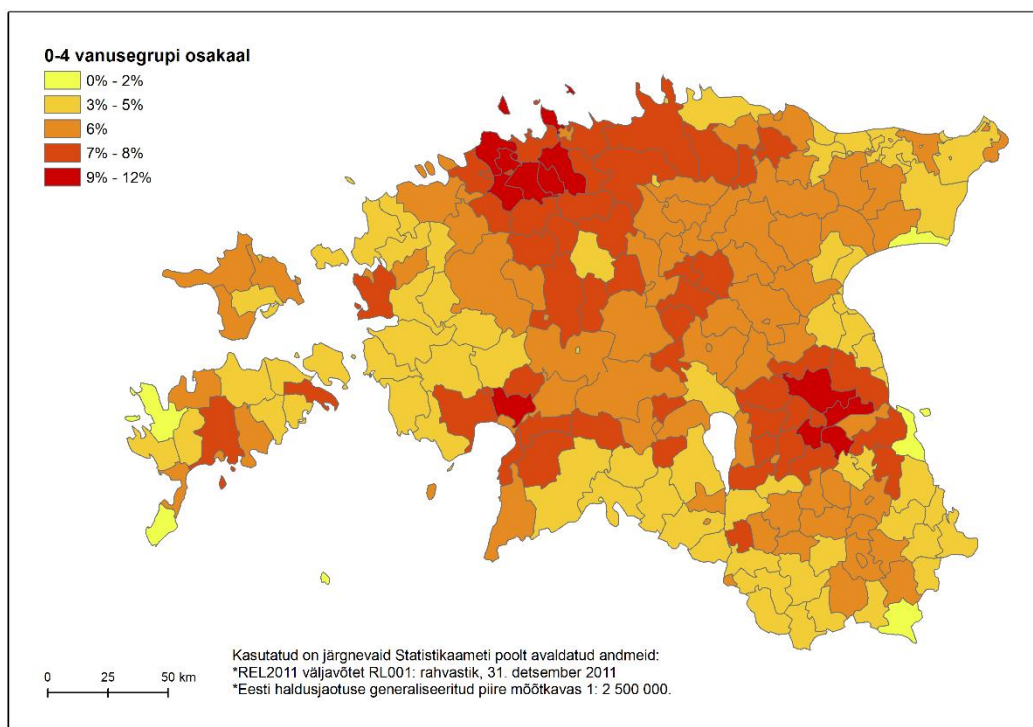
**Tabel 6.** Järvede üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Tootmishoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn			1	3	290	0,0	0,0	0,3	1,0

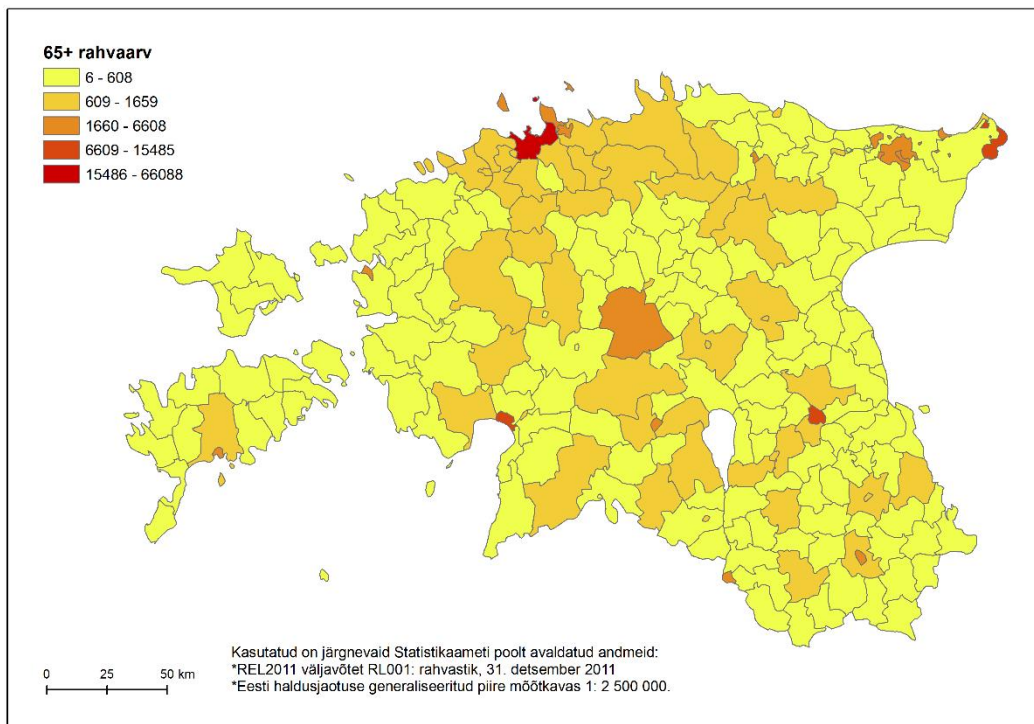
### Lisa 3. Haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite temakaardid



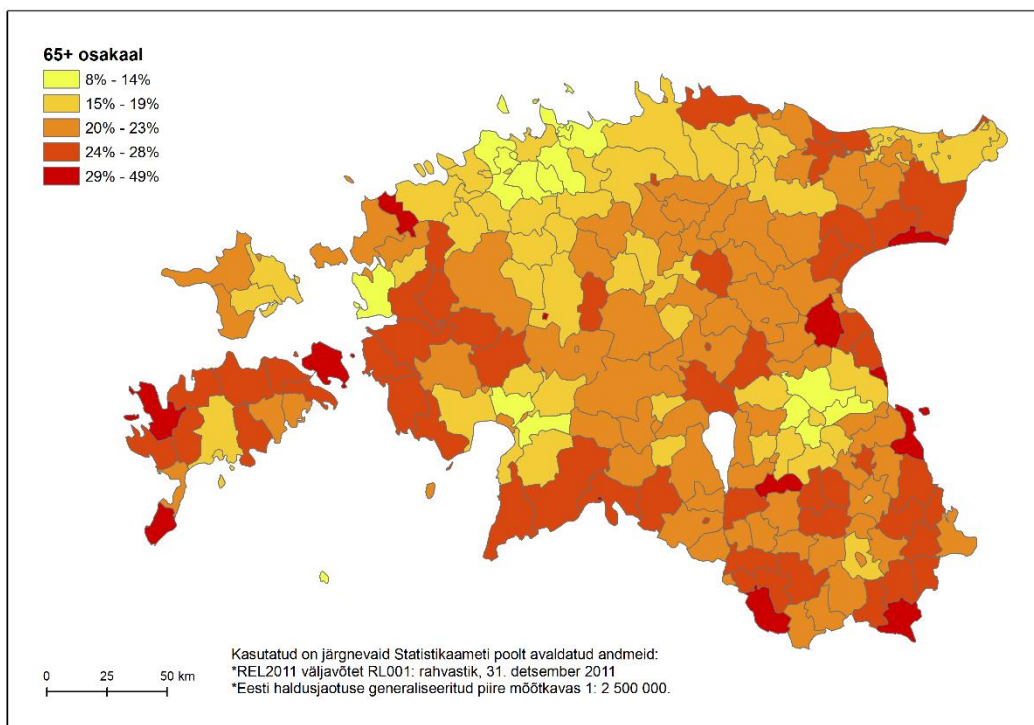
Joonis 1. 0–4 vanusegrupi rahvaarv



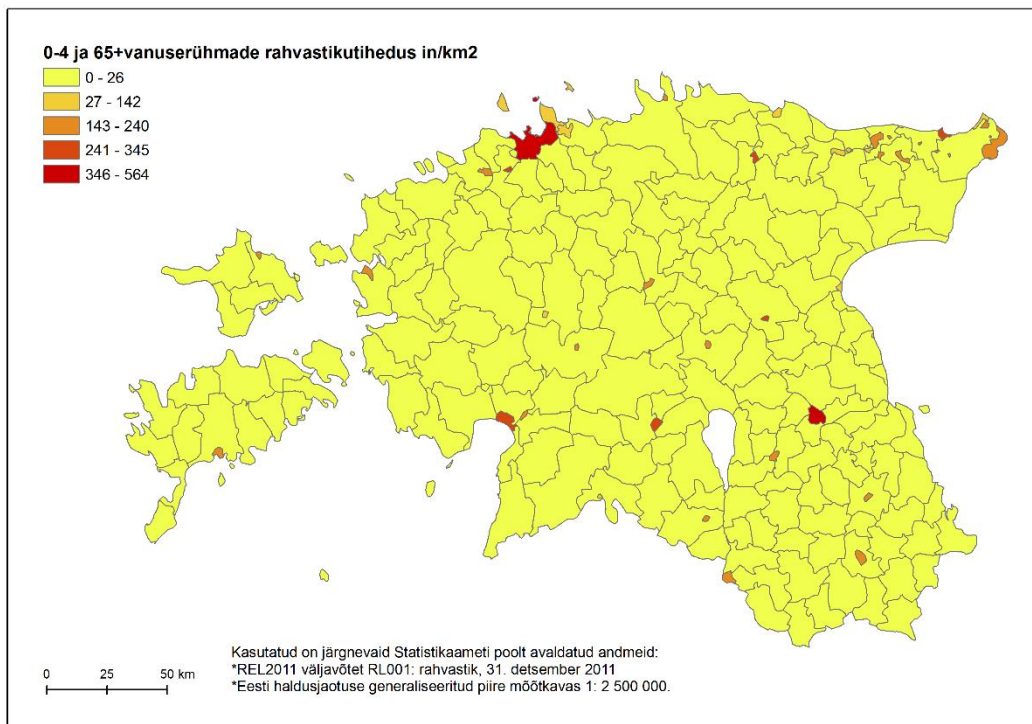
Joonis 2. 0–4 vanusegrupi osakaal



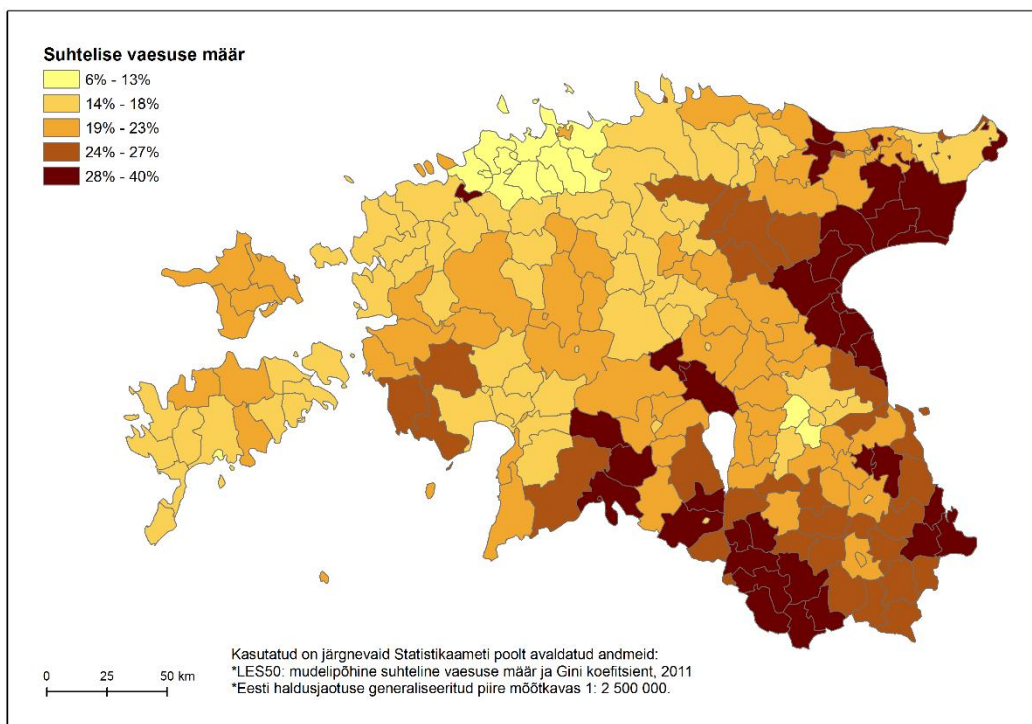
**Joonis 3.** 65+ vanusegrupi rahvaarv



**Joonis 4.** 65+ vanusegrupi osakaal

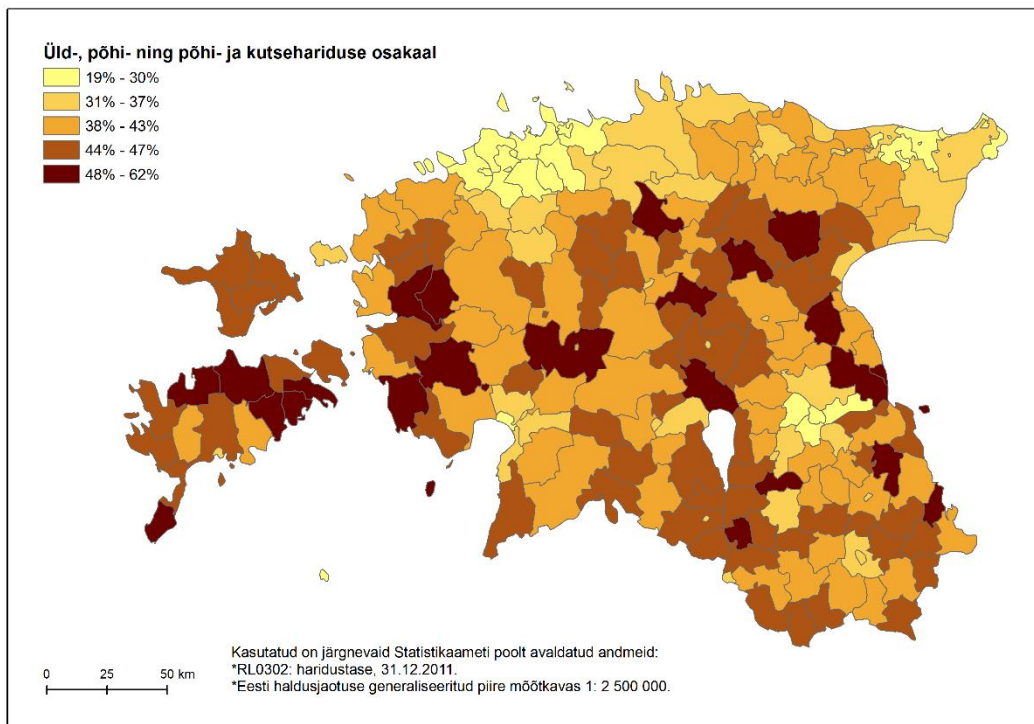


**Joonis 5.** Vanusegruppide 0–4 ja 65+ rahvastikutihedus

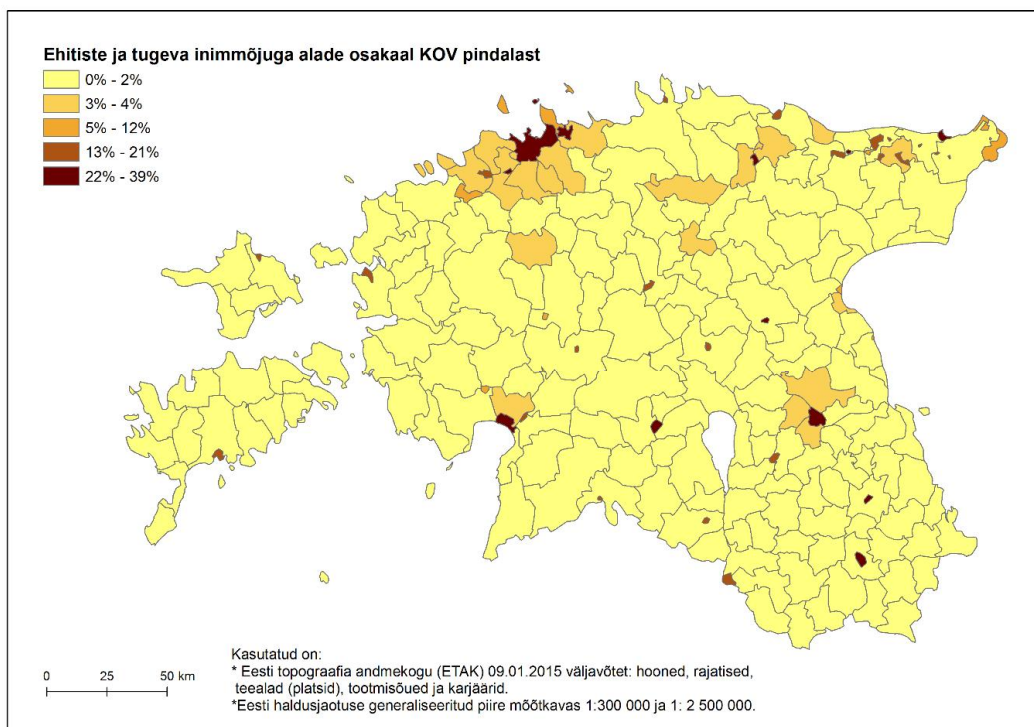


**Joonis 6.** Suhtelise vaesuse määr





**Joonis 7.** Üld-, põhi- ning põhi- ja kutsehariduse osakaal



**Joonis 8.** Ehitiste ja tugeva inimõjuga alade osakaal omavalitsuse pindalast

## Lisa 4. Seminarimaterjalide lingid

### **Avaseminar**

#### **KLIIMAKOHANEMINE – UUS NORMAALSUS**

**Reedel, 20. veebruaril 2015 kell 10–13**

**Tartu loodusmajas, Lille tn 10**

Kliima muutub ja kliimamuutuse mõjud muutuvad, ent ühiskond muutub palju kiiremini. Muutumine võib olla kiire või aeglane, pidev või kuhjuv, prognoositud ja ootamatu, juhtub, et ka saatuslik. Autod sõidavad heitliktalvisel teel mitmekaupa kraavi. Klaasbetoonist kontorites tekib suvepäikeses kasvuhuoneefekt. Viies aastaag ehk üleujutused ei ole enam ainuomaselt Soomaa kaubamärk. Ega's midagi: tuleb kohaneda! Kuidas selles looduslikus ja ühiskondlikus määramatuses kliimamuutuste ja selle mõjudega kohaneda? Kuidas tõsta Eesti rahva kohanemisvõimet? Mida riik, ametkonnad ja omavalitsused selleks teha saavad? Kuidas tõsta asustuse ja taristu kliimakindlust? Millised on kliimamuutusest tingitud terviseriskid? Kuidas ennetada hädaolukordi ja kuidas päästa hädalisi? Arutame, millised teemad peaksid kajastuma Eesti kliimakohanemise strateegias ja milliste probleemidega peame eeskätt oma ühiskonna- ja elukorraldustes arvestama.

### **Teemapüstitus**

Antti Roose

[Kuidas kohaneda?](#)

Mait Sepp

[Kuidas muutub kliima?](#)

Valentina Sagris

[Kuidas kaardistada haavatavust kliimamuutuste suhtes?](#)

### **Asustus ja planeerimine**

Martin Gauk ja Tanel Tamm

[Asustus](#)

Maila Kuusik

[Planeerimine](#)

### **Riskialad**

Alar Rosentau

[Rannikud](#)

Toomas Tamm ja Arvo Järvet

[Maaparandus](#)

### **Inimtervis**

Hans Orru, Ene Indermitte,  
Astrid Saava, Kaidi Rekker

[Tervis](#)

### **Riskijuhtimine**

Ants Tammepuu

[Hädaolukorrad](#)

**Planeerimiseminar****PLANEERIMINE KOHANEB KLIIMAMUUTUSTEGA: valmisolek vääramatuks jõuks****Kolmapäeval, 29. aprillil 2015 kell 11–16****Pärnu keskraamatukogu rippsaalis, Akadeemia 3**

Kliima muutub. Kliimamuutusi saab küll leevendada, kuid mõjude ja tagajärgedega tuleb ka kohaneda. Juhtub, mitte just sageli, et keegi peab kandma kahju. Õnnetu juhused, force majeure! Kas kliimamuutused panevad meid paremini ja pikema ettevaatega planeerima, riske teadvustama ja haavatavust hindama? Kas meil on selleks teadmisi, lahendusi ja nii häid kui halbu näiteid? Mida tuleks tänases planeerimispraktikas muuta? Mida saab kliimakohtamiseks teha riik, mida omavalitsus?

**Kus on probleem?**

Antti Roose

[Miks kohaneda?](#)

Mait Sepp

[Kas linnakliima on muutlikum?](#)

Maila Kuusik

[Kas ja kuidas saab kliimamuutustest probleem ruumilises planeerimises?](#)

KATI-GIS

Kuidas kaardistada kliimahaavatavust?

[Ettekanne 1](#), [Ettekanne 2](#)**Kuidas planeerida üleujutusriskiga linnaasumeid?**

Alar Rosentau

[Kui palju tõuseb meretase?](#)

Karri Tiigisoone

[Pärnu linna näitel](#)

Indrek Ranniku

[Tartu linna näitel](#)**Kuidas planeerida taristut kliimakindluse tõstmiseks?**

Heiki Kalberg

[Rohetaristu](#)

Mari Jüssi

[Transport ja liikuvus](#)**Rühmatööd**

Antti Roose

A – Kliimamuutuste mõjude hindamine

Mait Sepp

B – Millised andmed ja millisel kujul on vajalikud kliimamuutustega arvestamiseks?

Maila Kuusik

C – Milliseid maakasutus- ja ehitustingimusi saab määrata, et leevendada kliimamuutustega kaasnevat mõjusid või toetada kliimamuutustega kohanemist MP, ÜP ja DP tasandil?



**Mõjudeseminar****KLIIMAMUUTUS MÕJUTAB, AGA KUIDAS? Kliimamuutuste mõjude hinnanguid asustusele ja inimesele****Teisipäeval, 19. mail 2015 kell 10–15****Tartu loodusmajas, Lille tn 10**

Teadlaskond uurib. Planeeritakse. Areng pannakse kavva. Rakendatakse. Kas me oleme viimasel ajal kuulnud midagi uut kliimamuutuse mõjudest? Jah, läheb soojemaks! Tõsi, meretase tõuseb! Kuumarabandus võib olla eluohtlik! Tahaks ikka teada täpsemalt ja Eesti kohta, kuidas sõltuvalt nüüdiskliima (juhuslikust) muutlikkusest ning tulevikukliima määramatuses sajandi teises pooles linnakeskkond ja Eesti inimene kliimamuutustest mõjutatud saavad. Või siis teadusausat ülestunnistust: ega ikka eriti ei tea... Tavaks tuua edulugusid heaolulisest ja ühiskonnakorrastatud Põhjalast või tipp tehnoloogilisest ja kapitalikesksest Läänest. Hästi – milliseid valikuid on kliimakohanemiseks pidanud tegema Norra? Hindame, mõtleme koos, arutame!

**Sissejuhatus**

Antti Roose

[Teada, tuletada, hoiatada ja kahetseda: kliimamuutuste stsenaariumide poliitilised aktendid](#)

**Asustus ja maakasutus**

Kjell Harvold

[Climate change adaptation: Challenges seen from a Norwegian perspective](#)

Valentina Sagris, Tanel Tamm

Kliimamuutuste mõjude hindamine paduvihmadest tingitud üleujutuste riskialade ja kuumasaarte kaardistamise näitel

[Ettekanne 1](#), [Ettekanne 2](#)

Alar Rosentau

[Kui palju tõuseb meretase Eesti rannikutel?](#)

Toomas Tamm

[Maaparanduse küsimusi - drenaažist, kuivendamisest ja niisutamisest](#)

**Inimene**

Hans Orru

[Kliimamuutuste avaldunud ja võimalikest tervisemõjudest Eestis](#)

Daniel Oudin Åström

[Temperature and mortality relationships](#)

Ene Indermitte

[2010. aasta erakordselt kuuma suve mõju suremusele Eestis](#)

**Lõpuseminar****KLIIMA MUUTUB – KUIDAS KOHANEDA?****Teisipäeval, 18. augustil 2015 kell 10–16****Pärnu keskraamatukogu rippsaalis, Akadeemia 3**

Kliima muutub. Temperatuur tõuseb sajandi lõpuks üle 2 °C – kindlasti. Ka Eesti ühiskond muutub – kiiremini kui kliima. Eesti peab oma põlevkivienergiaga asuma senisest otsustavamalt kliimamuutusi leevendama, kuid vältimatult tuleb ka kohaneda. Kas me oskame pikemalt ette vaadata, riske teadvustada, haavatavust hinnata ja vastavalt otsustada, tegutseda ja käituda? Kas meil on selleks teadmisi, lahendusi, õppetunde ja näiteid Poliitilist tahet ja praktilist meelt? Mida tähendab kliimamuutustega kohanemine riigile, omavalitsusele ja kodanikule, kui ilm on argine, siin, nüüd ja praegu, kliimapoliitika aga võrdlemisi abstraktne, ametlik ja poliittehnoloogiline? Mida saime antud uuringu raames teada Eesti kohanemisvajadusest ja -võimekusest? Mida pakume välja, et kahjusid mitte (või vähem) kahetseda, tõsta otsustamiskiirust, et olla paindlik ja maandada riske pehmelt, laskmata juhuotsustel olustikuliselt võimendada kliimamuutust kui vääramatut jõudu?

**Kuidas vaadata tulevikku?**

Andres Tarand

Mineviku-, nüüdis- ja tulevikukliimast

**Kuidas hinnata kliimariske?**

Antti Roose

[Kui suured on riskid?](#)

Mait Sepp

[Kui kõrgele tõuseb temperatuur?](#)

Alar Rosentau

[Kui kõrgele tõuseb meretase?](#)**Kuidas hinnata kliimamuutuste terviseriske?**

Hans Orru

[Kui haavatav on Eesti inimene?](#)

Bertil Forsberg

[What are health vulnerabilities and adaptation measures in Sweden?](#)

Timo Lanki

[What are health vulnerabilities and adaptation measures in Finland?](#)**Kuidas kohaneda?**

Kjell Harvold

[Do research, policy and practice on climate change adaptation meet in Norway?](#)

Uku Varblane

[Kuidas valida kohanemismeetmeid?](#)

Maila Kuusik

[Kuidas täiustada ruumilist planeerimist?](#)

Ants Tammepuu

[Kuidas täiustada kodanikukaitset ja päästesüsteemi?](#)**Kuidas kohaneb Pärnu? Erialamatk**

Karri Tiigisoon

Kohanemisi Pärnu linnaruumis

## Lisa 5. Kliimamuutuste mõju küsitluse tulemused

29. aprillil 2015 Pärnus toimunud planeerimisseminaril paluti osalejatel hinnata kliimamuutuste mõju kolme teema – temperatuur, tuul, sademed ja vesi – lõikes.

Vastanuid oli 18, kellest 14 vastasid kõigile küsimustele. Kliimamuutuste mõju hinnati kolme teema lõikes: temperatuur (11 küsimust), tuul (2 küsimust) ning sademed ja vesi (7 küsimust). Hinnata paluti kliimateguri muutuse mõju suunda (skaalal negatiivne, neutraalne, positiivne) ning mõju olulisust (väike, keskmine, suur).

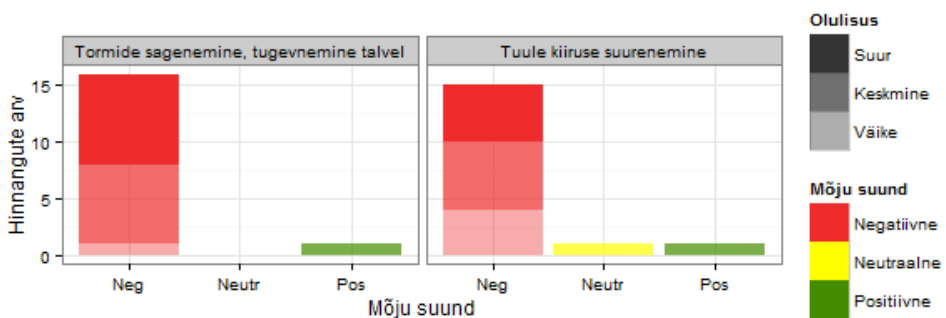
Õhutemperatuuri tõusu hinnati ühelt poolt positiivseks (Joonis 1), kuna pikeneb vegetatsiooniperiood ning väheneb pakasepäevade arv, mille kohta märgiti küsitluses, et vähenevad ka küttekulud talvel, kuid teiselt poolt negatiivseks, kuna suvel võivad tekkida ohtlikud kuumalained ja sageneda põuaperioodid, külmaperioodil on porine ning temperatuuride kõikumised võivad kaasa tuua negatiivseid tagajärgi (nt kiilasjäaga päevade sagenemine ja sellest tingitud õnnetused).

Tuule kiiruse suurenemist ja tormide sagenemist ning tugevnemist peetakse negatiivse mõjuga nähtuseks, seejuures peetakse nende nähtuste mõju ka oluliseks (Joonis 2).

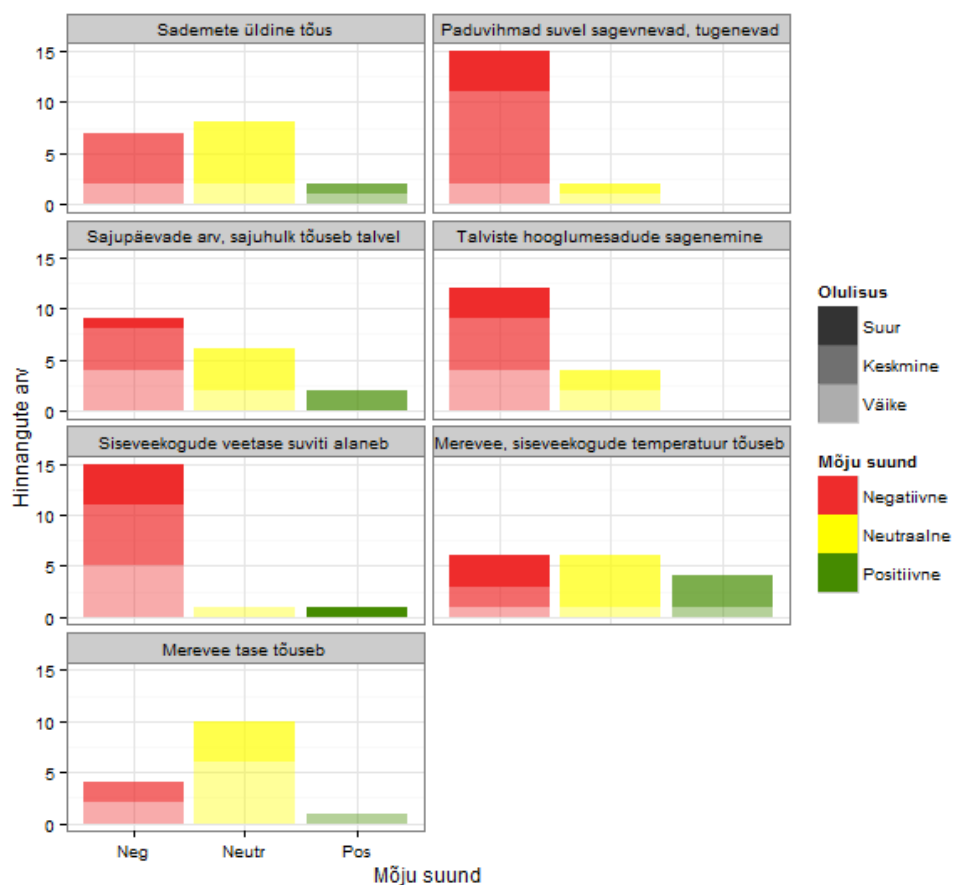
Et tulevikus muutub ka sademete ja hüdroloogiline režiim, siis sademetega seotud küsitud nähtuste mõju peetakse üldjoontes negatiivseks (Joonis 3), kuid mõnede hinnangute juures jäädi ka neutraalseks, nt merevee taseme tõus, mida lähiaastatel ei nähta otsese ohuna.



**Joonis 1.** Kliima soojeneb ja ilmastiku muutlikkus kasvab – hinnangud temperatuurimuutusega seotud nähtustele



**Joonis 2.** Tuul ja tormilisus kasvab – hinnangud tuulisuse suurenemisega seotud nähtustele



**Joonis 3.** Sademete ja hüdroloogiline režiim muutub – hinnangud sademete ja veerežiimi muutusega seotud nähtustele

## **Lisa 6. Kliimakoahanemise uuringute prioriteetid asustuse ja inimese temaatikas**

### **Planeerimine ja maakasutus**

#### Rannikualad

Meretaseme prognoossüsteemide arendamine

Arhiivi- ja teiseste allikate rakendamine üleujutusriskide hindamisel

Randade seiremetoodikate arendamine

#### Maaparandus

Maaparandussüsteemide toimimisvõime ja selle tagamine, sh rekonstrueerimisvajaduse hindamine

Kuivendusnormi ümberhindamine vastavalt kliimamuutustele ja uute projekteerimismäärade kehtestamine

Tulevikkliima niisutusvajaduse uuringud ja potentsiaalne ikalduskahju hindamine

#### Linnad

Eesti linnade haavatavus tulevikkliimas

Soojussaare efekt Eestis – nüüdis- ja tulevikkliimas

### **Tervis ja päästevõimekus**

#### Tervis

Tervisemõjude kompleksuuring vastavalt tulevikkliima stsenaariumitele

Äärmuslike ilmastikutingimuste tervisemõjud

Kuumalainete mõju tulevikkliimas

Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile

Vee probleemide terviseriskid tulevikkliimas

Siirutajate levi- ja mõjuanalüüs

Nahavähi riskianalüüs

Kliimarände potentsiaali analüüs

#### Päästevõimekus

Üleujutusriskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud analüüs

Riskianalüüsi meetodika aeglase kliimamuutuste arvestamiseks

## Lisa 7. Temperature thresholds within a heatwave early warning system for Estonia

### Introduction

Since the severe heatwaves of 2003 in Europe many countries have started to investigate the need and implement heatwave early warning systems. These systems have mainly been developed by the national meteorological institutes and public health institutes. Depending on the definition of what constitutes an early warnings system different reviews have identified a different number of countries that are considered to have started to work with heatwave early warnings. The health benefits from the implementation of the early warning system is sparse but studies from France, Chicago, Milwaukee, Philadelphia, Shanghai and Hong Kong have found that the number of deaths was lower than expected if an early warning system would not have been introduced.

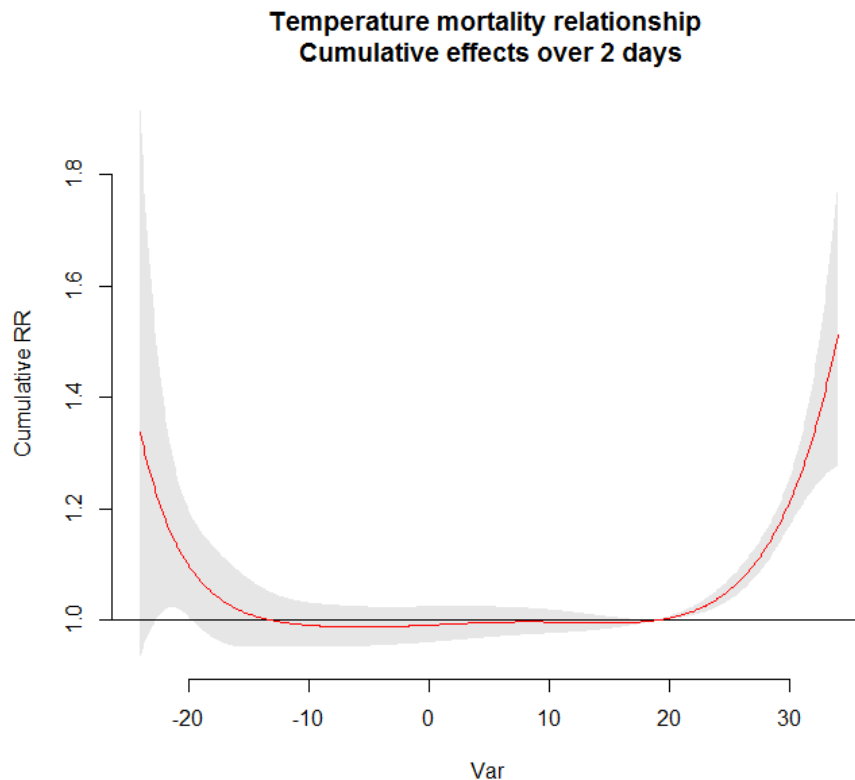
### European warnings systems

A review from 2011 (Lowe *et al.*) found that 12 out of 33 European countries had implemented warnings systems that consisted of both meteorological warnings that is also connected to an action plan. The main part of the countries developed their early warning system in the years between 2008 and 2011 but already in 2006 Hungary had a working warning system. The early warning systems for the European countries differs in terms of temperature variables, temperature thresholds as well as in what interventions taken when a threshold is exceeded. Despite these differences the main part are similar and were described by Lowe *et al.* as “forecasting”, “monitoring”, “warning”, and “alert”. The temperature variable used in the epidemiological analysis of Estonia, daily maximum temperature, is used in a range of the warning system. The reasoning behind this is both that the maximum temperature might be best in describing the relationship but also since it is convenient from a communication and forecasting point of view. To use the daily mean temperature when sending out warnings might be a little less clear rather than using maximum temperatures which might be easier to relate to. In some cases the maximum temperature might also be easier to forecast compared to the mean (SMHI).

### Thresholds in Estonia

To be able to establish the temperature thresholds for an Estonian heatwave early warning system we have looked at the general temperature mortality relationship for entire Estonia. To narrow down the short term effect of high temperatures we chose to look at lag 0 to 2 for the temperature mortality relationship. This time window was chosen based on the experience from other European warning systems. When looking at the relationship in this time frame we find that the minimum mortality temperature is lower, 17 °C, compared to the relationship for the cumulative effect over 21 days, 23 °C, and adjusted the minimum mortality temperature accordingly (Fig 1).





**Figure 1.** Temperature mortality relationship

The temperature at which the mortality is predicted to increase above 10% and 20% is 27.3 °C and 30.3 °C respectively. These temperatures correspond to the 97<sup>th</sup> and 99.6<sup>th</sup> percentile. These thresholds and the estimated effects coincide with the results from e.g. Sweden where an increase in mortality of 10% is expected at 27 °C and 20% at 30 °C although the modelling procedure is slightly different. The thresholds can also be found in other countries in Europe, Table 1.

**Table 1.** Temperature thresholds for predicting increased mortality for different countries

Country	Temperature variable	Threshold
Belgium	3-day daily max and min temp	Tmax>30 °C, Tmin>18 °C
Hungary	3-day daily mean temp	Tmean>26.6 °C (98th percentile)
Italy	3 day daily max apparent temp. Regionally dependent	10-20% excess mortality at 25.5 °C-37.5 °C. >20% excess mortality at 27.5 °C-39.5 °C.
Netherlands	5-day daily max	5+ days above 27 °C

The actions taken at the thresholds depend on local, regional or national context. In general, the health impact of temperature can be attributed to some susceptible subgroups of the population. In Sweden the national meteorological institute has decided to issue a message regarding high temperatures when the 3-day mean of daily max is expected to be above 27 °C to inform health care providers of the increased health threat posed by the high temperatures. When temperatures reach above 30 °C a general public class 1 warning is issued and this can be raised to a class 2 warning if the temperature stays above 30 °C for 5 days or reach above 32 °C for three days.

## Lisa 8. Adaptation to climate change in Finland

By Timo Reijo Lanki

### Overview of the status of adaptation

Finland was one of the first countries to compile a national strategy for adaptation to climate change (2005). A large number of Finnish researchers of climate change and its impacts, and other experts and representatives of different sectors of the Finnish society were involved in the preparation process. Stakeholders were also given a chance to comment on the strategy. The strategy described the anticipated impacts of climate change in various sectors, and outlined measures needed to adapt to climate change in a way that reduces the negative consequences and maximizes the potential benefits. The strategy also included a recommendation to start a research program on adaptation.

The national adaptation strategy was evaluated first in 2009, and then more comprehensively in 2013. The 2013 report included estimates of the level of implementation of the measures proposed in the national strategy. It was concluded that there were significant differences between sectors in the successfulness of the integration of adaptation measures into regular planning and operation. Identified problems included e.g. too little collaboration between sectors, insufficient checking of conflicts and synergies between adaptation and other policy measures, insufficient linkage between the national strategy and regional and local adaptation measures, and absence of systematic monitoring of the effects of climate change and adaptation measures. These and other observations of the 2013 evaluation round formed the basis for the revision of the national strategy.

‘National plan for adaptation to climate change 2022’ was published in 2014. By introducing the new plan Finland also implemented EU strategy on climate change (2013). The main aims of the plan were to A) include adaptation into regular planning and operation of different sectors, B) ensure that all actors have sufficient tools to evaluate and control risks associated with climate change, C) increase adaptive capacity, innovative solutions, and general awareness of adaptation through research and development, communication, and education. The plan listed key measures to be taken in near future in order to forward adaptation to climate change. These included e.g. formulating administrative-sector-specific adaptation plans, conduction of local and regional development projects on adaptation, setting up a new research program, and improving current risk management processes – among other things to take into account the reflections of global effects of climate change in Finland.

So far only a few administrative sectors in Finland have formulated plans of action, which would include concrete measures, based on the national adaptation strategy. The first sector to do so was environmental administration (in cooperation with the agriculture and forestry sector); the action plan was published in 2008. Major issues raised were adaptation to e.g. floods, heavy rains, storms, and changes in water reservoirs. The plan was revised in 2011: a greater role was given for example to communication and research, horizontal issues, and social impacts. The 2011 plan of action was also to provide support for the revision of the national adaptation strategy.

Adaptation has been touched also in other types of documents such as strategies and handbooks. For example, in the latest revision of the handbook ‘Exceptional Situations Related to Environmental Health’, published by the Ministry of Social

Affairs and Health (2014), some themes were brought up because of the climate change. Adaptation was considered important especially in the context of water supplies, extreme temperatures, and power failures due to extreme weather events. The handbook advises on preparation for and actions during exceptional situations, and defines tasks of various actors of central and local administration.

Looking at the local level, larger cities have formulated climate change strategies, but they usually focus on the mitigation of climate change. An exception is the Metropolitan Helsinki Area which has prepared a common adaptation strategy (2012). Helsinki and Espoo have evaluated adaptation measures also in separate documents. In the report for Helsinki (2012), buildings and other infrastructure and land use were defined as priority sectors based on vulnerability and city's possibilities to act. Green infrastructure was introduced as a significant part of adaptation. Identified needs were increased cross-sectoral work, integration of adaptation into the operations of all administrative branches, increased awareness of adaptation, and cost-benefit analyses.

Adaptation to climate change has found its way also to legislation. Government resolution 'Security strategy for society' (2010) provides guidelines for preparedness in the administration, and defines responsibilities before and during a crisis. Extreme weather events linked to climate change have been introduced as one threat. Importantly, 2008 revision of the government resolution 'National land use guidelines' included also several aspects of adaptation to climate change: land-use decisions were to support adaptation, land-use planning was to take into account flood-danger areas and prepare for increased storms, heavy rains, and floods. There are also a law and a government decree on flood risk management (2010), to implement an EU directive, which obliges to take into account long-term changes in climatic and hydrological conditions. Finally, the new 'Climate law' (2015) provides a framework for the planning and monitoring of climate policy in Finland, including also adaptation. The law requires formulating a national adaptation plan at least every 10 years. The plan has to include evaluation of risks and vulnerabilities, and at need sectoral action plans. Efficiency of the adaptation measures included in the plan is to be evaluated at least once in an electoral term.

In Finland, the Ministry of Agriculture and Forestry is in charge of coordinating the implementation of national adaptation plan. The ministry has set up a national working group, where all key ministries, research institutes, as well as regional and local administrative level are represented. The working group is responsible for the implementation and monitoring of the adaptation plan, as well as promoting cross-sectoral actions, and raising awareness of adaptation. The Finnish Climate Panel provides scientific advice for climate policy, including adaptation, and serves as an advisor to the Finnish ministerial working group on energy and climate policy. The panel was established in 2012, and the Climate Law gave it later an official status. The panel is an independent, interdisciplinary think-tank of top-level scholars. In order to provide public with reliable information on the effects of climate change, and needed mitigation and adaptation measures, a web portal was opened in 2011.

Scientific research on the effects of climate change and adaptation needs and efficiency, should form the basis for adaptation. However, there has been relatively little research on adaptation in Finland, and hardly any research focusing on health. Based on the recommendation of the 2005 national adaptation strategy, a research program on adaptation to climate change was carried out 2006-2010. However, the program was severely underfunded, and did not include research projects on the

health effects. In 2011, Academy of Finland, the main research funding organization, launched a research program on climate change: seven projects dealt with sensitivity and adaptation to climate change. The system of research funding was partly remodeled in Finland in 2014. Now there are funds available for more 'strategic' purposes in the Academy of Finland, and to lesser in the Prime Minister's Office. It is likely that adaptation research will be funded through these instruments to some level.

### **Air pollution and allergies**

Climate change has been predicted to lead to more frequent wildfires, emitting massive amounts of air pollution, and increased levels of ozone. Finland occasionally suffers from air pollution episodes caused by long-range transported wildfire smoke and ozone. As required by the EU air pollution directive, a notice is given when 1-hour ozone level exceeds  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Finnish Meteorological Institute is responsible for notifying about the exceedance; the notice will accompany weather forecasts, and can be found on a webpage. At all times, information on the levels of ozone and other air pollutants, including fine particles, a major component in forest fire smoke, can be found in a national web portal for air quality. Air pollution data of the portal originates from approximately 100 air quality measurement stations in Finland.

In the case of a severe episode of wildfire smoke, Finnish Meteorological Institute draws up a notice. In addition, information on the smoke episode is transferred to authorities through the LUOVA system which was taken into use in 2010 (with some piloting customers). LUOVA is a natural disaster warning system producing advance warnings and round-the-clock information about exceptional situations for the government and safety authorities. Climate change has not been the original incentive to set up the system, but information analyzed and forwarded covers at the moment, in addition to wildfires, e.g. storms, floods and flash-floods, and sea level rise. The system does not yet include health authorities.

Some larger cities have published action plans for a sudden deterioration of air quality. The plan for Helsinki Metropolitan Area covers, among other things, long-range transported episodes of ozone and fine particulate air pollution. Again, adaptation to climate change has not been the original reason for the plan. A notification is sent to public and a limited number of authorities when fine particle levels exceed  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for 3 hours, and the situation is predicted to continue. When particle levels exceed  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for 24 hours, a notification is sent to public, media, and a larger number of authorities. Depending on the seriousness of the episode, local environmental center may also give recommendations on how to decrease health risk, and may advise avoiding residential wood combustion.

Especially during the spring time, street dust severely reduces air quality in Finland. Studded tyres are a major cause of street-wear and consequently street dust. Climate change has already changed driving conditions in winter especially in the Southern Finland. Consequently, studded tyres are becoming less and less a necessity during wintertime. Therefore, the city of Helsinki initiated in 2011 a research program on the use of studded tyres which covered also health effects of street dust and accidents. Long-term aim is to reduce the use of studded tyres; first phase will include an information campaign.

In Finland, indoor air quality problems due to molds and other microbes originating from moisture damaged building structures are a major problem. It has been predicted

that moisture damages will become even more common because of climate change, as there will be more precipitation, floods, heavier rains, more sloping rains, and higher temperature (facilitating microbial growth). More energy efficient buildings may also lead to indoor air problems because of slower drying of structures, and less ventilation. The National Building Code of Finland contains binding technical regulations aimed especially at new buildings, and less binding instructions. Work has been started to revise the section on insulation and moisture originating from 1998. In the report evaluating the functionality of current code, most experts saw a need to take into account adaptation to climate change, by raising the standards, but mainly concerning new buildings.

Climate change may bring with itself changes in pollen season, levels or allergenicity of pollen, and new plant species producing pollen. University of Turku produces national forecasts of the levels of pollen from some major allergenic species, and the forecasts are widely forwarded in the media. The system seems to serve the society well, but at some point new species may have to be added on the list of species reported. One species potentially leading to major allergenic reactions on a population level in future is *Ambrosia artemisiifolia*. The plant has been placed on the list of species under surveillance in the recent National Strategy on Invasive Species (2012). A law to implement EU directive on invasive species is under development; a government decree will be issued later listing nationally significant invasive species to be regulated. A web portal providing information and instructions on foreign species was opened in 2014.

### **Extreme weather events**

Some extreme weather events, such as heat waves and sudden heavy rains leading to urban flash floods, seem already have gotten more common in Finland; more winter-time floods, floods due to short-term sea-level rise, and summer-time droughts, but less cold-spells are to be expected. In order to decrease health and other risks due to the events, Finnish Meteorological Institute has added over the last few years new types of warnings in the repertoire. Warnings (next 24-h), and in some cases early warnings (next 2–5 days) are now available for e.g. heavy thunderstorm, high wind, forest fires, grass-land fires, heat, cold, rough sea, and slippery walking conditions due to ice. Some warnings are forwarded to the authorities through the LUOVA system.

*Heat waves.* Heat wave warnings have three levels in Finland – the lowest-level warning is given when the daily maximum temperature is expected to stay above 27 °C, and minimum temperature above 14 °C, for at least three days. The warning may be given 5 days before an expected heat wave. The problem is that no process has been established which would ensure that a warning would lead to preventive actions by health authorities. There is also no authoritative document describing the actions expected. The handbook on exceptional situations related to environmental health describes only in a general way the health risks caused by heat, and actions that that would reduce the risks. A recent handbook on heat and cold effects for health care workers introduces an operations model, but the book has been produced by one hospital district, and seems not to have been taken into wider use.

A recent questionnaire study found that Finnish hospitals and health care centers seem not to have taken systematic preventive measures with regard to heat, even when heat

frequently causes problems in daily health care work. The handbook of the Ministry of Social Affairs and Health, 'Preparedness Planning for Health Care', dates back to 2002, and the listed potential disturbances do not include heat waves. One principle presented in the handbook is to change the focus of preparedness from unit-specific measures to regional preparedness. Regional State Administrative Agencies, hospital districts, and municipalities are responsible for preparing regional preparedness plans in Finland. A recent survey found out that most hospital districts did consider natural disasters as an important phenomenon to be prepared for. The handbook on preparedness planning for health care will be revised in near future, and it is to be expected that heat waves will be covered, too, at least on a general level.

At least partly driven by climate change, the new government decree on housing conditions (2015) has introduced upper boundaries for indoor temperature during summer time: 32 C in apartments, schools, day care centers and similar indoor spaces; 30 C in nursing and elderly homes and similar indoor spaces. Hospitals are not specifically mentioned, but most likely the decree will be implemented in a way that the 30 C action limit will include also hospitals. At the moment, section on the temperature insulation in the national building code is under revision, but it is unclear whether measures to decrease effects of high temperature will be included in the code. In the meantime, more and more Finns are installing air-source heat pumps in order cool they apartments and houses, and district cooling has been introduced in several cities. Finnish media is also more aware of the health risks caused by heat waves than previously; at least partly because of the information provided by governmental research institutes during the recent years.

*Storms.* Storms cause major disturbances in the society by interrupting electricity (or other types of energy) production and distribution which further causes interruption of supply of water and heat, the latter being crucial in the harsh winter conditions of Finland. Health sector is especially vulnerable to disturbances in energy, heat, and water supply. The importance of high preparedness to interruptions in energy supply has been emphasized in most Finnish documents on security and preparedness. The recent law on preparedness (2011) also requires the state and local authorities to be prepared for exceptional situations. Therefore, also municipalities have compiled preparedness plans, and they typically include storms.

Storms cause longer-term disruption of electricity supply most often by knocking down trees onto power lines. Some recent storms caused wide-spread and prolonged breaks in electricity supply, which lead to public debate on the responsibility of energy firms to provide electricity without interruptions. The debate also influenced the recent law on electricity market (2013). Consequently, there is currently a push by energy suppliers to move above-ground power lines underground. Another trend is that almost all new single-family houses come equipped with at least one fireplace. This is seen as an important measure to provide security during possible winter-time power breaks - some municipalities have even included the requirement in the building code, which makes it mandatory.

*Floods.* Floods may be a direct risk to health in extreme situations, but in Finland the health risks are almost exclusively caused by indirect mechanisms. Floods may, for example, interrupt energy production and transfer, or water supply and sewerage (next chapter), and lead to indoor air problems caused by moisture damage. Damage to private property and economical losses may also lead to harmful effects on mental

health. Adaptation to increased flood risk has advanced substantially during the recent years in Finland.

New legislation, based largely on the EU directive on flood management, has forced regional authorities to evaluate and map flood danger areas, and to evaluate risks caused by floods based on population number and vulnerable and valuable targets, such as hospitals and energy production facilities, on the areas. Municipalities have also started to compile flood management strategies and plans for high-risk flood zones. In 2014, a national flood center was set up by the Finnish Meteorological Institute and Finnish Environment Institute in order to step up the prevention of harmful effects of floods. The center is responsible for providing up-to-date information and warnings concerning water levels, heavy rains, and floods both to public and authorities; the center also maintains a web-based system on flood risk maps.

In urban areas, flash floods may be caused by sudden heavy rains leading to massive runoff. Municipalities are responsible for preventing the flood damage on their areas, and therefore some larger cities have drafted management plans concerning runoff water. The association of Finnish Local and Regional Authorities has acknowledged that heavy rains are getting more common with the changing climate, and has recently published a handbook intended for municipal authorities on the management of runoffs. Recommendations to improve adaptation on the long run include for example installing sewer pipes specifically for runoff in areas where they are still missing, and reserving enough space for green areas and other areas with permeable surfaces. In order to mitigate climate change, cities are built more compact, and therefore the latter requirement may lead to conflicts in land use. However, urban green areas are needed also to reduce the effects of heat waves.

One should not forget about the psychological damage that extensive flooding and other types of extreme weather events may cause in the population. Mental health problems may be created for example by a personal financial loss. Starting in 2014, damage caused by flooding of waterways is no longer compensated by the state. Instead, private persons and businesses are to take insurances. Insurance companies are developing new products to cover flood damage, and time will tell how the change affects the situation of individuals after flooding. The handbook on preparedness planning in health care underlines the importance of psychosocial support in the event of a disaster, but it remains to be seen whether extreme weather events will trigger the support in future.

### **Water-related problems**

Climate change will affect water supply e.g. by increasing the frequency of storms, floods and heavy rain, and drought periods. The need to make changes in the practices and infrastructure of the water supply system in Finland in order to adapt to climate change has been widely acknowledged. Larger scale water scarcity is not expected in Finland because of large water reservoirs, but some waterworks have pump stations which already now occasionally suffer from water shortage. The need to adapt to climate change is more related to temporarily changes in water quality and short-term interruptions in water supply, which threaten in future to become more frequent due to extreme weather events.



The handbook on exceptional situations in environmental health instructs in detail environmental health authorities in handling observed or suspected problems in water quality. In 2014, the law on water supply was revised, and every waterworks was required to compile a preparedness plan in order to act efficiently in exceptional situations. Municipalities are also expected to cover water supply, as well as other environmental health issues, in their preparedness plans. At the moment, Finland is taking into use a risk management system in water supply, which is based on the Water Safety Plan introduced by WHO in 2003. Risk management tools have already been developed; the tool intended for larger waterworks is web-based. The use of risk management system is at first voluntary for the waterworks.

Most of the Finnish water-borne epidemics are currently caused by Norovirus or Campylobacter. Especially vulnerable to microbial contamination in future will be waterworks utilizing a groundwater source. Epidemics caused by protozoans are rare, but threaten to get more common because of climate change. Cyanobacteria are also likely to benefit from climate change in Finland. Some waterworks already have problems with abundant cyanobacteria in raw water, and are required to monitor more intensively both raw and treated water, and have additional water treatment methods such as active carbon treatment.

In general, changing climate will require more intensive monitoring of water quality, and the most reliable water treatment techniques. In the case a microbial water quality problem arises nevertheless, waterworks should have the capacity to disinfect pipelines. Early warning of extreme weather events would help waterworks in getting prepared for acute problems. At present, the information from various weather warning systems is not forwarded automatically to all waterworks in Finland, and the personnel may not be trained to interpret the warnings.

It is the responsibility of municipals to prevent, identify, and restrict epidemics, and to inform authorities and public about them. Every municipal has to have a task force to handle possible water- or food-borne epidemic based on a decree of the Ministry of Social Affairs and Health (2007). The task force is responsible for reporting a suspected epidemic further. Since 2010 the report has been placed in an information system maintained by the National Institute for Health and Welfare; the system automatically forwards the report to Finnish Food Safety Authority Evira, hospital districts, Regional State Administrative Agencies, and National Supervisory Authority for Welfare and Health.

Long-term adaption to climate change and with it to possible power breaks, water scarcity, and water quality problems requires foremost backup systems in waterworks for electricity and water supply. One approach in Finland has been to connect supply systems of adjacent waterworks in case of emergency; some other waterworks have added a secondary raw water source into the supply system. While planning adaption to climate change, for example selecting a new raw water source because of changing groundwater levels, several national web-based databanks can be used: a databank on groundwater includes information on groundwater sources, levels, and risk posing operations on the area; databank on surface water includes information e.g. on algae blooming and hydrology; flood danger maps are available in another national information system.

Aging pipelines pose a challenge in Finland considering climate change and water security; calls have made to speed up replacement of old water pipes. A large number of Finns are not connected to a municipal water system. Instructions are available for

them concerning the selection of the location for a well, and its construction and maintenance. It is unclear how well climate change has been taken into account in the instructions. It has been proposed that households should inform authorities before setting up a well –this would provide one way of supervising private water sources.

There are more than 2000 public beaches in Finland. The Finns are well aware that swimming in a water containing plenty of cyanobacteria is not recommend; Finnish Environment Institute is responsible for maintaining a public database on cyanobacteria levels in Finnish surface waters. Most bacterial contamination cases in swimming water are caused by cyanobacteria or fecal microbes. Weather conditions often contribute to the development of an epidemic caused by swimming water, and therefore adaptation to climate change is relevant. EU directive on bathing water (2006/7) sets a framework and requirements for the monitoring of swimming water quality of the most frequently used beaches (350 in Finland), but the water quality is monitored also on other public beaches in Finland. In the case of a contamination, the owner of the beach has to inform the public; health authorities may also prohibit the use of the beach.

### **Food security**

The so called zoonosis directive of EU (2003) requires authorities from different fields, such as veterinary treatment, food security and health, to increase cooperation considering vector-borne diseases and food poisoning epidemics. Therefore, the Finnish Zoonosis Centre was established in 2007; the center is a network of experts of the National Institute for Health and Welfare and the Finnish Food safety Authority Evira, the organization responsible for the supervision of food safety in Finland. Similarly to waterborne epidemics, suspected or confirmed food poisoning epidemics are entered into the national information system, which will forward the information further to the appropriate authorities.

Climate change may even increase the net production of food in Finland, and therefore sufficiency will not be a problem. However, climate change will change growth conditions of microbes, and this may lead to increased food quality and security problems on some production lines. Warmer and more humid productions conditions will also most likely lead to increased use of biocides which may compromise food security. It has been suggested that plant protections risks have already started to increase in Finland due to climate change.

One of the main challenges will probably be posed by mycotoxin producing moulds growing on crops; mycotoxins are even mentioned in the context of climate change in the strategy 2014-2020 of Evira. Temperature and humidity are the key determinants of mycotoxin levels. Evira has developed a method to detect simultaneously thirty mycotoxins. Measures to prevent mycotoxin related poisonings include e.g. efficient monitoring of foodstuff and feedstuff, disposal of contaminated material, and taking care of ideal drying and storage conditions. In order to adapt to climate change, predictive models should be developed based on data on contamination cases and meteorology. Further, development of early warning systems for mycotoxins and the moulds producing them would help in preventing the health effects.

Shorter and milder winters and more humid summers in future may also lead to spread of Echinococcus in Finland. Currently wild berries and mushrooms are free of the parasite eggs and can be eaten unprepared, but preventive measures such as

heating of berries may be needed in future in some areas. Pets may act as carries of the parasite, and therefore all dogs have to be treated against echinococcosis causing tapeworms before entering Finland. Common food poisoning bacteria such as *Listeria* and *Mycobacteria* may also benefit of future warmer climate. Therefore, good hygiene and uninterrupted cold chain will be in future even more important than today.

### **Vector-borne diseases**

One of the early effects of climate change in Finland seems to be the spread of ticks and tick-borne diseases further north, although there are also other factors contributing to the spread. Cases of tick-borne encephalitis are getting more and more common, and public debate has begun about the responsibility of state to provide vaccinations against tick-borne encephalitis. In 2006, a temporary vaccination program was initiated in Åland – all islanders 7 years or older were entitled to free vaccinations. In 2010 the program was prolonged until 2015, and the age limit was lowered to 3 years. Persons moving in nature during warm season in the areas where encephalitis has been observed are recommended to take the vaccine on own cost. Providing the public with information on the need and ways to protect oneself against tick-bites has been the main adaptive measure taken.

Mosquitos are major vectors for diseases worldwide; in Finland the most common mosquito-borne diseases are tularemia and Bogosta disease. The occurrence of both diseases is partly determined by climatic factors. First Pogosta disease epidemic was observed in Finland as recently as 1974, and other types of mosquito-borne diseases are likely to appear in future. The major problem in forecasting the spread of mosquito-borne diseases is the lack of data on mosquito species and their area of distribution in Finland.

*Leptospiroris* is an example of a bacterial disease which may become more common because of mild and wet winters in future. The major tool in observing changes in the incidence of *Leptospirosis* and other infectious diseases in Finland is the National Infectious Disease Register running since 1995. The register is crucial also in the surveillance, and prevention of epidemics, of the diseases caught by travelers abroad. Adaptation to climate change should include also adaptation to changes in the disease occurrence abroad. Plenty of information is available for tourists and business travelers concerning vaccinations and other preventive measures needed abroad.

Finland is free of endemic rabies, but climate change most likely will increase the number of small carnivores which are typical vectors, and thus increase the risk of the disease. Since 1999 authorities have dropped yearly vaccine-infused baits from airplanes on the south-east border to Russia in order to prevent the spread of the disease in wild animals. Another preventive measure is the obligatory rabies vaccination for hunting dogs and dogs in the service of authorities; dogs and cats brought to Finland also have to be vaccinated.

## **Lisa 9. Climate Change adaptation in Sweden – Roles and responsibilities**

By Bertil Forsberg

In 2007, the final report was issued by the Swedish Commission on Climate and Vulnerability, called “Sweden facing climate change – threats and opportunities”. Since then, the work on climate change adaptation has been strengthened in Sweden and many agencies are gradually developing adaptation strategies in their respective fields. The roles and responsibilities of climate change adaptation in Sweden include all levels from local (municipalities), regional (state county administrative boards) to national.

### **Local – regional municipalities**

At the local level the role of the municipalities includes several important activities in which adaptation can and should be integrated. The municipalities are responsible, for example, for functioning water and sewerage systems, energy and waste facilities, schools, care homes, health care at home and social care. Most primary health care centres and hospitals are however run by the regional county councils. According to several legislations, they are also authority practitioners in charge of supervision, control and permission granting. They handle environmental protection and nature conservation as well as the examination and surveillance of the Environmental Code.

The municipal emergency management and civil protection are important features for the development of risk and vulnerability analyses of adaptation strategies. The responsibility includes both sectorised operational planning and physical planning.

### **Regional**

The state county administrative boards have a broad responsibility when it comes to climate adaptation. In addition to the regional responsibility, they have an important role in providing support to municipalities for their environmental efforts. Inter-municipal aspects will also be controlled, such as floods, because climate issues are often transboundary.

Since 2009 the state county administrative boards are responsible for climate change adaptation at a regional level. A number of areas are relevant to consider based on the need for climate change adaptation. They are:

- Regional development
- Sustainable community planning and housing
- Nature conservation and environmental protection
- Crisis management in peacetime and emergency services
- Social care
- Communications
- Food inspection
- Farming
- Cultural environment
- Gender equality
- Civil defence
- Animal protection and veterinary questions
- Reindeer management (in the provinces of Norrbotten, Västerbotten and Jämtland)
- Fishing

## **National**

Many central agencies play an important role through their respective sectorial responsibility. Some 30 agencies are working on prevention, increased competence and knowledge as well as improved preparedness for disruptions in vital public services. However, no national agency currently has the overall responsibility for climate change adaptation.

The Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), has been commissioned to create a national knowledge centre for climate change adaptation. The purpose is to collect updated knowledge about vulnerability and climate change adaptation. SMHI operates an adaptation portal as a tool for disseminating information. The purpose is to collect updated knowledge about vulnerability and climate change adaptation. One important aspect is to provide good examples and thereby make it easier to practice adaptation at local and regional level.

### **The Swedish Portal for Climate Change Adaptation**

The Swedish portal for climate change adaptation is intended to support society and citizens preparing for climate change consequences. The portal offers comprehensive information and support within a number of areas.

The portal contains information about the effects of climate change, risk management, how an adaptation plan can be developed and examples of how climate change adaptation can be integrated into the daily work. The portal provides information to support both short and long-term adaptation. The target group for the portal is currently municipalities and county administrative boards.

The portal is a result of the cooperation between seventeen Swedish governmental agencies - in collaboration with Sweden's municipalities and county councils. Every agency is responsible for their area of expertise and the combination gives a broad spectrum of information. At regular intervals a dialogue is held between the agencies to gradually develop the portal. There is also a discussion between the Nordic portals and the EU portal.

The following seventeen governmental agencies are involved in the portal:

- Geological Survey of Sweden
- National Food Agency
- National Veterinary Institute
- Public Health Agency of Sweden
- Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI)
- Swedish National Board of Housing, Building and Planning
- Swedish Environmental Protection Agency
- Swedish Energy Agency
- Swedish Civil Contingencies Agency
- Swedish Mapping, Cadastral and Land Registration Authority
- Swedish Geotechnical Institute
- Swedish Board of Agriculture

- Swedish Forest Agency
- Swedish Agency for Marine and Water Management
- Swedish National Heritage Board
- Swedish Transport Administration
- National Land Survey

### **New climate adaptation activities at national agencies, planned or ongoing 2015**

*Climate change adaptation in Sweden is an annual, inter-sectorial conference open for all stake-holders within climate adaptation. The meeting this year (2015) is going to be held in Stockholm September 23 the title is Who pays, who acts and how should we explain why?*

Swedish Board of Agriculture, Swedish Forest Agency, Swedish Agency for Marine and Water Management, Swedish National Board of Housing, Building and Planning and Swedish Transport Administration are working on *New guidelines for green infrastructure* (October 2015).

The Swedish National Board of Housing, Building and Planning has a project on *Climate change adaptation in physical planning* and another on *Environment and climate motivated rules for planning and building*.

A heatwave warning system is now (since 2013/2014) run by Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), but a national heatwave plan is lacking. The Public Health Agency of Sweden has 2015 started a project on *Heatwave action plans and advice on preventive measures* by municipalities, care givers and the public. A first report prepared by Umeå University for the agency was published in June 2015. The project is funded by Swedish Civil Contingencies Agency.

Swedish Board of Agriculture will during the autumn 2015 publish a number of *reports on how extreme weather events, in particular floods, may affect food production* in green houses, fish farms and farming in general.

The National Land Survey (Lantmäteriet) runs a project together with Swedish Meteorological and Hydrological Institute to create *a web based presentation of hydrological data* (lakes, water flows) in scale 1:10 000. The first products are expected in 2015 and the project will be finished in 2017. The goal is to support analyses and planning.

An important service, the new *Elevation model service*, displays raster images over Sweden that visualize the terrain shape in two variants, a gradient image and a shadow image. Raster images are based on a terrain model created based on land classified elevation data from laser scanning of the ground surface. The service also contains layers with information about the date, origin and method of data collection. The elevation model is important for planning and adaptation in order to analyse the effects of rising sea level, extreme river flows and the risk of floods.

The National Land Survey also works to more generally offer maps and geographical data as open data free to use without any costs.

The National Food Agency is involved as an expert agency in the *National Drinking water assessment* by a committee appointed by the Swedish Government for the analysis of drinking water issues including the safe drinking water production under a

changing climate. A report on climate change and drinking water supply has been published in June 2015 (Klimatförändringar och dricksvattenförsörjning (SOU 2015:51)).

The National Food Agency is promoting research collaboration on drinking water in Sweden and between Nordic-Baltic countries.

The National Food Agency is also offering *regional training and knowledge support* to increase the local and regional preparedness regarding crisis for drinking water production. The project ends 2016. Two separate activities deal with alternative water supply for the largest cities and loss of electric power.

The Swedish Civil Contingencies Agency (MSB) runs or funds several projects on climate change and natural disasters, and two new will start during the autumn 2015. The agency has 2015 published a report on *how heatwaves affects the local level*; health care, energy, drinking water, food distribution and other sectors. The agency also conducts an *inventory to identify the need for guidelines and support to handle extreme rainfall events*, and adaptive measures in built and planned areas.

The Swedish Civil Contingencies Agency has asked three state county administrative boards (Halland, Värmland och Västra Götaland) to investigate the *impacts of the extreme rainfall* that occurred during August 2014. This is to prepare for legislation regarding flood risks.

The government has asked The Swedish Civil Contingencies Agency to *improve the societal preparedness based on experiences from the large wild fire* in Västmanland during the summer 2014, and in particular consider how a changing climate motivates a better capacity. A report should be ready in January 2016.

The Swedish Geotechnical Institute works on several mapping and assessment reports (2015-2016) on *how a changing climate may affect erosion and the risk of landslides* along rivers and coastal areas, including a methods report for vulnerability assessment and guidelines for how to use risk maps. The work is partly done in collaboration with The Geological Survey of Sweden, running similar studies and projects on potential landslides and floods.

The Swedish Geotechnical Institute also works on Guidelines for vulnerability assessment regarding *how natural disasters (landslides and floods) may affect polluted areas*, to be published during 2015.

The Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) has been commissioned to create a national knowledge centre for climate change adaptation and runs the adaptation portal, which during 2015 will be updated regarded adaptation measures (September 2015).

SMHI is also responsible for preparing a lot of information to support adaptation. SMHI develops *New regional (down scaled) climate scenarios* (November 2015), calculates *Sea level rise under different climate scenarios* (December 2015), and conducts a *Study of extreme rainfall in Sweden*.

SMHI also offers a *Short course on climate change and climate adaptation* for those who will work with adaptation; 5–6 May and 13–14 October 2015.

The National Veterinary Institute runs a project around *Strategies for monitoring of vectors (mosquitos) and related diseases*, and methods to fight invasive insects. A report on risks, monitoring, measures and responsible organisations are expected



before the end of 2015. The institute also has a project on how climate change may increase the spread of zoonoses and will also prepare a report on microbiological risk analysis for surface water as drinking water source.

The Swedish Association of Local Authorities and Regions (SKL) publish own reports on climate risks and *reports to guide municipalities in their work on climate adaptation* (new report during the autumn 2015). SKL also arranges conferences on climate adaptation 8–9 October and 18 November 2015.

### **Recent reports on climate adaptation**

The Swedish Meteorological and Hydrological Institute has recently coordinated the work behind a *follow-up report on climate adaptation in Sweden* after The Swedish Commission on Climate and Vulnerability published its final report called “Sweden facing climate change – threats and opportunities”. The new report ”Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat” was published in the spring 2015.

This report concludes that “Climate adaptation initiatives in Sweden have advanced significantly in recent years. Notable examples include governmental missions for a national elevation database, landslide risk mapping in the Göta Älv River Valley, the Swedish drinking water investigation, the County Administrative Boards’ regional climate change action plans, and the establishment of the National Knowledge Centre for Climate Adaptation.”

This new report provides proposals for a road map for climate adaptation in Sweden and concludes that climate adaptation is best conducted in a long-term manner, that roles and responsibilities should be made more transparent, and that better coordination among the many actors involved in climate adaptation is necessary.

The most important conclusions for continued work are:

- Laws and regulations need to be adapted; roles and responsibilities as well as strategies and goals should be made clearer.
- Priority and funding should be given to research and development measures that fill an identified knowledge-gap, including long-term monitoring.
- Knowledge and decision support as well as prognoses and warning systems should be more accessible.
- There is a need to outline how the costs of adaptation should be distributed among actors and how resources for prioritised measures can be guaranteed.

The Swedish Environment Research Institute (IVL) published in May 2015 a *report on climate adaptation in Swedish municipalities*. The report builds on a survey where 165 out of 290 municipalities responded and reported on their work. The results from the survey have resulted in a comparison and ranking of the municipalities’ climate adaptation work. For the ranking, the questions have been awarded points which were summed up.

96% of the municipalities expect to be affected by climate change, with increased precipitation, increased river flows and increased temperatures as the most important factors. 67% of the municipalities have identified the sectors and areas that are most vulnerable, but only 44% have identified possible adaptation measures for these. Measures taken mostly concern flood protection, prevention of erosion and improved

drainage water systems. However, 60% are planning actions and 80% have included climate adaptation in the regular physical planning process.

The three municipalities that got the highest rankings were Kristianstad, Botkyrka and Gothenburg. For Kristianstad at the South coast the sea level rise is critical. Walls have been built to protect the city from the sea water, coastal erosion is monitored and new drinking water sources have been established. Botkyrka in Stockholm county was the first municipality to start prevention of heat related health effects. Elderly care staff gets training and guidelines and vulnerable areas and groups are identified. Botkyrka has also stopped building of houses in flood prone areas. Gothenburg at the West coast is crossed by the river Göta älv, and the city has worked a lot on extreme flows and flood risks. The river is also the major raw water source, and the drinking water plants are equipped with new barriers.

## Lisa 10. Intervjueeritud eksperdid

- 1) Keskkonnatervishoiu teadlane (20.04.2015)
- 2) Siseministeeriumi ametnik (29.04.2015)
- 3) Kliimateadlane (Ilmateenistuse ametnik) (29.04.2015)
- 4) Sotsiaalministeeriumi keskkonnatervise spetsialist/ ametnik (4.05.2015)
- 5) Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ametnik (4.05.2015)
- 6) Perearst- Perearstide Liidu juhatuse liige (7.05.2015)
- 7) Terviseameti ametnik (7.05.2015)
- 8) Rahvatervise teadlane (8.05.2015)
- 9) Keskkonnaministeeriumi ametnik (21.05.2015)
- 10) Haigla esindaja- juhatuse liige (4.06.2015)
- 11) Linnaarst (12.06.2015)
- 12) Vabatahtlike päästjate esindaja (16.06.2015)
- 13) Päästeameti ametnik (18.06.2015)
- 14) Sotsiaalministeeriumi tervishoiuosakonna ametnik (19.06.2015)
- 15) Noarootsi Vallavalitsuse planeerimisspetsialist Marika Meister
- 16) Keskkonnaameti ametnik Maris Tamm
- 17) Artes Terrae OÜ planeerimisekspert Heiki Kalberg
- 18) Tartu linnavalitsuse üldplaneeringute osakonna juhataja Indrek Ranniku