



Projekt: „Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks“

Seminari päevakava

**27. november 2014 Tallinn Meriton Grand Conference & Spa Hotelli
Konverentsikeskus Jakobson II saal**

08.45 – 09.00	Tervituskohv ja registreerimine
09.00 – 09.30	Projekti tutvustus, seatud eesmärgid ja oodatavad lõpptulemused Erik Teinemaa, projekti juht, OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus
09.30 – 10.30	Veespetsialisti töölaua rakenduste tutvustus Peeter Ennet, projekti ekspert, Keskkonnaagentuur
10.30 – 10.45	Kohvipaus
10.45 – 11.00	Statsionaarsete mudelite töögrupi tegevuste üldsissejuhatus Peeter Ennet, projekti ekspert ja töögrupi juht, Keskkonnaagentuur
11.00 – 11.15	Looduslikus seisus valglad Arvo Iital, projekti ekspert, Tallinna Tehnikaülikool
11.15 – 11.30	Märgalad ja sood Elve Lode, projekti ekspert, Tallinna Ülikool
11.30 – 11.45	Valglalt N, P ärakandekoefitsientide leidmine Anatoli Vassiljev, projekti ekspert, Tallinna Tehnikaülikool
11.45 – 12.00	Järvemudeli tutvustus Toomas Kõiv, projekti ekspert, Eesti Maaülikool
12.00 – 12.15	Porijõe mudeli tutvustus Evelyn Uemaa, projekti ekspert, Tartu Ülikool
12.15 – 12.30	Estmodeli tutvustus Peeter Ennet, projekti ekspert, Keskkonnaagentuur
12.30 – 12.45	Qual2 mudeli tutvustus Peeter Ennet, projekti ekspert, Keskkonnaagentuur
12.45 – 13.45	Lõunapaus
13.45 – 14.15	Suurte mudelite töögrupi tööst

Csilla Farkas, töögrupi juht, Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research

- 14.15 – 14.30** **Pinnaseparameetrite leidmine modelleerimise eesmärgil**
Attila Nemes, Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research
- 14.30 – 14.45** **SWAT mudeli tutvustus**
Juan Garcia, projekti ekspert, Keskkonnaagentuur
- 14.45 – 15.00** **HYPE mudeli tutvustus**
Rain Elken, projekti ekspert, Keskkonnaagentuur
- 15.00 – 15.15** **Kohvipaus**
- 15.15 – 16.15** **Meremudeli ja Võrtsjärve mudeli tutvustus**
Urmas Raudsepp, projekti ekspert ja töögrupi juht ja Ilja Maljutenko, projekti ekspert, Tallinna Tehnikaülikool Meresüsteemide Instituut
- 16.15 – 16.45** **Meetmekataloogi töögrupi tööst ja eesmärkidest**
Rene Reisner, töögrupi juht, Keskkonnaministeerium
- 16.45 – 17.00** **Kokkuvõte**
Erik Teinemaa, projekti juht, OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus



Project: “Development of data- modelling system and decision support tool for the integrated marine and inland water management”

Agenda of the Seminar

November 27, 2014

**Tallinn Meriton Grand Conference & Spa Hotel Conference Centre
hall Jakobson II**

08.45 – 09.00	Registration and welcome coffee
09.00 – 09.30	Introduction to the project, the objectives set and expected results Erik Teinemaa, project manager, Estonian Environmental Research Center
09.30 – 10.30	Introduction of the desktop application of the water specialist Peeter Ennet, project expert, Estonian Environment Agency
10.30 – 10.45	Coffee break
10.45 – 11.00	General introduction of the activities of the working group of the stationary models Peeter Ennet, project expert and the leader of the working group, Estonian Environment Agency
11.00 – 11.15	Natural catchment areas Arvo Iital, project expert, Tallinn University of Technology
11.15 – 11.30	Wetlands and marshes Elve Lode, project expert, Tallinn University
11.30 – 11.45	Evaluation of N, P runoff coefficients from the catchment area Anatoli Vassiljev, project expert, Tallinn University of Technology
11.45 – 12.00	Introduction of the lake model Toomas Kõiv, project expert, Estonian University of Life Sciences
12.00 – 12.15	Introduction of the Porijõe river model Evelyn Uemaa, project expert, University of Tartu
12.15 – 12.30	Introduction to the Qual2 model Lembit Jürimägi, project expert, Estonian Environment Agency
12.30 – 12.45	Introduction to the Estmodel Peeter Ennet, project expert, Estonian Environment Agency

- 12.45 – 13.45** **Lunch break**
- 13.45 – 14.15** **General introduction to the activities of the working group of the dynamic models**
Csilla Farkas, the leader of the working group, Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research
- 14.15 – 14.30** **How the soil parameters were derived for modelling purposes**
Attila Nemes, Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research
- 14.30 – 14.45** **Introduction to the SWAT model**
Tiia Pedusaar, project expert, Estonian Environment Agency
- 14.45 – 15.00** **Introduction to the HYPE model**
Rain Elken, project expert, Estonian Environment Agency
- 15.00 – 15.15** **Coffee break**
- 15.15 – 16.15** **Introduction of the sea model and Võrtsjärve lake model**
Urmas Raudsepp, project expert and the leader of the working group and Ilja Maljutenko, project expert, Tallinn University of Technology, Marine Systems Institute
- 16.15 – 16.45** **General introduction of the objectives, activities and expected results of the working group of measures**
Rene Reisner, the leader of the working group, Estonian Ministry of the Environment
- 16.45 – 17.00** **Conclusions**
Erik Teinemaa, project manager, Estonian Environmental Research Center

Looduslik taustakoormus

Arvo Iital

TTÜ

Eesmärk

- N ja P tüükontsentratsioonide ja hajukoormuse ühikväärtuste leidmine
- Seotuna äravooluga
- Regionaliseerimine
- Testimine

Mida selle teadmiseiga peale hakata?

- HELCOM PLC – allikapõhine aruandlus
- Meetmed HELCOM reostuskoormuse vähendamise kava rakendamiseks - kus ja millised?
- Mudelite sisendina

Mida tehakse?

- Hajukoormus sisaldab:
 - Põllumajandusmaa koormust (sisaldab ka looduslikku taustakoormust)
 - Looduskoormust (suhteliselt vähe teame, ruumiline ja ajaline varieeruvus)
 - Mõlemad sisaldavad hajaasustuse koormust (arvutuslik)
 - Väiksemaid punktallikaid (mõõdetud)

Senine praktika (loodusmaastikud)

Lämmastik (Stålnacke *et al.*, 2014)

1) Staatiline kontsentratsiooni/ärakande väärtus

Eestis: 1.1. mg N/l (ärakanne: 1.1 x 270 mm \approx 3 kg N/ha/a)

2) Eeldatakse, et looduskoormus moodustab teatava osa PM koormusest

Jaguneb 10:1 (Rootsi, Norra, Soome) või 6,5:1 (Leedu)

3) Seotud äravooluga

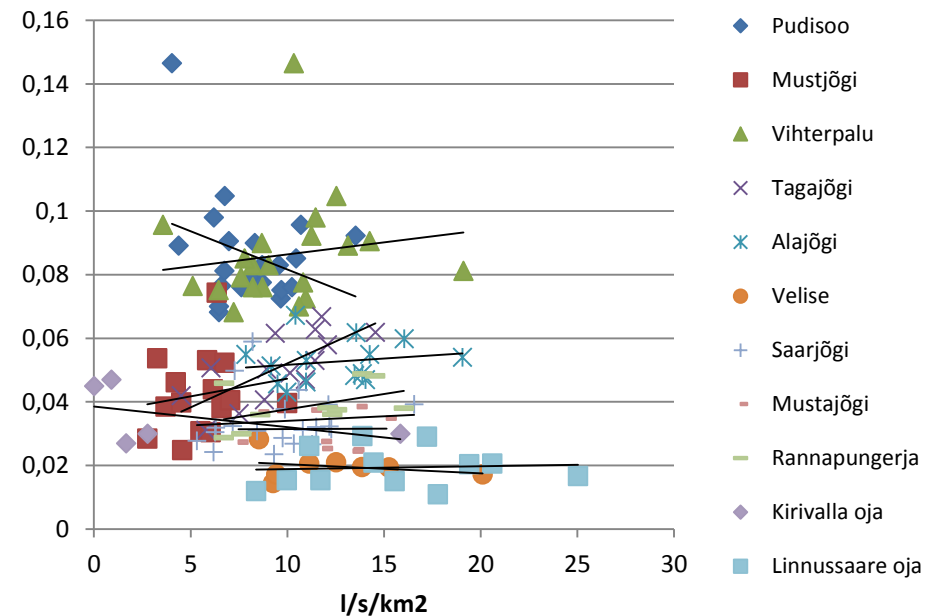
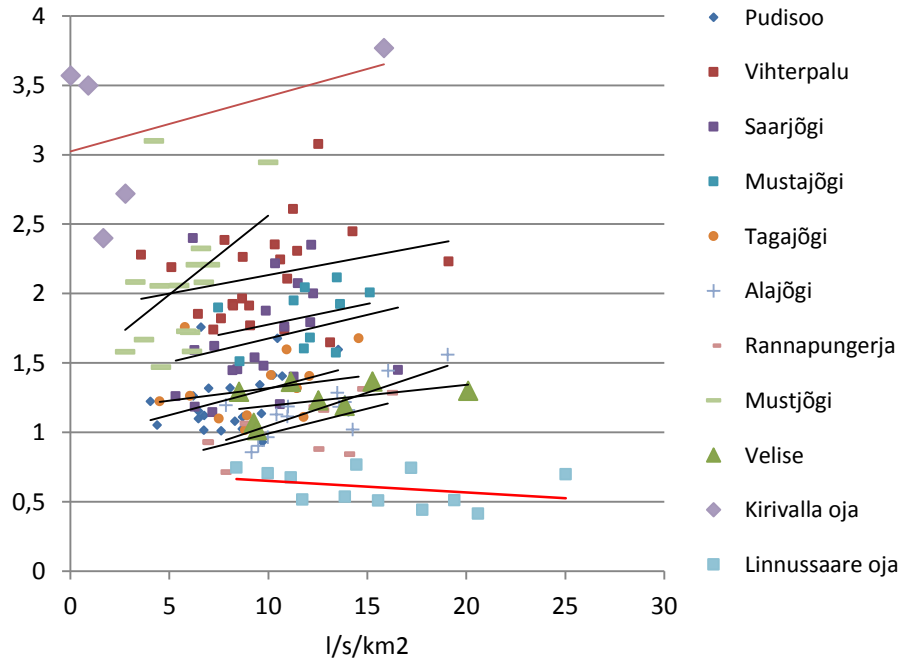
Taani: 1.41-3.81 kgN/ha/a (sõltuvalt ka hajaasustuse iseloomust)

Fosfor (*Pengerud et al.*, ilmumas)

- Eesti: 0,06-0,08 kg/ha/a
- Norra, Läti: 0,06 kg/ha/a
- Soome: looduskoormus moodustab 11% põllumajandusmaa koormusest (v.a. üks valgla, kus eeldati, et looduskoormus on võrdne põllumajandusmaa koormusega – happeliste sulfaadirikaste muldade suure P sidumise võime tõttu)
- Leedu: suhe 1,3:1 põllumaa ja loodusmaa vahel (mudeli tulemused)
- Taani: 0.075-0.122 kg/ha/a (sõltuvalt äravoolust)

Loodusmaastike kontsentratsioon ja seos äravooluga

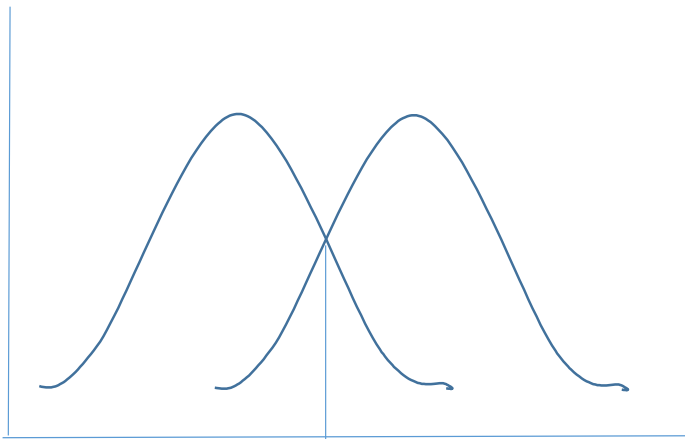
- 11 vooluveekogugu
- Põllumaa ja punktallikate osakaal väike
- Aasta keskmise väärtused



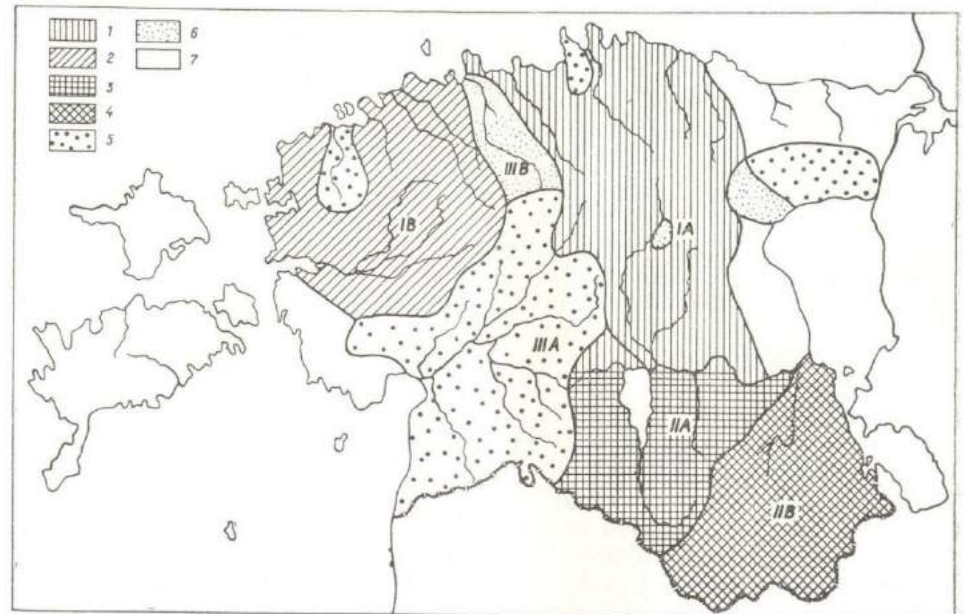
Regionaliseerimine (kõik jõed)

Eesmärk: seosed erinevate hüdrokeemiliste rajoonide kaupa (H. Simm, 1975)

3 rajooni ja 6 allrajooni



0,25 (0,75) protsentiil

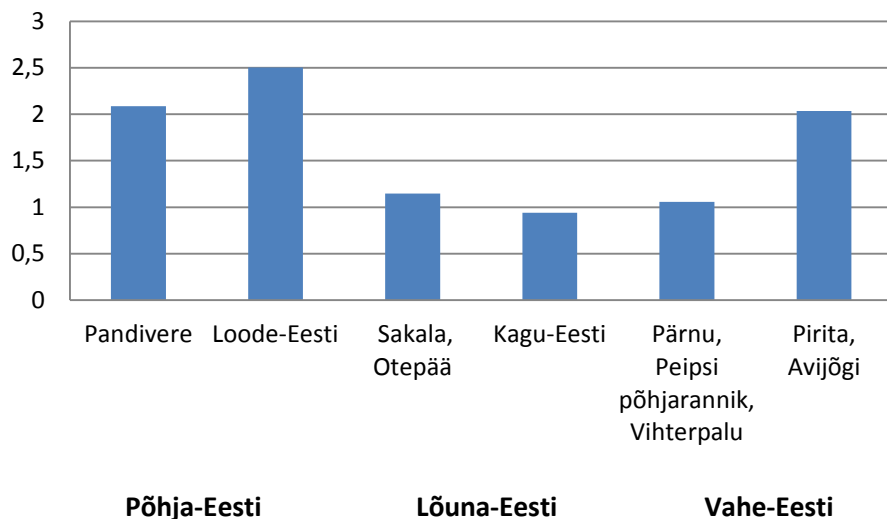


Joonis 22. Jõgede hüdrokeemilised rajoonid.

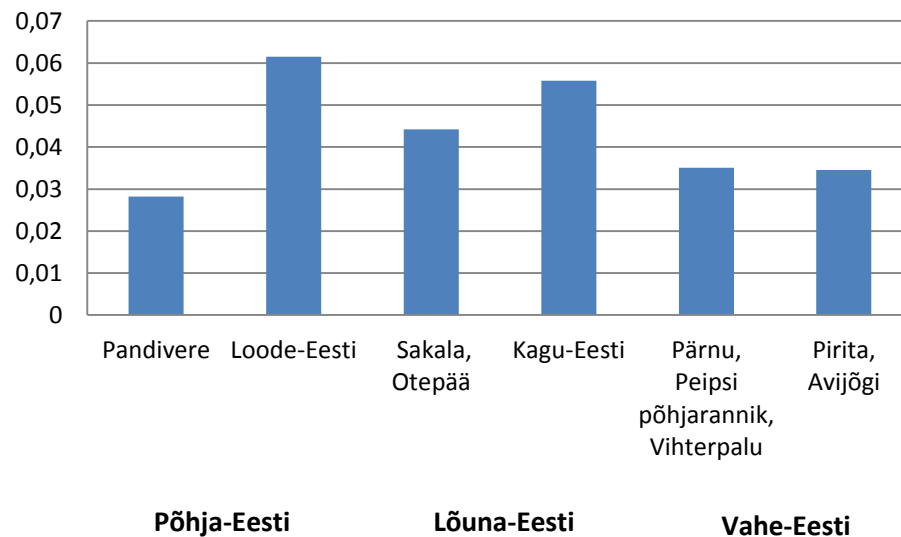
I – Põhja-Eesti rajoon; *A* – Pandivere kõrgustiku allrajoon (tingmärk *I*); *B* – Loode-Eesti allrajoon (2). *II* – Lõuna-Eesti rajoon; *A* – Otepää ja Sakala kõrgustiku allrajoon (3); *B* – Kagu-Eesti allrajoon (4). *III* – Vahe-Eesti ja Kirde-Eesti rajoon; *A* – Pärnu jõgikonna, Peipsi põhjaranniku jõgede ja Vihterpalu jõe allrajoon (5); *B* – Pirita ja Avijõe allrajoon (6). 7 – väheuuritud alad.

Regionaliseerimine (kõik jõed)

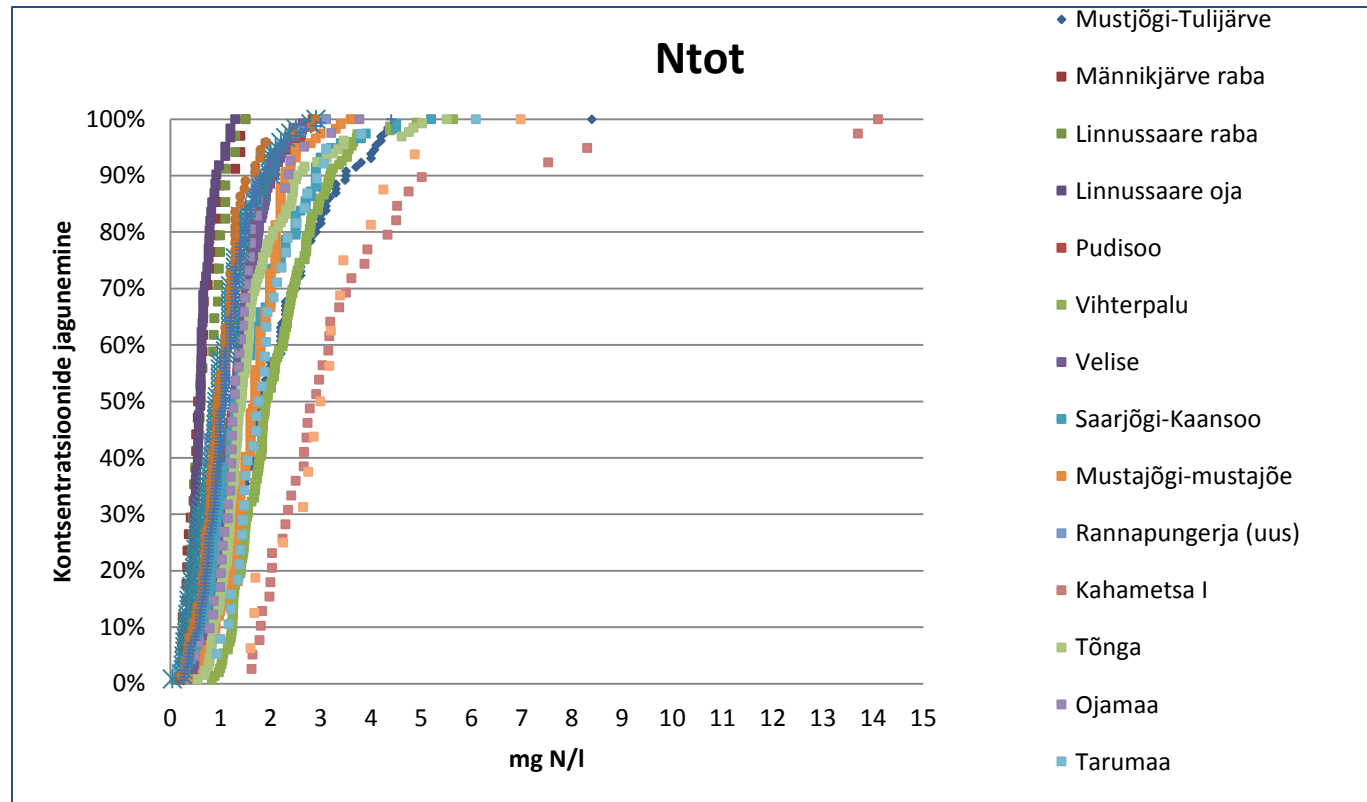
Nüüd 0.25 protsentiilid jõgede hüdrokeemiliste rajoonide (H. Simm, 1975) alusel



Püld 0.25 protsentiilid jõgede hüdrokeemiliste rajoonide (H. Simm, 1975) alusel



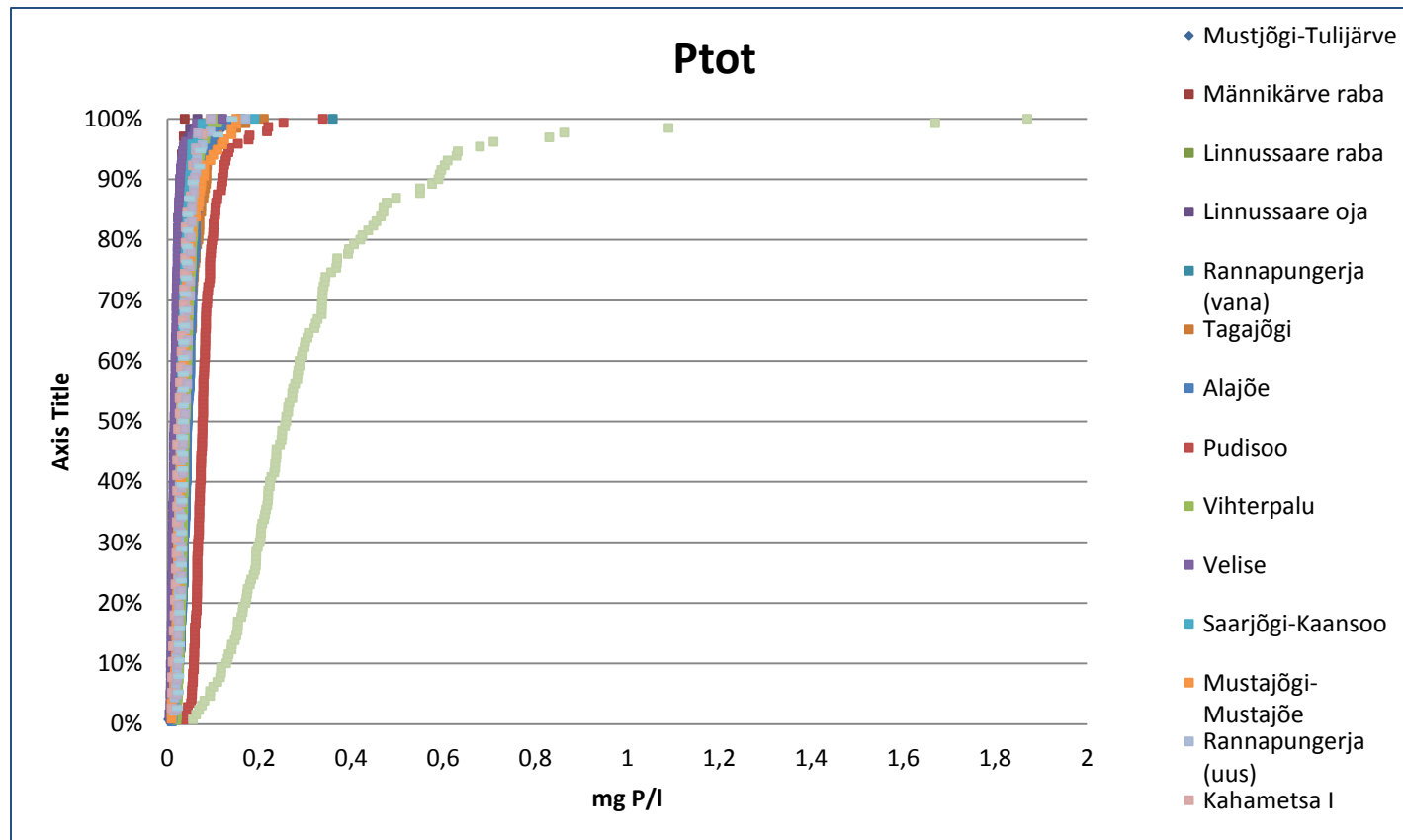
Nüld kontsentratsioonide kumulatiivne jagunemine (looduslikud jõed)



0.75 protsentiil: 0.8-2.5

Seni looduskoormust arvatatud eeldusel et keskmine kontsentratsioon 1,1 mgN/l

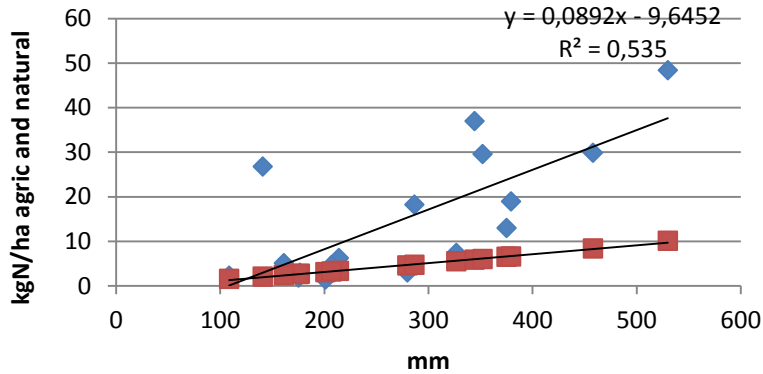
Püld kontsentratsioonide kumulatiivne jagunemine (looduslikud jõed)



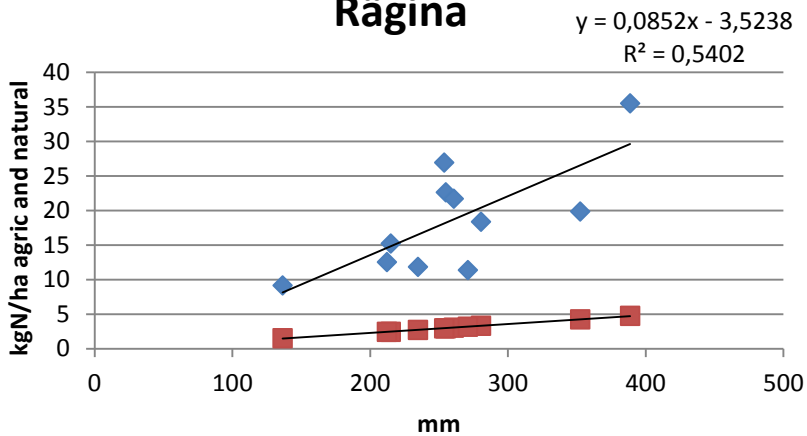
0.75 protsentii: 0.02-0.06 (Madalam ots kooskõlas seniste
tüüpkontsentratsioonidega)

Testimine: N loodus- ja põllumajanduskoormus

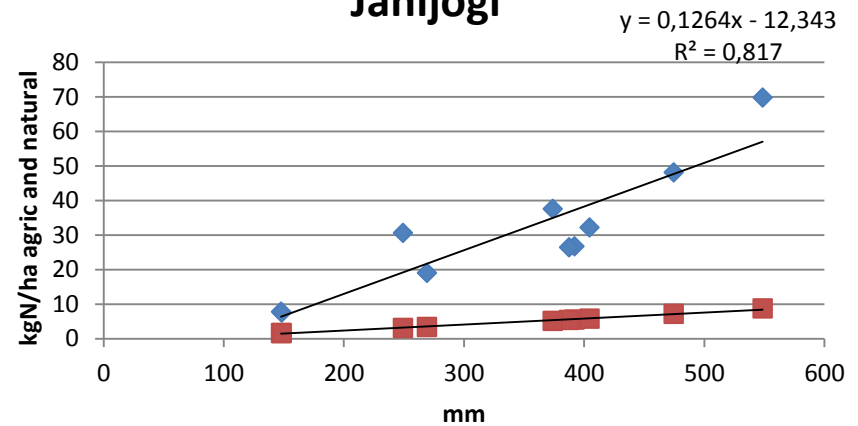
Räpu



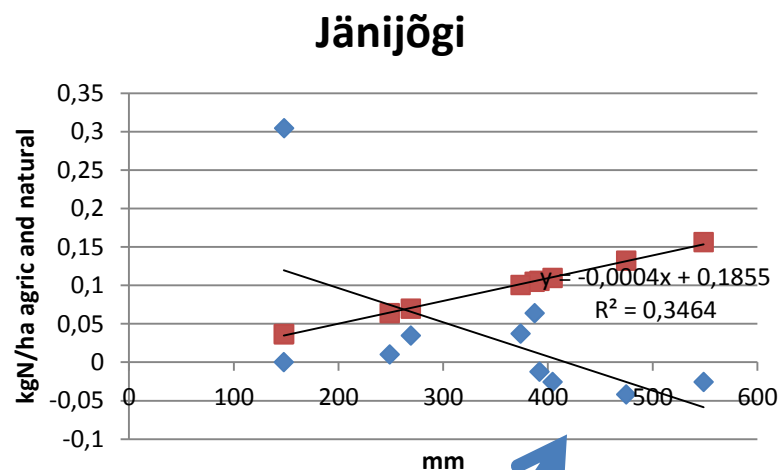
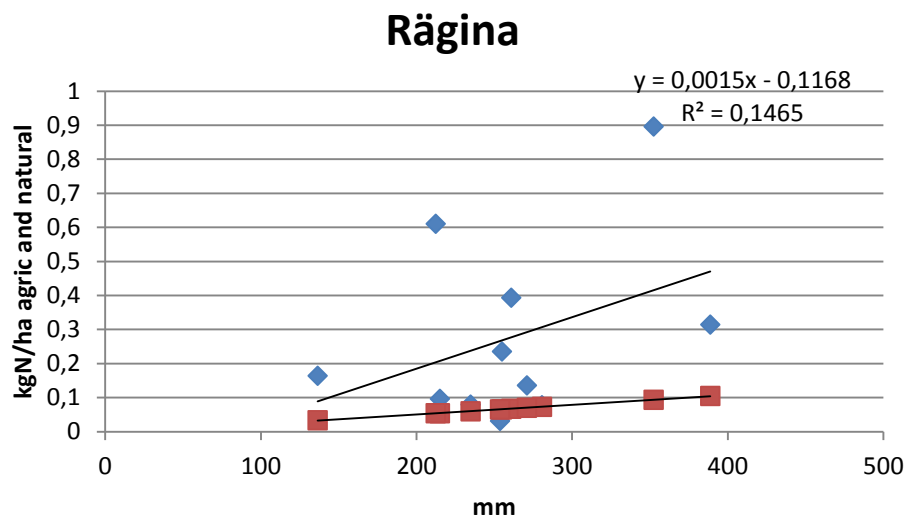
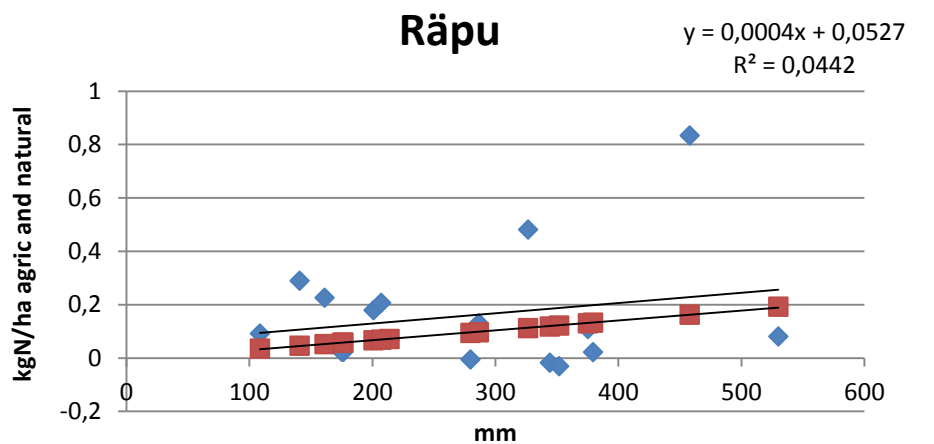
Rägina



Jänijõgi



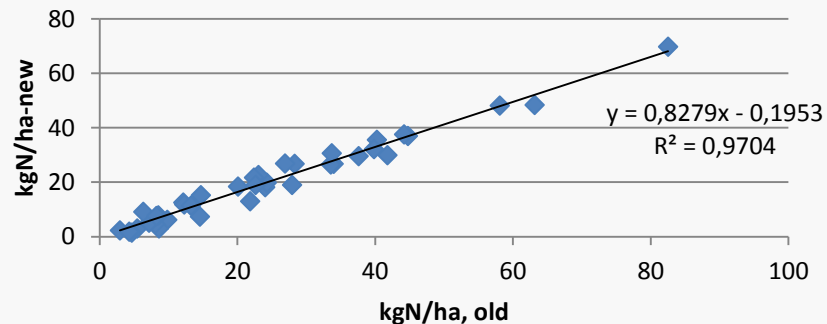
Testimine: P loodus- ja põllumajanduskoormus



NB! P loss from agricultural land – negative values

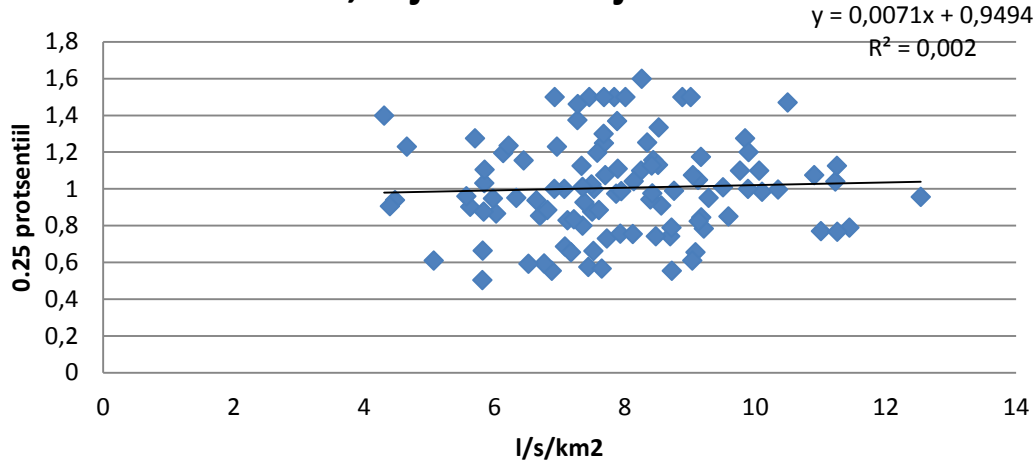
Räpu	Rägina		Jäned		Jäneda			
	kgN/ha agric land	New	kgN/ha agric land	New	kgN/ha Agric land	New		
1995	5.5	3.0	2000	14.7	15.2	2002	22.7	19.0
1996	3.0	2.3	2001	24.3	19.8	2003	8.5	7.8
1997	9.8	6.2	2002	12.1	12.5	2004	34.0	26.7
1998	8.6	3.0	2003			2005	33.6	26.5
1999	4.6	1.4	2004	23.0	22.6	2006	8.2	7.5
2000	4.3	1.8	2005	22.4	21.7	2007	33.7	30.6
2001	8.0	4.7	2006	6.3	9.2	2008	82.5	69.8
2002	7.2	5.1	2007	26.9	26.9	2009	58.1	48.1
2003	14.5	7.4	2008	20.1	18.4	2010	39.8	32.2
2004	21.9	13.0	2009	12.3	11.8	2011	44.2	37.5
2005	24.1	18.2	2010	13.2	11.4	Average	36.5	30.6
2006	28.3	26.8	2011	40.2	35.5			
2007	44.8	37.0	Average	19.6	18.6			
2008	63.1	48.4						
2009	41.8	29.9						
2010	27.9	19.0						
2011	37.6	29.6						
Average	20.9	15.1						

Räpu, Rägina, Jänijõgi
kgN/ha, agricultural land



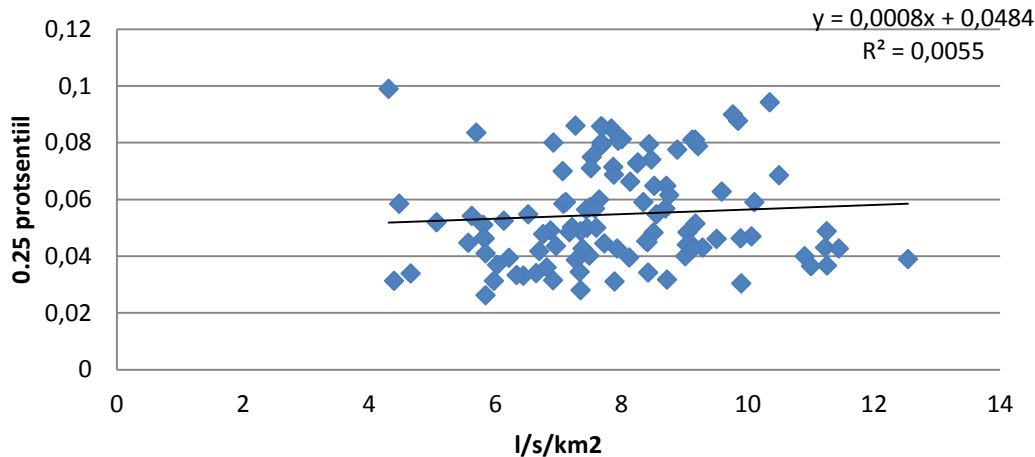
Lõuna-Kagu Eesti (Võhandu, Ahja, Piusa)

N, rajoonid IIA ja IIB



Seos äravoolu ja
N/P sisalduse
vahel puudub

P, rajoonid IIA ja IIB



Varieeruvus suur

Tänan

On the soil parameterization of our dynamic models

Attila Nemes

senior researcher

Division of Soil and Environment

BIOFORSK, The Norwegian Institute for Agric. and Environ. Research

Dynamic models used in the project and their soil physical/hydraulic data requirements:

- | | |
|-----------|--|
| SWAT | - Maximum Rooting Depth / Soil depth |
| HYPE | - Moist Albedo |
| INCA(HBV) | - Soil Erodibility Factor (K) in USLE |
| | - Moist Bulk Density (g/vol) |
| | - Available Water Holding Capacity (vol%) |
| | - Ratio of Total vs. Available Water |
| | - Maximum Soil Moisture Deficit (for 100cm) |
| | - Saturated Hydraulic Conductivity |
| | - Maximum Infiltration Rate |
| | - Soil Hydrologic Group |
| | - PSD with silt/sand @ 60 μ m (INCA/HBV) |

Soil data available:

- Harmonized World Soil Database (HWSD) v 1.2
- dominant soils for Estonia
- available soil information is de-coupled from map position (i.e. estimations are not performed in a spatial context)
- estimated values are re-coupled with map units
- 20 unique top/subsoil combinations identified

ID	layer	Soil Un	sand	silt	clay	bd	oc
			%	%	%	g/cm ³	%
1	top	Oe	18	61	21	0.26	35.27
2	top	De	35	54	11	1.36	1.2
3	top	Pof	86	8	6	1.41	2.02
4	top	Po	87	9	4	1.4	2.18
5	top	Ge	78	13	9	1.36	0.57
6	top	Lg	43	16	41	1.3	0.84
7	top	Lg	47	29	24	1.54	0.83
8	top	Od	20	40	40	0.1	33.63
9	top	E	37	44	19	1.24	2.13
10	top	Rc	44	35	21	1.37	0.75
11	top	Ba	36	43	21	1.41	0.65
12	top	Lk	53	24	23	1.53	0.51
13	top	We	38	18	44	1.28	0.98
14	top	Lg	47	29	24	1.54	0.83
15	top	Po	87	9	4	1.4	2.18
16	top	Ge	78	13	9	1.36	0.57
17	top	Ge	37	40	23	1.35	1.07
18	top	Ge	17	32	51	1.25	1.25
19	top	Ph	87	9	4	1.4	2.18
20	top	Oe	35	33	32	0.28	39.4

Methods of estimation:

- Maximum Rooting Depth / Soil depth
 - expert judgment/decision, set @ ~1m
- Moist Albedo
 - from SWAT's developers, Albedo ~ $f(OC)$
- Soil Erodibility Factor (K) in USLE
 - expert evaluated based on Stewart et al. (1975) (US-EPA)
 - notes:
 - $K \sim f(\text{soil texture, } OC)$
 - Developed in the US (vs. Estonian conditions)
 - Organic layers out of range in OC
 - Indication of 'expert uncertainty' given

Methods of estimation:

- Moist Bulk Density (g/vol)
 - Two options presented by the ENVIR team:
 - Saxton et al. (1986) PTF $BD \sim f(\text{soil texture})$
 - SOTWIS (SOTER+WISE) estimate $BD \sim f(\text{soil texture, OC})$
 - Considerations:
 - SOTWIS and HWSD have a relationship
 - known problems with Saxton/Rawls data used in the 80s
 - Definition of 'wet bulk density'
 - Values for organic layers much more realistic by SOTWIS
 - No strong grounds to use any other data sources
- For now, the SOTWIS-based estimates are accepted for use

Methods of estimation:

- Detailed PSD with silt/sand @ $60\mu\text{m}$ (INCA/HBV)
 - *(not yet addressed)*
 - The task is to interpolate soil particle-size distribution to a 2 - 60 - 200 - 600 - 2000 μm system
 - Different techniques exist, we have expertise using:
 - Log-linear interpolation
 - Parametric and non-parametric curve fitting
 - Pattern-recognition based point estimation
 - If only 2 - 50 - 2000 μm data exists, the uncertainty will be large, especially since the model should use different curves for different land-uses (if relevant)

Methods of estimation:

- Available Water Holding Capacity (vol%)
- Ratio of Total vs. Available Water
- Maximum Soil Moisture Deficit (for 100cm)

All can be calculated if $\Theta_{(SAT)}$, $\Theta_{(FC)}$, $\Theta_{(WP)}$ are estimated

where $\Theta_{(SAT)}$, saturated water content

$\Theta_{(FC)}$, 'field capacity' water content (here approximated at -33 kPa potential, with an option to use -10 kPa for 'sands')

$\Theta_{(WP)}$, 'wilting point' water content (here approximated at -1500 kPa potential)

- Saturated Hydraulic Conductivity (K_s) vs. Maximum Infiltration Rate
- Soil Hydrologic Group is a grouping based on the results of the above

Estimation method for water ret. and K_s :



- $\Theta_{(SAT)}$: simply calculate on the basis of bulk density
- $\Theta_{(FC)}$, $\Theta_{(WP)}$, K_s :
 - Advantages of project specific estimations vs. established PTFs
 - Degree of similarity in soils known/unknown?
 - Task specific flexibility
 - Uncertainty estimates
 - Databases considered: USDA-NRCS, Rosetta, HYPRES, **EU-HYDI**
 - PTF tool used: k-nearest neighbor pattern recognition algorithm combined with a resampling scheme (to estimate uncertainty)

Estimation method for water ret. and K_s :



- EU-HYDI: European Hydropedological Data Inventory



J R C T E C H N I C A L R E P O R T S

European HYdropedological Data Inventory
(EU-HYDI)

- 29 institutes
- 18 European countries
- 18537 soil samples
- 6460 soil profile

European Journal of **Soil Science**

European Journal of Soil Science, 2014

doi: 10.1111/ejss.12192

New generation of hydraulic pedotransfer functions for Europe

B. TÓTH^a, M. WEYNANTS^b, A. NEMES^c, A. MAKÓ^d, G. BILAS^e & G. TÓTH^b

^aUniversity of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Crop Production and Soil Science, Deák F. u. 16, Keszthely 8360, Hungary,

^bEuropean Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES), Land Resource Management Unit, Via Enrico Fermi 2749, 21027 Ispra VA, Italy, ^cBioforsk, Soil and Environment, Frederik A. Dahls vei 20, Ås 1430, Norway, ^dHungarian Academy of Sciences, Centre for Agricultural Research, Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Herman Ottó út 15., Budapest 1022, Hungary, and ^eAristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Lab of Applied Soil Science, University Campus, UB 259, 54124 Thessaloniki, Greece



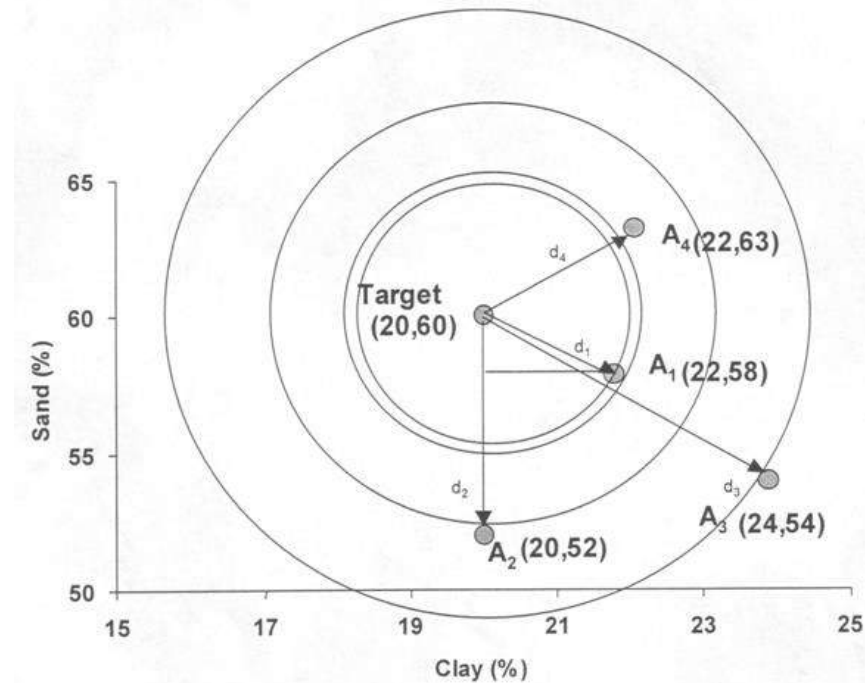
How the estimation tool was chosen

Considerations/qualities, other than performance, when you pick an estimation technique to use:

- Predictive power
- Transparency
- Ease of use/handling
- Capability to include mixed kinds of inputs (qual/quan)
- Simplicity
- Ease of predicting uncertainty
- Opportunity for data grouping
- Handling of missing data
- Interpretability
- Handling non-linearity
- Efficiency on large data sets
- Transferability

Estimation method for water ret. and K_s :

- The **k-nearest neighbor (k-NN)** pattern recognition algorithm **looks for similarity in the specified input properties in an external database and returns the estimate as a weighted average of the output values of only a small number (k) of samples similar to the queried sample.** Similarity (or neighborhood) is defined by similarity in input properties.
- We used 100-fold resampling, with 50% of the data used each time, in order to generate a measure of uncertainty



Estimation method for water ret. and K_s :



- k-nearest neighbor (k-NN) algorithm:
 - Strength: transparency, flexibility, classes vs. continuous variables, local approximation, very simple machine-learning algorithm - lazy learning,
 - Weaknesses: lazy learning
 - Limitations: no equations to transfer, real-time running
 - Example for available software: specific programs, k-NN

(or write your own algorithm!)

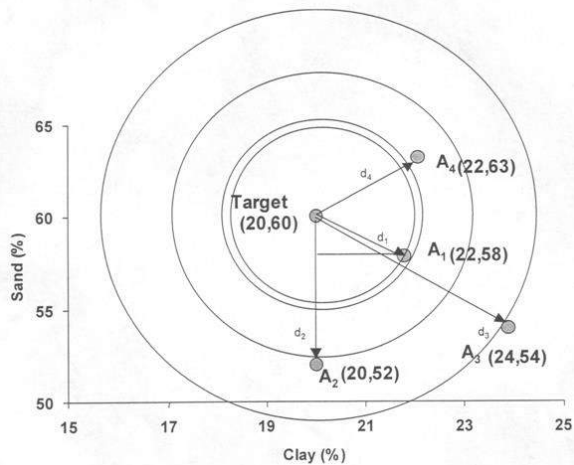
Estimation method for water ret. and K_s :

- The core of the k-nearest neighbor (k-NN) algorithm:

$$w_i = d_{i(rel)} / \sum_{i=1}^k d_{i(rel)}$$

$$d_{i(rel)} = \left(\sum_{i=1}^k d_i / d_i \right)^p$$

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^J \Delta a_{ij}^2}$$



- w_i - weight of the i^{th} nearest neighbor;
- k - number of neighbors selected ($=0.655 N^{0.493}$)
- p - power term ($=0.767 N^{0.049}$)
- d_i - the Euclidean distance of the i^{th} selected neighbor from the target soil
- Δa_{ij} - difference of the i^{th} soil from the target soil in the j^{th} soil attribute (attributes are first normalized).

Results:



ID	layer	Soil U	sand	silt	clay	bd	oc	estim_w10	stdev_w10	estim_w33	stdev_w33	est_w1500	dev_w1500	estim_Ks	stdev_Ks
			%	%	%	g/cm3	%	v/v%	v/v%	v/v%	v/v%	v/v%	v/v%	cm/d	cm/d
1	top	Oe	18	61	21	0.26	35.27			0.4653	0.0145	0.2985	0.0104	59.2382	17.7615
2	top	De	35	54	11	1.36	1.2			0.3271	0.0087	0.1306	0.0074	28.4669	9.0505
3	top	Pof	86	8	6	1.41	2.02	0.264	0.0124	0.1772	0.0084	0.0793	0.0059	137.341	37.3857
4	top	Po	87	9	4	1.4	2.18	0.2579	0.0111	0.1738	0.0087	0.0789	0.0055	127.8328	37.3043
5	top	Ge	78	13	9	1.36	0.57	0.2886	0.013	0.216	0.013	0.0814	0.0051	100.5340	34.0077
6	top	Lg	43	16	41	1.3									
7	top	Lg	47	29	24	1.54									
8	top	Od	20	40	40	0.1	0.01	B	siL	0.42	***			down	
9	top	E	37	44	19	1.24	0.02	B	siL	0.5	**			down	
10	top	Rc	44	35	21	1.37	0.01	A	IS-S	0.1	*			down	
11	top	Ba	36	43	21	1.41	0.01	A	S	0.03	*			none	
12	top	Lk	53	24	23	1.53	0.08	A	IS	0.14	*			none	
13	top	We	38	18	44	1.28	0.04	B	sC	0.16	*			none	
14	top	Lg	47	29	24	1.54	0.01	B	sCL	0.33	*			none	
15	top	Po	87	9	4	1.4	0.01	B	siC	0.23	***			down	
16	top	Ge	78	13	9	1.36	0.01	B	L	0.37	*			none	
17	top	Ge	37	40	23	1.35	0.06	B	L	0.45	*			none	
18	top	Ge	17	32	51	1.25	0.07	C	L	0.46	*			none	
19	top	Ph	87	9	4	1.4	0.1	B	sCL	0.33	*			none	
20	top	Oe	35	33	32	0.28	0.03	B	C	0.2	*			none	
							0.04	B	sCL	0.33	*			none	
							0.01	A	S	0.03	*			none	
							0.08	A	IS	0.14	*			none	
							0.03	C	L	0.44	*			none	
							0.02	C	C	0.22	*			up	
							0.01	A	S	0.03	*			none	
							0.01	B	cl	0.27	***			down	

Albedo based on OC-ALB relationship example received from Juan (from SWAT data set)

ALB HYDRO_GRP Hydrologic group based on SWAT manual and expert judgement

TXT class USLE_K USLE_K expert uncertainty direction to correct if needed

Cautionary notes about PTF based studies:

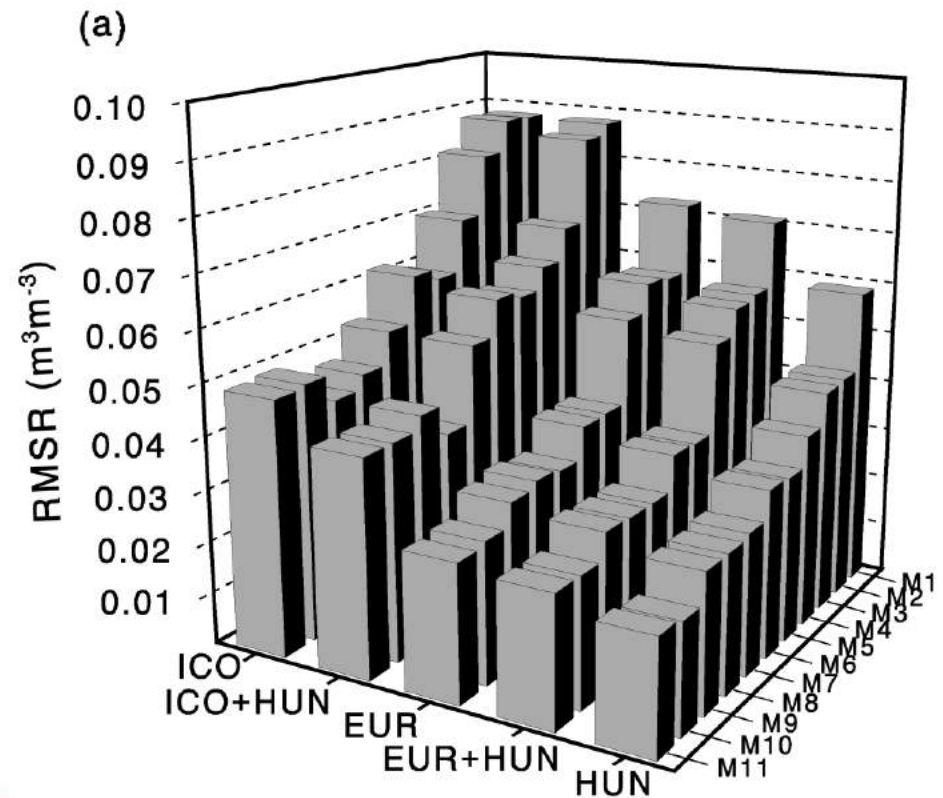


Functional Evaluation of Pedotransfer Functions Derived from Different Scales of Data Collection

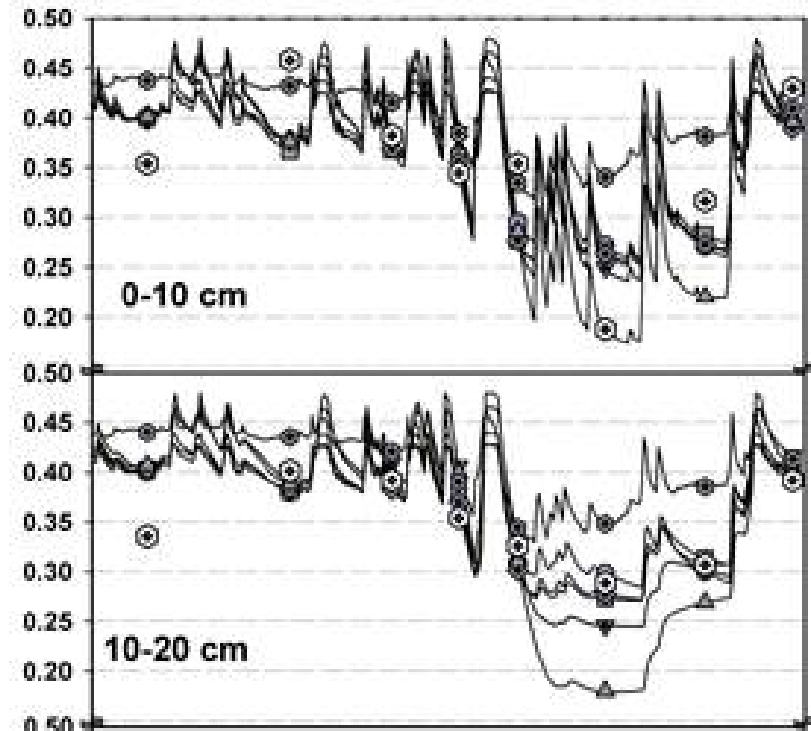
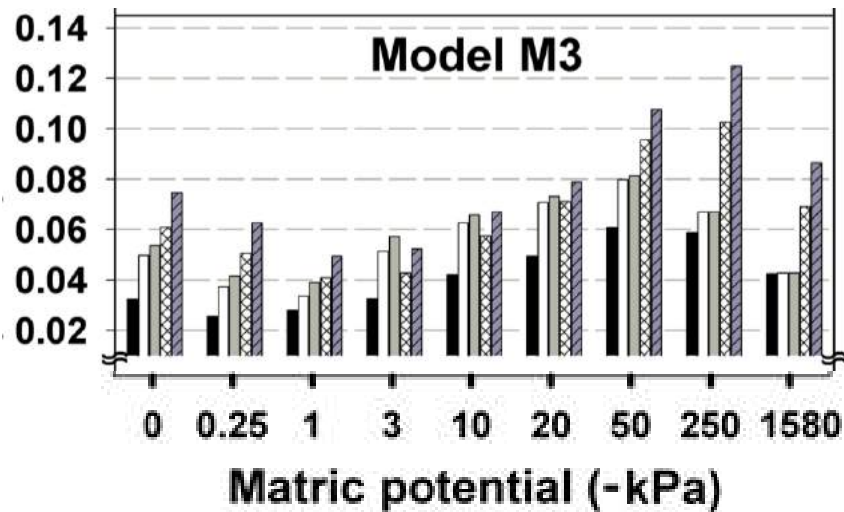
A. Nemes,* M. G. Schaap, and J. H. M. Wösten

A. Nemes, USDA-ARS Hydrology and Remote Sensing Lab., 10300 Baltimore Ave. Bldg. 007 Rm. 124, BARC-WEST, Beltsville, MD 20705-2350, USA; M.G. Schaap, USDA-ARS, George E. Brown Jr. Salinity Lab., 450 W. Big Springs Road, Riverside, CA 92507; J.H.M. Wösten, ALTERRA Green World Res., P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. Received 22 Apr. 2002. *Corresponding author (anemes@hydrolab.arsusda.gov).

Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1093–1102 (2003).



Cautionary notes about PTF based studies:



Email: attila.nemes@bioforsk.no

General introduction to the activities of the dynamic models working group

Csilla Farkas
Bioforsk

NORRA Project Seminar

27 November, 2014.
Tallinn

Outline of the presentation



1. Dynamic modelling – objectives, benefits and constrains
2. Work structure of the dynamic modelling WG
 - Selection of pilot catchments
 - Model selection
 - Model input data – requirements vs. availability
 - Model harmonisation – purpose and methods
 - The common model evaluation platform
 - Organisation of the work (WG meetings, websites, common data platform)
 - Example, problems
3. Expectations

Objectives of applying dynamic eco-hydrological models

General objectives of applying eco-hydrological models

- To estimate the losses and possible sources of N & P to surface water bodies
- To estimate the concentration of suspended sediments and nutrients in surface waters
- To identify possible cost-effective measures to reduce loadings of N & P under changing conditions
- Assessing uncertainty in model predictions

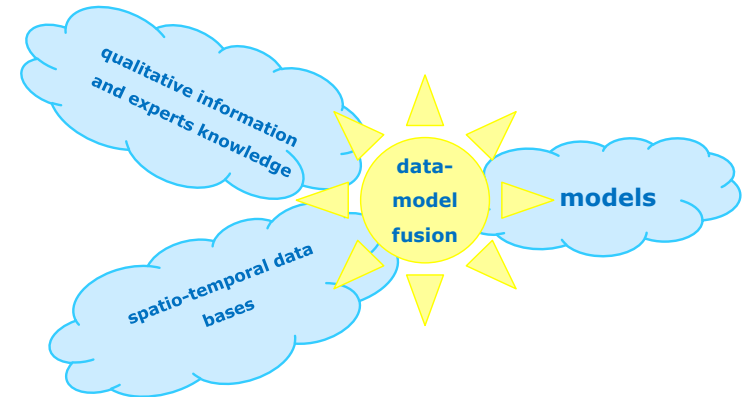
Main objectives of applying eco-hydrological models in the NORRA project

- To select dynamic eco-hydrological models that suit Estonian conditions and that can be provided with input data from national data bases without special monitoring
- To improve our understanding of surface, subsurface and in-stream processes, characteristic for Estonian conditions
- To find out the ways for deriving and providing additional information for the stationary models from the results of dynamic modelling
- To find out the ways to provide information for the decision support system developed in the frames of the NORRA Project
- To gain expertise and formulate the main constrains and future tasks on applying eco-hydrological models in Estonia

Dynamic eco-hydrological models – benefits and constrains

Why dynamic models?

- DMs integrate the existing theoretical knowledge related to the processes in focus
- DMs are capable to handle complex systems
- Benefits of data-model fusion as the most advanced approach



What are the main constrains?

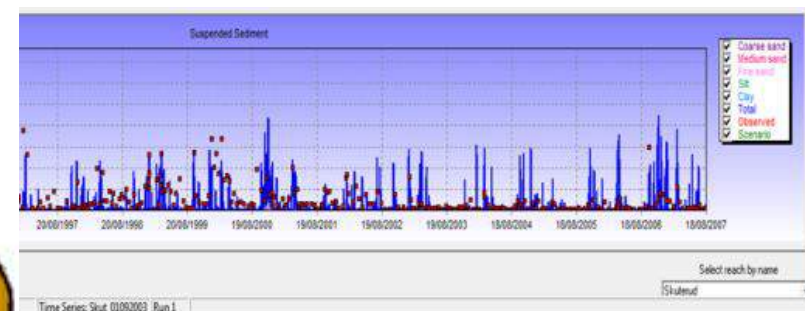
- DMs are simplified representations of the reality
- The incorporated theoretical knowledge is valid at the scale of observations
- DMs contain empirical elements
- DMs have spatio-temporal limitations – how to interpret in spatio-temporal scale?
- Several sources of uncertainty (model structure; empirical knowledge; numerical solution schemes; the data quality and representativeness; calibration etc.)

Model application

1. Problem definition, preliminary information – selection of pilot catchments
2. Models selection (“good modelling practice” principles; Benchmark criteria)
3. Models harmonisation
4. Model parameterisation using data-model fusion
 - Available data from the study catchment(s) and reach(es)
 - Literature review
 - Expert assumptions (qualitative information)
5. Calibration and validation procedure
 - Using the benefit from data sets of well-studied watersheds, where available (multiple-scale calibration)
 - Stepwise calibration approach (flow; SS&TP)
 - flow $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ flow&TN or flow&SS + flow&SS&TP
6. Interpretation of the results
7. Scenario analyses
 - Land scape scenarios
 - Management scenarios
 - Climate change scenarios



Think, think, think.



Selection of pilot catchments and models

Principles of selecting pilot catchments

Criteria

- Representativeness
- Data and information availability
- Management strategies
- (ideal situation – small monitored catchments for calibration)

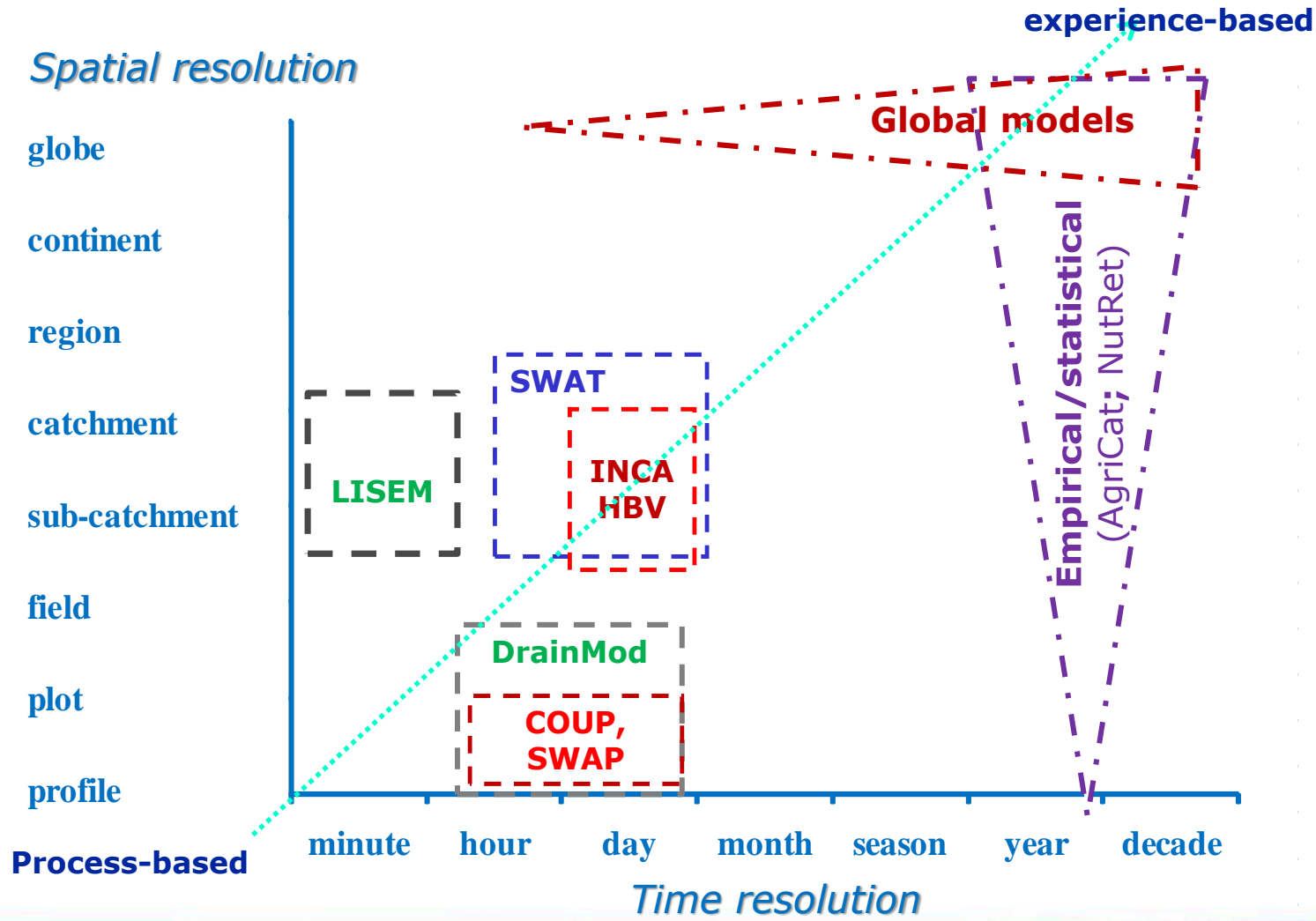
Principles of model selection

Criteria

- Why model selection?
- Good modelling practice principles
- Benchmark criteria for model selection

Why model selection?

Location of the models in the spatio-temporal space



General comparison of the models



	DrainMod	COUP	HBV	INCA	SWAT
Complete catchment model	No	No	Yes	Yes	Yes
Modest data requirements	Yes	No	Yes	Yes	No
High time resolution	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Spatial distribution	No	No	Semi-distributed	Semi-distributed	Distributed
Process-based model	Yes	Yes	Partly	Mostly	Mostly
Calibration data required	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Subsurface drainage included	Yes	Yes	No	Indirectly	
Heat flow simulation	Yes	Yes	No	Yes (very simple)	No
Instream processes	No	No	Yes	Yes	Yes

Comparison of the models with respect to hydrological processes WG work structure



Model layer	Processes	DrainMod	Coup	HBV	INCA	SWAT
Above ground vegetation zone	Precipitation	Driving	Driving	Driving	Driving	Driving
	Snow dynamics/snowmelt	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated
	Interception	Indirectly	Calculated	Calculated	Indirectly	Calculated
	Transpiration	Indirectly	Calculated	Calculated	Indirectly	Calculated
Unsaturated zone	Soil surface	Indirectly	Calculated	Calculated	Indirectly	Calculated
	Evaporation	Indirectly	Calculated	Calculated	Indirectly	Calculated
	Surface runoff	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Indirectly
	Infiltration	Calculated	Calculated	Indirectly	Indirectly	Indirectly
	Bypass/ macropore flow	NO	Calculated	Indirectly	NO	Calculated
	Plant water uptake	Indirectly	Calculated	Indirectly	Indirectly	Calculated
	Soil water redistribution	NO	Calculated	Calculated	NO	Uniform
	Capillary rise	Calculated	Calculated	NO	NO	NO
	Water flow in frozen soil	Indirectly	Calculated	Calculated	NO	at saturation
	Lateral flow to stream	NO	NO	Calculated	Calculated	Calculated
Subsurface drainage flow	Indirectly	Calculated	NO	Indirectly	Indirectly	
Percolation to sat. zone	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	Calculated	
Saturated zone	Lateral inflow	Parameter	Parameter	NO	NO	NO
	Capillary rise to unsat. zone	NO	Calculated	Calculated	NO	Indirectly
	Recharge to deep aquifer	NO	NO	NO	NO	Calculated
	Base flow	Calculated	NO	Calculated	Calculated	Calculated
CONFINING LAYER						
DEEP AQUIFER						

Model selection – example for interactive model selection

	KIWA	SWAT	DrainMod	HBV	INCA-P	Soil_NO COUP	AgriCat	?
Q1.1.	How well does the model's output relate to the task?							
	Red	Green	Red	Red	Green	Blue	Blue	
Q1.2.	How well does the model's spatio-temporal resolution compare with the requirements of the task?							
		Green			Blue	Red	Blue	
Q1.3.	How well the model has been tested under conditions in focus?							
		Green			Green		Blue	
Q1.4.	How complicated is the model in relation to the task?							
		Green			Blue		Red	
Q1.5.	How is the balance between the input data and data availability?							
		Blue			Green			
Q1.8.	How is the peer acceptance for the model with scientific theory?							
		Blue			Blue			
Q3.5.	How is the model's flexibility for adaptation and improvements?							
		Blue			Blue			

Possible answers: **Good**; **Adequate**; **Inadequate**

[Benchmark decision table MathMod.xlsx](#)

Pilot catchments and selected models



Model	Keila			Vihterpalu			Leivajögi			Räpu or Regina		
	Q	N	P	Q	N	P	Q	N	P	Q	N	P
Calibration period	2000-2005			2000-2005			2000-2005			2000-2005		
Validation period	2006-2011			2006-2011			2006-2011			2006-2011		
SOIL - SOIL-N	An	An		An	An		An	An		An	An	
DrainMod	H	H		H	H					H	H	
SWAT	T&J	A&R	A&R	T&J	A&R	A&R	T&J	A&R	A&R			
INCA	R&Cs	R&Cs	R&Cs	R&Cs	R&Cs	R&Cs	Cs	Cs	Cs			
HBV_light	R&Cs			R&Cs			Cs					
Model X												
Hype												

Calibration performed, satisfactory results; harmonisation?

One of the two will be selected depending on data availability

Model input data – requirements, availability

- Meteorological input data (radar short time series not available for calibration periods, HIRLAM is not calibrated, meteo stations – too rough resolution)
- (Hydro)geographical input data
- Soil input data (Attila)
- Land use input data
- Management input data (national statistics)
- Point sources data (hardly available)

- **REFERENCE** data for model calibration

Model input data – requirements, availability



Beérkező levelek (1.562) x Резонанс частот воды x Andmed - Veemudelite In x

https://fusion.kemitee/display/VP/Andmed

Apps Fiddler Fiddler Fiddler NORRA Website Karrimon.com Fun... Beérkező levelek (1.5... MeditativZenik

Confluence Spaces People Browse Create

Search

Andmed

- Andmed
- Andmed
- Andmed
- Andmed
- Andmed
- Andmed

Veemudelite infosüsteemi projekt / Veemudelite Infosüsteemi projekt

Andmed

Created by Ivo Lääv, last modified by Jean Garcia on Nov 13, 2014

Esisalgused testandmed mudelite võrdluseks

Valglad

Fail	Sisu	Tüüp	Allikas
valglad.zip	Keila, Vihterpalu, Pori-, Muur- ja Leivaõge valglad	ESRI/Ship	KAUR
Valglad 2.zip	Pajupää(Leivaõge) ja Tuulenait(Leivaõge) proovivõtjaosade valglad	ESRI/Ship	KAUR
Keila.zip	Keila catchment with subcatchments and land use map	ESRI/Ship	KAUR
Leivaõge.zip	Leivaõge catchment with subcatchments and land use map	ESRI/Ship	KAUR
Vihterpalu.zip	Vihterpalu catchment with subcatchments and land use map	ESRI/Ship	KAUR

Jaamad

Fail	Sisu	Tüüp	Allikas
stations.zip	Meteoroloogija, hüdromeetria- ja hüdroloogija jaamad	ESRI/Ship	KAUR

Meteo- ja kiirgusandmed

Fail	Sisu	Ajavahemik	Allikas
4_323_2014_METEO.xls	meteoandmed Harkus, Kuusküla, Laane-Nigulsa, Dirmanta, Vihterpalu, Pakti ja Keila	2010 - 2014	KAUR
323_2014_Sol_Ehen.xls	summaarne kiirgus Harkus	2010 - 2014	KAUR
HydMod_1param_Pigaste_2000-2011.xls	Sademed, mõõdetud Pigaste jaamas 41062	2000-2011	KAUR
HydMod_1param_Keila_2000-2011.xls	Sademed, mõõdetud Keila jaamas ...	2000-2011	KAUR
HydMod_3param_Olepa_2000-2011.xls	Sademed ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Olepa jaamas ...	2000-2011	KAUR
HydMod_3param_Pajusa_2000-apr-2011.xls	Sademed ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Pajusa jaamas 41175	2000-2011	KAUR
HydMod_3param>Tooma_2000-2011.xls	Sademed ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Tooma jaamas 26147	2000-2011	KAUR
HydMod_5param_Ulgeva_2000-2011.xls	Sademed, tuulekiirus, õhuniiskus ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Ulgeva jaamas 26144	2000-2011	KAUR
HydMod_5param_Kuusku_2000-2011.xls	Sademed, tuulekiirus, õhuniiskus ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Kuusku jaamas 26134	2000-2011	KAUR
HydMod_5param_Pakti_2000-2011.xls	Sademed, tuulekiirus, õhuniiskus ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Pakti jaamas 26029	2000-2011	KAUR
HydMod_5param_Tallin-Harku_2000-2011.xls	Sademed, tuulekiirus, õhuniiskus ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Tallin-Harku jaamas 26038	2000-2011	KAUR
HydMod_5param_Taru-Tõravere_2000-2011.xls	Sademed, tuulekiirus, õhuniiskus ning temperatuuri minimum ja maksimum, mõõdetud Taru-Tõravere jaamas 26242	2000-2011	KAUR

Powered by Atlassian Confluence 5.5.6, Team Collaboration Software. Report a bug | Atlassian News

- PROBLEMS: What is missing?
- How data quality influences the model results and the applicability of the results?

Model harmonisation

- Why model harmonisation is important; benefits of Ensemble modelling
- Basic methods used for harmonising the applied models
 - Common calibration period
 - Common validation period
 - Common initial conditions
 - Synchronised boundary conditions

F:\NORRA\Initial_boundary_conditions_table.xlsx

- Common parameter set up (where possible)

F:\NORRA\Harmonising_Model_Parameters.xlsx

- Common reference data for calibration
- Common statistics and platform for evaluation

Common approach for evaluating DMs performance

- Evaluation statistics (why several, which ones)
- Criteria for model evaluation (based on Moriasi et al.)

F:\NORRA\Model_evaluation_Morasi.pdf

Visual evaluation

Statistics of „goodness- of- fit”:

- Coefficient of determination, R^2
- RMSE
- Nash-Sutcliffe = $1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \overline{Q_o})^2}$

- PBIAS =
$$= \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n Q_{obs}^i - Q_{sim}^i}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i)} \times 100 \right\}$$

Q_o or Q_{obs} :observed discharge at time t (i)

Q_m or Q_{sim} is modelled discharge at time t (i)

What we can expect on monthly and daily time step? *WG work structure*

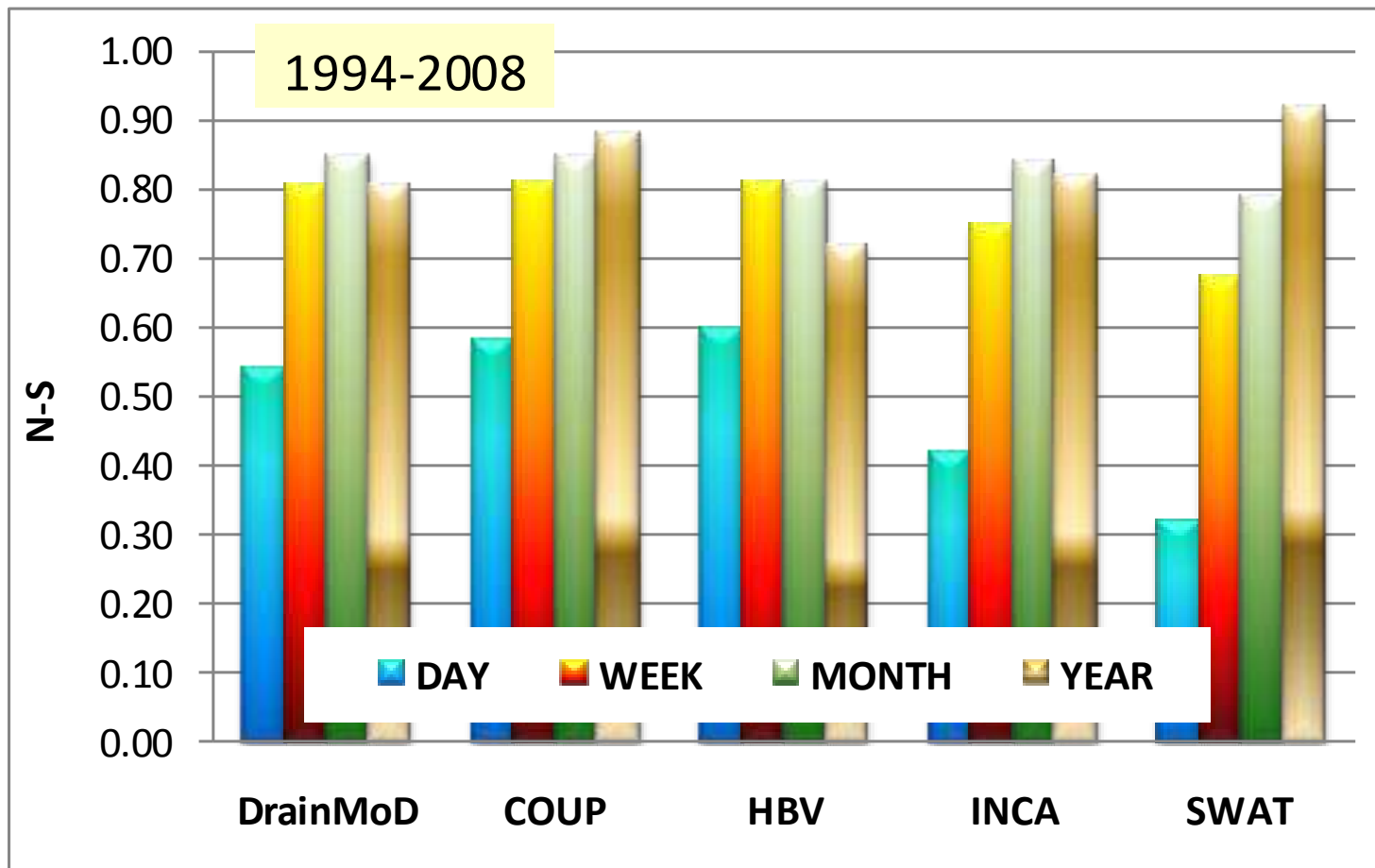


Table 4. General performance ratings for recommended statistics for a monthly time step.

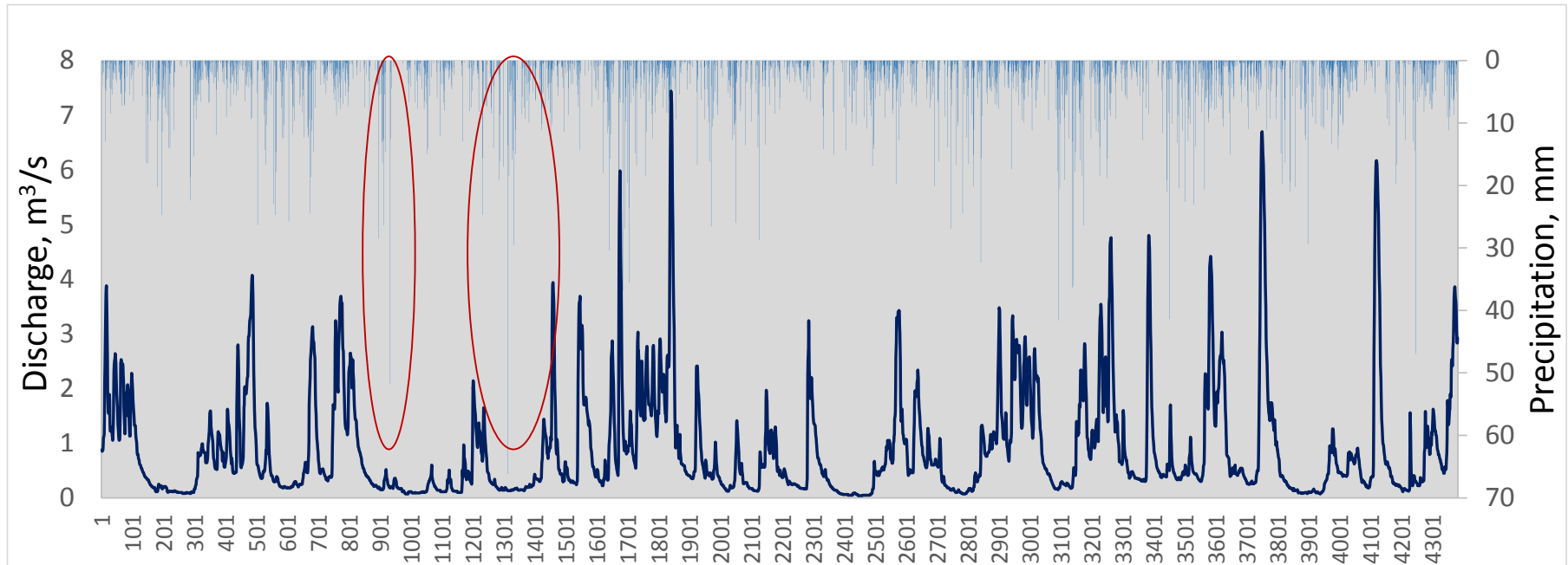
Performance Rating	RSR	NSE	PBIAS (%)		
			Streamflow	Sediment	N, P
Very good	$0.00 \leq RSR \leq 0.50$	$0.75 < NSE \leq 1.00$	$PBIAS < \pm 10$	$PBIAS < \pm 15$	$PBIAS < \pm 25$
Good	$0.50 < RSR \leq 0.60$	$0.65 < NSE \leq 0.75$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 30$	$\pm 25 \leq PBIAS < \pm 40$
Satisfactory	$0.60 < RSR \leq 0.70$	$0.50 < NSE \leq 0.65$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 25$	$\pm 30 \leq PBIAS < \pm 55$	$\pm 40 \leq PBIAS < \pm 70$
Unsatisfactory	$RSR > 0.70$	$NSE \leq 0.50$	$PBIAS \geq \pm 25$	$PBIAS \geq \pm 55$	$PBIAS \geq \pm 70$

Model	River	Catchment size (km ²)	Temporal resolution	Sediments		Total P		Source
				N-S calibration	N-S validation	N-S calibration	N-S validation	
INCA-SED	Enborne	189	daily	0.32	no info			Jarrit&Lawrence, 2006
	Lanbour	234	daily	0.36	no info			
lumped parameter watershed model		65 - 2479	monthly	0.32 - 0.97	< 0 for all			Limbrunner, 2008
	Aberjona			0.97	-1.38			
	Platte					0.24	-2.22	
INCA-P	Skuterud	4.5	be-weekly	0.71	0.23	0.67	0.37	Farkas et al., 2012

What we can expect on monthly and daily time step?



Problems of too coarse meteorological data when setting up the HBV and the INCA models for Keila



Days 933 (July 17), 1250-1390 (June 3- Oct. 21)

Problems of too coarse meteorological data when setting up the HBV and the INCA models for Keila



Organising the work



- Sharing data and information on a website
- Meetings
 - Kick-off meeting
 - Three WG meetings (two in Talling, one at Bioforsk)
 - Workshop
- Up-coming events: visit of Estonian specialists to Norway

Conclusions

We need to set realistic expectations with respect to the performance of DMs

Within the frames of the NORRA project, DMs can be used

- As useful tools for reducing uncertainty in predictions
- On an ensemble way to highlight the main tendencies and outstanding estimations
- To identify the main sources of uncertainties – finding a way for future solutions
- For gaining expertise in applying eco-hydrological DMs

Limitations of applying DMs for the NORRA purposes

- Drainage is poorly represented in the models
- Data scarcity (DMs require specific input – small monitored catchments in Norwys)
- Wetlands are poorly represented in the DMs

Tänaan teid tähelepanu eest!



Thank you for the attention!

Washout rate (L) from peatlands

Models of the system and the establishment of maritime and land-based toolbox for integrated management of surface water

Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks

Elve Lode & Iti-Kärt Kiivit

Workgroup: small models

Objective :

identification of N and P washout rates for peatlands in different management conditions,

i.e.

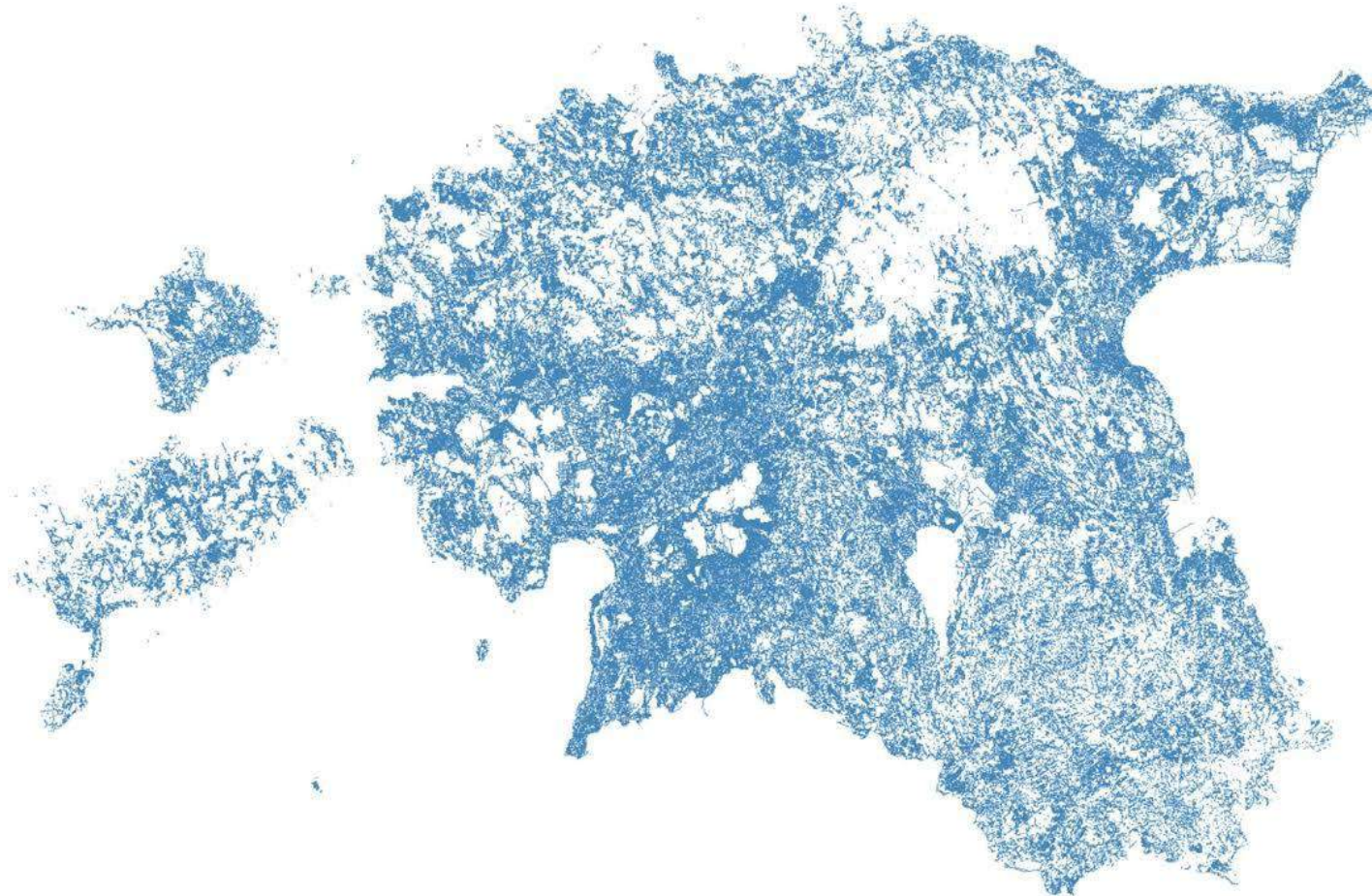
1. natural (protected),
2. forested (drained),
3. peat-cutting (maining) conditions.

Temporarily inundated (meadow) peatlands?

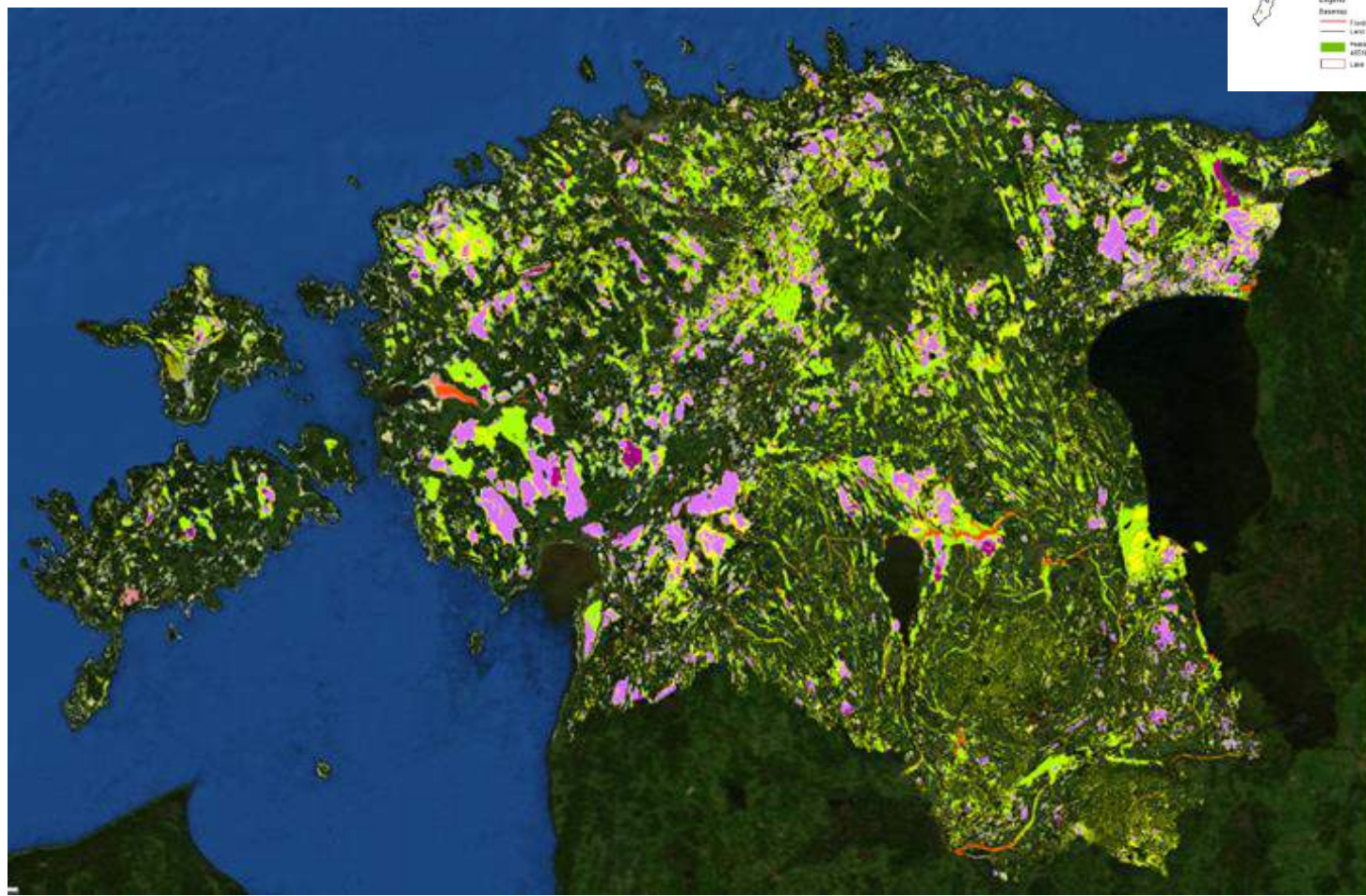
Agricultural peatlands?

Peatlands under restoration or reclamation?

Estonian fluvial water systems

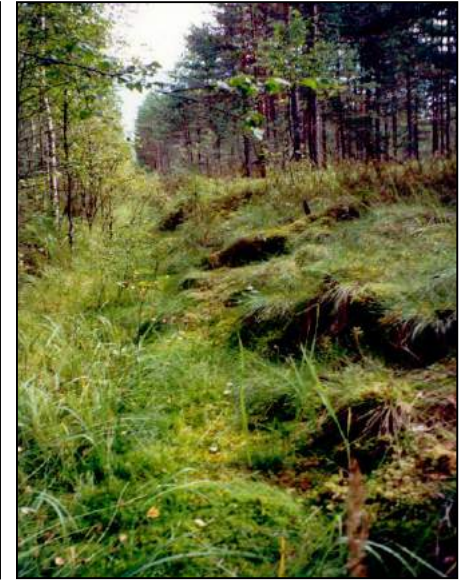


Peatlands of Estonia



- M
- AG1
- Ar
- ArG; Arg
- ArG1
- Arv
- Av
- GI1
- Gh1
- Go1
- Gr1
- LG1
- R
- S
- Turbakaevandusala

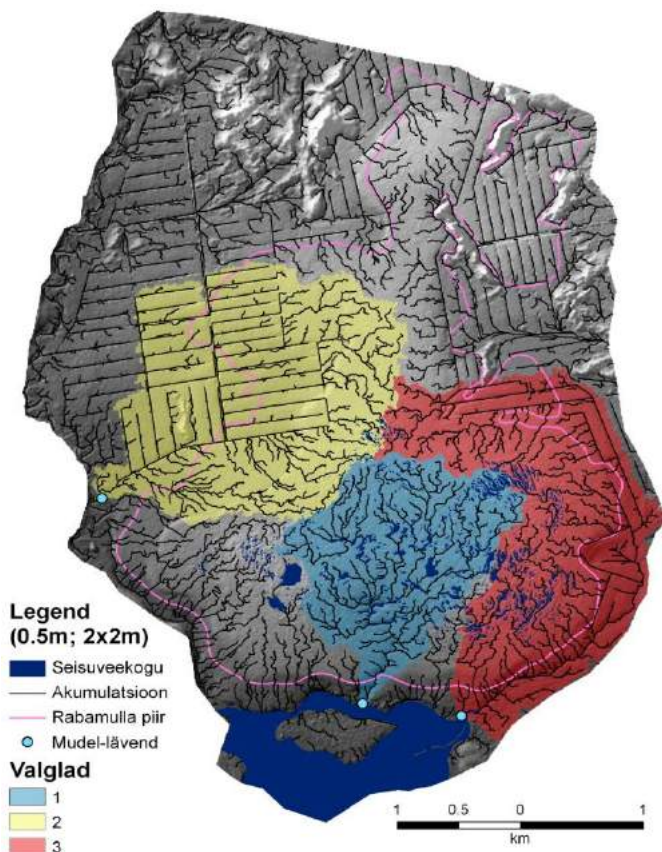
~70% of Estonian peatlands are drained



Peat cutting	~3% = ~30 000 ha
Forestry	~30% = ~300 000 ha
Agriculture	~39% = ~390 000 ha
Natural conditions	~28% = ~280 000 ha

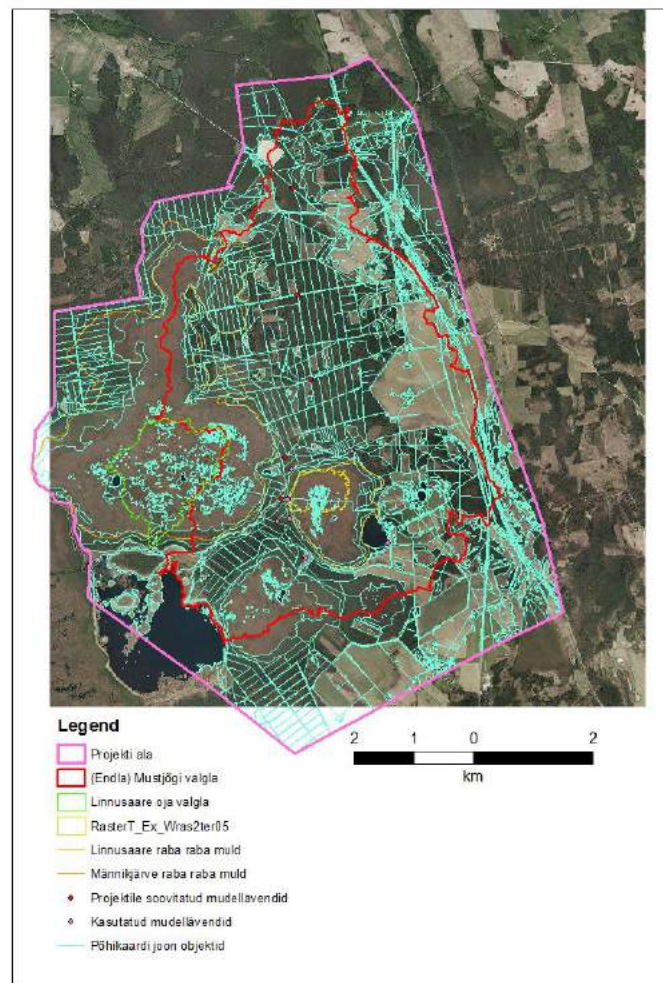
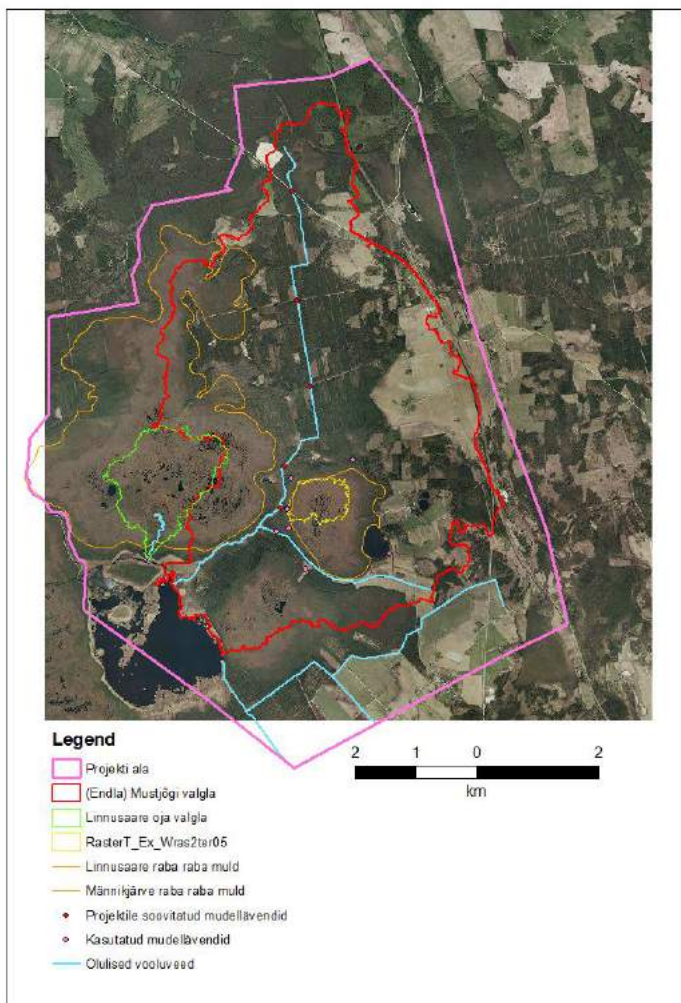
Our Core catchments:

1. Catchment of the Linnusaare brook – Endla Mire Reservation area
2. Catchment of the Mustjõgi river - Endla Nature Protection area

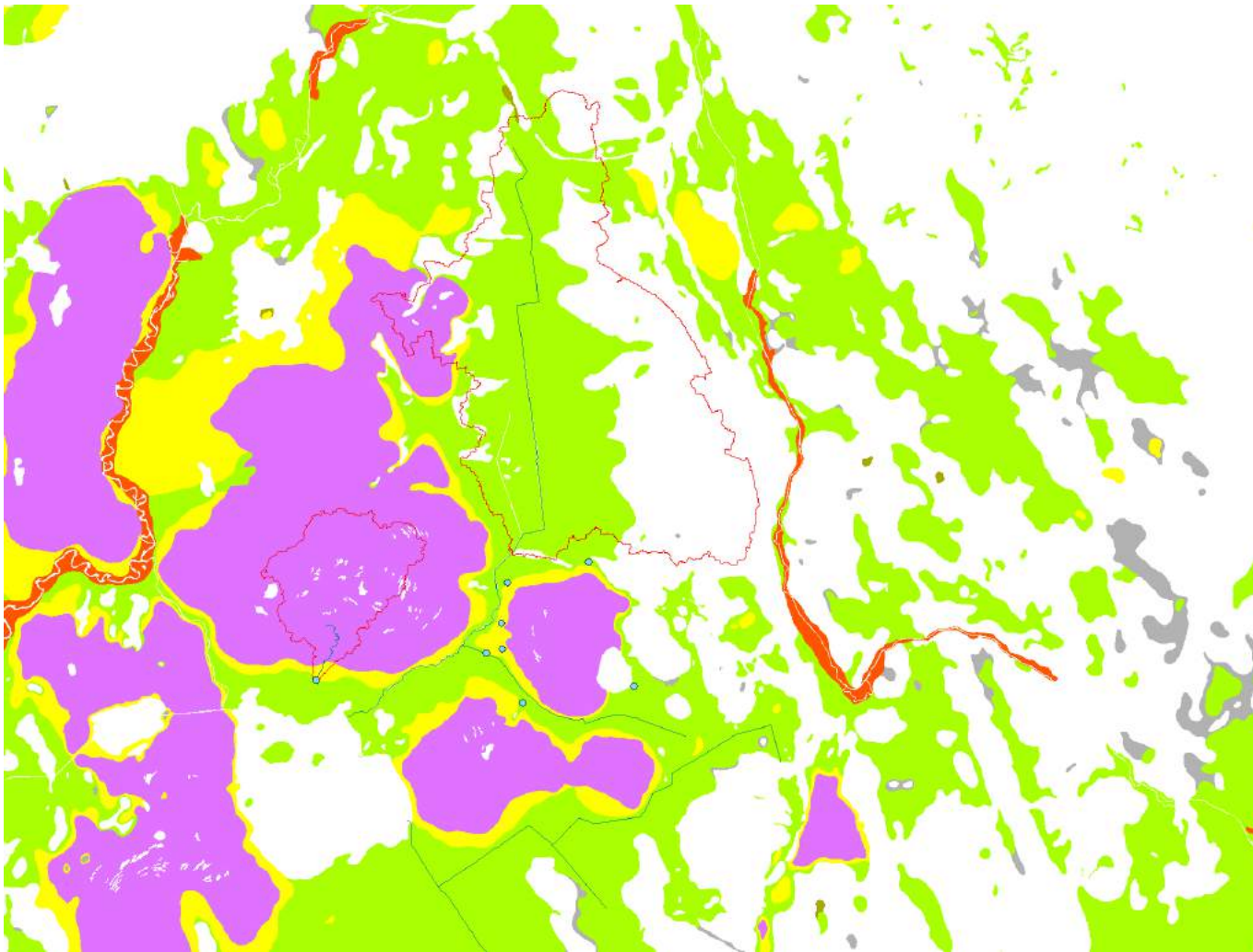


Our Core catchments :

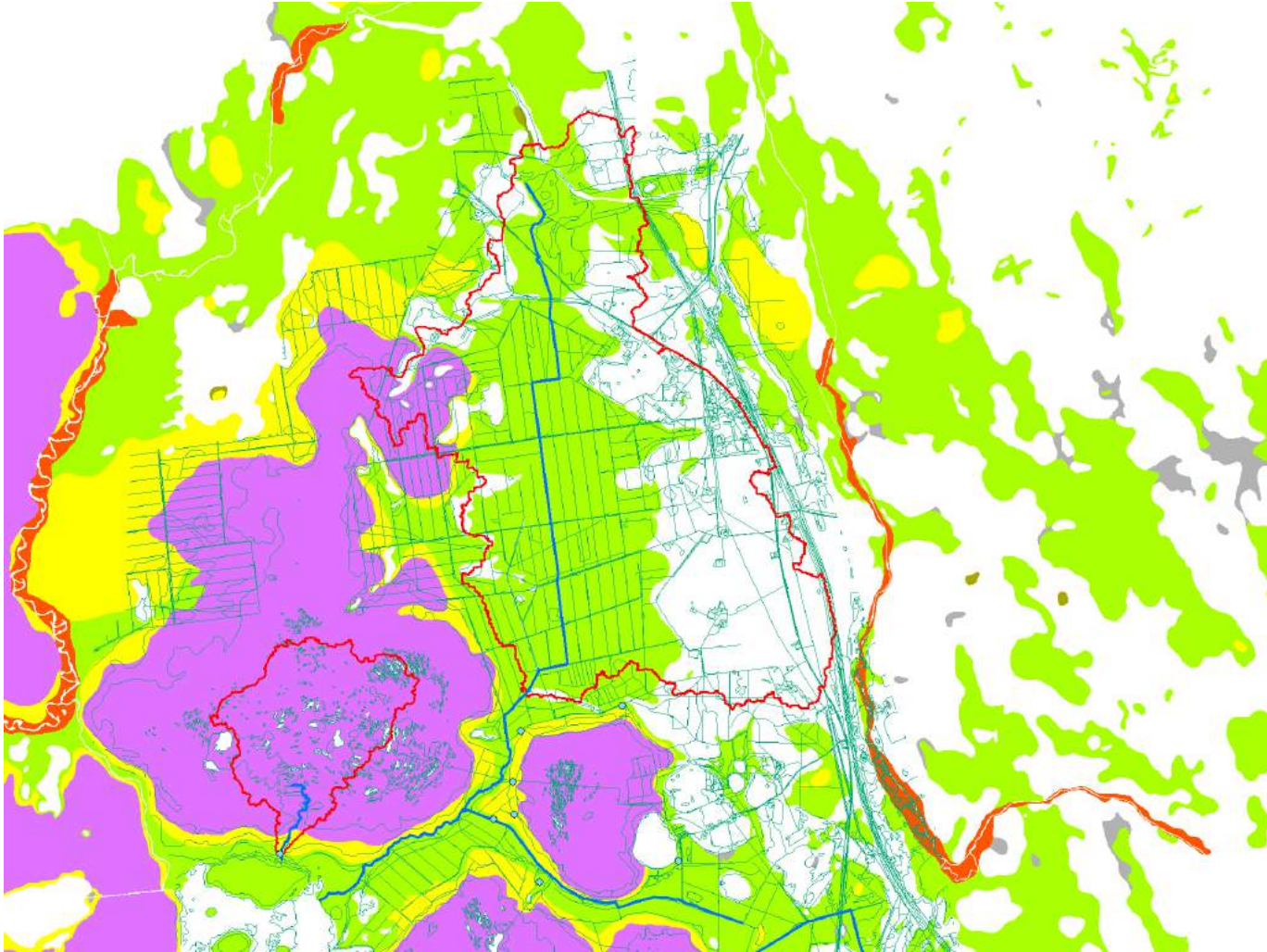
1. Catchment of the Linnusaare brook – Endla Mire Reservation area
2. Catchment of the Mustjõgi river - Endla Nature Protection area



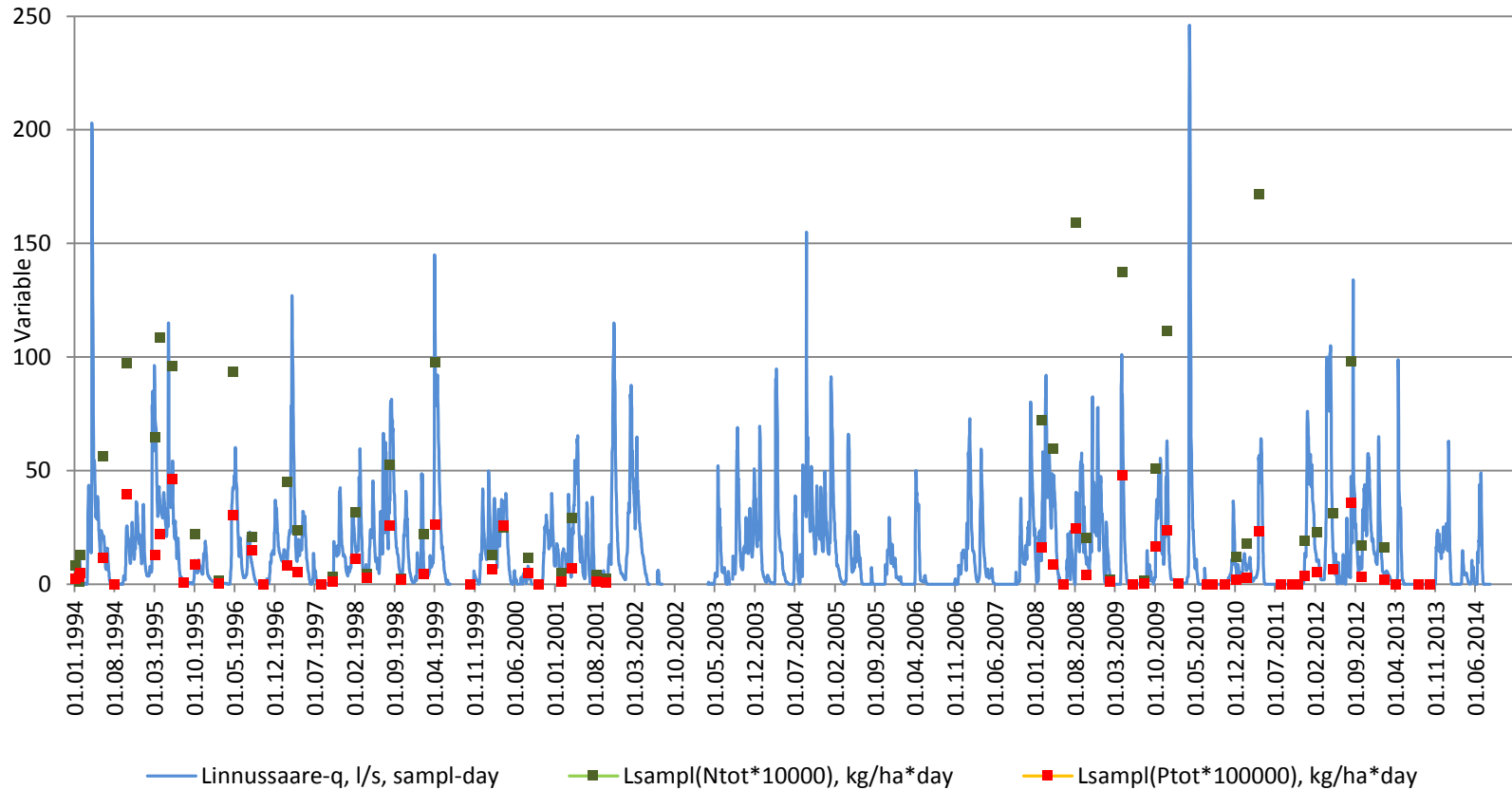
Soil distribution in Core catchments



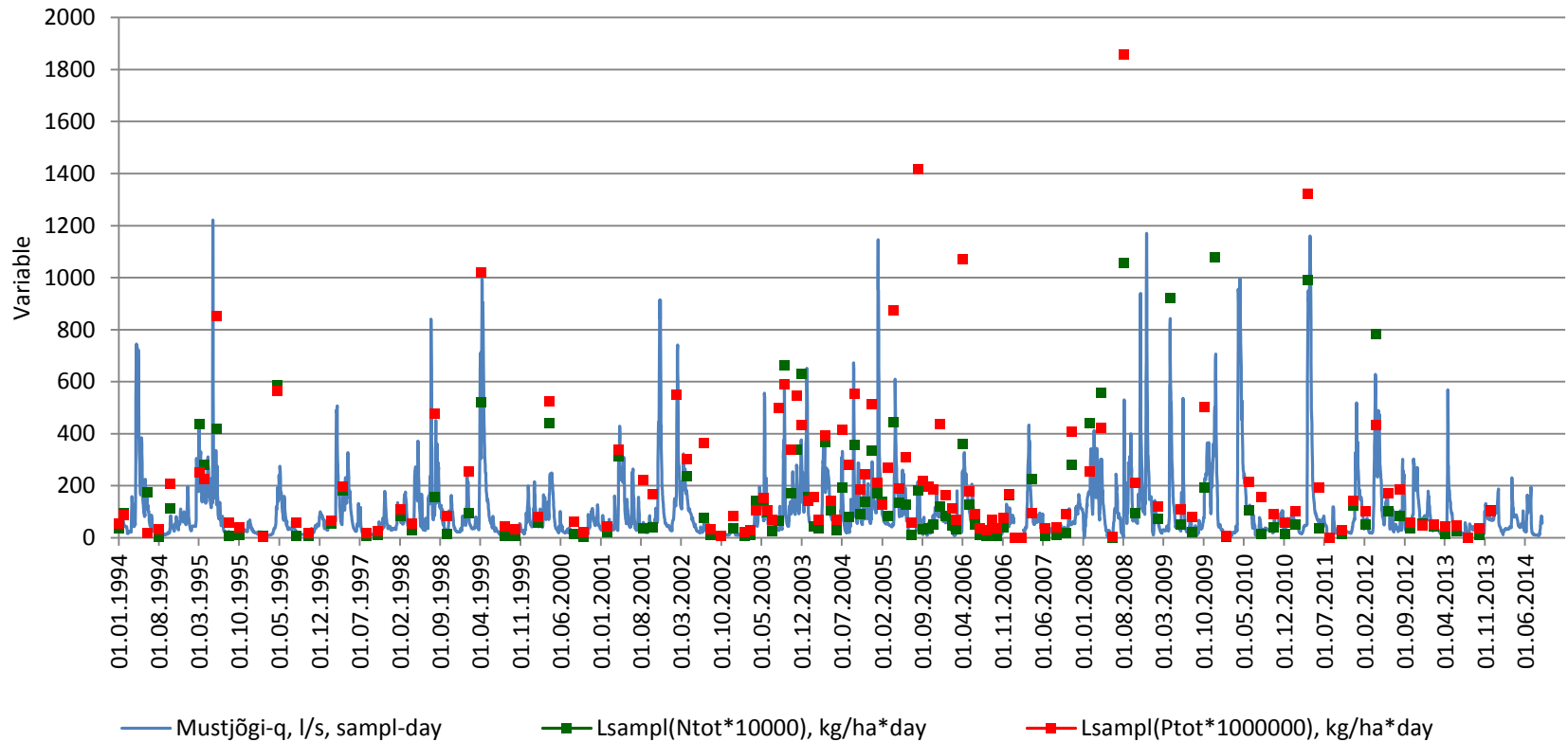
Soil and fluvial water systems in Core catchments



Daily data ranges of sampled washout rates (L) and monitored discharges (q) of Linnusaare brook catchment (F=240 ha)



Daily data ranges of sampled washout rates (L) and monitored discharges (q) of Mustjõgi river catchment (F=1429 ha)



Washout rate of Linnusaare brook catchment (empirical results)

$F_{\text{calculation}}$ 240 ha

Parameter	Washout rate		Average					n
	N_{tot}	P_{tot}	q	N_{tot}	P_{tot}	$Prec_{\text{su}}$	t_{air}	
	kg/ha*a	kg/ha*a	l/s*day	mg/l*sampl e	mg/l*sampl e	mm*a	°C	
1994	1.272	0.042	11.10	0.610	0.020	645	5.4*	5
1995	2.128	0.066	33.84	0.500	0.020	711	5.6	5
1996	1.053	0.041	13.00	0.430	0.018	526	4.0	4
1997	0.655	0.013	5.73	0.608	0.013	682	5.1	4
1998	0.827	0.037	14.73	0.403	0.021	794	4.7	4
1999	1.452	0.037	33.77	0.283	0.006	631	6.0	3
2000	0.447	0.034	12.80	0.238	0.014	651	6.4	4
2001	0.368	0.009	7.70	0.430	0.010	760	5.3	4
2008	2.273	0.039	21.78	0.600	0.011	957	6.6	5
2009	1.842	0.054	29.83	0.515	0.015	749	5.4	6
2010	0.089	0.001	1.20	0.204	0.004	787	5.3	5
2011	1.269	0.018	11.83	0.360	0.006	585	6.5	6
2012	1.536	0.046	18.90	0.608	0.015			4
2013	0.147	0.002	1.15	0.243	0.003			4
average	1.097	0.031	15.53	0.431	0.013	706	5.5	
max	2.273	0.066	33.84	0.610	0.021	957	6.6	
min	0.089	0.001	1.15	0.204	0.003	526	4.0	

* January temperature is missing

Old F, ha (YEAR book)	180
New F, ha (ÖI)	240

Washout rate of Mustjõgi river catchment (empirical results)

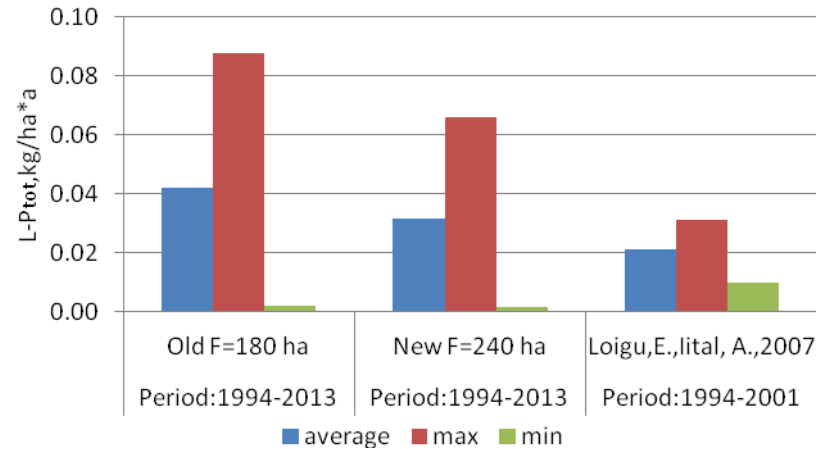
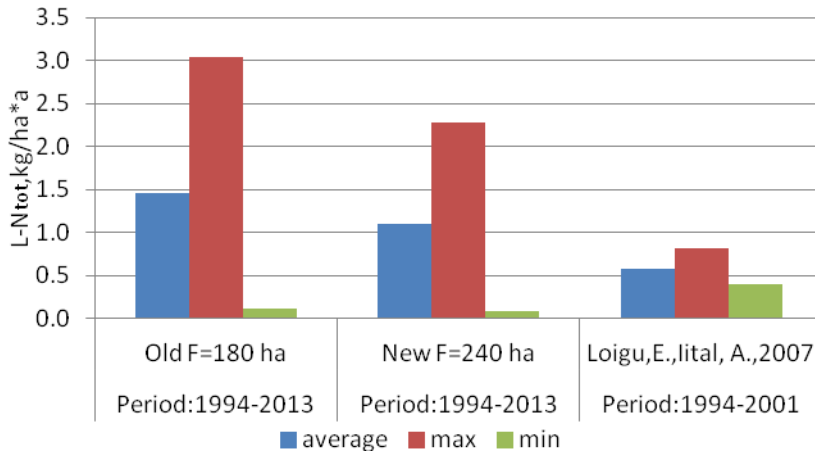
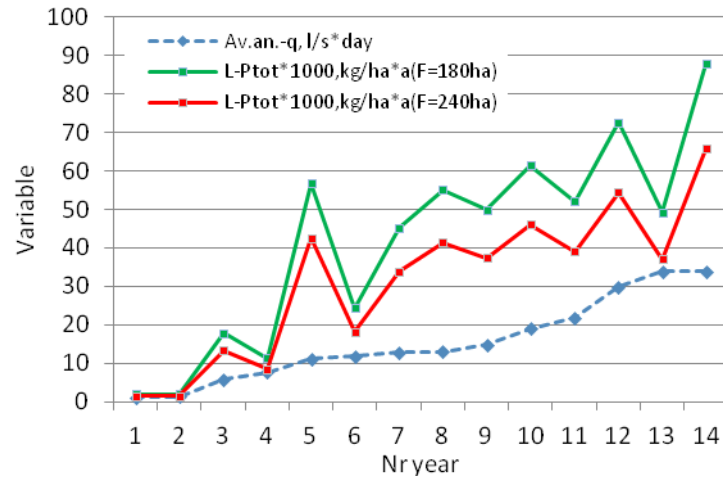
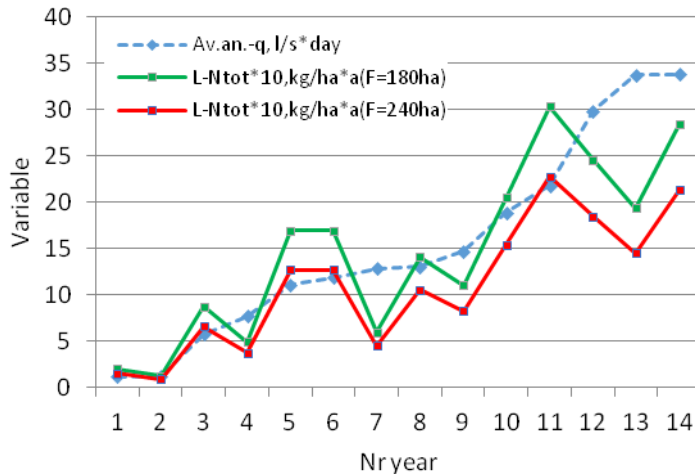
F_{calculation} 1620 ha

Parameter	Washout rate		Average					n
	N _{tot}	P _{tot}	q	N _{tot}	P _{tot}	Prec _{sum}	t _{air}	
	kg/ha*a	kg/ha*a	l/s*day	mg/l*sampl e	mg/l*sampl e	mm*a	°C	
1994	2.69	0.04	63.70	1.94	0.032	645	5.4*	5
1995	7.41	0.09	150.60	1.87	0.032	711	5.6	5
1996	4.88	0.05	61.83	1.71	0.028	526	4.0	4
1997	1.98	0.02	49.80	1.43	0.024	682	5.1	4
1998	2.27	0.06	69.00	1.60	0.043	794	4.7	4
1999	5.03	0.11	102.63	1.72	0.055	631	6.0	4
2000	4.12	0.06	76.83	1.72	0.039	651	6.4	4
2001	3.27	0.06	64.20	1.93	0.052	760	5.3	4
2002	4.88	0.07	85.85	1.94	0.039	560	5.6	6
2003	6.69	0.08	115.87	2.41	0.038	762	5.1	11
2004	5.14	0.08	105.60	2.21	0.041	809	5.4	12
2005	4.07	0.12	86.75	2.21	0.074	646	5.3	12
2006	2.51	0.06	56.23	2.08	0.054	471	6.0	12
2007	2.49	0.03	49.42	2.46	0.052	718	6.3	7
2008	23.30	0.29	372.63	2.90	0.039	957	6.6	6
2009	12.52	0.46	288.70	1.92	0.058	749	5.4	6
2010	12.80	0.21	184.12	1.90	0.056	787	5.3	6
2011	6.49	0.10	183.50	1.57	0.032	581	6.5	6
2012	5.92	0.05	120.33	1.80	0.023			6
2013	1.05	0.01	29.40	1.48	0.033			6
average	5.98	0.10	115.85	1.94	0.042	691	5.6	
max	23.30	0.46	372.63	2.90	0.074	957	6.6	
min	1.05	0.01	29.40	1.43	0.023	471	4.0	

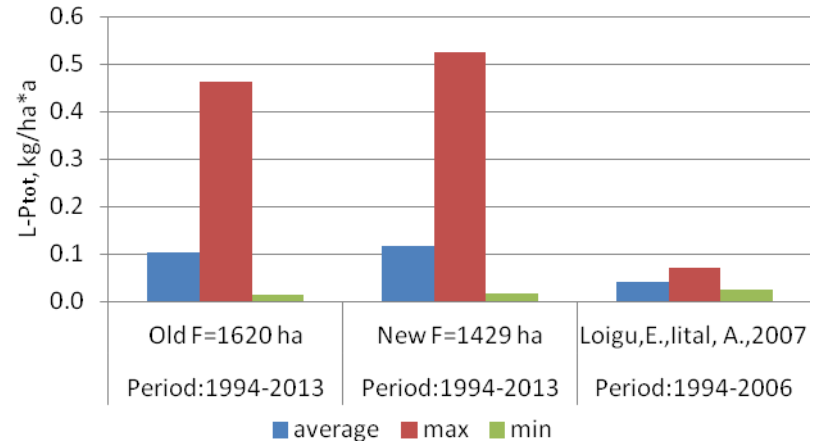
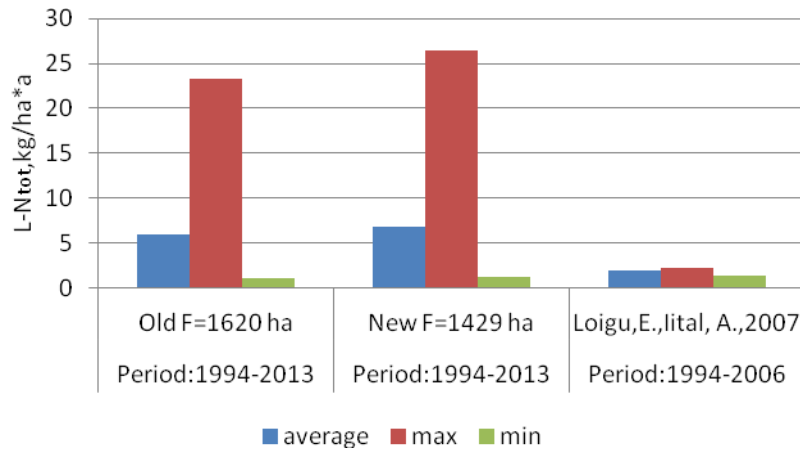
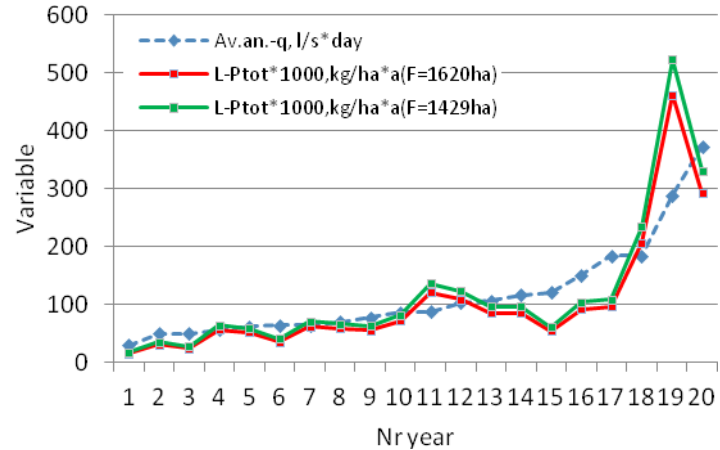
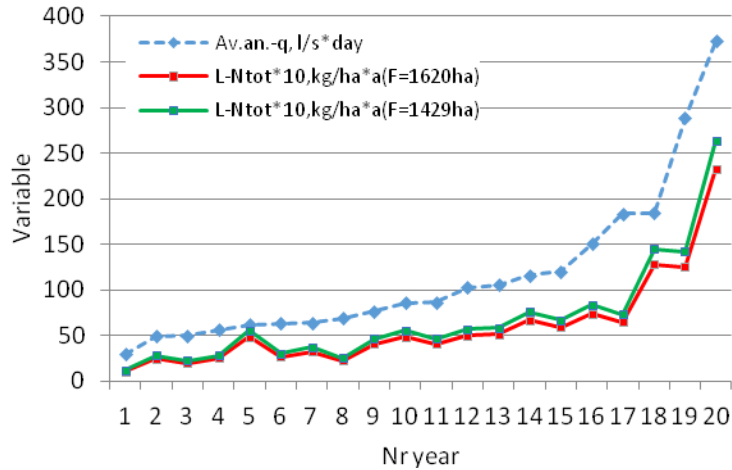
* January temperature is missing

Old F, ha (Year book)	1620
New F, ha (KAUR)	1429

Influence of catchment size to the washout rate (Linnusaare brook; scale: annual)

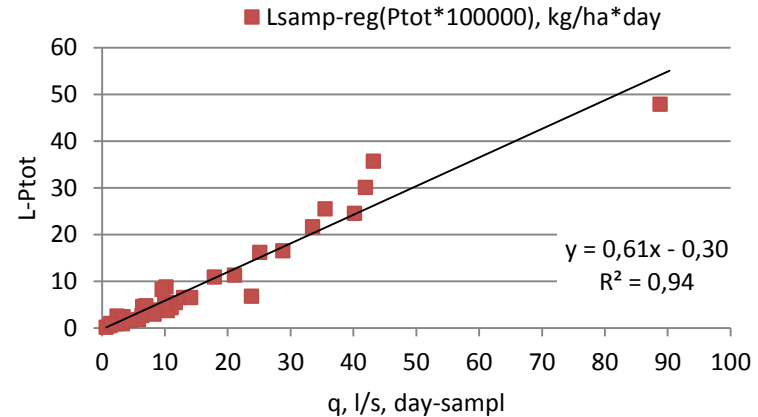
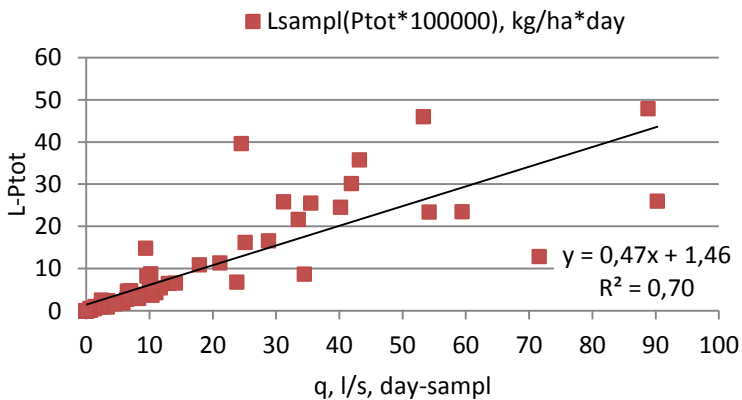
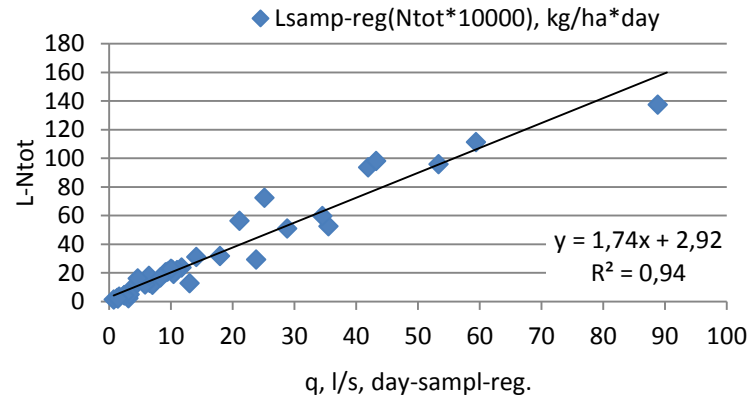
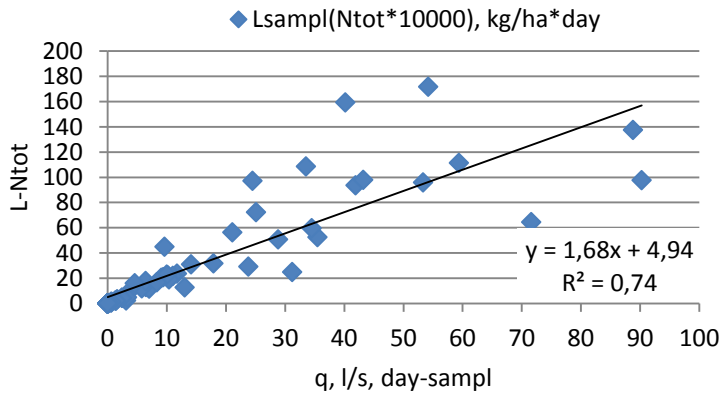


Influence of catchment size to the washout rate (Mustjõgi river; scale: annual)

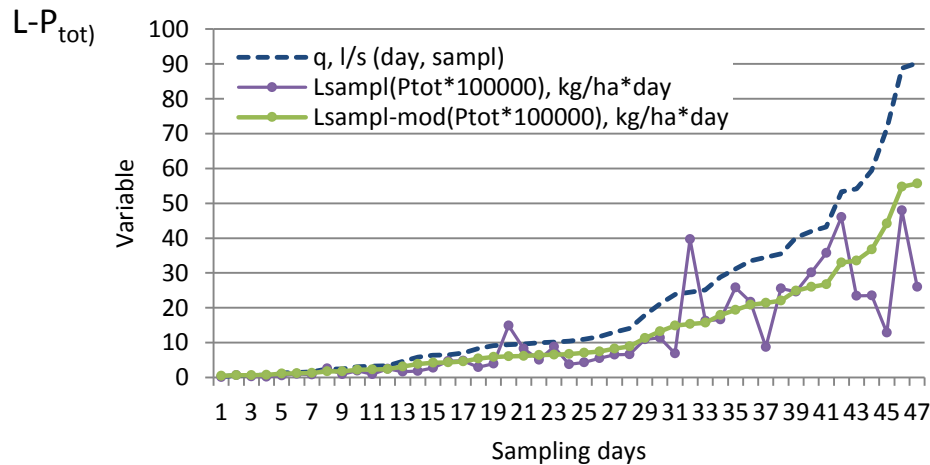
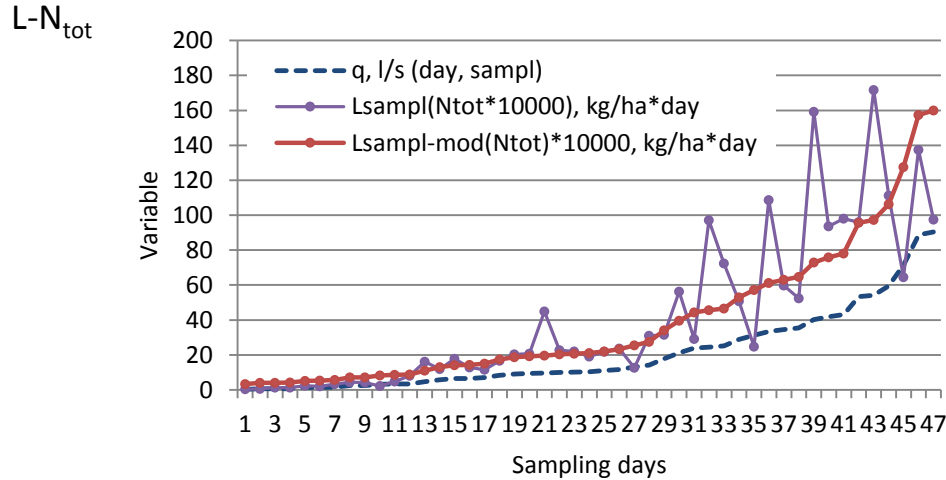


Searching of regression equation for washout rates (L) and discharge (q)

(Linnusaare bog, catchment: F=240 ha, scale: sample day)



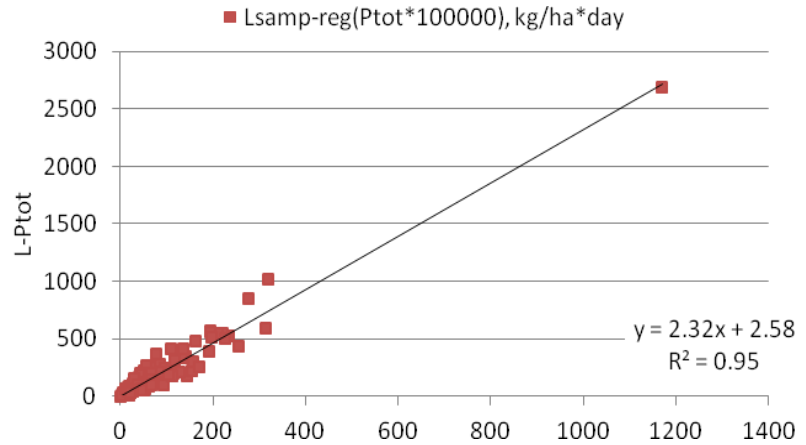
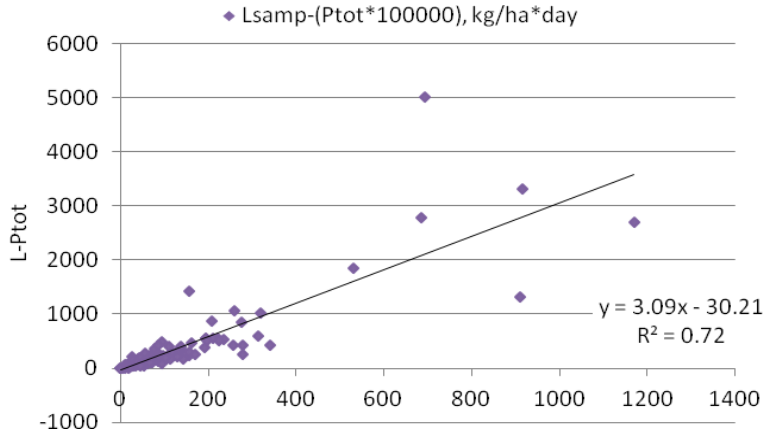
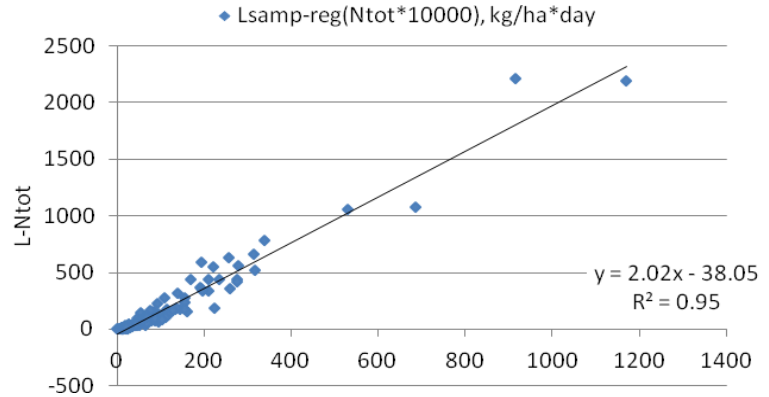
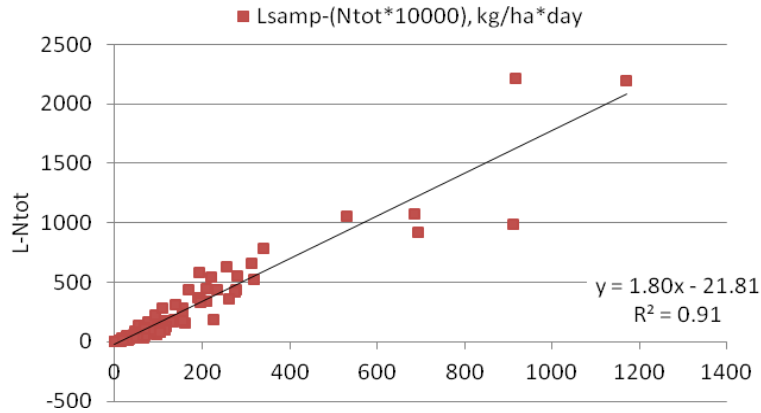
Modelled washout rates (L) for Linnusaare bog catchment (F=240 ha), based on sample day scale



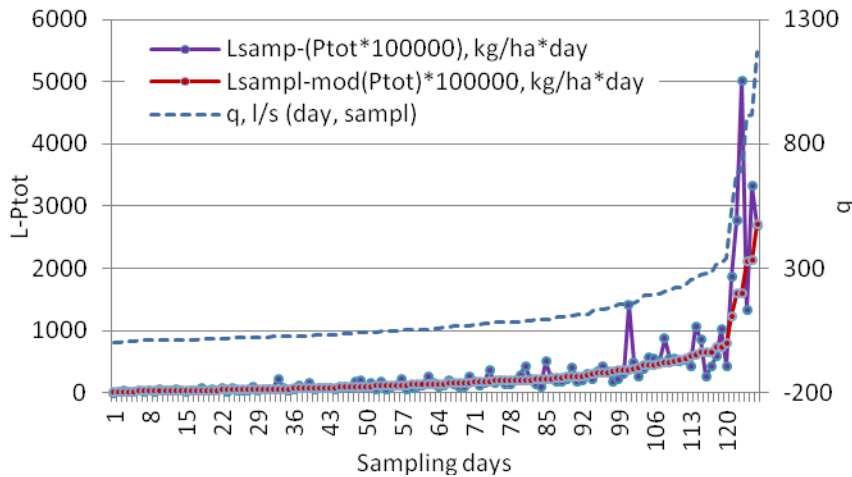
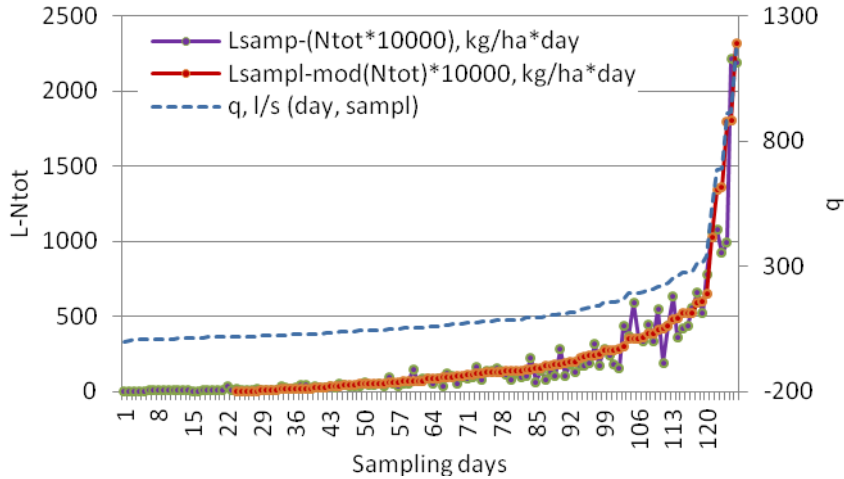
F=240 ha		Period:1994-2013			
q, l/s	L(Ntot), kg/ha*a				
	interval	sampled	modelled	difference	
	0,2-90,3	Mean	1,531	1,439	0,092
		Min	0,012	0,119	-0,107
		Max	6,267	5,838	0,429
		L(Ptot), kg/ha*a			
	sampled	modelled	difference		
	0,2-90,3	Mean	0,0429	0,0481	-0,0051
		Min	0,0003	0,0016	-0,0013
		Max	0,1750	0,2031	-0,0281
	L(Ntot), kg/ha*a				
	sampled	modelled	difference		
	3,1-90,3		1,875	1,736	0,139
			0,081	0,303	-0,222
			6,267	5,838	0,429
	L(Ptot), kg/ha*a				
	sampled	modelled	difference		
	1,4-90,3	Mean	0,0479	0,0535	-0,0056
		Min	0,0032	0,0042	-0,0011
		Max	0,1750	0,2031	-0,0281

Searching of regression equation for washout rates (L) and discharge (q)

(Mustjõgi river, catchment: F=1429 ha, scale: sample day)



Modelled washout rates (L) for Mustjõgi river catchment (F=1429 ha), based on sample day scale



F=1429 ha		Period=1994-2013			
q, l/s(Av.day, sampl.)		L(Ntot), kg/ha*a			
interval	sampled	modelled	difference		
20-1170	Mean	0,0230	0,0248	-0,0017	
	Min	0,0007	0,0002	0,0005	
	Max	0,2213	0,2320	-0,0108	
L(Ptot), kg/ha*a		sampled	modelled	difference	
0,3-1170	Mean	0,000333	0,027606	-0,027272	
	Min	0,000001	0,000327	-0,000326	
	Max	0,005021	0,271557	-0,266536	
L(Ntot), kg/ha*a		sampled	modelled	difference	
20-318	Mean	0,015099	0,015841	-0,000742	
	Min	0,000747	0,000226	0,000520	
	Max	0,066068	0,060297	0,005771	
L(Ptot), kg/ha*a		sampled	modelled	difference	
0,3-318	Mean	0,000034	0,019000	-0,018966	
	Min	0,000001	0,000327	-0,000326	
	Max	0,000082	0,004895	-0,004813	
L(Ntot), kg/ha*a		sampled	modelled	difference	
318-1170	Mean	0,121891	0,136293	-0,014402	
	Min	0,051913	0,060297	-0,008385	
	Max	0,221290	0,232043	-0,010753	
L(Ptot), kg/ha*a		sampled	modelled	difference	
318-1170	Mean	0,002304	0,161414	-0,159110	
	Min	0,000432	0,073995	-0,073564	
	Max	0,005021	0,271557	-0,266536	

What else:

1. Find out agreed strategy for peatland washout (L) coefficient rates:
i.e.
 - a) scaling with other landscape management rates (mineral –organic soils agriculture, forestry etc)
 - b) probability of modelled coefficients (time scales: month, seasons, years; q-L differentiation)
 - c) peatland load transport questions in recharge water bodies

2. Application of coefficients to the peatlands; based on their contemporarily situation (GIS+coefficients):
 - a) forested, agriculture used, peat cutting
 - b) peatland catchment size, belonging to the water body basin

3. What is a dynamics of q from peatlands?



Thank You!

All data bases for the maps – Estonian Land Board
All numerical data – Estonian Environment Agency

Integrated management of surface water,
27.11.2014



Porijõe mudel

Tõnu Oja, Anna Palusalu, Evelyn Uuema

Mudel kasutab sisendina maakasutuse (F1), mulla (F2), väetamise (F3) ja vooluhulkade (F4) andmeid.

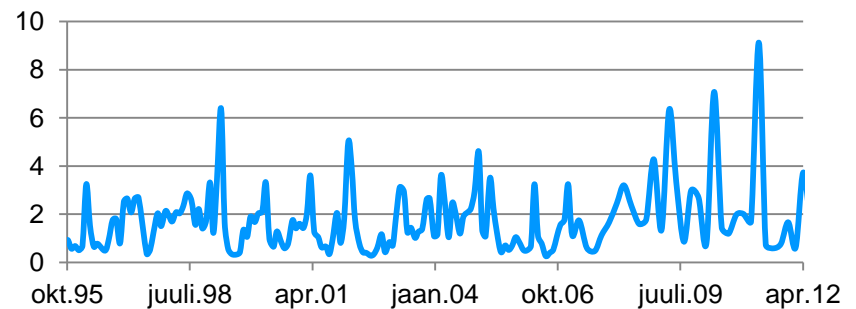
$$N_{\text{runoff}} = F1 \times F2 \times F3N \times F4 \times 20$$

$$P_{\text{runoff}} = F1 \times F2 \times F3P \times F4 \times 0,5$$



VÄETAMINE

VOOLUHULGAD

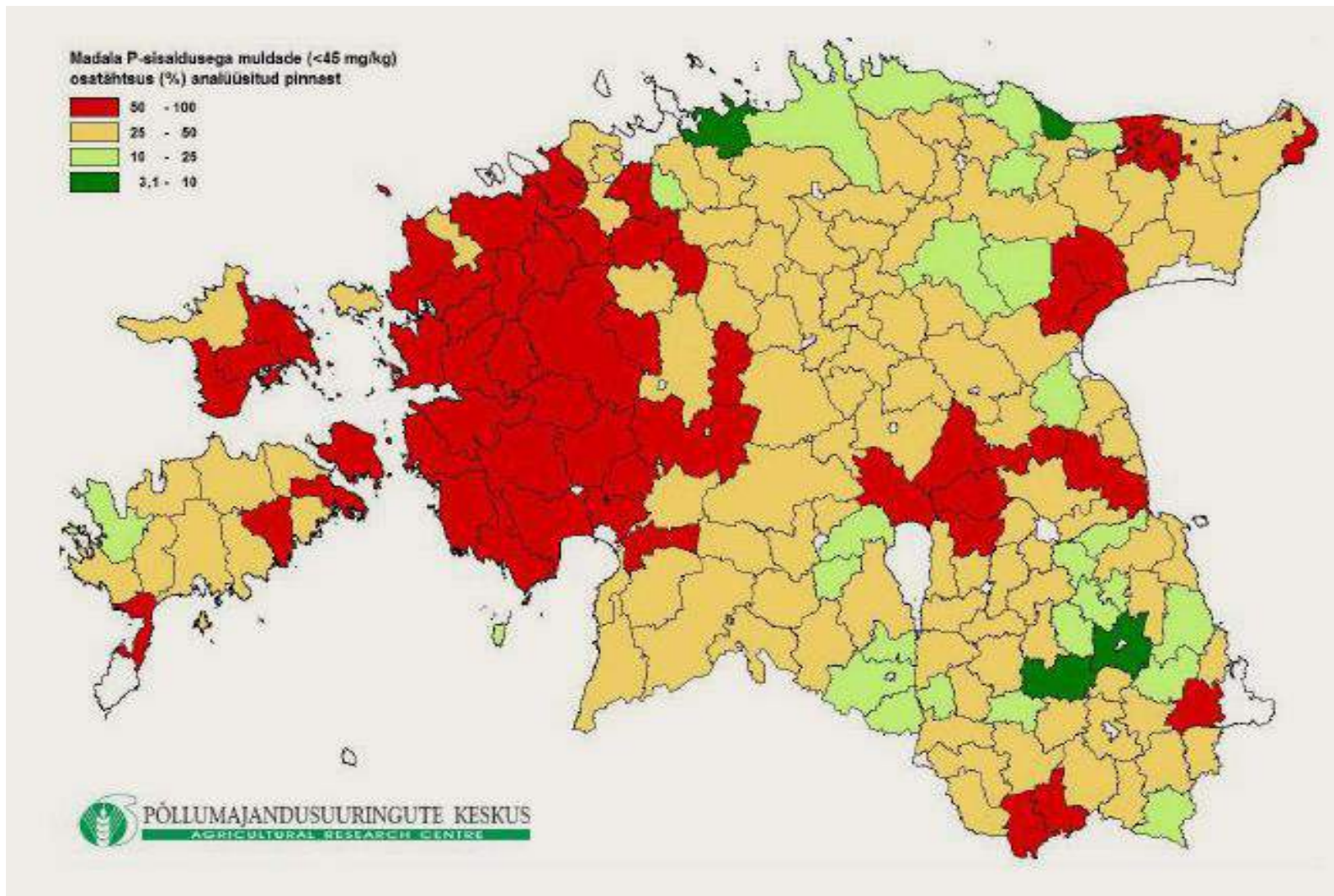


MAAKASUTUS

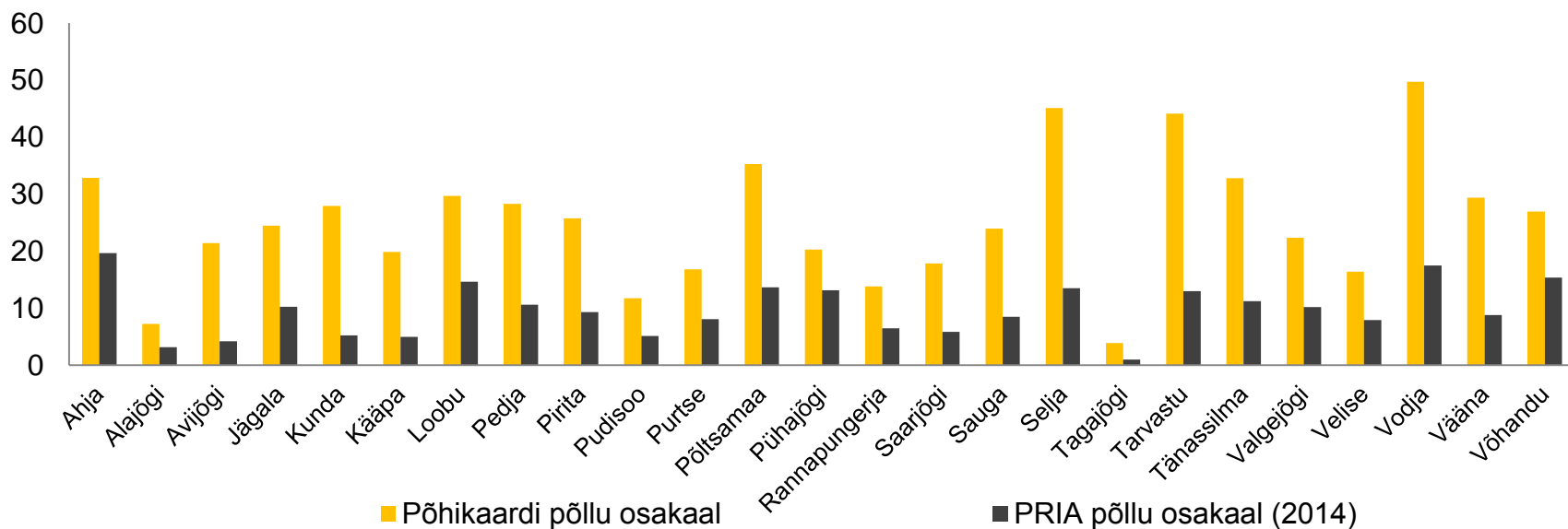
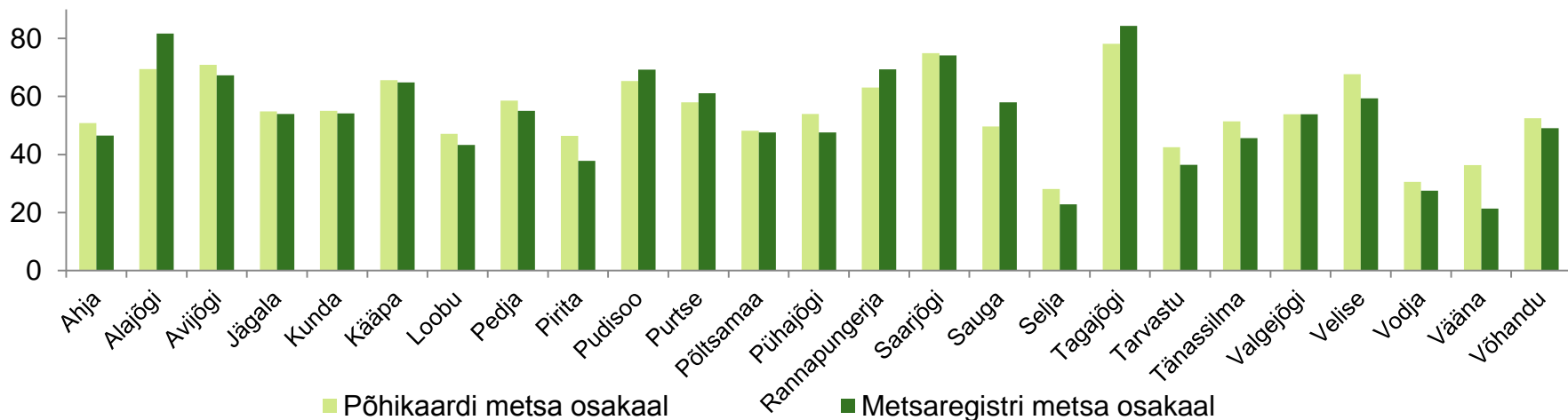


MULD

Mullad ja väetamine



Erinevused andmekogudes

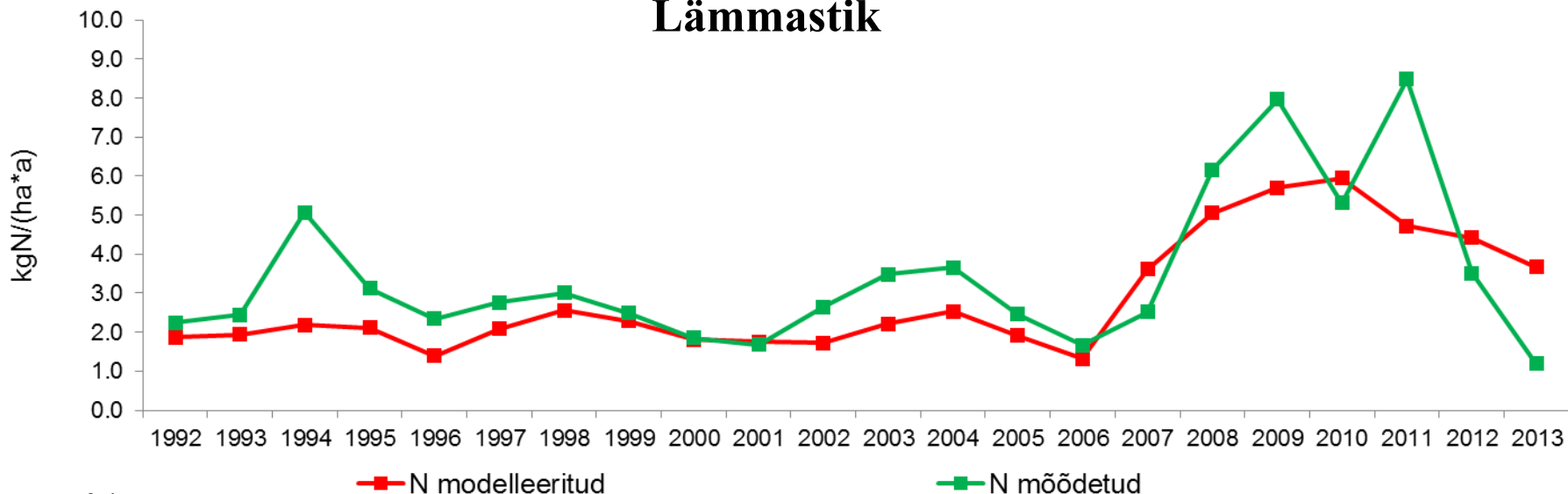




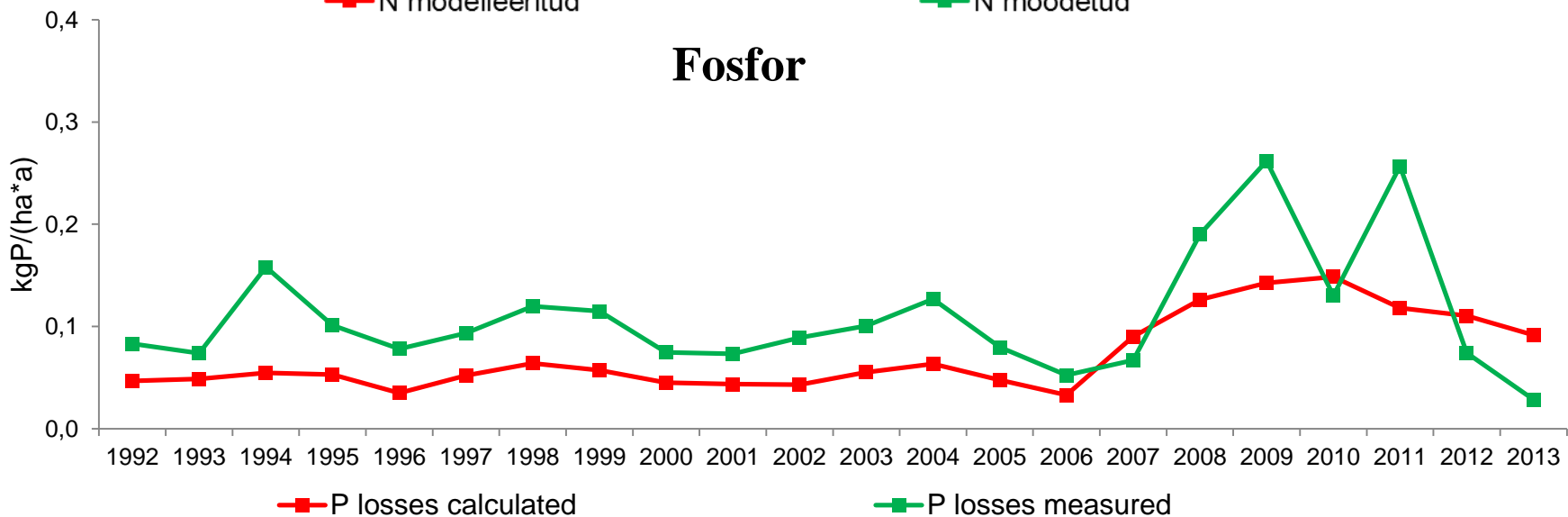
	N kg/(ha*a)	P (kg/(ha*a))
vooluveekogude pikkus km/km ² kohta	-0.13	-0.09
keskmine vooluhulk (m ³ /s) 2006	0.30	0.33
vooluhulga koefitsient (aasta keskmine Q/pikaajaline keskmine Q)	0.60	0.55
nõlvakallete keskmine %	-0.03	0.12
mulla_koefitsient	0.12	0.17
Automorfse liiva osakaal	-0.09	0.22
Hüdromorfse liiva osakaal	-0.16	0.04
Automorfse LS/SL osakaal	0.38	0.12
Hüdromorfse LS/SL osakaal	0.04	-0.13
Automorfse savi osakaal	0.04	0.23
Hüdromorfse savi osakaal	0.14	0.18
Hüdromorfse turba osakaal	-0.19	-0.13
maakasutuse_koefitsient	0.37	0.14
maaparanduse osakaal	-0.22	-0.27
PK metsa osakaal	-0.33	-0.22
PK põllu osakaal	0.33	0.10
PK rohumaa osakaal	0.37	0.48
PK soo osakaal	-0.44	-0.20
Metsaregistri metsa osakaal	-0.45	-0.32
PRIA põllu osakaal (2014)	0.37	0.22
P punktreostuse väljakanne (kg*ha/a)	0.14	0.11
N punktreostuse väljakanne (kg*ha/a)	0.37	0.25

Porijõe tulemused aastate lõikes

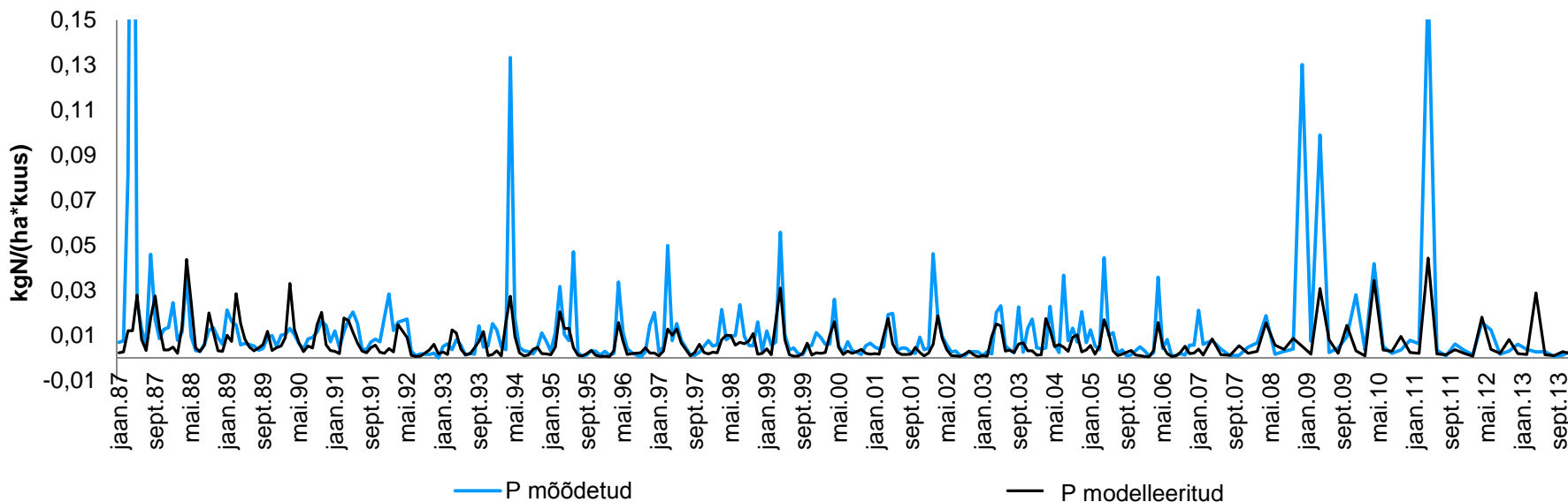
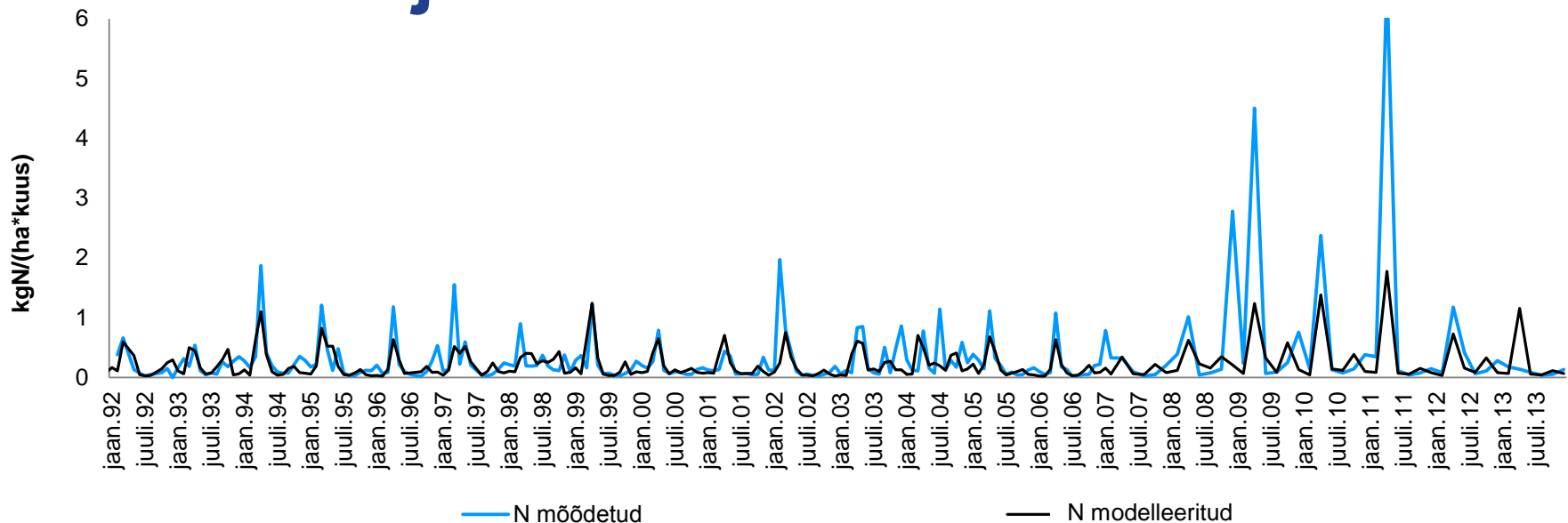
Lämmastik



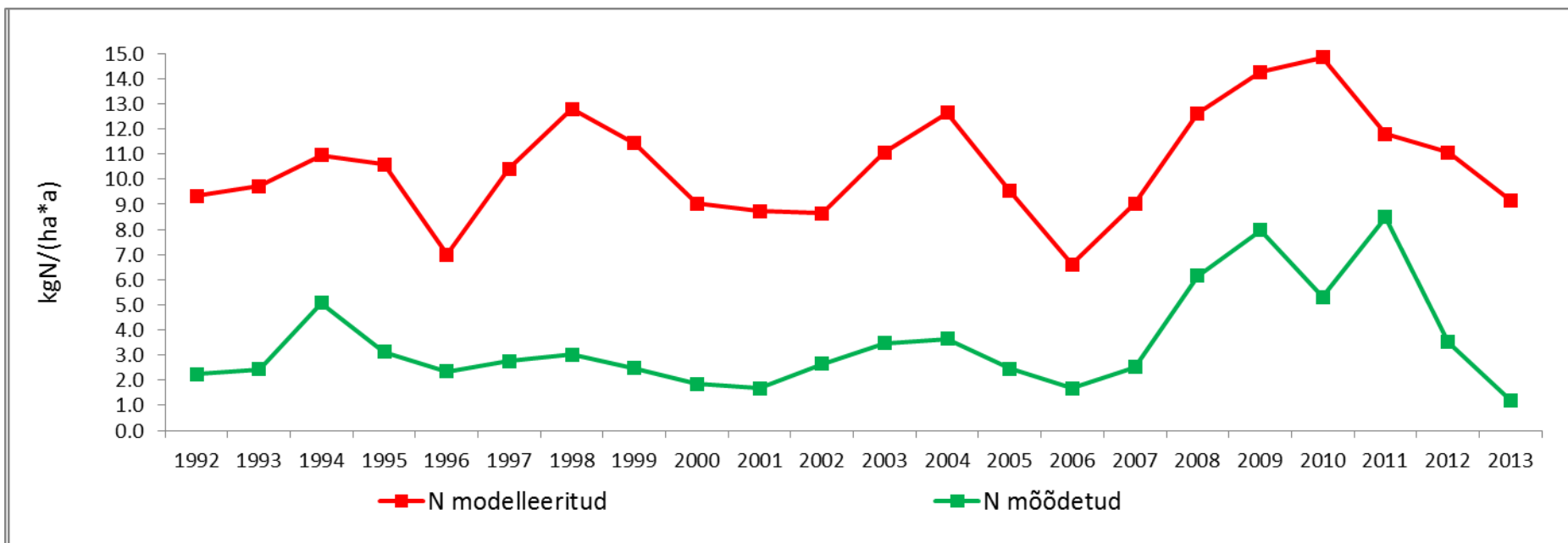
Fosfor



Porijõe tulemused kuude lõikes



Prognoosimine



Väetamine suureneb 10kg/ha → 100 kg/ha



Aitäh kuulamast!



Eesti rannikumere hüdrodünaamika ja ökoloogia modelleerimine GETM + ERGOM



Ilya Maljutenko
Tallinna Tehnikaülikooli
Meresüsteemide Instituut

27.11.2014

Ettekande ülevaade

Mudelsüsteem GETM + ERGOM

Rakendused:

Läänemere mudel

Valideerimine

Toitainete dünaamika Eesti rannikumeres 2005. a
näitel (ERGOM)

Andmed

Võrtsjärve mudel

Esmased tulemused

Dünaamilised välismõjud

Atmosfäär

Tuul



Kiirgus



Sademed



Jõed

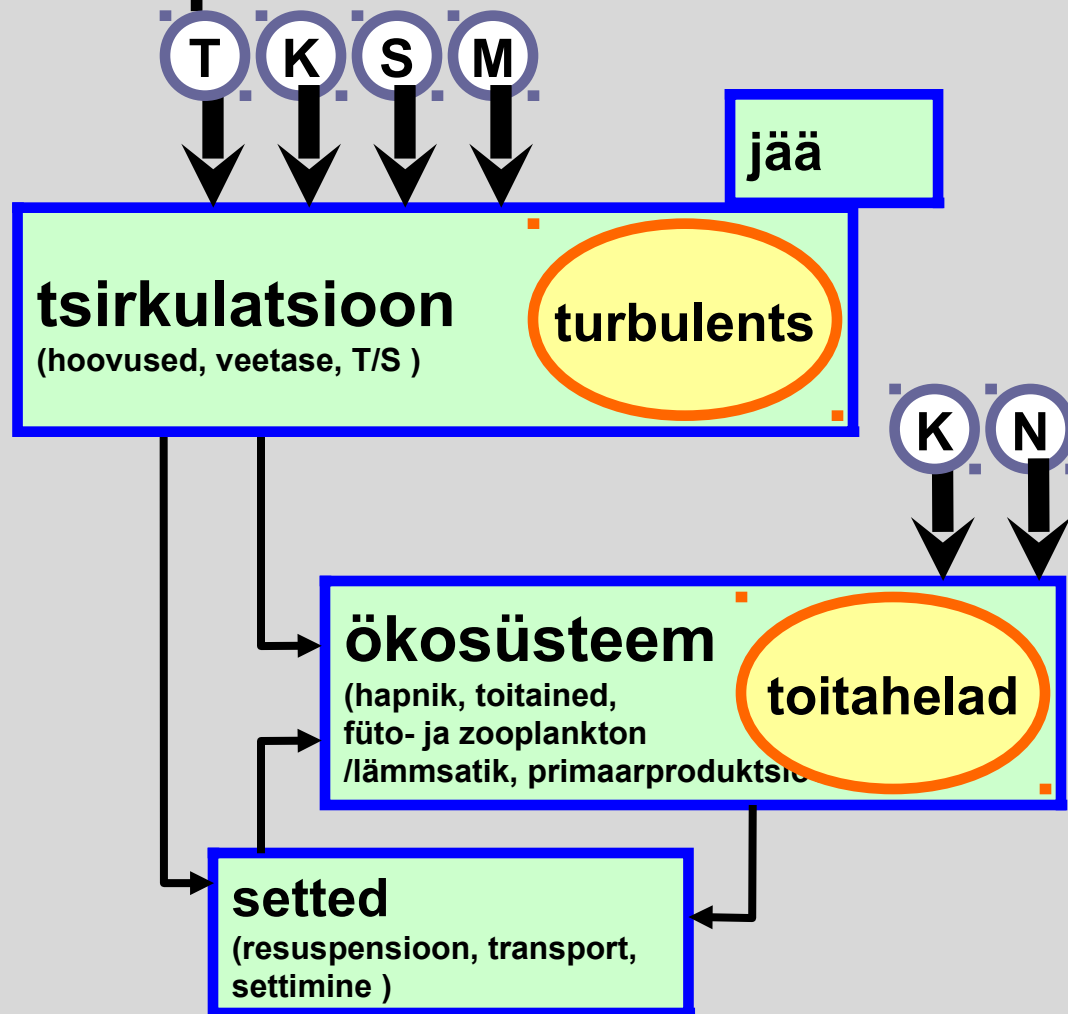
Magevesi



Toitained

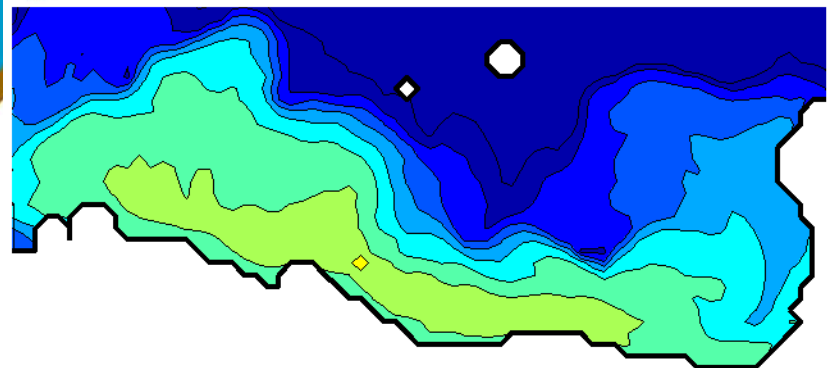
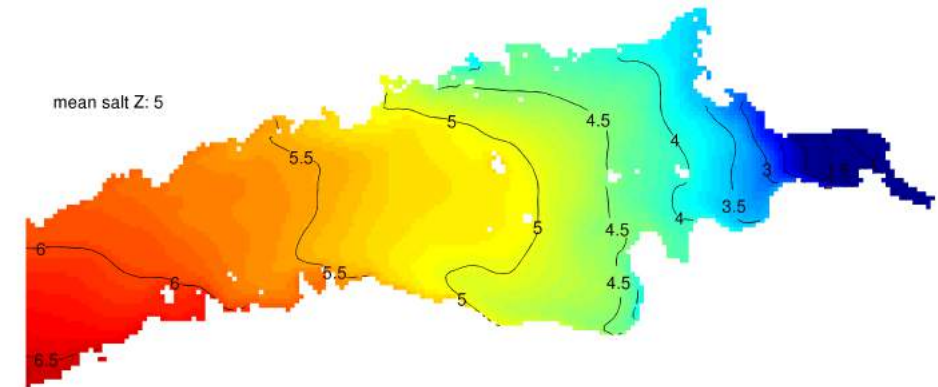
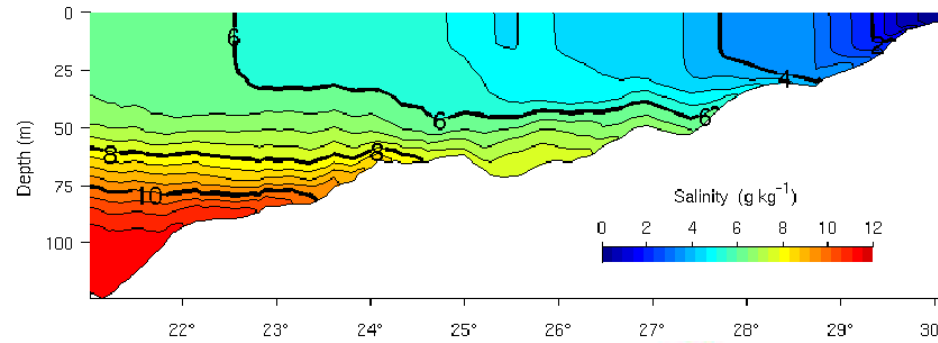
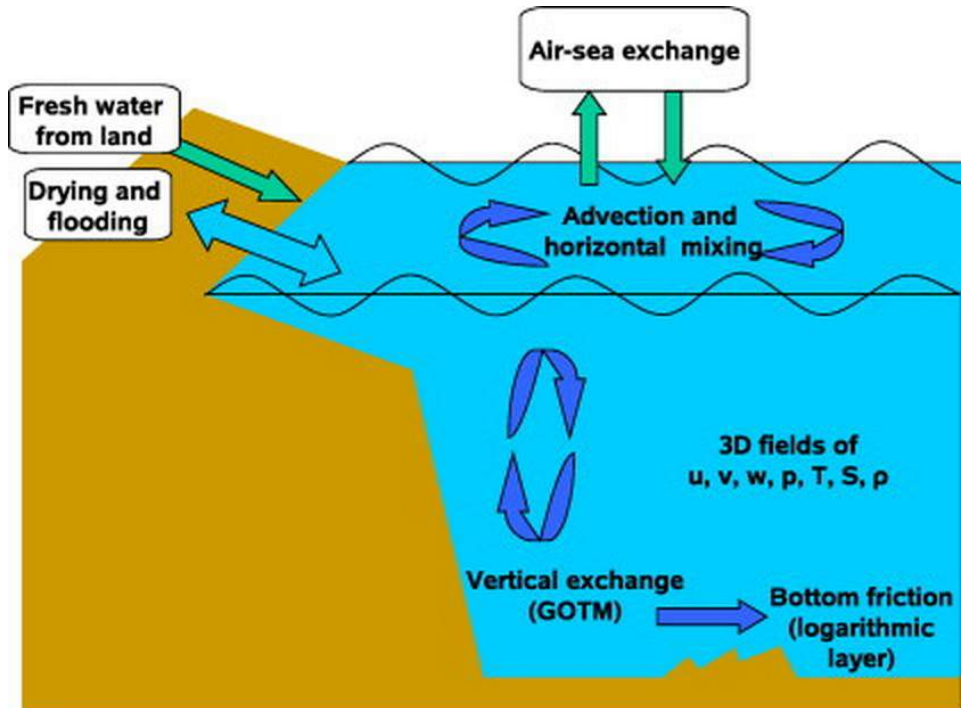


Mereprotsesside mudelid

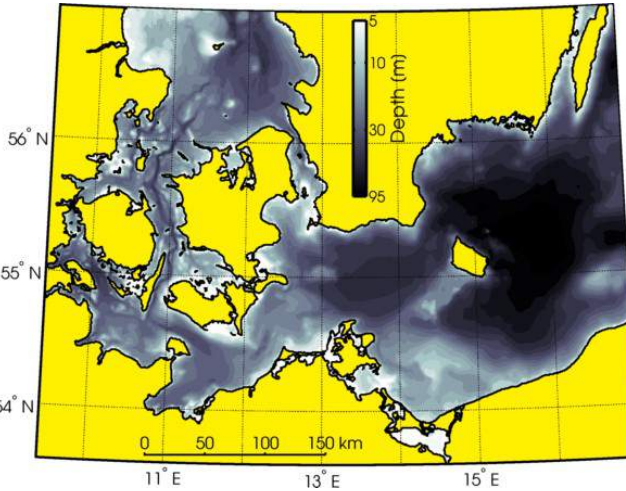
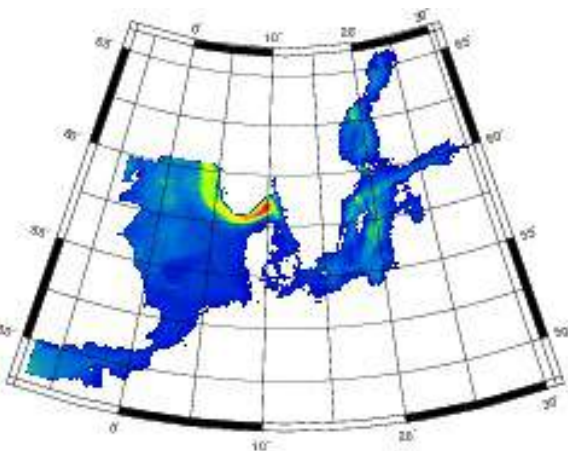


GETM 3D

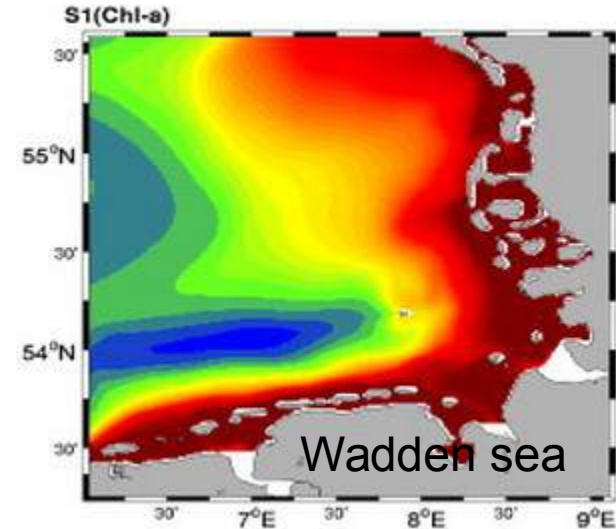
tsirkulatsioonimudel



GETM rakendused

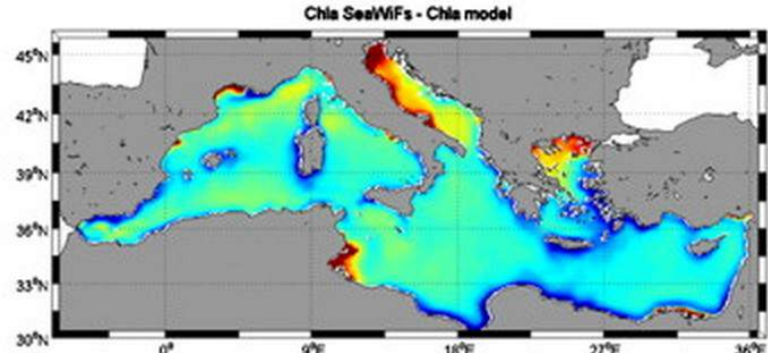


Sissevoolud läbi Taani väinade

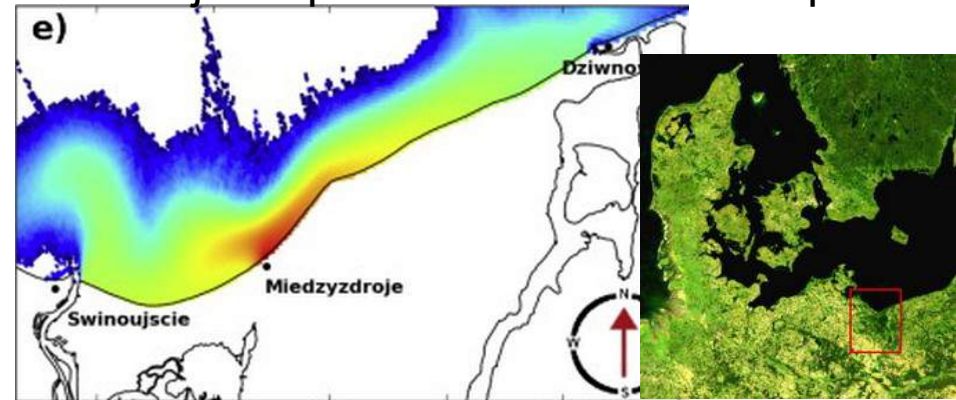


Operatiivne mereprognosis (DaMSA)

Oder jõest pärineva reostuse transport



Vahemere primaarproduksioon



Läänemere mudeli seadistus

Arvutusala: Kogu Läänemeri, avatud rajad Taani väinades

Ruumiline lahutus 1 meremiil (112843 punkti),
vertikaalselt 40 adaptiivset kihti (~ 1 m)

Ajasamm 10 min

Paralleliseeritud TTÜ kobararvutis 203 protsessorile
(~ 12h 1 aasta)

Sisend:

Algväljad: batümeetria, S,T, veetase, kontsentratsioonid

Atmosfäär:

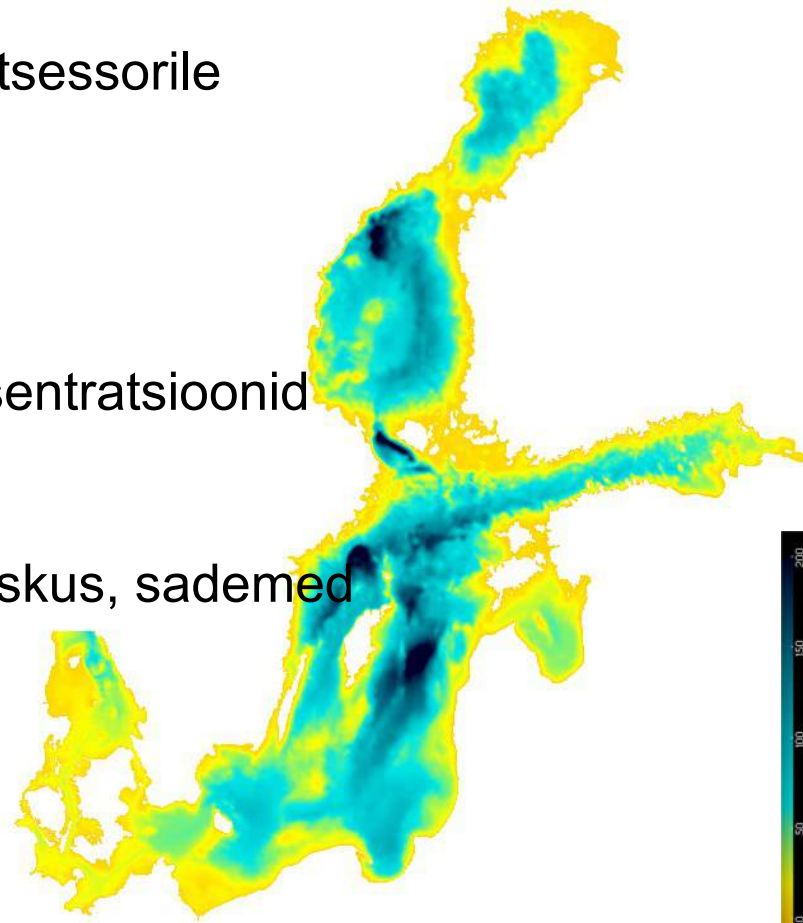
tuul, temperatuur, pilvisus, õhurõhk, niiskus, sademed

Jõed:

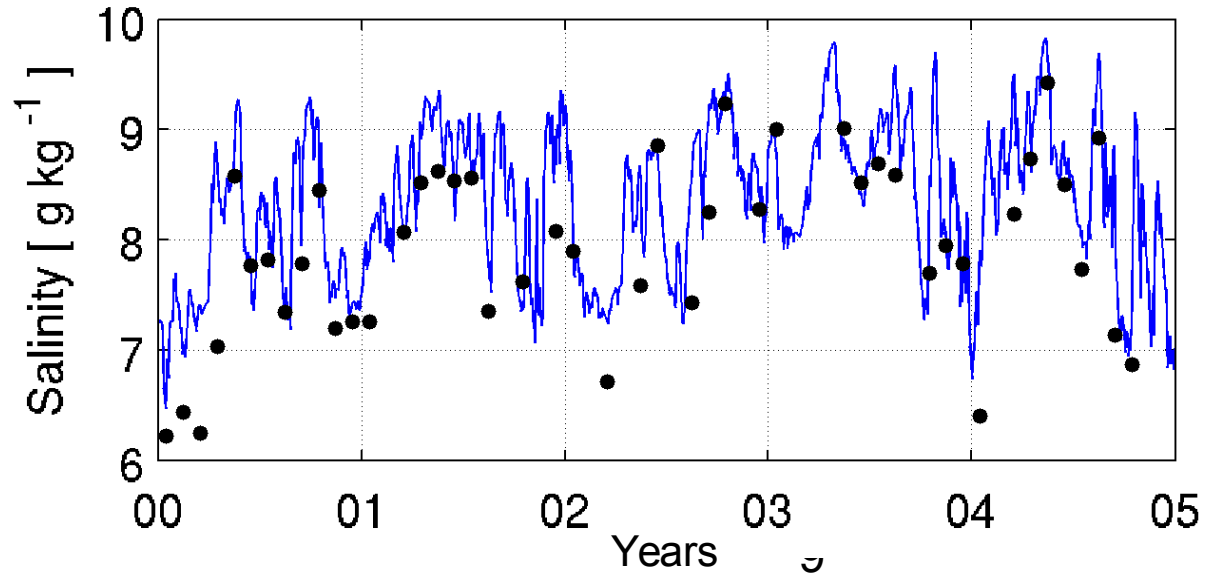
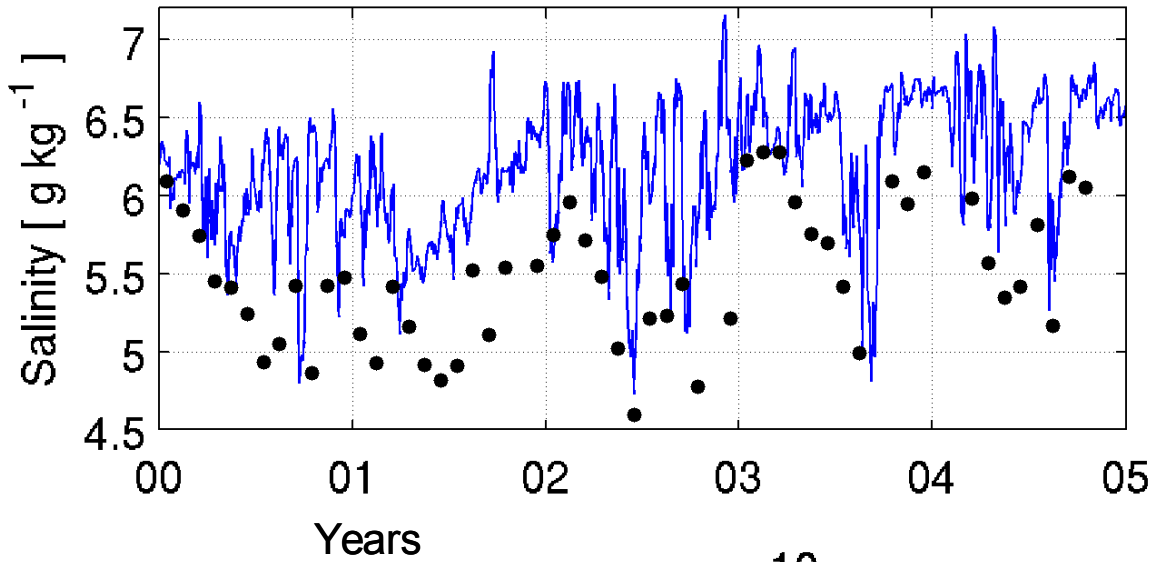
vooluhulgad, toitainete koormused

Avatud rajad:

soolsus, temperatuur, veetasemed



Soome laht (LL7), Soolsus pinnal / põhjas lühiajaline muutlikus

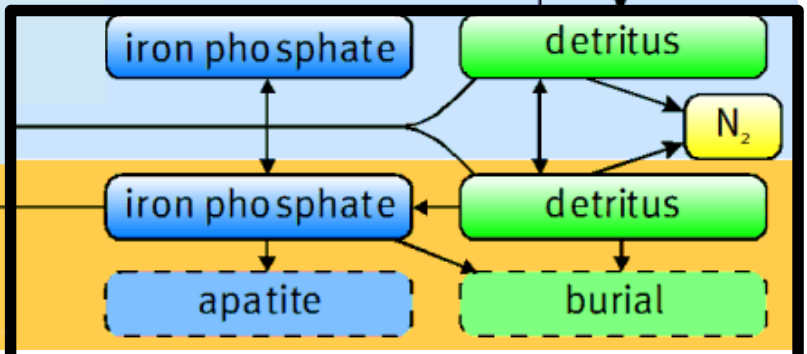
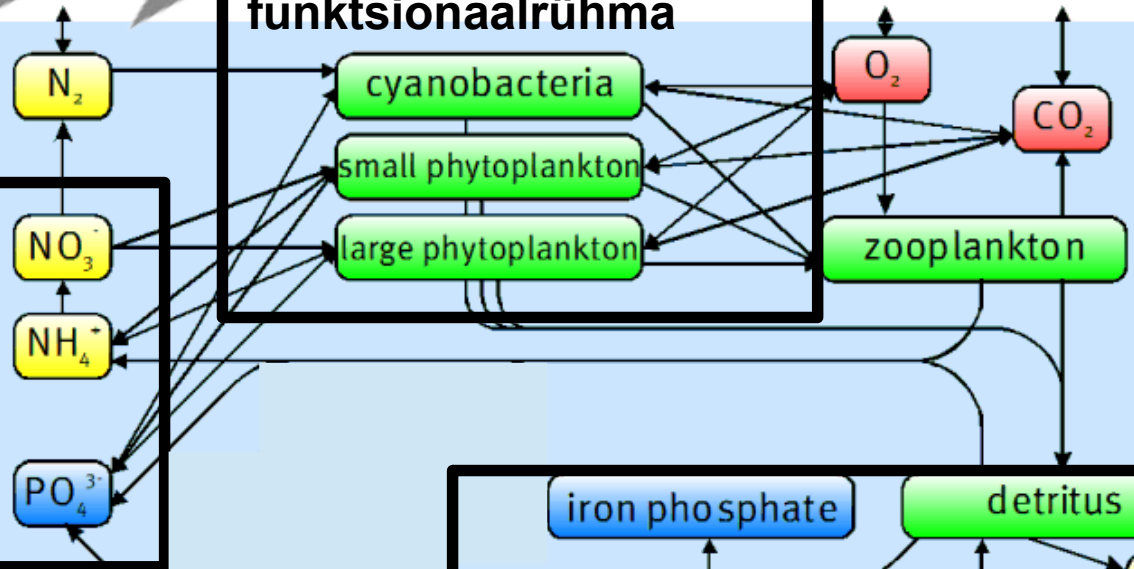
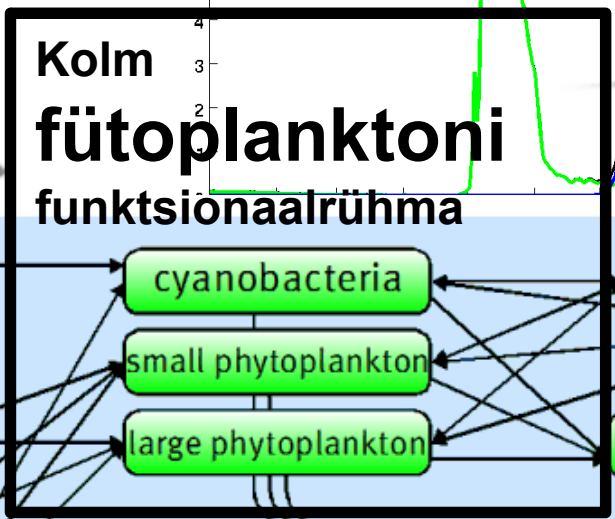


ERGOM 0D

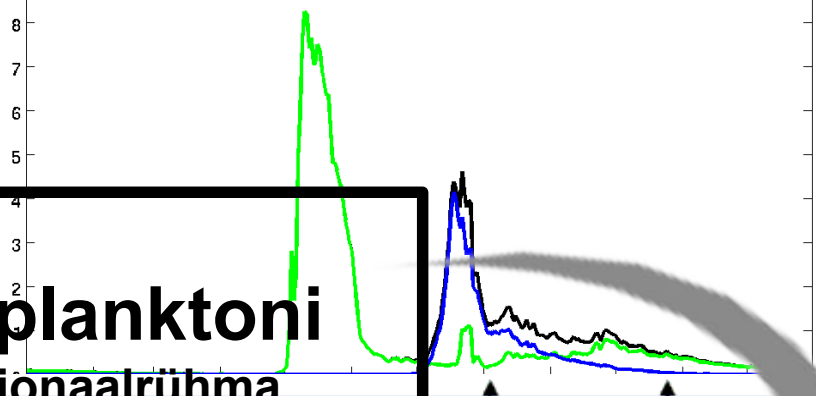
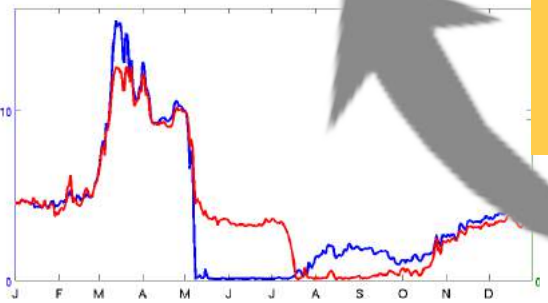
Biogeokeemia mudel

Lämmastikuringe

Toitained:
Lämmastik (NO_3^- , NH_4^+)
Fosfor (PO_4^{3-})



Setteted:
Orgaaniline aine & Raudfosfaadid



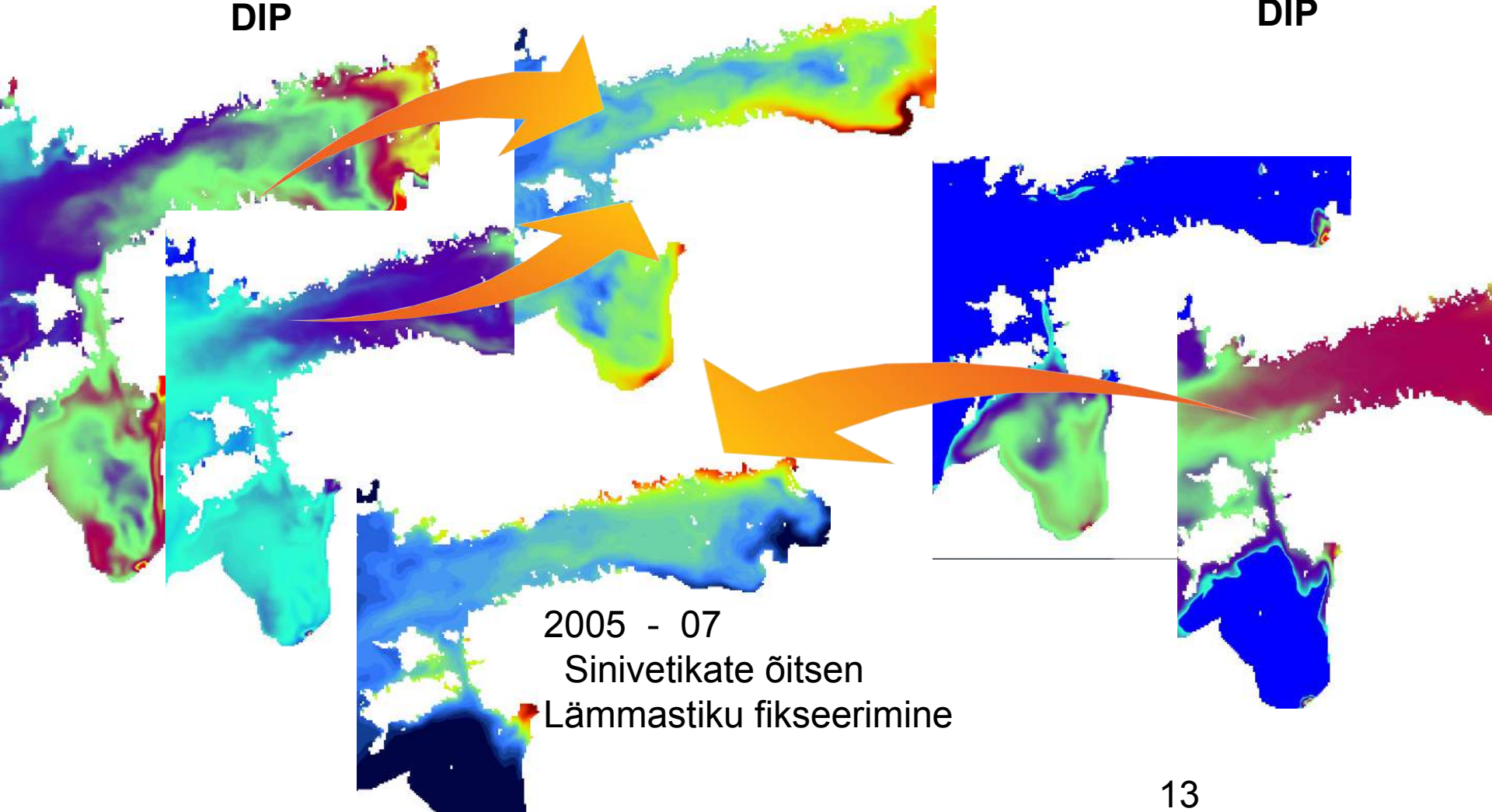
GETM + ERGOM 3D

2005 - 04
Õitsengueelne
DIN

2005 - 05
Kevadõitseng
Diat + flag

2005 - 06
Jääk
DIN Õitsengueelne
DIP

DIP



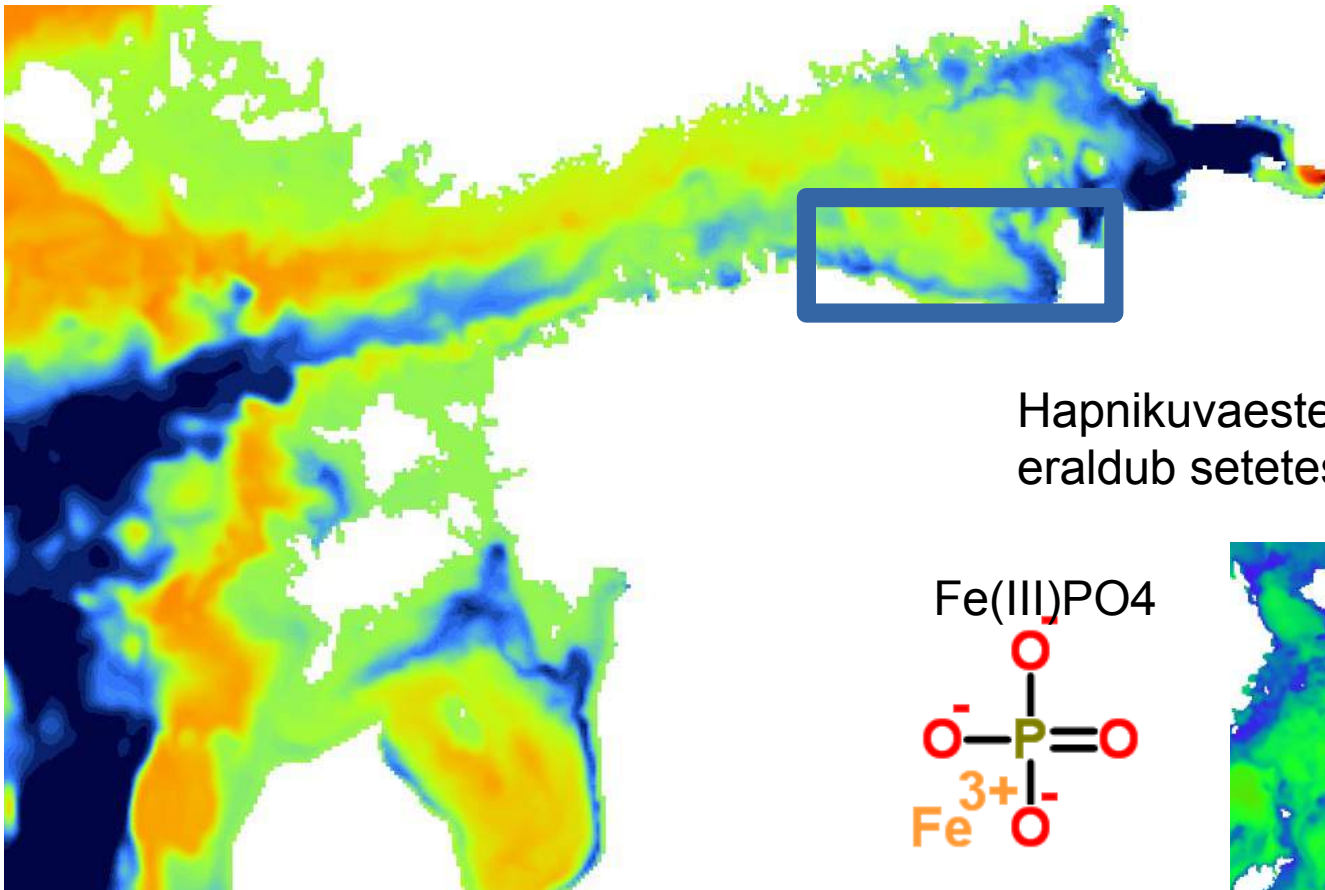
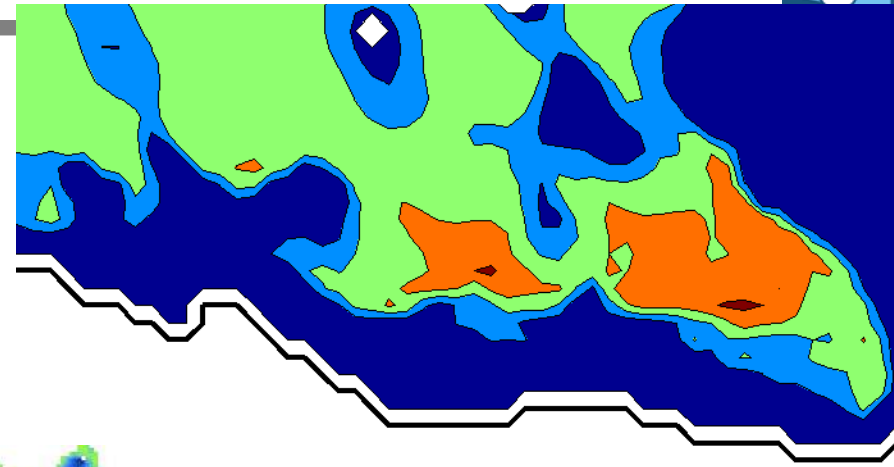
2005 - 07
Sinivetikate õitsen
Lämmastiku fikseerimine

2005 - 08

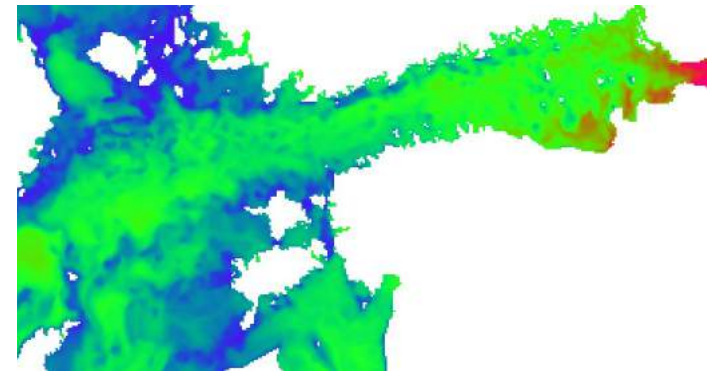
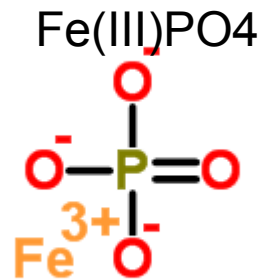
Orgaanilise aine lagunemine

Hapnikuvaesed tingimused põhjakihis

Fosfaatide vabanemine põhjasetetes



Hapnikuvaestes tingimustes
eraldub setetest fosfor



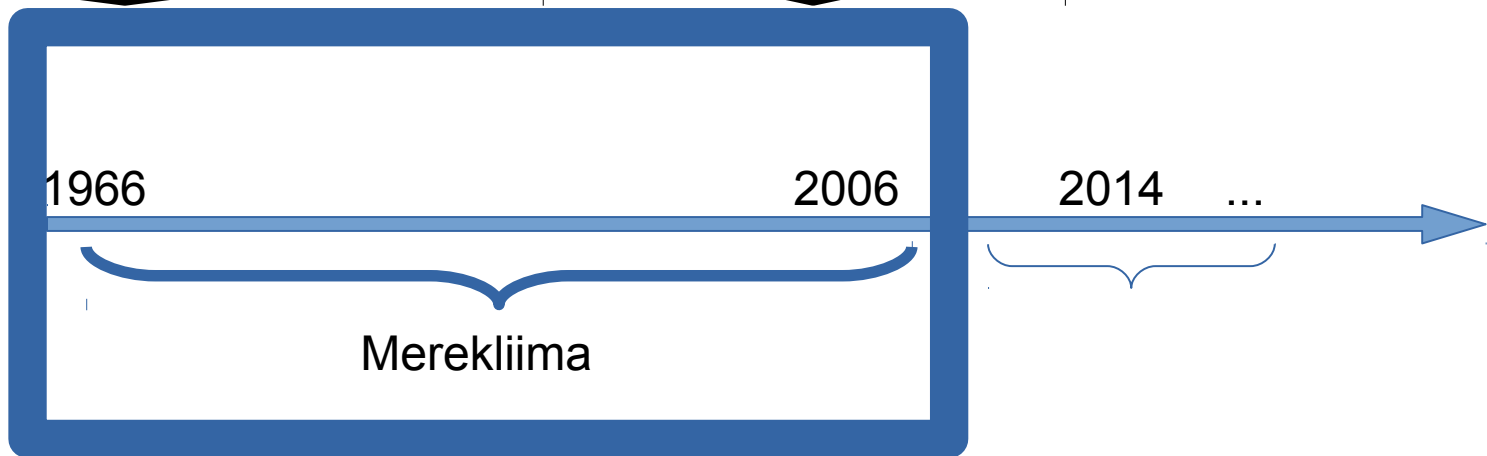


GETM + ERGOM arvutused

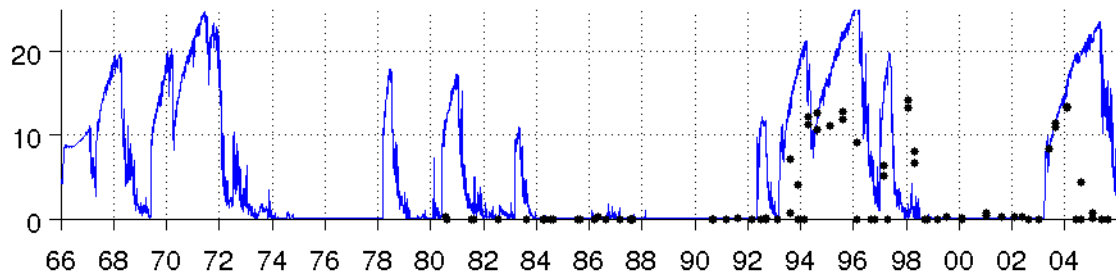
Atmosfäär : BaltAn65+
(peenskaleeritud ERA40 reanalüüs)

Jõgede koormused:
SMHI E-HYPE

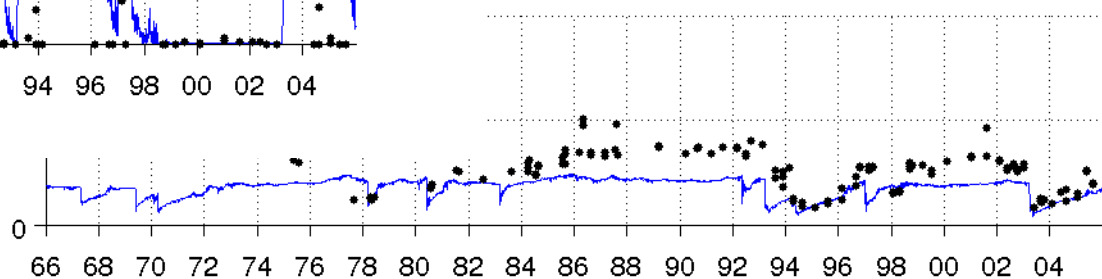
Algväljad:
kliima-
andmebaasidest



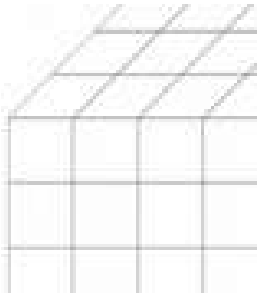
F nit bot



F pho bot



Veekvaliteedi parameetrid



Väljund:

1 päevase sammuga

3D

Füüsika: Soolsus, temperatuur, hoovused

Toitained: NO_3 , NH_4 , PO_4

Hapniku sisaldus: O_2

Fütoplankton: $\text{Chla} \sim (x * (\text{Diat.} + \text{Flag.} + \text{Cyano.}))$
+ analüütilised väljundid

2D

veepinnatase, keskmistatud hoovused

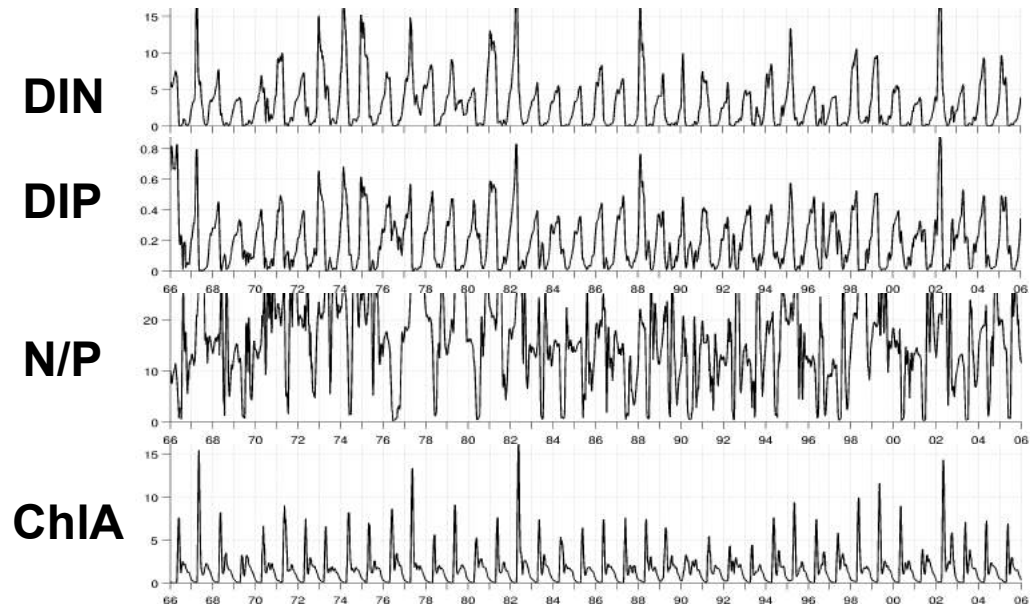
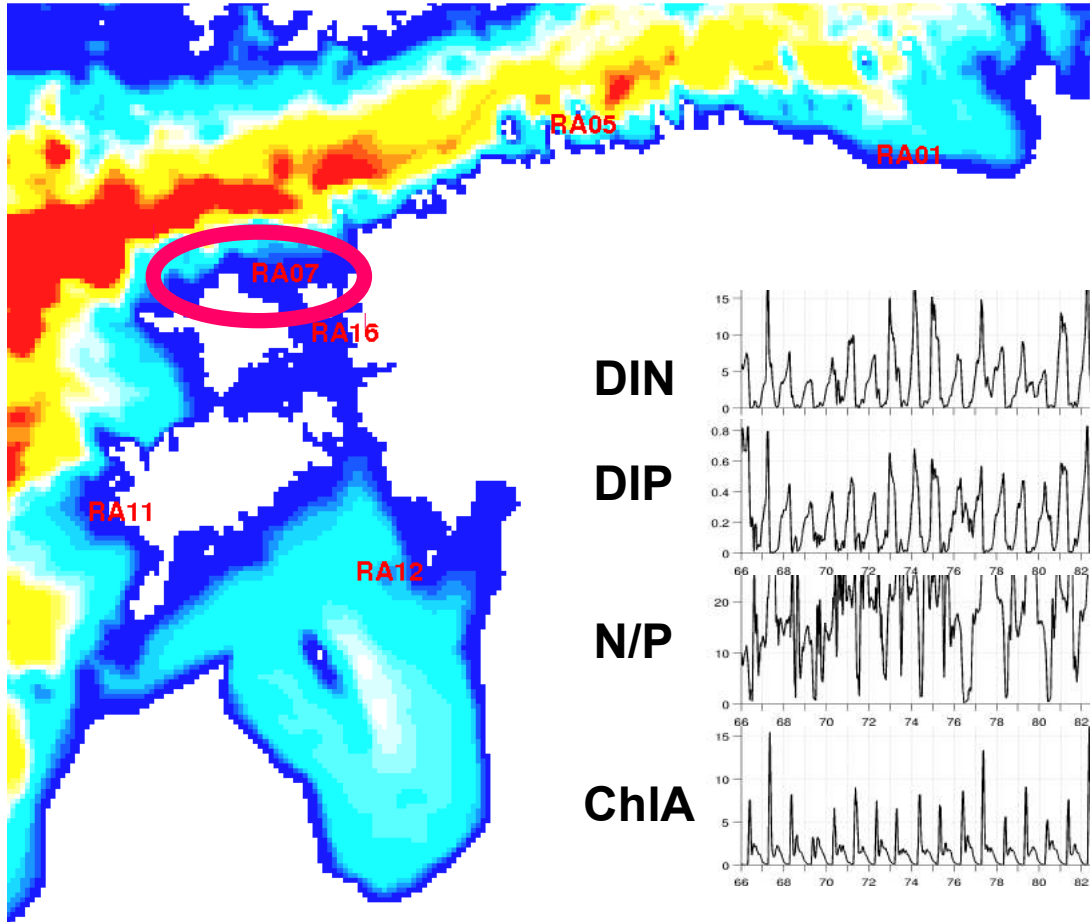
+ analüütilised väljundid

Formaat NetCDF

Kogumaht ~ 10 TB

Väljundi näited :

Veekvaliteedi parameetrite aegread erinevate Eesti rannikumere alade kohta 1966 - 2006

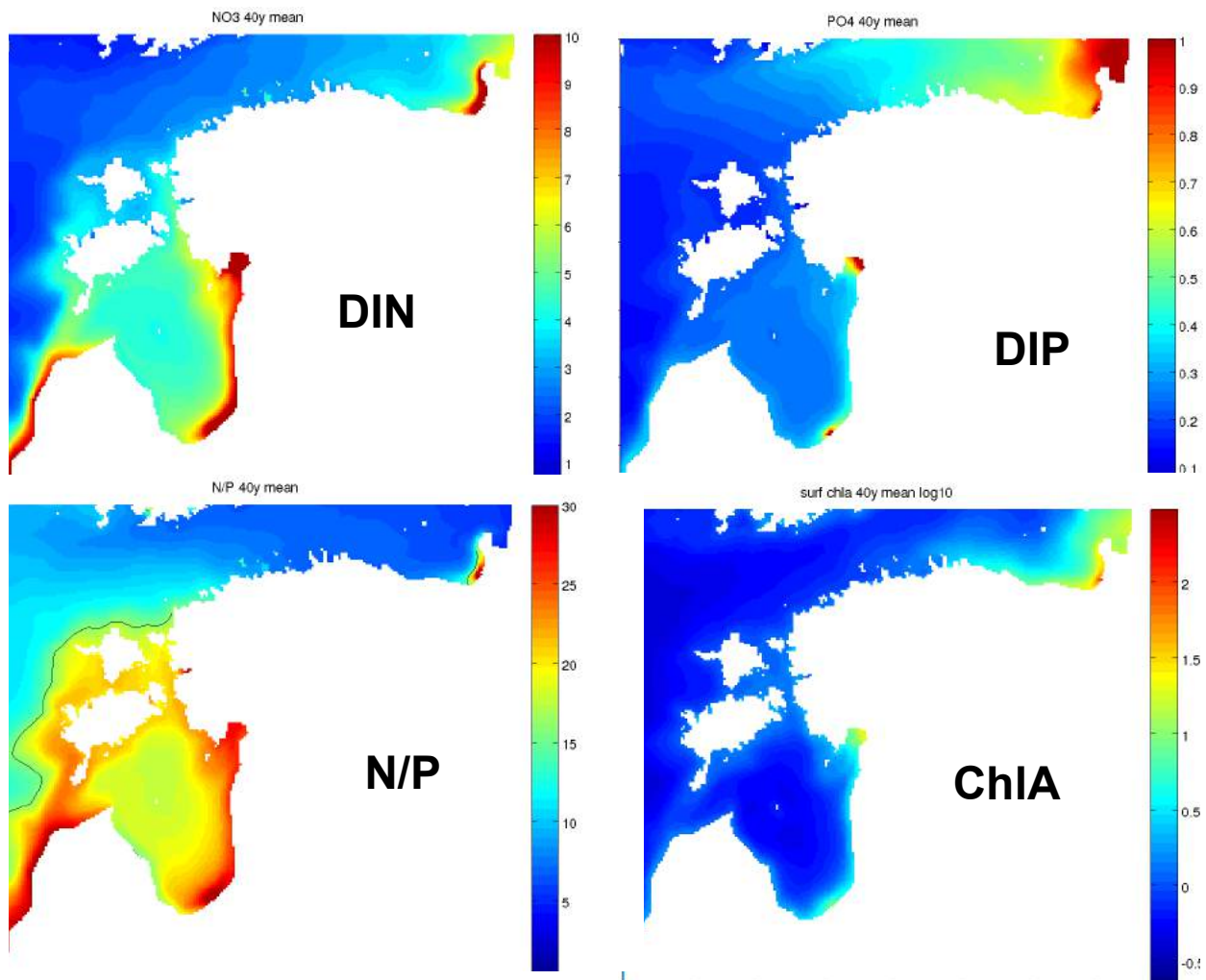


+ S,T, O2

Väljundi näited :

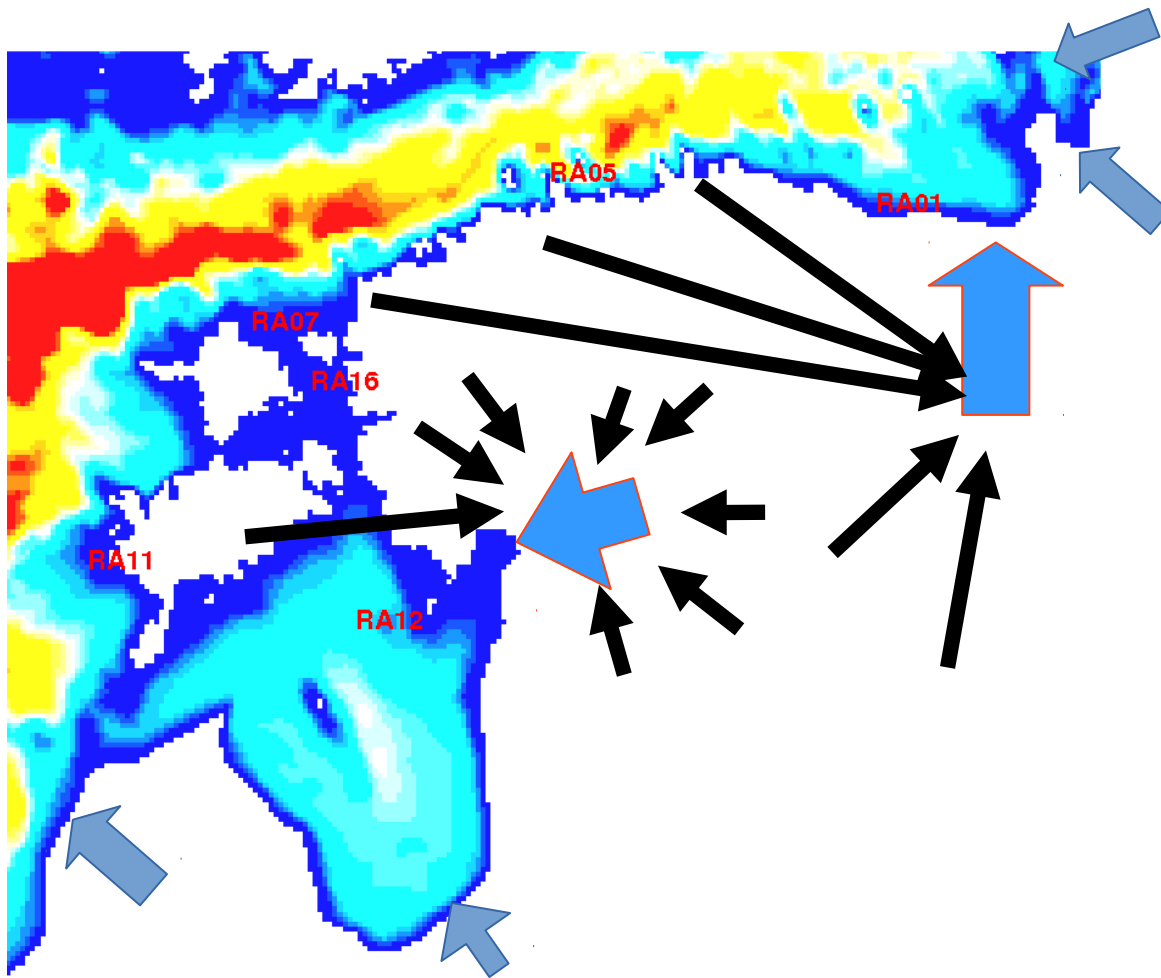
Veekvaliteedi ruumilised mustrid

Baas perioodi keskmised



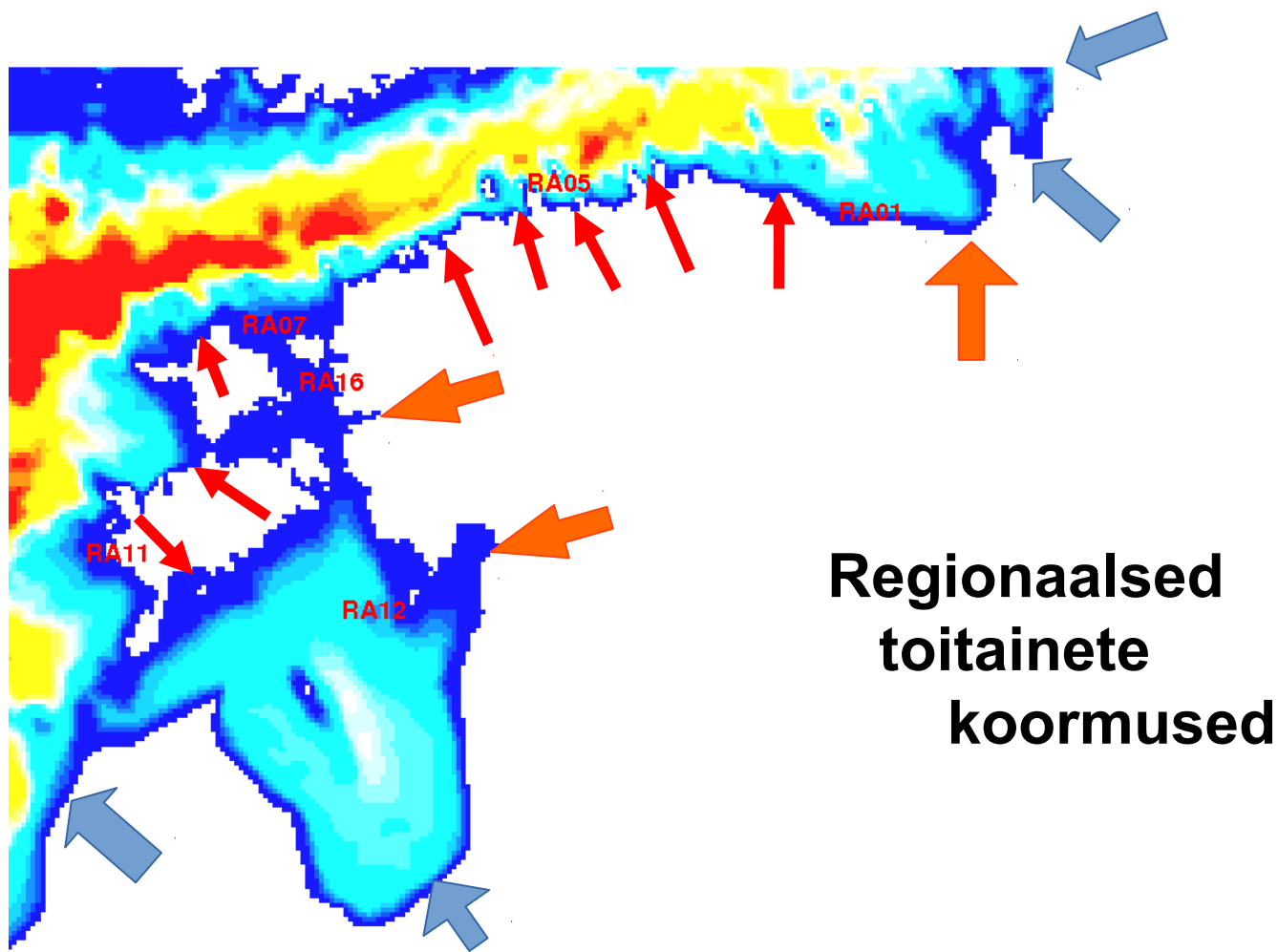
40 a. jõgede sisend HYPE mudelist

Üle ranniku integreeritud koormused (30)

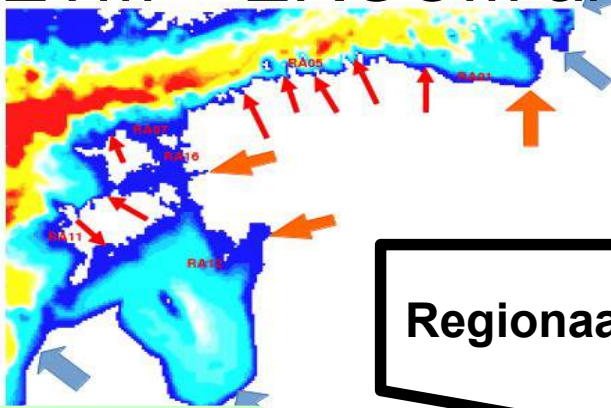


Eesti rannikumeri :

Ruumiliselt diferentseeritud koormusallikad

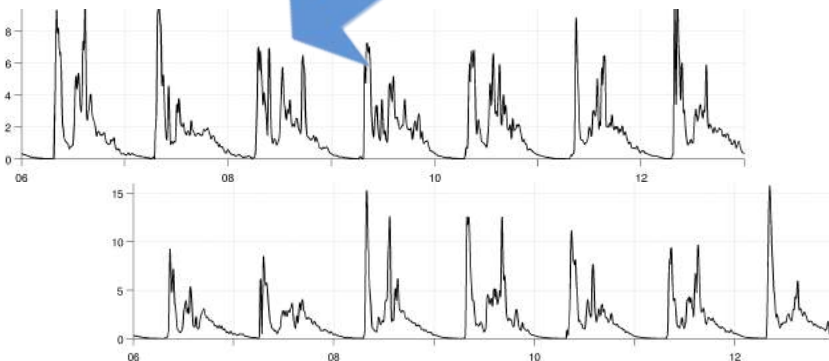
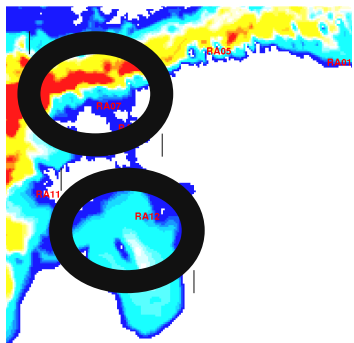
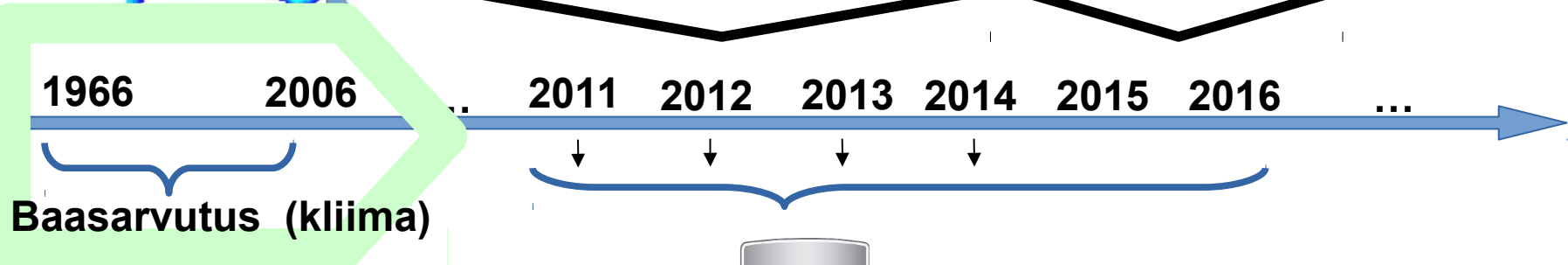


GETM + ERGOM arvutused 2006 +



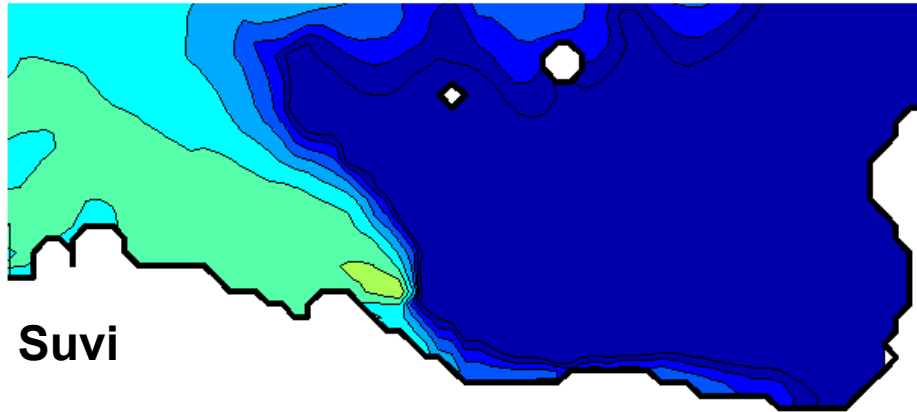
Regionaalsed koormused

HIRLAM ETA

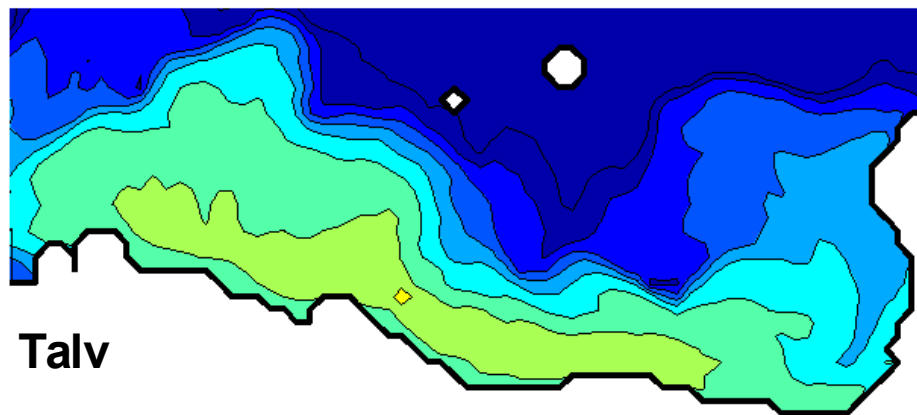


Uued reostusallikad – reostusallikate mõjuulatus

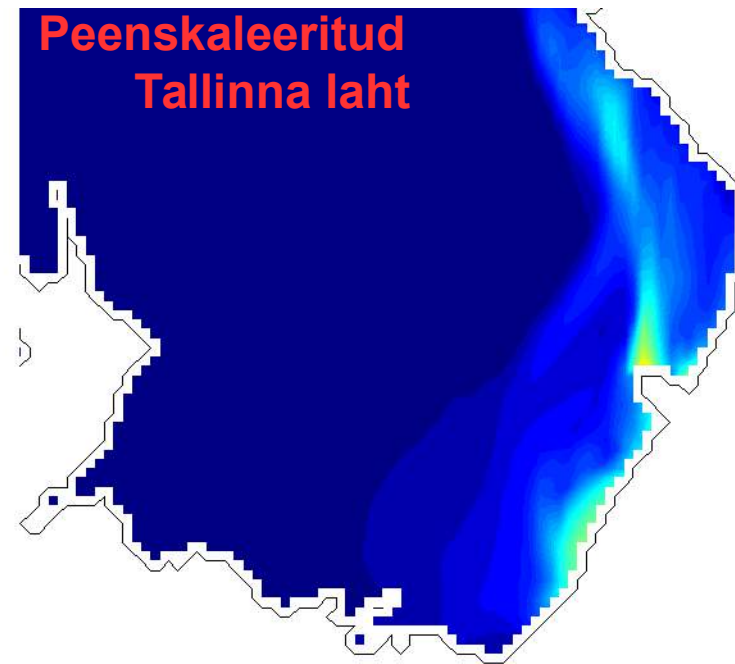
Narva laht



Suvi



Talv



Võrtsjärve 3D mudel - seadistused

Ruumiline lahutus:

200 meetrit

Sügavusandmed ~ 80 % ulatuses VTA

Vertikaalne jaotus 5 sigma kihti , dz < 1m

Paralleliseeritud (~ 7-8 h 1 aasta)

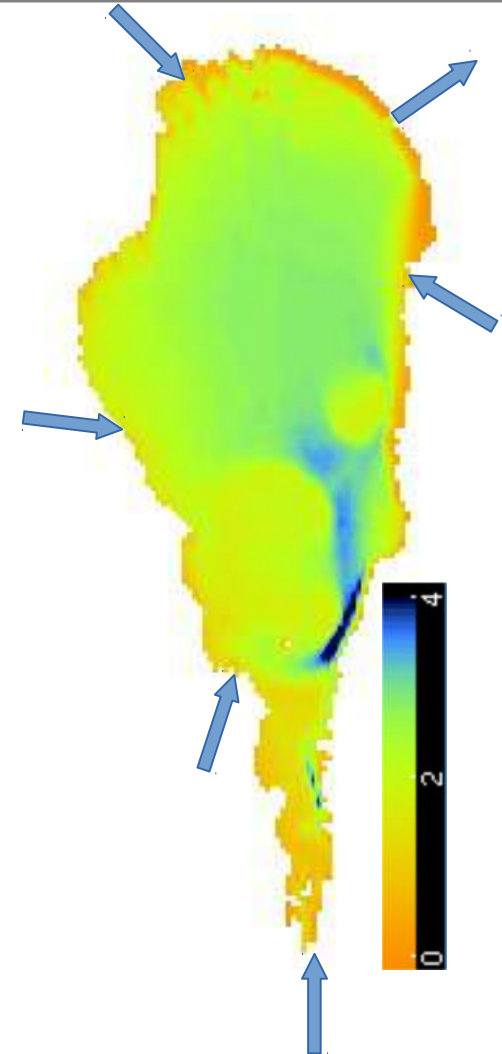
Veebilanss:

+ 5 suuremat jõge, sademed

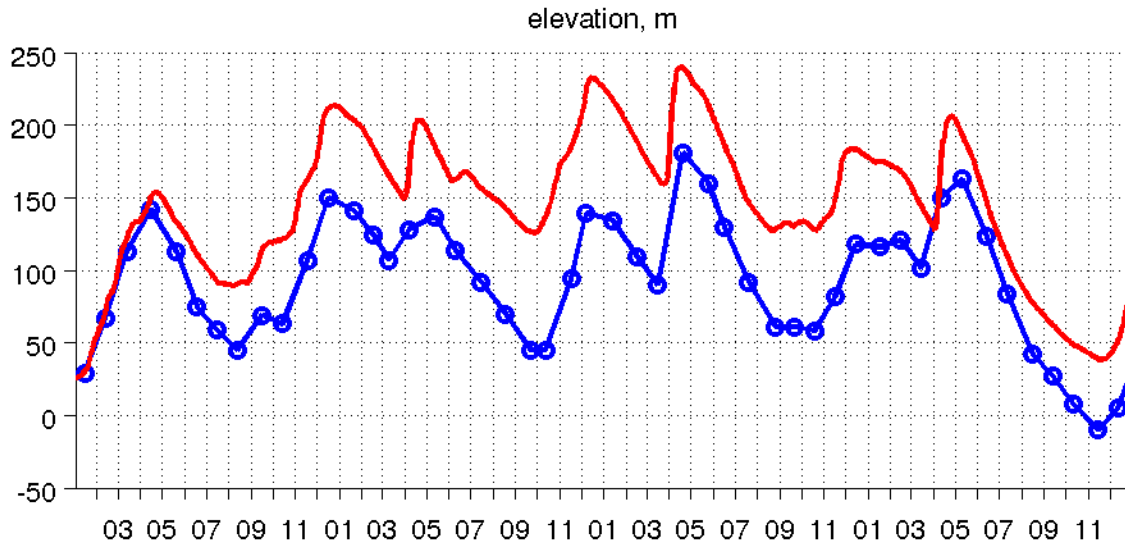
- Emajõgi, aurumine

Arvutusperiood 2008 – 2011

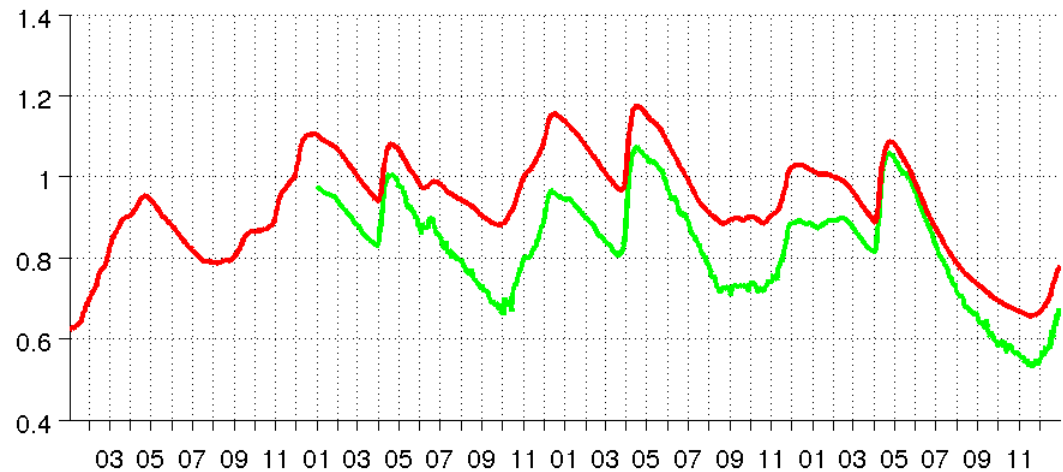
Atmosfääri andmed ERA Interim + HIRLAM ETA



Võrtsjärve 3D mudel - veebilanss



Volume, km³



Määramatused
~ 20 % sissevoolud

pindala / ruumala

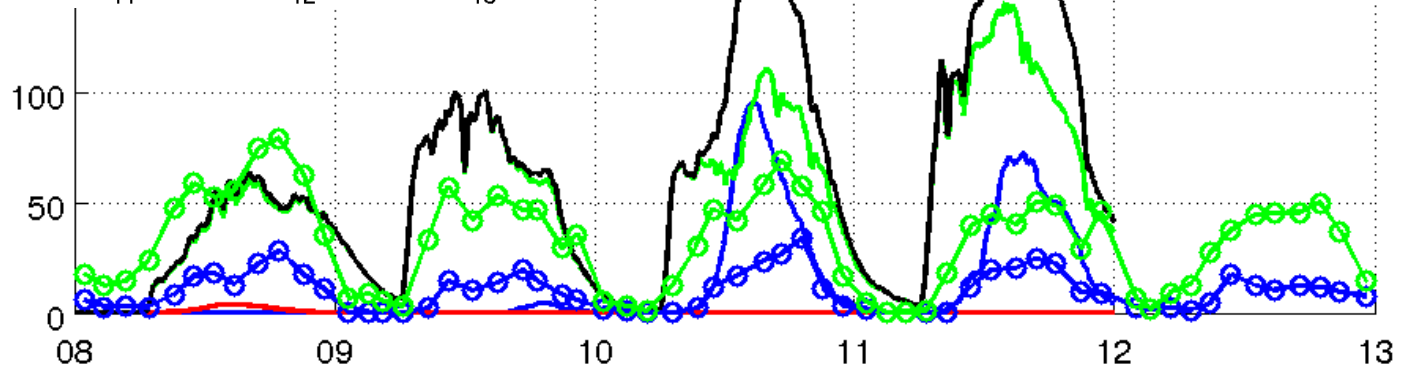
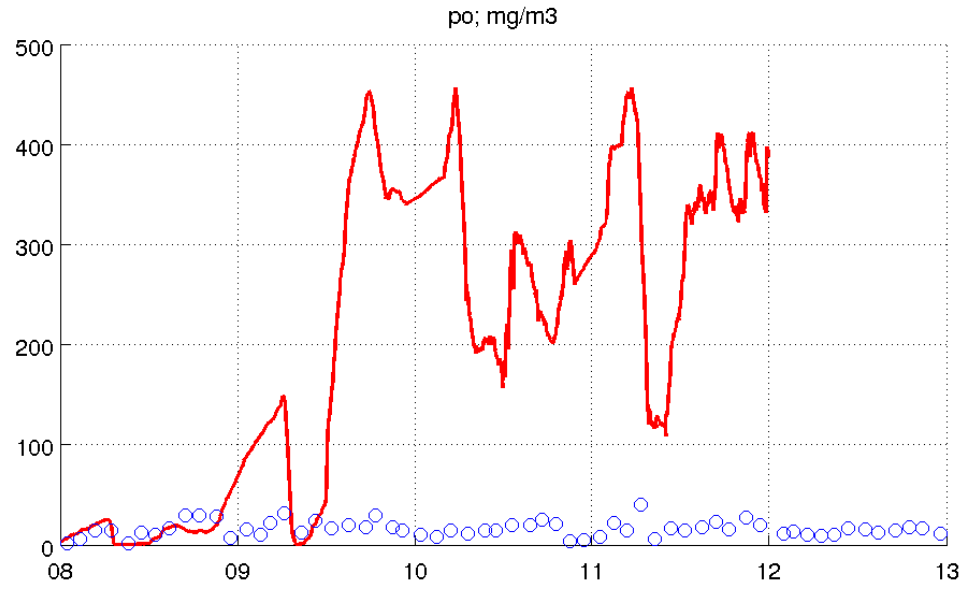
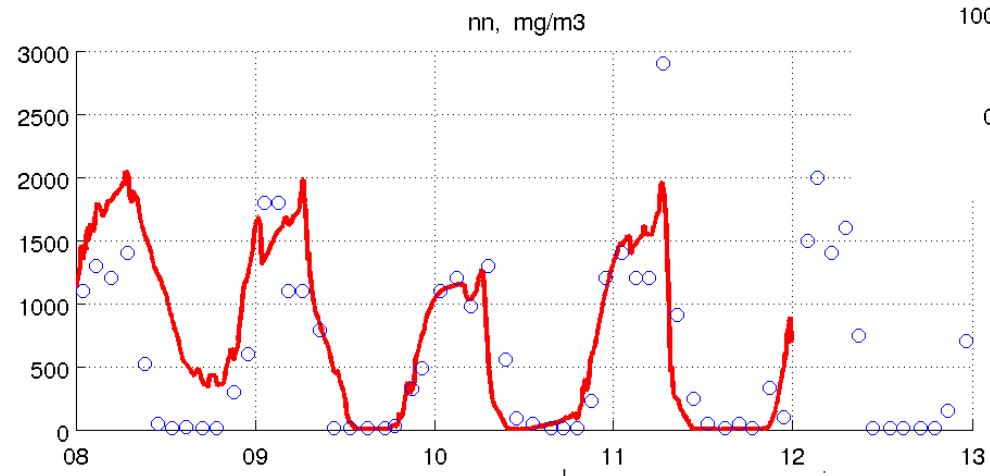
Läänemeri 17

Võrtsjärv 337.5

~ 20 korda tundlikum sademetele

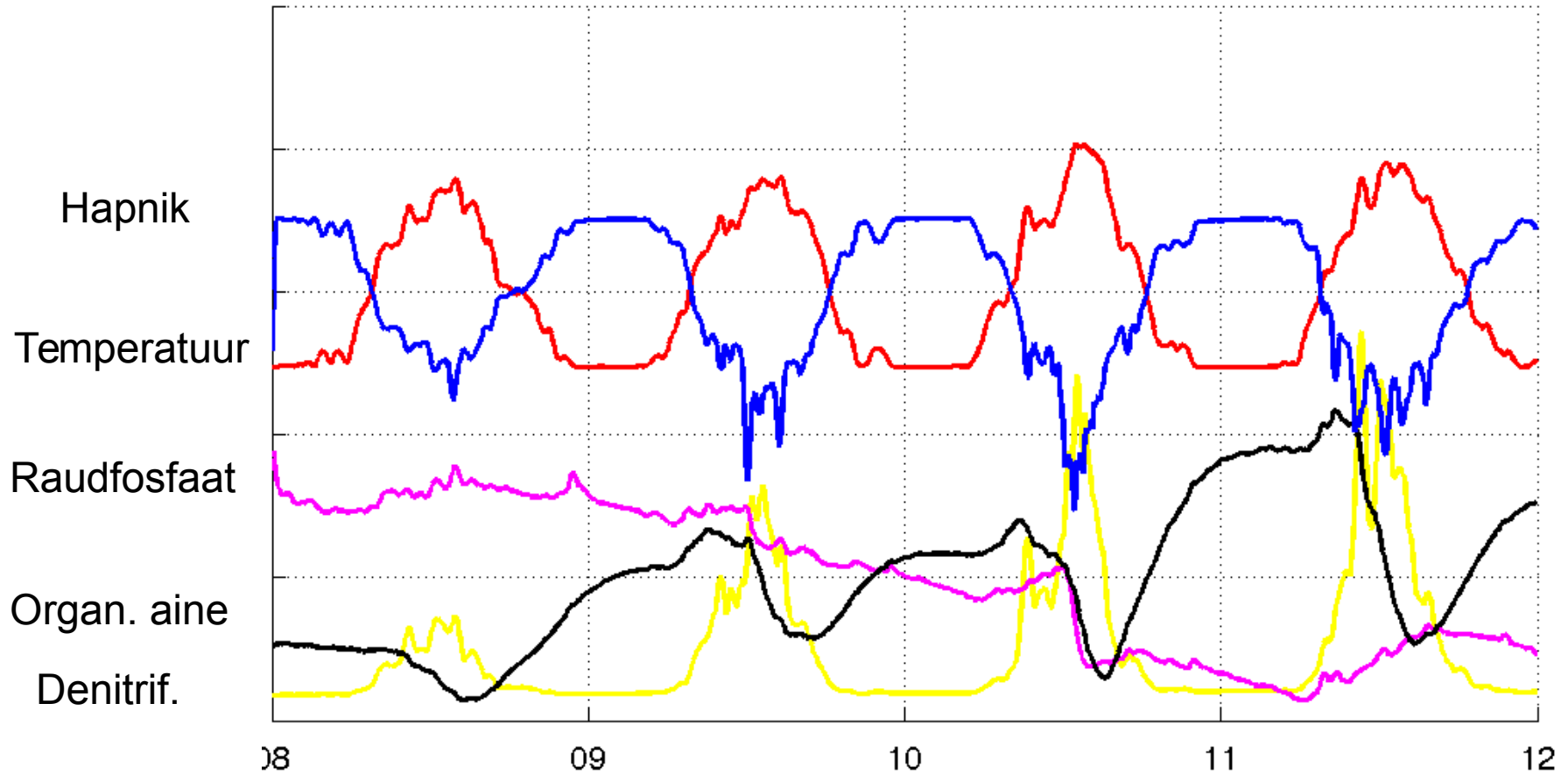
Võrtsjärve 3D mudel

Toitainete dünaamika



Võrtsjärve 3D mudel - ERGOM

o2, temp, pb, fluff, ,bot denitriif, normalized & shifted



Võrtsjärve 3D mudel GETM + ERGOM

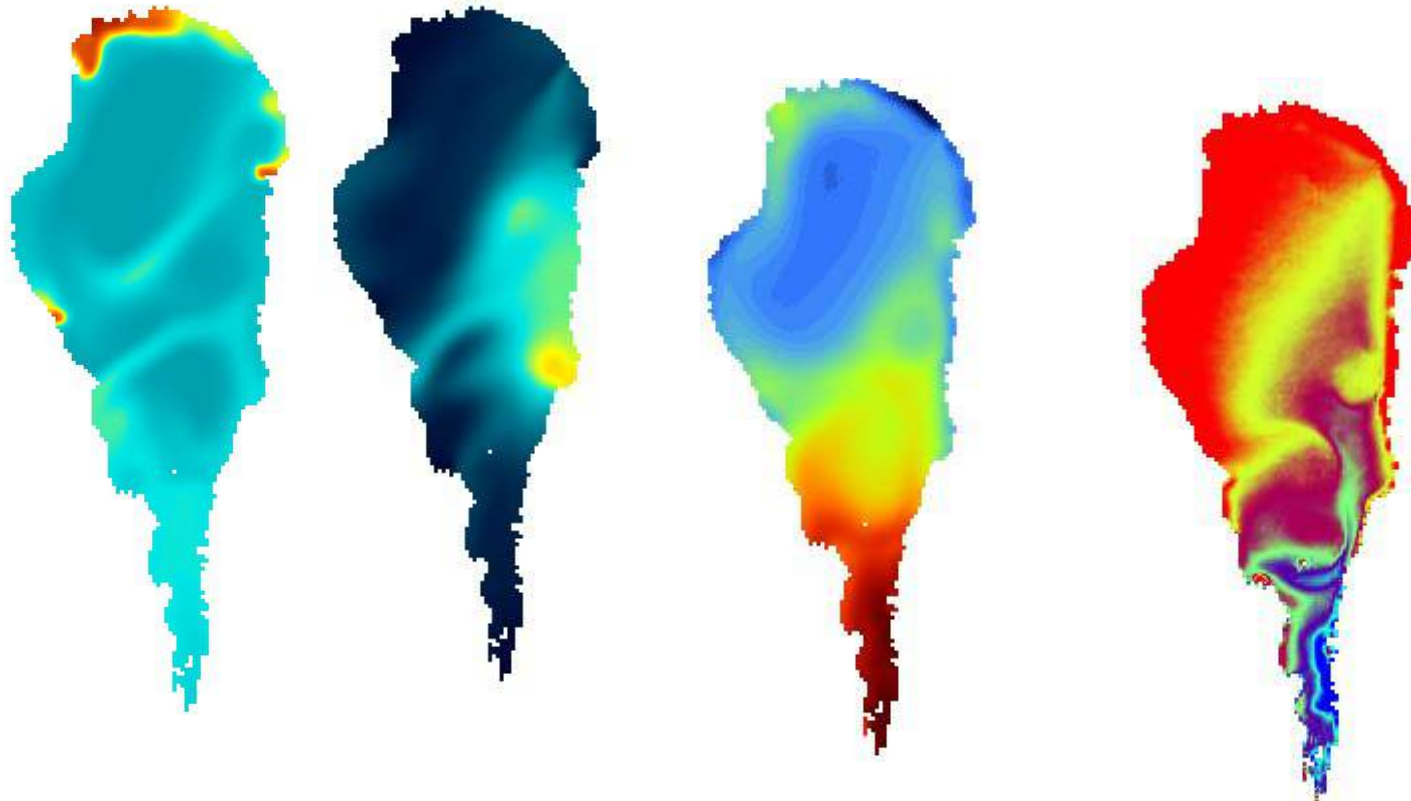
Edasine töö:

- Veebilants.
- Setted! Algandmed. Resuspensionini koefitsendid.
- Fosfori dünaamika (P-ühendid)
- Mikroobid ja orgaanilise aine lagunemine
- Limiteerivad valgustingimused

Võrtsjärve 3D mudel GETM + ERGOM

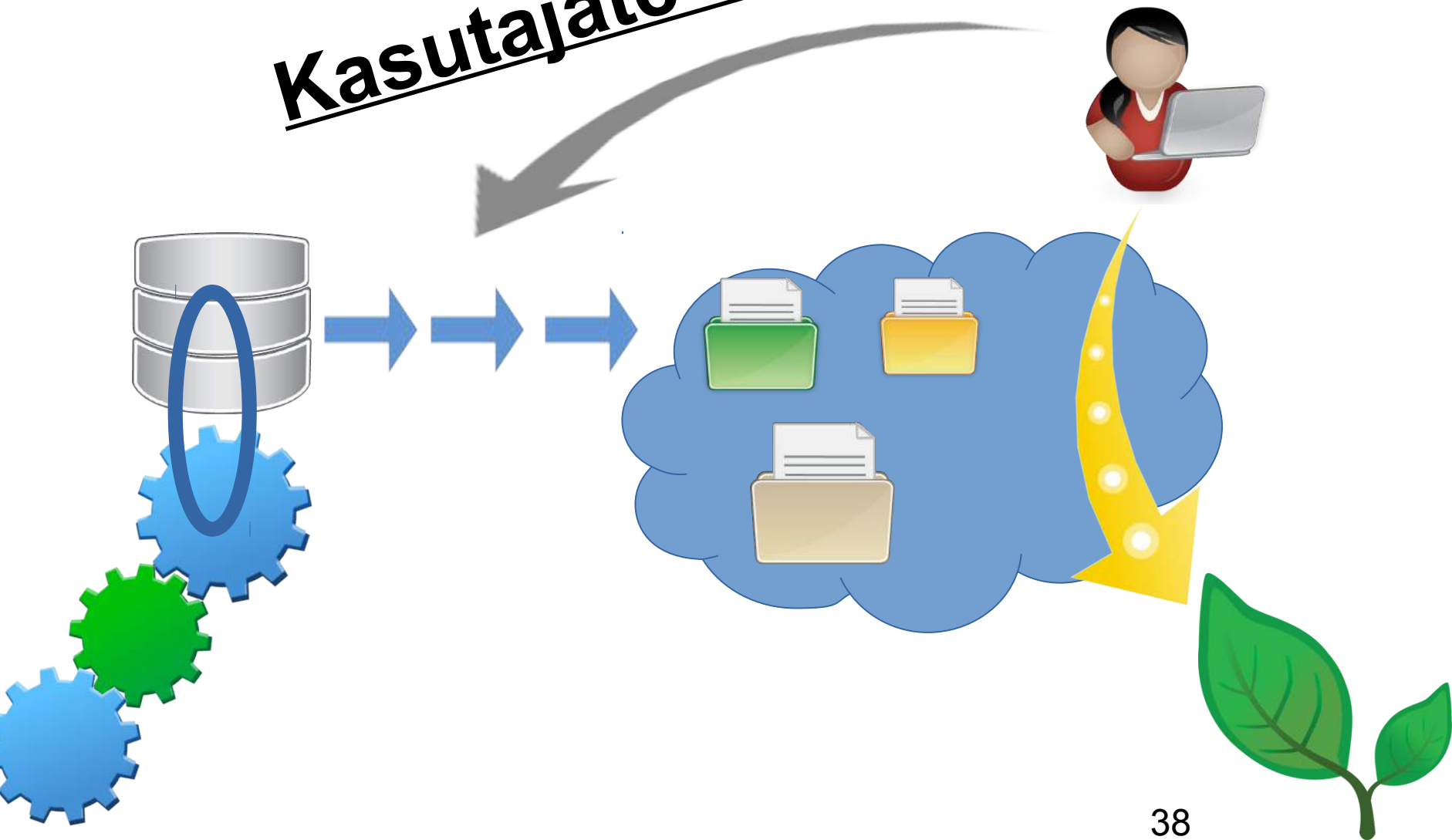
Võimalik rakendus:

- Sissevoolude levik Võrtsjärves
- settimine põhjakihti
- johtuvad ökoloogilised muutused





Kasutajate ootused



Hydrological Modelling using SWAT

juan.garcia@envir.ee



KESKKONNAAGENTUUR

Mathematical Models

- A mathematical model is a formal expression (in mathematical language) of the relationships between the components of a model.
- Normally if we want to study natural processes it is recommended to use mathematical models.
- Hydrological models are simplified, conceptual representations of the hydrologic cycle. They are primarily used for hydrologic prediction.

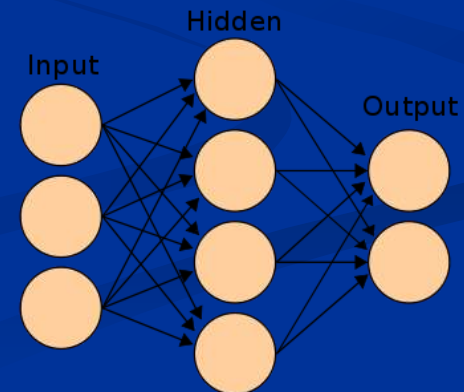
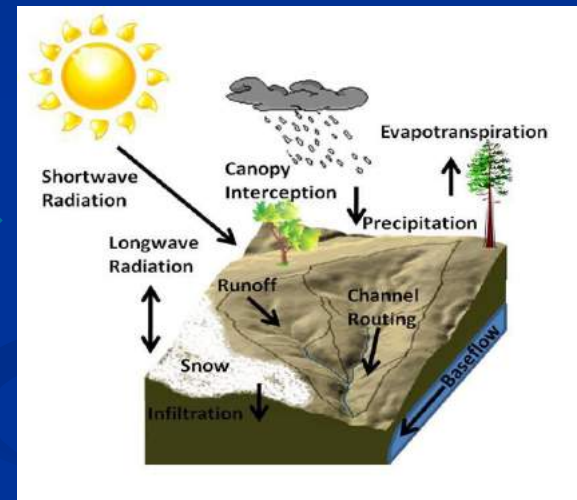
Main classification of Hydrological Models

Empirical or based on physical processes

The empirical or Physical nature is a fundamental characteristic of a model.

■ **Physical based models** try to represent the physical processes observed in the reality, such as surface runoff, infiltration, subsurface flow and evapotranspiration.

■ **An empirical model** is based on statistically significant relationships between the input and output variables.



SWAT MODEL

- The Soil Water Assessment Tool (SWAT) is a basin-scale, continuous time model that operates on a daily time step, developed by the U.S Department of Agriculture USDA-ARS and Texas A & M University in early 1990s.
- It allows to simulate the *integrated water cycle* and predicts the impact of diffuse pollution sources such as land management practices on water, sediment and agricultural chemical yields in complex basins.

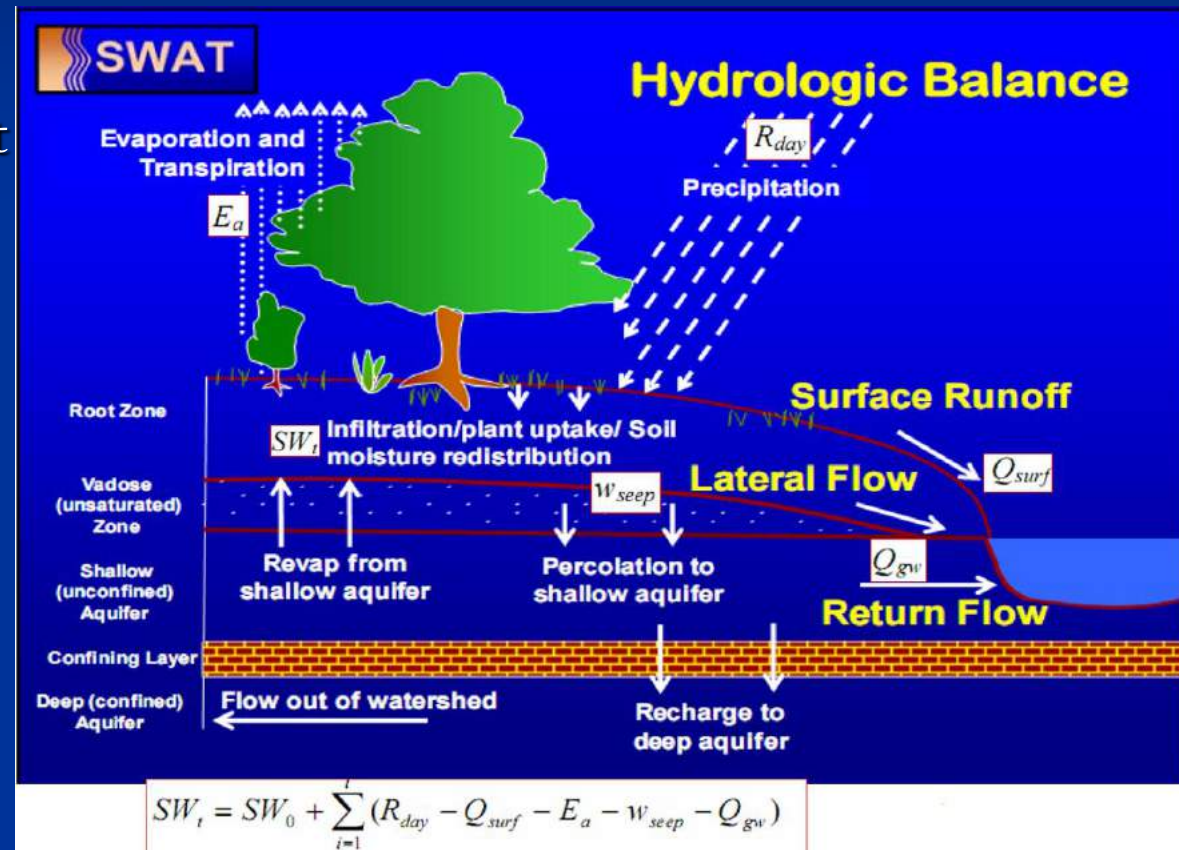
- The calculation of the water balance is carried out on individual units (Hydrological Response Units HRUs), which represent the combination of Land cover, soil type and slope.
- The hydrologic cycle is simulate by SWAT, based on the water balance equation:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

- Where SW_t = is the final Soil water content, SW_0 is the initial soil water content, i = Time in days of simulation period t , R = daily precipitation, Q_{surf} = Runoff, E_a = evapotranspiration, W_{seep} = Percolation, Q_{gw} = Return Flow or base flow. All units in (mm).

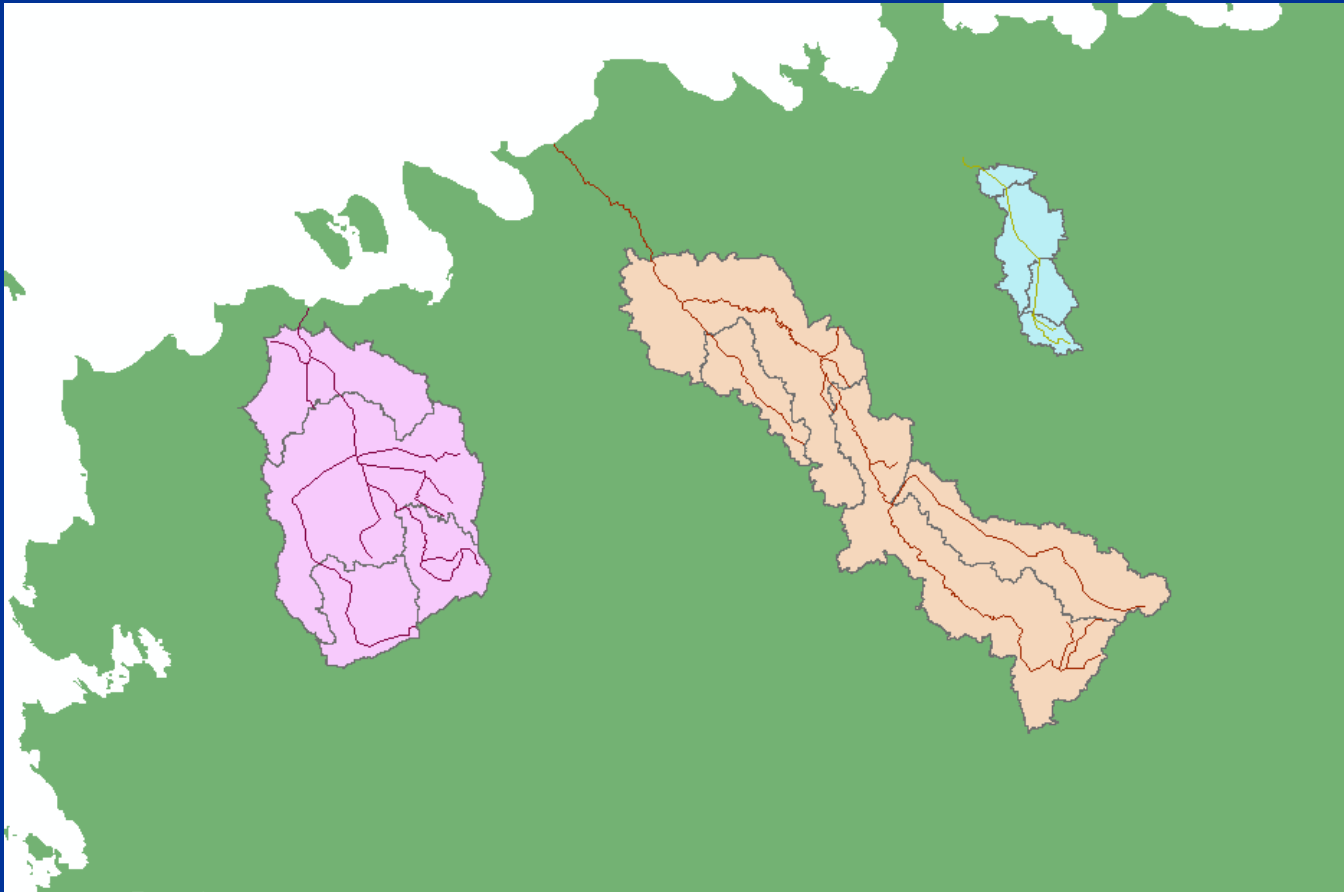
SWAT Simulates

- Evapotranspiration
- Snow fall/Snow melt
- Canopy storage
- Infiltration
- Surface runoff
- Redistribution
- Lateral subsurface flow
- Percolation
- Ground water flow

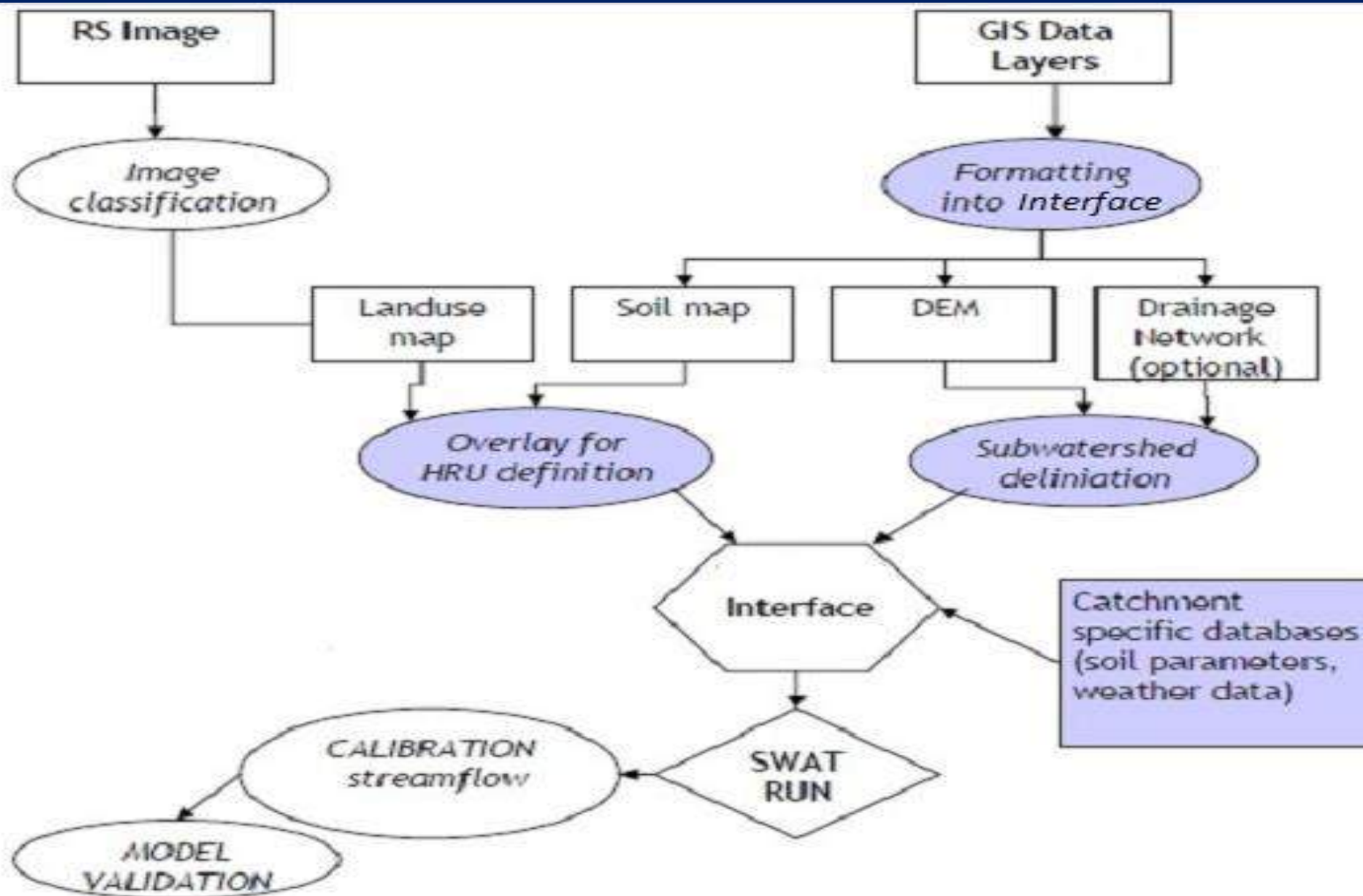


Frame Project

- Aim : To setup and run the model for hydrology in Vihterpalu, Keila and Leivajõgi.



Model Setup Methodology



SWAT Setup data

- DEM (Digital Elevation Model) a 5, 10 and 25 meters resolution maps of Estonia for watershed delineation processes.



Flow directions
Contributing Area
Network order and flow path length
Stream definition
Basins definition

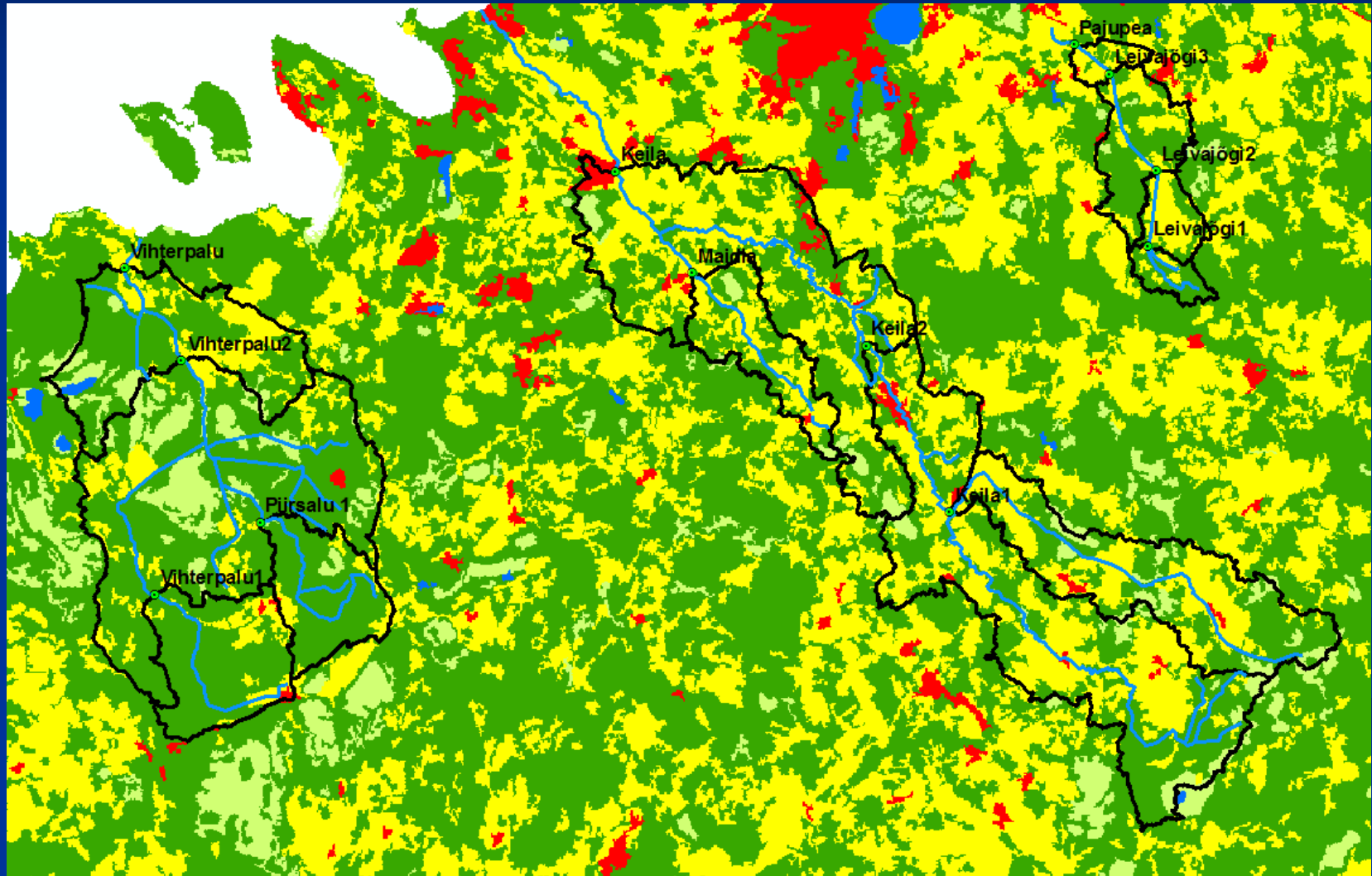
- Landuse data Remote Sensing (Corine Land Cover).



The CLC 1:100.000 , consists of a geographical database describing vegetation and land use in 44 classes, grouped in a three nomenclature levels.

Transform the CORINE land cover classification in to the SWAT land cover/plant code (4-letter codes)

Land use analysis



Land use

Vihterpalu

	Basin Vihterpalu		Subbasin Vihterpalu1			Subbasin Piirsalu 1			Subbasin Vihterpalu2			Subbasin Vihterpalu		
	Total Area km2	480.18	Total Area km2	72.48	Total Area km2	55.08	Total Area km2	247.14	Total Area km2	105.48				
	Area km2	% Basin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area
Artificial surfaces	2.15	0	1.13	0	2	0.10	0	0	0.92	0	0	0.00	0	0
Agricultural areas	77.70	16	11.84	2	16	6.40	1	12	34.50	7	14	24.96	5	24
Forest and semi natural areas	344.46	72	59.36	12	82	46.64	10	85	170.96	36	69	67.51	14	64
Wetlands	54.41	11	0.15	0	0	1.94	0	4	40.76	8	16	12	2	11
Water bodies	1.45	0.3	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	1	0.3	1
Total	480.18	100	72.48	15	100	55.08	11	100.00	247.14	51	100	105.48	22	100

Keila

	Basin Keila		Subbasin Keila1			Subbasin Keila2			Subbasin Maidla			Subbasin Keila		
	Total Area km2	631.79	Total Area km2	127.20	Total Area km2	240.53	Total Area km2	51.40	Total Area km2	212.66				
	Area km2	% Basin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area
Artificial surfaces	15.04	2	1.74	0	1	5.54	1	2	0.37	0	1	7.39	1	3
Agricultural areas	290.09	46	55.15	9	43	109.49	17	46	26.08	4	51	99.37	16	47
Forest and semi natural areas	292.11	46	57.32	9	45	113.48	18	47	22.61	4	44	98.71	16	46
Wetlands	34.54	5	12.99	2	10	12.01	2	5	2.34	0	5	7	1	3
Water bodies	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0	0	0
Total	631.79	100	127.20	20	100	240.53	38	100.00	51.40	8	100	212.66	34	100

Leivajõgi

	Basin Leivajõgi		Subbasin Leivajõgi 1			Subbasin Leivajõgi 2			Subbasin Leivajõgi 3			Subbasin Pajupea		
	Total Area km2	84.85	Total Area km2	12.20	Total Area km2	18.45	Total Area km2	44.09	Total Area km2	10.11				
	Area km2	% Basin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area	Area km2	% Basin Area	% Subbasin Area
Artificial surfaces	0.44	1	0.00	0	0	0.00	0	0	0.26	0	1	0.19	0	2
Agricultural areas	35.98	42	2.35	3	19	11.91	14	65	14.43	17	33	7.28	9	72
Forest and semi natural areas	47.54	56	9.84	12	81	6.53	8	35	28.52	34	65	2.64	3	26
Wetlands	0.89	1	0.00	0	0	0.00	0	0	0.89	1	2	0	0	0
Water bodies	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0	0	0
Total	84.85	100	12.20	14	100	18.45	22	100.00	44.09	52	100	10.11	12	100

SWAT Setup data

- Soils and their associated attributes or properties (European Soil Bureau)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	OBJECTID	MUID	SEQN	SNAM	SSID	CMPPT	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	ANION_EXCL	SOL_CRK	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_BD1	SOL_AWC	SOL_K1	SOL_CBN1	CLAY1	SILT1	SAND1	ROCK1	SOL_ALB1	USLE_K1	SOL_EC1	SOL_Z2	SOL_BD2	SOL_AWC	SOL_K2
2	1		Oe				2 B		1000	0.5	0.5	siL	300	0.26	0.17	24.68	35.27	21	61	18	0	0.01	0.42	0	1000	0.16	0.17	24.04
3	2		De				2 B		1000	0.5	0.5	siL	300	1.36	0.20	11.86	1.2	11	54	35	0	0.02	0.5	0	1000	1.61	0.17	9.05
4	3		Pof				2 A		1000	0.5	0.5	IS-S	300	1.41	0.10	57.23	2.02	6	8	86	0	0.01	0.1	0	1000	1.57	0.09	63.40
5	4		Po				2 A		1000	0.5	0.5	S	300	1.4	0.09	53.26	2.18	4	9	87	0	0.01	0.03	0	1000	1.51	0.09	105.78
6	5		Ge				2 A		1000	0.5	0.5	IS	300	1.36	0.13	79.39	0.57	9	13	78	0	0.08	0.14	0	1000	1.55	0.15	19.50
7	6		Lg				2 B		1000	0.5	0.5	sC	300	1.3	0.19	19.49	0.84	41	16	43	0	0.04	0.16	0	1000	1.32	0.18	13.34
8	7		Lg				2 B		1000	0.5	0.5	scL	300	1.54	0.17	11.35	0.83	24	29	47	0	0.01	0.33	0	1000	1.65	0.16	6.92
9	8		Od				2 B		1000	0.5	0.5	siC	300	0.1	0.17	21.61	33.63	40	40	20	0	0.01	0.23	0	1000	0.1	0.15	25.48
10	9		E				1 B		1000	0.5	0.5	L	300	1.24	0.18	28.56	2.13	19	44	37	0	0.01	0.37	0	0	0	0.00	0.00
11	10		Rc				2 B		1000	0.5	0.5	L	300	1.37	0.19	14.61	0.75	21	35	44	0	0.06	0.45	0	1000	1.5	0.16	12.82
12	11		Ba				2 C		1000	0.5	0.5	L	300	1.41	0.17	9.97	0.65	21	43	36	0	0.07	0.46	0	1000	1.45	0.17	7.31
13	12		Lk				2 B		1000	0.5	0.5	scL	300	1.53	0.15	16.47	0.51	23	24	53	0	0.1	0.33	0	1000	1.67	0.15	13.91
14	13		We				2 B		1000	0.5	0.5	C	300	1.28	0.18	21.41	0.98	44	18	38	0	0.03	0.2	0	1000	1.35	0.17	8.61
15	14		Lg				2 B		1000	0.5	0.5	scL	300	1.54	0.17	11.35	0.83	24	29	47	0	0.04	0.33	0	1000	1.65	0.16	6.92
16	15		Po				2 A		1000	0.5	0.5	S	300	1.4	0.09	53.26	2.18	4	9	87	0	0.01	0.03	0	1000	1.51	0.09	105.78
17	16		Ge				2 A		1000	0.5	0.5	IS	300	1.36	0.13	79.39	0.57	9	13	78	0	0.08	0.14	0	1000	1.55	0.15	19.50
18	17		Ge				2 C		1000	0.5	0.5	L	300	1.35	0.17	11.23	1.07	23	40	37	0	0.03	0.44	0	1000	1.5	0.17	9.91
19	18		Ge				2 C		1000	0.5	0.5	C	300	1.25	0.13	3.51	1.25	51	32	17	0	0.02	0.22	0	1000	1.35	0.14	3.00
20	19		Rh				2 A		1000	0.5	0.5	S	300	1.4	0.09	53.26	2.18	4	9	87	0	0.01	0.03	0	1000	1.51	0.09	105.78
21	20						2 B		1000	0.5	0.5	cl	300	0.28	0.16	24.84	39.4	32	33	35	0	0.01	0.27	0	1000	0.18	0.15	26.19

Soil hydraulic properties:

Soil Class

Hydrological Group (A B C D)

Sand(%)

Silt(%)

Clay(%)

Organic carbon(%) (SOL_CBN1)

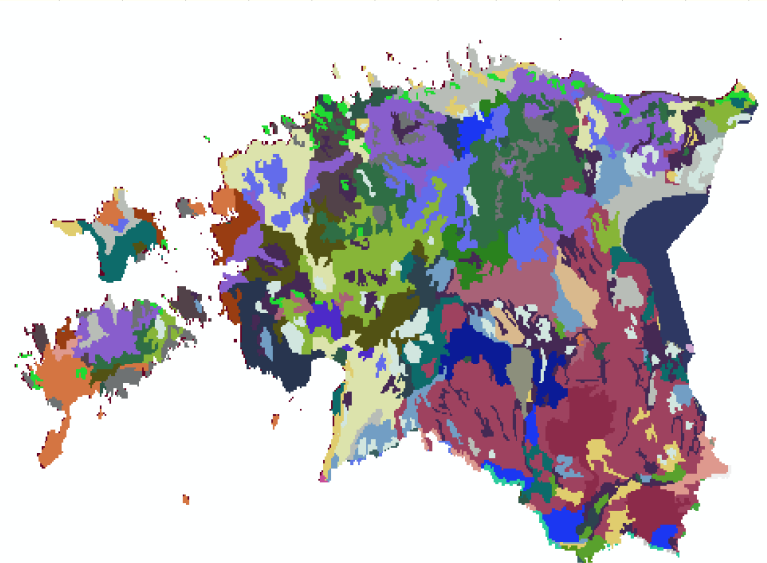
Estimated Moist bulk density (g/cc) (SOL_BD1)

Estimated available water capacity (cc/cc) (SOL_AWC1)

Estimated saturated hydraulic conductivity (mm/hr) (SOL_K1)

Estimates moist soil Albedo (SOL_ALB1)

Estimates soil erodibility (K) (USLE_K1)



SWAT input data

- Weather data from KAUR (Meteorological stations network)

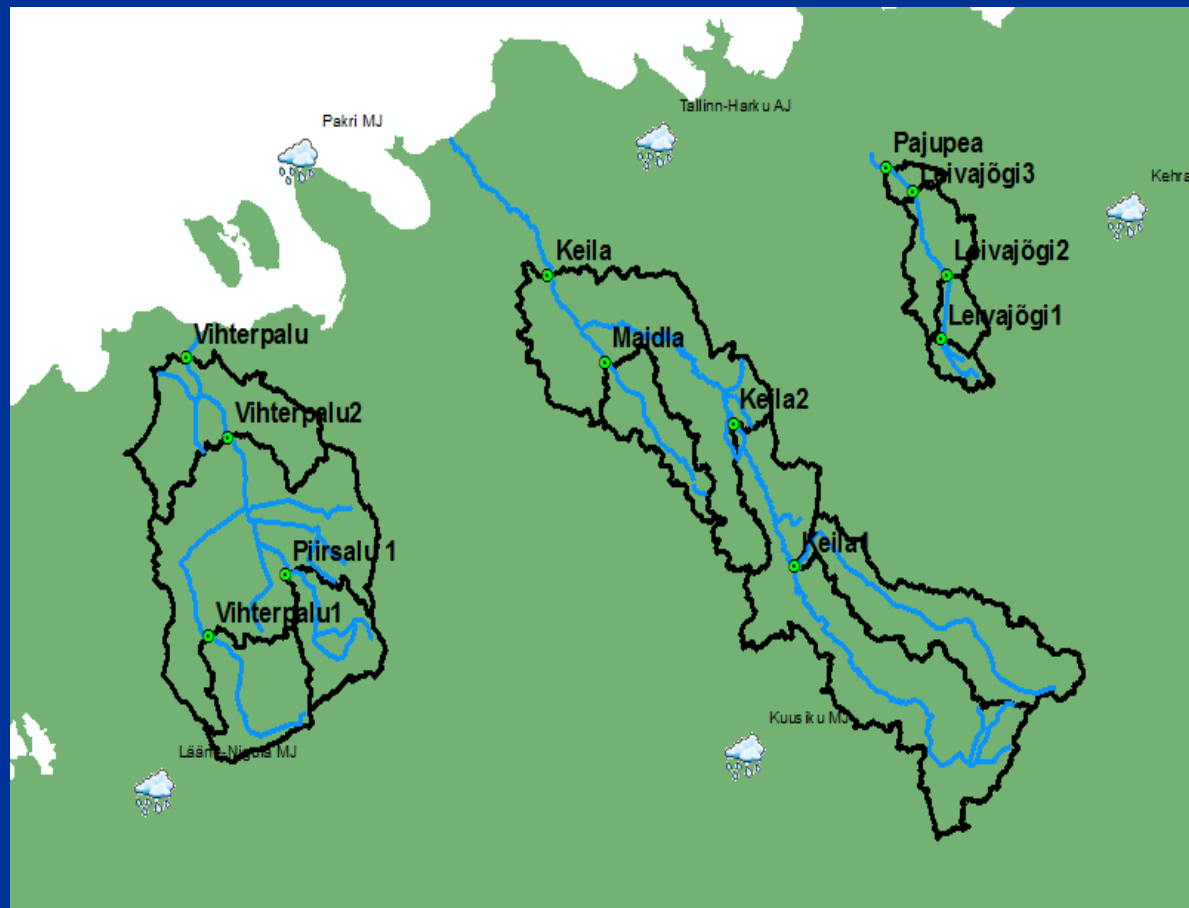
- **5 Meteo stations**

- ❖ Daily precipitation
- ❖ Temperature max-min
- ❖ Solar Radiation
- ❖ Wind Speed
- ❖ Relative Humidity

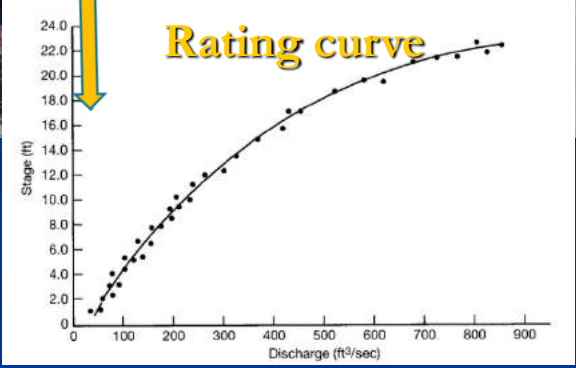
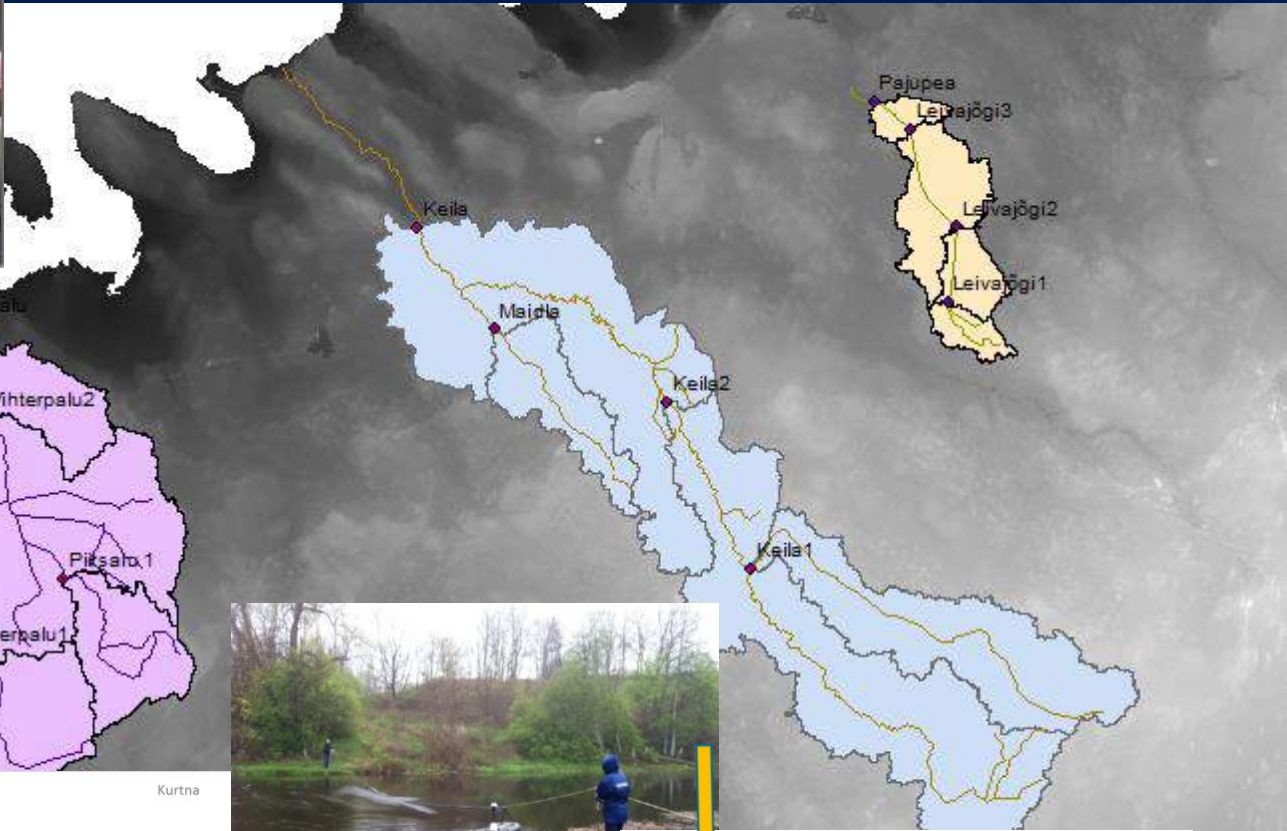
- Daily flow (quantity) KAUR

3 Stations from the hydro network (Vihterpalu, Keila and Pajupea)

6 Temporary stations(Locations of interest)

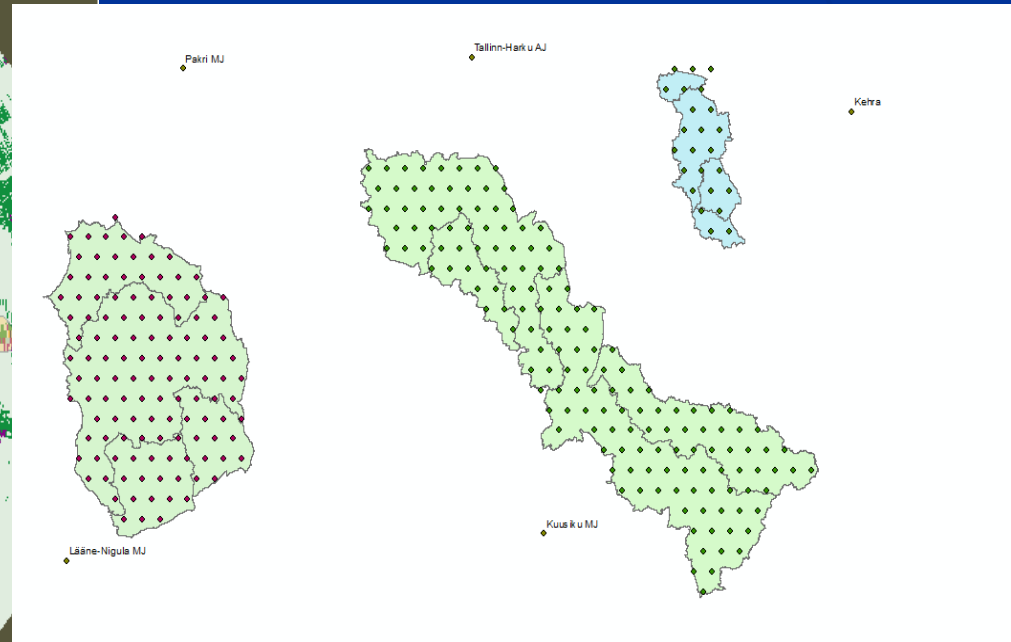
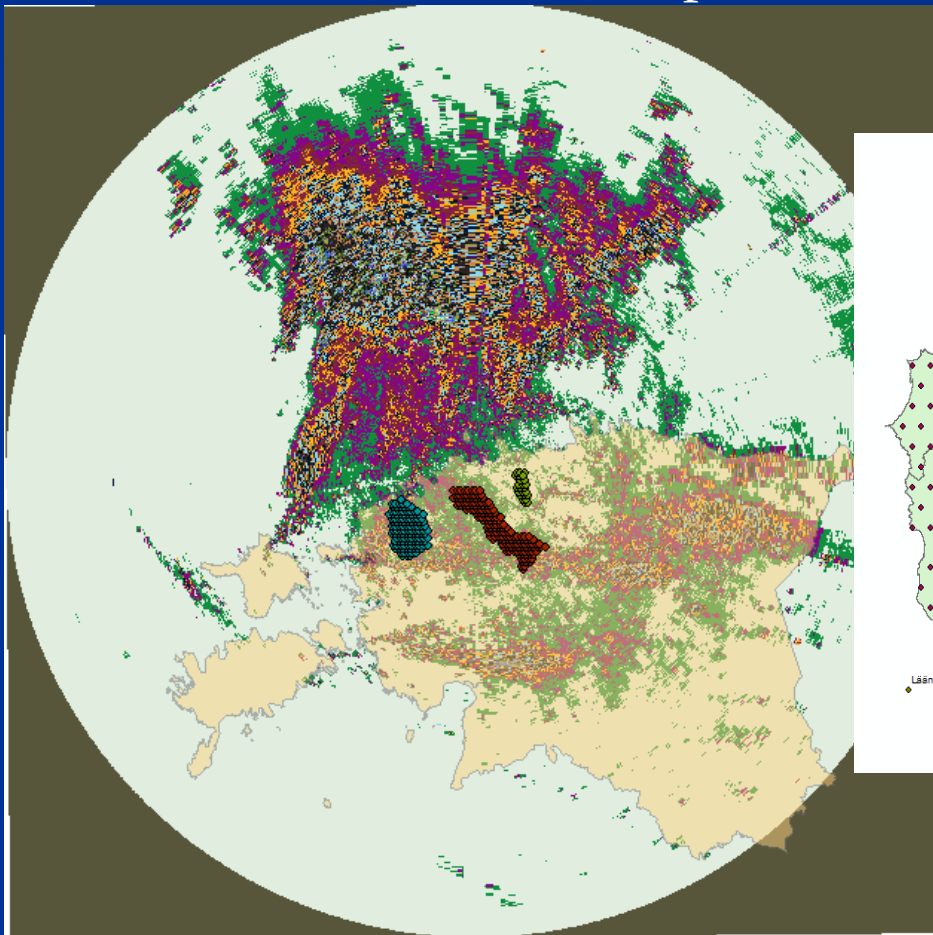


Temporary Stations

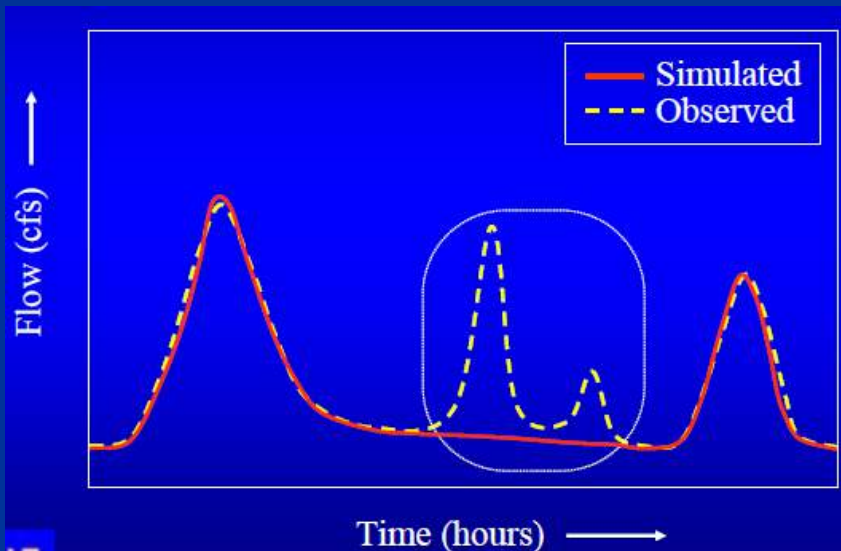


Radar Precipitation

As the rain gages network are located surrounding the river basins but not inside (at this point is interesting the radar info), we decide to create a grid of 2km distance to extract the daily precipitation from the radar for each point.



Considerations



- Rainfall station is not representative
- Localized storm
- Malfunctioning gages (precipitation or flow)

Write input data and run

Input Tables (Project_database)

Text Files

Temp data

OID	DATE	MAX	MIN
1	1990001	-2.1	-4.1
2	1990002	-1.8	-4.2
3	1990003	-4	-14.3
4	1990004	-3.9	-14.8
5	1990005	-0.4	-4.1
6	1990006	-0.4	-2.1
7	1990007	1.6	-1.8
8	1990008	1.7	0.5
9	1990009	1.6	-1.1
10	1990010	3.1	-0.3
11	1990011		
12	1990012		
13	1990013		
14	1990014		
15	1990015		
16	1990016	2.9	-1.71

Precipitation data

OID	DATE	PCP
1	1990001	0.5
2	1990002	0
3	1990003	0
4	1990004	0.5
5	1990005	4.1
6	1990006	0
7	1990007	0
8	1990008	1.5
9	1990009	1.6
10	1990010	2.3
11	1990011	8

Land use data

OID	SUBBASIN	HRU	LANDUSE	SOIL	SLOPE_CD	IGRD	PLANT_ID	LA_INT	BIO_INT	FRU_FLT	BLWVC
1	1	1	FRSE	hwsrGa	6.5	0	0	0	0	0	0.2
2	1	2	FRSE	hwsrCa2	6.5	0	0	0	0	0	0.2
3	1	3	FRSE	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2
4	1	4	FRSE	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2
5	1	5	AGRC	hwsrGa	6.5	0	0	0	0	0	0.2
6	1	6	AGRC	hwsrCa2	6.5	0	0	0	0	0	0.2
7	1	7	AGRC	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2
8	1	8	AGRC	hwsrGa	6.5	0	0	0	0	0	0.2
9	1	9	AGRC	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2
10	1	10	AGRR	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2
11	1	11	PAST	hwsrGa	6.5	0	0	0	0	0	0.2
12	1	12	PAST	hwsrCa2	6.5	0	0	0	0	0	0.2
13	1	13	PAST	hwsrRc	6.5	0	0	0	0	0	0.2

Soil data

OBJECTID	MUID	SECTN	SNAME	SSD	CHPCT	LAYERS	HYDGRP	SOL_Z0	ANON_EXCL	SOL_ORG	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_B01	SOL_A1
1	0		Sample-0			4A		2000	0.5		1.5 LFS_LFS	150	1.5	
2	1		AH4-3c-1			2C		750	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.2	
3	2		AH1-1a-2			2C		900	0.5		1.5 SANDY_CLAY	300	1.3	
4	3		AS2-2a-3			2C		900	0.5		1.5 SANDY_CLAY	300	1.3	
5	4		Ax3-3a-4			2C		1000	0.5		1.5 LOAM	300	1.3	
6	5		Ax4-3a-5			2C		900	0.5		1.5 LOAM	300	1.3	
7	6		Ax5-3a-6			2C		1000	0.5		1.5 CLAY	300	1.2	
8	7		Bx1-2a-7			2C		800	0.5		1.5 LOAM	300	1.2	
9	8		Bx2-2a-8			2C		1000	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.3	
10	9		Bx3-3a-9			2C		500	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.1	
11	11		Bx4-3a-11			2B		300	0.5		1.5 LOAM	300	0.7	
12	16		Bx5-3a-16			2C		900	0.5		1.5 LOAM	300	1.2	
13	17		Bx7-3a-17			2C		1000	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.2	
14	18		Bx8-3a-18			2C		440	0.5		1.5 CLAY	300	1.1	
15	20		Bx9-3a-20			2C		760	0.5		1.5 CLAY	300	1.2	
16	21		Bx10-3a-21			2C		800	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.2	
17	22		Bx11-3a-22			2C		1000	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.4	
18	24		Bx12-3a-24			2C		850	0.5		1.5 CLAY	300	1.2	
19	26		Bx13-3a-26			2C		300	0.5		1.5 CLAY	300	1.1	
20	27		Bx14-3a-27			2B		1000	0.5		1.5 SANDY_LOAM	300	1.1	
21	31		Bx15-3a-31			2C		500	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.1	
22	32		Bx16-3a-32			2C		800	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1	
23	34		Bx17-3a-34			2C		200	0.5		1.5 LOAM	300	1	
24	36		Bx18-3a-36			2D		660	0.5		1.5 LOAM	300	1.3	
25	38		D-5S-38			2D		1000	0.5		1.5 CLAY_LOAM	300	1.4	
26	39		Fcd-2a-37			2C		1000	0.5		1.5 SANDY_LOAM	300	1.3	

GIS INTERFACE
MWSWAT
ARCSWAT

Temperature Input File tmp1.tmp

```

Lat1 58.8 58.4
Long 25.4 25.4
Elev 60 86
1990001-02-9-04-3-03-7-05-4-01.6
1990002-02-6-04-0-02-9-05-2-01.8
1990003-03-9-13-7-04-0-11-6-01.9
1990004-05-3-15-6-06-5-14-3-01.2
1990005-01-6-05-3-01-5-06-8-00.4
1990006-00-9-02-0-0-8-04-9-00.4
1990007001-3-01-3001-0-02-0001-2
1990008001-5000-3001-9-00-3001-2
1990009001-5000-3001-4-01-0002-4
199010003-0-00-6003-0-00-1003-8
199011002-4000-2002-5000-2003-2
199012000-7-16-3002-5-15-6003-5
199013-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199014-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199015-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199016-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199017-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199018-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199019-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199020-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199021-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199022-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199023-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199024-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199025-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199026-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199027-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199028-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199029-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199030-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199031-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199032-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199033-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199034-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199035-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199036-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199037-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199038-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199039-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199040-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199041-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199042-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199043-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199044-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199045-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199046-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199047-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199048-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199049-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199050-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199051-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199052-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199053-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199054-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199055-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199056-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199057-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199058-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199059-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199060-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199061-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199062-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199063-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199064-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199065-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199066-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199067-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199068-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199069-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199070-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199071-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199072-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199073-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199074-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199075-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199076-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199077-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199078-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199079-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199080-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199081-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199082-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199083-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199084-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199085-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199086-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199087-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199088-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199089-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199090-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199091-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199092-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199093-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199094-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199095-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199096-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199097-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199098-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199099-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199100-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199101-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199102-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199103-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199104-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199105-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199106-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199107-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199108-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199109-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199110-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199111-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199112-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199113-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199114-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199115-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199116-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199117-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199118-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199119-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199120-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199121-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199122-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199123-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199124-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199125-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199126-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199127-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199128-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199129-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199130-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199131-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199132-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199133-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199134-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199135-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199136-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199137-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199138-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199139-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199140-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199141-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199142-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199143-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199144-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199145-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199146-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199147-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199148-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199149-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199150-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199151-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199152-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199153-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199154-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199155-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199156-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199157-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199158-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199159-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199160-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199161-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199162-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199163-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199164-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199165-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199166-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199167-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199168-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199169-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199170-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199171-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199172-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199173-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199174-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199175-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199176-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199177-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199178-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199179-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199180-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199181-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199182-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199183-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199184-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199185-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199186-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199187-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199188-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199189-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199190-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199191-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199192-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199193-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199194-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199195-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199196-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199197-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199198-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199199-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199200-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199201-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199202-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199203-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199204-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199205-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199206-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199207-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199208-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199209-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199210-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199211-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199212-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199213-10-2-16-3-09-0-15-3-06-0
199214-10-2
```

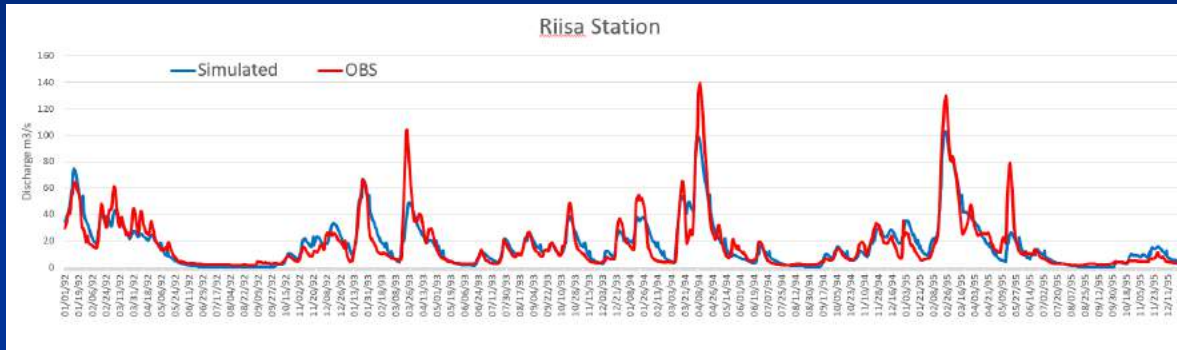
Calibration and Validation

- **Calibration** : Model testing with known input and output to adjust or estimate the parameters of the model.
- **Validation** : Comparison of the model results with an independent data set of precipitation(without further adjustment).

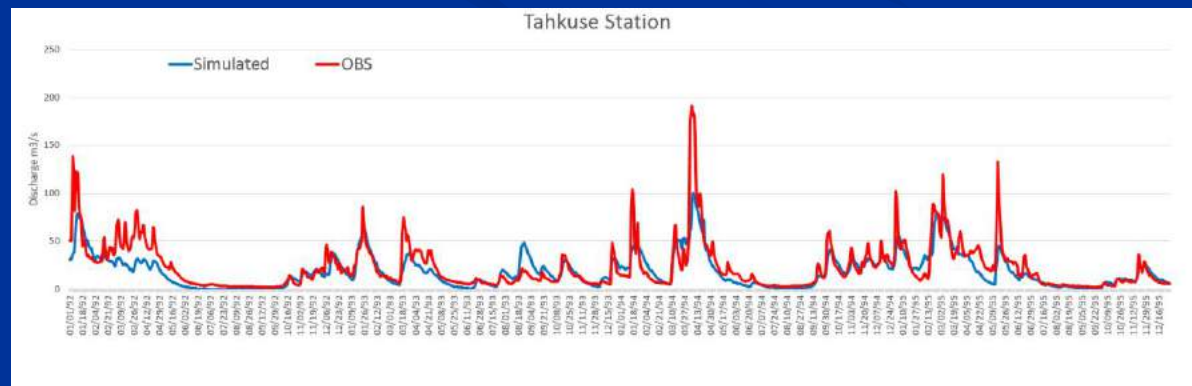
Model Performance Evaluation

- **Nash-Sutcliffe coefficient:** the NSE is a measure of model efficiency that compares simulated values with measured values.
Values of 0.65–0.75 (fair) and 0.75–0.85 (good) with values above 0.85 representing very good model performance.
- **Regression Coefficient (R²):** R² have been widely used for model evaluation, The R² value is an indicator of the relationship strength between the observed and simulated values.
R² ranges from 0 to 1, with higher values indicating less error variance, and values greater than 0.5 are considered acceptable.

Results Riisa 92-95



Results Tahkuse 92-95



Results

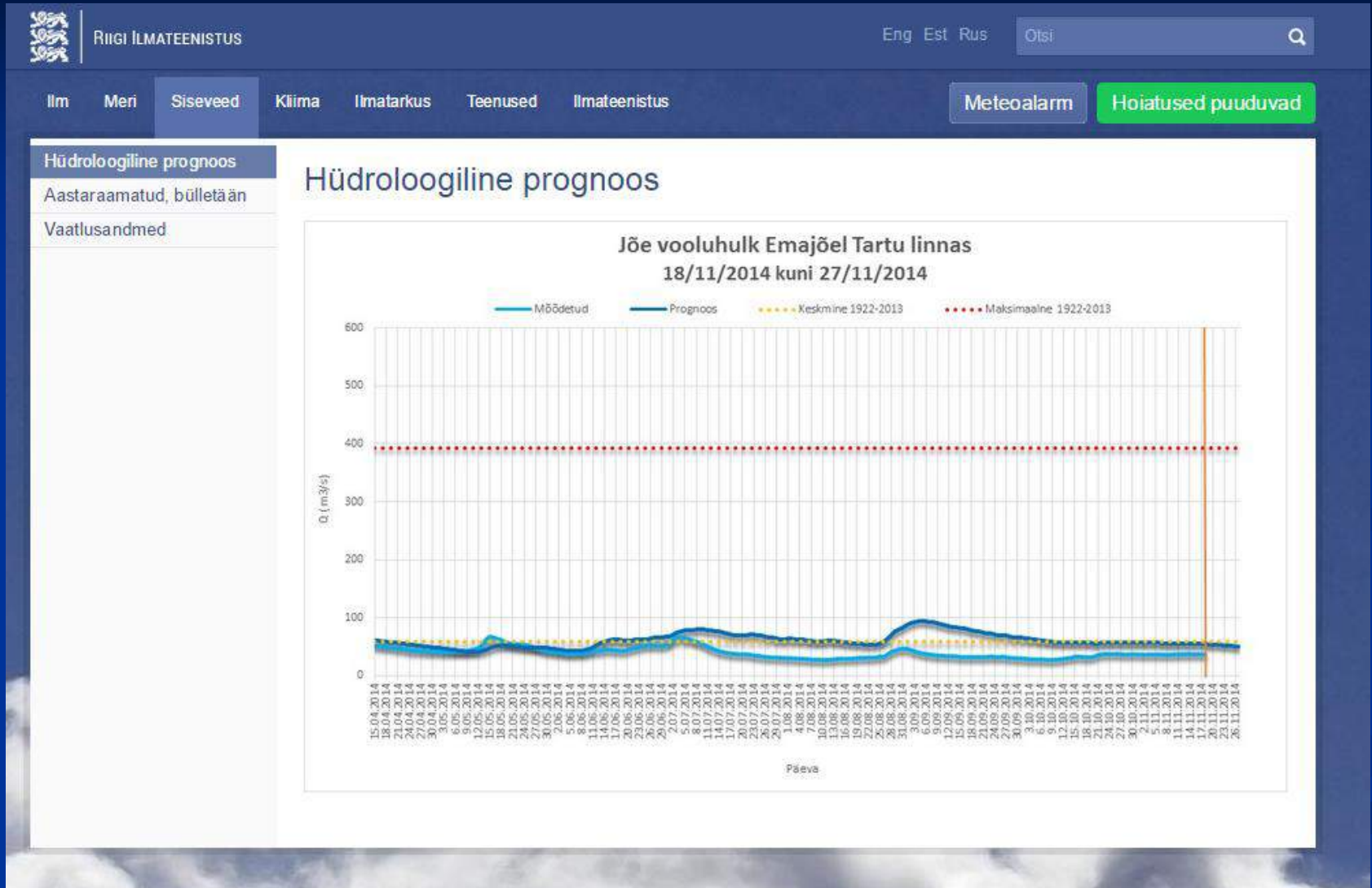
Station	River	Model Performance (Calibration Period)		Model Performance (Validation Period)	
		Nash-Sutcliffe	Regression Coefficient (R ²)	Nash-Sutcliffe	Regression Coefficient (R ²)
Riisa	Halliste	0.81	0.82	0.85	0.85
Tahkuse	Pärnu	0.62	0.67	0.71	0.74
Oore	Pärnu	0.79	0.79	0.80	0.86
Tartu (Kvissental)	Suur-Emajõgi	0.80	0.76	0.62	0.73

Swat model in Pärnu River was calibrated for the time period 1992 -1994 and for Tartu 2008-2011

Swat model in Pärnu River was validated for the time period 1995 and for Tartu 2012-2013.

During the calibration and validation period the model perform better some stations than others. It is shown by the variations in the results of Nash and R² coefficients. All the model evaluation results during the different periods are over the values to be considered acceptable NASH > 0,65 or good NASH >0,75 and (R²) > 0,5.

SWAT on Tartu

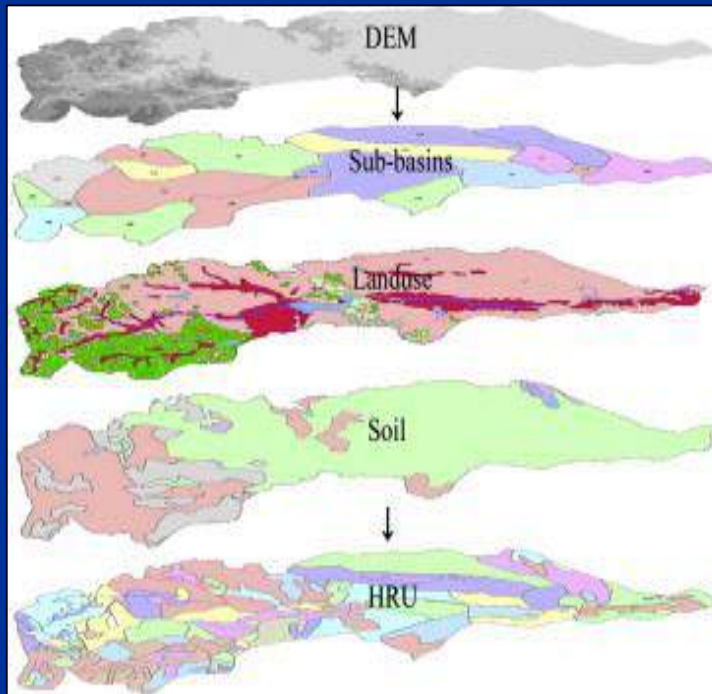


<http://www.ilmateenistus.ee/siseveed/hydroloogiline-prognoos/>

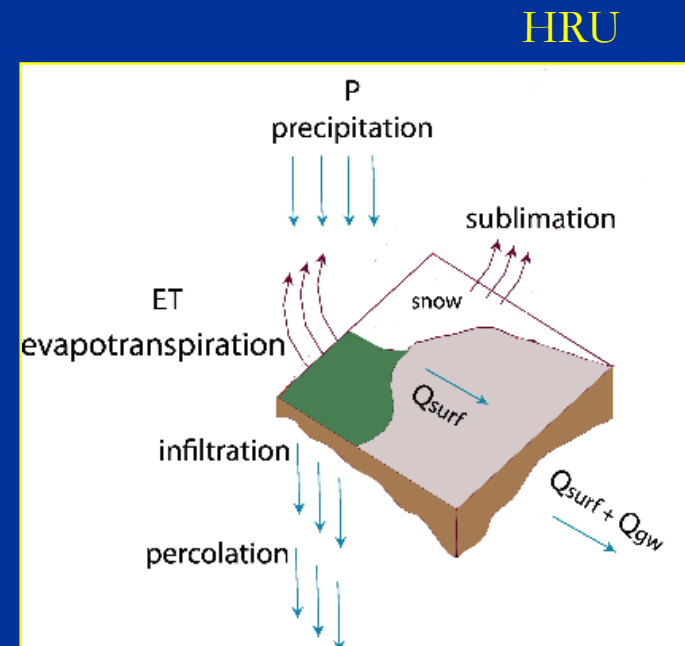
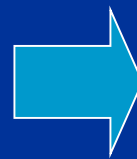
Aitäh

GIS Integration HRUs definition

- The model divides the basin into sub-basins, the subbasins are then further subdivided into hydrological response units (HRUs) based on the topography, land use and soil type.



OVERLAY



STATSIONAARSETE MUDELITE TÖÖGRUPP

ÜLEVAADE

Esitluses on töögrupi eesmärkide ja tegevuste ülevaateliseks tutvustamiseks, tööde sisust täpsemalt saame teada järgnevatest ekspertide ettekannetest

*Peeter Ennet, Eero Pihelgas
Nov., 2014*

STATSIONAARSETE MUDELITE TÖÖGRUPP

EESMÄRK

OSALISED

TEGEVUSED

VAJADUS ehk MILLEKS ?

VÄIKE ON ILUS, LIHTNE ON HEA

Statsionaarsed mudelid jäävad suurtele dünaamilistele mudelitele kindlasti alla oma võimelt keskkonda täpselt ja üksikaslikult kirjeldada, aga nad on:

- lähteandmete suhtes vähemaga leppivad
- kiiremad
- kergemini kasutatavad
- sageli ka piisavad abistajad

OSALEJAD

TÜ

Tõnu Oja, Evelyn Uuema, Arvo Järvet

TLÜ

Elve Lode, Iti-Kärt Kiivit

TTÜ

Arvo Iital, Anatoli Vassiljev, Kristjan Piirimäe

MAAÜLIKOOL

Toomas Kõiv

KAUR

Eda Andresmaa, Salme Kuusik, Nele Sinikas, Rain Elken, Peeter Marksoo,
Peeter Ennet

TÖÖGRUPI TEGEVUSED

Lähteandmed

Andmevajaduse ja andmete asukoha kaardistamine, olemasolevate andmestike korrastamine ja uute andmestike loomine; N, P valgalt ärakande koefitsientide täpsustamine

Mudelid

Porijõe mudel, PolFlow, Qual2, Mesaw, Estmodel, Vollenweideri mudel, ühildatud mudel (Estmodel + Qual2 + Vollenweideri mudel)

Testimine

Valitud mudeleid testitakse samadel veekogudel ühesuguste lähteandmetega

Rakendused (info esitamine, andmeanalüüs, aruanded)

Veespetsilisti töölaua rakenduste algoritmide väljatöötamine ja prototüüpide veebipõhine programmeerimine, agiilne koostöö IT arendusfirmaga.

Avalikustamine

Ettekanded, tehtud töö aruandlus, mudelite ja rakenduste kasutajajuhendite kirjutamine, lõppkasutaja koolitamine

N, P ÄRAKANDEKOEFIITSIENDID

Statsionaarsed mudelite on sisuks on ärakandekoeffitsientidel põhinevad arvutused.

Tegevused:

- selgitame, millistest teguritest ja millisel määral ärakandekoeffitsiendid sõltuvad
- testime ärakandekoeffitsientide väärtusi seirejaamade lävendites püüdes statistiliselt selgitada erinevate tegurite osakaalu
- leiame ärakandekoeffitsientide funktsionaalse seose äravooluga
- kasutame saadud teadmisi mudelite võrrandites.

MUDELID

- **Porijõe mudel** - valglatelt N, P ööpäevaste ärakannete hindamiseks
- **PolFlow** - valglatelt N, P pikaajaliste ärakannete hindamiseks
- **Estmodel** - valglatelt N, P aastakeskmiste (v.o. ka sesoonsete) ärakannete hindamiseks
- **Vollenweideri mudel** - järve toiteainetesisalduse hindamiseks

RAKENDUSED, ARUANDED, ANDMETÖÖTLUS

RAKENDUSED

- meetmekataloog ja meetmekataloogi infokeskond
- Streeter-Phelpsi mudeli rakendamine jõelõigul , statsionaarne jõelõigu mudel (QUAL2 ja Estmodel)
- jõe looklevuse määramine
- segunemistsooni määramine, jõgede põiksuunalise dispersiooni arvutamine (prof. Paali meetod)
- vooluveekogude seirepõhiste hinnanguliste tõenäosuslike äravoolude arvutamine
- vooluveekogude seirepõhiste aineärakannete arvutamine
- normaliseeritud aineärakannete arvutamine

ARUANDLUS

- aruandluse koostamiseks vajaliku info loomine ja koondamine (EEA, HELCOM-i PLC, VRD, ...)
- nitraaditundliku ala tegevuskava rakendamiseks vajaliku info loomine ja koondamine
- veekasutuse ja –varude aasta-aruannete koostamine ja näitajate (WEI, ...) arvutamine;

INFO ja ANDMETÖÖTLUS

- erinevate andmekogude veeandmete (KLIS, KESE, EELIS, VEKA, HEIAN ...) ühine kättesaadavus
- suvalise punkti, lõigu või kontuuri valgla määramine ning sellega seotud info esitamine
- seireandmete omavaheliste seoste (sõltuvuste) määramine, Mann-Kendalli testi kasutamine

VÄRSKED ETTEPANEKUD

- Rakendus vedelsõnniku laotamisplaanide koostamise, läbi vaatamise ja hindamise lihtsustamiseks (KeA)
- Loodusliku ja inimtekkelise koormuse hinnang seirepunktides (KeM)
- Erinevate (ka väikeste) valglatel lihtne kombineerimisvõimalus ühise info (tehnogeenne maa, põld, pinnas, kaevandused, sõnnikuhoidlad, jääkreostus, inimeste arv jne.) kättesaamiseks (KeM)
- Reveekogumisalade põhine vastavushinnang, mis võtab arvesse reoveekogumisala kanaliseerituse taset koos piirkonnas asuvate reoveepuastite andmetega (KeM)
- VMK meetmete tõhususe hindamine (KeM)
- Erinevates andmekogudes (Keskkonnainspektsioon, KeA, omaseire) sisalduvate andmete võrdlemine iga reoveepuhasti lõikes (Anonymous)
- KLISi lubade ja omaseire andmete võrdlus, omaseire seirepunktide asukohad (KAUR)

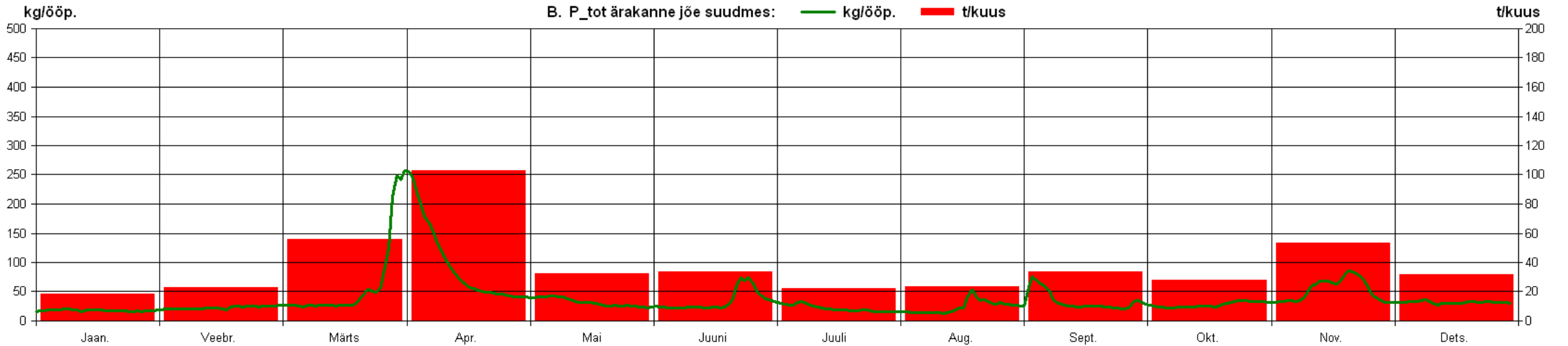
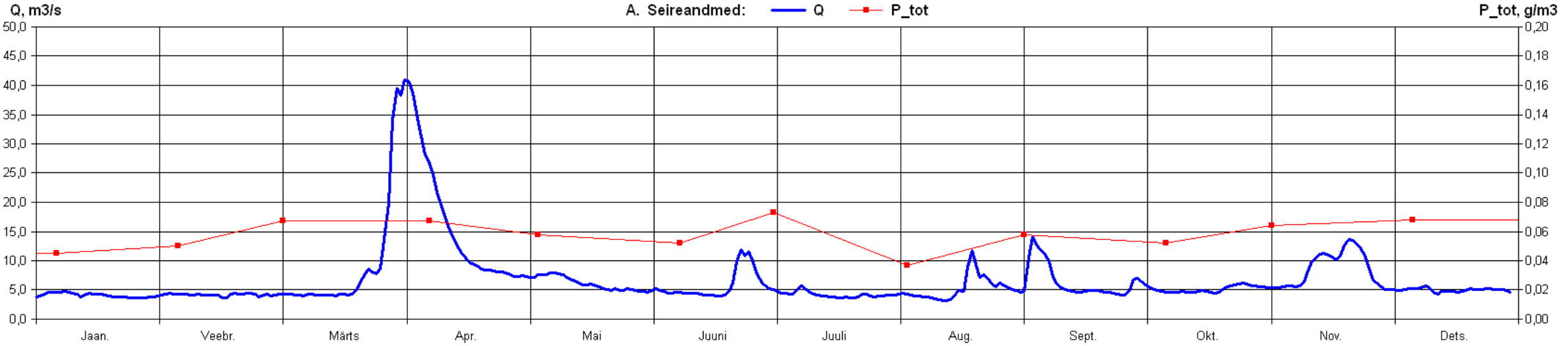
NÄITEID - SEIREPÕHINE KOORMUS



PIUSA, 2010, P_tot

Hüdroloogia seirejaam: 102 - Korela (suudmest 14 km)
Hüdrokeemia seirejaam: 1 - Värsksa-Saatse mnt. (suudmest 16 km)

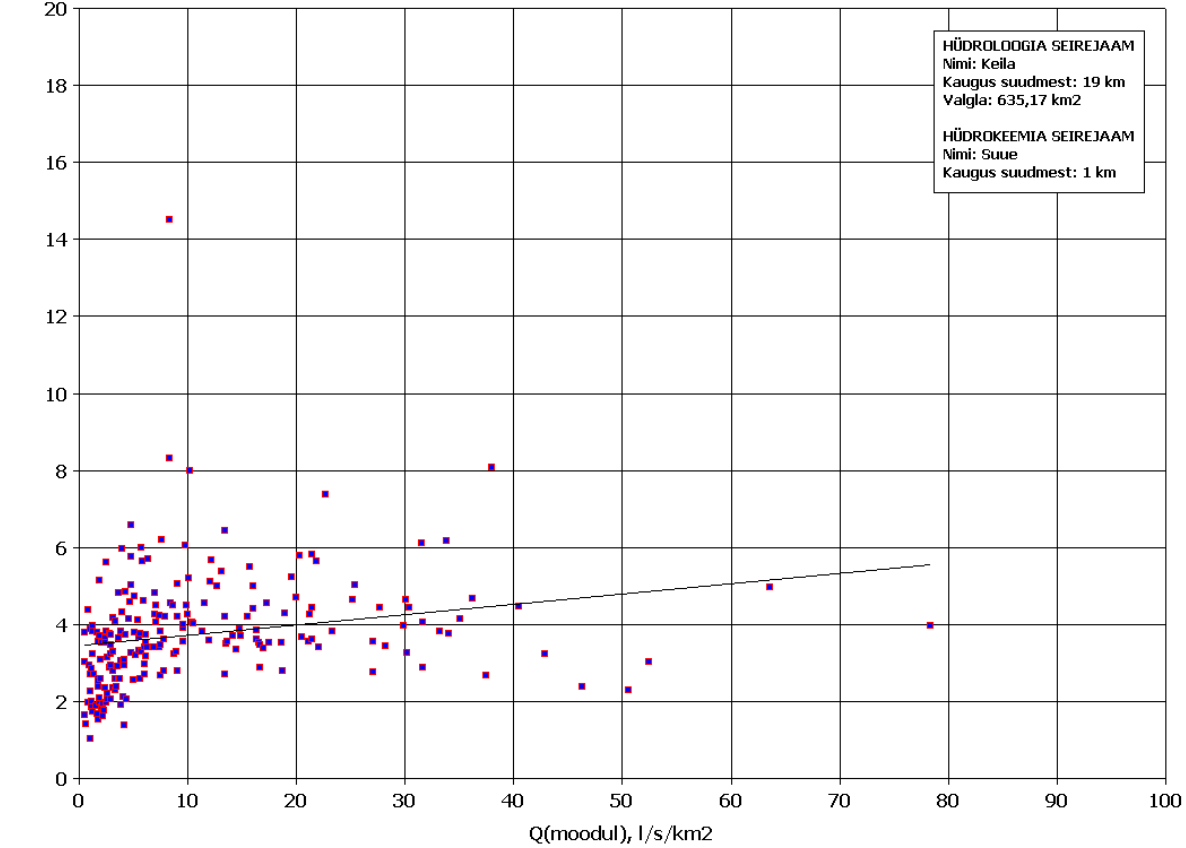
Algandmed: Riiklik keskkonnaseire
Arvutused: Peeter Ennet



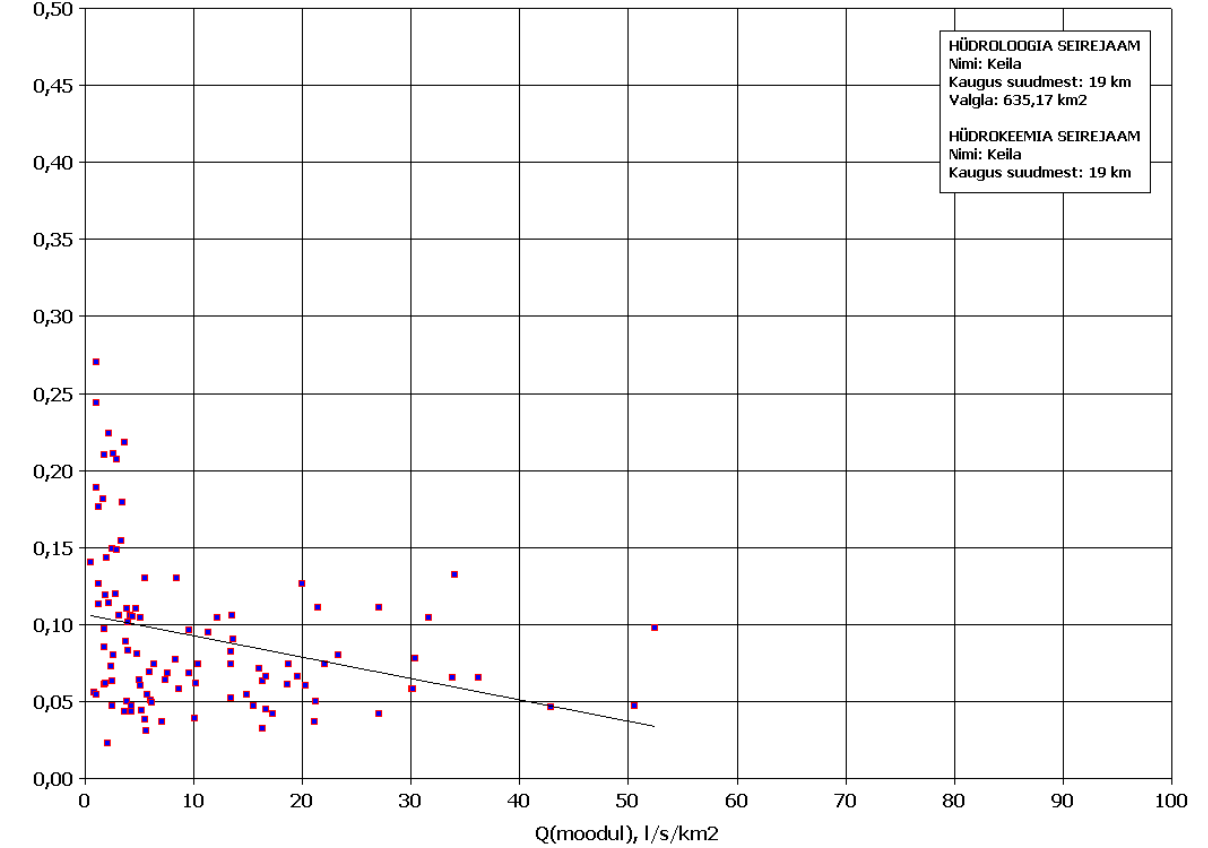
NÄITEID - KONTSENTRATSIOONI SÕLTUVUS ÄRAVOOLUST



Ntot, mgN/l



Ptot, mg/l



VEESPETSIALISTI TÖÖLAUD - ÜLDPÕHIMÕTTED

KITSAMALT

- Moodulpõhisus (rakendus töötab iseseisvalt ja või on teise rakenduse komponendiks)
- Automaatne alglähtestamine riiklikest andmekogudest
- Automaatne kohaldamine objektile (arvutuskeemi loomine)
- Veebi- ja kaardipõhisus

LAIEMALT

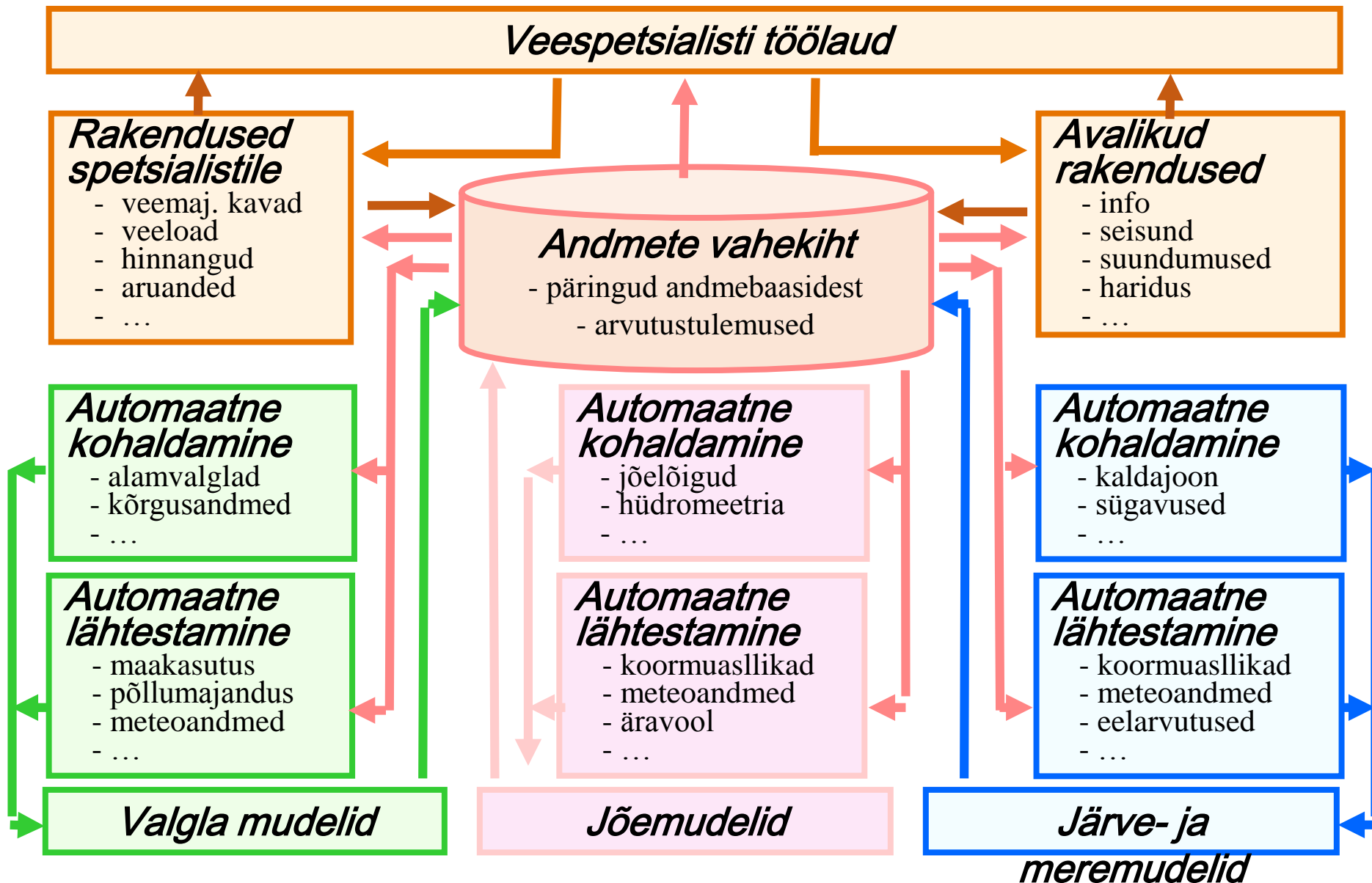
- Agiilne koostöö arendajaga
- Vajadus leida ühisosa teiste projektidega.

RAKENDUSTE PROTOTÜÜBID - HETKETEGEVUSED

- Hetkel toimub rakenduste algoritmide väljatöötamine veebipõhiste prototüüpide loomine. Programmeerijaks on Eero Pihelgas, kellega Kauril on pikaajaline koostöökogemus. Meiega liitub eksperdina Arvo Järvet TÜ-st.
- Püüame luua võimalikult moodulpõhist tarkvara, et üks moodul suudaks täita samasugust funktsionaalsust erinevates rakendustes.
- Probleemiks on, et hetkel pole lahendatud andmete kättesaadavus erinevatest andmebaasidest. Praeguste prototüüpide puhul on kasutatud Kauri veeosakonna lokaalset andmebaasi, mis on osaliselt kopeeritud Eelise serverisse.

RAKENDUSTE KASUTAJATUGI

Veebirakendus



Tegevused

- Rakenduste parameetrite ja algoritmide täpsustamine
- Rakenduste lähteandmete kättesaadavaks tegemine (andmeladu)
- Riigihanke korraldamine tervikliku kaardi- ja veebipõhise veeinfosüsteemi loomiseks
- veebirakenduste prototüüpide programmeerimine

Täna!

VALGLALT TOITEAINETE ÄRAKANDE DÜNAAMILINE MUDEL POLFLOW

*Noppeid ja järeldusi
Kristjan Piirimäe
kogemustest PolFlow mudeli kasutamisel Eestis*

*Peeter Ennet
Nov., 2014*

ARVUTUS - STSENAARIUMID

Töös uuriti võimalikke põllumajanduslikke arenguid ja nende mõju P ja N valglalt ärakandele kahes piirkonnas:

1. pilootuuringuna Peipsi järve valglal (moodustab osa Soome lahe valglast)
2. tervel Soome lahe valglal.

Kasutati kahte erinevat koormus-stsenaariumi:

1. „Madala koormuse“ stsenaarium (kiratsev põllumajanduslik areng - lämmastiku ja fosfori koormust vähendati hetkeolukorraga võrreldes vastavalt 7% ja 4%).
2. „Suure koormuse“ stsenaarium (sealhulgas metsastunud maade taasharimine – lämmastiku koormust suurendati 26% ja fosfori koormust 7.5%).

Tulemused näitavad olulist viibeaega, mis jääb põllumajanduse intensiivsuse muutumise ja toitainete koormuse pinnavesessevahele.

POLFLOW MUDELIL PÕHINEVAD JÄRELDUSED

1. Seoses muldade suure puhverdusvõimega, mõne aasta perspektiivis ei anna väetamise vähendamine olulist hajukoormuse vähenemist. Eriti fosfori koormus sõltub väetamise dünaamikast vähe.
2. Sobiva maakasutuskorraldusega võib efektiivselt hajukoormust vähendada.
3. Seoses mõlema toiteelemendi suure peetuse osakaaluga pinnaveses sõltub saasteallika mõju oluliselt selle kaugusest jõe suudmest.
4. Toiteelementide koormus vees sõltub hajuheitest ainult kaudselt. Hajuheide lisab toiteelemente mulda, samas kui muld omakorda kaotab osa nende sisaldusest vette. Seetõttu nõuab heiteandmete kasutamine mudelis ka dünaamilist, kumulatiivset mulla toiteelementide sisalduse inventuuri.
5. Paljud valgla mudelid, mis töötavad hästi lääneriikides, võivad andmevaestes maades ebaõnnestuda või nõuda tõsisid kohaldamispingutusi. PolFlow mudel sobib hästi suurtele ja andmevaestele valglatele nagu näiteks Soome lahe vesikond.
6. Modifitseeritud PolFlow mudel, mida selles aruandes esitletakse, töötab nüüd hästi ekstensiivsete drenisüsteemide, paljude järvede ja muutliku maakatte tingimustes.
7. Et saada usaldusväärsemaid ennustusi, vajab mudel rohkem infot põllumajandusheite kohta, peetuse kohta järvedes ja geograafilisi andmeid maakasutuse kohta.

Täna!

STATSIONAARNE JÕEMUDEL

QUAL₂

Peeter Ennet
Nov., 2014

Jõe veekvaliteedi mudel, arendatud 1980-ndatel USA-s, laialdaselt kasutusel, pidevas arenduses.

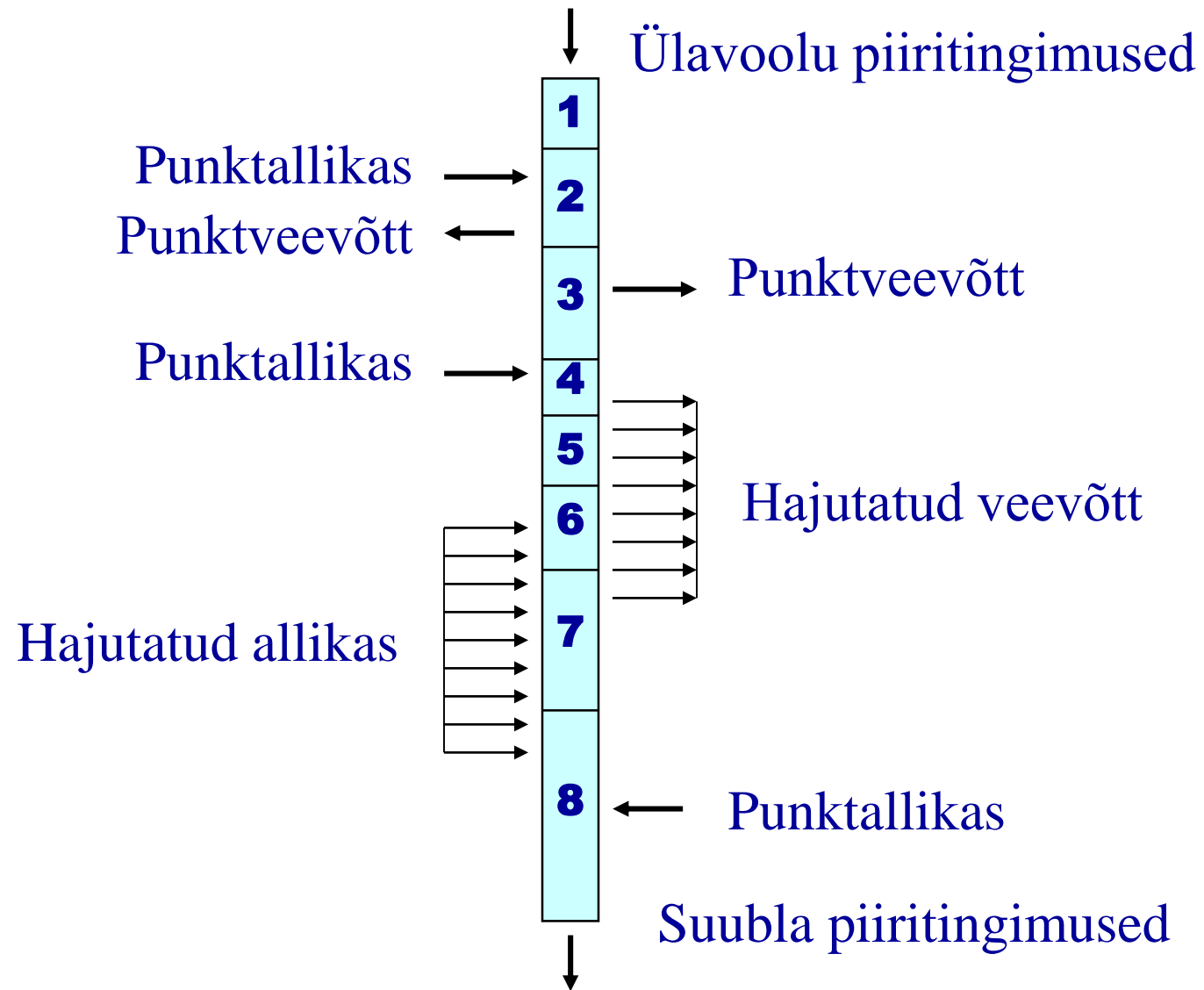
Qual2 on ka SWAT mudeli mooduliks

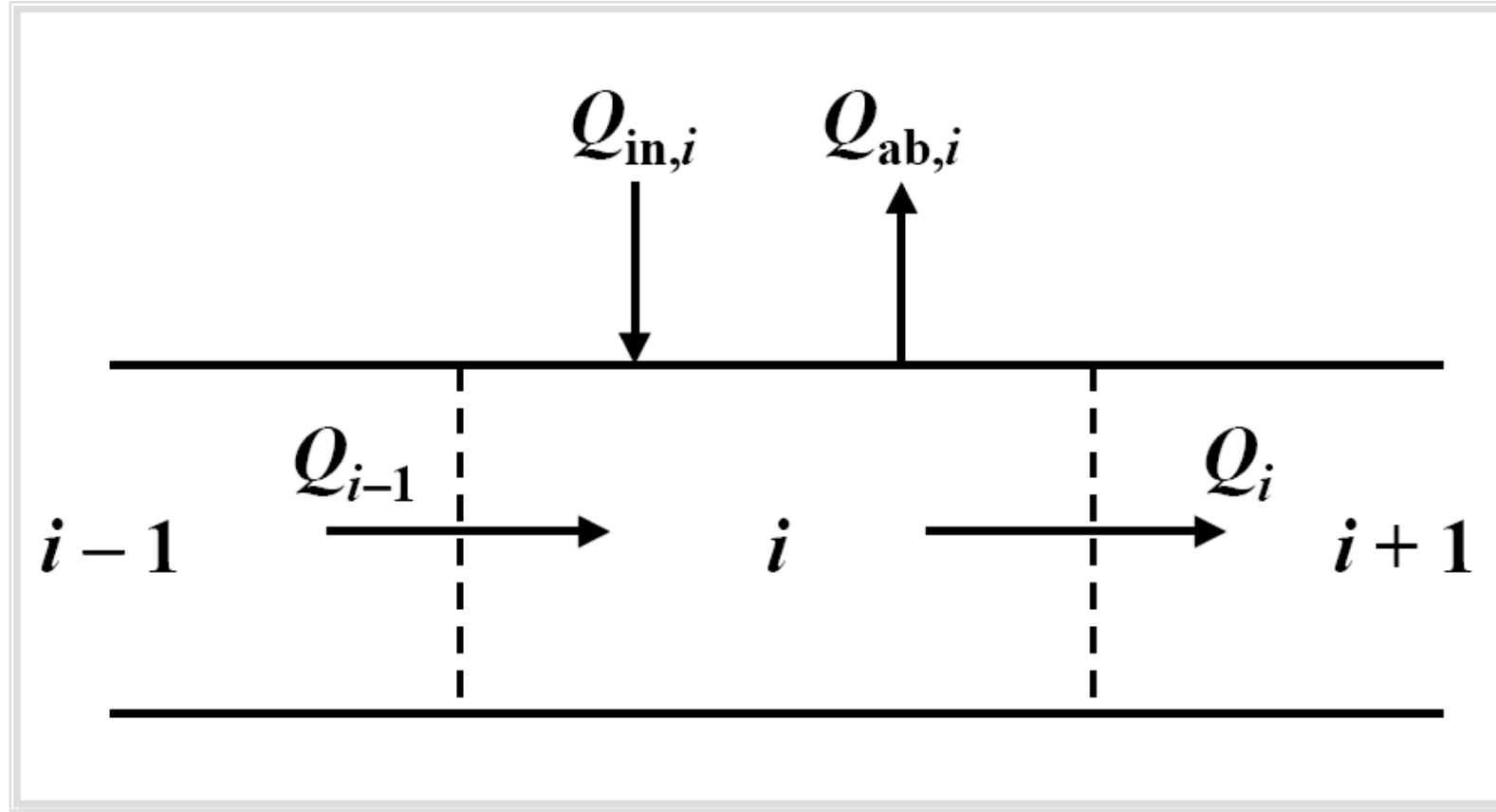
- Statsionaarne hüdraulika
- Ööpäevane soojusbilanss
- Ööpäevased veekvaliteedi muutused
- Punkt- ja hajukoormuse arvestmine
- Ühedimensionaalne, läbisegunenud

QUAL₂ MUUTUJAD

Variable	Symbol	Units [*]
Conductivity	s	μmhos
Inorganic suspended solids	m_i	mgD/L
Dissolved oxygen	o	mgO_2/L
Slowly reacting CBOD	c_s	mgO_2/L
Fast reacting CBOD	c_f	mgO_2/L
Dissolved organic nitrogen	n_o	$\mu\text{gN/L}$
Ammonia nitrogen	n_a	$\mu\text{gN/L}$
Nitrate nitrogen	n_n	$\mu\text{gN/L}$
Dissolved organic phosphorus	p_o	$\mu\text{gP/L}$
Inorganic phosphorus	p_i	$\mu\text{gP/L}$
Phytoplankton	a_p	$\mu\text{gA/L}$
Detritus	m_o	mgD/L
Pathogen	x	$\text{cfu}/100 \text{ mL}$
Alkalinity	Alk	mgCaCO_3/L
Total inorganic carbon	c_T	mole/L
Bottom algae	a_b	gD/m^2

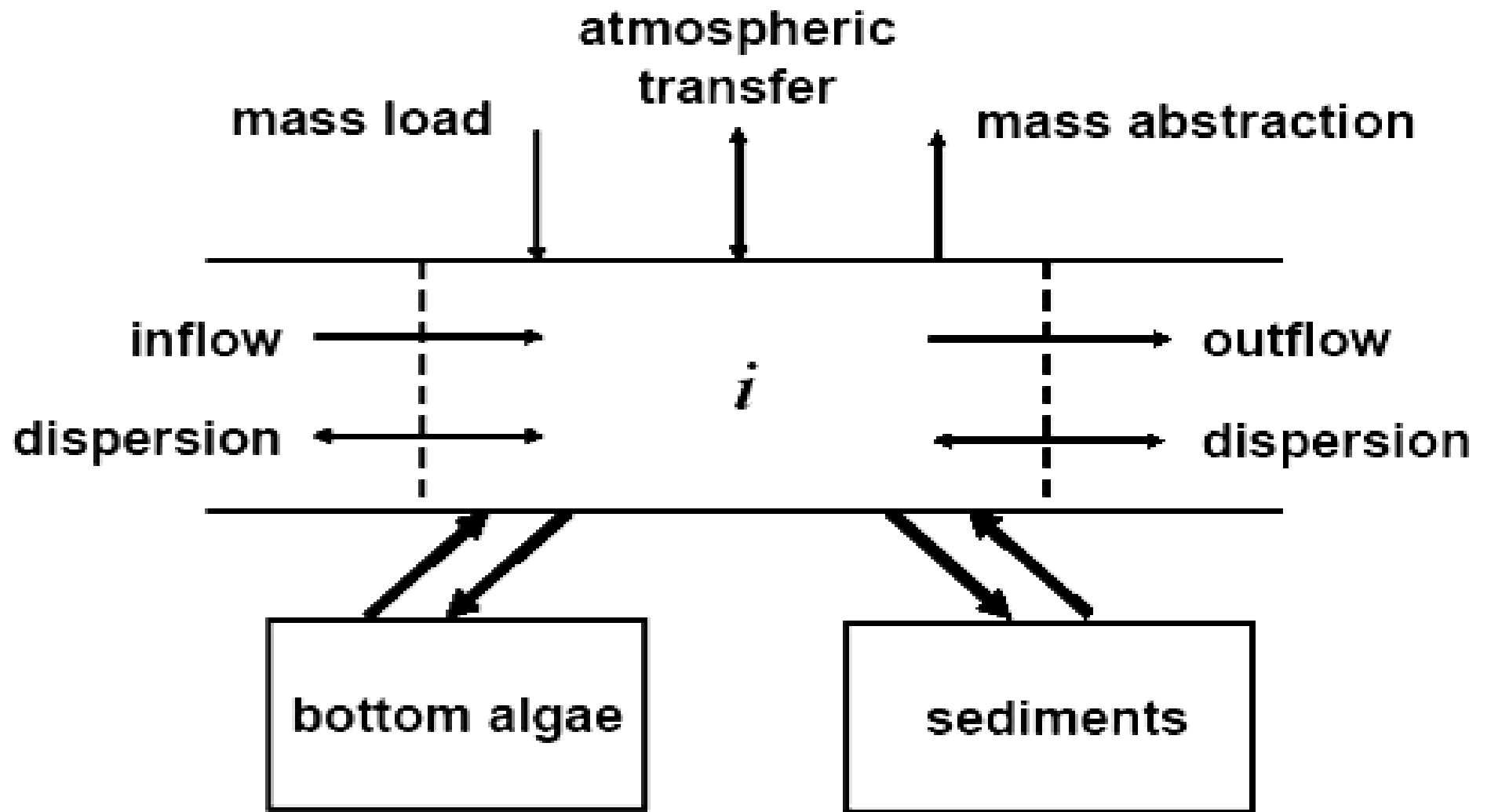
ARVUTUSLÕIGUD





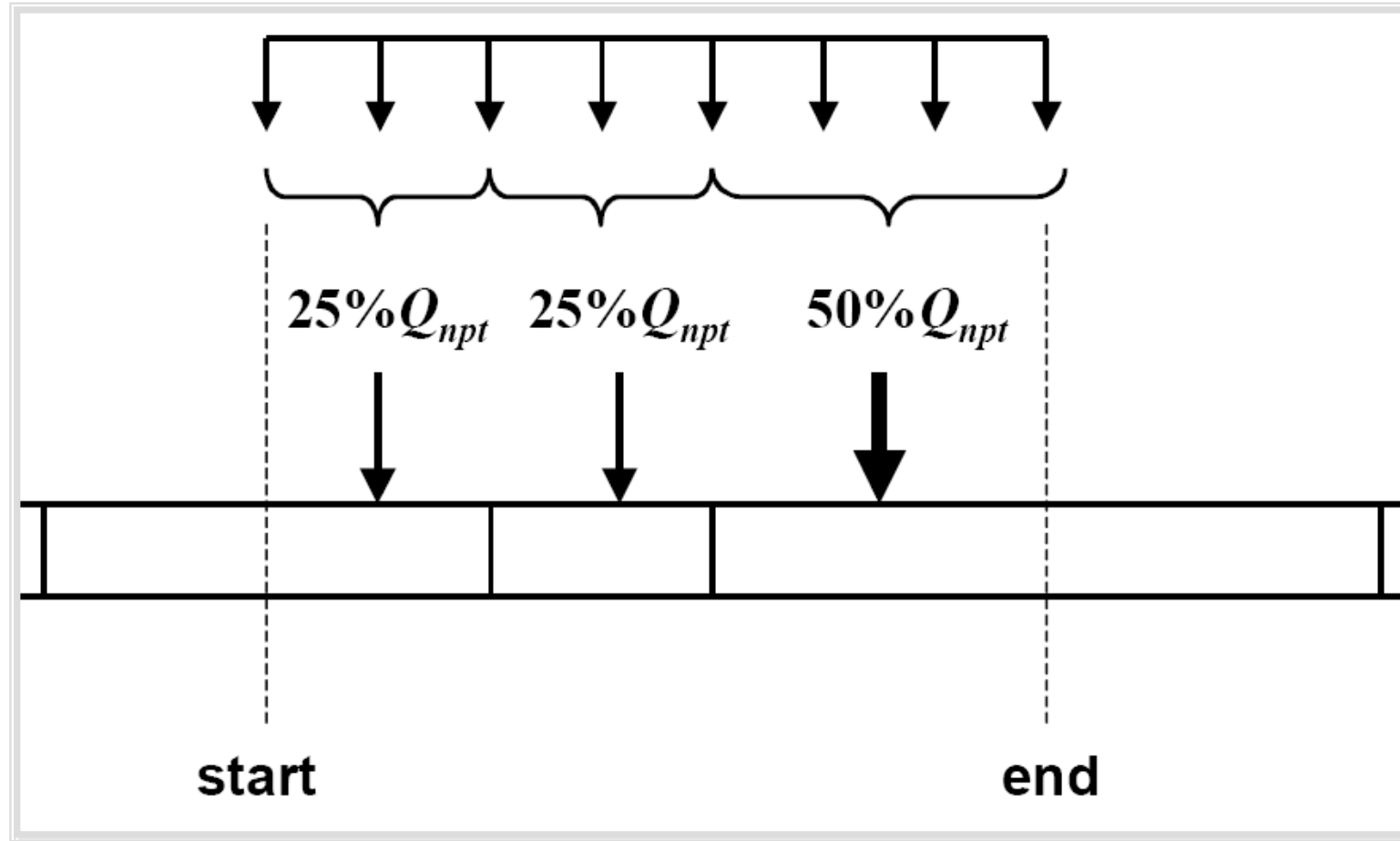
$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{ab,i}$$

ARVUTUS - SKEEM



$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} c_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} c_i - \frac{Q_{ab,i}}{V_i} c_i + \frac{E'_{i-1}}{V_i} (c_{i-1} - c_i) + \frac{E'_i}{V_i} (c_{i+1} - c_i) + \frac{W_i}{V_i} + S_i$$

HAJUKOORMUS



Hajukoormus jaotatakse võrdeliselt arvutuslõigu pikkusega

Equation	Exponent	Typical value	Range
$U = aQ^b$	b	0.43	0.4–0.6
$H = \alpha Q^\beta$	β	0.45	0.3–0.5

Manning 'i valem

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

S_0 – põhja lang

A_c – ristlõike pind

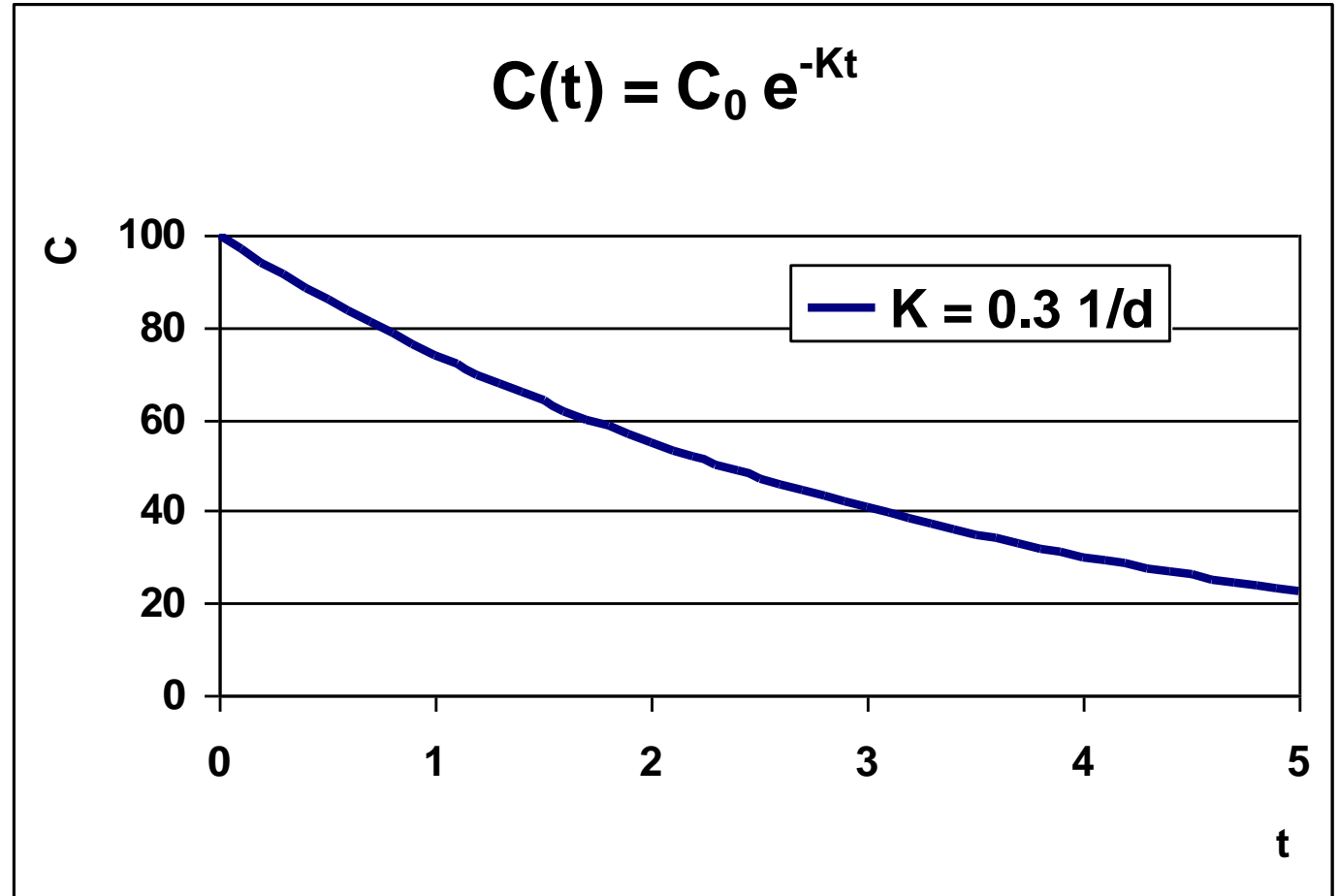
P – märg perimeeter

n – Manning'i koefitsient

ORGAANIILISE AINE LAGUNEMINE

$$dC/dt = k(T) C$$

$k(T)$ – temperatuurist sõltuv reaktsioonikiirus, $1/t$



TEMPERATUURIST SÕLTUVUS

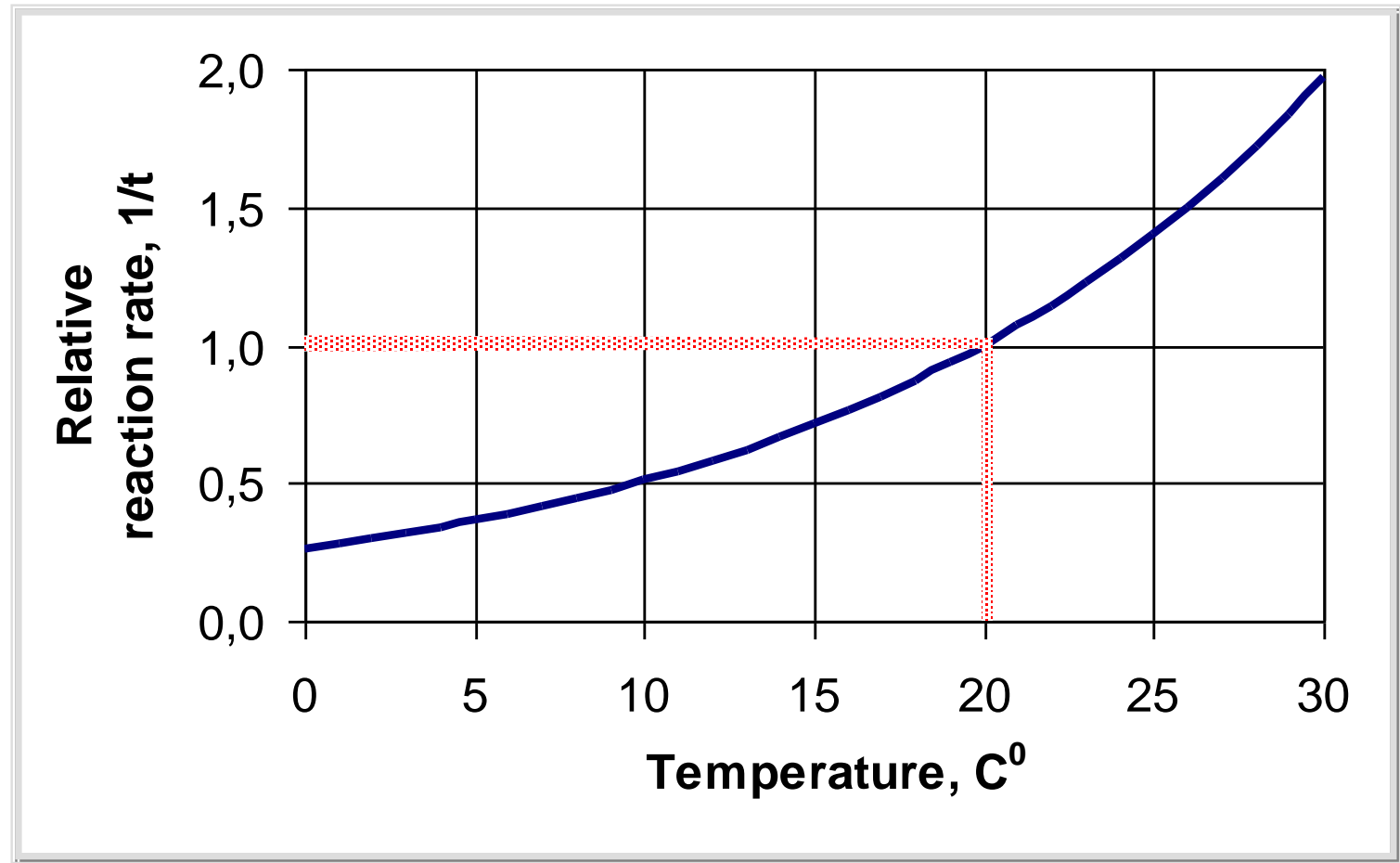
$$dC/dt = k(T) C$$

$$k(T) = k(20) \theta^{T-20}$$

K – reaktsioonikiirus, 1/t

T – temperatuur, C⁰

θ – koefitsient (1.07)



$$dO_2/dt = k(T) (O_{2s} - O_2)$$

$k(T)$ – temperatuurist sõltuv koefitsient, $1/t$

O_{2s} – hapniku küllastuskontsentratsioon

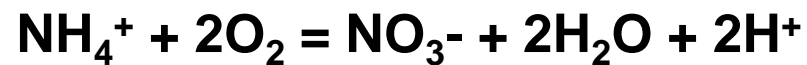
- 1) $k(20) = 3.93 U^{0.5}/H^{1.5}$ O'Connor-Dobbins
- 2) $k(20) = 5.32 U^{0.67}/H^{1.85}$ Owens-Gibbs
- 3) $k(20) = 5.026 U/H^{1.67}$ Churchill

U – velocity, m/s; H – depth, m

100 gD : 40 gC : 7.2 gN : 1 gP : 1 gA

D – kuivkaal; C – süsinik; N - lämmastik; P – fosfor; A – klorofüll a

Nitrifikatsiooni hapnikutarve



$$r_{\text{ON}} = 2 \text{ mooli O}_2 : 1 \text{ mooli N} = 32 : 14 = 4.57 \text{ (gO}_2\text{/gN)}$$

N, P SÖLTUVUS

$$\mu = f(T; \min(P, N); I)$$

Lämmastikupiirang

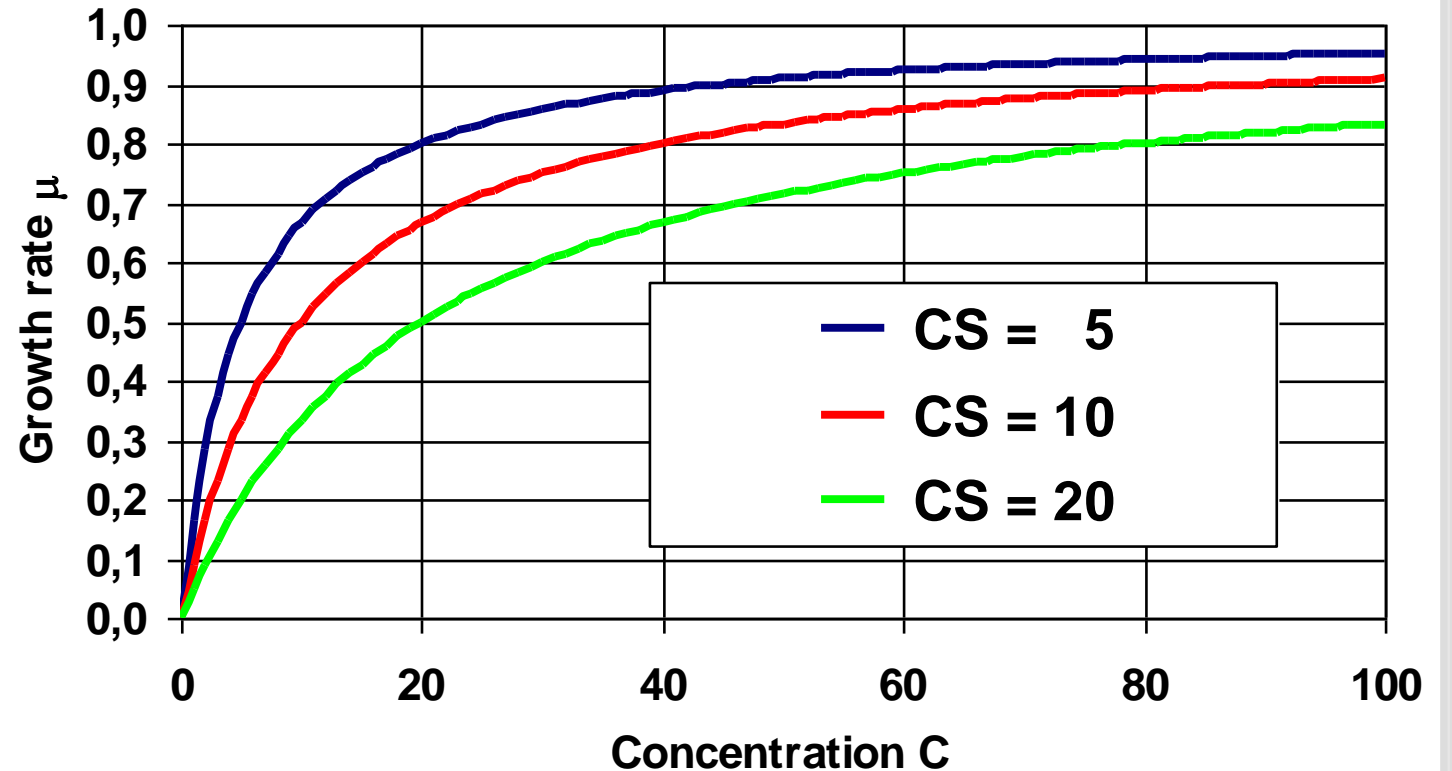
$$\mu = \mu_{N(\max)} \frac{N_A + N_n}{N_S + N_A + N_n}$$

Fosforipiirang

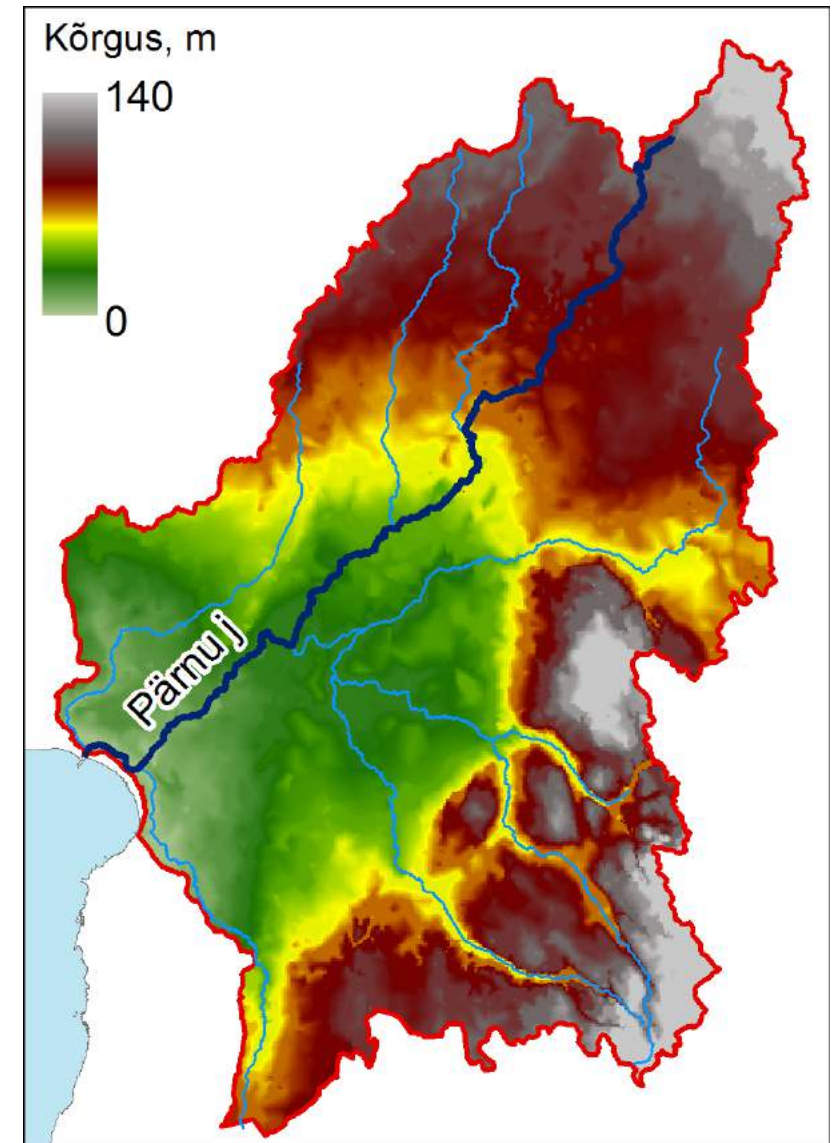
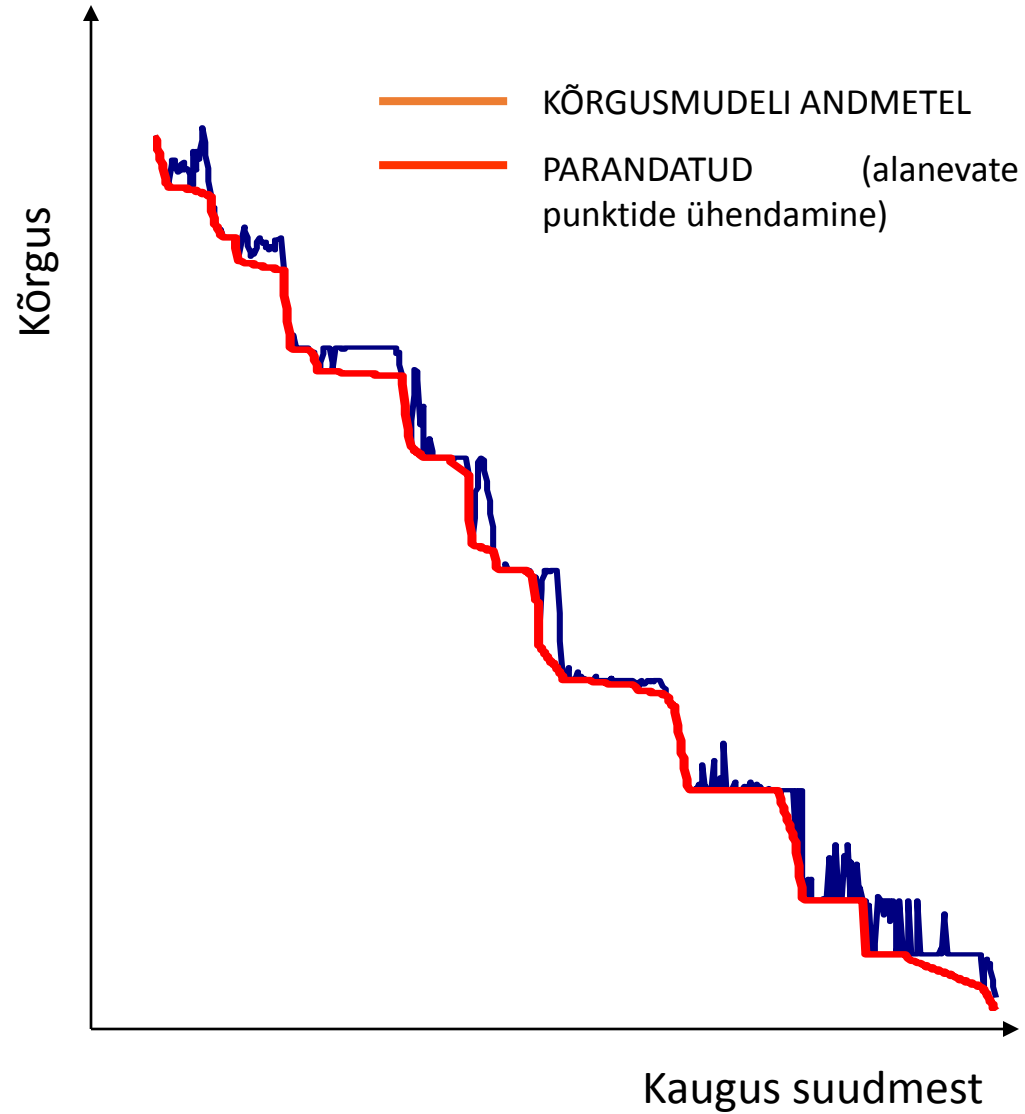
$$\mu = \mu_{P(\max)} \frac{P}{P_S + P}$$

$$\mu_{N,P} = \min(\mu_N, \mu_P)$$

Michaelis-Menten equation



PROBLEEMID



Vana kõrgusmudeliga oli jõelangu määramine ligikaudne

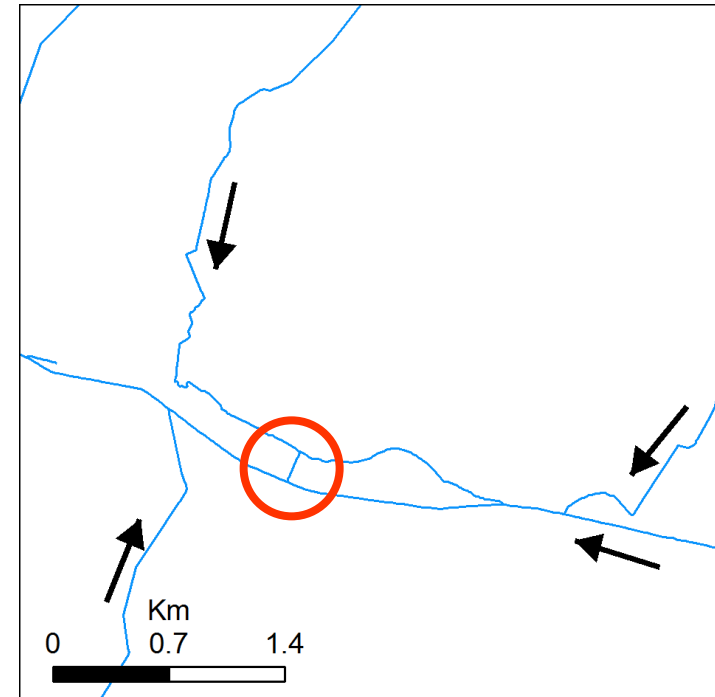
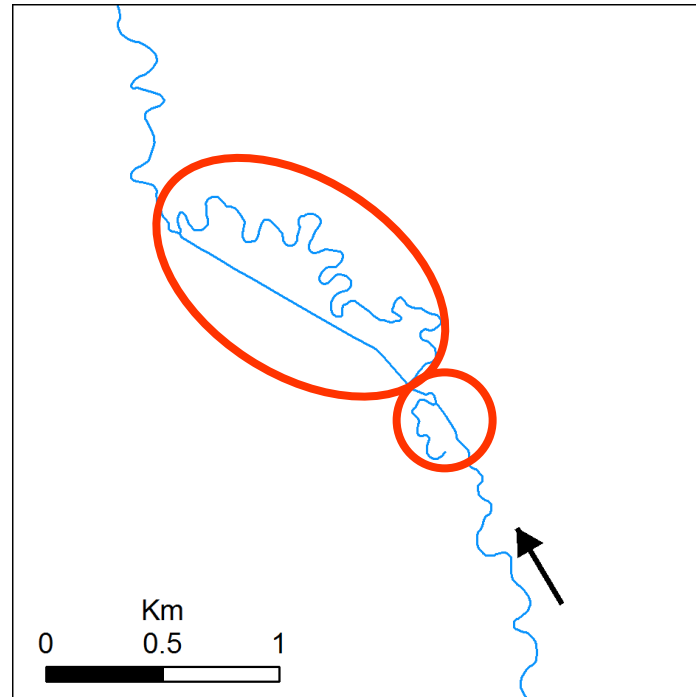
PROBLEEMID

Vooluveekogude kaardikiht sisaldab sama koodi omavaid “silmuseid” ja “lisajõeeksi” mis

- raskendavad tegeliku voolusängi kindlaksmääramist;
- muudavad jõe arvutuslikku pikkust;
- tekitavad mudeli struktuuri loomisel jõe pseudolõike;
- tekitavad raskusi arvutusliku lõigu valgla määramisel

**Arvutuste hetkel oli
andmebaasis Pärnu jõe pikkus
saadud kaardipõhiselt**

kaardipõhine 160.6 km
tegelik 144.0 km



Tugevused

- hea punktallikate korral
- teoreetilist põhjendatud

Nõrkused

- hajureostus tuleb ette anda
- vajab suhteliselt palju lähteandmeid

Võimalused

- toetab otsuste vastuvõtmist
- võib olla abiks veekasutus-
lubade väljastamisel

Ohud

- võimalikud vead
hajureostuse tagajärgede
osas

Täna!

„Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks“

VEESPETSIALISTI TÖÖLAUD

ÜLEVAADE

Sooviksin

*selles esitluses projekti tegevuste tutvustamisega samaaegselt ka näidata,
missugused on modelleerimise tagamaad ja võimalused*

Peeter Ennet

Nov., 2014

PROJEKTI MÄRKISÖNAD

EESMÄRK

ALGUS, LÖPP

OSALISED

TÖÖGRUPID

VAJADUS ehk MIDA TEHA ?

MILLEKS ja KES ?

EESMÄRK

Mudelite ja hinnangumeetodite kasutuselevõtmine.

- Luua erinevaid mudeleid kasutada võimaldav süsteem mere ja maismaa pinnaveega seotud protsesside analüüsimiseks
- Abistada aruandluse koostamist
- Lihtsustada veeandmete kättesaamist

OSALISED

Vastutav täitja - EKUK

Partnerid - KeM, EKUK, KeA, KAUR, Keskkonnainspektsioon, KEMIT, Bioforsk

Eksperdid - teadlased (TTÜ, TÜ, TLÜ, Maaülikool)

IT firmad – riigihanke võitjad

LÕPP - Apr., 2016

KES OSALEVAD ?

JUHTKOMITEE

Hipp Laigu, Harri Liiv, Margus Kört, Rene Reisner, Taimar Ala, Andre Zahharov, Karin Kroon, Tiiu Valdmaa, Aune Annus-Urmet, Annika Varik, Ülle-Triin Enden, Krista Tõnisson

EKUK

Erik Teinemaa, Tiia Kaar, Tiia Tänav

KEMIT

Ivo Lõiv

BIOFORSK

Scilla Farkas

Per Stålnacke

Johannes Deelstra

Attila Nemes

SMHI

Kjell Wickström

IT ARENDUSED

Rait Laast-Laas

KESKKONNA-AMET

Mariina Hiiob

KESKKONNA-INSPEKTSIOON

Tarmo Tehva

KAUR

Tiia Pedusaar, Andreas Porman, Juan Garcia, Eda Andresmaa, Salme Kuusik, Nele Sinikas, Rain Elken, Peeter Marksoo, Peeter Ennet

EKSPERDID

Tõnu Oja, Evelyn Uuemaa, Toomas Kõiv, Arvo Järvet, Elve Lode, Iti-Kärt Kiivit, Urmas Raudsepp, Ilja Maljutenko, Arvo Iital, Anatoli Vassiljev, Kristjan Piirimäe

OSALEJAD



TÖÖGRUPID

JUHTKOMITEE

PARTNERID

ANDMETE TÖÖGRUPP

MEETMETE TÖÖGRUPP

DÜNAAMILISTE MUDELITE TÖÖGRUPP

STATSIONAARSETE MUDELITE TÖÖGRUPP

VEESPETSIALISTI TÖÖLAUA PROTOTÜÜBI LOOMISE TÖÖGRUPP

IT ARENDUSTE TÖÖGRUPP

MIDA TEEME

Arvutusmeetodite ja mudelite kasutamine

- Loodus on sedavõrd keerukas süsteem, et inimene (isegi veevaldkonna ekspert) ei suuda kõiki selle süsteemi seisundit mõjutavaid tegureid üheaegselt arvestada. Aga arvuti suudab.
- Projektis testitakse ja arendatakse erinevaid mudeleid (keerukaid ja lihtsaid) selgitamiseks nende kasutamiskiire ja -võimalusi.

Aruandluse koostamine

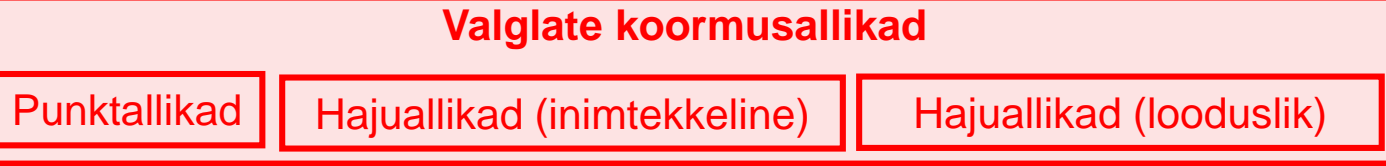
- Nii siseriikliku kui ka EEA-le esitatava aruandluse ning ka tegevuskavade koostamine on tihti aastast aastasse korduv tegevus, mis nõuab palju aja- ja närvikulu.
- Projektis üritatakse mõnede aruannete koostamist (või osalist koostamist) tarkvaraliselt automatiseerida.

Info paremini kättesaadavaks tegemine

- Keskkonnavaline info asub paljudes erinevates andmekogudes, andmete koostäsitlemine on tülakas.
- Projektis püütakse objektipõhiste päringute abil erinevates andmekogudes (EELIS, KLIS, KESE, HEIAN, VEKA, ...) sisalduv info ühes kohas, ühekorraga ning sobival kujul kätte saada.

MIDA TEEME – ABI ARUANDLUSE KOOSTAMISEL (HELCOM)

Mudelite
algandmed



Mudelite
algoritm



Mudelite
tulemused



Läänemere riikide eesmärgid koormuste vähendamiseks

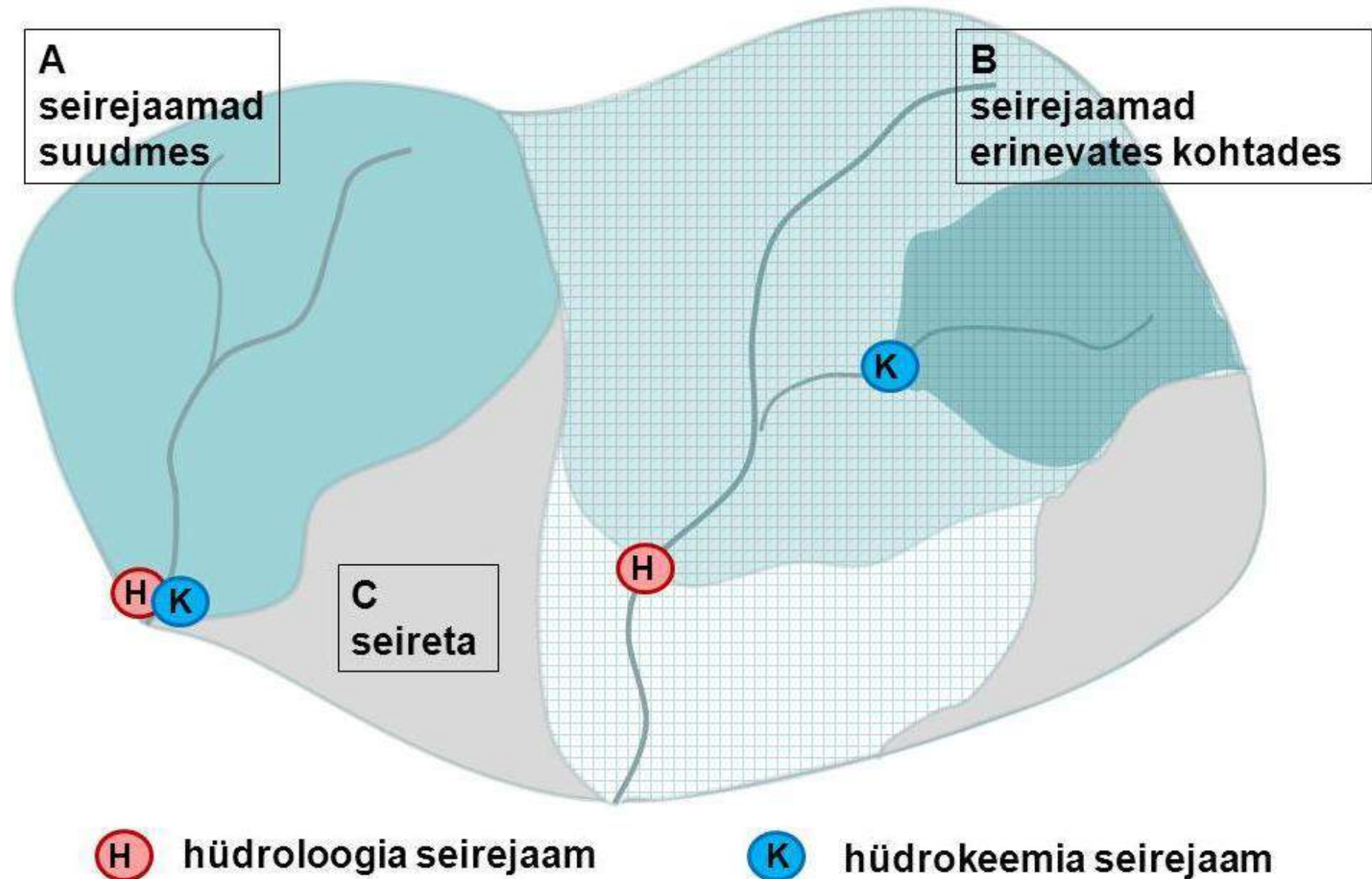
Tegevused

- Info valgla põhistest koormustest ja keskkonnaseisundi surveteguritest
- Lähtematerjali kujundamine keskkonnaseisundi arvutusmodelite sisendandmeteks
- rakendus HELCOM-i PLC aastaaruannete koostamiseks (kasutades moodulitena teisi selles projektis loodavaid rakendusi)

MIDA TEEME - SEIRETA PIIRKONNA HINNANGUD

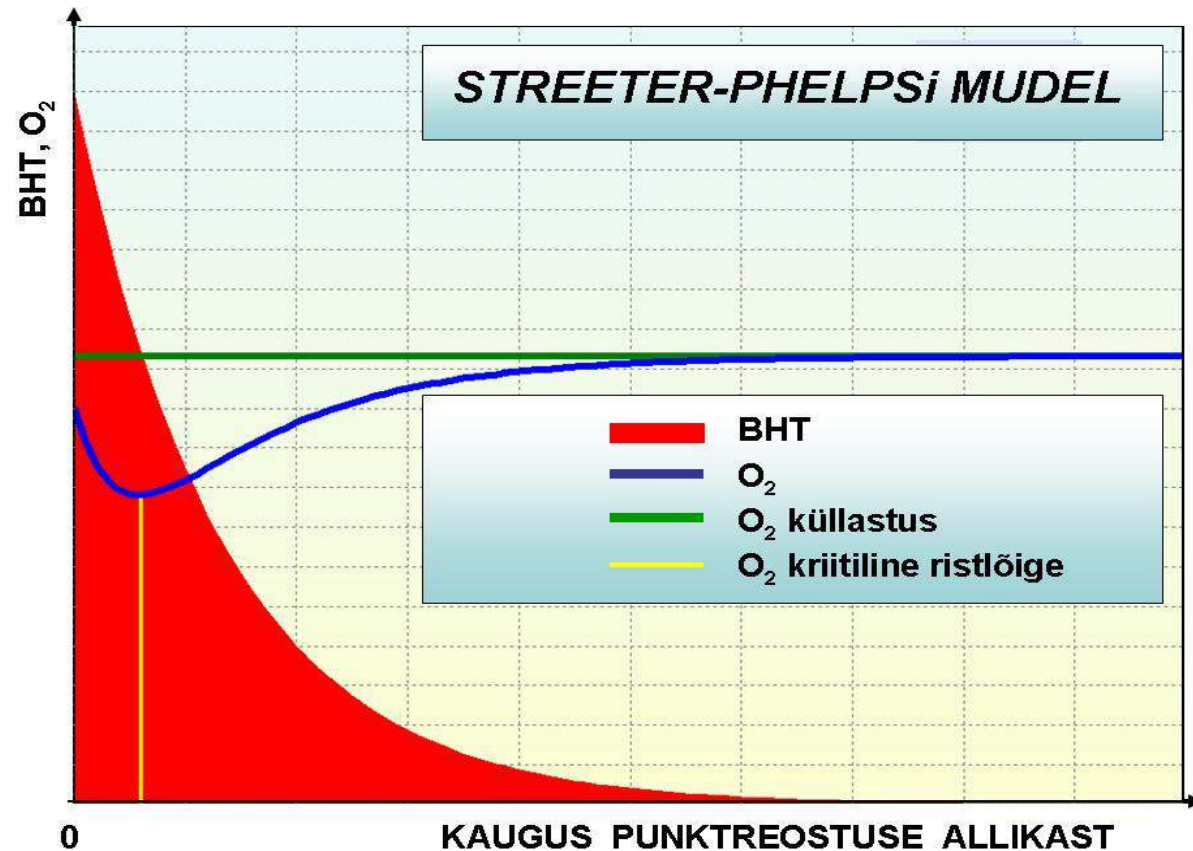
Tegevused

- Jõe seirepõhise äravoolu arvutamine suvalises lävendis – algoritmi loomine ja veebirakenduse programmeerimine
- Aine seirepõhise ärakande arvutamine suvalises lävendis – algoritmi loomine ja veebirakenduse programmeerimine
- Merejõgede koormuse (modelleeritud ja seirepõhine) ärakande arvutamine – sisend meremudelitele.



MIDA TEEME - ABI KESKKONNALUBADE VÄLJASTAMISEL

Mudel arvutab BHT lagunemist (1) ning võrranditest (1) ja (2) tuletatud BHT lagunemise hapnikutarvet arvestavat O₂ defitsiidi kujunemist võrrandiga (3)



BHT (L) ajahetkel t on kirjeldatav:

$$L_t = L_0 e^{-K_1 t} \quad (1)$$

L₀ – BHT väärtus alghetkel

K₁ – lagunemiskiirus, 1/t

Vees lahustunud hapniku defitsiit D ajahetkel t:

$$D_t = D_0 e^{-K_2 t} \quad (2)$$

D₀ – väärtus alghetkel

K₂ – reaerats. koef., 1/t

$$D_t = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + D_0 e^{-K_2 t} \quad (3)$$

Vees lahustunud hapniku defitsiit D on

$$\text{puudjääk küllastusest } DO_S \quad D = DO_S - DO$$

MIDA TEEME - ABI VEEMAJANDUSKAVADE KOOSTAMISEL

Reet Ulm
Roosta seminari ettekannetest, 20.11.2014

Veemajanduskavade koostamine ja ajakohastamine

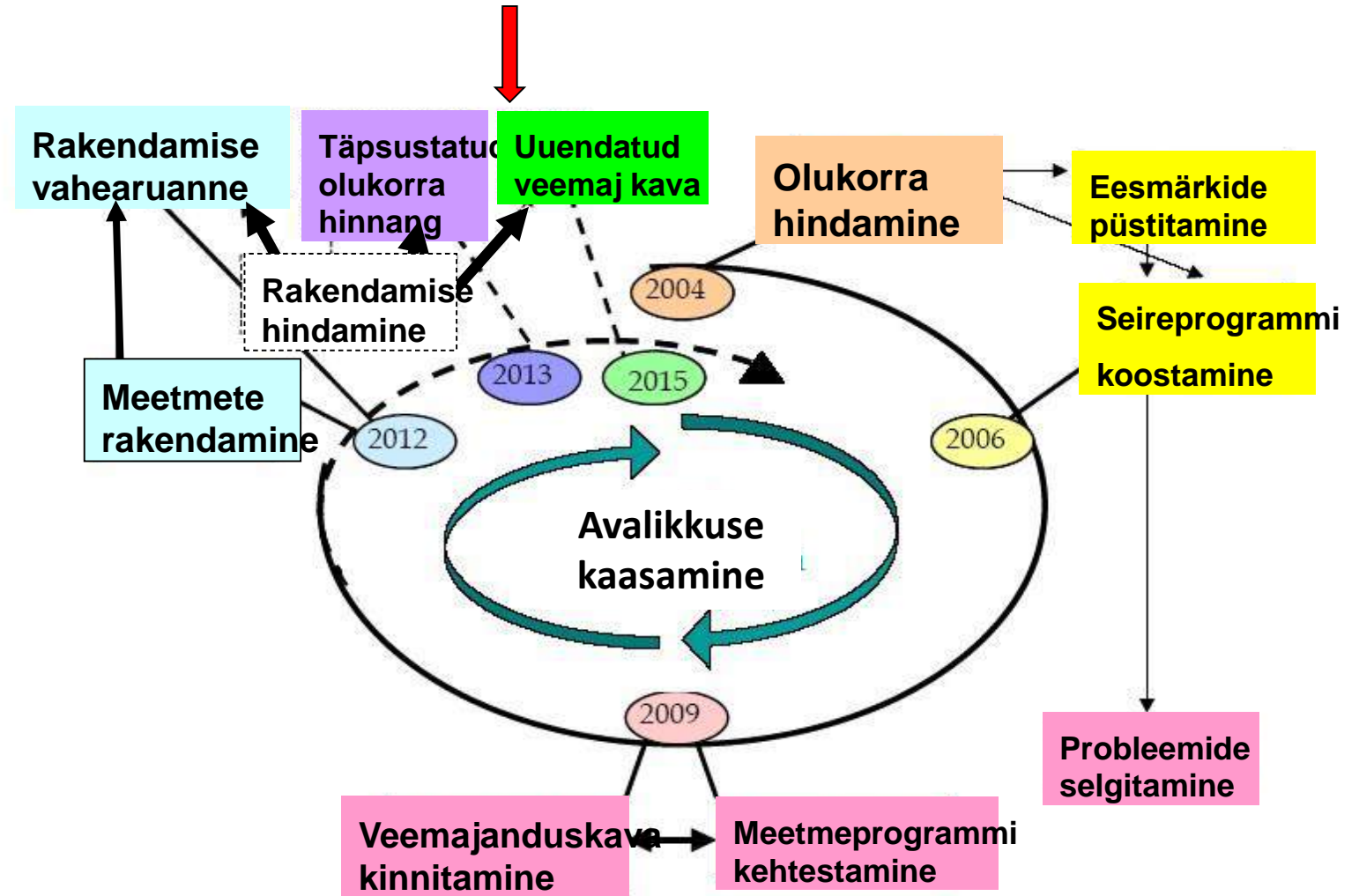
Veemajanduskava koostatakse iga vesikonna kohta kuueks aastaks ning seejärel ajakohastatakse. Kehtivad perioodi 2009-2015 veemajanduskavad.

Veemajanduskavade rakendamine

Veemajanduskavades toodud keskkonnaeesmärkide saavutamiseks koostatakse meetmeprogramm, kus esitatakse vee kasutamise ja kaitse meetmed.

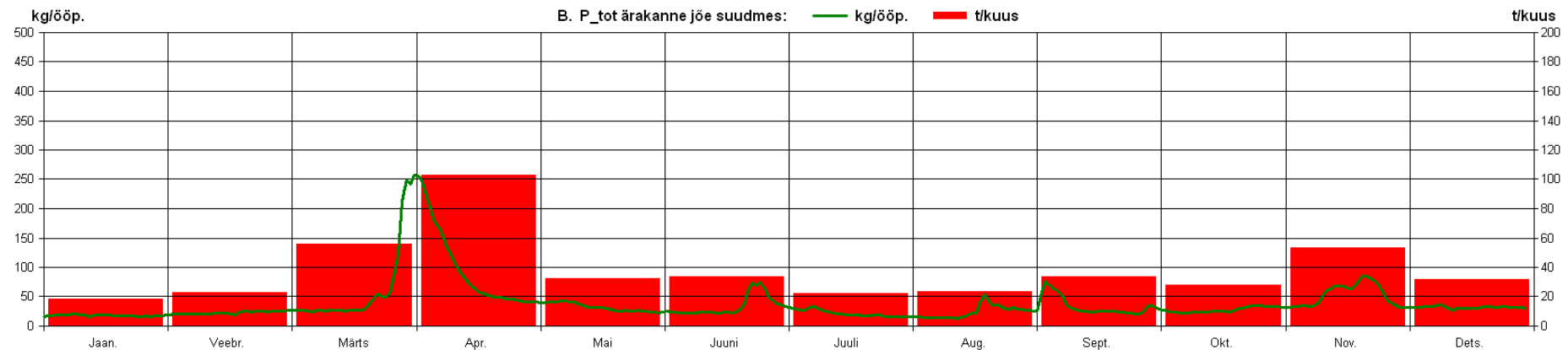
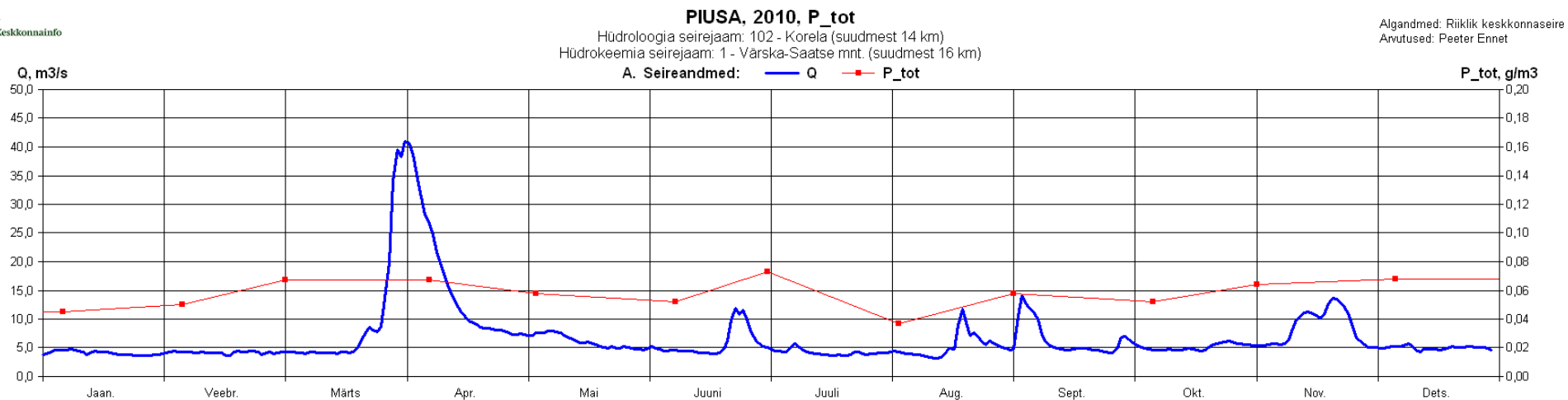
Avalikkuse kaasamine

Veemajanduskava koostamine ja ajakohastamine on avatud kõigile asjast huvitatud isikutele.



MIDA TEEME - ANDMETE TÖÖTLEMINE JA ANALÜÜS

- Võetakse kasutusse mudelid keskkonnaseisundi hindamiseks ja prognoosimiseks
- Luuakse rakendusi andmete töötlemiseks
- Täiendatakse olemasolevaid andmekogusid
- Luuakse side erinevate andmebaaside vahel veeandmestiku kooskasutamiseks



MODELLEERIMISE TAGAMAAD

POOLT JA VASTU - seireandmed, eksperthinnangud, modelleerimine

TEGELIKKUS - SÜSTEEM - MUDEL

MUDELI KOHT HINNANGUTE TEGEMISEL

ISELOOMULIK AEG JA RUUM - ÜKS PÕHIKÜSIMUSTEST MODELLEERIMISEL

MUDELITE SISU

Tugevused

- parim olukorra hetkeseisu peegeldus mõõdetavas kohas
- võimaldab saada andmeid vajalikus mahus ja vajalikus kohas

Võimalused

- keskkonnaseisundi hinnangud
- ajaliste muutuste jälgimine

Nõrkused

- väljendab vaid mõõdetava punkti hetkeseisu
- suuremahulised mõõtmised on kulukad

Ohud

- Tuleviku ennustamine (andmete ekstrapoleerimine) võib olla ekslik

ANDMED

Andmekogude ühiskasutamisel tuleb jälgida, et

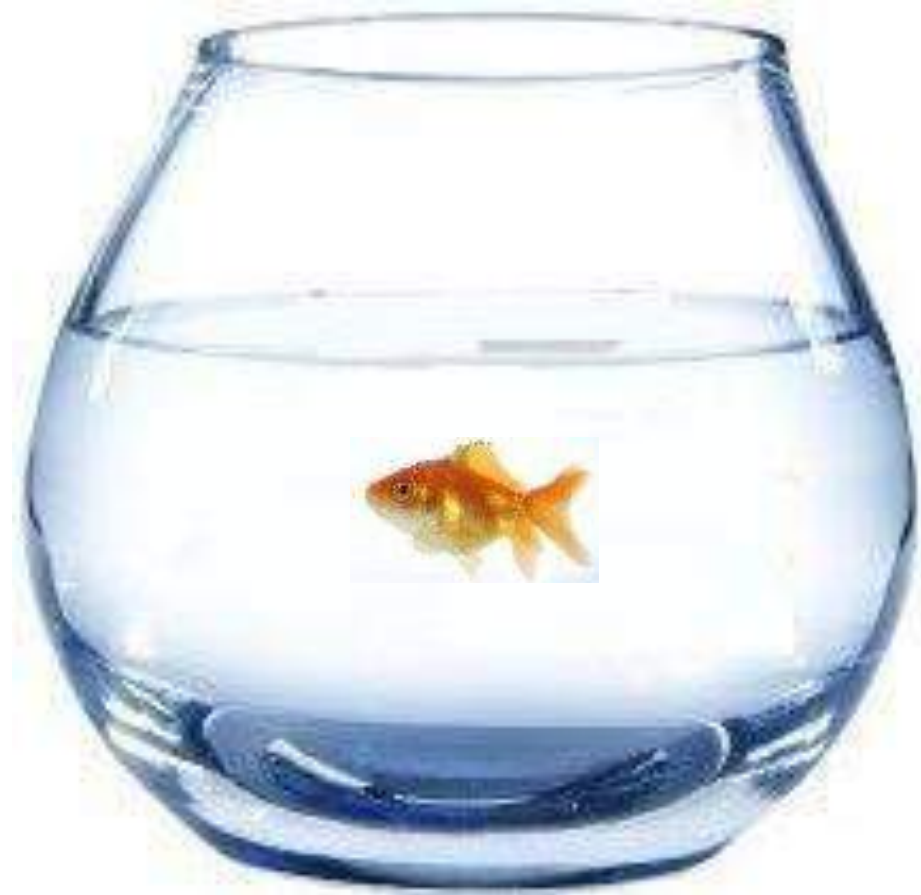
1. usaldusväärsus oleks sama (nt. erinevad määramismeetodid)
2. mõõtühikud oleksid samad
 - kui võrrandi mõlemal poolel on samad ühikud, siis ei veel tagatud, et võrrand on õige,
 - kui võrrandi liikmed on erinevates ühikutes, siis on kindel, et võrrand on vale!

Eestis on standardina kehtestatud SI-süsteem EVS 733:1997

(*Système International d'Unités*).



ANDMED - KUS JA MILLAL?



Seireandmed –
proovivõtu hetke
peegeldus seiratavas
punktis

EKSPERTHINNANGUD - POOLT JA VASTU

Tugevused

- kohalikke olusid teadev asjatundja oskab hinnata võimalikke ohtusid
- arvestatakse kogemusi sarnastest olukordadest

Nõrkused

- tulemus sõltub oluliselt konkreetsest eksperdist
- erinevate ekspertide hinnangud võivad olla vastukäivad

Võimalused

- keskkonnaseisundi hinnangud
- oletused meetmete mõjudest

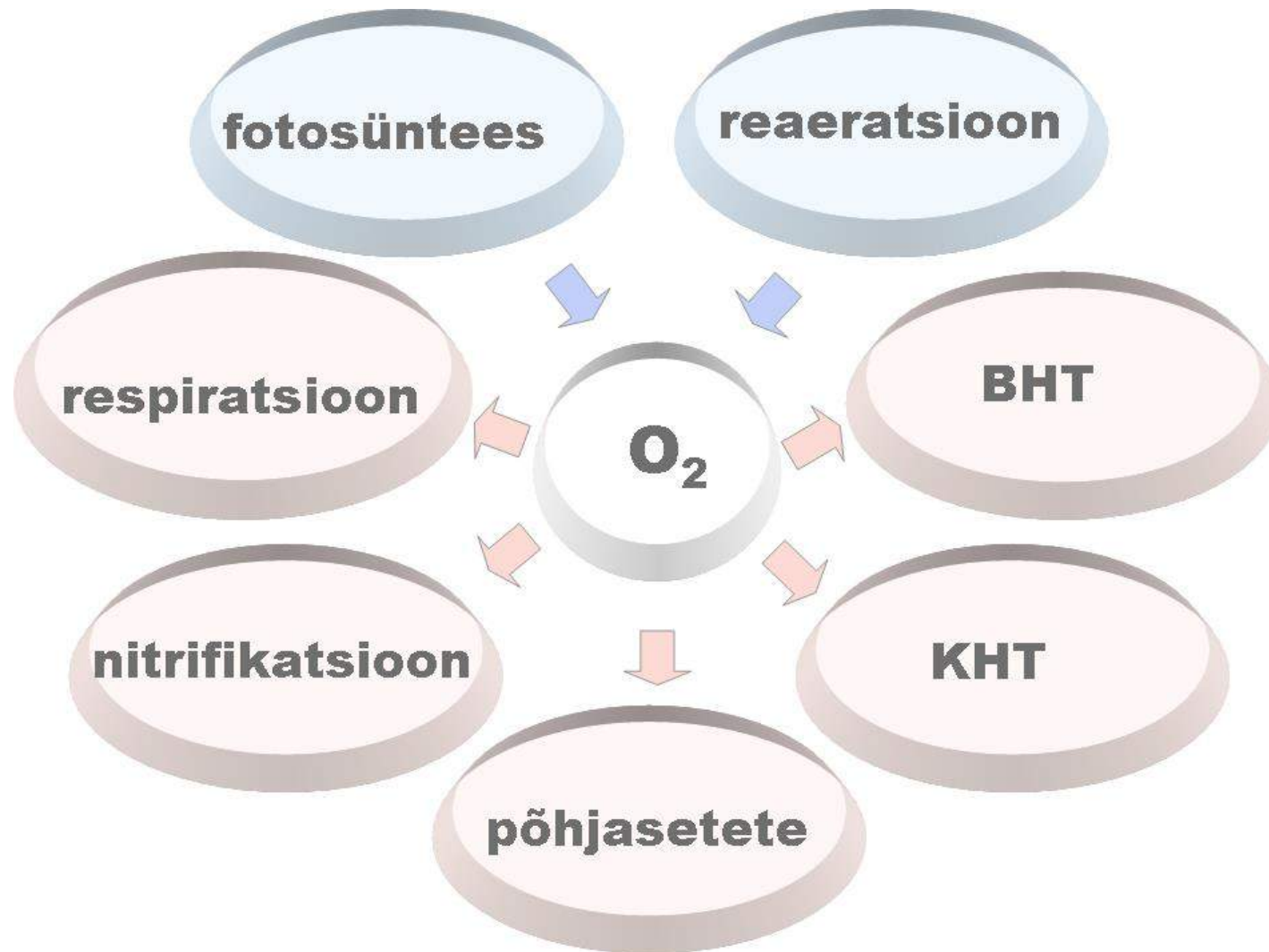
Ohud

- eksperthinnang võib olla ekslik

errare humanum est



EKSPERTHINNANGUD - KÕIGEKA KORRAGA ARVESTAMINE



Veeökosüsteemi seisund on väga paljude üheaegsete ja sageli vastassuunaliste protsesside koondtulemus

MUDELID - POOLT JA VASTU

Tugevused

- ajaline ja ruumiline mõõde
- erinevate samaaegsete protsesside arvestamine

Nõrkused

- eeldab kasutaja väljaõpet
- reeglina suur andmevajadus

Võimalused

- keskkonnaseisundi hinnangud
- oletused meetmete mõjudest
- võimaldab hinnata olematut

Ohud

- mudel kajastab tegelikkust lihtsustatult
- ekslike lähteandmete korral on ka tulemus ekslik

MUDEL - KUS ON MUDELI KOHT?

**TEGELIK
MAAILM**



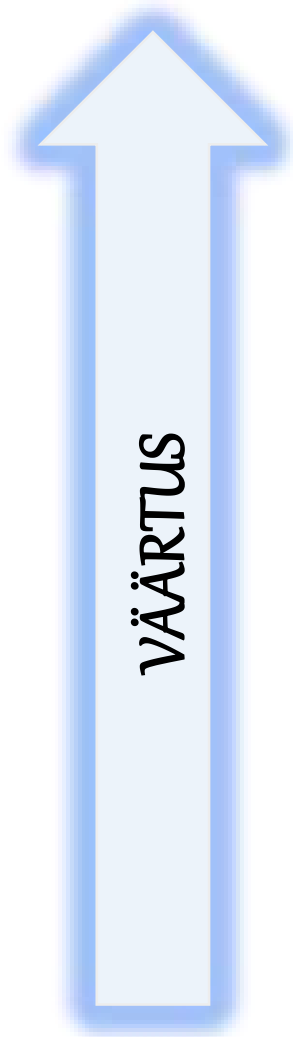
NÄILIK MAAILM

Mõõtmisandmed
Mudelandmed
Hüpoteesid
Teooriad
Ekspertarvamused
**KESKKONNA-
REGISTER**

**OTSUSTUSTE
MAAILM**

Reeglid
Seadusandlus
Kohtulahendid
Lepingud
**EÜ VEEPOLIITIKA
DIREKTIIV**

MUDEL - KUS ON MUDELI KOHT?



MEETMETE RAKENDAMINE

VEEMAJADUSKAVAD

ANALÜÜS

MUDELDAMINE

AGREGEEERIMINE

ANDMETE JAGAMINE

SALVESTAMINE ANDMEKOGUDES

ANDMETE KVALITEEDI KONTROLL

SEIRE

MUDEL - MIS ON HEA MUDEL?

KEERUKAD MUDELID - dünaamilised 2D ja 3D mere-, järve- ja valglamudelid .

Võimaldavad üksikasjalikult ja täpselt arvutada lühi- ja pikaajalisi muutusi keskkonnas
Vajavad hulgaliselt täpseid sisendandmeid, soovitav on objektile lisauuringute tegemine
Nõuavad kasutajalt väga head asjatundmist modelleerimise valdkonnas

LIHTSAD MUDELID - statsionaarsed 1D ja 2D jõe-, järve- ja valglamudelid

Võimaldavad hinnata pikaajalisi muutusi keskkonnas
Lähteandmeteks piisab riiklikes andmekogudes
Kasutamine ei tohiks tekitada peavalu

MIS ON MODELLEERIMISEST KASU?

Mudelite ja arvutusmeetodite kasutamine võimaldab raskeid ja töömahukaid tegevusi abistaja õlgadele laduda



MUDEL - VÖRRANDITE KOOSTAMINE

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

e	Euleri arv, naturaalogaritmi alus $e = 2.718281828\dots$
i	imaginaarühik $i^2 = -1$
π	ringjoone ümbermõõdu ja diameetri suhe $\pi = 3.14159265\dots$
<p><i>“Gentlemen, that is surely true, it is absolutely paradoxical; we cannot understand it, and we don’t know what it means. But we have proved it, and therefore it must be the truth.”</i></p> <p>Benjamin Pierce, mathematician http://www.youtube.com/watch?v=zApx1UlkpNs</p>	



Leonhard Euler

1707-1783

Euleri samasus seob põhitehete abil (liitmine, korrutamine, astendamine) ühe valemiga matemaatilised põhisuurused **$0, 1, e, i, \pi$**

MUDEL - VÖRRANDITE KOOSTAMINE

Aine (C) horisontaalsetest (u, v) ja vertikaalsest (w) kiirusest, turbulentsest difusioonist (D) ning protsessidest (P) põhjustatud ajalisi (t) ning ruumilisi (x, y, z) muutusi võib kirjeldada turbulentse adveksiooni-difusiooni võrrandi abil.

Süsteemi kirjeldamisel on aluseks jäävuse seadused

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} - D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) - P = 0$$

Advektiivsed muutused

Horisontaalsest ja vertikaalsest difusioonist tingitud muutused

MUDEL - MIS ON STATSIONAARNE, MIS ON DÜNAAMILINE ?

Statsinaarne mudel kirjeldab süsteemi, kus süsteemi oleku (seisundi) parameetrid ei muutu, dünaamiline mudel aga süsteemi, kus oleku parameetrid muutuvad.

Vaatleme tünnis olevat vett, kui süsteemi, mille oleku parameetriks on veetase (H)

Sisse- ja väljavool on võrdsed

$H = \text{const.}$

$$\frac{dH}{dt} = 0$$



statsionaarne



dünaamiline

Sisse- ja väljavool on erinevad

$H \neq \text{const}$

$$\frac{dH}{dt} \neq 0$$

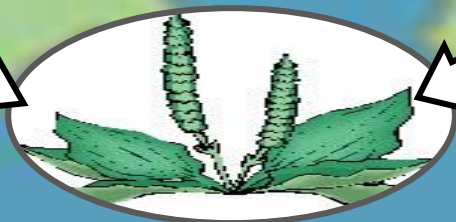
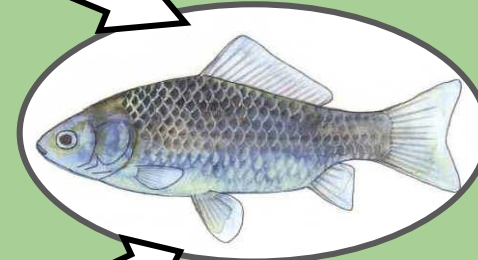
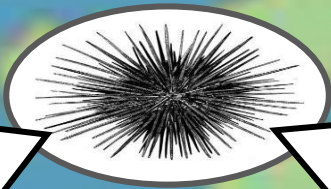
SÜSTEEM

VÄLIS-MÕJUD



C,N,P

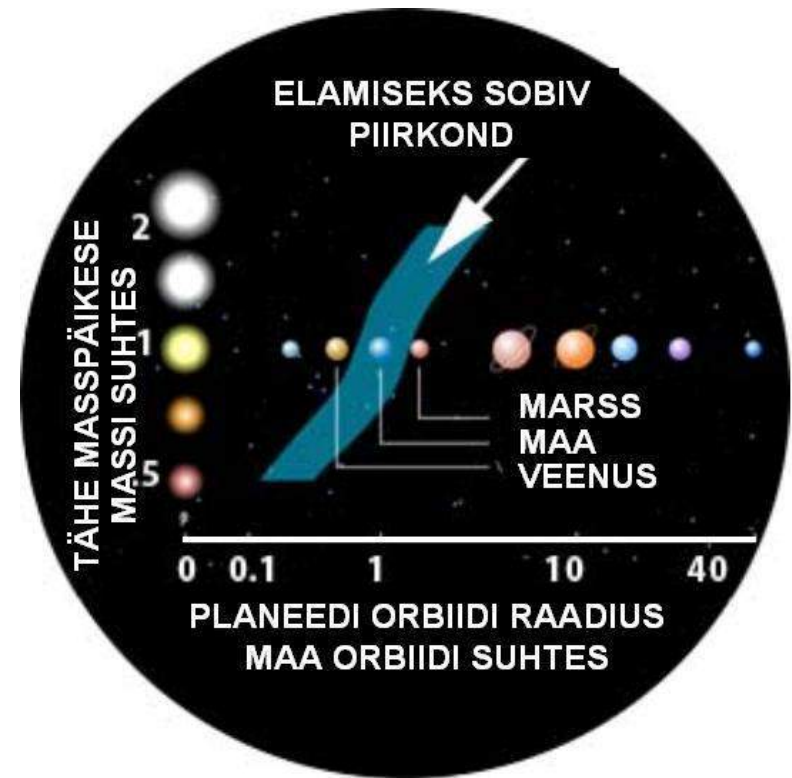
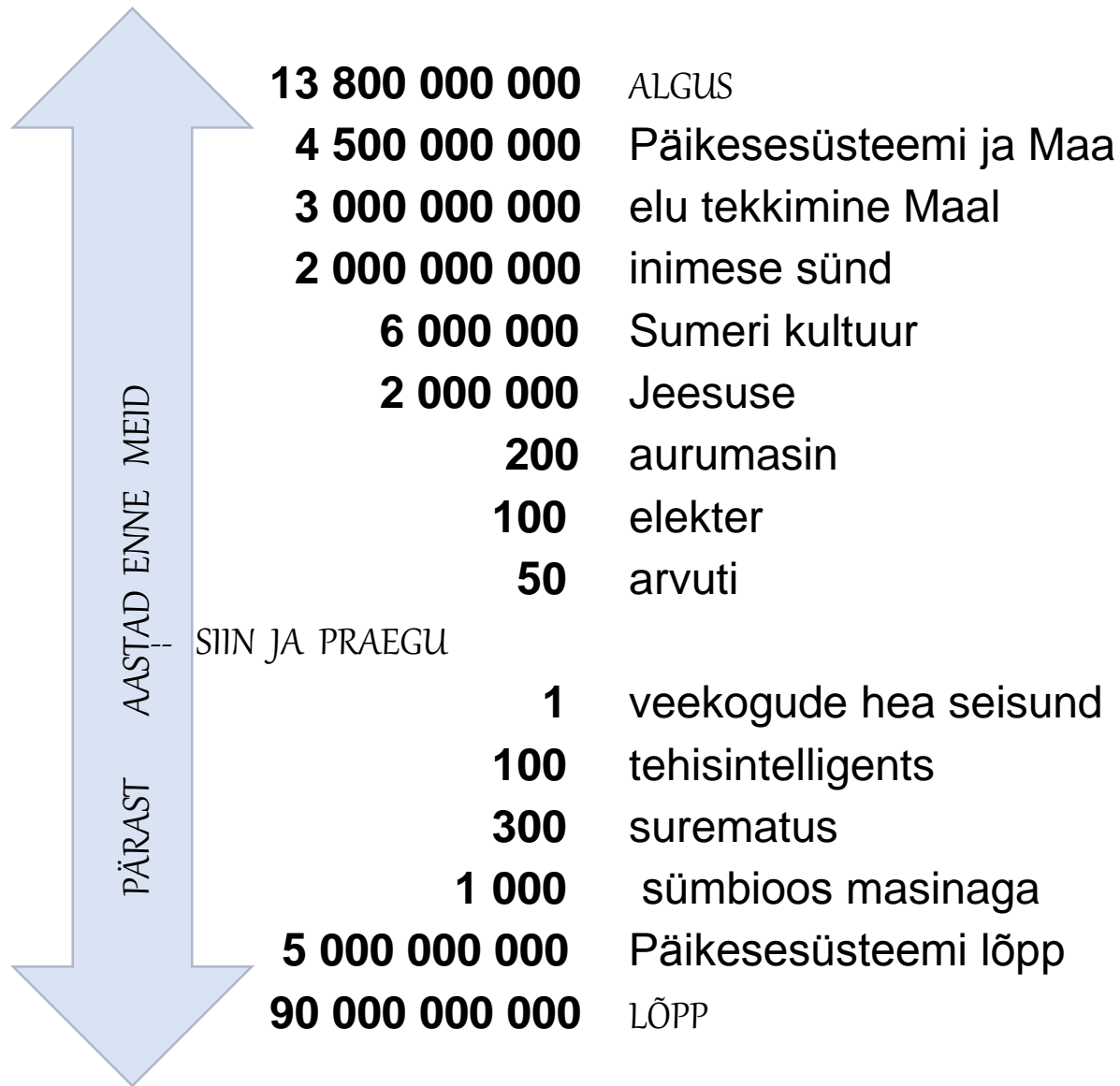
SÜSTEEMISESED PROTSESSID



VAHETUS-PROTSESSID

- määritletud piiridega
- koosneb elementidest (elementide omadused – andmed)
- süsteemis toimuvad sündmused (protsessid)
- mõjutatud välistõjurite poolt
- piiridel vahetusprotsessid

AEG JA RUUM - KUS ON MEIE KOHT?



PLANCKI
ÜHIKUD

$$t_0 = 10^{-43} \text{ s}$$

$$\rho_0 = 10^{96} \text{ kg/m}^3$$

$$l_0 = 10^{-35} \text{ m}$$

$$T_0 = 10^{32} \text{ K}$$

AEG JA RUUM - ISELOOMULIKUD MÕÕTMED (ANDMED)

RIIKLIK SEIRE

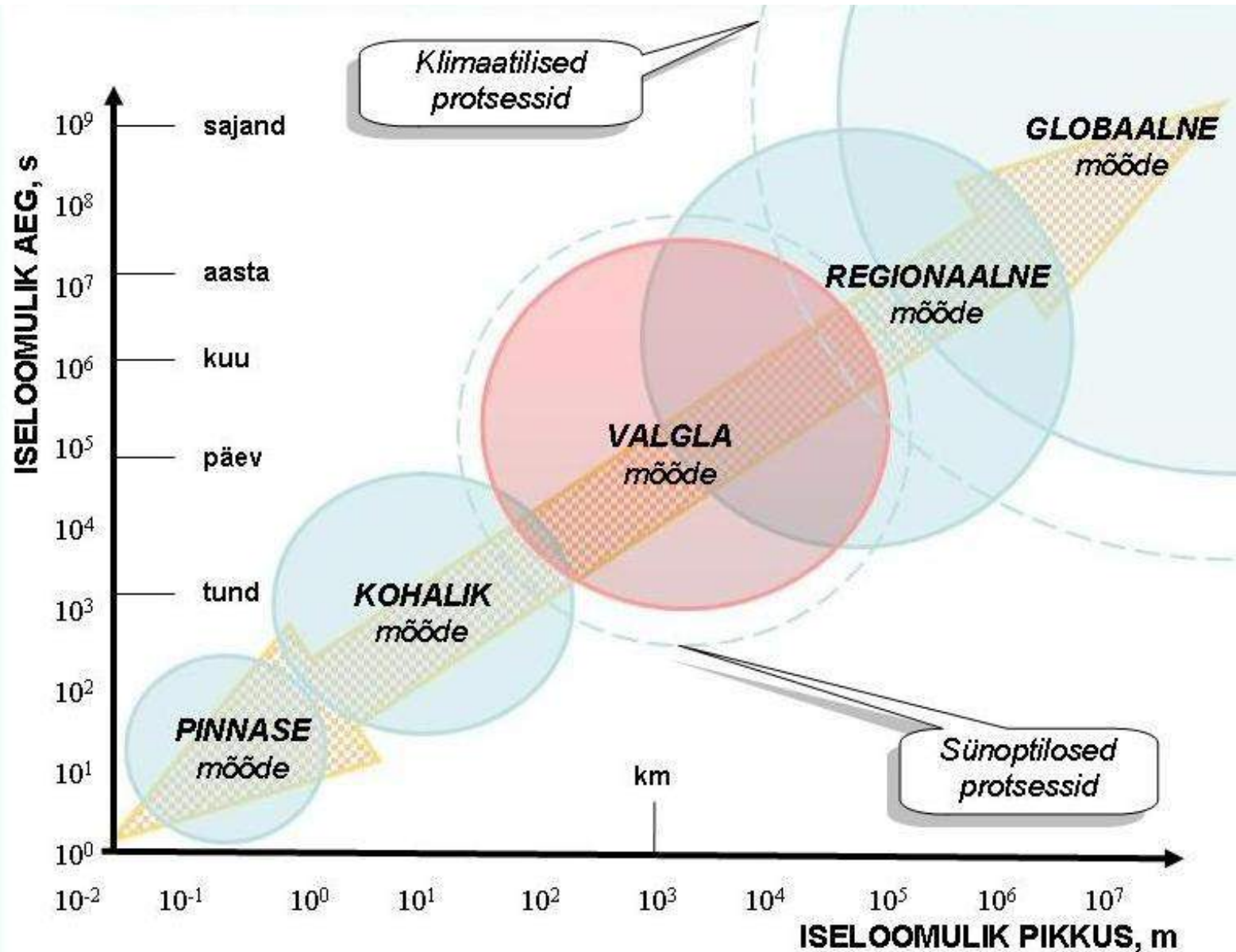
MAAKASUTUS

PÖLLUMAJANDUS

PUNKTALLIKAD

HÜDROKEEMIA

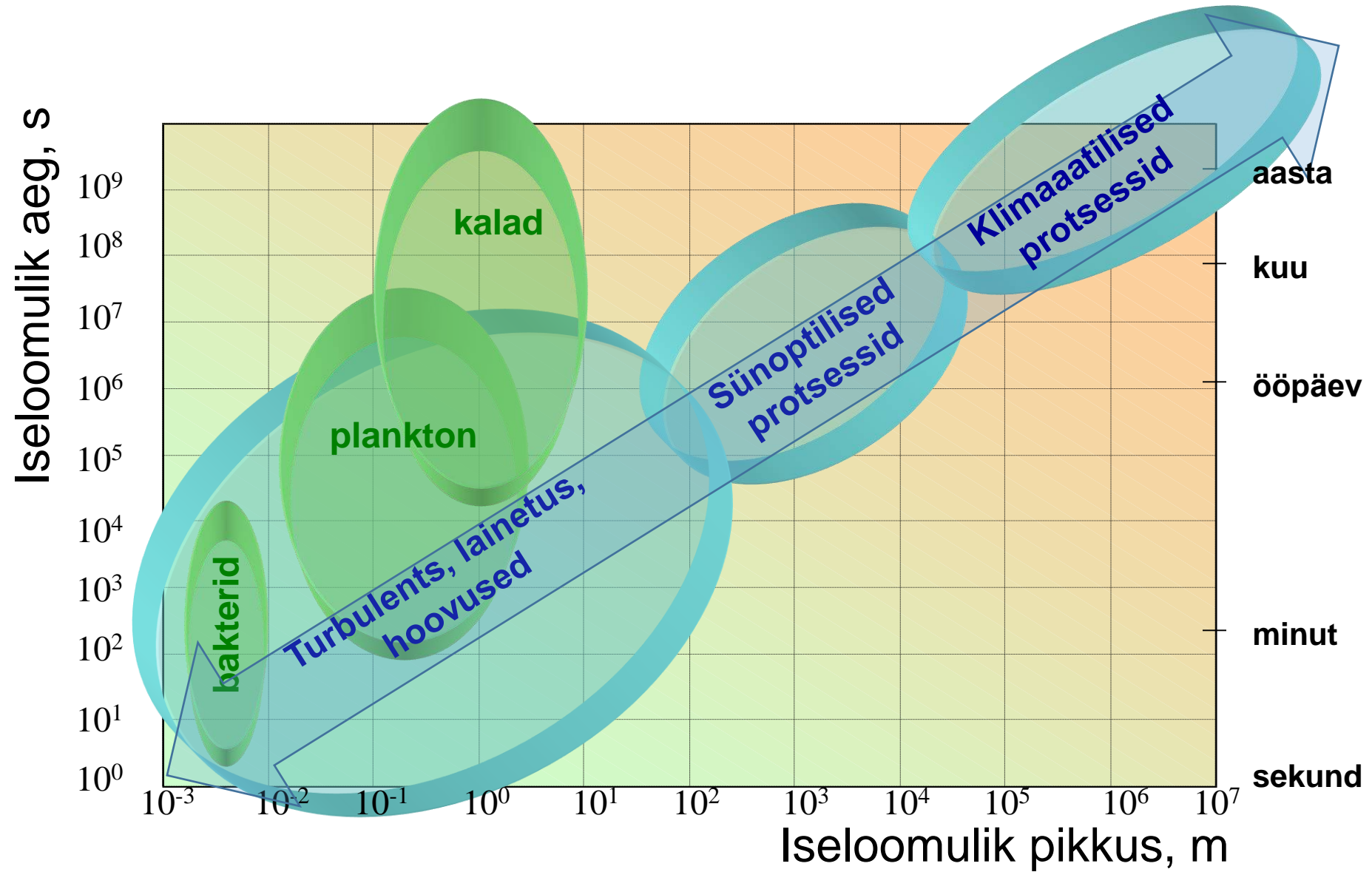
HÜDROLOOGIA



Tegevused

- Eesmärkide aja- ja ruumiskaala selgitamine
- Kättesaadavate andmete aja- ja ruumiskaala selgitamine
- Eesmärkidele ja andmetele vastavate arvutusmeetodite (mudelite) valimine

AEG JA RUUM - ISELOOMULIKUD MÕÕTMED (PROTSESSID)



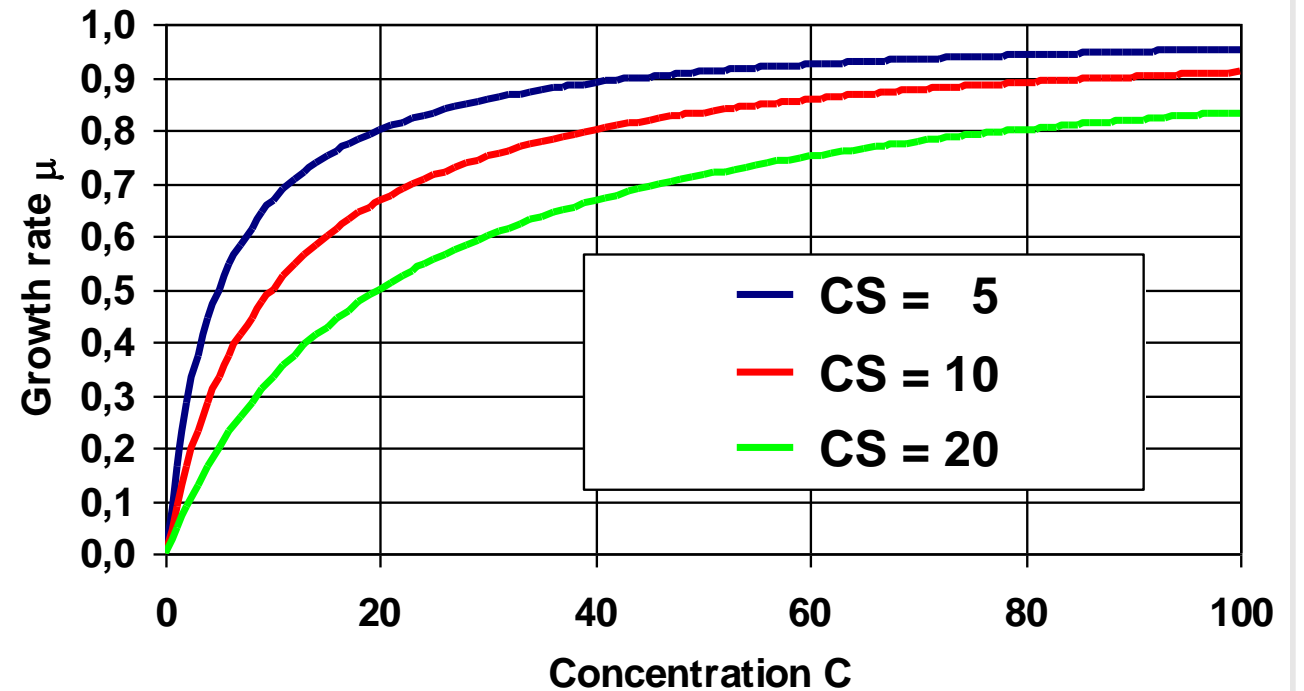


Leonor Michaelis
(1875-1949)



Maud Menten
(1879-1960)

Michaelis-Menteni valem

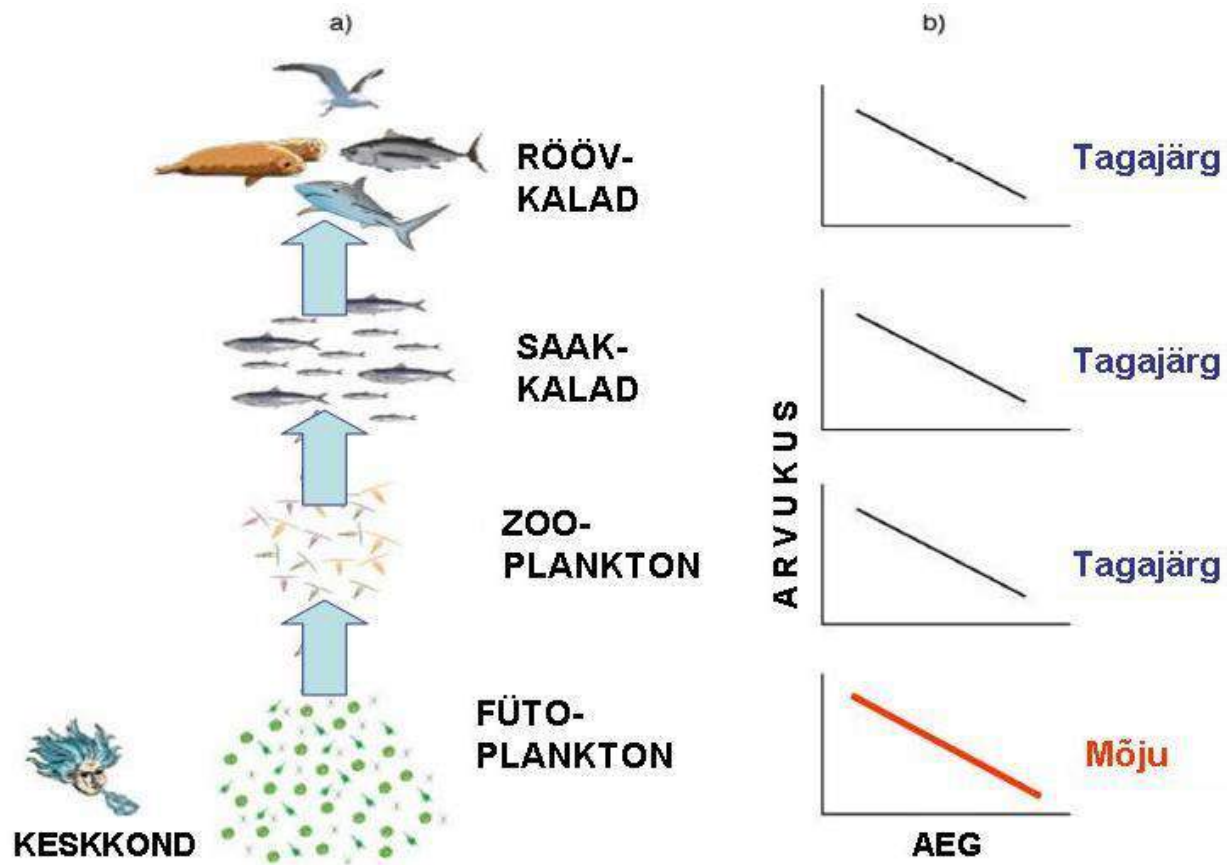


$$\mu = \mu_{\max} \frac{PO_4}{P_S + PO_4}$$

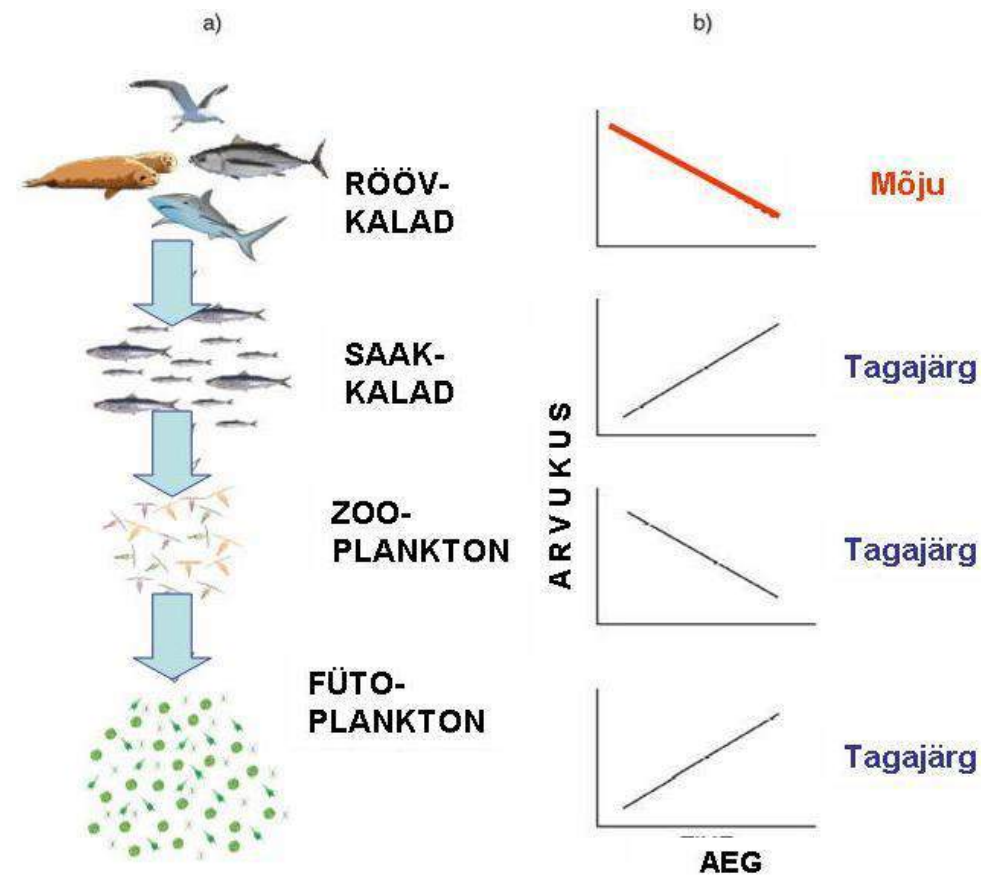
$$\mu = \mu_{\max} \frac{NO_3 + NH_4}{N_S + NO_3 + NH_4}$$

MEETMED - ÖKOSÜSTEEMI REGULEERIMINE

RESSURSI VÄHENDAMINE

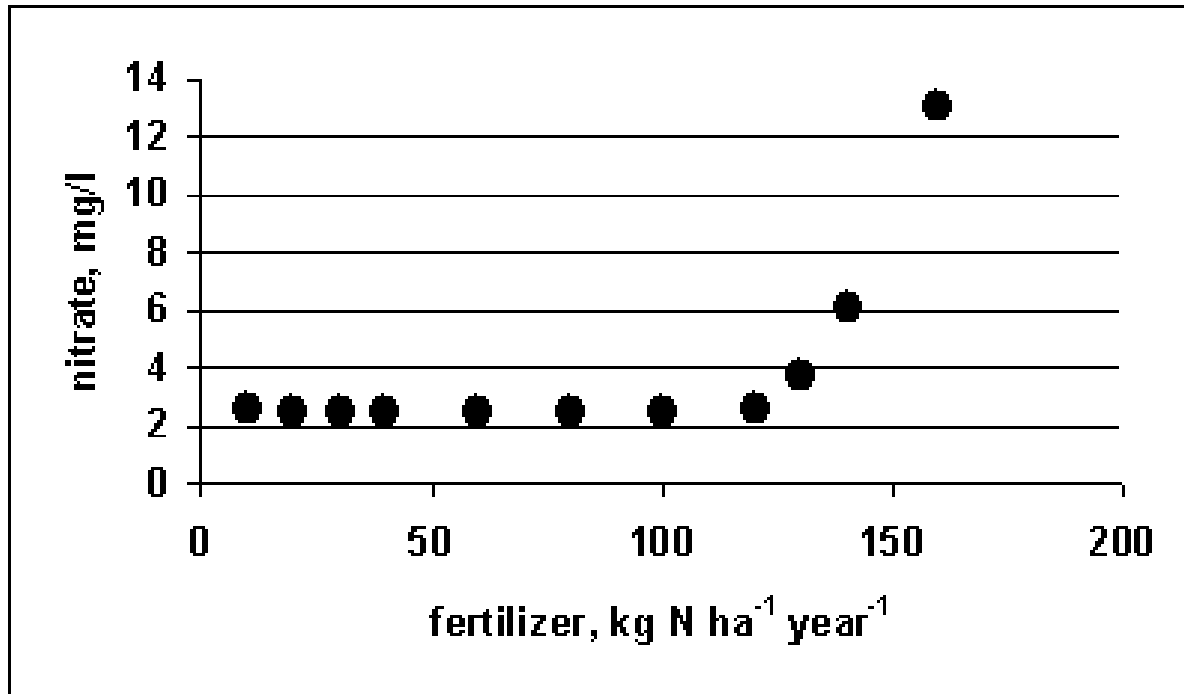


TARBIJATE VÄHENDAMINE



RAKENDUSED
STATSIONAARSED MUDELID
DÜNAAMILISED MUDELID

RAKENDUSED - ARVUTUSKOEFITSENTIDE LEIDMINE

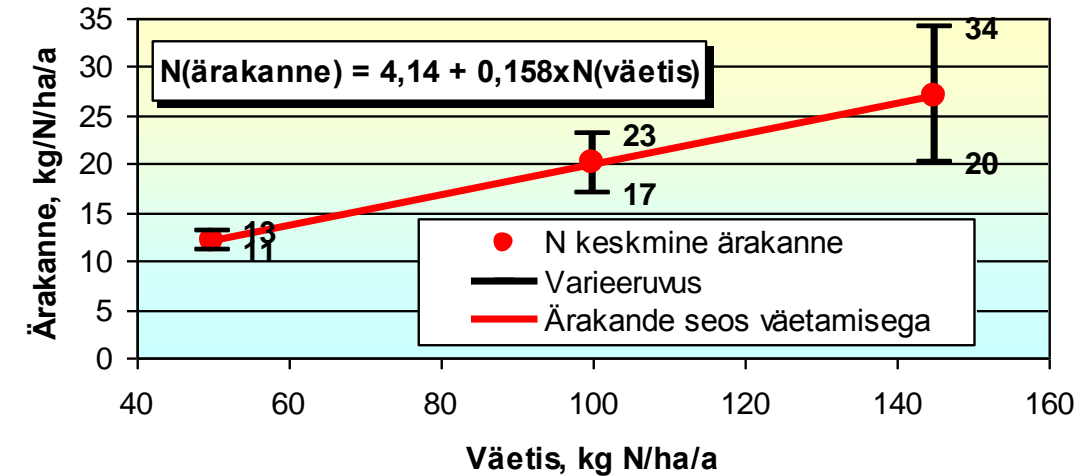


Mudelitega MACRO ja SOILN arvutatud NO₃-N sisaldused sõltuvalt valglal kasutatud väetisekogustest

N ärakanne seos väetise kasutamisega

E.Loigu, A.Iital

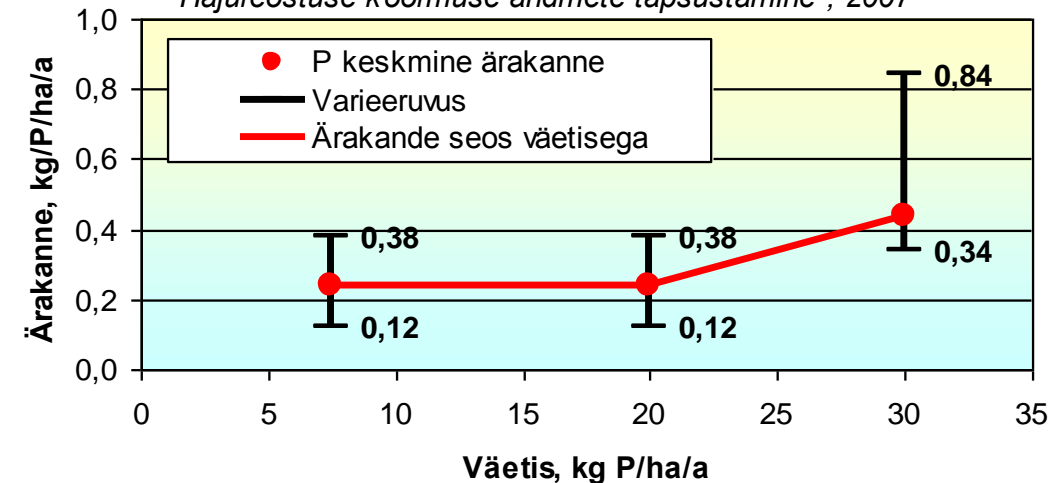
"Hajureostuse koormuse andmete täpsustamine", 2007



P ärakanne seos väetise kasutamisega

E.Loigu, A.Iital

"Hajureostuse koormuse andmete täpsustamine", 2007



RAKENDUSED - LÄBISEGUNENUD RISTLÕIGE (*DIFUSIOON*)

Adolph Fick
(1829-1901)



DIFUSIOON on soojusliikumisest tingitud isevooluline ionide, molekulide või dispergeeritud osakeste kontsentratsioonide ühtlustumine süsteemis.

Osakesed liiguvad kontsentreeritumast faasist lahjemasse. Difusioon sõltub temperatuurist ja seda kiirem on protsess, mida kõrgem on temperatuur.

Statsionaarset difusiooni kirjeldab **Fick'i I seadus**, mis ütleb, et massivoog J läbi ühikulise pindalaga pinna ajaühikus mingis suunas x on võrdeline kontsentratsiooni gradiendiga $\delta C / \delta x$ selles suunas.

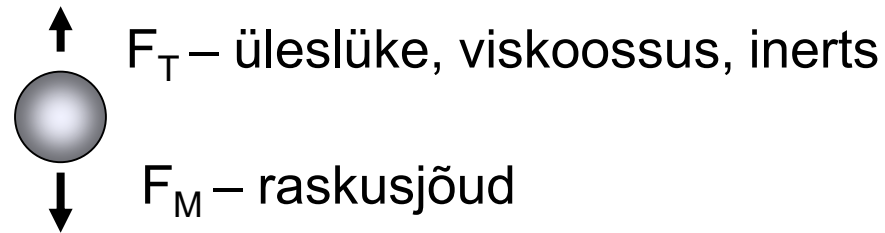
Võrdetegurit D nimetatakse difusioonikoefitsiendiks. Miinusmärk võrrandis näitab, et difusiooniprotsess kulgeb kontsentratsiooni kahanemise suunas.

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

RAKENDUSED - LÄBISEGUNENUD RISTLÕIGE (SETTIMINE)

Vees hõljuvale aineosakesele mõjuvad gravitatsioonist põhjustatud raskusjõud, Arhimedese üleslükkejõud ning viskoossusest ning inertsist põhjustatud liikumisele vastassuunalised jõud.

$$F_T = \frac{Cs\rho_F V^2}{2}$$
$$F_M = gv\Delta\rho$$



ρ_p , ρ_F – aineosakese ning vedeliku tihedused, kus $\Delta\rho = \rho_p - \rho_F$
 d , v , s – aineosakese läbimõõt, maht ning projektsioonipind (keral $\pi d^2/4$)
 V – osakese settimiskiirus; g – raskuskiirendus
 C – mittedimensionaalne veetakistus

Laminaarsetes tingimustes kehtib kerakujulisele osakesele Stokes'i valem:

$$V = \frac{g}{18\mu} \Delta\rho d^2$$

μ - vee dünaamiline viskoossus

STATSIONAARSED MUDELID - PORIJÕE MUDEL

TÜ-s väljatöötatud statsionaarse koormuse valglaudel.
Arvutuste aluseks ärakandekoefitsiendid
Võimaldab hinnata kaldaäärsete kaitseribade mõju

Tegijad räägivad sellest lähemalt

STATSIONAARSED MUDELID - ESTMODEL

PROTOTÜÜP - Tord Wennerblom'i ja Hans Kvarnäs'i Alvsborgi mudel (Rootsi)

VALDKOND - ligikaudsed hinnangud nii inimtegevusest kui looduslikest protsessidest põhjustatud fosfori ja lämmastiku kogukoormuse osast vesikonnas.

ARVUTUSGRUPID - (P,N koormuse lähteallikad jaotatakse gruppidesse, kus igale grupile omistatakse erinevad ärakande koefitsiendid).

METSAMAA (arvestades väetamit, raiet, kuivendamist, äravoolu);

SOO;

PÕLLUMAA (arvestades äravoolu);

LOOMAKASVATUS (arvestatakse LÜ alusel);

JÄRVED (arvestades õhust sadenevat N,P koormust, akumuleerumist järves);

REOVEEPUHASTID;

SADEMEVESI;

LÜPSIKOJAD;

SÖNNIKUHOIDLAD;

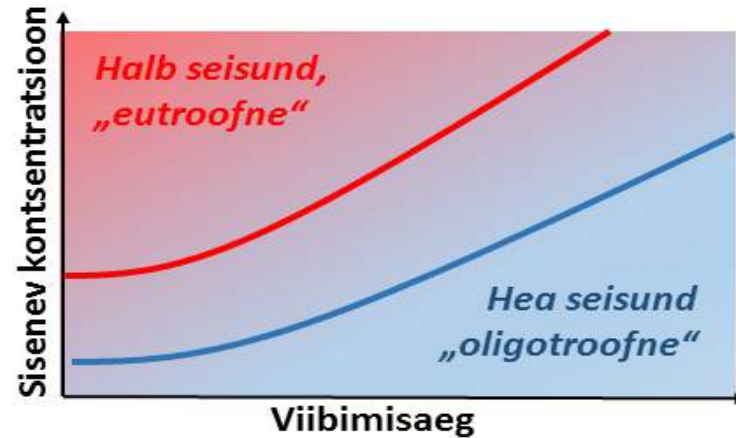
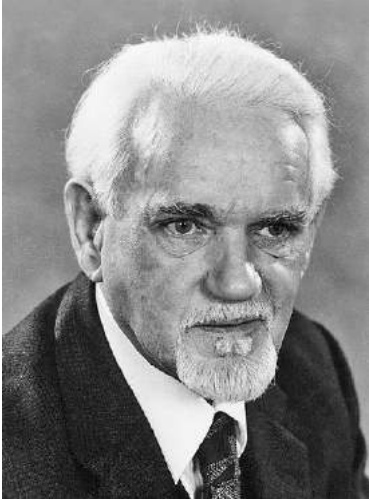
KALAKASVATUSED;

TÖÖSTUS

Tegevused

- N,P ärakande koefitsientide statistiline määramine seirejaamade lävendites
- N,P ärakande koefitsientide analüüs sõltuvalt maastikutüübist
- EKUK'i mudeli N,P andmete kasutamine Estmodeli atmosfäärikoormusena
- Estmodeli veebirakenduse programmeerimine
- Estmodeli sidumine meetmekataloogi kasutajaliidesega

STATSIONAARSED MUDELID - VOLLENWEIDERI MUDEL



kus

TP_{in} – fosfori kontsentratsioon sissevoolus,
 TP_{out} – fosfori kontsentratsioon väljavoolus,
 τ_w – veevahetuse aeg,
 σ – fosfori peetust (vähenemist) arvestav tegur

$$TP_{out} = \frac{TP_{in}}{(1 + \sigma \tau_w)}$$

Tegevused

- Erinevatest Vollenweideri mudeli variantidest sobiva valik
- Seisuveekogude tüpiseerimine lähtudes Vollenweideri mudeli koefitsientide grupeerimisest
- Igale seisuveekogu tüübile vastavate mudelkoefitsientide määramine
- Vollenweideri mudeli ja Estmodeli ühildamine veebipõhiseks rakenduseks

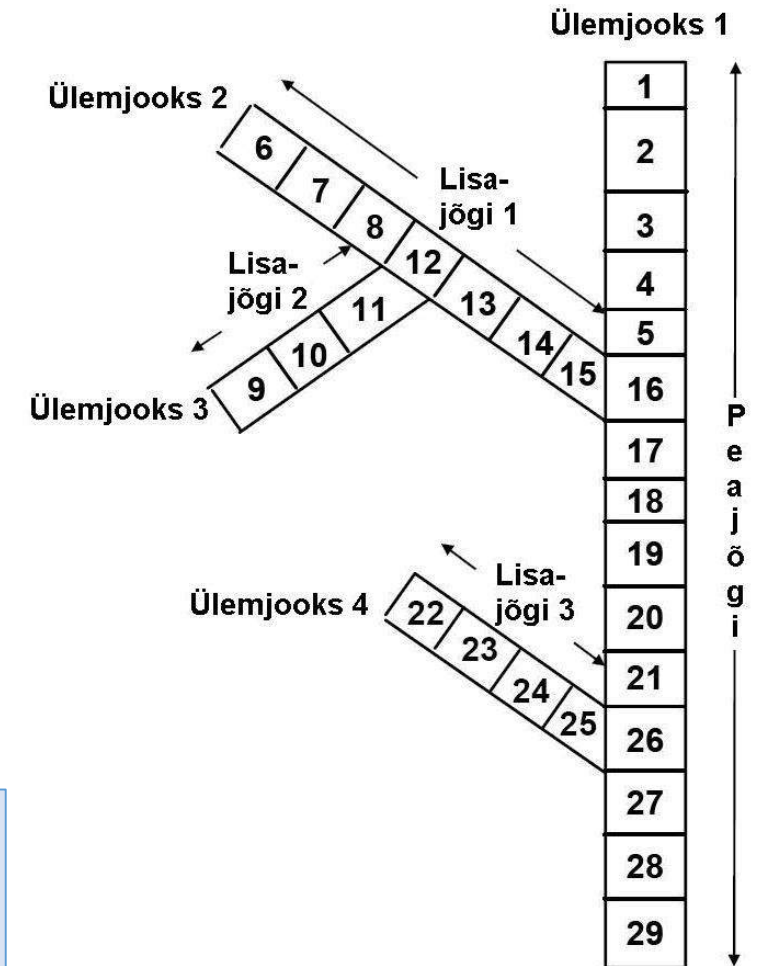
STATSIONAARSED MUDELID - QUAL₂

Jõe veekvaliteedi mudel, Steve Chapra and Greg Pelletier, 2003

Environmental engineers/Scientists, Regulatory Agencies

- Statsionaarne hüdraulika
- Ööpäevane soojusbilanss
- Ööpäevased veekvaliteedi muutused
- Punkt- ja hajukoormuse arvestmine
- Ühedimensionaalne, läbisegunenud

Temperatuur, El-juhtivus, Mineraalne hõljum, Lahustunud hapnik, pH, KHT aeglaselt lagunev, KHT kiiresti lagunev, Org. N, NH₄-N, NO₃-N, Org. P., PO₄-P, Fütoplankton



RAKENDUSTE ÜHILDAMINE

Estmodel – valgla koormus

- *Statsionaarne koormus*
- *Aastakeskmise (v. sesoonne) N, P äraanne*
- *Loodusliku ja inimtekkelise koormuse hindamine*

Qual2 - jõemudel

- *Statsionaarne hüdraulika*
- *Ühedimensionaalne, läbisegunenud*
- *Punktreostusallikad ja hajukoormus*
- *Ööpäevane soojusbilanss*
- *Ööpäevane kineetika*

Vollenweideri - järvemudel

- *Statsionaarne hüdraulika*
- *Järve N, P kontsentratsioonid*
- *Versioonid Eesti erinevatele järvetüüpidele*

Estmodel on Qual2 ja Vollenweideri mudeli sisendiks
Vollenweideri mudel ja Qual2 on teineteise sisenditeks

DÜNAAMILISED MUDELID - PÕHINÕUDED

Aine jäävuse seadused peavad olema tagatud (nii võrrandites kui arvutustes)

Tundmatute muutujate arv peab olema väiksem võrrandite arvust

Suletud süsteemis, kus puuduvad allikad ja süsteemi piiridel ei toimu vahetust, on süsteemis sisalduv üldsüsinik, üldlämmastik ja üldfosfor jäävad suurused:

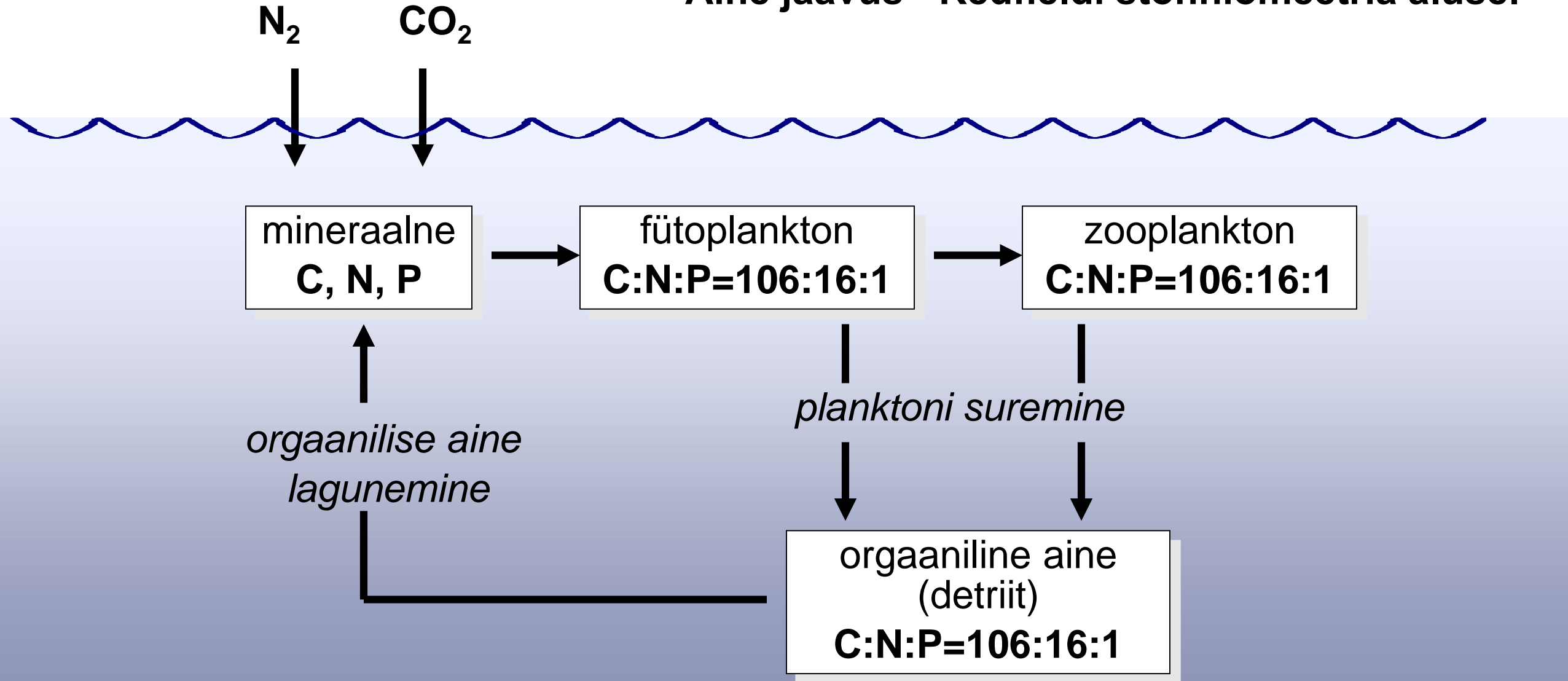
$$\frac{d}{dt} \int_{\Omega} (C_{\text{üld}}) d\Omega \equiv \frac{d}{dt} \int_{\Omega} (N_{\text{üld}}) d\Omega \equiv \frac{d}{dt} \int_{\Omega} (P_{\text{üld}}) d\Omega \equiv 0$$

$\Omega(x,y, z)$ – veeökosüsteemi kolmemõõtmeline (3D) piirkond on piiratud järgmiste radadega:

- veepind – vahetusprotsessid atmosfääriga;
- veekogu põhi – 1) inertne põhi, 2) vahetusprotsessiline settekiht;
- külgmine piir – 1) suletud piir (kallas), 2) avatud piir.

DÜNAAMILISED MUDELID - PÕHINÕUDED

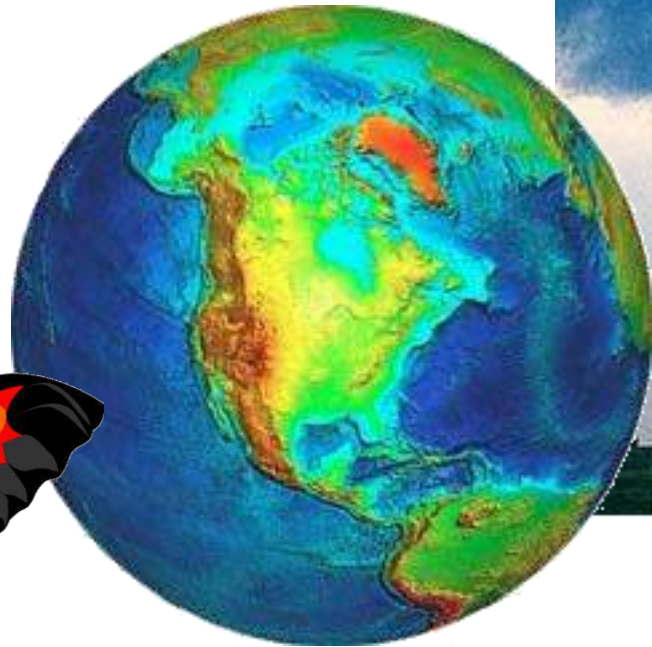
Aine jäävus - Redfieldi stõhhiomeetria alusel



DÜNAAMILISED MUDELID - ALGTINGIMUSED

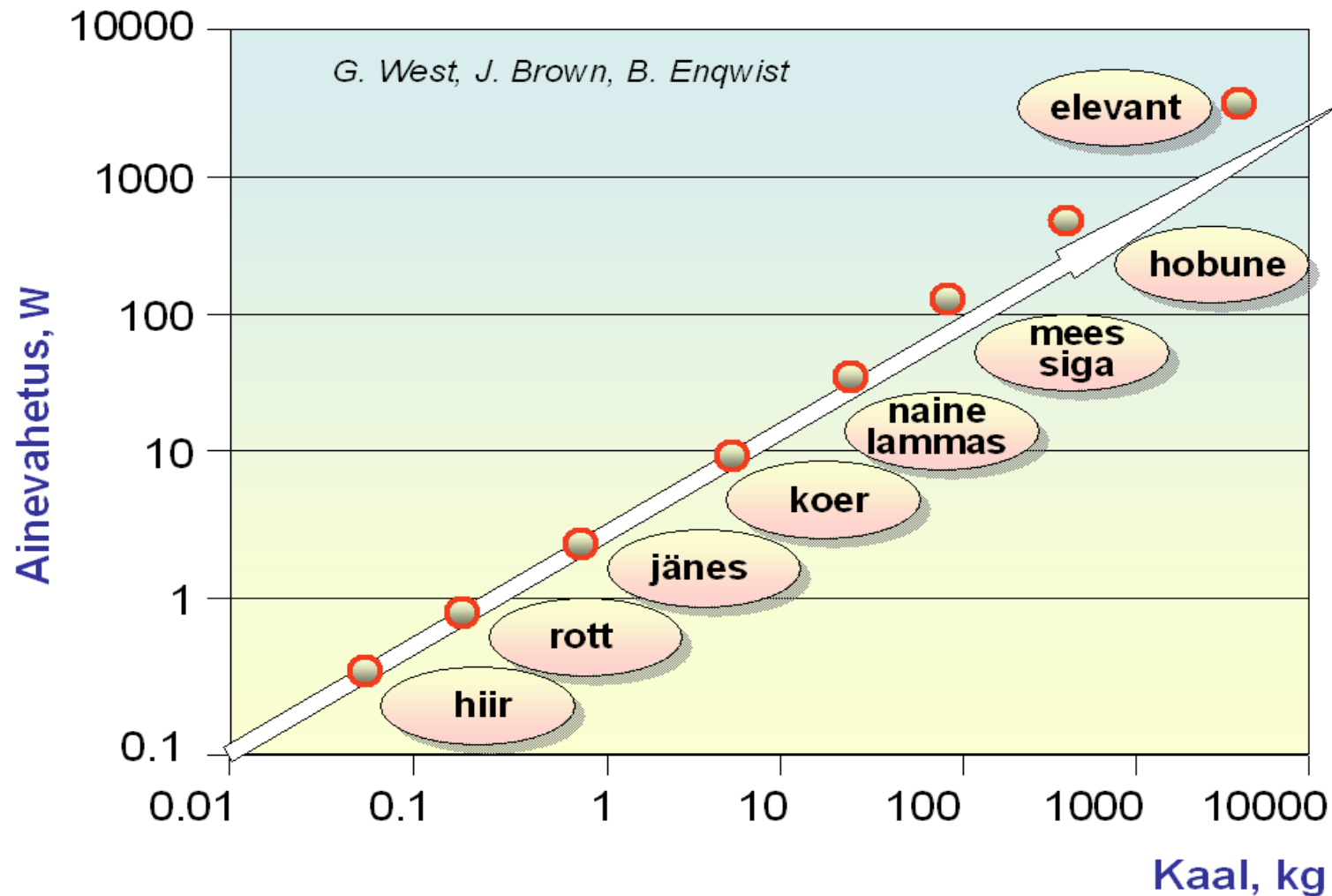
Üks liblika tiivalöök Brasiilias võib tekitada Texasese tornaado

Edward Norton Lorenz



Väikesed vead keerukate süsteemide algtingimustes (algandmetes) võivad põhjustada suuri erinevusi tulemustes

DÜNAAMILISED MUDELID - PARAMETRISEERIMINE



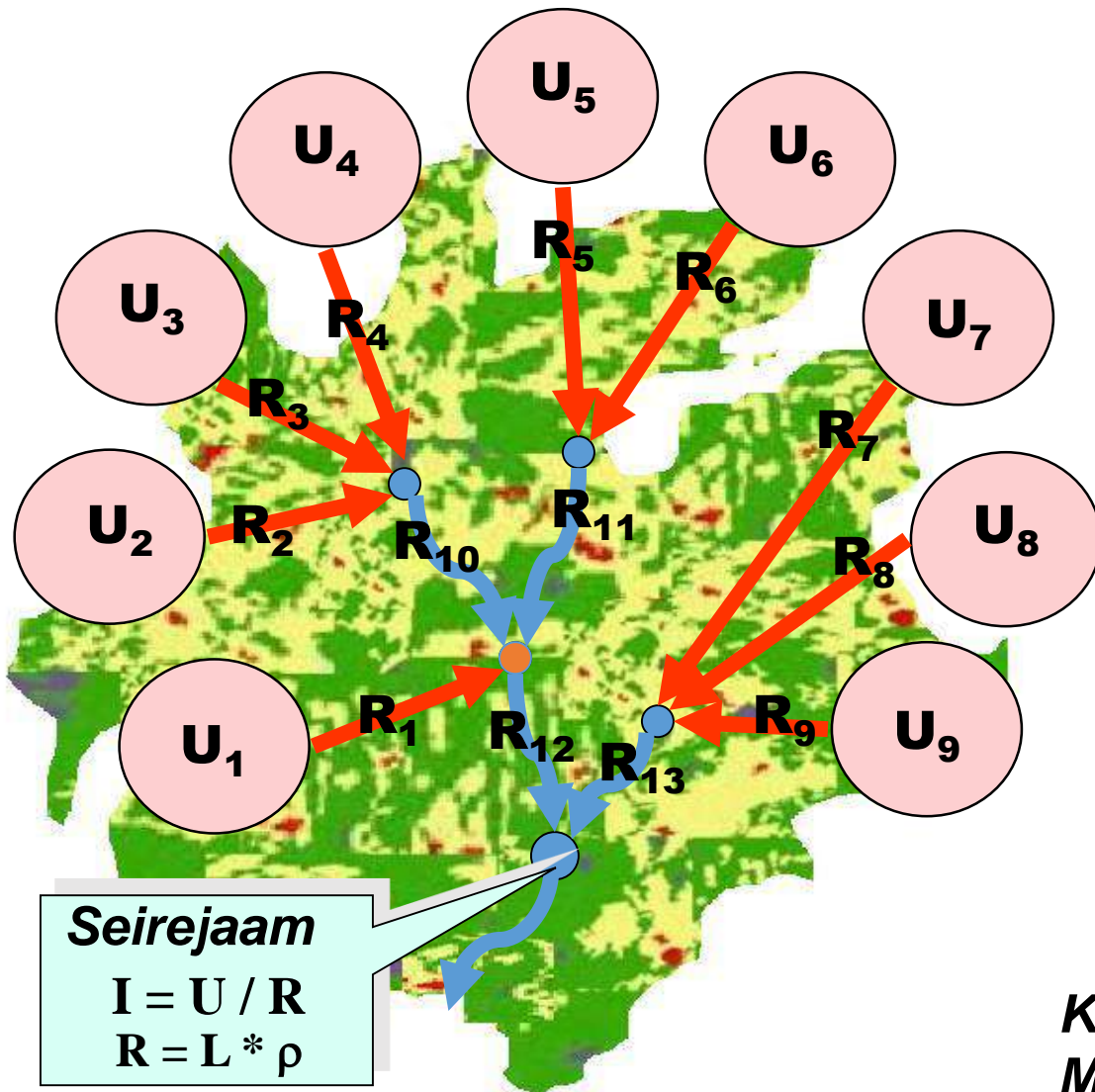
Üheks võimaluseks tundmatute muutujate vähendamiseks on funktsionaalsete seoste kasutamine.

Lõuna Aafrika teadlased Coleen L. Field ja John G. Moloney leidsid (1991), et planktoni arengut kirjeldavad biokeemilised reaktsioonide (kasv, hingamine, suremine jne.) kiirused G sõltuvad planktoni massist M mingil astmel n .

$$G \approx M^n$$

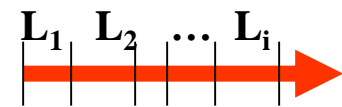
Kasutades ülaltoodud reaktsioonide kirjeldamisel massisõltuvust (suurussõltuvust) väheneb oluliselt etteantavate kiiruskoefitsientide arv.

MUDELITE TIMMIMINE



Seirejaam
 $I = U / R$
 $R = L * \rho$

Analoogiaid:
 I – koormus keskkonnale
 U – koormusallikas
 R – peetus
 ρ – keskkonnatüübist sõltuvad protsessid (“eripeetus”)
 L – liikumistee



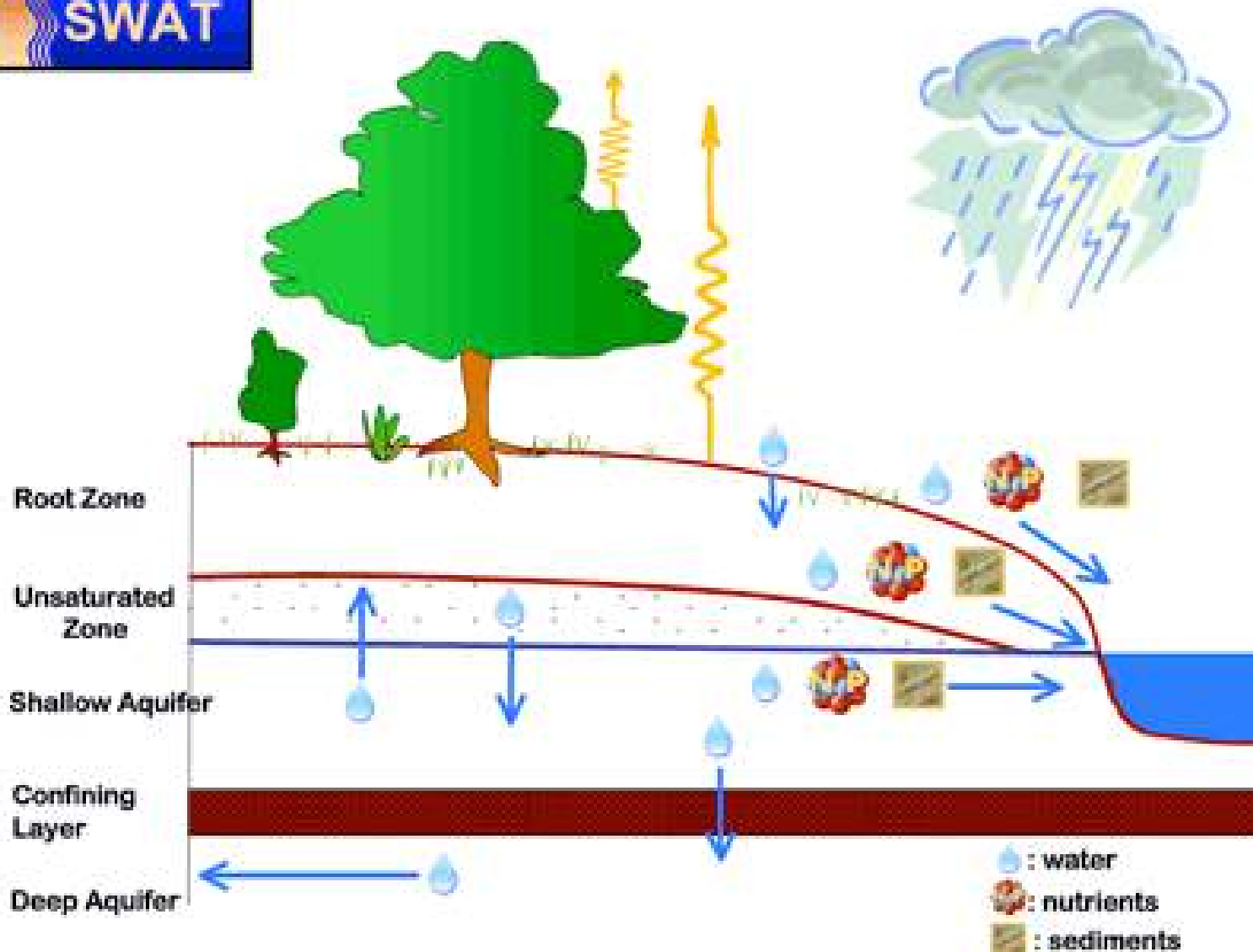
$$R = L_1 \rho_1 + \dots + L_i \rho_i$$

$U = f(t); \rho = f(t, x, y);$
 t – aeg; x, y – asukoht

PÕHIKÜSIMUSEKS ρ
KALIBREERIGEM PROTSESSE,
MITTE TULEMUSI



DÜNAAMILISED MUDELID - SWAT



SWAT koosneb hüdroloogiamoodulist ja valglalt aine ärakande moodulist.

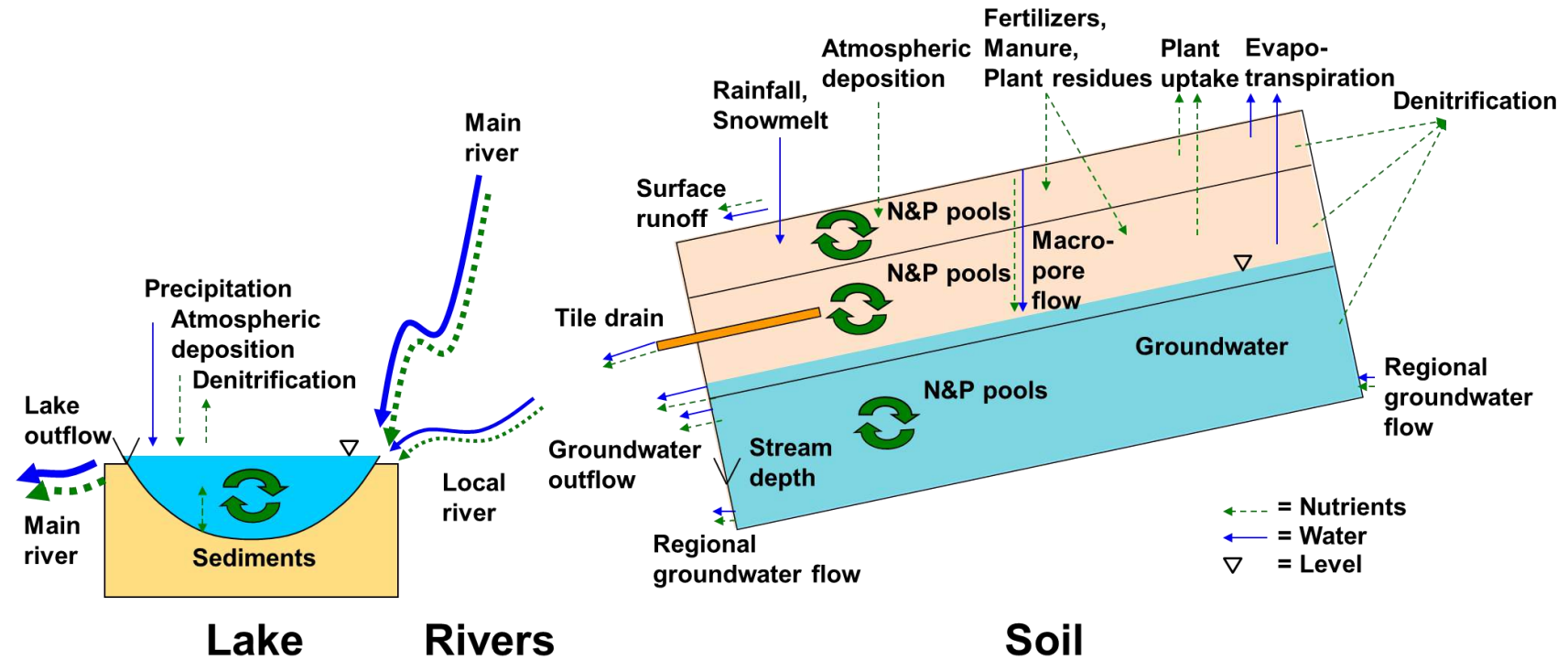
KAUR'i hüdroloogia osakonnas on SWAT mudeli kasutamise kogemus

DÜNAAMILISED MUDELID - HYPE

Projekti juhtkomitee otsusel on üheks mudeliks valitud SMHI-s loodud toitainete valglalt ärakannet kirjeldav mudel HYPE.

SMHI arendajatega on kokku lepitud, et

1. HYPE mudelile lisatakse moodul raskemetallide valglalt ärakande modelleerimiseks.
2. HYPE mudel seotakse AirViro keskkonnaga.



DÜNAAMILISED MUDELID - AIRVIRO (*HYPE KESKKOND*)

HYPE keskkonnaks kavandatud AirViro on SMHI-s arendatud veebipõhine keskkonnamudelite haldmise süsteem, mida iseloomustavad:

- Moodulpõhisus ja kergesti kohaldatavus
- Stabiilsus (kasutab Linux platvormi)
- Võimekus mudelite alglähtestamiseks andmebaasidest
- Mudeltulemuste analüüsi, visualiseerimise ja talletamise võimekus
- Aktiivne kasutamiskogemus Eestis alates 2005

Puuduseks on, et AirViro ei ole vabavara - s.t. mudelite haldamine ja arendamine AirViro keskkonnas on tulevikus rahanõudev.

DÜNAAMILISED MUDELID - TTÜ MEREMUDEL

Millega ?

Hüdrodünaamika mudel
GETM ja biogeokeemia
mudel ERGOM.

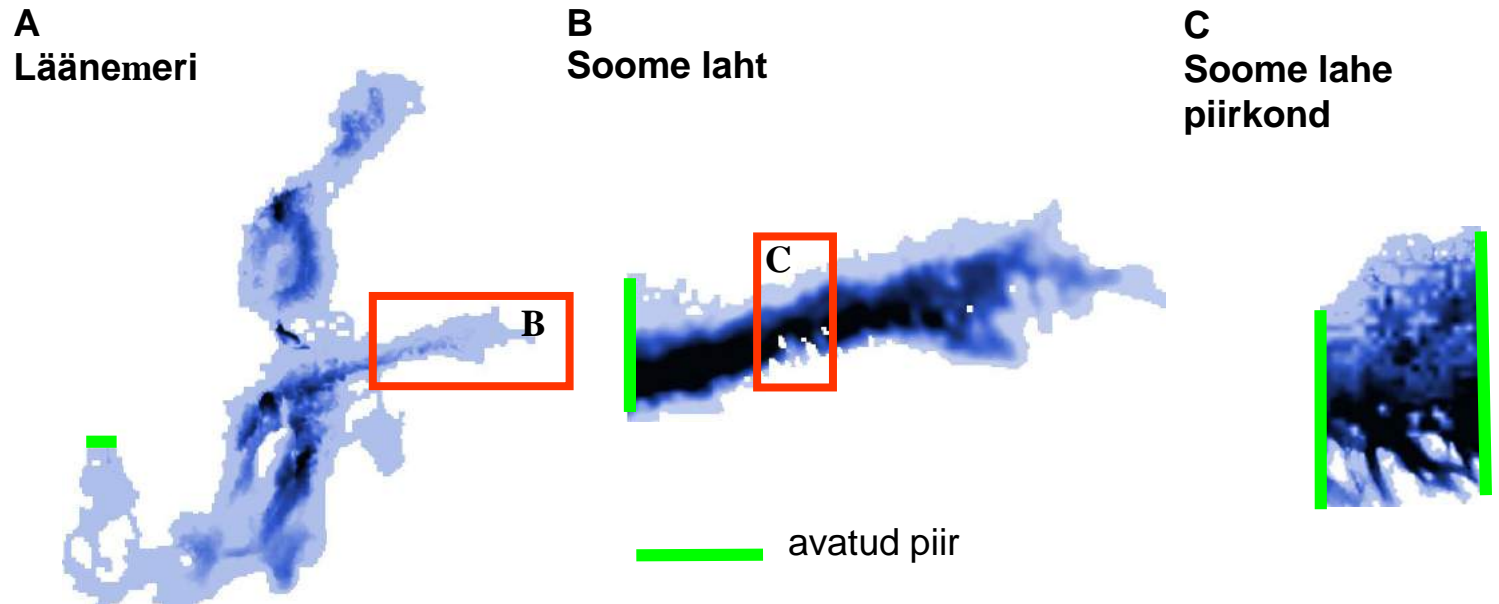
Kus ?

Eesti rannikumeri ja Võrtsjärv

Mida ?

1. füüsikaliste ja keemiliste parameetrite ruumiliste mustrite aegread;
2. koormusallikate mõju rannikumerele.

Kuidas ? *Alg- ja ääritingimuste järk-järguline lahendamine*



Süsteemi avatud piiril toimuvaid protsesse kirjeldatakse kas kiiruste või gradientide kujul, (Dirichlet või Neumanni rajatingimused)

RIIGIHANGE – OOTUSED OSALEJALE IT FIRMALE

Andmebaasidest andmete kättesaamine

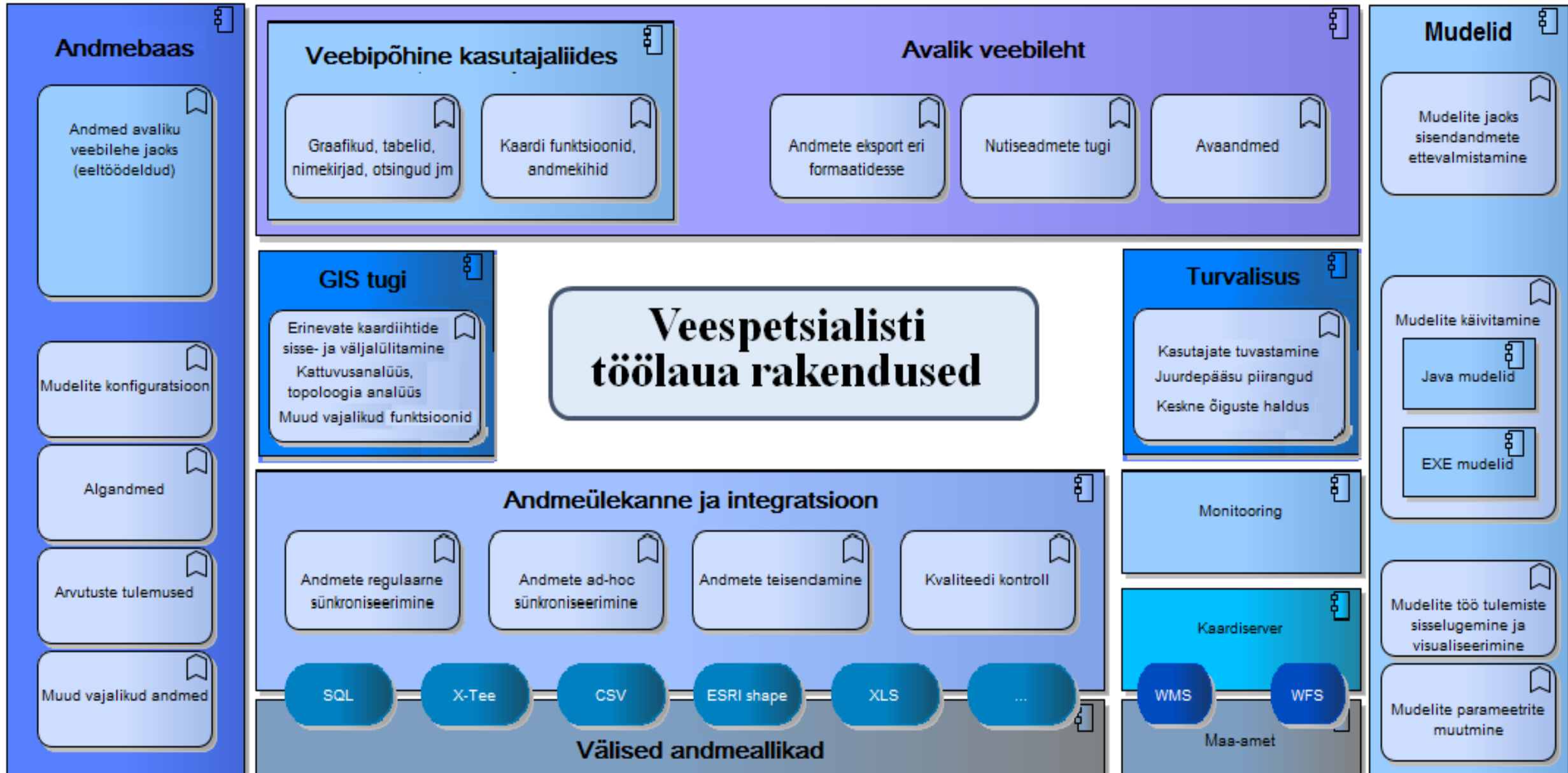
Keskkonnaministeeriumi 2010. aastal tellitud uuringust „Keskkonnaministeeriumi ja allasutuste andmekogude kaardistamine“ (Icefire OÜ, 2010) selgub, on Keskkonnaministeeriumi haldusalas ca 70 erinevat andmekogu. Neile lisanduvad erinevate teiste avaliku sektori (sh riigiasutuste), uurimis- ja teadusasutuste ning organisatsioonide arendatavad ja hallatavad keskkonnaandmete andmekogud, mille arvu on väga raske hinnata. Sellest hoolimata ei ole andmed erinevate soovidega kasutajatele hõlpsasti kättesaadavad, andmed ei ole kooskasutatavad ning kogutavate andmete täielikust potentsiaalset kasutatakse ära vaid väike osa.

Agiilne koostöö

Sooviks on koos arendajaga pidevalt koostööd teha

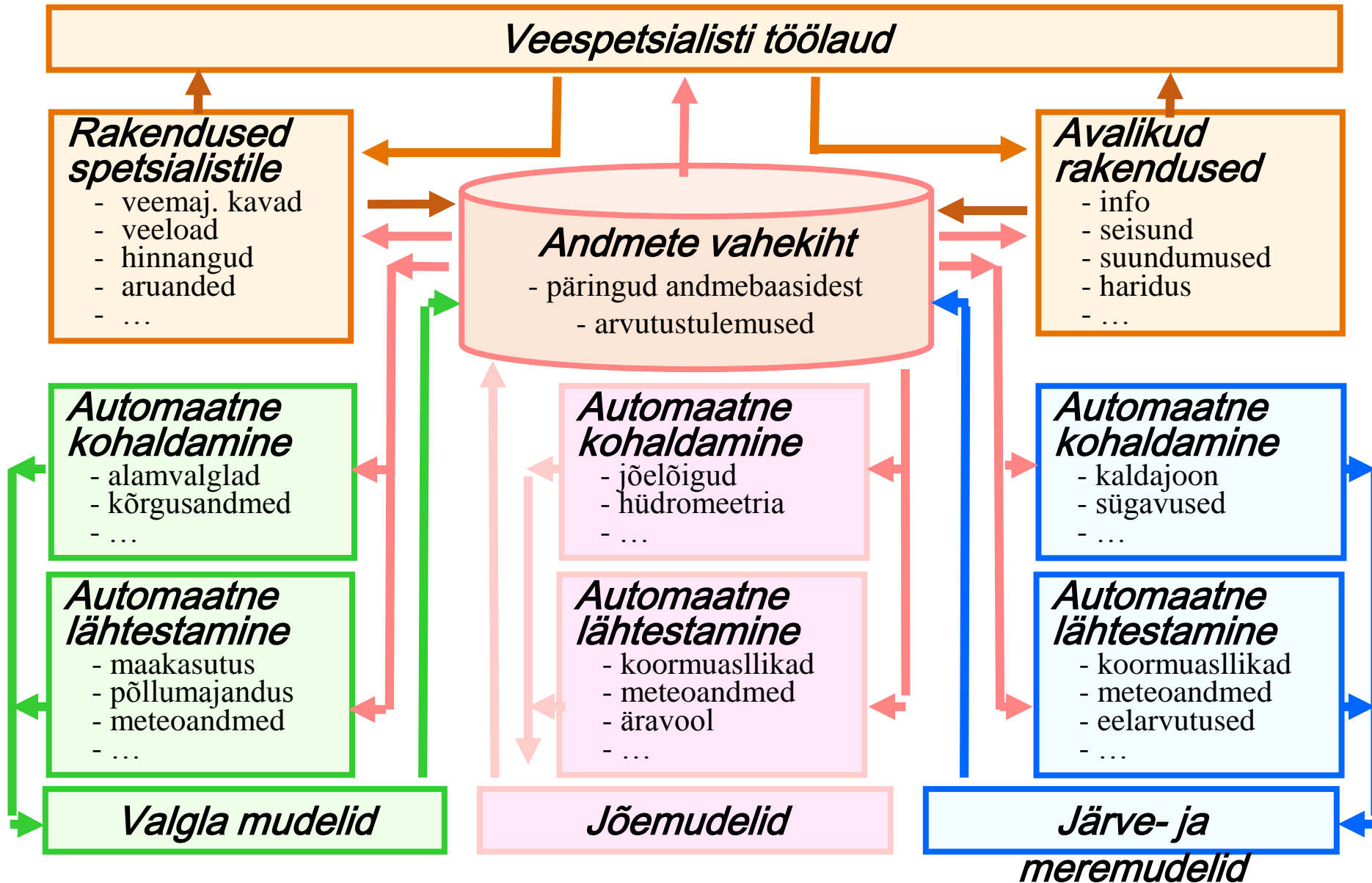
Veebi- ja kaardipõhisus

Tingimuseks on, et veespetsialisti töölauale loodavad rakendused oleksid veebi- ja kaardipõhised



Rakenduste kasutajatugi

Veebirakendus



Tegevused

- Rakenduste parameetrite ja algoritmide täpsustamine
- Rakenduste lähteandmete kättesaadavaks tegemine (andmeladu)
- Riigihanke korraldamine tervikliku kaardi- ja veebipõhise veeinfosüsteemi loomiseks
- veebirakenduste prototüüpide programmeerimine

VÕIMALIKUD KITSASKOHAD

- AEG
 - Algoritmide väljatöötamine
 - Prototüüpide loomine
 - Arvutuskoeffitsientide täpsustamine
- ANDMED
 - Andmete olemasolu
 - Andmete kättesaadavus
 - Andmebaaside täiendamise vajadus
- RIIGIHANGE
 - Rakenduste algoritmide muutmine
 - Agiilne programmeerimine
- KOOSTÖÖ
 - Ühisosa teiste arenduste ja projektidega
- RÕHUASETUS
 - Eesmärk ei ole mitte keskkonnaseisundi hindamine, vaid mudelite kasutatavuse hindamine
- JÄTKUSUUTLIKKUS
 - Projektijärgne haldamine ja arendamine

Täna!

Estonian Environmental Research Centre



Mudelite süsteemi ning töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks

Erik Teinemaa



KESKKONNAMINISTEERIUM



Üldised eesmärgid

- Projekti üldiseks eesmärgiks on moodustada erinevaid mudeleid kasutada võimaldav ja eri andmekogusid liitev süsteem, mis võimaldab modelleerida mere ja maismaa pinnaveega seotud protsesse
- Projekti tulemusena valmiva süsteemi eesmärk on aidata kaasa veekogude kaitse korraldamisele, veekogudega seotud andmete, sh seisundi, koormuse ja meetmetega seotud andmete kättesaadavuse parendamisele
- Loodav süsteem võimaldab kasutajatel operatiivselt pärida üle ühtse asutajaliidese andmeid otsuste tegemiseks ning hoida kokku olulisel määral tööaega, mis kuluks andmete otsimisele erinevatest andmebaasidest

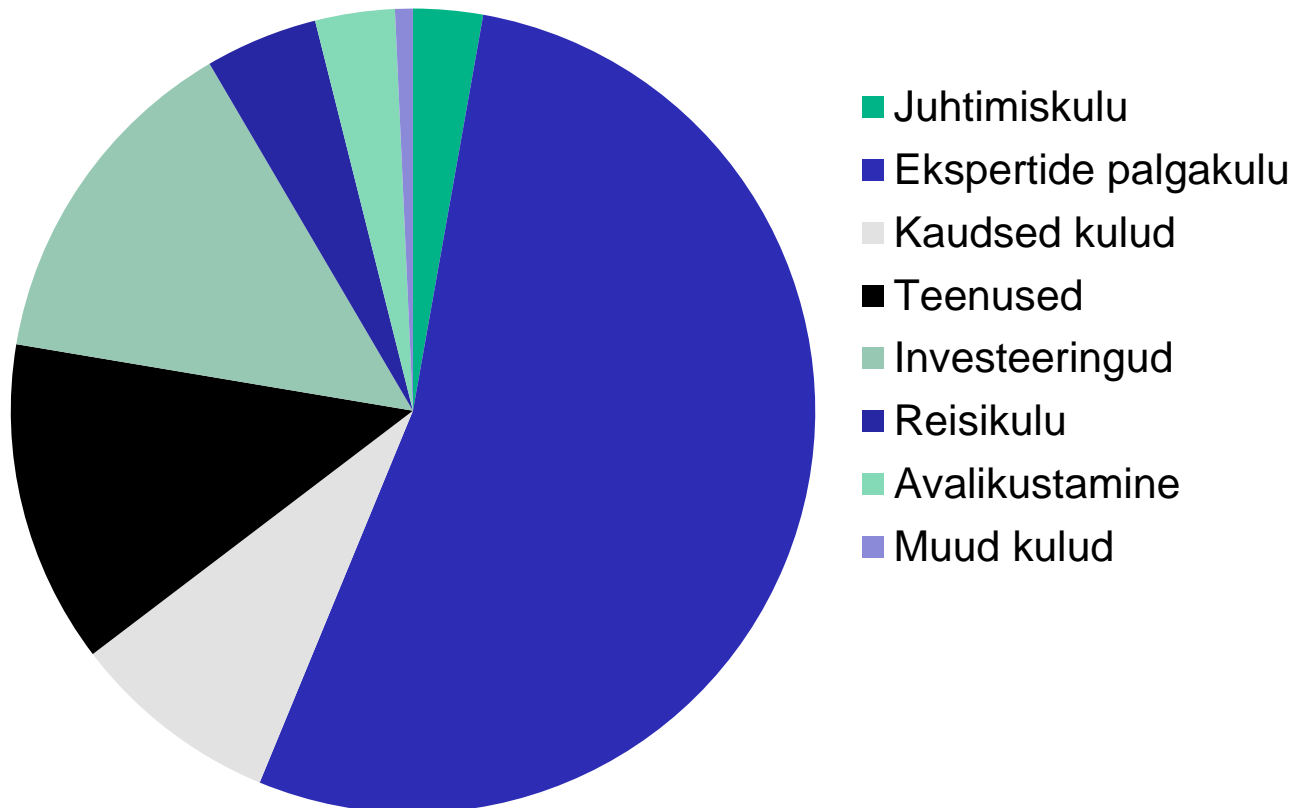
Projekti taust

- Erinevates andmekogudes on andmed veekogumite hüdrokeemilise seisundi, hüdroloogiliste näitajate, bioloogilise seisundi ja saasteallikate kohta
- Sellised andmekogud ei ole ligipääsetavad üle ühe konkreetse kasutajaliidese, andmeid keeruline koos vaadata ja analüüsida
- Osad andmebaasid vajavad korrastamist
 - Paljudel andmetel puudu metaandmed ja geoinfo, mistõttu nende integreeritud kasutamine keeruline
- Olemasolevad andmekogud vajalik liidestada mudelsüsteemidega

Projekti eelarve

Projekti eelarve: **2 044 000 EUR**

Projekti lõpptähtaeg 30. aprill 2016



Projekti partnerid

- Projekti koordinaator
 - Eesti Keskkonnauuringute Keskus
- Projekti partnerid
 - Keskkonnaagentuur
 - Keskkonnainspektsioon
 - Keskkonnaamet
 - Bioforsk (Norra partner)
 - Keskkonnaministeeriumi Infotehnoloogiakeskus

Projekti koostööpartnerid

- Keskkonnaministeerium
- Koostöölepingud ülikoolidega
 - Tallinna Tehnikaülikool (Anatoli Vassiljev, Arvo Iital, Urmas Raudsepp jt.)
 - Tallinna Ülikool (Elve Lode jt)
 - Tartu Ülikool (Tõnu Oja, Evelyn Uuema)
 - Eesti Maaülikool (Toomas Kõiv, Fabian Cremona jt)

Projekti tegevused

- **Tegevus 1: Projekti juhtimine**
 - Projekti juhtimise käigus koordineeritakse projektis osalevate partnerite tööd, määratakse, vaadatakse üle, kontrollitakse ning võetakse vastu projekti vahetulemused, valmistatakse ette projektiga seotud aruanded ning finantsdokumentatsioon, korraldatakse projektis kavandatud seminarid, nõupidamised ja konverentsid.

Projekti tegevused

- Tegevus 2: Mudelite kasutuselevõtuks vajalike andmestike loomine, olemasolevate andmestike korrastamine ning erinevate andmestike ühildamine
 - Tegevuse käigus luuakse mudelite kasutuselevõtuks vajalikud lähteandmestikud
 - Andmestikud moodustatakse olemasolevate andmete alusel ja vajadusel luuakse juurde seni puuduolevad andmestikud ning ühendatakse andmestikud, mis seni pole olnud kättesaadavad.

Projekti tegevused

- **Tegevus 3. Meetmekataloogi loomine**
 - Tegevuse käigus koostatakse meetmekataloog, mis kujutab endast veekogumitele veeseisundi parendamiseks koostatud veemajanduslike meetmete hindamise ja kavandamise süsteemi.
 - See hõlmab veekogumi põhimeetmeid, täiendavaid põhimeetmeid, lisameetmeid ja täiendavaid lisameetmeid, mis on seotud valgaladega ning meetmete maksumuse ja efektiivsuse

Projekti tegevused

- Tegevus 4. Mudelite hindamine, valik ja valitud mudelite dokumenteerimine
 - Tegevuse käigus tagatakse valitud, testitud ning kirjeldatud ning süsteemi tööks vajalike mudelite ühendamine vaheandmestike ning päringusüsteemiga
 - Programmeeritakse seosed erinevate valitud mudelite, vaheandmestiku ning päringusüsteemi vahel.

Projekti tegevused

- Tegevus 4. Mudelite hindamine, valik ja valitud mudelite dokumenteerimine
 - Tegevuse tulemusena tagatakse mudelite integreerimine ja sidumine olemasolevate andmetega nii, et töö tulemusena valmiva lõpliku süsteemi kasutamisel ei pea kasutajad mudelitega ise otseselt kokku puutuma. Välja valitud mudelid või mudelites kasutatavad arvutustehted ja algoritmid on programmeeritud terviksüsteemi sisse ning ühendatud kasutajate vajadustest lähtuvate päringute sisenditega.

Projekti tegevused

- Tegevus 5. Mudeleid kasutada võimaldav infotehnoloogiline lahendus, mudelitel põhinevate rakenduste ning kasutajakeskkonna loomine
 - Tegevuse käigus viiakse läbi kasutajate vajaduste määratlemine, terviksüsteemi arendamine.
 - vaadatakse üle projekti arendustööde vahetulemused, valmistatakse ette arendustöödega seotud hanked ning viiakse läbi hankemenetlused.

Projekti tegevused

- Tegevus 5. Mudelid kasutada võimaldav infotehnoloogiline lahendus
- Tegevuse tulemusena on loodud terviklikult toimiv süsteem veekogude seisundi, koormuse ja meetmete mõjuga seotud hinnangute andmiseks ja prognoosimiseks, päringute tegemiseks nendega seotud andmete kohta ning mudelite kasutamiseks seisundi, koormuste ja meetmete mõjuga seotud hinnangute andmisel. Terviksüsteemil on oma kasutajakeskkond, mis arvestab erinevate kasutajagruppide vajadusi, on turvaline, järjepidev ning seotud peamiste kasutajate igapäevaste tööülesannete täitmisega.

Projekti tegevused

- Tegevus 6. Mõõtekampaaniad valitud vooluveekogumil, et testida mudeli töökindlust ja usaldatavust, mille põhjal valideeritakse ning kalibreeritakse mudelid
 - Viiakse läbi valitud hüdroloogilise seisundi hindamise mudelite testimine ja toimivuse tõendamine vooluveekogu kohta, mis seisneb nende mudelite katsetamises ning katsetamise tulemusena saadud andmete võrdlemises reaalsete mõõtmisandmetega.
 - Tegevuse tulemusena kalibreeritakse mõõtmistulemuste põhjal hüdroloogilise mudeli jaoks vooluhulgad ja reostuskoormused.

Projekti tegevused

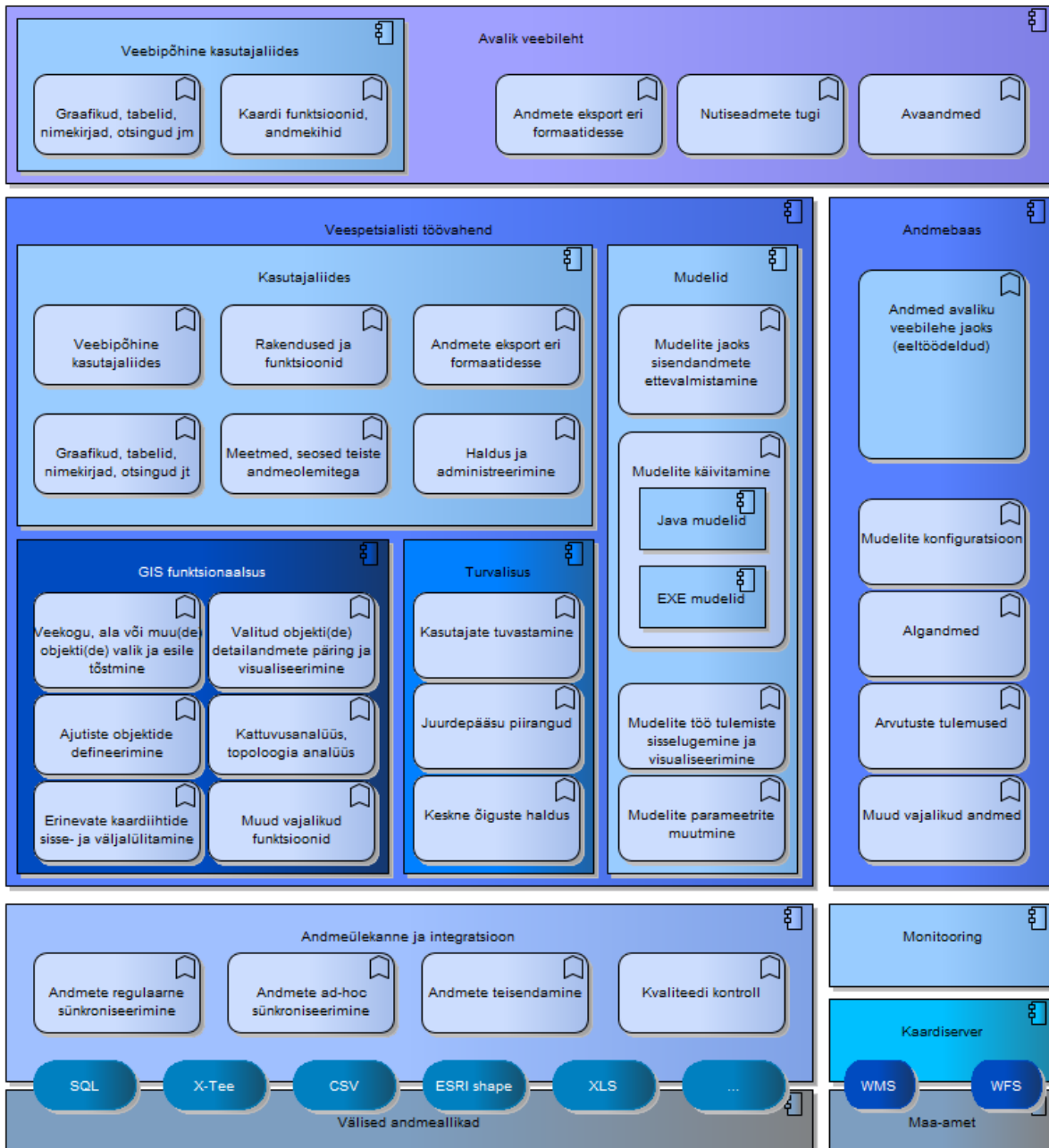
- Tegevus 7. Koolitus
 - Õppereisid
 - Kasutajate koolitamine
- Tegevus 8. Infoedastus, seadmete ja vahendite kasutuselevõtt
 - Tegevuse käigus korraldatakse rahvusvaheline konverents, koostatakse EKUK kodulehe juurde projekti kodulelt, korraldatakse vaheseminarid projekti eesmärkide ja vaheetappide tutvustamiseks ning lõpuseminar projekti lõpptulemuste tutvustamiseks
 - <http://www.klab.ee/veemudelid/>

Kavandatud väljundid

- Üle vaadata olemasolevad veekvaliteedi andmekogud ja siduda asjakohased andmed mudelsüsteemiga
- Mudelite valik ja algseadistamine koostöös teadusasutustega
- Veebipõhise liidesega mudelsüsteem sisevee ja rannikumere hüdrokeemilise seisundi hindamiseks
- Kasutajate koolitamine
- Süsteem saab olema vabalt kättesaadav ja kasutatav kõikidele veekvaliteedi eest vastutavatele asutustele ja laiemale avalikkusele



- KEMIT poolt on koostatud loodava infosüsteemi lähteülesanne
- Hetkel koostamisel hankedokumendid infotehnoloogilise arenduse partnerite leidmiseks



Töölaua andmeallikad

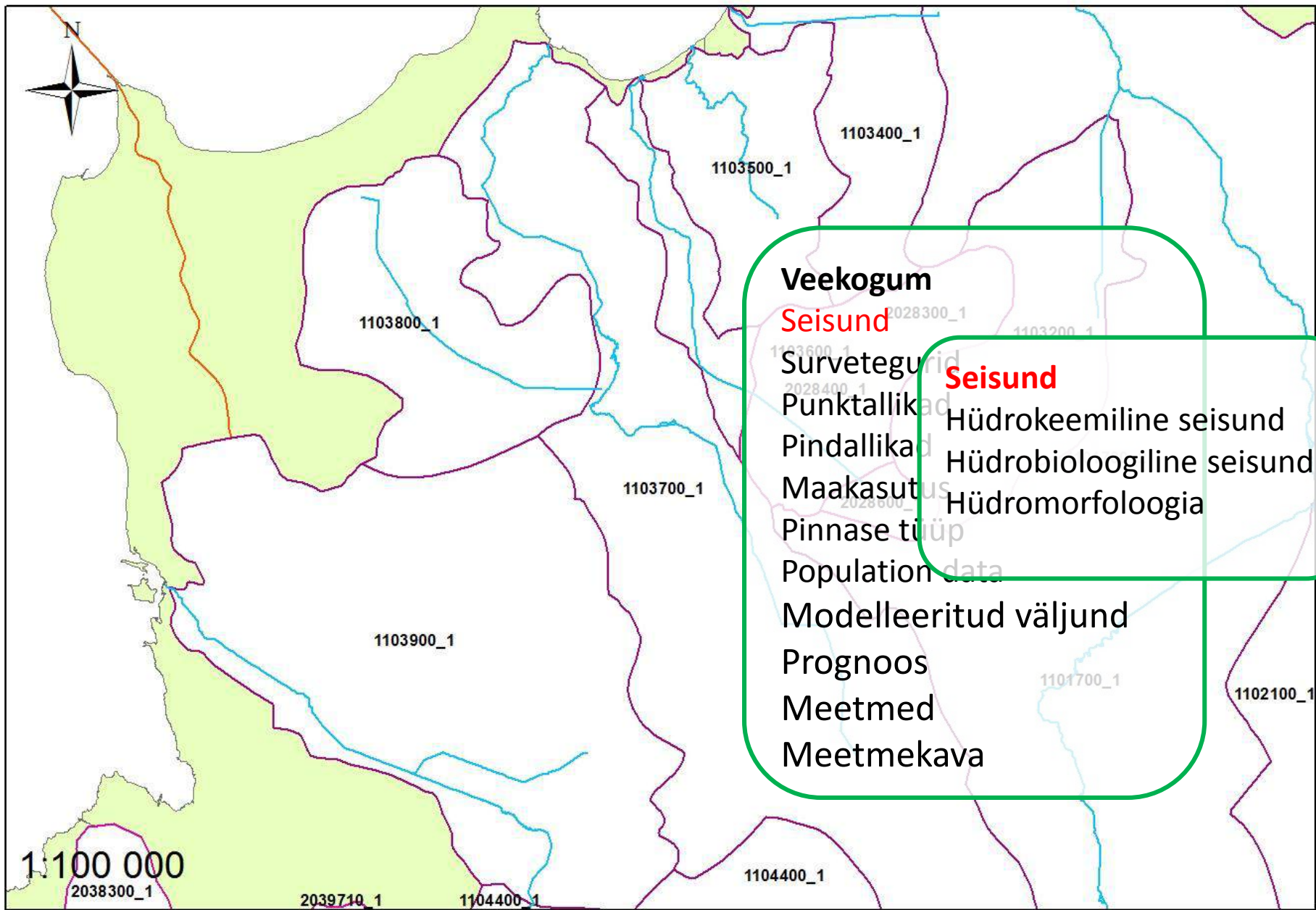
- KEMIT GIS – valglad
- Maa-amet - mulla- , kõrguste, maakasutuse kaardikihid
- PRIA – põllumaad, nende kultuurid, loomapidamine
- PMA – maaparandus, väetamine
- KESE – riikliku seire andmed
- EELIS – Veekogude andmed, piirjooned, jõgede pikkused, jne
- VEKA – punktreostusallikates fikseeritud koormused
- KLIS – väljastatud load, raporteeritud koormused

Töölauaial kuvatavad kaardikihid

- Veekogud ja nende valglad (+ nende ESTMODELil põhinev seisukord)
- Riikliku seire punktid ja nende määratavad näitajad
- Ettevõtte omaseire punktid
- Maakasutus
- Punktreostusallikad
- Karjäärid ja kaevandused
- Maaparandussüsteemid
- Lõheliste ja karpkalade jõed
- Kaitstavad ja Natura alad
- Paisud (koprad + tehised)
- Tehislikult muudetud jõelõigud
- Keskkonnalubade geoinfo
- Maa-ameti baaskaart
- Valgla alamosa leidmine

Süsteemi rakendused

- Veekogu seisundi modelleerimine erinevate mudelite abil
- Valgla pindala alamosa leidmise moodul
- Seirepõhisete/tõenäosuslike/baas äravoolude moodul
- Läbisegunenud ristlõike leidmine
- Põiksuunalise dispersiooni leidmine
- Jõe käänulisuse leidmine
- Streeter-Phelpsi mudel
- Seirepõhised toitainete ärakanded



Veekogum

Seisund

Survetegurid

Punktallikad

Pindallikad

Maakasutus

Pinnase tüüp

Population data

Modelleeritud väljund

Prognoos

Meetmed

Meetmekava

Seisund

Hüdrokeemiline seisund

Hüdrobioloogiline seisund

Hüdromorfoloogia

1:100 000

2038300_1

2039710_1

1104400_1

1104400_1

1101700_1

1102100_1

1103400_1

1103500_1

1103800_1

1103700_1

1103900_1

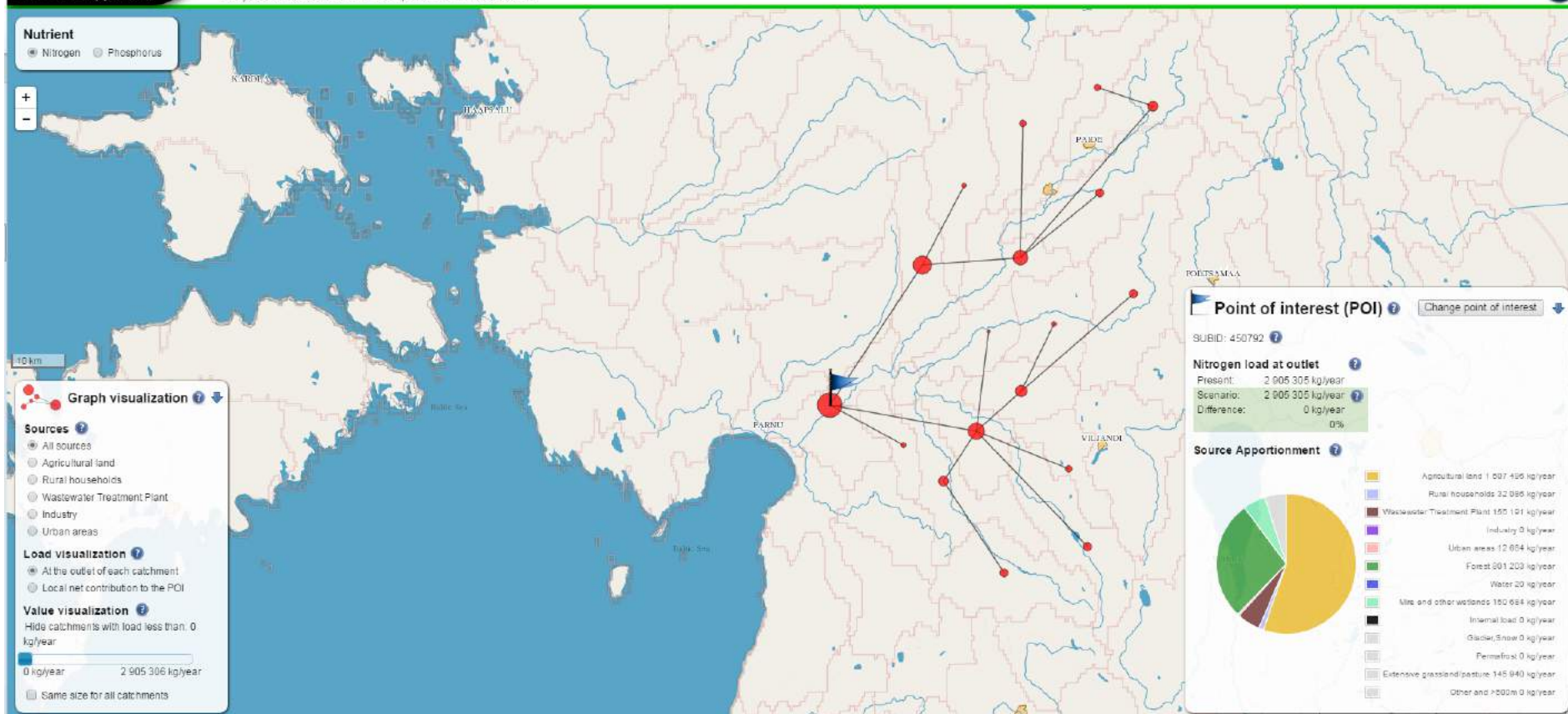
2028300_1

1103200_1

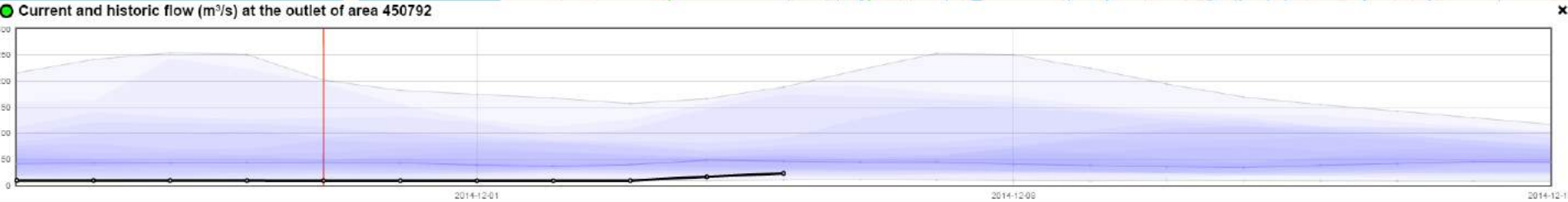
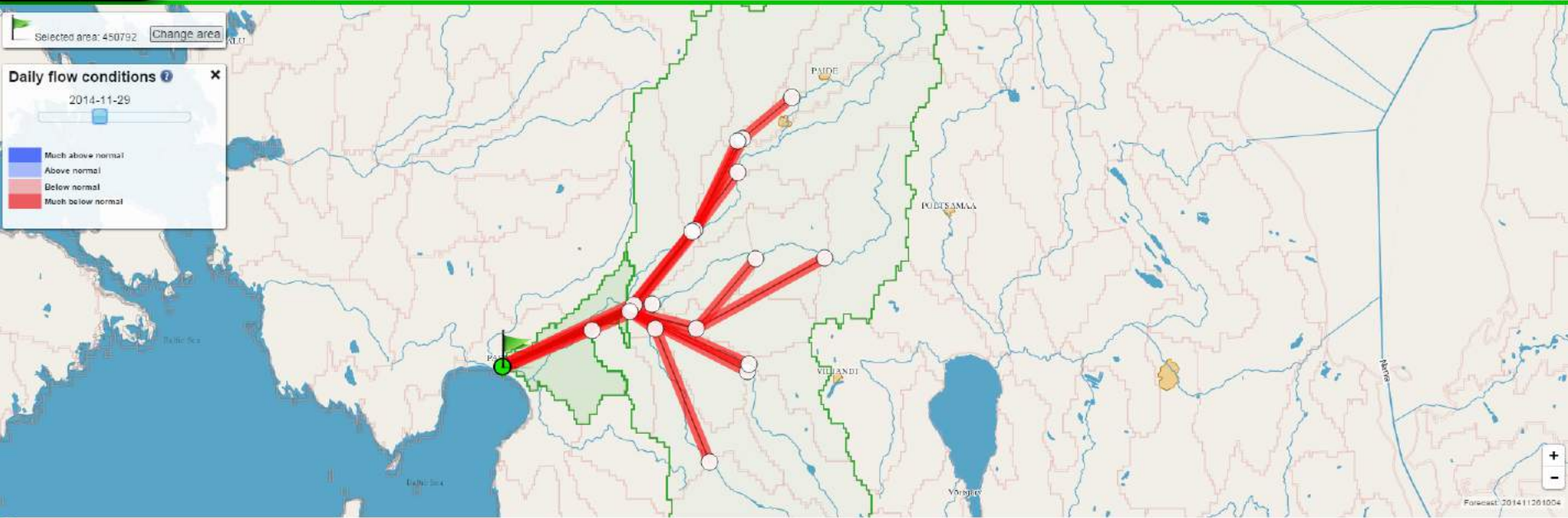
1103600_1

2028400_1

2028600_1



- Mitmed huvipakkuvad rakendused olemas
- <http://e-hypeweb.smhi.se/eEUTCON/>



- Mitmed huvipakkuvad rakendused olemas
- <http://e-hypeweb.smhi.se/WET/>

Projekti hetkeseis

- Moodustatud on kolm töörühma
 - Suurte mudelite töörühm (Csilla Farkas)
 - Statsionaarsete mudelite töörühm (Peeter Ennet)
 - Meetmekataloogi töörühm (Rene Reisner)
- Projekti juhtkomitee
- Projekti partnerite töörühm

Projekti hetkeseis

- Mudelite valik ja liidestamine ühtsesse mudelsüsteemi
 - Statsionaarsed mudelid
 - Estmodel, Qual2, MESAW, Vollenweider, MyLake, LakeMab jt
 - Dünaamilised mudelid
 - SWAT, HYPE, INCA ja Soil/Soil N
 - Esimese etapina HYPE mudeli lisamine Airviro modelleerimissüsteemi

Kokkuvõte

- Projekti tulemuseks on terviklik modelleerimissüsteem veekvaliteedi juhtimiseks
- Süsteem hõlmab mudeleid erinevate veekogumite hüdrokeemilise seisundi hindamiseks
- Loodud on veekogumitega seotud meetmekataloog meetmete tõhususe hindamiseks läbi modelleerimise
- Süsteem on kasutatav üle veebi ja kättesaadav erinevatele asutustele ja kasutajatele

Kokkuvõte

- Veespetsialistid saavad projekti lõpptulemina töölaua, mille alusel hinnata veekeskonna seisundit, koormust ning meetmete mõju ning võtta vastu veekeskonda mõjutavaid otsuseid
- Süsteem võimaldab saada kiiresti ja usaldusväärset informatsiooni EL-i ja teiste rahvusvaheliste organisatsioonidega seotud aruannete koostamiseks ja esitamiseks (tööajakulu kokkuvõtteid)

Estonian Environmental Research Centre

Täna!





JÄRVEMUDELID

Toomas Kõiv

Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja
keskkonnainstituudi Limnoloogiakeskus

Neitsijärv



Inni järv



Järve pindala on 24,5 ha. Pehmeveeline.
Mõjutatud kalda-ala ca 0,3 ha (ca 1%
pindalast). Vee õitsemist järgneval
kasvuperioodil põhjustasid mürke tootvad
sinivetikad

Järvemudelid

DYRESM – Dynamic Reservoir Simulation Model

CAEDYM – Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model

ELCOM – Estuary, Lake and Coastal Ocean Model

LEEDS – Lake Eutrophication, Effect, Dose, Sensitivity

GLM – The General Lake Model

BIOLA - Biogeochemical Lake Model

SIM-PEL - Simulation of pelagic area of a lake

GIRL - General simulation of Reservoirs and Lakes

SALMO - Simulation by means of an Analytical Lake Model

PROTECH - Phytoplankton responses to environmental change

Flake; MyLake; PCLake; Reynolds-Maberly model jne. jne.

Iga mudel vajab lähteandmeid!

Millised järvede hüdrokeemilised näitajad leiab veespetsialisti töölaualt?

- **Morfomeetrilised näitajad**

- Suurim ja keskmine sügavus, pindala, maht, kaldajoone pikkus ja keerukus.

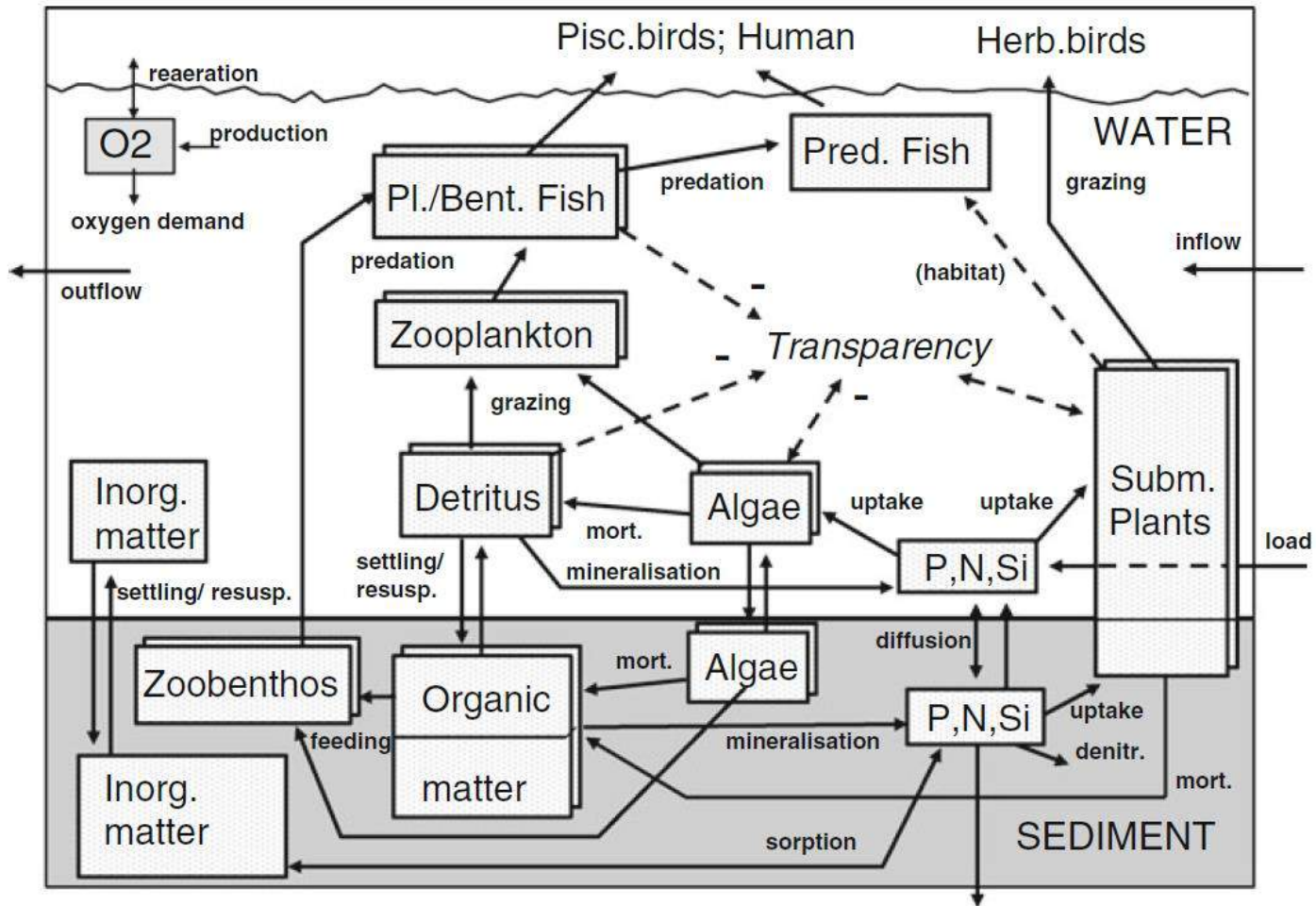
- **Füüsikalised näitajad**

- Värvus, suhteline läbipaistvus, temperatuur, pH, elektrijuhtivus, redokspotentsiaal.

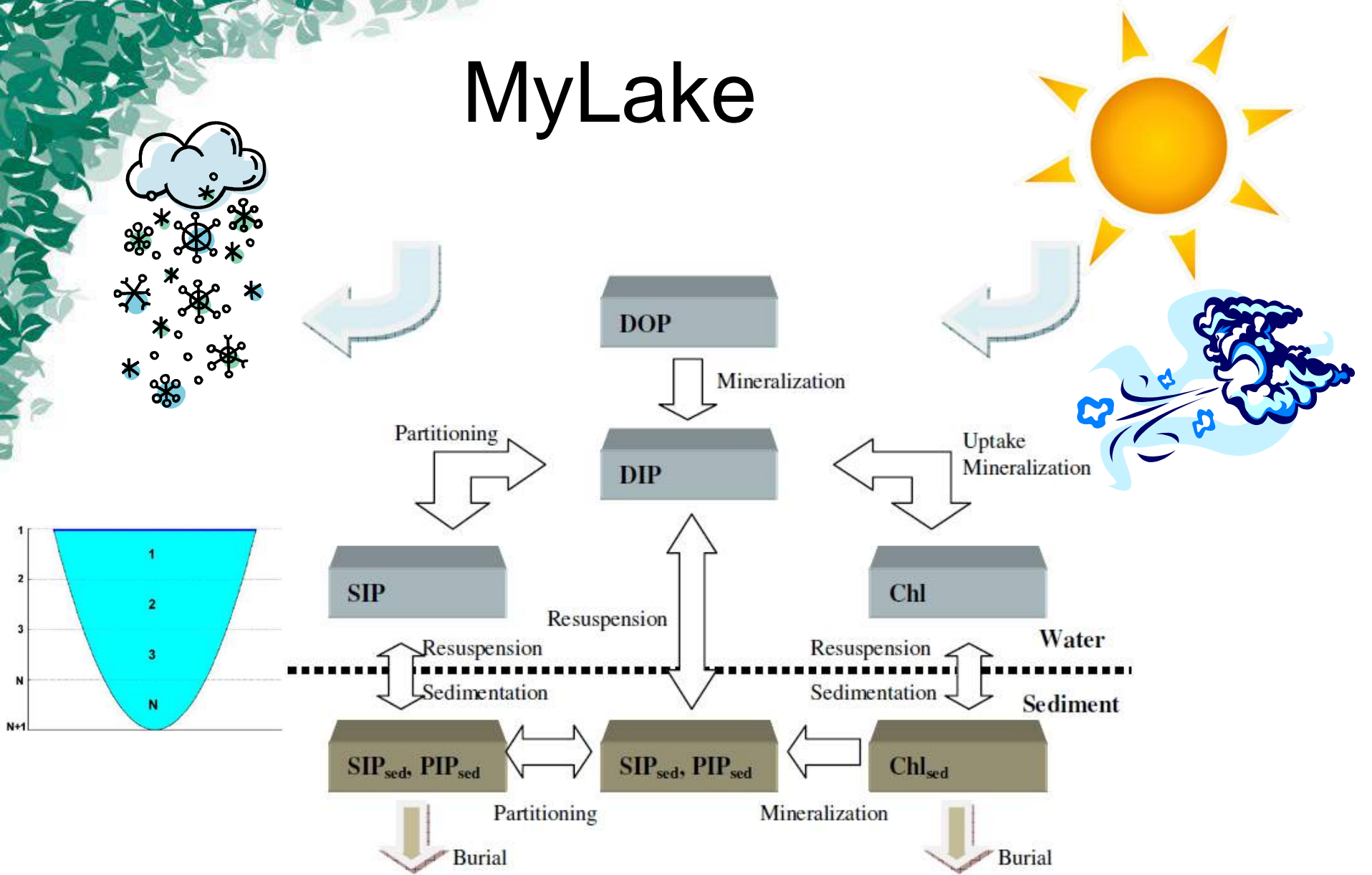
- **Keemilised näitajad**

- hapnikusisaldus, üldaluselisus, lahustunud ainete sisaldus, **fosfor** (üld-P; PO_4^{3-}), **lämmastik** (üld-N; NH_4^+ ; NO_3^-), orgaaniline aine (KHT_{Cr} ; BHT_5 ; kollane aine), **klorofüll**.

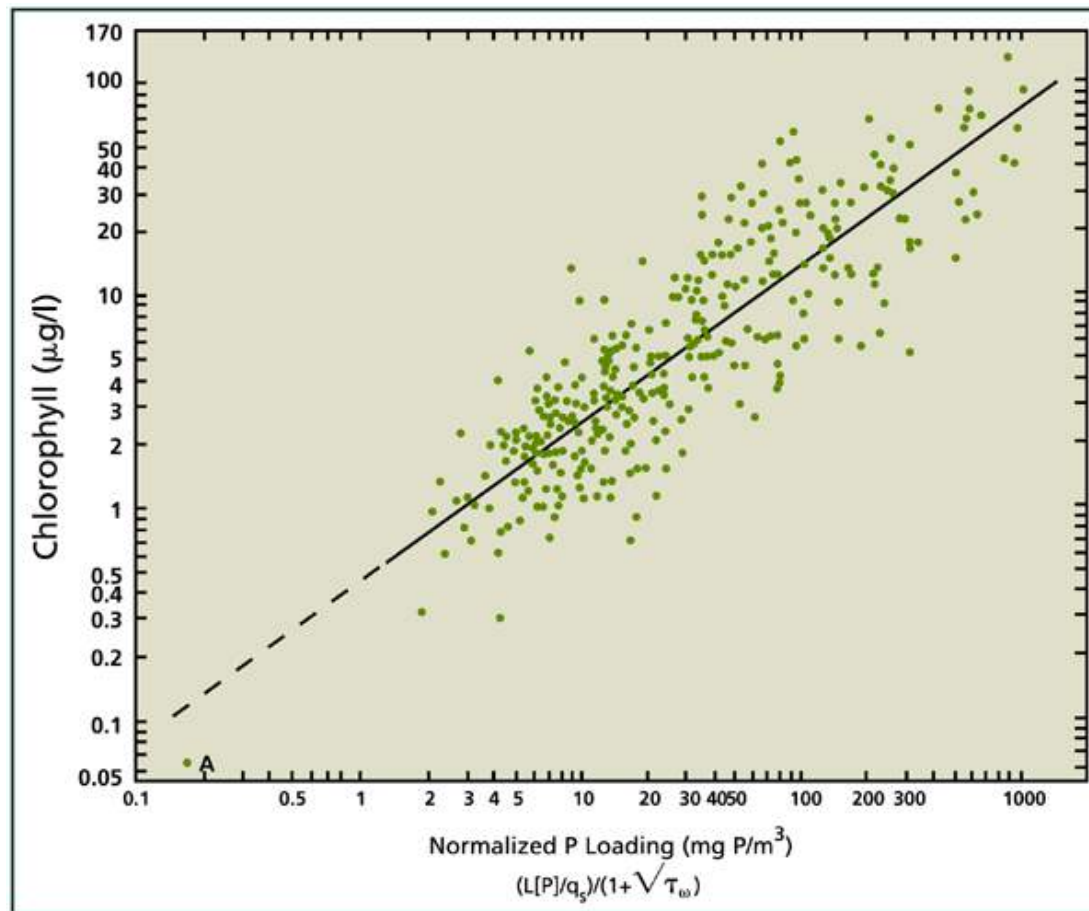
PCLake



MyLake



Fosfor ja eutrofeerumine



Vollenweideri koormusmudel

$$TP_{lake} = \frac{L}{z_m(\rho + \sigma)}$$

L – fosfori koormus järvele (mg TP m⁻² aasta⁻¹)

z_m – keskmine sügavus (m), Q/A

ρ - veevahetus (aasta⁻¹)

σ - esimest järku fosforikao koefitsient ehk peetuskoefitsient (aasta⁻¹)

Vollenweideri koormusmudel

$$TP_{lake} = \frac{TP_{in}}{1 + \sigma\tau_w}$$

TP_{in} – TP kontsentratsioon sissevoolus (mg m^{-3})

τ_w - keskmise viibeaeg (aastates)

Alternatiivid

Dillon & Rigler (1974):

$$TP_{lake} = \frac{L(1 - R_p)}{z_m \rho}$$

R_p – fosfori peetus (ühikuta) mida arvutatakse järgnevalt kus:

$$R_p = \frac{TP_{in} - TP_{out}}{TP_{in}} = 1 - \frac{TP_{out}}{TP_{in}}$$

Kuna $TP_{lake} = TP_{out}$, siis saab arvutuskäigu teha järgmise:

$$TP_{lake} = \frac{(Q(TP_{in})/A_L)(1 - [1 - (TP_{out}/TP_{in})])}{(V_L/A_L)(Q/V_L)} = TP_{out}$$

Alternatiivid

Jones & Bachmann (1976):

$$TP_{lake} = \frac{a(TP_{in})}{1 + b\tau_w}$$

a - iseloomustab järve saabuva fosfori kadu sõltumata järve iseloomust (vahemik 0-1).

b - iseloomult analoogne kui σ .

Koormusmudelite eeldused

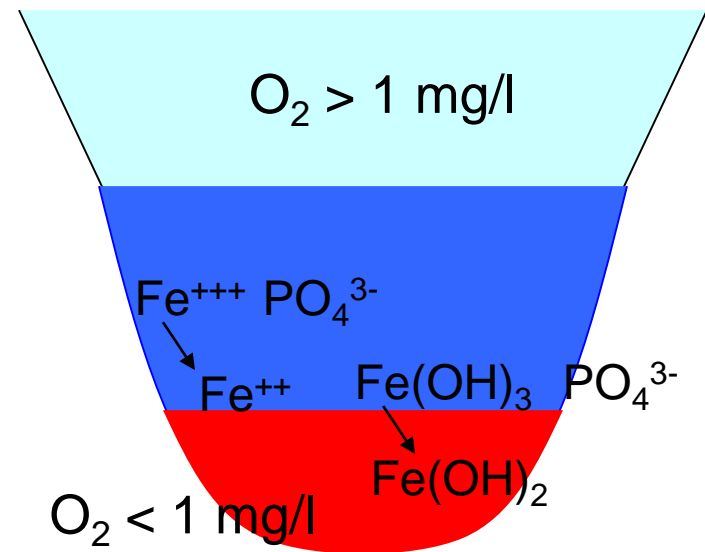
Eeldused:

- homogeenne järv
- avatud valgala st pole umbjärv
- empiirilisi koormusmudeleid tasub pruukida vaid sarnaste (hüdroloogia, morfomeetria, troofsus) järvede puhul
- tasakaaluolek (aasta lõikes)



Koormusmudelite puudused

- Mudelid ei suuda adekvaatselt kirjeldada olukorda, kus järvel on pikemat aega olnud kõrge fosfori koormus ja peale selle vähenemist jätkub fosfori vabanemine põhjasetetest.
- „Fosforilekitajate“ hulk pole teada, sest Eesti järvede kohta on vähe bilansiarvutusi.



Koormusmudelite eeldused ja puudused

- Suurte ja väga liigendatud järvede osad käituvad erinevalt. Nt punktreostusallikad muidu oligotroofses järves.
- Arvesse ei võeta makrovetikaid ja suurtaimi. Viimased võivad aga olla olulised sisekoormuse tõstjad.
- Põhjaelustik võib samuti sisekoormust tõsta.
- Fosfori settimiskiirust mõjutab mikrovetikate kooslus (ränivetikad vs sinivetikad).
- Paisjärvede puhul peab arvestama veerežiimi ja võimalust, et välja voolab hüpolimnioni vesi.
- **Mudelid annavad välja aasta keskmise väärtuse ja ei peegelda aastaajalisi muutusi.**

Kuidas leida σ ?

- Kaasa räägivad erinevad faktorid.
- Kipub olema järve(tüübi)omane parameeter.
- Enamasti pruugitakse fosforit sisaldavate osakeste settimiskiiruse (v) ja järve keskmise sügavuse suhet. Seega võime kirjutada:

$$TP_{lake} = \frac{TP_{in}}{1 + (v\tau_w/z_m)}$$

- Selle võrrandi puhul käsitletakse settimiskiirust kui seadistatavat parameetrit, et saada eksperimentaalse andmestiku puhul parim tulemus.

Eesti väikejärved

Järvetüüp	Vee läbi- paistvus m	pH	COD _{Cr} mgO·l ⁻¹	COD _{Mn} mgO·l ⁻¹	Üldaluselisus mg·l ⁻¹	Kogulämmastik mg·m ⁻³	Kogufosfor mg·m ⁻³	Sulfaadid mg·l ⁻¹	Kloriidid mg·l ⁻¹
Alkalitroofne	3,03±2,0	7,80±0,4	12,91±4,9		286,70±30,7	2542,21±1545,2	20,57±9,0		
Atsidotroofne	0,59±0,2	6,62±1,3	100,14±18,6	59,28±13,4	4,58±4,6	821,67±494,5	61,71±35,1		4,18±1,2
Düstroofne	0,88±0,3	5,69±1,0	44,57±13,4		3,57±4,9		52,33±33,3		4,10±1,9
Pehmeveeline eutroofne	2,17±1,1	7,85±0,9	26,26±4,1	12,70±8,8	46,33±34,6	854,50±529,0	32,16±16,6	24,28±3,3	4,65±2,0
Hüpertroofne	1,23±0,7	8,56±0,6	40,21±17,6	12,31±3,2	181,53±64,7	1219,2±673,0	83,23±43,8	35,6±20,4	30,30±58,0
Makrofüüdjärved	1,53±0,5	8,22±0,4	36,53±9,0	18,88±4,5	196,19±73,0	1447,65±1054,0	68,45±43,24	30,60±22,1	11,24±6,4
Kalgiveeline eutroofne	2,12±1,0	8,19±0,4	27,68±9,9	11,15±4,8	215,24±72,1	1063,0±754,9	43,26±34,6	37,23±28,8	10,35±6,2
Pehmeveeline miksotroofne	1,06±0,5	7,13±1,0	58,68±27,1	26,88±8,7	33,92±28,5	1210,00±928,3	47,07±28,9	20,32±15,9	7,57±6,8
Kalgiveeline miksotroofne	2,12±1,0	8,19±0,4	27,68±9,9	11,15±4,8	215,24±72,1	1063,0±754,9	43,27±31,4	37,23±28,8	10,35±6,2
Oligotroofne	3,44±1,4	7,55±0,3	22,37±6,5		28,82±23,8	833,63±419,6			
Semidüstroofne	2,50±0,8 3	7,07±0,7	33,42±7,6	13,18±5,3	32,23±32,3	823,60±459,7	36,08±21,13	24,50±13,6	3,09±1,8

Eesti väikejärved

- Võrrandi struktuur (nn OECD mudel) on alljärgnev:

$$TP_{lake} = a * \left(\frac{TP_{in}}{(1 + \sqrt{\tau_w})} \right)^b$$

- Kalibreeritud mitmete andmebaaside põhjal.
- Puudub keskmine sügavus.
- OECD kombineeritud andmekogu: a - 1,55; b – 0,82

Eesti väikejärved

Üldfosfor - peamiselt seireandmed (püsivaatlusjärved)



Tüüp II: $a - 1,05$; $b - 0,82$



Tüüp III: $a - 1,10$; $b - 0,91$

Üldlämmastik: $a - 3,19$; $b - 0,69$

Kihistunud väikejärved ?

G.Nürnbergi mudel (1998)

$$TP_{lake} = \frac{L_{ext} + L_{int}}{q_s (1 - R)}$$

$$R = \frac{15}{18 + q_s} \quad q_s = \frac{Z_m}{\tau}$$

$$P_{epi} = \frac{L_{ext}}{q_s (1 - R)}$$

Üle hinnatud, kui
hüpolimnionis on
hapnik

Täna kuulamast!



Export coefficients must be estimated for the each region!

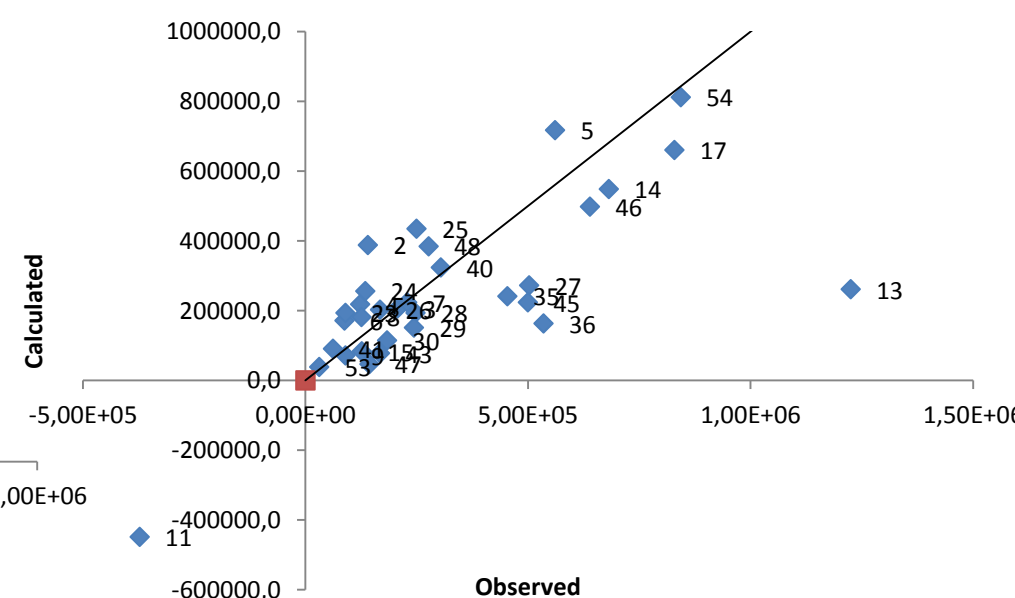
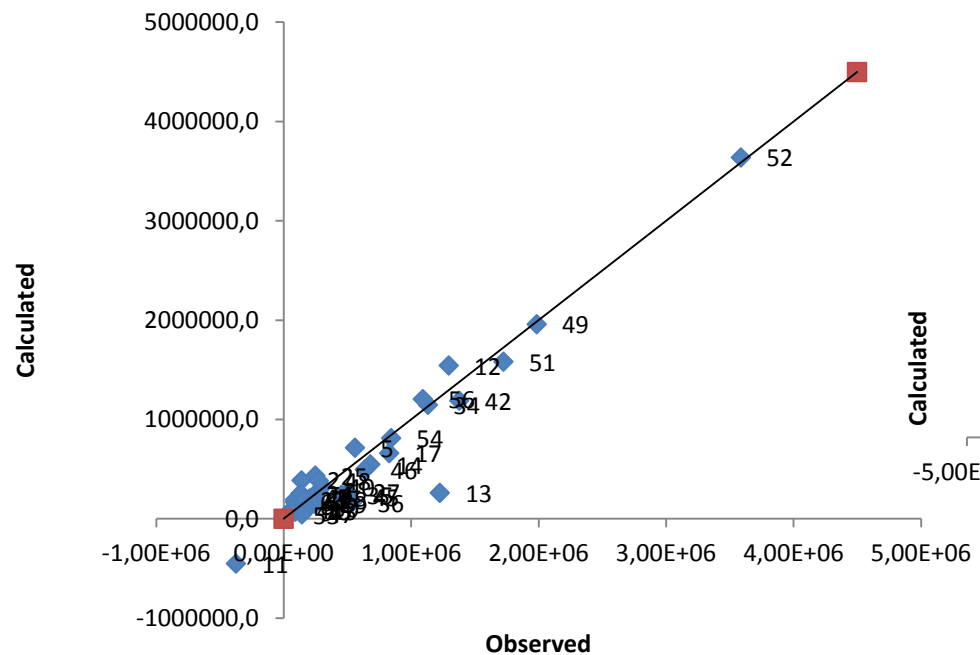
MESAW model may be used for estimation of export coefficients.

Approach was proposed in Sweden by Grimvall and Stålnacke.

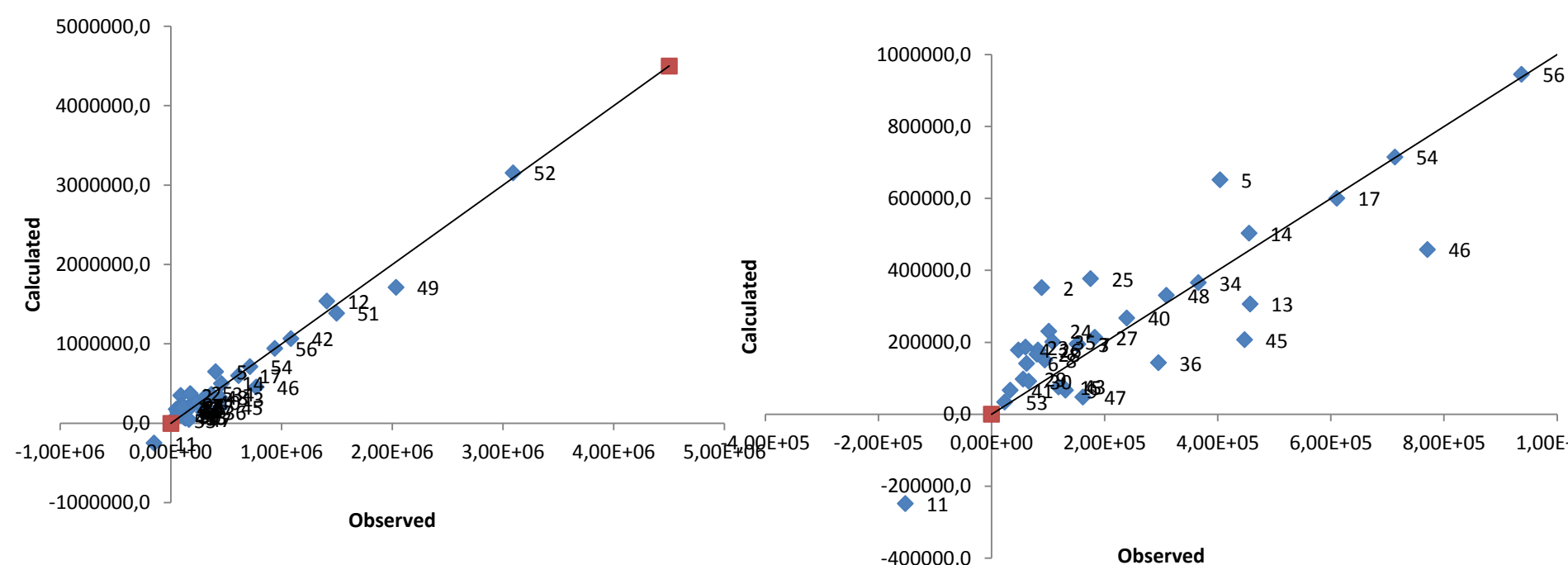
Software was prepared in Estonia by Vassiljev.

The model uses non-linear regression for simultaneous estimation of export coefficients for the different specified land use or/and soil categories and retention coefficients for pollutants in lakes and in rivers.

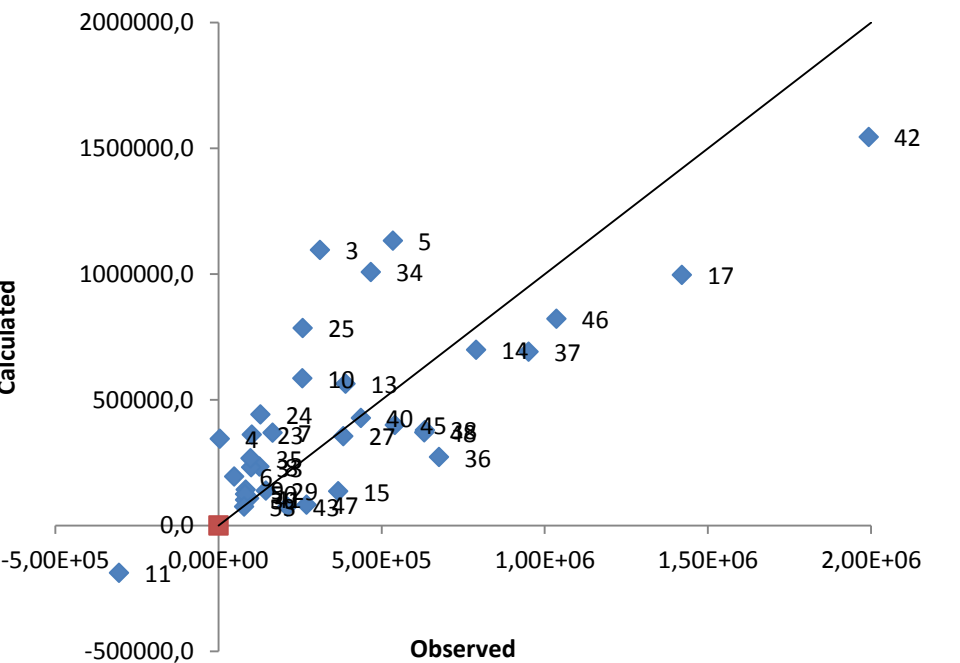
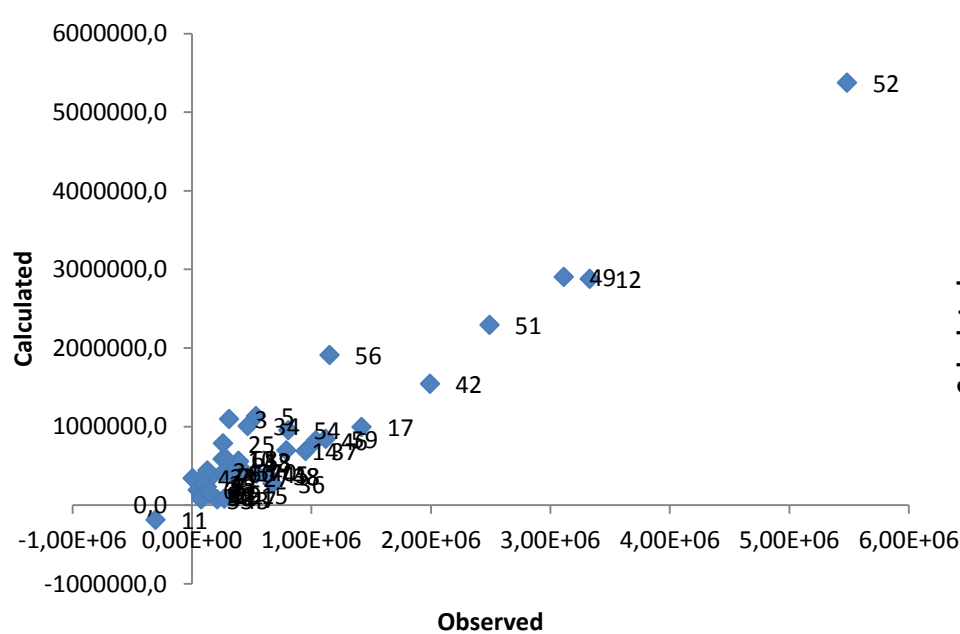
Land use and estimation of export coefficients										1998
Landcover class	3	9	10							Input
Initial export coefficients for landcover classes	800	400	400	400	400					Output
Estimated coefficients	818.5593926	584.4170835	1385.891991							
Standard errors	644.2737127	311.5812033	341.6938034							
t-ratio	1.270514963	1.875649357	4.055947101							
Fixed coefficients (optional)				250				400		
Fixed ratio with class number										
Ratio										
Landcover >>	urban	urb. Green	arable	pasture	forest	natural gra	bogs	m7	others	a
Landcover class >>	1	2	3	4	5	4	7	10	8	
Subbasin code										
	2	15.95620364	0.457715656	223.1055461	28.53442978	261.2204897	3.229884	26.98519	63.87915	1.334248
	3	4.404137391	0	125.2451828	21.5146621	106.7868961	3.283926	6.839438	40.54334	0.827971
	4	6.001069231	0	102.4960703	32.31664492	113.5007149	2.225315	32.99434	13.83942	4.174724



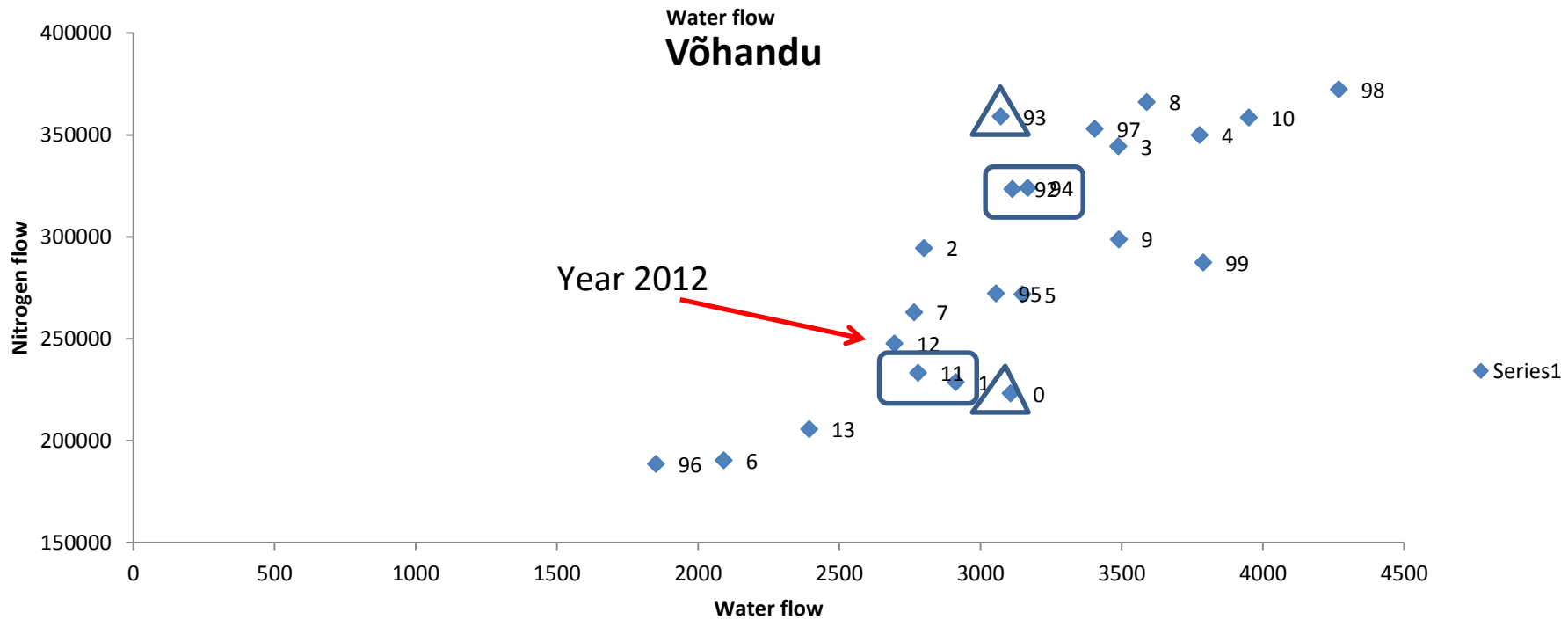
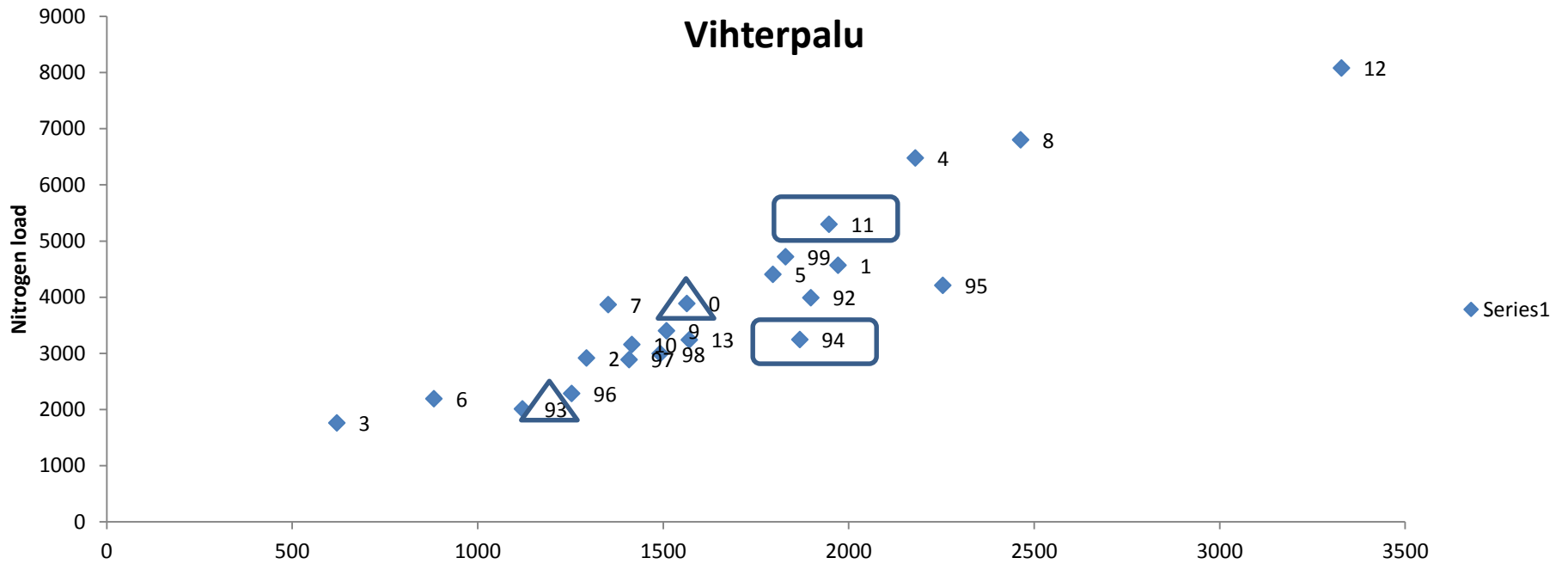
Land use and estimation of export coefficients			2000										Input		
Landcover class	3	9	10												Output
Initial export coefficients for landcover classes	400	400	400	400	400										
Estimated coefficients	882.3861003	309.9288981	1557.035294												
Standard errors	465.4252627	206.8056398	487.6387636												
t-ratio	1.895870661	1.498648192	3.193009683												
Fixed coefficients (optional)				250				400							
Fixed ratio with class number															
Ratio															
Landcover >>	urban	urb. Green	arable	pasture	forest	natural gra	bogs	water	others						
Landcover class >>	1	2	3	4	5	4	7	10	8						
Subbasin code															
	2	15.95620364	0.457715656	223.1055461	28.53442978	261.2204897	3.229884	26.98519	63.87915	1.334248					
	3	4.404137391	0	125.2451828	21.5146621	106.7868961	3.283926	6.839438	40.54334	0.827971					



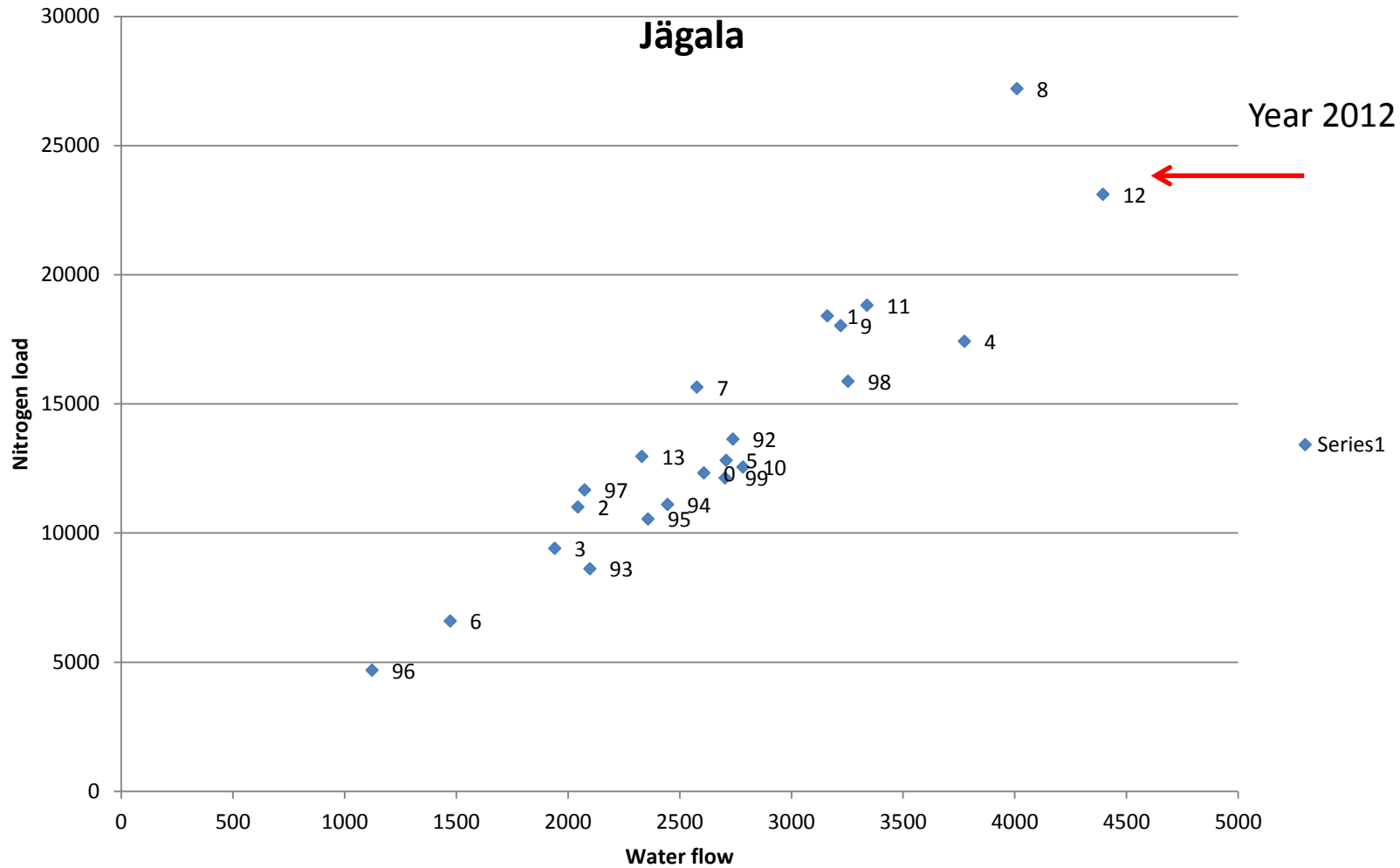
Land use and estimation of export coefficients			2012										Input
Landcover class	3	9	10										Output
Initial export coefficients for landcover classes	800	400	400	400	400								
Estimated coefficients	2005.251217	620.4129799	1089.480291										
Standard errors	842.2102197	410.6187355	555.9406536										
t-ratio	2.38093907	1.510922241	1.959706101										
Fixed coefficients (optional)				250				400					
Fixed ratio with class number													
Ratio											water		
Landcover >>	urban	urb. Green	arable	pasture	forest	natural gra	bogs	m7	others	are			
Landcover class >>	1	2	3	4	5	4	7	10	8				
Subbasin code													
	3	20.36034103	0.457715656	348.3507289	50.04909188	368.0073858	6.51381	33.82463	105.2914	2.162219	37		
	4	6.001069231	0	102.4960703	32.31664492	113.5007149	2.225315	32.99434	13.92535	4.174724	17		
	5	17.68946248	2.129114715	338.1978957	130.6921056	394.5344376	1.129434	40.89655	141.1488	1.396322	44		



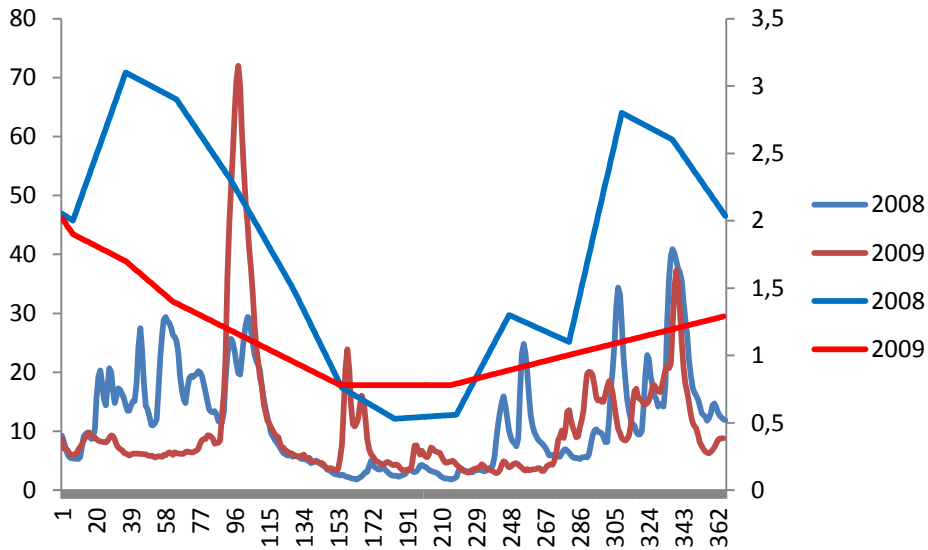
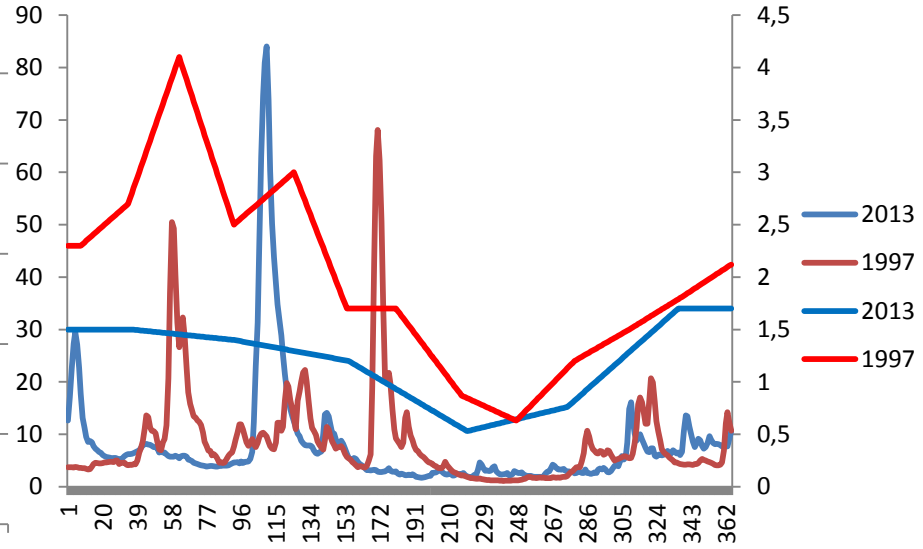
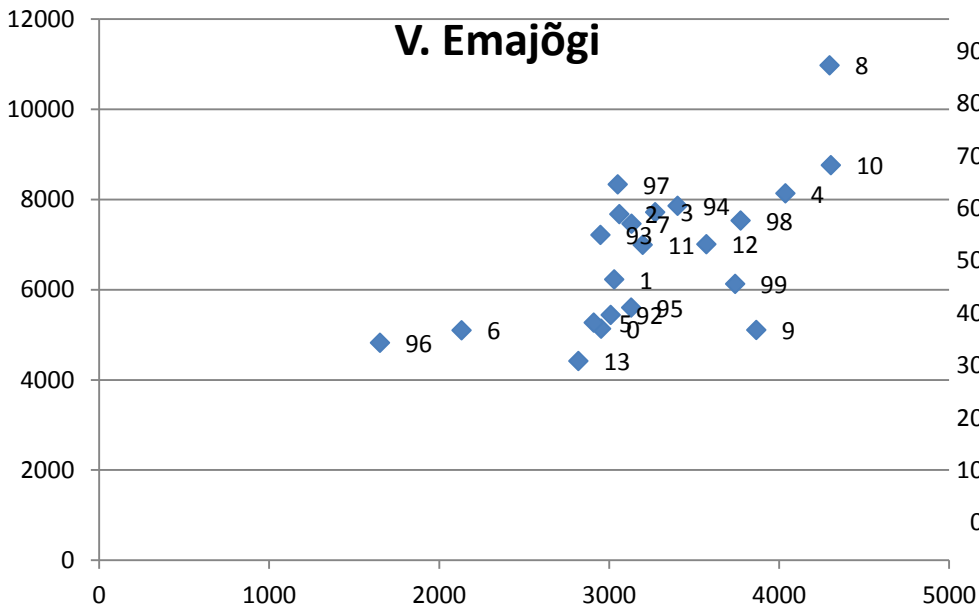
Station	Group	Ratio to average	
17	1		
23	2	0.3197787	0.3356903
24	3	0.72426	0.1714325
25	3	0.72426	0.1714325
26	3	0.72426	0.1714325
27	1		
28	3	0.72426	0.1714325
29	3	0.72426	0.1714325
30	1		
34	5	2.051255	0.3144901
35	3	0.72426	0.1714325
36	5	2.051255	0.3144901
40	1		
41	3	0.72426	0.1714325
42	1		
43	4	1.9636116	0.3262279
45	5	2.051255	0.3144901



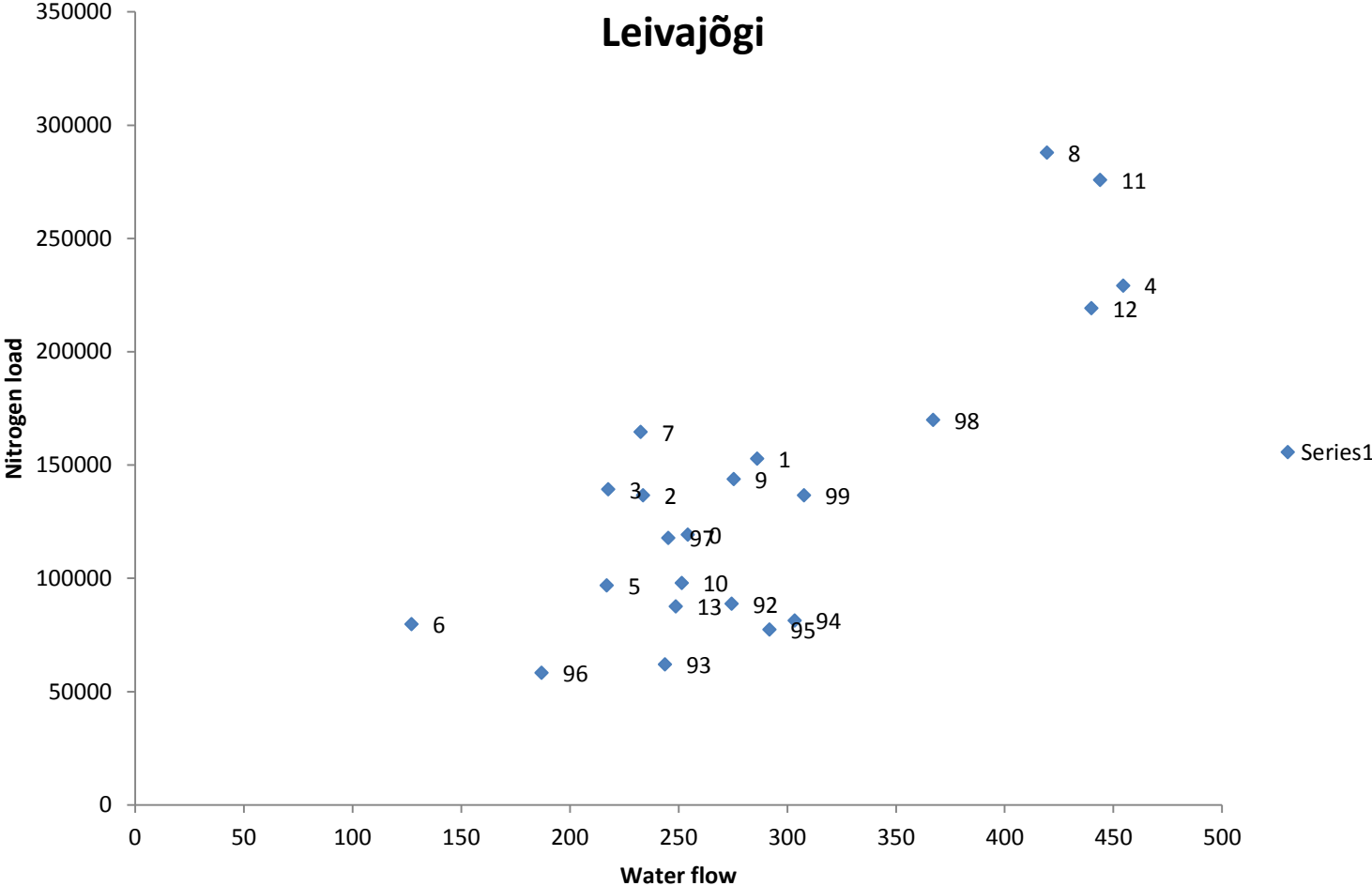
Jägala

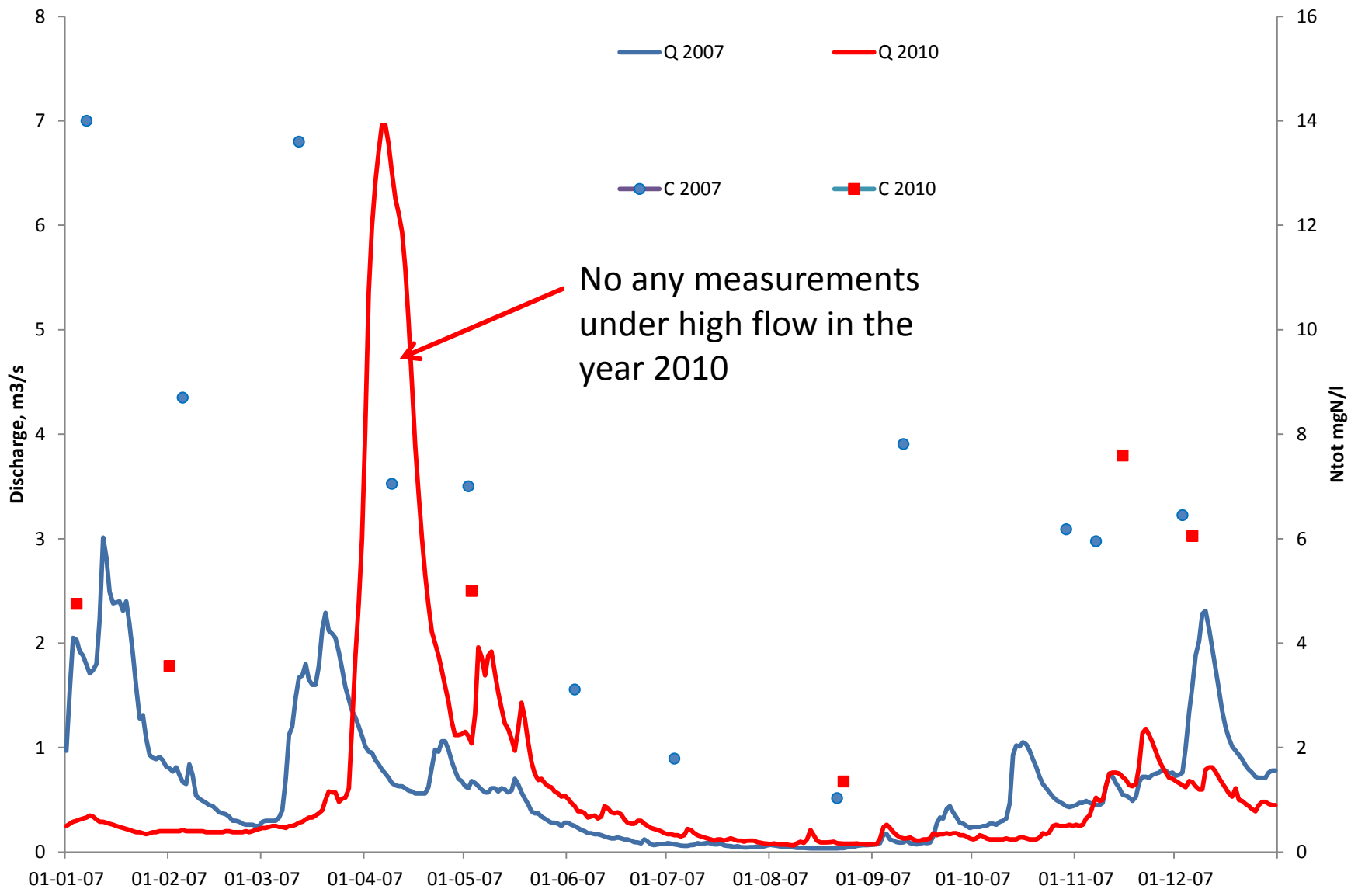


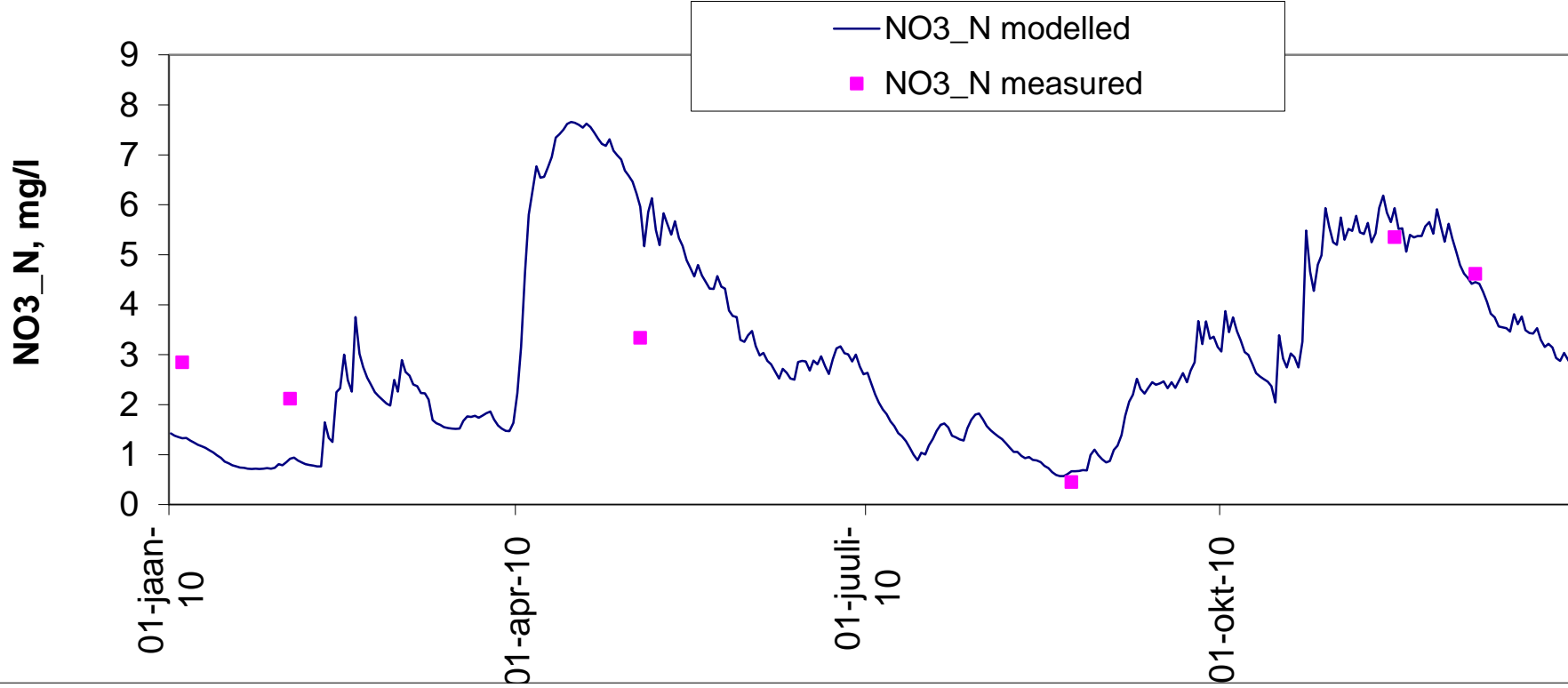
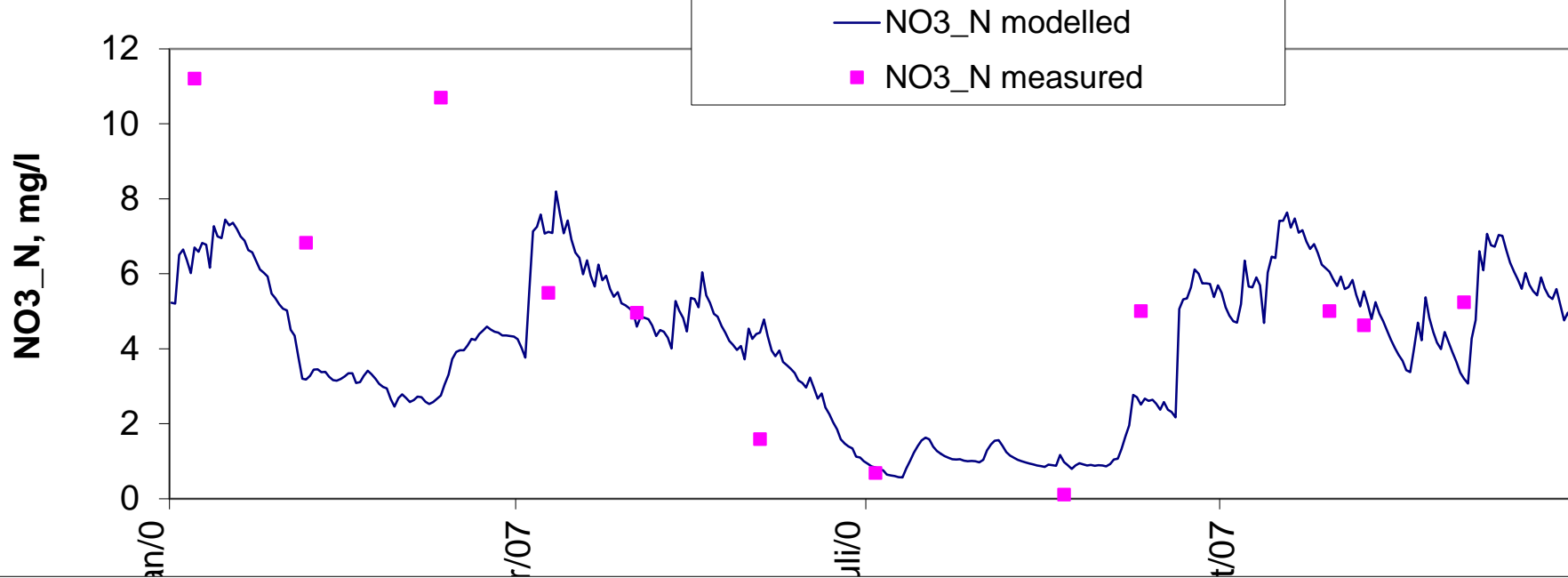
V. Emajõgi



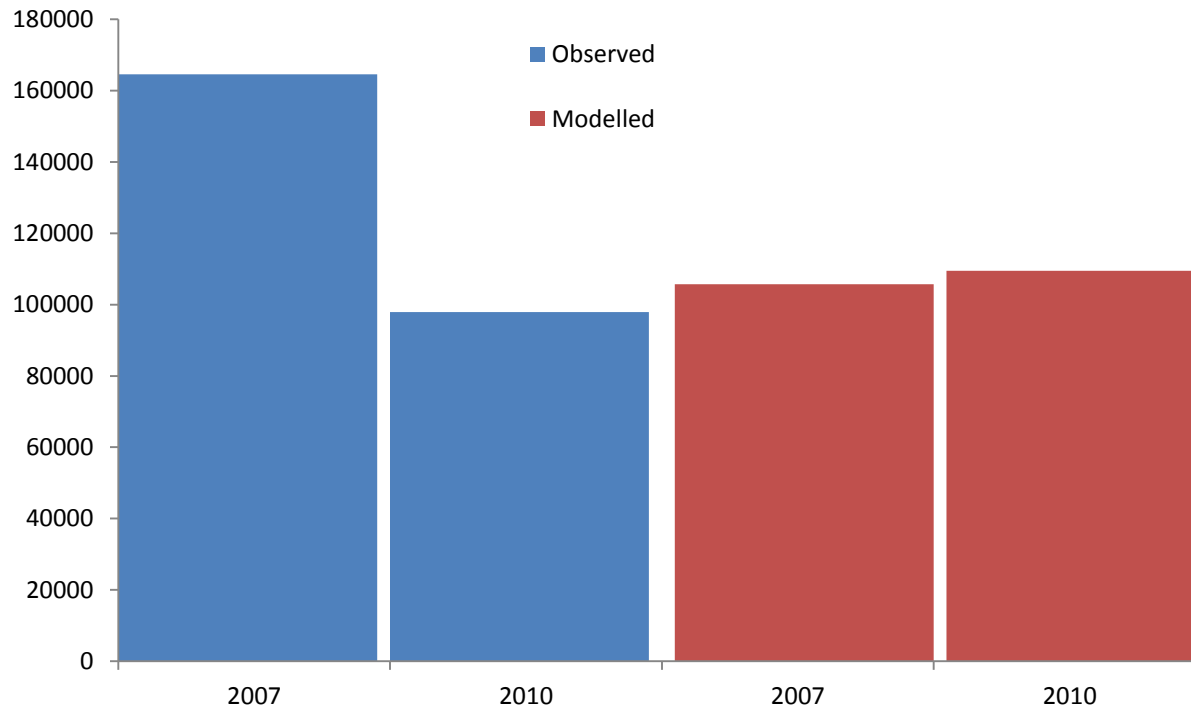
Leivajõgi



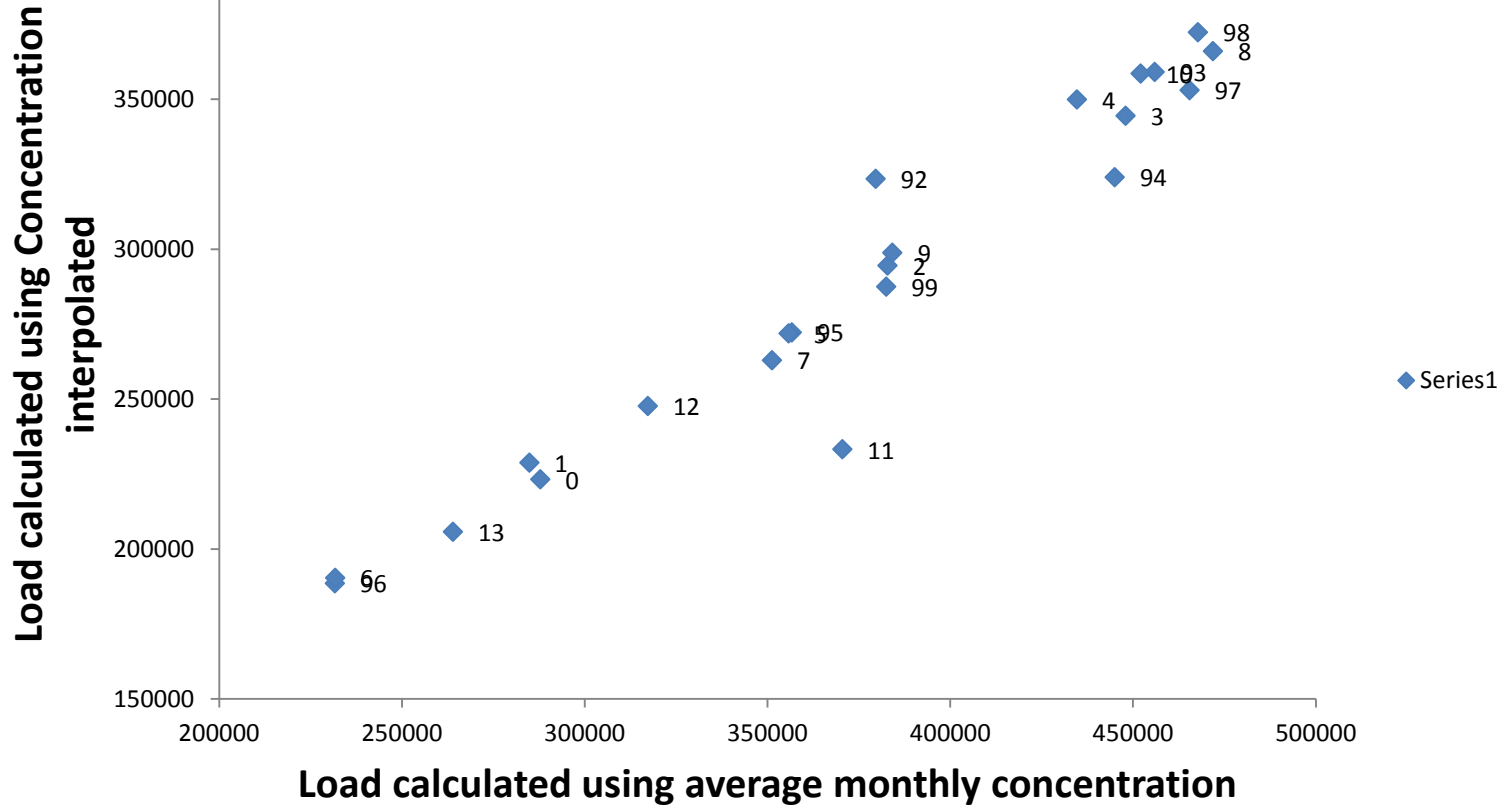




Loads calculated using measured and modelled concentrations



Võhandu Räpina



Main problems

Loads calculation

Point sources. The main problem for the point sources is lack of info about locations for many of them. Format of files also is different for different years and this fact prevents us to unify calculations (e. g. by some software) . Therefore calculations need long time for every year

I think we have to concentrate some effort on analysis of differences in export coefficients to eliminate errors in calculations and observations

Thank You!