Fosfori- ja lämmastikukoormuse uuring punkt- ja hajureostuse allikatest. Fosforväetistes kaadmiumi reostusohu hindamine

Arvo Iital, Enn Loigu, Karin Pachel, Ülle Leisk

HELCOM: Esialgsed koormuste vähendamise sihtarvud:

Vähemalt 220 t P ja 900 tonni N

Millistest allikatest koormust vähendada?

Punktallikate koormuse vähendamise stsenaariumid

Eeldati, et teatava aja möödudes täidetakse täielikult nõuded, mis on esitatud:

1. Vabariigi Valitsuse määruses nr. 269, 31. juulist 2001 Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord;
2. EL Asulareovee direktiivis (91/271/EEC);
3. HELCOMi soovitus 28E/5 asulareovee puhastamise kohta;
4. HELCOMi soovitus 28E/6 eramajapidamiste, väikeettevõtete ja kuni 300 IE asulate reoveepuhastuse kohta.

90
1918
2008

Maksimaalne lubatav kontsentratsioon reoveepuhasti väljundis

Näitaja	*Nõuded*	*< 2000 IE*	*2000-10000 IE*	*10000-100000 IE*	*> 100000 IE*
		mg/l	*mg/l*	*mg/l*	*mg/l*
P üld	*EE,* *EU, EE* *HELCOM, EE*	*1,5* *1,5* *1,5*	*1,5* *2,0* *1,0*	*1,0* *2,0* *0,5*	*1,0* *1,0* *0,5*
N üld	*EE,* *EU* *HELCOM*	- - *35.0*	- - -	*15,0* *15,0* *15,0*	*10,0* *10,0* *10,0*

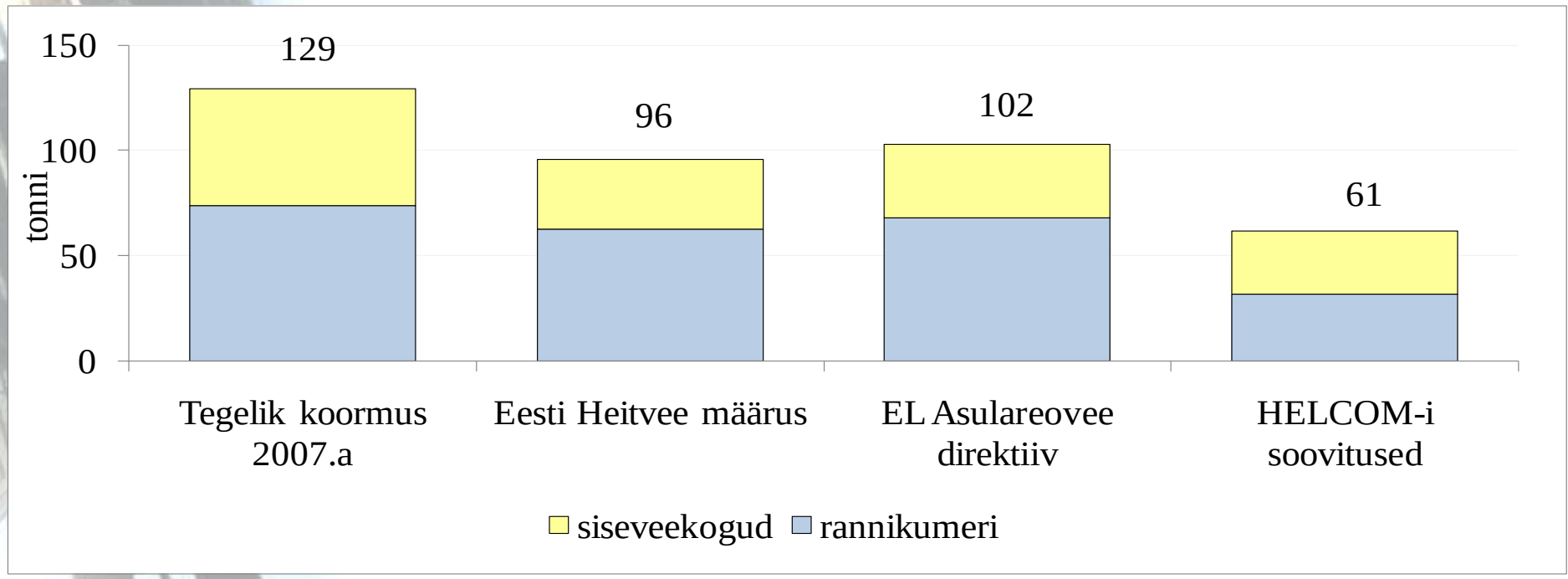
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Maksimaalne lubatav kontsentratsioon reoveepuhasti väljundis

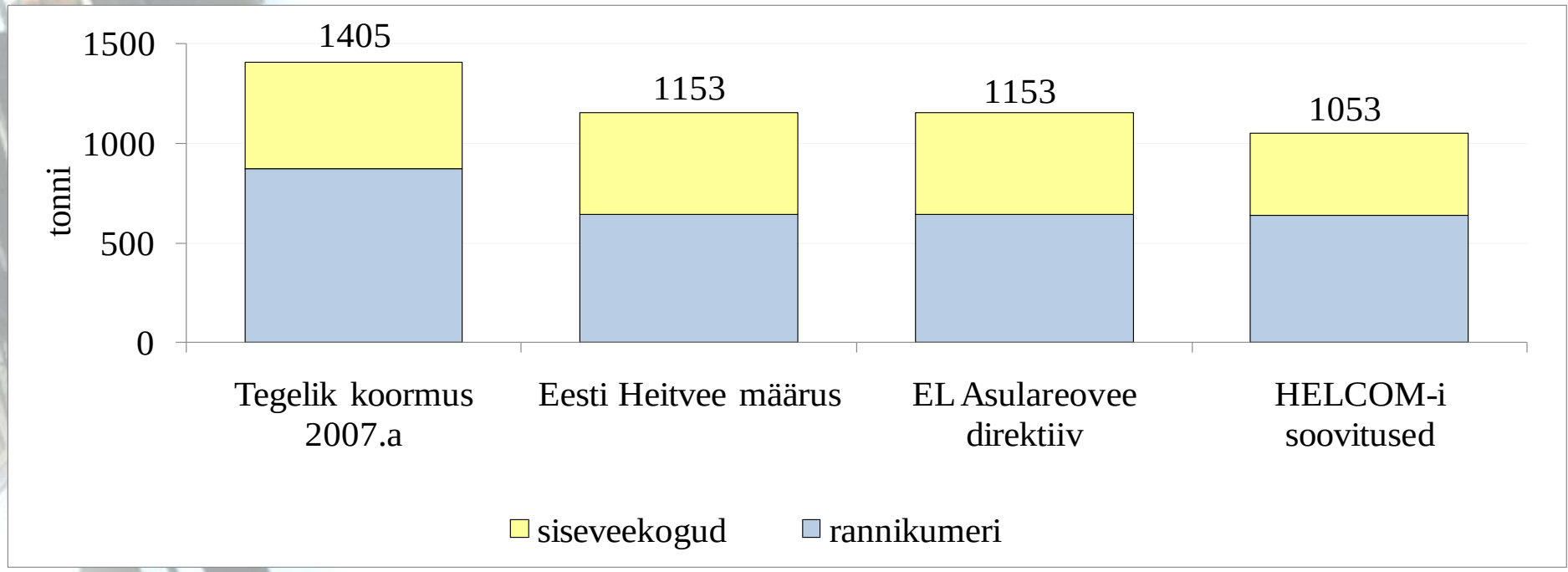
- > 2000 IE asulate heitvee väljundkontsentratsioonide osas tuleb tagada EL nõuete ja HELCOMi soovituste täitmine üleminekuperioodi jooksul.
- Kuna kõik Eesti veekogud määratletud on reostustundlikena on lubatav fosfori kontsentratsioon alla 2000 IE asulate reoveepuhasti väljavoolus alandatud tasemele 1,5 mg/l.

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

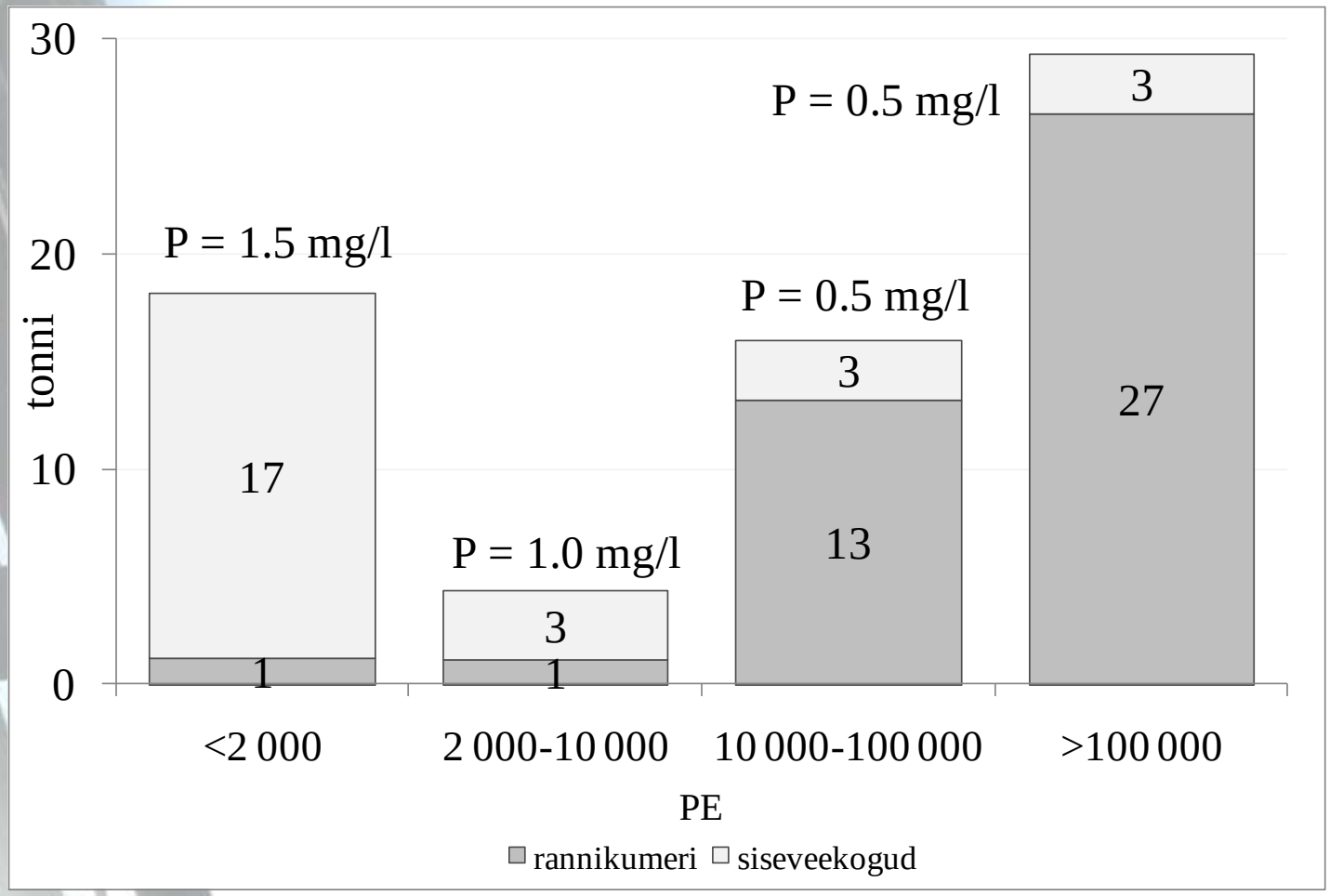
Fosfori punktkoormus ja vähendamise potentsiaal Eesti, EL ja HELCOMi stsenaariumidest lähtuvalt



Lämmastiku punktkoormus ja vähendamise potentsiaal Eesti, EL ja HELCOMi stsenaariumidest lähtuvalt

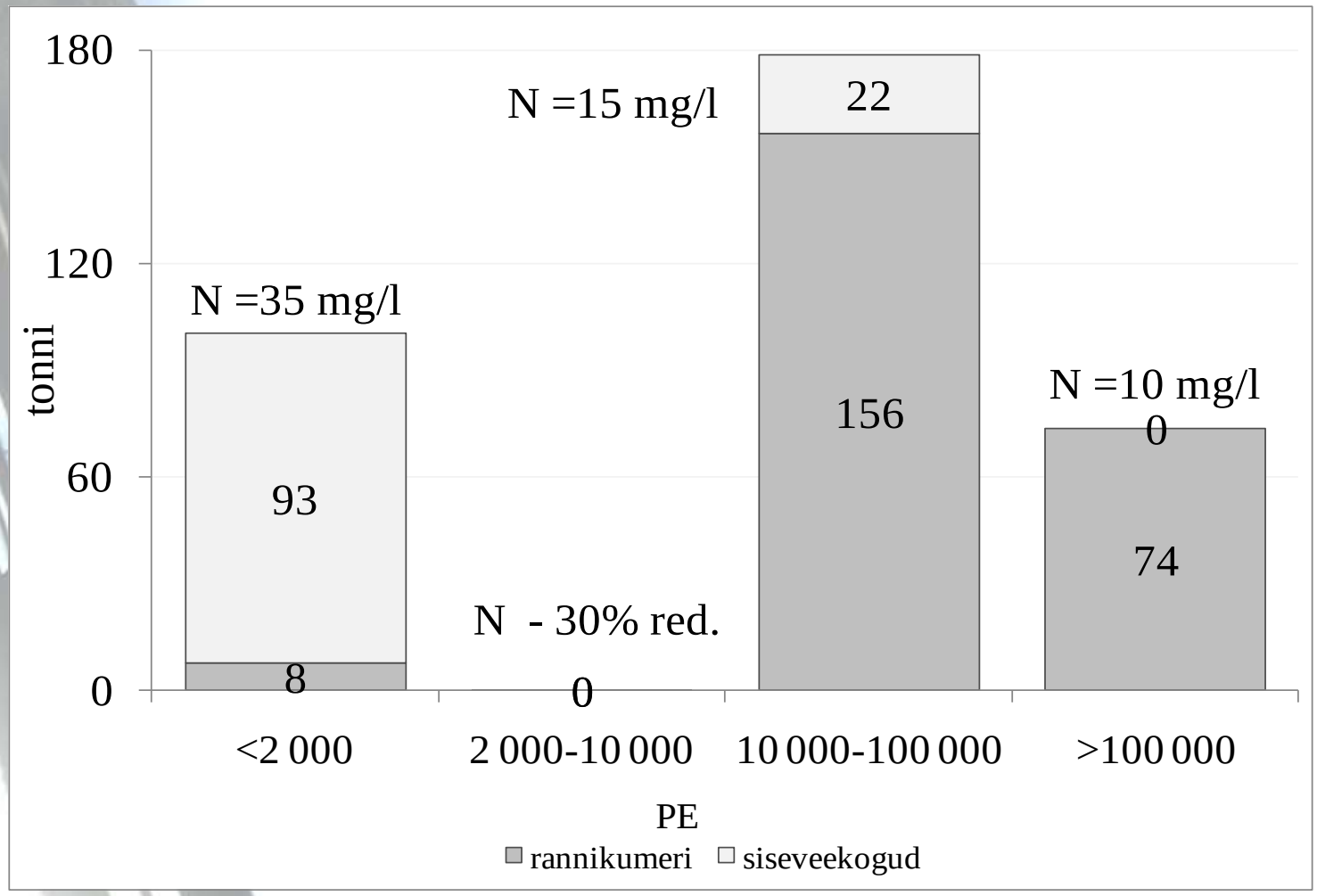


Fosfori punktkoormuse vähendamise potentsiaal erineva suurusklassiga asulatest

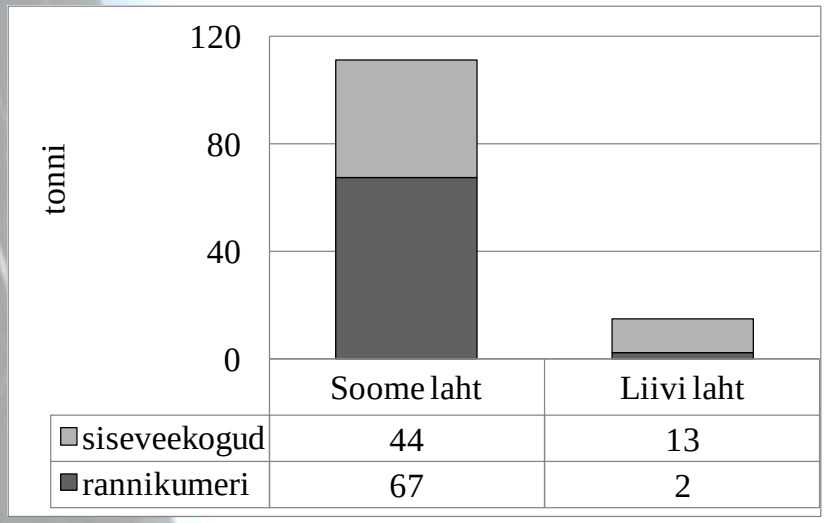


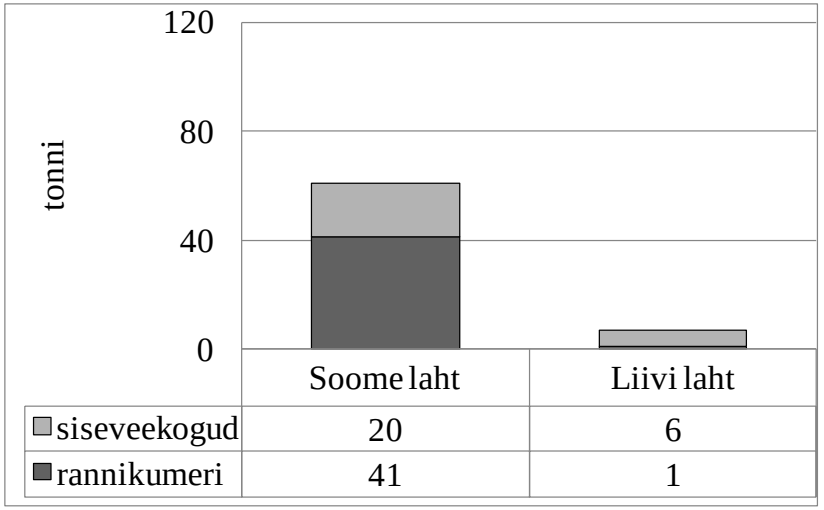
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Lämmastiku punktkoormuse vähendamise potentsiaal erineva suurusklassiga asulatest



Fosfori punktkoormused ja vähendamise potentsiaal Soome ja Liivi lahes

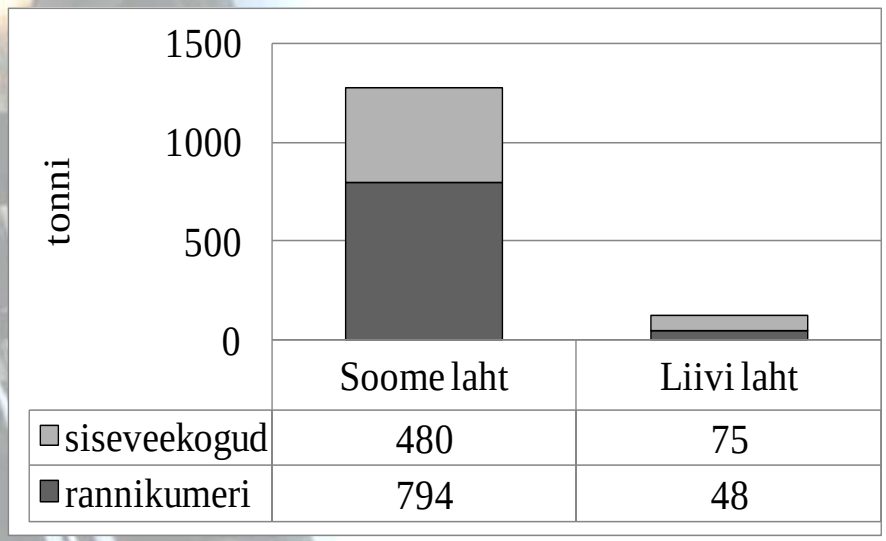


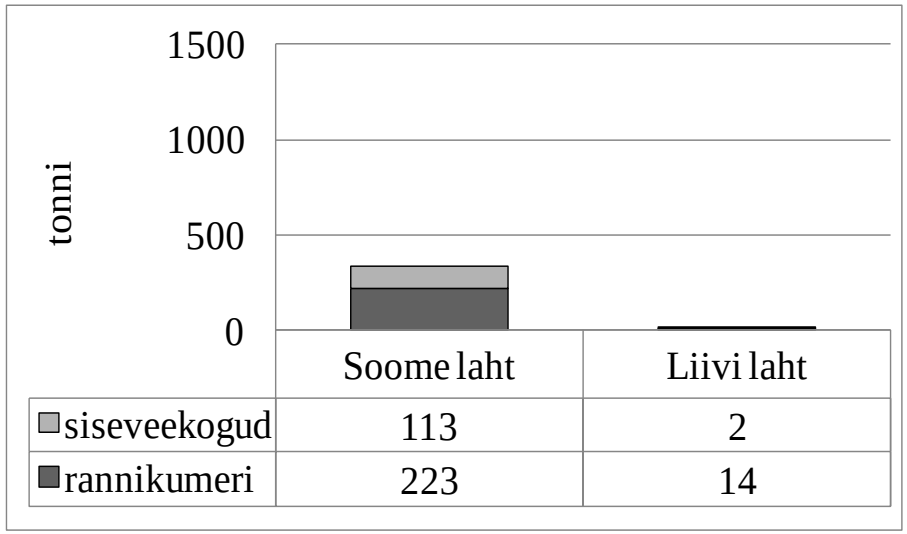


Soome lahe koormust oleks võimalik alandada 61 t ja Liivi lahes 7 t võrra.

Kokku 68 t (31% sihtarvust: NB! siseveekogude koormus ei avaldu täielikult jõgede koormuses merele)

Lämmastiku punktkoormused ja vähendamise potentsiaal Soome ja Liivi lahes



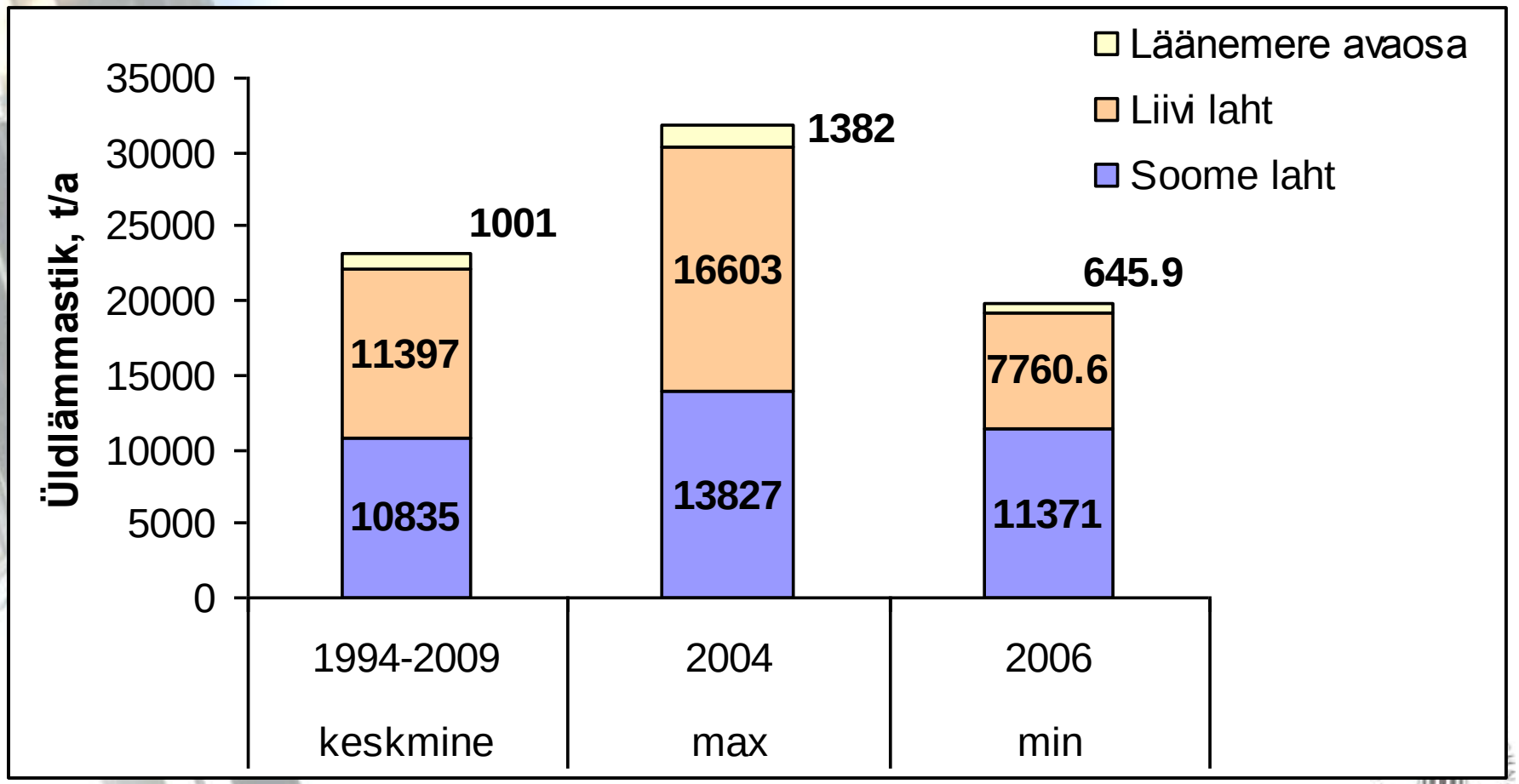


Soome lahe koormust võimalik alandada 336 t ja Liivi lahes 16 t võrra.

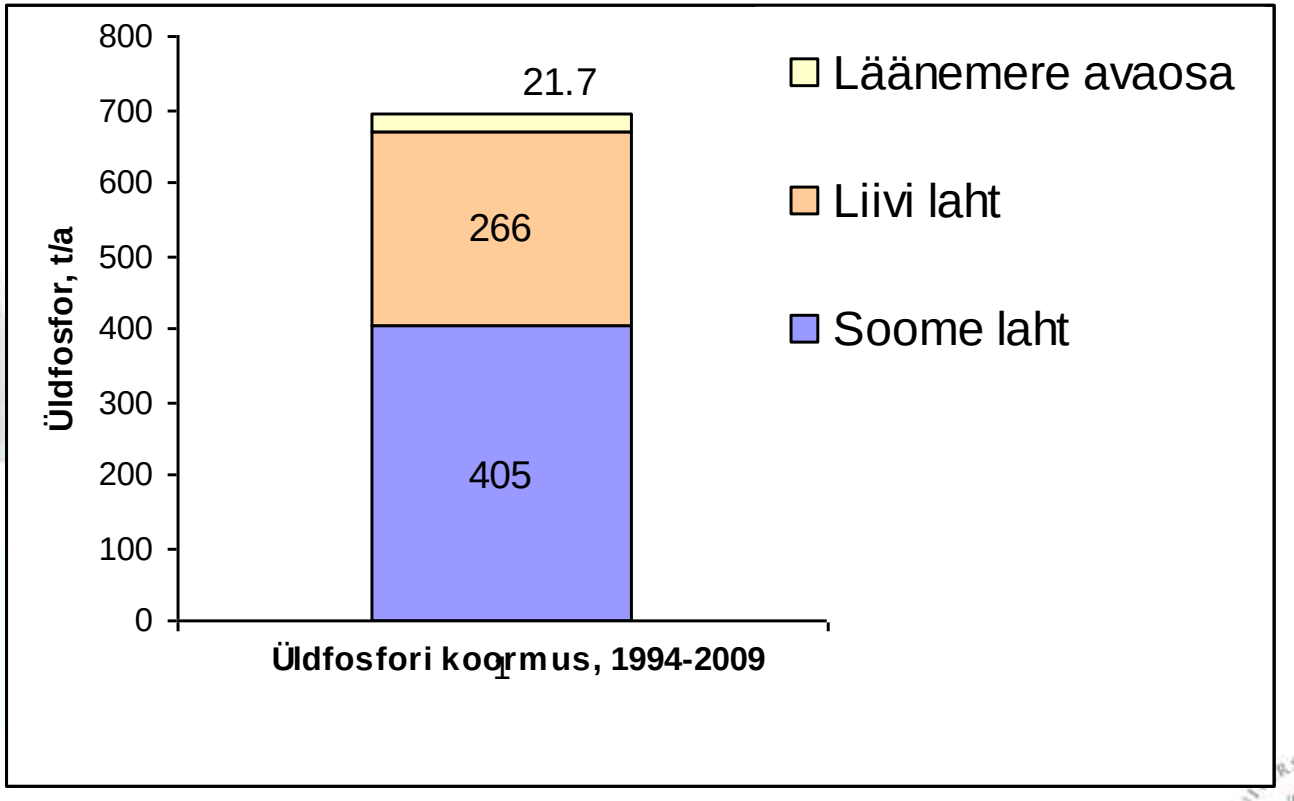
Kokku 352 t (39% sihtarvust: NB! siseveekogude koormus ei avaldu täielikult jõgede koormuses merele)

- Seega oluline vähendamine vajalik antropogeense hajureostuskoormuse alanemise teel
- Looduskoormust ei alanda

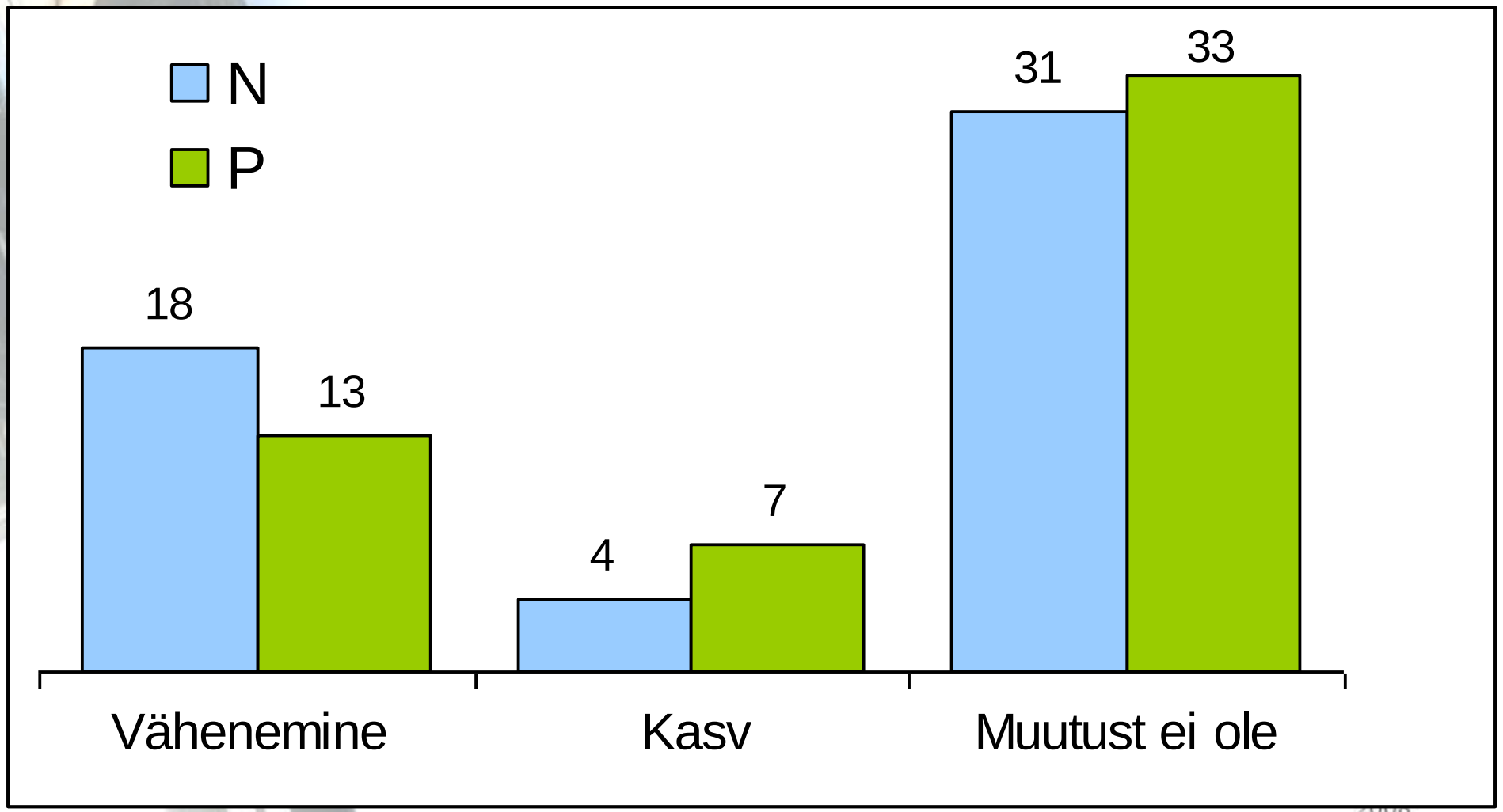
Eesti jõgede lämmastiku koormus Läänemerele



Eesti jõgede fosfori koormus Läänemerele



Lämmastiku ja fosfori sisalduse trendid Eesti jõgedes

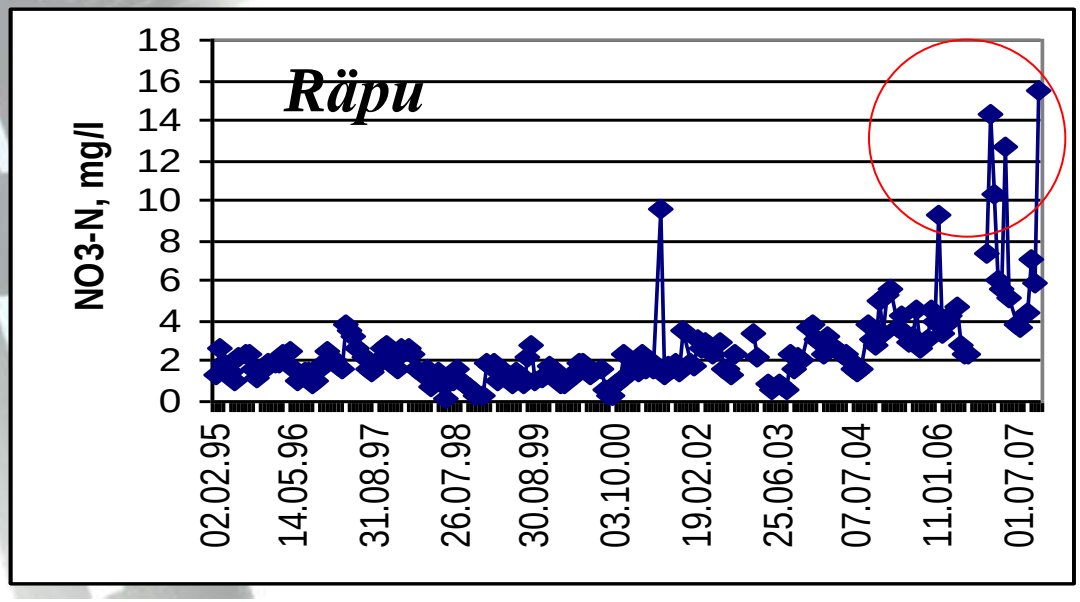


Lämmastik

Kõik suureneva trendiga juba praegu:

- väga halvas (Räpu),
- halvas (Mustjõgi)
- rahuldavas (Vihterpalu and Sauga)

kvaliteediklassis.



Kõrged maksimumid

Kergitavad aruandluse 90% ja keskmisi näitajaid

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

N koormuse võimalik vähendamine jõgedes (NB! 1994-2009 keskmisest ärakande tasemest)

Jõgi	Võimalik vähendamine, t/a
Selja	284
Loobu	13
Pirita	158
Vääna	142
Keila	346
Kokku	**943**

Eeldus: hea seisundi klass (Narva jõel 0,7 mgN/l, teistel jõgedel 3 mgN/l)

1918
2008

P koormuse võimalik vähendamine jõgedes (1994-2009 keskmisest ärakande tasemest)

Jõgi	Võimalik vähendamine, t/a
Pühajõgi	7
Selja	21
Pudisoo	0,3
Vääna	2
Keila	4
Kokku	**34**

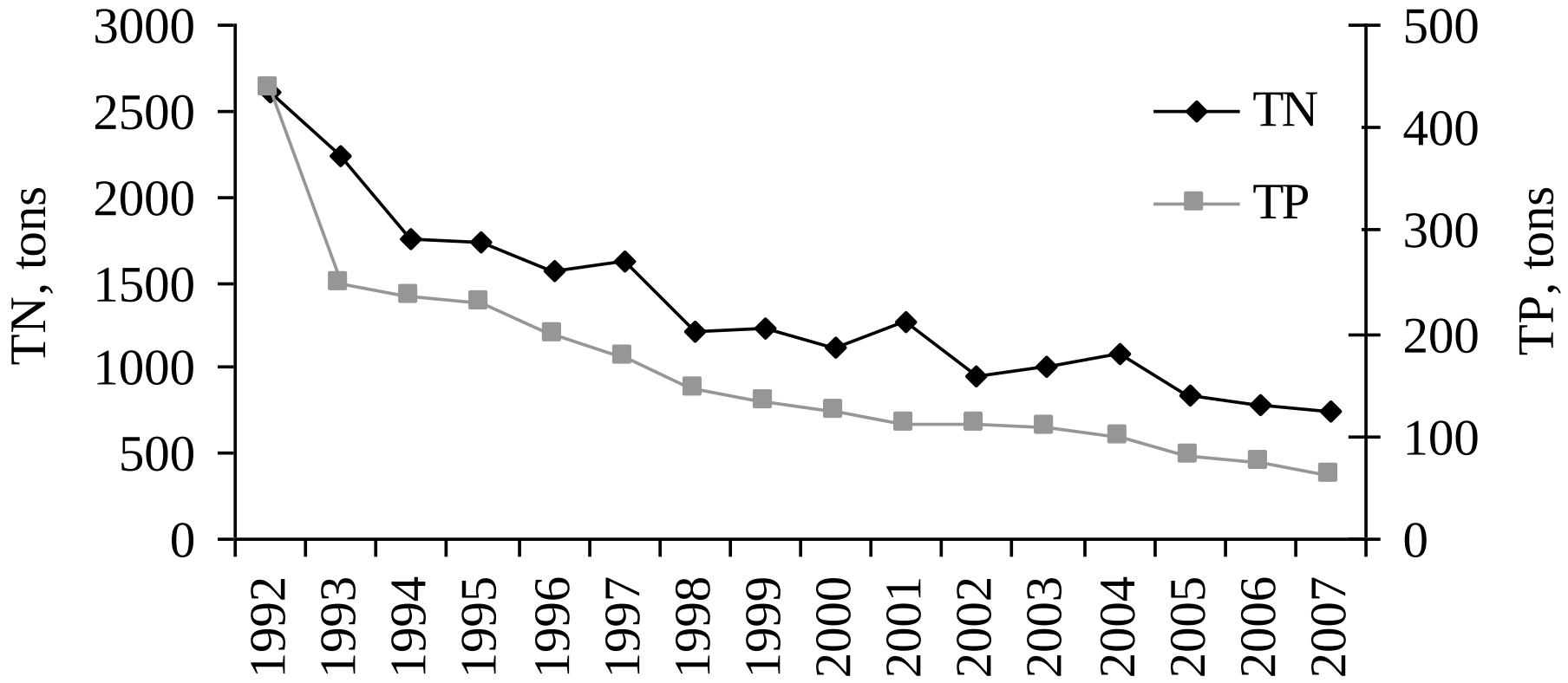
Eeldus: hea seisundi klass (Narva jõel 0,06 mgP/l, teistel jõgedel 0,08 mgP/l)

Lämmastiku ja fosfori hajukoormus siseveekogudele, 2009

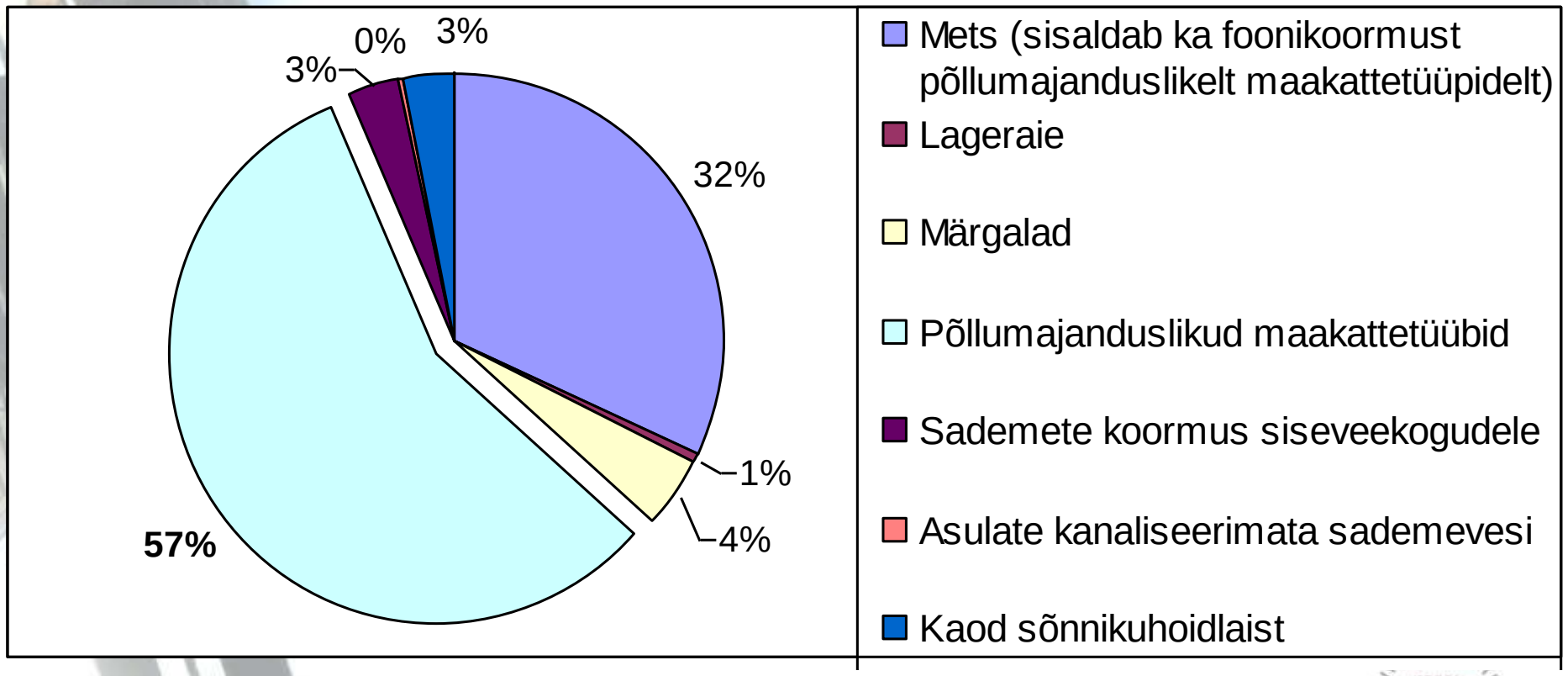
2009	N, t/a	P, t/a
Mets (sisaldab ka foonikoormust põllumajanduslikelt maakatte	9802	371
Lageraie	158	5
Märgalad	1276	38
s.h. turbakaevandamisalad	84	7
Põllumajanduslikud maakattetüübid	17405	215
Sademete koormus siseveekogudele	995	69
Asulate kanaliseerimata sademevesi	67	11
Kaod sõnnikuhoidlaist	934	26
KOKKU hajukoormus	29703	710

Punktkoormus kokku 2007: 129 t fosforit ja 1405 t lämmastikku

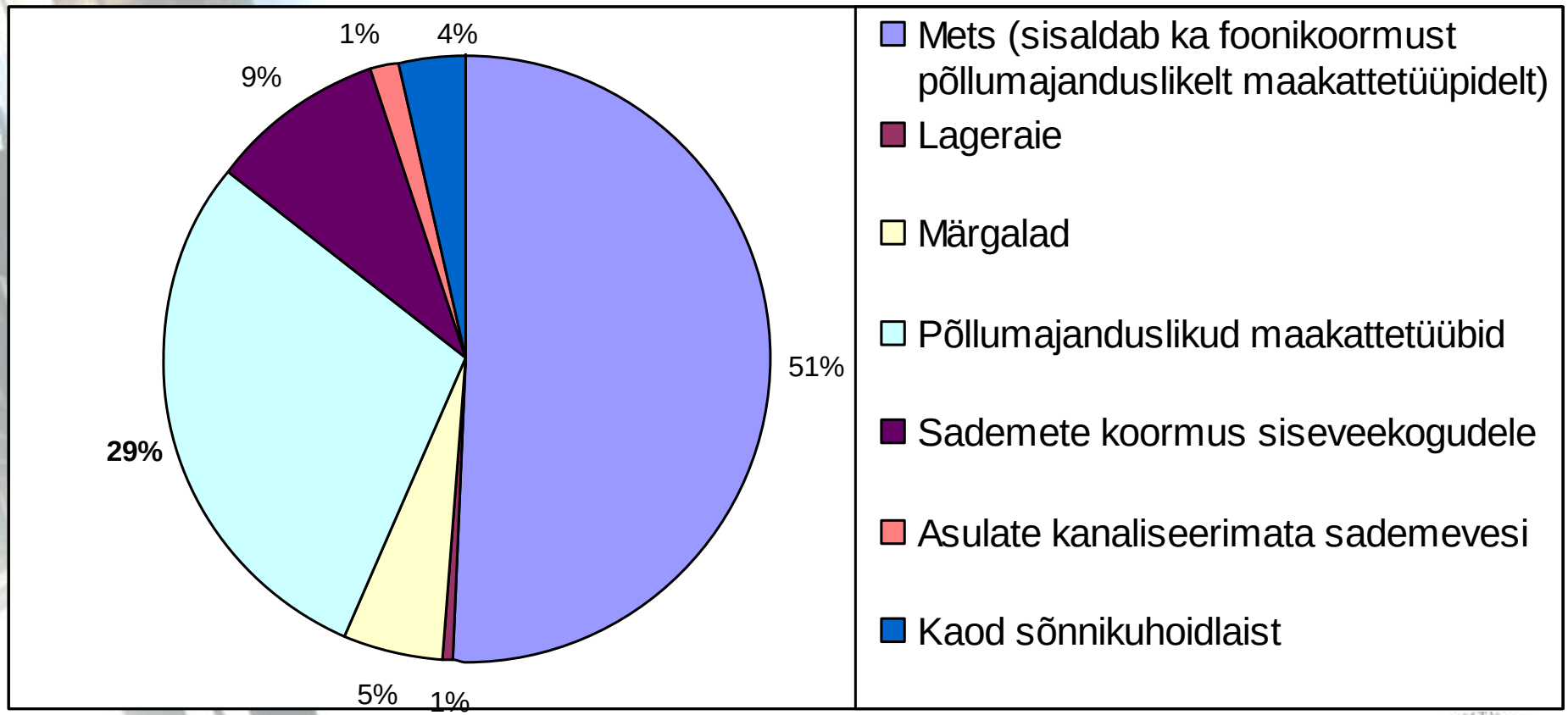
Punktallikate koormus

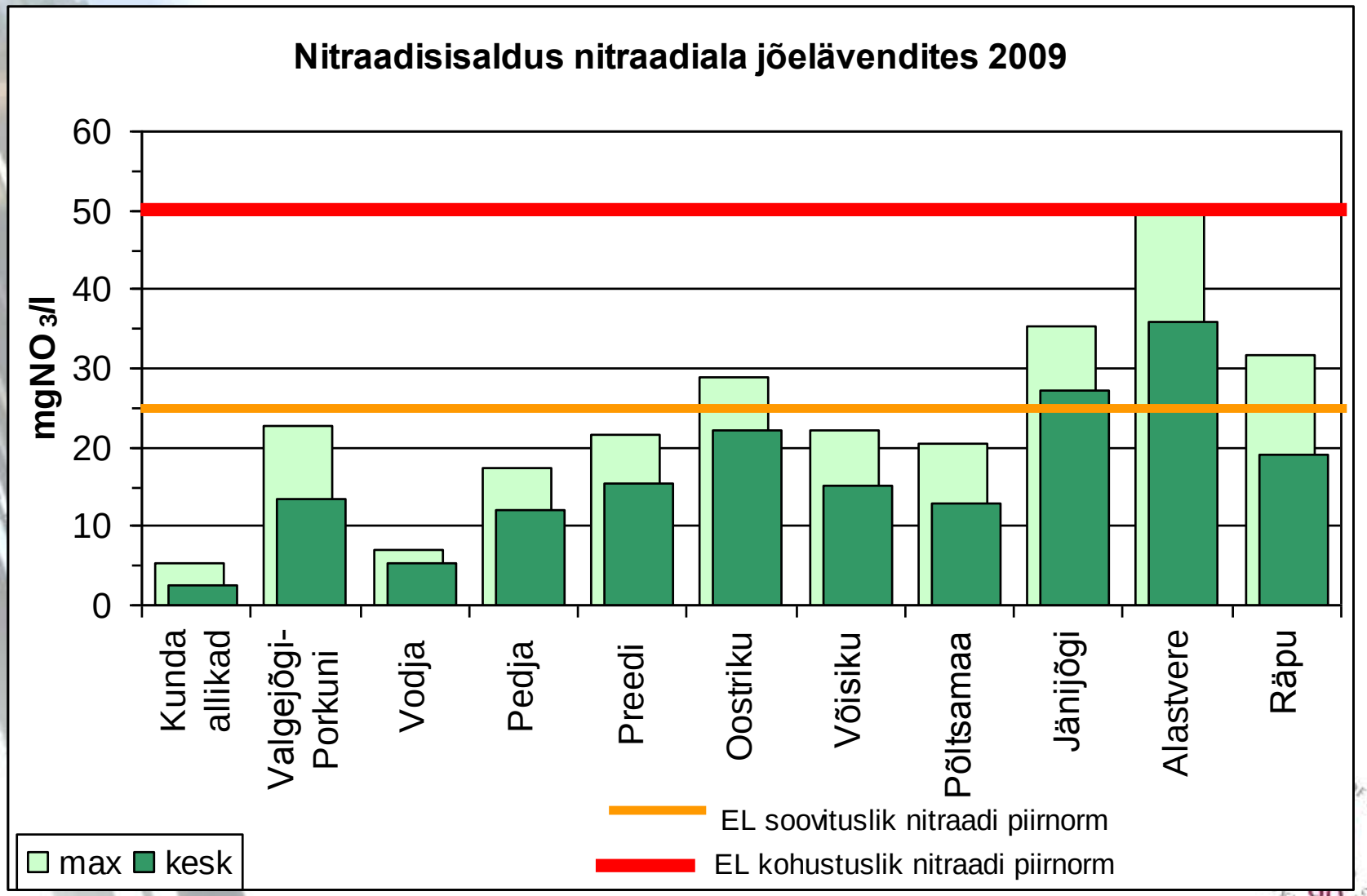


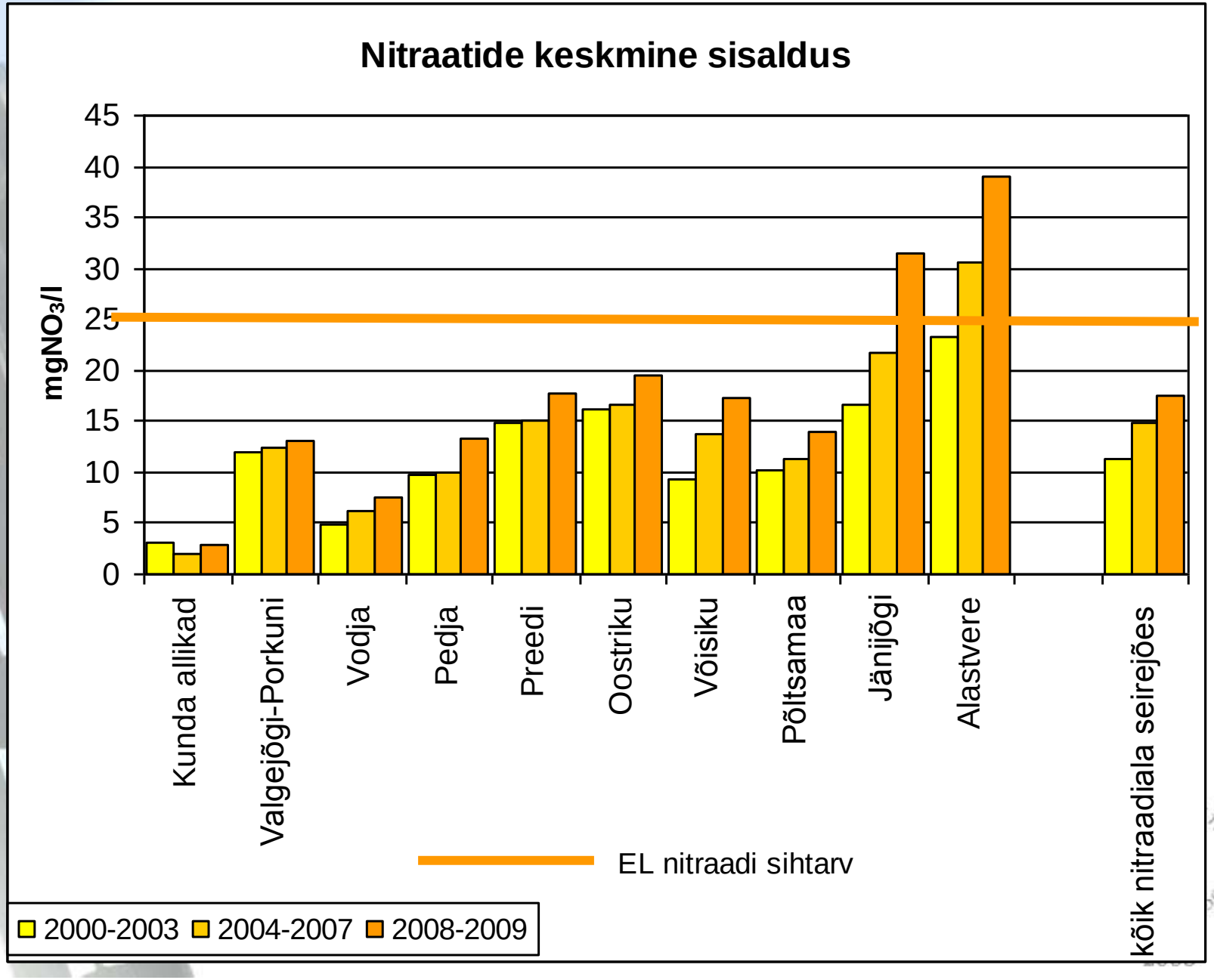
Lämmastiku hajukoormus siseveekogudele, 2009



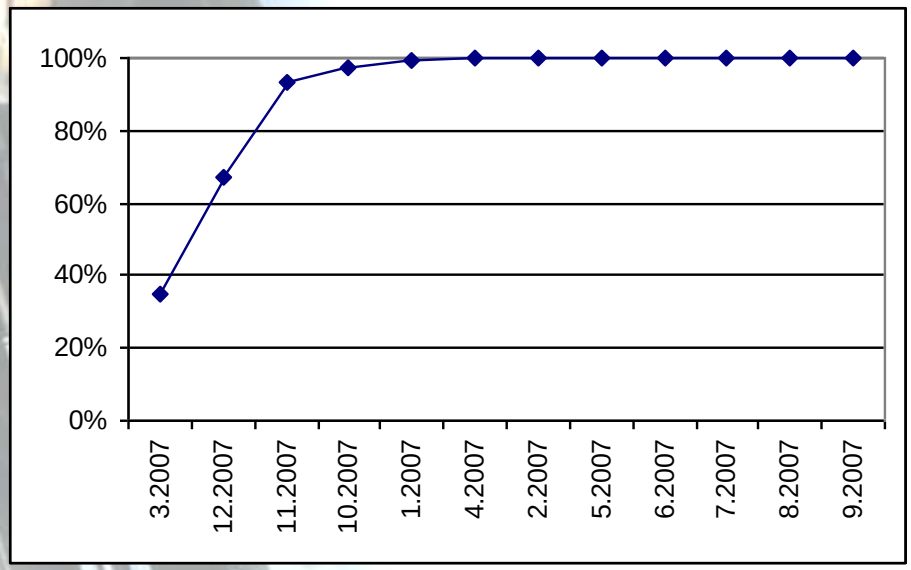
Fosfori hajukoormus siseveekogudele, 2009

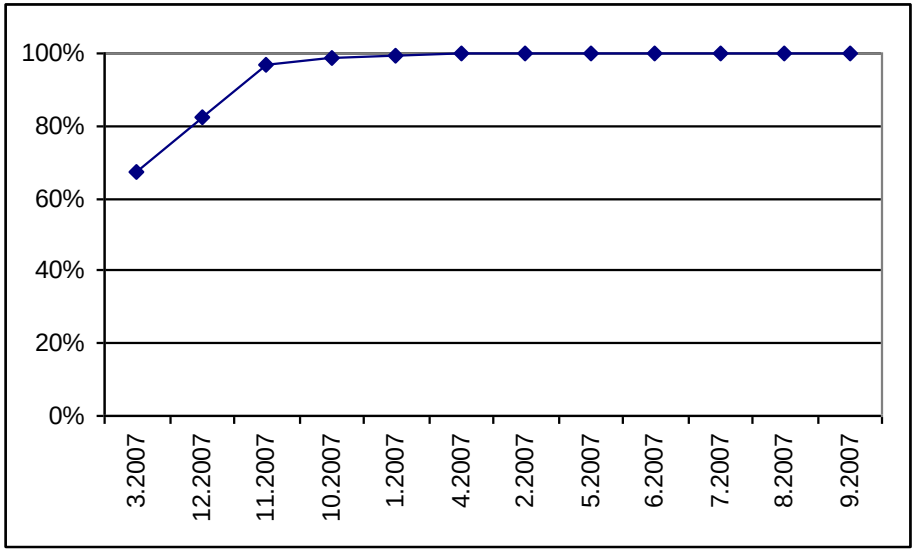



Nitraadisisaldus nitraadiala jõelävendites 2009
mgNO3/l
60
50
40
30
20
10
0
Kunda allikad
Valgejõgi-Porkuni
Vodja
Pedja
Preedi
Oostriku
Võisiku
Põltsamaa
Jänijõgi
Alastvere
Räpu
max
kesk
EL soovituslik nitraadi piirnorm
EL kohustuslik nitraadi piirnorm


Nitraatide keskmine sisaldus
mgNO3/l
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Kunda allikad
Valgejõgi-Porkuni
Vodja
Pedja
Preedi
Oostriku
Võisiku
Põltsamaa
Jänijõgi
Alastvere
kõik nitraadiala seirejões
EL nitraadi sihtarv
2000-2003
2004-2007
2008-2009

Nitraatlämmastiku ja fosfori kumulatiivne ärakanne Räpu valgla dreenide kaudu 2007. aastal.





Kolme kuu (märts november ja detsember) ärakanne dreenide kaudu: 93% nitraatlämmastikust ja 97% fosforist

Kontsentratsioonid: > 240 mg NO_3/l

Kaadmium väetistes ja hinnang koormusest keskkonnale

- Kaadmium keskkonda:
  looduslikud allikad + inimtegevus.

- tööstuslik, eeskätt metallurgiatööstus,
- kütuste põlemine,
- fosfaatväetiste tootmise jääkprodukt,
- fosforväetiste kasutamine põllumajanduses.

- Akumuleerub taimedes ja loomades.
- Kergesti imendatav neerudes ja maksas,
- Koguneb liigestesse ja luudesse,
- Häirib immuunsüsteemi,
- Toksiline eelkõige neerudele
- Seetõttu klassifitseeritud kantserogeenseks.

Nõuded

- **Nõukogu Direktiiv 86/278/EMÜ**, keskkonna ja eelkõige pinnase kaitsmise kohta **reoveesette kasutamisel põllumajanduses**.
- Cd piirväärtused : reoveesettega töödeldud pinnases: 1 - 3 mg kuivaine kg kohta;
- Cd kontsentratsioonid reoveesettes: 20 - 40 mg/kg kuivaine kohta;
- maksimaalne aastane kogus, mida lubatud viia põllumajanduslikul eesmärgil kasutatavasse pinnasesse 0,15 kg/ha/a.

Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määrus nr 78 **Reoveesette põllumajanduses**, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded

Põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutatava sette kaadmiumi sisalduse piirväärtus:

Raskmetall	*Piirväärtus mg/sette KA kg kohta*
Kaadmium	*20,0*

Sette kasutamine põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel on keelatud maa-aladel, kus kaadmiumi sisaldus mullas ületab järgmisi piirväärtusi:

Raskmetall	*Piirväärtus mg/mulla KA kg kohta*
Kaadmium	*3,0*

Põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel sette kasutamisel mulda viidav kümne aasta keskmine kaadmiumi kogus hektari kohta ei tohi ületada järgmist piirväärtust:

Raskmetall	*Piirväärtus mg/mulla KA kg kohta*
Kaadmium	*0,15*

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

- **Komisjoni Määrus (EÜ) nr 1881/2006: saasteainete piirnormid toiduainetes**

Cd piirnorm:

- veise-, lamba-, sea- ja linnuliha 0,05 mg/kg,
- nende maksas 0,5 ja neerus 1,0 mg/kg.
- kala lihaskude vastavalt liigile 0,05 või 0,1 mg/kg,
- vähilaadsed 0,05 mg/kg,
- teravili 0,1 mg/kg,
- kliid, idud, nisuterad, riis 0,2 mg/kg
- varased köögiviljad, juurviljad ja kartulid 0,1 mg/kg

- **Helsingi Komisjoni soovitus 31E/3 20.05.2010. Kaadmium väetistes,**
- Soovitus liikmesriikidele seada piirväärtus kaadmiumi sisaldusele väetistes, mis sisaldavad fosforit rohkem kui 1%.

- **Ettepanek Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruseks väetiste sisalduva kaadmiumi kohta.** N°22, 31.07.2003.
- Vahetu või mineraalfosforväetistes ühendina sisalduva Cd suurima sisalduse astmeline vähendamine:

Piirväärtus (mg Cd/kg P_2O_5)

- 5 aastat peale määruse jõustumist 60
- 10 aastat peale määruse jõustumist 40
- 15 aastat peale määruse jõustumist 20

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 90 1918 2008

Põllumajandusministri 10. märtsi 2005. a määrus nr 23 **Nõuded väetise koostisele väetise liikide kaupa:**

Cd sisaldus ei tohi ületada:

Fosforväetises ja fosforväetise toormes, mg/ 1 kg fosfori (P_2O_5) kohta	***60***
Teistes fosforit mittesisaldavates väetistes, mg/1 kg väetise kuivaine kohta	***3***
Lubiväetises, mg/kg	***3***

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

- Keskkonnaministri määrus nr 49, 9.11.2010. a Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete ning teatavate muude saasteainete keskkonna **kvaliteedi piirväärtused pinnavees**
- **Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused.** Keskkonnaministri määrus nr 39 11.08.2010. a :
- **Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases** Keskkonnaministri määrus nr 38
- 11. 08.2010. a

- Põllumajandusministri määrus nr. 66, 25.04.2007. Muudetud 28.06.2010, ja osaliselt 1.11.2010.

  Soovimatute ainete loetelu ja nende sisalduse lubatud piirmäärad söödas

- **Eesti põllumullad valdavalt madala ja keskmise Cd´sisaldusega klassis** (Kanger et al).

Sisaldusaste	**Sisaldus, mg/kg**
Väga madal	alla 0,065
Madal	0,065 – 0,180
Keskmine	0,181 – 0,520
Kõrge	0,521 – 1,700
Väga kõrge	1,71 – 3,40
Ohtlikult kõrge	üle 3,4

Huumushorisondi vähim Cd sisaldus – 0,04 mg/kg, suurim – 16,42 ja keskmine – 0,39 mg/kg (Petersell, et al, 1997)

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

- **EL geokeemikute ekspertgrupi projekti GEMAS (Geochemical mapping of agricultural and grazing land soil in Europe) andmed**
- Eesti tugivõrgus 18 põllumulla ja 18 rohumaa uuringupunkti. Proovid on kogutud 2008. a juuli – september.
- Kuningvees lahustuva fraktsiooni analüüsi tulemused (Cd kuningvees lahustuva fraktsiooni sisaldus kuni 30% väiksem kogusisaldusest) :
- Cd põllumuldades 0,055 – 0,365 mg/kg
- Rohumaa 0,048 – 1,487 mg/kg

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

- **<u>Settekivimid:</u>** üle 80% maailmas toodetud fosforiidist,
- Keskmine P_2O_5 sisaldus 31.3 % ja Cd sisaldus 20.6 ppm (0.5-150 ppm) (Kauwenbergh, 2002).

- **<u>Tardkivimid:</u>** kaevandatakse Venemaal, Lõuna-Aafrikas, Soomes ja Brasiilias,
- Tihti madalakvaliteedilised.
- Rikastamisega võib tagada 30% P_2O_5 sisalduse,
- Cd keskmine sisaldus 1.5 ppm (0.5-5 ppm) (Kauwenbergh, 2002).

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 90 1918 2008

- Erinevate maardlate kaadmiumi sisaldused varieeruvad kuni sada korda

- Tardkivimite Cd sisaldus oluliselt madalam

P_2O_5 ja Cd sisaldused settekivimite fosforiidilasundites (Kauwenbergh, 2002)

Riik	*Maardla*		*Keskmine P_2O_5*	*Keskmine Cd*	*Vahemik*
			(%)	*(ppm)*	
Alzeeria	*Djebel Onk*		*28.8*	*22.5*	*13-32*
Austraalia	*Duchess*		*31.2*	*4.17*	*0.5-5*
Israel	*Zin*		*31.13*	*30.77*	*20-40*
Israel	*Oron*		*33.62*	*5*	
Egiptus	*Abu Tartur*		*29.89*	*5.67*	*3-10.5*
Jordaania	*El-Hasa*		*31.9*	*5.42*	*3-12*
Maroko	*Bu Craa*			***37.5***	*32-43*
Maroko	*Khouribga*		*32.6*	*15.06*	*3-27*
Maroko	*Youssoufia*		*31.22*	*23.17*	*4-51*
Nauru			*36.65*	***85.15***	*70-100*
Peruu	*Sechura*		*30.2*	*25*	*11-41*
Tansaania	*Minjingu*		*28.6*	*1*	
Tuneesia			*29.95*	***39.5***	*30-56*
USA	*Central Florida*		*32.1*	*9.13*	*3-20*
USA	*Idaho*		*31.7*	***92.29***	*40-150*

P_2O_5 ja Cd sisaldused tardkivimite fosforiidilasundites (Kauwenbergh, 2002)

Riik	*Maardla*		*Keskmine P_2O_5*	*Keskmine Cd*	*Vahemik*
			(%)	*(ppm)*	
Brasiilia	*Araxa*		*37.0*	*2.50*	*2-3*
Brasiilia	*Catalao*		*37.4*	*<2*	
Burundi	*Matongo*		*40.4*	*<2*	
Soome	***Siilinjarvi***		***39.5***	***<2***	
L. Aafrika	*Phalaborwa*		*38.6*	*1.3*	*1-1.6*
Sri Lanka	*Eppawala*		*36.43*	*2.17*	*0.5-5*
Rootsi	***Kiiruna***		***35.3***	***~ 0***	*<1-<5*
Rootsi	***Grangessburg***		***37.85***	***1***	
Uganda	*Sukulu Hills*		*38.6*	*1*	
Venemaa	***Koola***		***39.2***	***1.25***	*0.3-2*
Zimbabwe	*Dorowa*		*33.1*	*1*	*1*

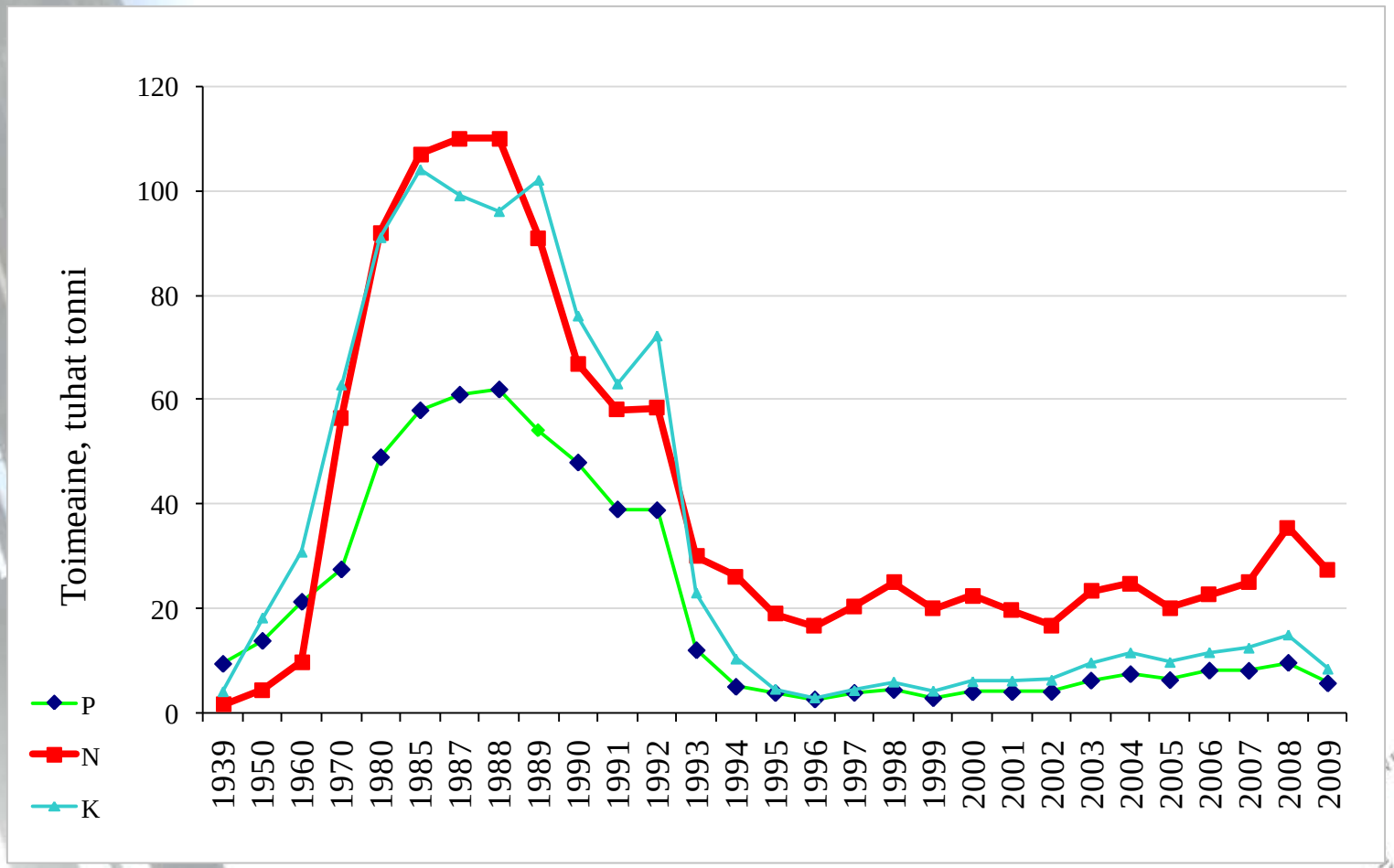
Kaadmiumi sisaldusele väetistes õigusaktidega seatud piirväärtused (Otero et al., 2005)

Riik	Cd, mg/kgP	Aasta
Austraalia	300	2000
Austria	275	
Belgia	200	
Taani	110	1998
Soome	50	1994
Saksamaa	200	
Jaapan	343	
Holland	35	1987
Norra	100	1995
Rootsi	100	1992
Šveits	50	
Kanada	20 mg/kg KA	1997

Keskmine sisaldus Euroopas kasutatavates väetistes: 138 mg/kg P (Cadmium in Fertilizers, 2000).

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 90 1918 2008

Mineraalväetiste kasutamise dünaamika Eestis 1939 – 2009



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Cd P väetistega Eestis

- Fosforväetisi sisse toodud Soomest, Venemaalt, Leedust, vähesel määral Lätist.
- Leedu ja Läti kasutavad/pakendavad ilmselt Venemaa maardlate tooret või valmistoodangut.
- Soome ja Venemaa maardlate fosforiidi Cd sisaldus madal: < 0,1 mg/kg.
- PMK Jääkide ja Saasteainete labori ammooniumfosfaadi Cd analüüsid aastatel 2004, 2007, 2008:
- Cd sisaldus <0,15 - 0,35, keskmisena 0,258 mg/kg.

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Cd lubiväetistega Eestis

- 2009.aastal turustati 21718 tonni lubiväetisi (Väetiseregister).
- Andmed väetise liikide kaupa ei ole avalikud,
- Cd sisaldused eri liikides erinevad

Raskmetallide sisaldus (mg kg^{-1}) erinevates lubimaterjalides (Mulla happesuse..., 2006)

Lubimaterjal	Cd
Dolomiidijahu	0,25
Lubjakivijahu	0,38
Tolmpõlevkivituhk	0,36

90
1918
2008

Cd lubiväetistega Eestis

- PMK Jääkide ja Saasteainete labori analüüsid 2002 kuni 2010:
- põlevkivituha Cd sisaldus kuni 0,53 mg/kg, valdavalt alla 0,01 mg/kg.
- Kõrged sisaldused puidutuhas 2–4 mg/kg
- klinkertolmus 0,8 mg/kg.

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Cd lubiväetistega Eestis

- Arvutustes kasutati seadusandluses sätestatud piirnormi 5 tonni/ha (vt PM määrus Maaparandushoiutöödele esitatavad nõuded).
- Ajasamm lupjamisel - 4 aastat (Järvan, 2005).

Cd reoveesettega

- 2009.a põllumajanduslikuks kasutuseks suunatud reoveesette kogus kuivainena 10 093,1 tonni („Veekasutus“)
- sh Estonian Cell 7495,5 tonni ja asulareovee sete 2597,6 tonni.
- Kas ka tegelikult reoveesetet põllumajanduses kasutati ja kui suurele pinnale laotati ei ole teada.

Keskmine Cd sisaldus reoveesettes, mg/kg

	Estonian Cell, mg/kg	Teised, mg/kg
Aruanne Veekasutus	0,39	1.11
Keskkonnauuringute Keskus	1,04 (50% meetod) ja 0,96 (PLC5 metoodika)	
Põllumajandusuuringute Keskuse Jääkide ja Saasteainete laboratoorium	0,228; 0,339; 0,198; 0,474; 0,74 (kompost)	

Kaadmiumi reostuskoormus 2008, 2009

	kg Cd/a	g/ha/a
Atmosfääri koormus		0,450
Fosforväetised		0,058
Lubiväetised		0,410
Reoveesete	5,7	0?
Loomasööt		?
Kokku		?

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008

Tänan!

arvo.iital@ttu.ee

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
90
1918
2008