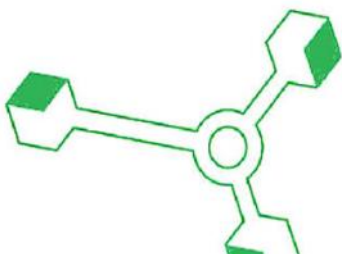
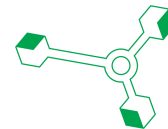


**Vee koormusallikate ja
nende mõju
ajakohastamine,
nende mõju
vähendamise
meetmete
määratlemine Peipsi
alamvesikonnas**

2017





Töö nimetus: Vee koormusallikate ja nende mõju ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonnas

Täiendatud versioon, september 2017

Töö autorid

Ülle Leisk

Merike Hindrikson

Martin Mandel

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

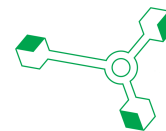
www.klab.ee

Lepingu nr: 4-1.1/15/141

Töö valmimisaeg: 21.03.2017

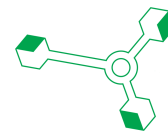
Töö on teostatud SA Keskkonnainvesteeringute Keskus toetusel



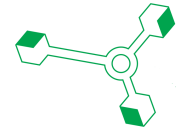


Sisukord

1.	Sissejuhatus	5
2.	Peipsi alamvesikond.....	6
2.1.	Peipsi alamvesikonna vee seisundist ja suundumustest vee kvaliteedis	6
2.2.	Peipsi alamvesikonna olulisemad põllumajanduspiirkonnad ning lämmastiku ja fosfori koormuse põllumajanduslikud allikad.....	11
3.	Materjal ja metoodika	20
3.1.	Proovivõtukohad.....	20
3.1.1.	Proovivõtukohtade valik	20
3.1.2.	Proovivõtupunktid	33
3.1.3.	Proovivõtukohtade kirjeldus	36
3.2.	Proovivõtt	65
3.2.1.	Pinnaveeproovide võtmine	65
3.2.2.	Pinnaseproovide võtmine	65
3.3.	Analüüsimetodid	67
3.4.	Toitainete koormuse ja ärakande arvutamise meetodid	67
4.	Töö tulemused	68
4.1.	Pinnavee toitainete sisaldus	68
4.2.	Toitainete äraanne	77
4.3.	Pinnase toitainete sisaldus.....	83
5.	Uuringutulemuste kasutamine hinnanguteks mudelites.....	87
5.1.	Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamisevõimalused Estmodelis.....	87
5.2.	Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamisevõimalused HYPE mudelis	88
5.3.	Peipsi vesikonna veekogumite hinnangulised N, P ärakanded 2015 EstModel alusel.....	89
6.	Meetmeid veele avalduva koormuse vähendamiseks	106
6.1.	Üldised meetmed toitainete koormuse kontrolli all hoidmiseks või vähendamiseks.....	106



6.2.	Meetmed sõltuvalt koormuse põhiallikast	109
6.3.	Kogumipõhised meetmed.....	111
6.4.	Kokkuvõtvalt üldised soovituslikud meetmed hajureostuse vähendamiseks.....	117
7.	Kokkuvõte	119
8.	Kasutatud kirjandus	121
9.	LISAD	122
Lisa 1.	Veeanalüüside tulemused Võhandu jõe proovivõtupunktides	122
Lisa 2.	Veeanalüüside tulemused Põltsamaa jõe proovivõtupunktides	124
Lisa 3.	Veeanalüüside tulemused Avijõe proovivõtupunktides.....	127
Lisa 4.	Veeanalüüside tulemused Ahja jõe proovivõtupunktides.....	130
Lisa 5.	Veeanalüüside tulemused Kullavere jõe proovivõtupunktides.....	132
Lisa 6.	Pinnase analüüside tulemused proovivõtupunktides	135
Lisa 7.	Eeluuringu vee analüüside tulemused	139
Lisa 8.	Eeluuringu pinnase analüüside tulemused.....	141

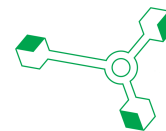


1. Sissejuhatus

Lähtudes Keskkonnaministeeriumiga sõlmitud töövõtulepingust teostas Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ Peipsi alamvesikonna põllumajanduslike reostusallikate kaardistamise ja reostuskoormuse ohjamise meetmete ajakohastamise uue perioodi veemajanduskava 2015-2021 raames.

Riigikontrolli 2012. aastal korraldatud Peipsi järve seisundi parandamise meetmete tulemuslikkuse hindamise alase auditi aruandes on kirjeldatud rida puudusi ja probleeme maismaalt pärit lämmastiku ja fosfori heidete vähendamisel. Auditis on rõhutatud, et möödunud aastakümnetel on järve seisund oluliselt halvenenud: Peipsi Suurjärv vastab viimastel andmetel seisundiklassile “kesine”, kuid Lämmijärv ja Pihkva järv mõlemad seisundiklassile “halb”. Peipsi järve seisundit mõjutab valga Eesti ja Venemaa poolel elava ligikaudu 1 miljoni inimese tegevus nii olmes, põllumajanduses, maavarade kaevandamisel, metsade majandamisel kui ka muus majandustegevuses. Peamiseks probleemiks on järve eutrofeerumine ehk toitainetega, eriti fosfori- ja lämmastikuühenditega rikastumine, mis põhjustab muutusi järve ökosüsteemis, kalavarude vähenemise, vee kvaliteedi halvenemise ning kriitilistel juhtudel sinivetikate vohamise, millest tingitud vetikamürgid ohustavad nii vee-elustikku kui ka suplejate tervist. Riigikontrolli hinnangul ei taga Eesti riigi praegune tegevus Peipsi järve reostuskoormuse vähendamist ulatuses, mis aitaks saavutada Euroopa Liidu nõuete kohase järve hea seisundi 2015 ega järgmiseks tähtajaks, s.o. 2021. aastaks. Selle peamiseks põhjusteks on, et reostuskoormuse vähendamisel pööratakse punktreostusallikate likvideerimise kõrval liiga vähe tähelepanu põllumajanduslikule hajureostusele, mis moodustab Eesti poolel olulisima osa inimtekkelisest reostuskoormusest [1].

Käesoleva töö eesmärgiks oli Peipsi alamvesikonna hajureostuskoormuse andmete kaasajastamine, põllumajanduslike reostusallikate kaardistamine ja reostuskoormuse ohjamise meetmete ajakohastamine uue perioodi veemajanduskava 2015-2021 raames.



2. Peipsi alamvesikond

Peipsi alamvesikond on osa Ida-Eesti vesikonnast.

Peipsi alamvesikond hõlmab 19% Eesti territooriumist (ilma Peipsi järvet). Alamvesikonna maismaa ja väikejärvede üldpindala on kokku 10420 km², Peipsi järve enda pindala on koos saartega 35551 km² (Peipsi järve pindala pole aga lõplik, sest puudub ametlik Eesti-Vene piir).

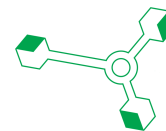
2.1. Peipsi alamvesikonna vee seisundist ja suundumustest vee kvaliteedis

Riiklikus jõgede püsiseires (igal aastal, seiresagedus 4-12 korda aastas) on Peipsi alamvesikonnas 22 seirelävendit. Tabelis 1 on toodud seirejõgede füüsikalise-keemilised koondmäärangud aastatel 2009-2015 KKM määruse nr. 44 järgi [2], ökoloogilise seisundiklassid on märgitud väga hea, hea, kesine, halb ja väga halb.

Tabel 1. Peipsi alamvesikonda jäävate seirejõgede koondmäärangud aastatel 2009-2015

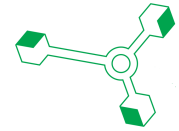
Seire jaama nr	Jõgi, lävend	Veekogumi nimi	Veekogumi kood	Tüüp	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Piusa - Värsk-Saatse mnt.	Piusa_2	1000200_2	2B	23	23	23	23	24	24	24
3	Võhandu - Himmiste	Võhandu_5	1003000_5	2B	23	22	22	23	23	24	23
4	Võhandu – allpool Räpinat	Võhandu_7	1003000_7	3B	20	22	21	23	23	23	23
11	Emajõgi – Rannu-Jõesuu	Emajõgi	1023600_1	3B	22	23	23	23	23	23	22
12	Emajõgi - Kvissental	Emajõgi	1023600_1	3B	18	20	22	23	23	23	23
13	Emajõgi - Kavastu	Emajõgi	1023600_1	3B	19	19	19	21	20	21	21
14	Pedja -Jõgeva SAJ	Pedja_2	1023700_2	2B	21	21	22	22	23	23	24
15	Pedja - Tõrve	Pedja_2	1023700_2	2B	20	24	20	23	23	21	21
16	Preedi - Varangu	Preedi_1	1031500_2	2B	22	22	23	23	23	23	23
17	Põltsamaa - Rutikvere	Põltsamaa_2	1030000_2	2B	22	21	21	22	22	23	23
18	Mustjõgi - Tulijärve	Mustjõgi	1031000_1	1A	16	15	21	21	21	21	20
21	Linnusaare oja	puudub	puudub	1A	20	19	24	24	23	20	23
22	Oostriku j. Oostriku	Oostriku jõgi	1032100_1	1B	23	23	23	23	23	22	23
23	Porijõgi - Reola	Porijõgi_2	1044400_2	2B	22	23	23	23	25	25	24
24	Ahja - Kiidjärve	Ahja_3	1047200_3	2B	23	23	23	24	25	24	25
25	Ahja - Lääniste	Ahja_4	1047200_4	2B	21	20	22	24	23	24	24
27	Avijõgi - Mulgi	Avijõgi_2	1056900_2	2B	23	24	23	21	24	23	22
61	Võisiku peakraav	Nõmavere pkr	1034600_1	1B	18	20	16	23	22	23	23
65	Alastvere peakraav	Alastvere	1034200	1B	16	20	20	18	21	20	21
66	Võhandu - Kärgula	Võhandu_2	1003000_2	1B		25	25	25	25	25	25
67	Kullavere jõgi, Jõhvi-Tartu mnt	Kullavere_2	1052600_2	2B		22	24	24	24	24	23

Kuigi püsiseire jõgede füüsikalise-keemiline seisund on hea/väga hea, on lämmastiku sisaldus osades jõgedes kõrge. Jõgede püsiseire üldlämmastiku ja –fosfori keskmine sisaldus aastatel 2009-2015 ja lisaks ülevaateseirest jõgede andmed 48-st lävendist (6-aastase tsükliga 4 korda aastas) on kantud kaardile joonisel 1.



Joonis 1. Jõgede seire üldlämmastiku ja –fosfori 2009-2015 keskmine sisaldus.

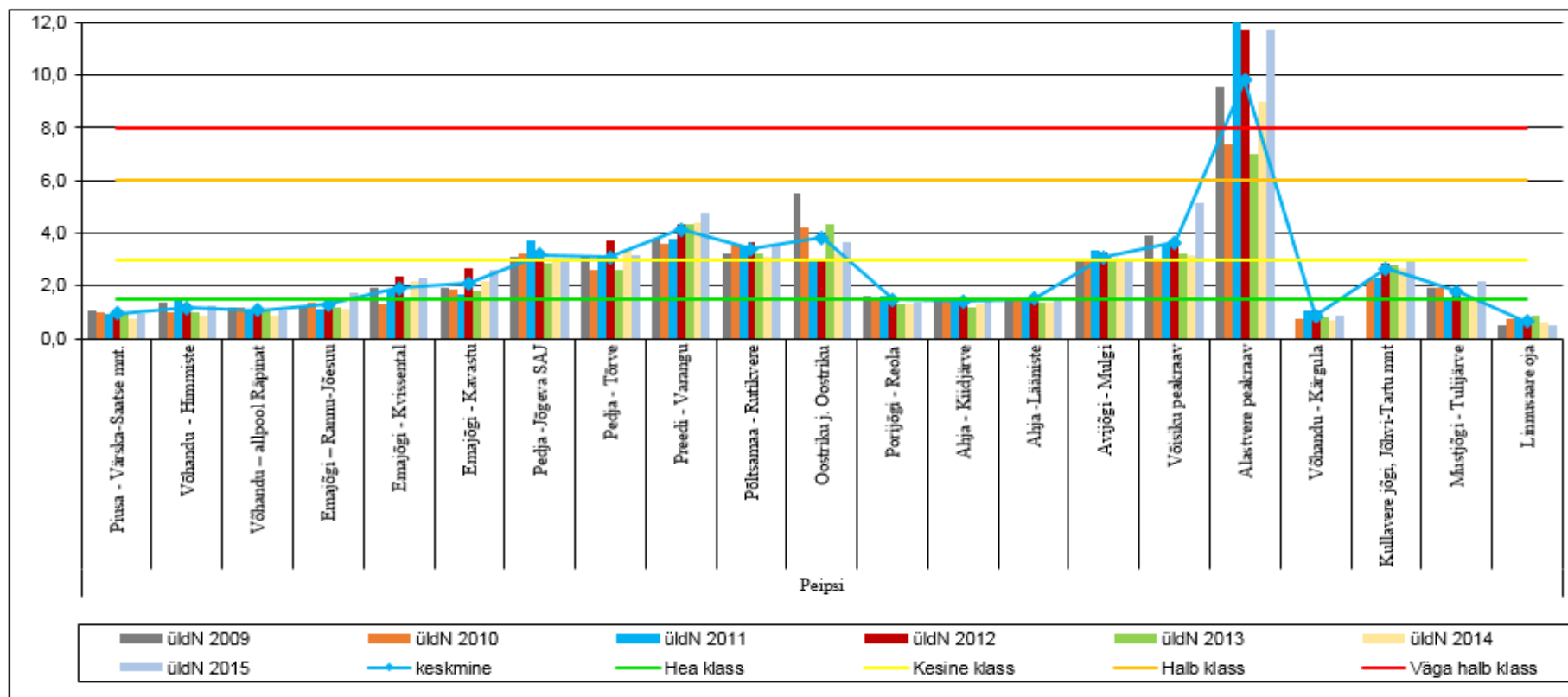
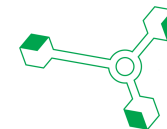
2009-2015. aastate üldlämmastiku keskmiste sisalduste järgi jäid kesisesse ökoloogilisse seisundiklassi Peipsi alamvesikonna seirejõgedest Pedja jõe mõlemad lävendid, Preedi jõgi Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



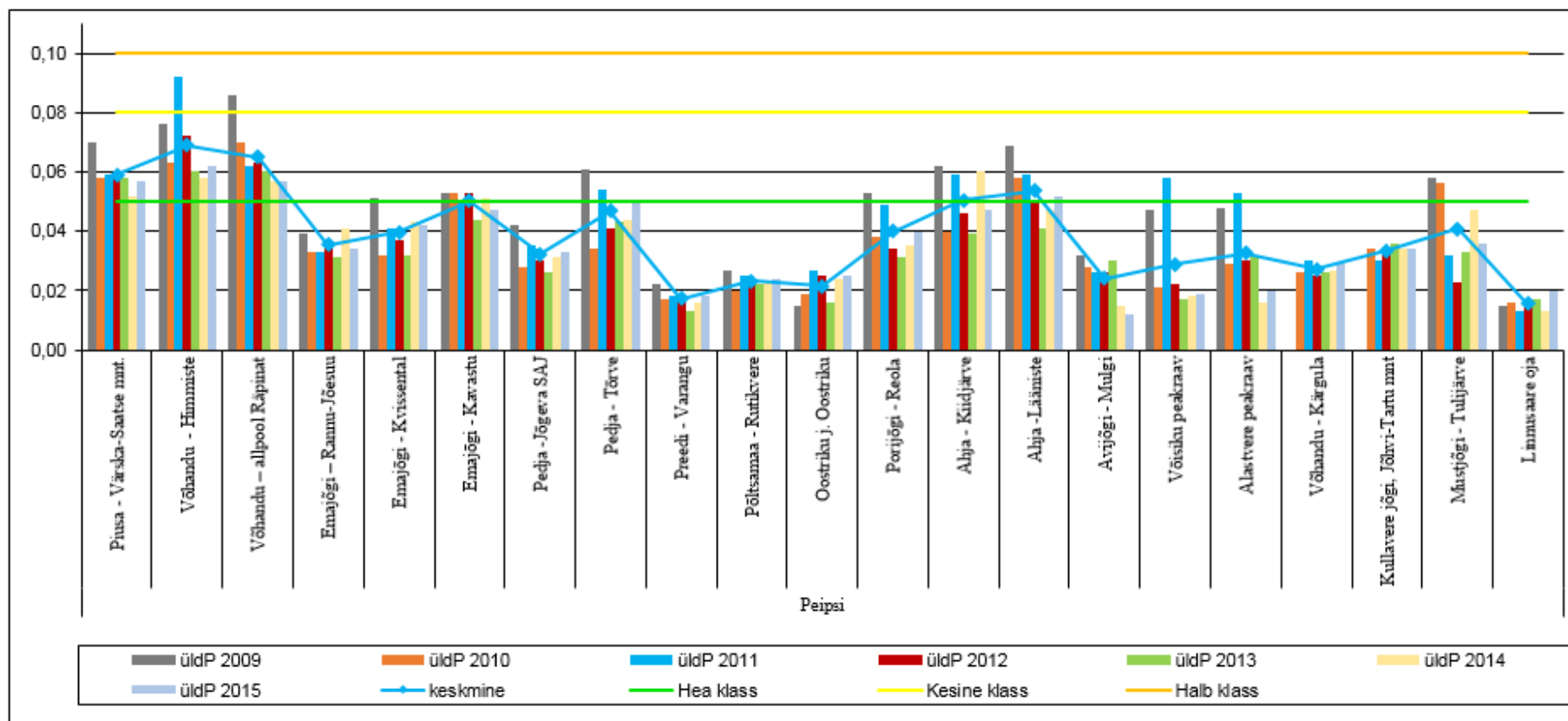
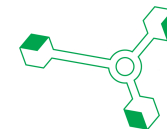
Varangu, Põltsamaa jõgi Rutikvere, Oostriku jõgi Oostriku, Avijõgi Mulgi ja Võisiku peakraav. Kõik nimetatud Peipsi alamvesikonna seirejõed on nitraaditundliku ala jõed, üldlämmastiku sisaldus ületas kesise klassi piiri aastatel 2009-2015 4-7 korral. Väga halba seisundiklassi jäi 2009-2015. aastate üldlämmastiku keskmise järgi Alastvere peakraav, kus 2010. ja 2013. aastal oli halvas ja teistel aastatel väga halvas seisundiklassis olev üldlämmastiku keskmine (joonis 2) [3]. Alastvere peakraav suubub Põltsamaa jõkke, mis on uuringus. Alastvere peakraavis puudub madalvee perioodil vesi, mistõttu põllumajandusmaastikelt (86% valglast) tulev lämmastik ei saa piisavat lahjendust.

Joonisel 1 toodud ülevaateseire punktidest on vee üldlämmastiku 2011.a. keskmine sisaldus väga halvas klassis Kavilda jões, kesise klassi väärtus 2011.a. oli vesi Avijõe Kaasiksaare lävendis, Preedi jõe Preedi-Rõhu lävendis ja Neeva kanalis Koigis.

2009-2015. aastate keskmised üldfosfori sisaldused jäid Peipsi alamvesikonna seirejõgedes heasse ja väga heasse ökoloogilisse seisundiklassi. Kesise üldfosfori seisundiklassi piiri ületasid Peipsi alamvesikonna seirejõgedest Võhandu jõgi Himmiste 2011. aastal ja Võhandu jõgi allpool Räpinat 2009. aastal (joonis 3) [3]. Ülevaateseire lävenditest oli vesi üldfosfori järgi väga halva kvaliteediga Kavilda jões (keskmise sisaldus 1,8 mg/l 2011.a.). Kesises klassis oli vesi Lutsu jões ja Orajões.

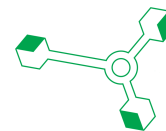


Joonis 2. Peipsi alamvesikonna seirejõgede üldlämmastiku keskmised sisaldused aastatel 2009-2015

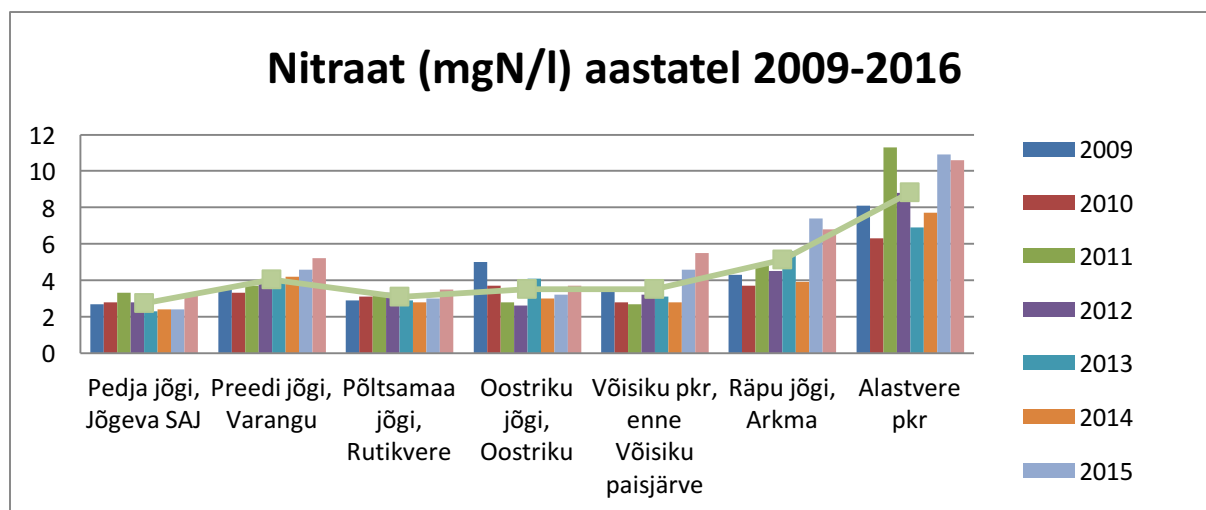


Joonis 3. Peipsi alamvesikonna seirejõgede üldfosfori keskmised sisaldused aastatel 2009-2015

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



Nitraatlämmastik pärineb eeskätt põllumajanduslikest allikatest (karjafarmid, sõnniku- ja virtsahoidlad, sõnniku hoiustamise “patareid” põldudel, mineraalväetise mittekeskkonnasõbralik kasutamine jt). Nitraatide aasta keskmine sisaldus 2009-2016 jõgede püsiseire Peipsi alamvesikonna põllumajanduslikes valglates on toodud joonisel 4. Viimastel aastatel näitab nitraatlämmastiku sisaldus kasvu, kõrgemad väärtused on piirkonna põllumajanduslikes valglates – Räpu jões ja Alastvere peakraavis



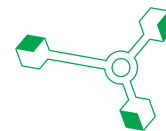
Joonis 4. Nitraatide sisaldus Peipsi alamvesikonna põllumajanduslikes jõgedes 2009-2016

2.2. Peipsi alamvesikonna olulisemad põllumajanduspiirkonnad ning lämmastiku ja fosfori koormuse põllumajanduslikud allikad

Peipsi alamvesikonnas on põllumajandusmaa osatähtsus üle Eesti keskmise (34 %).

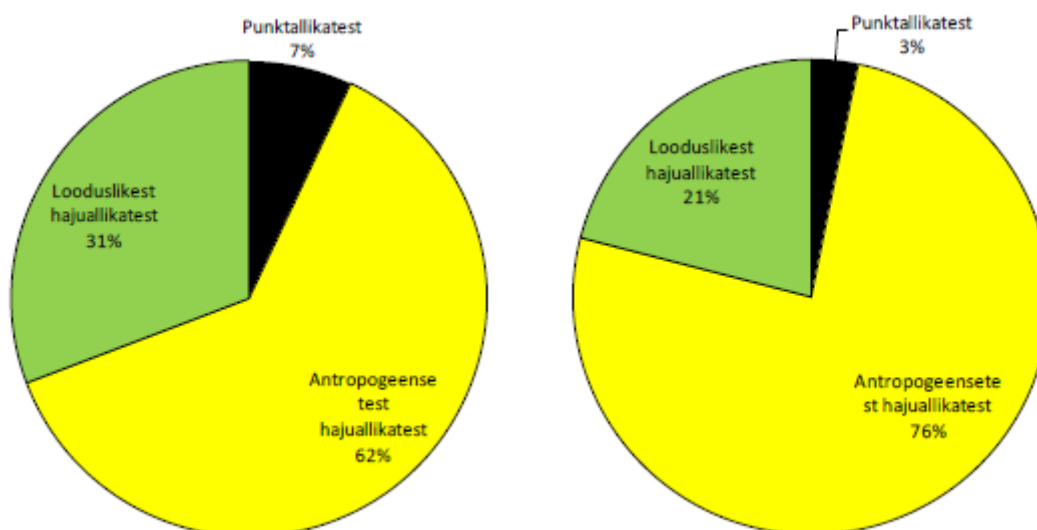
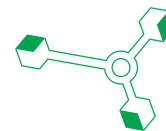
Põllumajandusmaa suurem osakaal on Põltsamaa ja Pedja jõe valgatal ning Pandivere kõrgustikul. Enamik kasutamata põllumaadest asub alamvesikonna põhjaosas. Võrreldes 80 aastate lõpuga on osa väheviljakamat põllumaad põllumajanduslikust kasutusest välja jäetud (kuni 35% kogu endisest põllumaast).

Tabelis 2 on toodud jõgede riikliku seire jaamade lävendites põllumajandusliku maakasutus vastavalt CORINE 2006. Põllumajandusliku ja haritava maa osakaal on suur väikestes valglates (Preedi, Oostriku, Alastvere, Räpu), suuremate jõgede valglates on haritavat maad enam Pedja ja Põltsamaa jõe valgatal.

**Tabel 2. Põllumajanduslik maakasutus Peipsi alamvesikonna jõgede seirelävendites CORINE 2006 järgi**

Jaama nr	jõgi	lävend	valgla km ²	Põllumajan- dusmaa kokku %	Sellest haritav maa %	Sellest karjamaa %	Sellest muu %
1	Piusa	Värsksa-Saatse	523	45	8	6	0
2	Võhandu	Vagula	495	44	10	5	3
3	Võhandu	Himmiste HS	848	47	11	6	2
4	Võhandu	Räpina	1144	47	10	7	2
11	Emajõgi	Rannu-Jõesuu HS	3374	42	16	9	10
12	Emajõgi	Tartu HS	7828	42	19	8	5
13	Emajõgi	Kavastu	8539	43	20	8	6
14	Pedja	Jõgeva SAJ	665	34	21	7	0
15	Pedja	Tõrve HS	776	36	22	7	1
16	Preedi	Varangu HS	34,8	56	34	10	1
17	Põltsamaa	Rutikvere	861	41	24	8	1
18	Mustjõgi	Tulijärve HS	16,2	25	6	15	0
22	Oostriku	Oostriku	29,7	70	53	3	1
23	Porijõgi	Reola HS	241	54	13	5	0
24	Ahja	Kiidjärve	336	52	11	11	0
25	Ahja	Lääniste	930	50	14	9	1
26	Kääpa	Kose paisjärv	282	28	15	1	1
27	Avijõgi	Mulgi HS	366	27	13	4	0
28	Rannapungerja	Iisaku-Avinurme tee	214	21	8	4	2
61	Alastvere pkr	Alastvere	16,5	86	65	10	0
62	Räpu	Arkma	24,8	61	39	6	0
65	Võisiku peakraav	Võisiku	28	47	32	8	0

Vastavalt TTÜ Keskkonnatehnika instituudi aruandele „Piiriveekogude loodusliku ja inimtekkelise koormuse arvutamine Eesti territooriumilt“ (2012) [4], koormas Eesti ajavahemikul 2006 – 2010 Peipsi valgla veekogusid 283 605 kg fosfori ja 10 399 000 kg lämmastikuga aastas. Punktallikatest pärines 19 889 kg (7%) fosforit ja 329 747 kg (3%) lämmastikku aastas (joonis 5). Antropogeensetest hajuallikatest pärines 176 393 kg (62%) fosforit ja 7 885 908 kg (76%) lämmastikku aastas. Looduslikuks brutokoormuseks saadi, 87323 kg (31%) fosforit ja 2 183 350 kg (21%) lämmastikku aastas.



Joonis 5. PolFlow mudeliga fosfori (vasakul) ja lämmastiku (paremal) brutokoormuse allikad Peipsi valgjal (TTÜ, 2012)

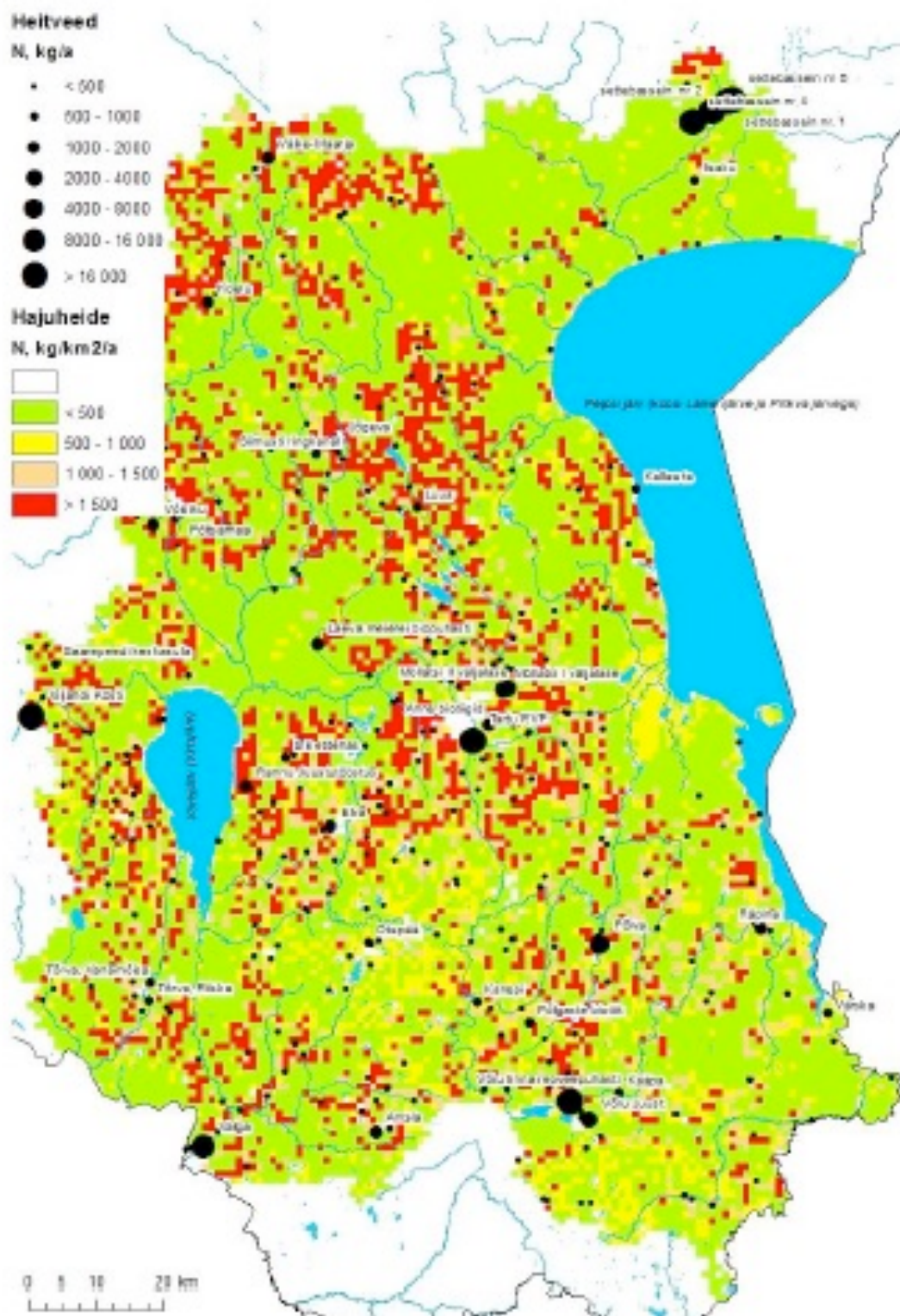
Toitainete koormuse määramiseks Peipsisse[4] rakendati PCRaster geoinfotarkvaral töötavat modifitseeritud PolFlow mudelit, ruumilise resolutsiooniga 1 km², mis hindab koormust seega vooluvee igal kilomeetril. Mudel arvestab brutokoormuse jõesüsteemis valgalt pärineva punkt- ja hajuheite põhjal. Võttes arvesse jõesüsteemis toimuvat peetust arvutab mudel välja ka netokoormuse, sh netokoormuse Peipsisse.

Rannikult ja väiksematest jõgedest pärinevat koormust pole aga järjekindlalt mõõdetud, selle määramiseks kasutati kaudset lähenemist – kartograafilist modelleerimist. Lisaks rannikukoormuse määramisele on modelleerimist tarvis ka selgitamaks välja jaotust erinevate koormusallikate vahel, sh punkt- ja hajuallikate ning looduslike ja inimtekkeliste allikate vahel. Jõgedega Peipsisse jõudvate toitainete ja jõgedesse sattuvate toitainete kogus pole võrdne, sest jõesüsteemis, sh seisuveekogudes, osa toitainetest settib põhja või satub veetaimedesse, osa lämmastikku lendub valdavalt denitrifikatsiooni tulemusena atmosfääri. Töös arvestati niisugust toitainete peetust ja tehti seega vahet arvuliselt väiksemal netokoormusel, mis jõuab Peipsisse ja sellest suuremal brutokoormusel, mis satub valgla pinnaveekogudesse. Brutokoormus võrdub siinses mudelis summaarse heitega valgjal, mis jaguneb heite raja alusel punkt- ja hajuheiteks. Kui punktheide loetakse siinses mudelis täielikult inimtekkeliseks, siis hajuheide jagatakse loodusliku ja antropogeense hajuheite vahel.

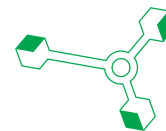
Joonistel 6 ja 7 on fosfori ja lämmastiku heide Peipsi valgjal (TTÜ, 2012, [4]). Kirjeldatud on punktallikate koormust (t/a) ja hajuheidet (kg/km²/a). Toitainete hajukoormuse varieeruvus

141)





Joonis 7. Lämmastiku heide Peipsi valgal (TTÜ, 2012, [4])



Kuna PolFlow on deterministlik mudel, siis pidi ekspertrühm kogu eeltoodud analüüsi arvesse võttes kirjutama mudelisse mitte vahemikud, vaid hajuheite kindlad numbrilised väärtused vastavalt Corine maakatte tüübile ja mulla lõimisele. Mudeli jaoks defineeriti hajuheite niisuguse saasteaine kogusena, mis koguneb vähemalt 1 km² valgalaga kraavi või ojja. Väiksema ruumilise resolutsiooniga mudeli korral saaksime, arvestades peetust, ka suuremad pindalalise hajuheite väärtused. Kõige rohkem põllumaad oli aga Tartu ja Jõgeva ümbruses ning Pandivere alal. Põllumaa katvus osutuski olulisimaks hajuheite faktoriks ning intensiivseimateks nii N kui P hajuheite piirkondadeks osutusidki Peipsi valglal Tartu ja Jõgeva ümbrus ning Pandivere ala (Joonis 7). Madalaim oli toitainete heide valgla kagu- ja kirdenurkades, kus prevaleerivad loodusmaastikud.

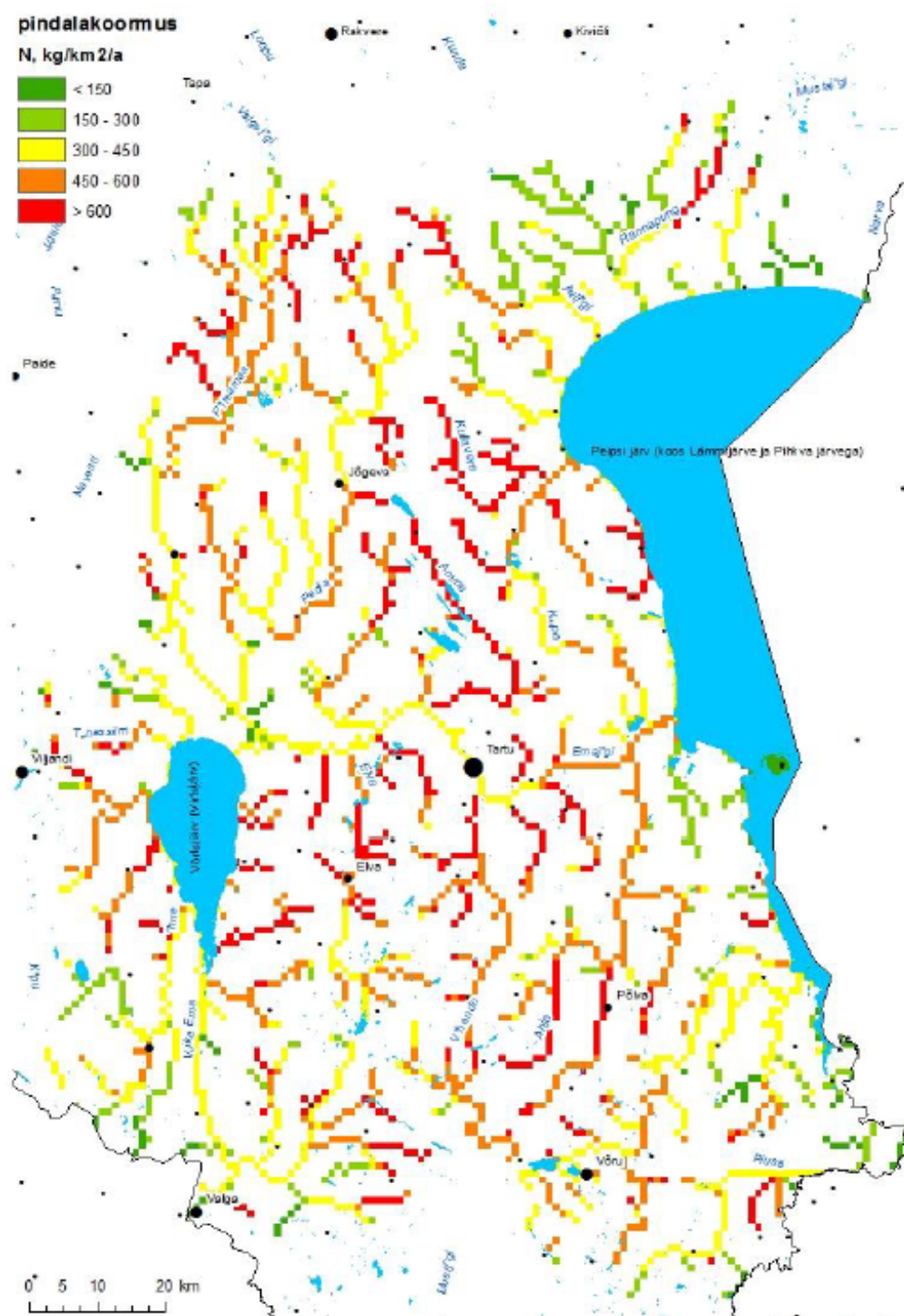
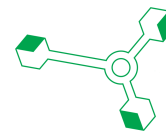
Looduslik koormus pärineb loodusmaastikelt, s.t. inimese tegevuse poolt vähemõjustatud või mõjustamata aladelt, väljendudes näiteks toitainete väljakandena metsamaadelt, niitudelt, soodest, ja looduslikelt rohumaadelt. Looduslikud foonikaod hõlmavad lämmastiku ja fosfori kadusid, mis looduslike protsesside (orgaanilise aine lagunemine, leostumine, erosioon jt.) ja geokeemilise aineringe tagajärjel kantakse veekogudesse.

Joonistel 8 ja 9 – PolFlow mudeli abil arvutatud lämmastiku ja fosfori netokoormused (TTÜ, 2012, [4]). Kokku, Eesti valglalt Peipsisse voolavast fosforist oli looduslik 40%, lämmastikust 35%. Vastavalt, antropogeense osa moodustas 60% fosforist ja 65% lämmastikust.

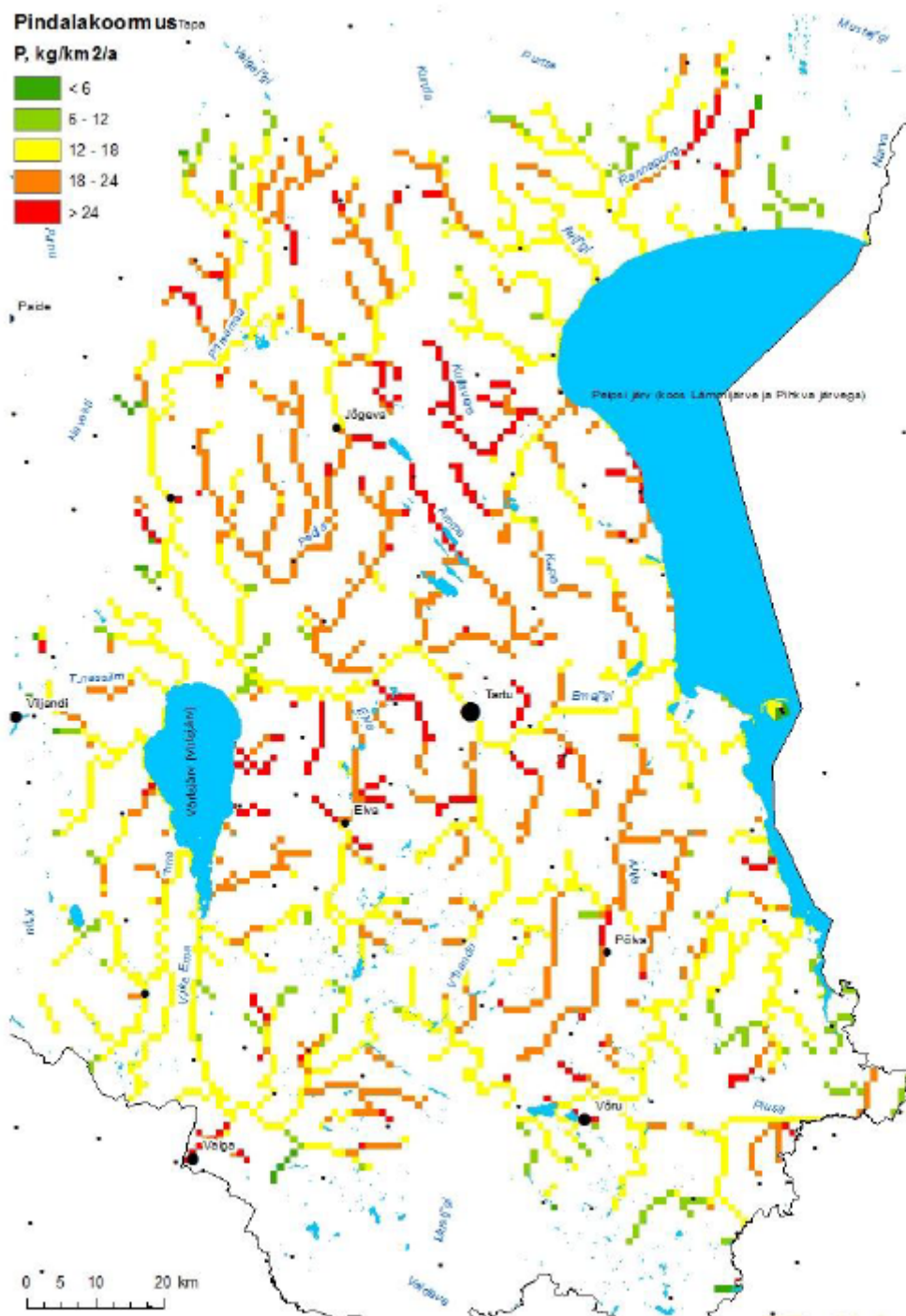
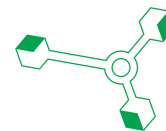
Peipsisse suubuvate jõgede üldlämmastiku ja – fosfori koormused jõgede suudmes on toodud tabelis 3. Vastavalt Helsingi Komisjoni Vee Reostuskoormuse kompilatsiooni (HELCOM Pollution Load Compilation - PLC-water) metoodikale on arvutatud Peipsisse suubuvate Peipsi alamvesikonna jõgede lämmastiku ja fosfori koormuse jaotumine allikate (looduskoormus, punktallikate reostuskoormus ja antropogeenne hajureostuskoormus, lisaks peetus) vahel (Joonis 10 ja 11).

Tabel 3. Peipsisse suubuvate jõgede üldlämmastiku ja –fosfori koormused suudmetes 2014-2015

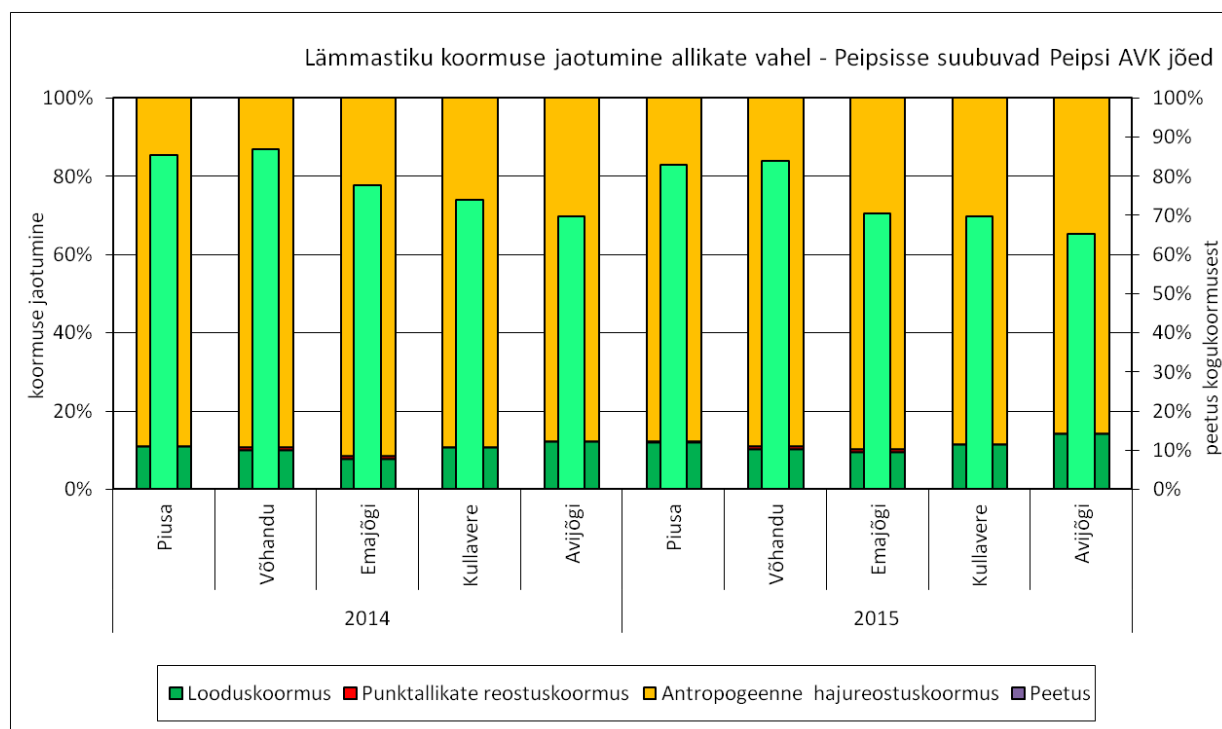
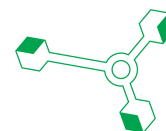
Jõgi	N (t/a)		P (t/a)	
	2014	2015	2014	2015
Piusa	133	157	8,2	8,7
Võhandu	277	403	13,7	15,3
Emajõgi	3918	5623	86,3	96,2
Kullavere	263	368	4,9	5,5
Avijõgi	248	275	1,5	1,5
Rannapungerja	125	170	2,4	2,5
Alajõgi	27,4	38,3	0,8	0,7



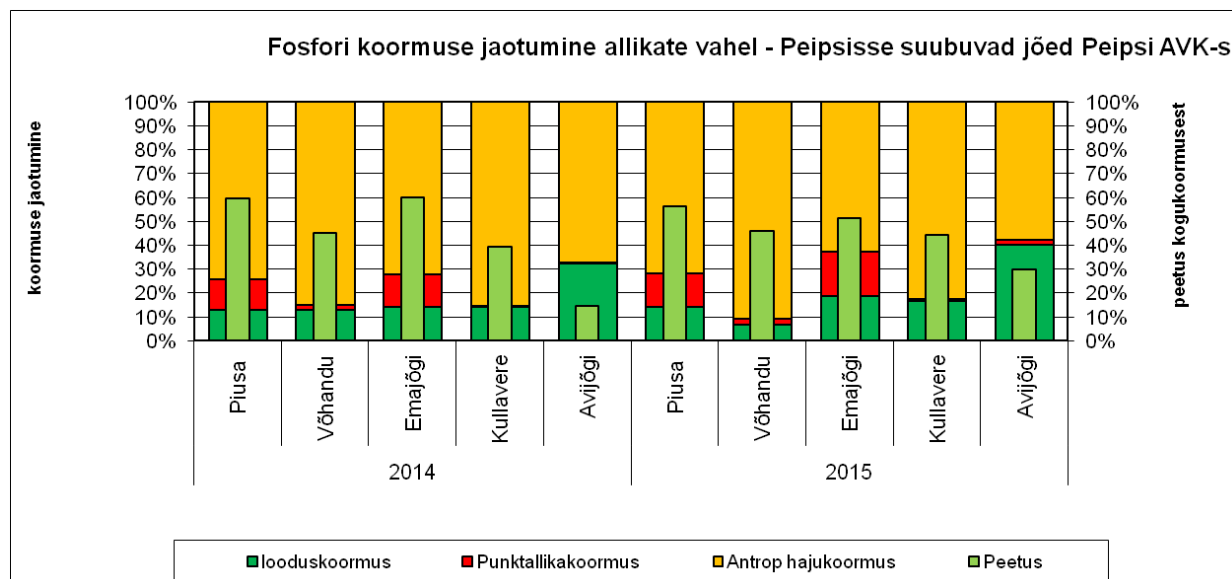
Joonis 8. Lämmastiku netoerikoormus Peipsi valglal (TTÜ, 2012).



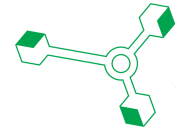
Joonis 9. Fosfori netoerikoormus Peipsi valgjal (TTÜ, 2012)



Joonis 10. Lämmastiku koormuse jaotumine allikate vahel Peipsisse suubuvad Peipsi alamvesikona jõgedes 2014-2015 PLC-Water järgi



Joonis 11. Fosfori koormuse jaotumine allikate vahel Peipsisse suubuvates Peipsi alamvesikonna jõgedes 2014-2015 PLC-Water järgi



3. Materjal ja meetodika

3.1. Proovivõtukohad

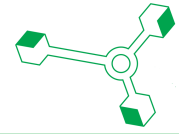
3.1.1. Proovivõtukohtade valik

Töö peamiseks eesmärgiks on hajureostuskoormuse andmete kaasajastamine. Proovivõtukohtade valik toimus kahes etapis: esmalt kameraalsed tööd olemasoleva andmestikuga, teiseks rekognoosuringud valitud jõgede valglates.

Kameraalse uuringu proovivõtu jõgede valikul lähtuti riikliku seire andmetest, põllumajandusliku maa osakaalust ja alamvesikonna katvusest. Proovivõtuks valitud jõgede nimekirja koostati koostöös töö tellijaga. Välja valiti viis jõge: kõrgema lämmastiku sisaldusega jõgedest Põltsamaa jõgi ja Avijõgi, põllumajandusliku maa osakaalu järgi Ahja, Kullavere ja Võhandu jõgi. Sellega oli kaetud ka alamvesikonna valglate paiknevus.

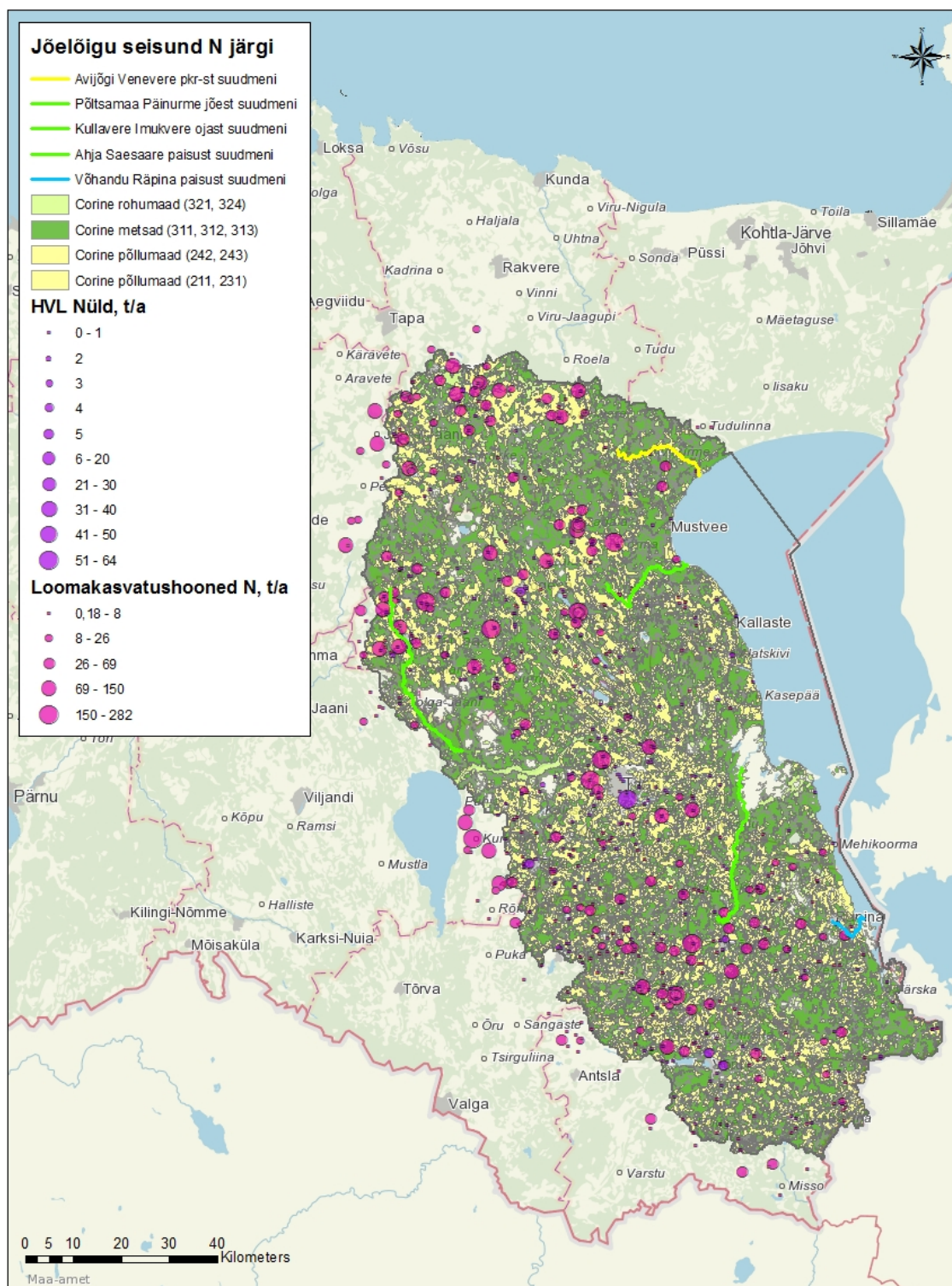
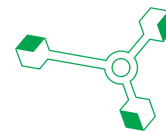
Valitud jõgede valglal proovivõtupunktide valikul kasutati kaardistamise erinevaid kaardikihte vajaliku infoga. Eesmärgiks oli kaardistada Peipsi alamvesikonna veekogude eutrofeerumist põhjustavate taimetoiteelementide, lämmastiku ja fosfori allikad kasutades olemasolevaid seirete ja uuringute tulemuste andmeid. Valiti põllumajanduspiirkondade paiknemise ja ulatuse alusel välja esinduslikud piirkonnad. Valitud punktide puhul jälgiti, et punktil oleks suhteliselt väike valgla pindala ja põllumajanduslikus kasutuses olevate kõlvikute suur osakaal. Antud kaardikihtidel oleva info põhjal hinnati punktallikatest pärit toitainete osakaalu ja mõju veekogumite hea seisundi saavutamisel, et võimalikes proovivõtupunktides moodustaks reostuskoormusest põhilise osakaalu toitainete hajureostuskoormus, vältides nende valglatel suurte punktallikate reostuse mõju. Samas hinnati loomakasvatuse mõju veekvaliteedi kujunemisel ja märgiti kaardil loomakasvatushoonete asukoht ja loomade/loomühikute arv, millega hinnati potentsiaalset sõnniku ja läga hulka ümbruse põllumaadele. Nende kaartide põhjal on võimalik hinnata reostusallikate osakaalu ja intensiivsust.

1. Põllud kui potentsiaalsed hajureostusallikate alad on toodud kaardikihil "Põllumassiivid" (PRIAs registreeritud haritavad pinnad 31.08.2015 seisuga), millelt näeb infot maakasutuse tüübi, põllu suuruse ja kasvatatava kultuuri kohta. Selle kaardikihi abil saab hinnata põldude osakaalu piirkonnas ja kasvatatava kultuuri järgi väetussainete kasutamise võimalikku intensiivsust. Mullaproovi võtmise hetkel põllul kasvanud kultuur on märgitud eraldi kaardikihile "Põllukultuur".
2. Peipsi alamvesikonda jäävad loomakasvatushooned märgiti kaardikihile "Loomakasvatushooned" (PRIAs registreeritud loomapidamisalased tegevuskohad ja tegevuskohtades asuvate veiste, lammaste ja kitsede arvud 7.09.2015 seisuga, sigade arvud 1.05.2015 seisuga). Looma liigi ja loomade arvu alusel on leitud loomühikud ja sellelt tulenev potentsiaalne lämmastiku ja fosfori reostuskoormus ümbruskonna põldudele vastavalt Põllumajandusministri 18.02.2014 määrusele nr 11 „Piimasektori



- eritoetuse saamise täpsemad nõuded ning toetuse taotlemise ja taotluse menetlemise täpsem kord ning põllumajandusloomade loomühikute arvestuse alused” ja Põllumajandusministri 14.07.2014 määrusele nr 71 „Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid“
3. Peipsi alamvesikonda kuuluvate punktreostusallikate (puhastid ja heitveelaskmed) asukohad on märgitud kaardikihile “Puhastid Peipsi alamvesikonnas” (andmepäring Keskkonnaregistrist seisuga 29.09.2015). Puhastite lämmastiku ja fosfori koormused (t/a) on HEIANi andmebaasist 2014 ja 2015.a. tulemuste alusel. Heitveelaskmed on kaardikihil “Heitveelaskmed”.
 4. Kasutades olemasolevaid seiretulemusi (Keskkonnaagentuuri heitvee andmebaasis aastatel 2010-2015 registreeritud analüüsitulemuste keskmised (olenevalt veelaskmest 2-20 analüüsitulemust) või üksikväärtused) kaardistati eraldi kihtidena punktreostusallikate lämmastiku ja fosfori keskmised sisaldused (kaardikihid “Punktreostusallikate üldlämmastik” ja “Punktreostusallikate üldfosfor”). Vastavalt Vabariigi Valitsuse määruse nr. 99 “Reovee puhastamise ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise kohta esitatavad nõuded, heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende täitmise kontrollimise meetmed” eesmärgile tuleb tagada heit- ja sademevee suublasse juhtimisel, et vee- ja veega seotud maismaaökosüsteemide seisund ei halveneks. Nimetatud määruks on sätestatud maksimaalne lubatud reoaine sisaldus vees ehk reostusnäitaja piirväärtus, mille ületamise korral loetakse vesi üle kahjutuspiiri rikutuks. Kaardikihtidel “Punktreostusallikate üldlämmastik” ja “Punktreostusallikate üldfosfor” on näidatud puhastite väljavoolude analüüsitulemuste keskmised või üksikväärtused punaste ringidega, kui tulemus ületab määruks sätestatud reostusnäitaja piirväärtust (üldlämmastik 60 mg/l ja üldfosfor 2 mg/l) ja pruunide ringidega mitteületamised. Samuti on näidatud puhastite (punktallikate) lämmastiku ja fosfori koormus, t/a.
 5. Jõgede seisund toitainete sisalduse põhjal on kaardikihil „Jõgede N ja P 2009-2015“, seirejõgede lämmastiku ja fosfori keskmise sisalduse vastavus KKM määruse nr. 44 järgi.
 6. Maaparandussüsteemid – kaardikiht „Vork“ , eesvoolud – „eesvool“ ja riigi poolt hooldatavad ühiseesvoolud „RH“, mille alusel leiti võimalikud proovivõtukohtad

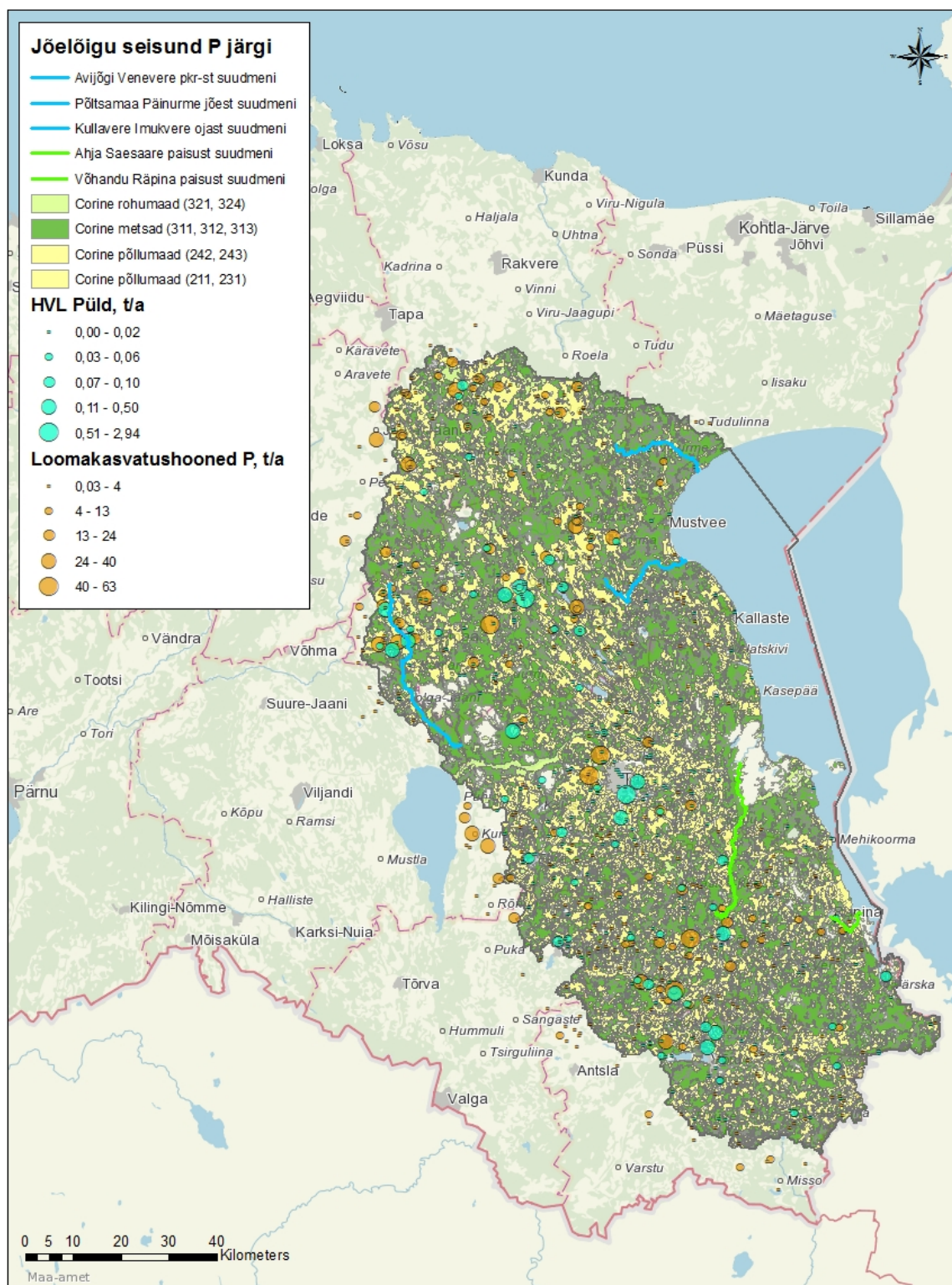
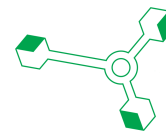
Kaardistatud lämmastiku ja fosfori heidete allikad ja nende intensiivsus on kaartidel joonistel 12-13.



Joonis 12. Lämmastiku allikad ja intensiivsus

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

22 (141)

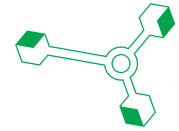


Joonis 13. Fosfori allikad ja intensiivsus

Kaardikohtadest koostatud kaardipakett (ArcGIS Map Package) on käesoleva töö lahutamatu osa.

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

23 (141)



Kaardikihtide alusel valiti välja 5-8 proovivõtupunkti igalt valgelt, mis kirjeldavad põllumajanduslikku hajukoormust ja aitavad hinnata põllumajanduslikku hajureostuskoormust (pinnakoormusena) ning selle osakaalu Peipsi järve jõudvast toitainete koormusest.

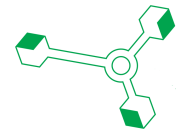
Teises etapis, rekognoosuringu käigus („River Walk“) kirjeldati valitud valglate maakasutust, toimuvat põllumajandustegevust, lämmastiku ja fosfori heidete allikaid, maakasutuses arvestamist veeseadusega kehtestatud nõuetega, sh veekaitsevööndi ulatus. Uuringu tulemused, valitud uuringupunktide kirjeldused on allpeatükis 3.1.2 Proovivõtupunktid. Uuritud piirkondade ja koormusallikate ülevaatekaardid on lisatud iga jõe kirjelduses. Täpsem info on võimalik saada kaardipaketi kaardikihtidelt ja tabelitest. Valitud uuringupunktide valglad ja maakasutus hinnati ArcGis (valglad „lõigati välja“ uuringupunktis) ja CORINE maakasutuse põhjal.

Valiti Peipsi alamvalglal uuringujõgedes kolm veekogumit, kus teostati põhjalikuma rekognoosuring („River walk“) - Kullavere Imukvere ojani (1052600_1), Tarakvere (1053300_1) ja Avijõgi Venevere pkr-ni (1056900_1).

Kullavere_1 kogumi valglal on põllumassiivide osakaal 40% kogu valglast, põllud on jõe ülemjooksul, 7 km pikkusel jõelõigul. Veekaitsevööndid põldude ääres vastavad esitatud nõuetele. Ca 2/3 põllumaadest on liblikõieliste ja kõrreliste rohumaad. Põldudel kasvatatakse peamiselt teravilja - nisu ja otra. Edasi voolab Kullavere jõgi peamiselt läbi metsamaastiku Sadalas ja Kodismaa külas ülemjooksul ja Vaiatu küla keskosas on lehmalaudad. Kullavere jõkke suubub kogumis Karusilla oja, millesse omakorda Sätsuvere peakraav. 7 km pikkune Sätsuvere peakraav voolab põldude ja rohumaade vahelt, põldudel kasvatatakse nisu ja rapsi. Karusilla oja valglal on põllumaade osakaal ca 54%, peamiselt odra- ja nisupõllud ja rohumaad. Sellest kogumist valiti uuringusse punktid veeproovide võtmiseks nii Sätsuvere peakraavis (punkt 52) kui ka Karusilla ojas (punkt 31). Pinnaseproovideks valiti põld Sätsuvere peakraavi ääres (punkt 50).

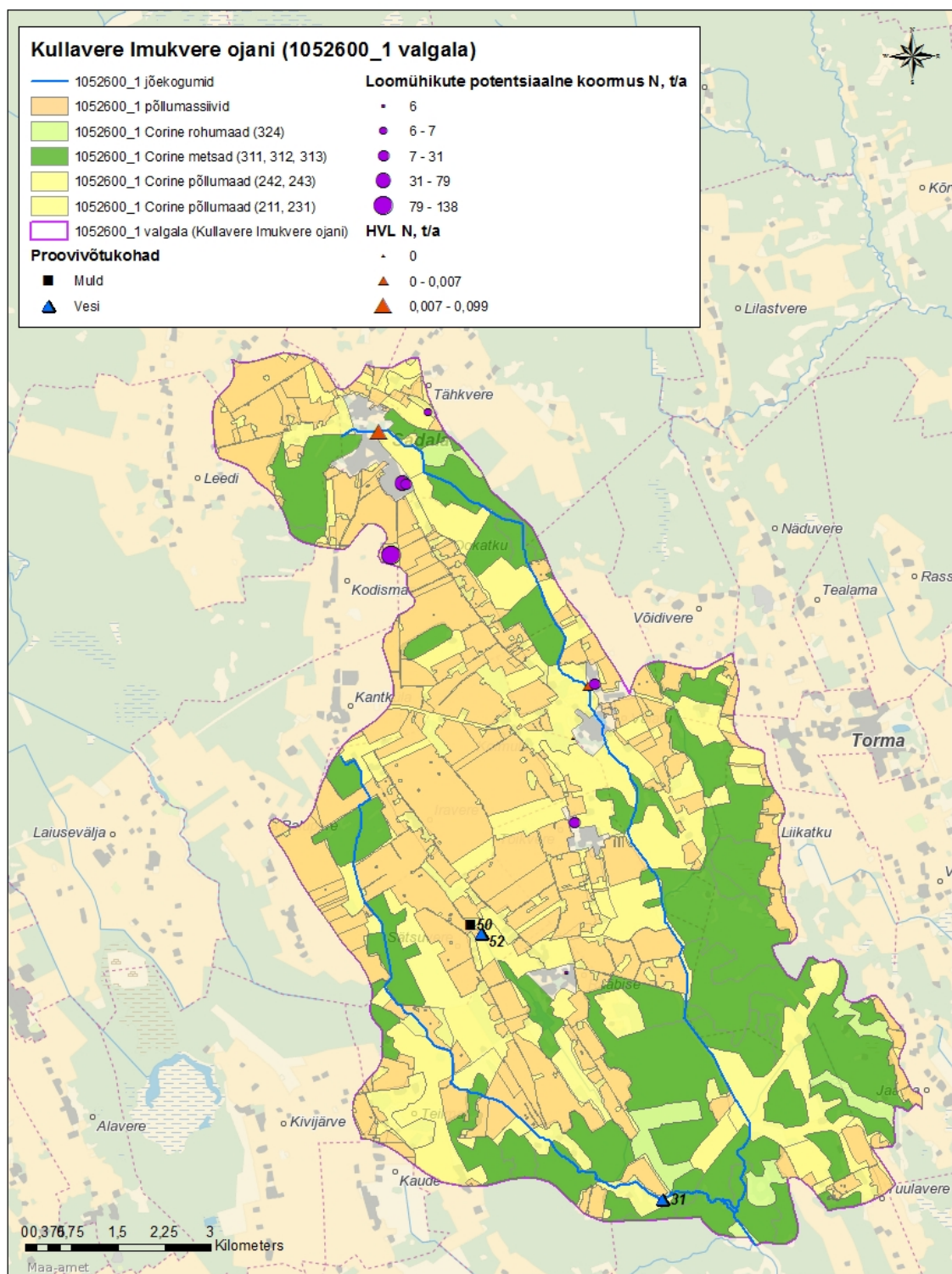
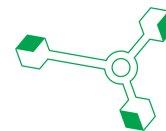
Tarakvere kogumi valglal on põllumassiivide osakaal 50%, põllumassiivid (nisu- ja odrapõllud ning rohumaad) asuvad jõe ülemjooksul, alamjooksul on metsamassiivid. Tarakvere jõkke suubub Sääse peakraav, mis ülemjooksul ca 6 km ulatuses voolab põldude ja rohumaade vahel. Veekaitsevööndi nõuded peakraavi ääres asuvatele põldudele on täidetud. Tormas asub laut ca 1200 lehmale. Peakraavi ülemjooksul on sobiv uuringupunkt nii vee- kui pinnaseproovide jaoks (punktid 27 ja 26).

Avijõgi_1 kogumis on põllumaade osakaal 25%, mis asuvad peamiselt jõe ülemjooksul. Ülemjooksul 6 km pikkuselt voolab jõgi peamiselt teraviljapõldude (nisu, oder, rukis, tritikale) vahel. Paasveres on loomakasvatushooned – lehmalaut 135 lehmale, sigala ja lambakasvatus. Arvestades, et Avijões on alamvesikonnas keskmisest kõrgemad lämmastiku



sisaldused, on sobiv uuringupunkt nii vee kui ka pinnaseproovideks Avijõe ülemjooksul (punktid 33 ja 34).

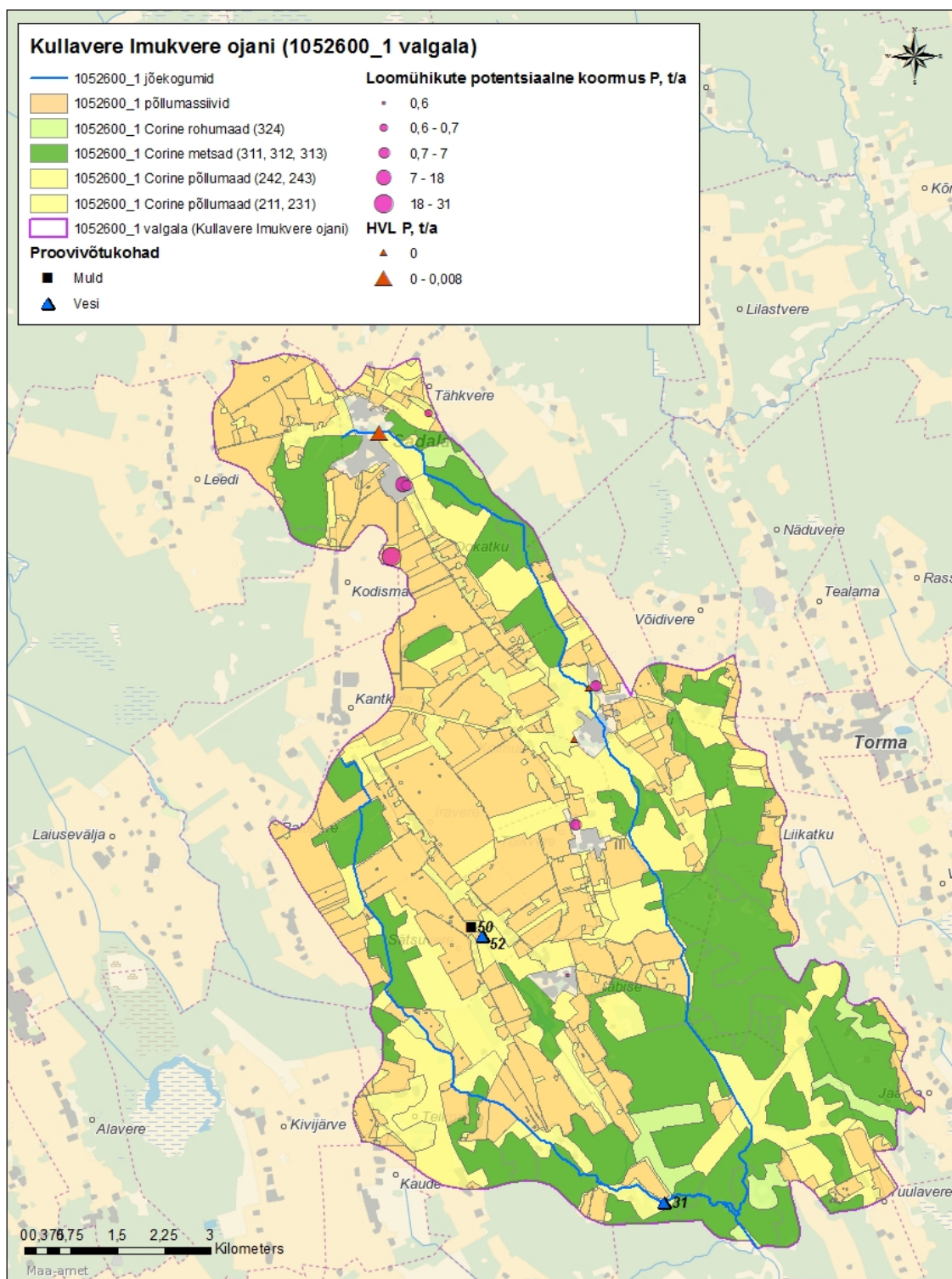
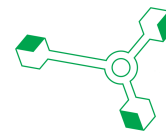
Joonistel 14-19 on toodud valitud kogumite lämmastiku ja fosfori koormuse potentsiaalsed põllumajanduslikud allikad.



Joonis 14. Lämmastikukoormuse allikad Kullavere 1 kogumis

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

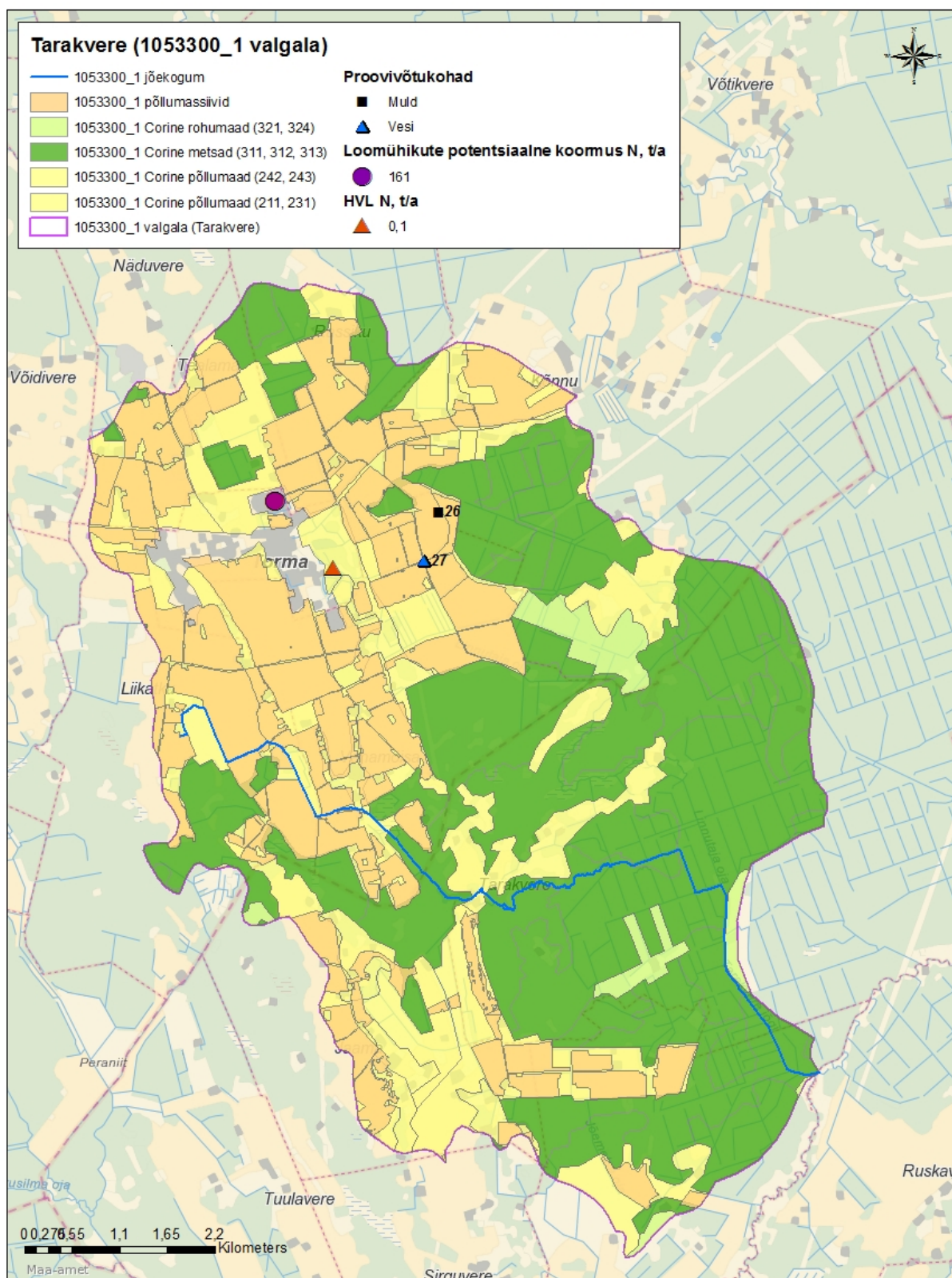
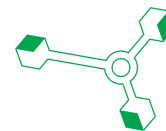
26 (141)



Joonis 15. Fosforikoormuse allikad Kullavere 1 kogumis

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

27 (141)



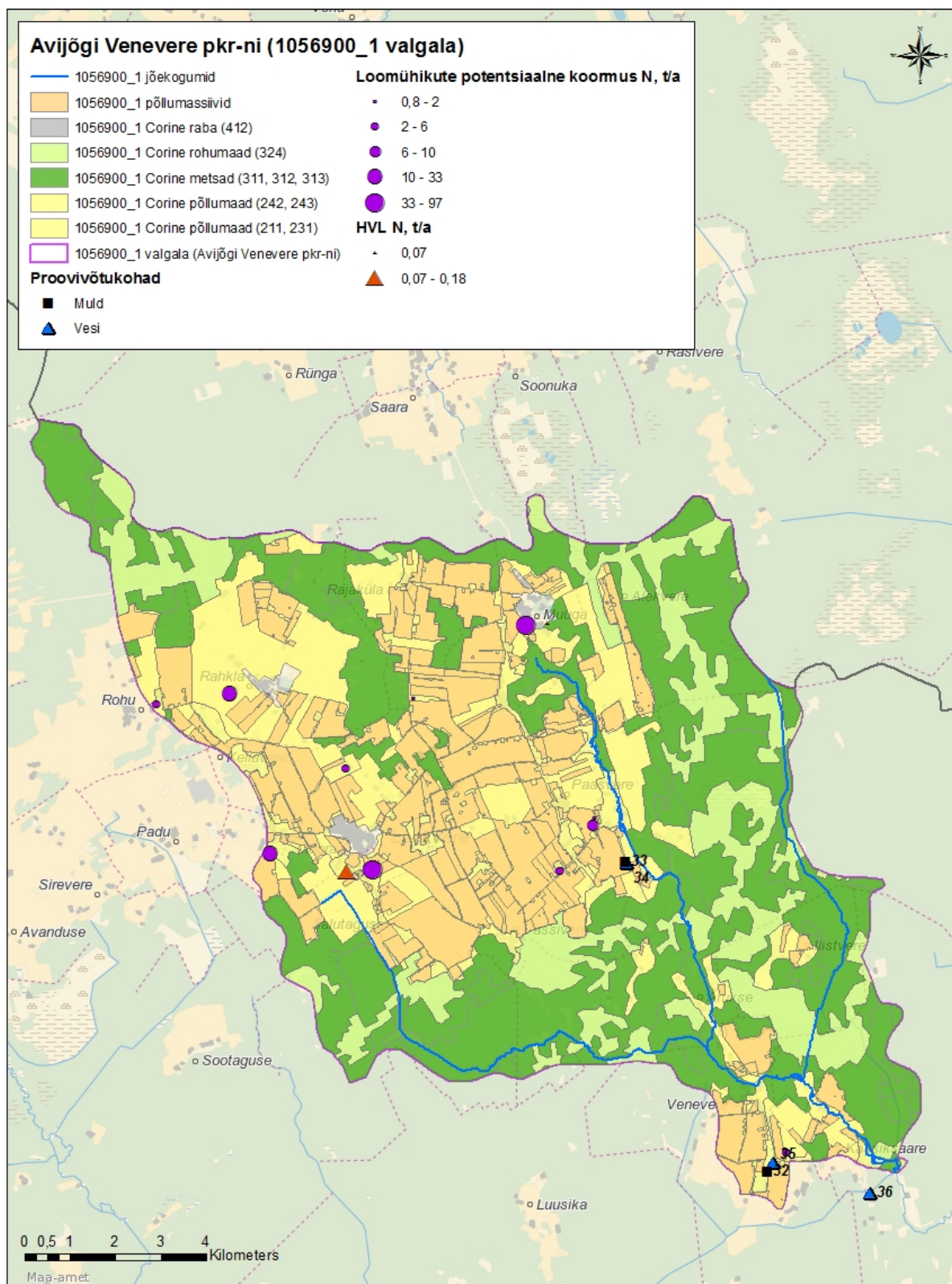
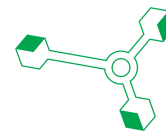
Joonis 16. Lämmastikukoormuse allikad Tarakvere kogumis

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

28 (141)



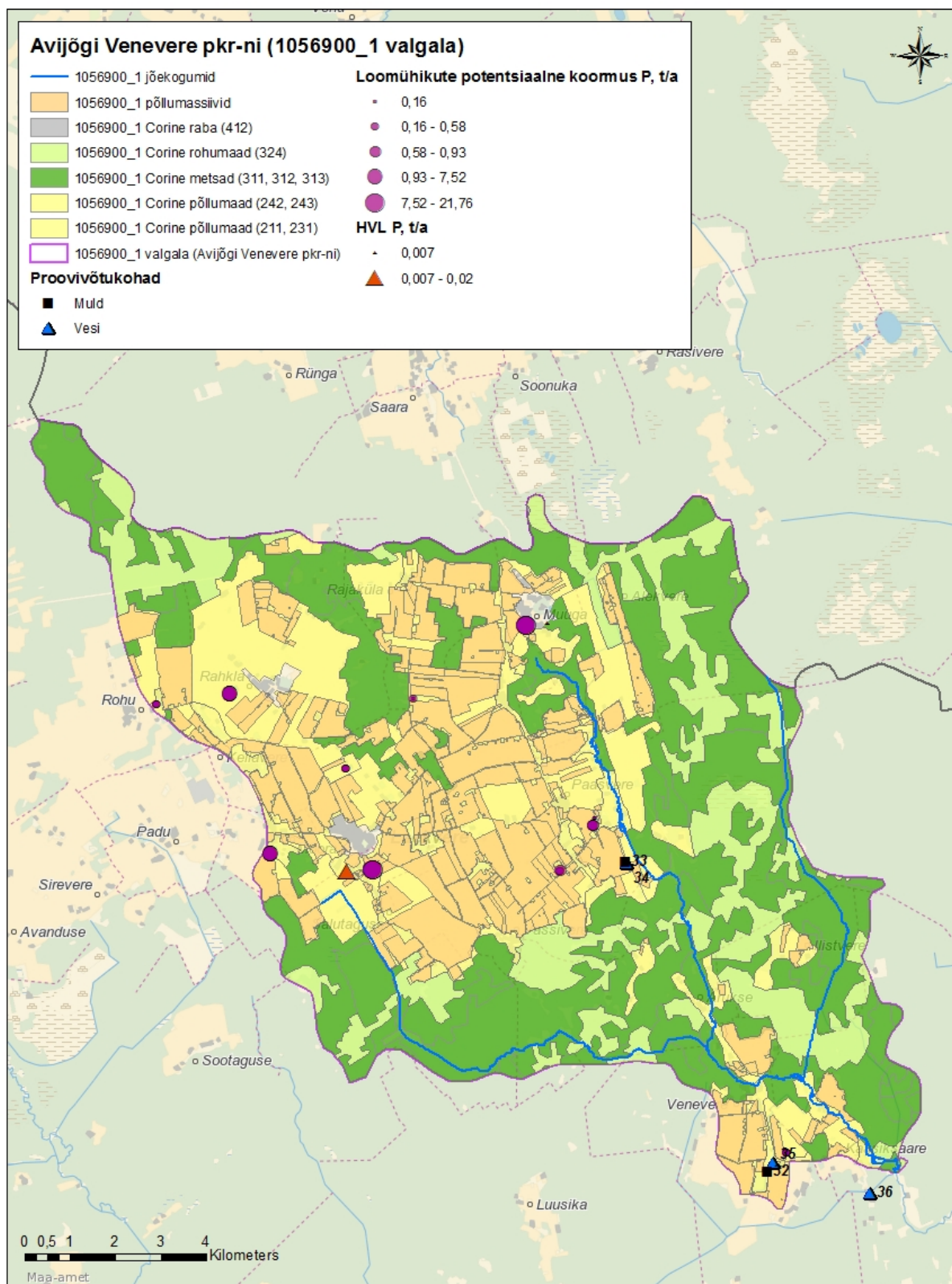
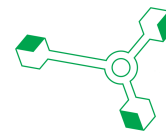
141)



Joonis 18. Lämmastikukoormuse allikad Avijõe_1 kogumis

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

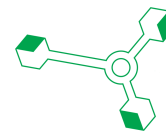
30 (141)



Joonis 19. Fosforikoormuse allikad Avijõe_1 kogumis

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

31 (141)



Nendes kogumite valglates arvutati koormus nii CORINE maakasutuse (tabel 4) kui PRIA andmete (tabel 5) alusel. Toitainete ärakande koefitsientidena põllumajandus-maastikelt kasutati litali & Loigu (2007) esitatud väärtusi erinevatelt põllumajandusmaastikelt vastavalt CORINE klassifikatsioonile. CORINE alusel arvutatud koormused on nii põllumajandus- kui ka loodusmaastikelt, PRIA andmete alusel vaid põllumajandusmaastikelt. Samas on PRIA andmed 2015.a. seisuga ja kajastavad maakasutust vaid põllumajandustoetuste põhjal. Võrdluseks on ka toodud EstModeli alusel arvutatud koormused neis kolmas kogumis 2011.a. andmete põhjal on tabelis 6.

Tabel 4. Koormused CORINE (2012) põhjal

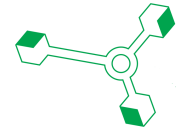
jõekogum	kood	põllumajanduslikud maad (põllud, rohumaad, karjamaad)		loodusmaad (mets, soo, loodusrohumaad)		heitvee väljalaskmed (2015)	
		N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a
Avijõgi Venevere pkr-ni	1056900_1	129	2,3	26,5	0,95	0,26	0,027
Tarakvere	1053300_1	46	0,82	8,6	0,3	0,099	0,027
Kullavere Imukvere ojani	1052600_1	90,8	1,59	7,82	0,27	0,11	0,008

Tabel 5. Koormused PRIA andmete alusel (2015)

jõekogum	kood	põllukoormus (tera- ja kaunvili)		rohumaad		potentsiaalne koormus loomakasvatusest	
		N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a
Avijõgi Venevere pkr-ni	1056900_1	65,1	1,11	10,2	0,02	281	59,5
Tarakvere	1053300_1	23,2	0,39	5,4	0,01	161	36,2
Kullavere Imukvere ojani	1052600_1	48,1	0,82	7,55	0,015	316	69,1

Tabel 6. Koormus EstModeli järgi (2011)

jõekogum	kood	põllult		metsast		sõnnikuhoidlast		punktallikast		kokku	
		N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a	N, t/a	P, t/a
Avijõgi Venevere pkr-ni	1056900_1	69,8	1,1	12,8	0,303	5,63	0,27	0,19	0,021	88,5	1,68
Tarakvere	1053300_1	28,6	0,44	4,43	0,0054	0	0,0001	0,18	0,014	33,34	0,57
Kullavere Imukvere ojani	1052600_1	52,97	0,82	3,9	0,0047	0,05	0,0022	0,14	0,025	57,25	0,95



Eelvalitud proovipunktidest (kokku 39 punkti) võeti eeluuringu käigus proove 2 korda, oktoobris ja detsembris, et saada ülevaade nende punktide sobivusest. Saadud tulemused on lisas 7-8. Üheks kriteeriumiks oli ka pinnavee olemasolu väikestes põllumajanduskraavides. Selleks sobis 2015.a sügis hästi, kuna oli pikk kuiv periood alates juunist.

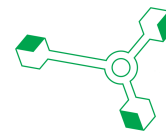
Rekognosuuringu välitööde käigus valiti välja uuringu jõgede valglade eeluuringu punktidest pinnavee analüüsimiseks ja jõgede äärsete põldude proovipunktid pinnase proovideks arvestades ka loomakasvatushoonete olemasolu N ja P koormuse määramiseks, et hinnata põllumajandusest pärit hajureostuskoormuse osakaalu. Orgaaniliste ja mineraalväetiste kasutust valitud valglate põldudel ei saanud arvestada, kuna puudus juurdepääs sellisele andmestikule. Põllumajandustootjad peavad pidama veekaitseks eesmärkidel (Veeseadus) põlluraamatut, aga juurdepääs nendes olevale infole pole kättesaadav.

Proovivõtupunktide valikul konsulteeriti ja kooskõlastati jooksvalt töö tellijaga nii punktide asukohad kui nende arv. Peale rekognosuuringuid kinnitati valitud proovivõtupunktid töö tellijaga.

3.1.2. Proovivõtupunktid

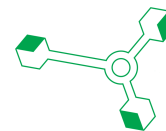
Erinevate andmete ja kaardikihtide alusel valiti välja 21 pinnavee punkti ja 11 pinnase punkti. Kooskõlastatult töö tellijaga valiti igalt uuringujõest 3-5 veeproovivõtu punkti ja 2 pinnase proovivõtupunkti. Reaalsete mõõtmistega lämmastiku ja fosfori sisaldused pinnases annavad võimaluse korrigeerida mudelites vajalike sisendeid pinnase toitainete sisalduse kohta ärakandekoefitsientide täpsustamiseks, mistõttu suurendati tellijaga kooskõlastatult pinnase proovivõtukohtade arvu algselt 6-lt 11-le põllu pinnase punktile. Põltsamaa jõe valglal kui intensiivse põllumajanduspiirkonna, nitraaditundliku alana ja kõrgemate keskmiste lämmastiku sisaldusega uuringu valgalal valiti 3 pinnase proovipunkti.

Valitud pinnaveepunktid on tabelis 7, pinnase proovivõtupunktid tabelis 8. Kõik uuringupunktid koos eeluuringu (oktoober ja detsember 2015) punktidega on joonisel 20.



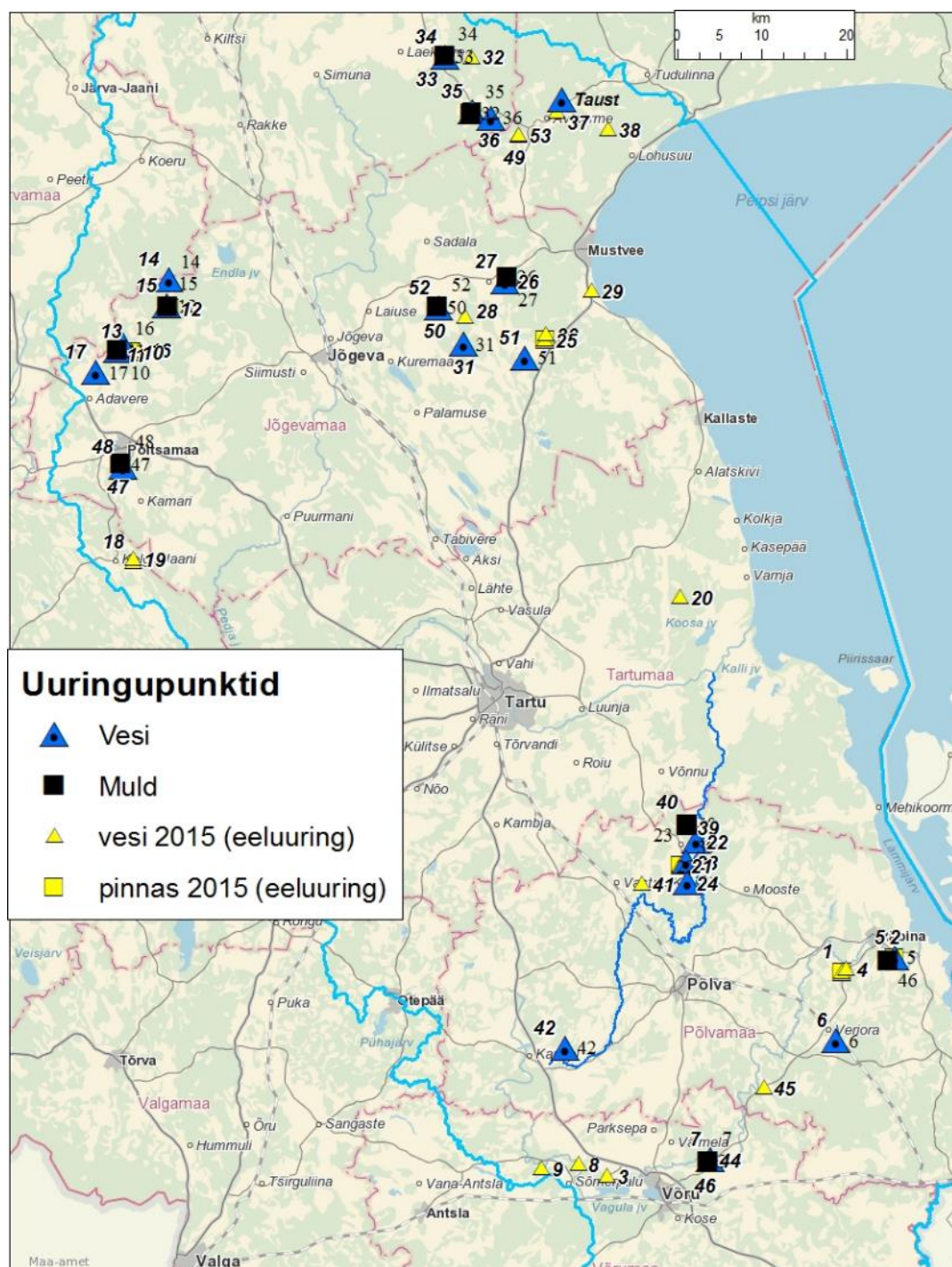
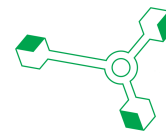
Tabel 7. Uuringu pinnavee proovivõetupunktid

Proovivõetukoht	Maakond	Vald	Küla	Proovivõtu punkti nr.	X	Y
Võhandu						
Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	Põlva	Räpina	Sülgoja	5	6442802	706043
Veersu oja suubuv nimetu kraav	Põlva	Veriora	Vändra	6	6432919	699062
Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	Võru	Lasva	Kääpa	7	6418805	684094
Põltsamaa						
Nimetu kraav, mis suubub Põltsamaa jõkke	Jõgeva	Pajusi	Luige	10	6515048	613805
Põltsamaa jõgi	Jõgeva	Pajusi	Tõivere	14	6523395	619826
Kraav enne suubumist Tõivere peakraavi	Jõgeva	Pajusi	Tõivere	15	6520305	619591
Luige peakraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	Jõgeva	Pajusi	Luige	16	6515619	614371
Sepa oja	Jõgeva	Põltsamaa	Puiatu	17	6512336	611187
Saare peakraav	Jõgeva	Põltsamaa	Väike-Kamari	48	6501175	614379
Avijõgi						
Nimetu kraav enne suubumist Avijõkke	Lääne-Viru	Laekvere	Paasvere	34	6549896	652689
Jätkukolga oja enne suubumist Avijõkke	Lääne-Viru	Laekvere	Venevere	35	6543311	655915
Venevere peakraav enne suubumist Avijõkke	Lääne-Viru	Laekvere	Kaasiksaare	36	6542630	658046
Maetsma kraavist	Ida-Viru	Avinurme	Maetsma	taust	6544825	666475
Ahja						
Laanevere peakraav	Põlva	Ahja	Ahja	22	6456695	682521
Kärsa oja	Põlva	Ahja	Kärsa	23	6454212	681288
Akste oja	Põlva	Ahja	Akste	24	6451752	681372
Valgupera oja	Põlva	Kanepi	Kaagna	42	6432101	666859
Kullavere						
Sääse peakraav	Jõgeva	Torma	Vanamõisa	27	6523111	659846
Karusilla oja vahetult peale Kukulinna järve	Jõgeva	Torma	Rääbise	31	6515718	654855
Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav	Jõgeva	Saare	Veia	51	6514080	662123
Sätsuvere peakraav	Jõgeva	Torma	Sätsuvere	52	6520001	651927



Tabel 8. Uuringu pinnase proovivõtupunktid

Proovivõtukohta nimi	Maakond	Vald	Küla	Proovi- võtu- punkti +nr	Proovivõtukohta täpsustus, osaproovide koordinaadid
Võhandu					
Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Põlva	Räpina	Sülgoja	2	X 706034 Y 6442784, X 705976 Y 6442800, X 705814 Y 6442817, X 705853 Y 6442824, X 705794 Y 6442836
Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Võru	Lasva	Kääpa	46	X 683866 Y 6418418, X 683973 Y 6418553, X 684029 Y 6418602, X 684100 Y 6418683, X 684131 Y 6418750
Põltsamaa					
Põld Põltsamaa jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Jõgeva	Pajusi	Luige	11	X 613755 Y 6514627, X 613783 Y 6514786, X 613797 Y 6514887, X 613814 Y 6514979, X 613831 Y 6515034
Põld Tõivere peakraavi suubuva nimetu kraavi kaldal	Jõgeva	Pajusi	Tõivere	12	X 620061 Y 6519993, X 619927 Y 6520089, X 619838 Y 6520151, X 619684 Y 6520260, X 619604 Y 6520317
Põld Saare peakraavi kaldal	Jõgeva	Põltsamaa	Väike- Kamari	47	X 614186 Y 6501465, X 614226 Y 6501392, X 614269 Y 6501324, X 614307 Y 6501263, X 614324 Y 6501232
Avijõgi					
Jätkukolga ojaga piirnev põld	Lääne- Viru	Laekvere	Venevere	32	X 655923 Y 6543310, X 655840 Y 6543180, X 655794 Y 6543055, X 655788 Y 6542862, X 655682 Y 6542651
Paasvere põld	Lääne- Viru	Laekvere	Paasvere	33	X 652667 Y 6549892, X 652623 Y 6550028, X 652556 Y 6550226, X 652500 Y 6550384, X 652722 Y 6549756
Ahja					
Põld Laanevere peakraavi kaldal	Põlva	Ahja	Ahja	39	X 681417 Y 6458348, X 681402 Y 6458403, X 681382 Y 6458478, X 681356 Y 6458566, X 681339 Y 6458692
Põld Laanevere peakraavi kaldal	Põlva	Ahja	Ahja	40	X 681343 Y 6458816, X 681359 Y 6458744, X 681384 Y 6458640, X 681410 Y 6458528, X 681433 Y 6458408, X 681463 Y 6458296
Kullavere					
Põld Sätsuvere peakraavi kaldal	Jõgeva	Torma	Sätsuvere	50	X 651877 Y 6520028, X 651580 Y 6520281, X 651398 Y 6520554, X 651314 Y 6520674, X 651182 Y 6520807, X 6509858 Y 6521031
Põld Sääse pkr ääres	Jõgeva	Torma	Vanamõisa	26	X 660090 Y 6523299, X 659975 Y 6523183, X 659849 Y 6523130, X 659812 Y 6523244, X 659762 Y 6523466, X 659749 Y 6523577



Joonis 20. Uuringu proovivõtu punktid

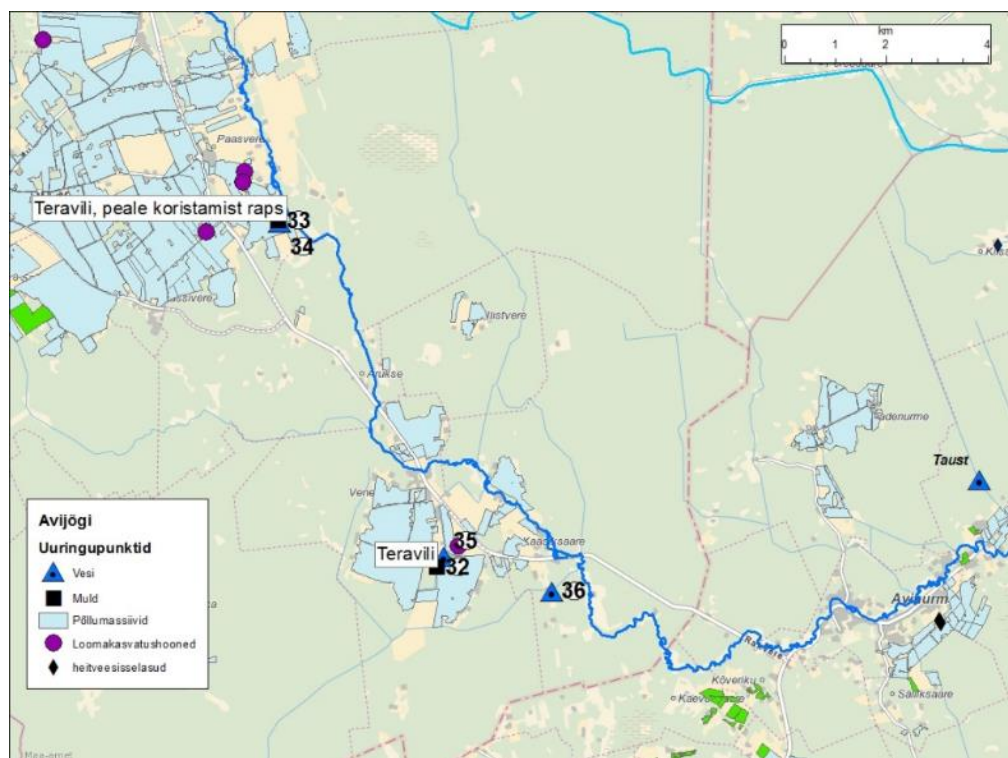
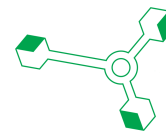
3.1.3. Proovivõtukohtade kirjeldus

3.1.3.1. Avijõgi

Avijõe valgjal on valitud uuringuks neli pinnavee ja kaks pinnase proovivõtupunkti, joonisel 21 ja tabelis 9 on antud punktide kirjeldused.

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

36 (141)



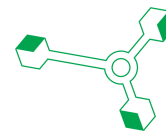
Joonis 21. Uuringupunktid Avijõe valgjal

Tabel 9 Uuringupunktid Avijõe valgala, maakasutus ja mullatüüp

Proovivõtukoht	kogum	Nr	Pindala, ha	haritav maa, %	haritav maa, ha	Karjamaa, ha	Metsamaa, ha	Märgala, ha	mullatüüp	Veekaitse vöönd
Nimetu kraav enne suubumist Avijõkke	1056900_1	34	72,7	100%	72,6				Gleistunud leostunud rähkne liivsavimuld	Jah, 1m
Jätukolga oja enne suubumist Avijõkke	1056900_1	35	115,7	77%	89,2				Leetjas gleimuld, rähkne liivsavimuld	Jah, 1m
Venevere peakraav enne suubumist Avijõkke	1057700_1	36	4348,0	4%	192	31,2	2987	4,62	Kahkjast leetunud liivsavi muld	Jah, Venevere eesvoolu ääres ca 3 m
Maetsma kraavist	1056900_2	taust	2084,4	1%	20,6		1700		Leetjas gleimuld, liivsavimuld	-
Jätukolga ojaga piirnev põld		32							Leetjas gleimuld, liivsavi	
Paasvere põld		33							Gleistunud leostunud rähkne	

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

37 (141)



Proovivõtukoht	kogum	Nr	Pindala, ha	haritav maa, %	haritav maa	Karja-maa	Metsa-maa	Märg-ala	mullatüüp	Veekaitse vöönd
									liivsavimuld	

Maetsama kraav (taust)

Maetsama kraav valiti taustapunktiks, mille kallastel ei ole aktiivset põllumajandustegevust (haritav maa 1%) ning kraavi vesi pärineb peamiselt metsade kuivenduskraavidest. Proovivõtupunktis, mis asus vahetult enne suubumist Avijõkke, voolas Maetsama kraav sirgelt piki teeserva. Kraavi kaldail kasvas osaliselt võsa. Kraavis oli vegetatsiooniperioodil osaline veetaimestik. Kraavi põhi oli valdavalt liivane.



Foto 1. Vaade Maetsama kraavile (14.09.16)

Venevere peakraav (Nr. 36)

Nagu enamike proovivõtmiseks valitud kraavide puhul, nii võib ka Venevere peakraavi puhul täheldada veehulkade väga suurt kõikumist. Fotel 2 on näha Venevere peakraavi veetase 06. aprillil ning fotol 3 on sama koht 26. mail. Siiski oli kraavis vesi ka kuival perioodil. Venevere peakraavi vesi on kujunenud metsamaastikul, haritavat maad valglal 4%. Proovivõtupunktis kasvasid kraavi kaldal valdavalt puud (lepp, kuusk). Kraavi põhi oli valdavalt liivane/kruusane. Esines ka suuremaid kive.

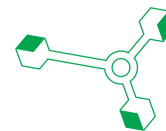


Foto 2. Venevere peakraav (06.04.16)



Foto 3. Venevere peakraav (26.05.16)

Jätkukolga oja (Nr. 35) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 32)

Jätkukolga oja proovivõtupunkti valglas on haritavat maad 77%, peamiselt kasvatatakse suviteravilja. Läheduses on farm 85-le lehmale. Oja iseloomustavad suhteliselt väikesed vooluhulgad ning sirge profiil. Proovivõtukohas oli oja põhi enamasti mudane. Oja kallastel kasvas lepavõsa. Vegetatsiooniperioodil oli oja kaetud osaliselt taimestikuga. Jätkukolga oja kaldal asuval pinnaseproovide võtmiseks valitud põllul toimus kogu proovivõtuperioodi jooksul põllumajanduslik tegevus. Põllul kasvatati teravilja.

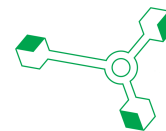


Foto 4. Jätkukolga oja (06.04.16)



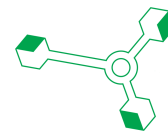
Foto 5. Jätkukolga ojaga piirnev põld (25.05.16)

Nimetu kraav (Nr. 34) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 33)

Proovivõtuks valitud nimetu kraav asub Avijõe ülemjooksul. Valglal 100% haritavat maad, kus kasvas suvinisu ja suviraps, lähipiirkonnas farm 135 lehmale, farm 244-e lambale ja sigala 266-le loomale. Kraavi iseloomustab proovivõtukohas kruusane põhi ning selge vesi. Kraavi kallastel kasvas valdavalt pajuvõsa. Vegetatsiooniperioodil kattis kraavi pinda osaliselt

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

40 (141)



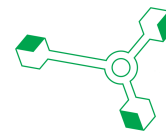
taimestik. Kraavis oli voolav vesi kogu proovivõtuperioodi jooksul. Kraavi kaldal asunud pinnaseproovide võtmiseks asuval põllul toimus kogu proovivõtuperioodi jooksul põllumajanduslik tegevus. Proovivõtuperioodi alguses oli põllule külvatud teravili, hiljem raps.



Foto 6. Avijõkke suubuv nimetu kraav (07.12.16)

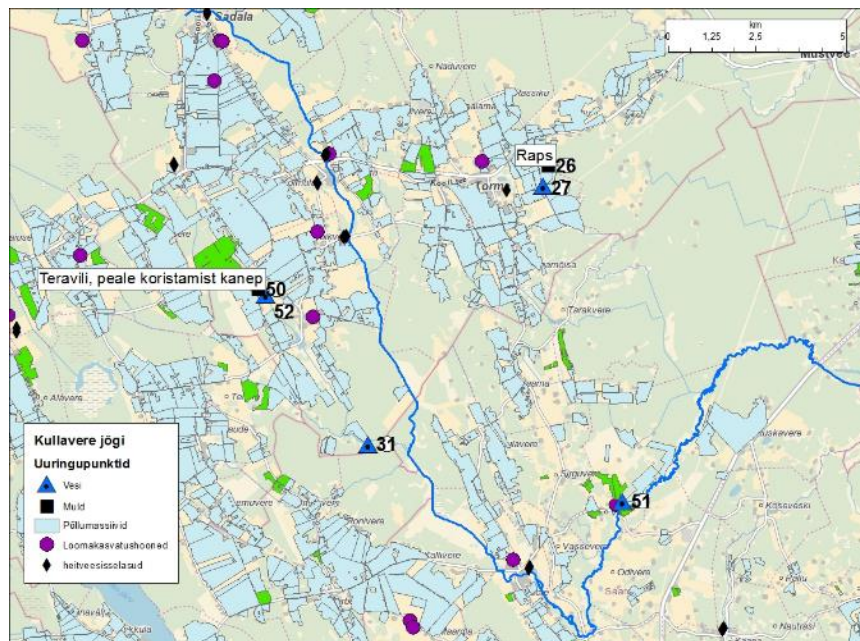


Foto 7. Põld Avijõkke suubuva nimetu kraavi kaldal (26.05.16)



3.1.3.2. Kullavere jõgi

Kullavere jõevalgal on valitud uuringuks neli pinnavee ja kaks pinnase proovivõtupunkti, joonisel 22 ja tabelis 10 on antud punktide kirjeldused.



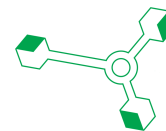
Joonis 22. Uuringupunktid Kullavere valgjal

Tabel 10. Uuringupunktid Kullavere valgala, maakasutus ja mullatüüp

Proovivõtukoht	kogum	Nr	Pindala, ha	haritav maa, %	haritav maa, ha	Karja-maa, ha	Metsa-maa, ha	Mär-g-ala, ha	mullatüüp	Veekai tse võond
Sääse peakraav	1053300_1	27	1189,9	54%	644	155,1	180,9		madalsoomuld, leostunud gleimuld, liivsavimuld	Jah, ca 15 m
Karusilla oja vahetult peale Kukulinna järve	1052600_1	31	2424,6	54%	1320	340	491,6		Kahkjaa leetunud liivsavimuld	Jah, ca 27 m
Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav	1052600_2	51	373,9	8%	29,0	174,2	112,2		Leetjas gleimuld, liivsavimuld	Jah, 2m
Sätsuvere peakraav	1052600_1	52	198,6	88%	175,4	20,6			Leetjas gleimuld liivsavimuld	Jah, 2m
Põld Sätsuvere peakraavi kaldal		26							Leetjas gleimuld, rähkne liivsavimuld	
Põld Sääse pkr ääres		50							madalsoomuld, leostunud gleimuld,	

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

42 (141)



									liivsavimuld	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------	--

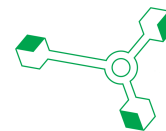
Sääse peakraav (Nr. 27) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 26)

Sääse peakraavi (ka Linnutaja oja) valgla on proovivõtupunktis haritavat maad 54%, kasvatati suviotra, ülemjooksul ka talirapsi. 1,8 km kaugusel proovivõtupunktist on laut 1204-le lehmale. Kraav läbis proovivõtukohas põllumajandusmaastiku. Kraavi kallastel kasvas vähesel määral pilliroogu, võsa puudus. Kraavi põhi oli valdavalt mudane. Kraav oli profiililt sirge ning vegetatsiooniperioodil kaetud osaliselt taimestikuga. Kraavis oli voolav vesi kogu proovivõtuperioodi jooksul. Kraavi kaldal asuval pinnaseproovide võtmiseks valitud põllul kasvatati rapsi.



Foto 8. Sääse peakraav (04.07.16)



**Foto 9. Põld Sääse peakraavi kaldal (15.06.16)****Karusilla oja (Nr. 31)**

Karusilla ojaale valitud proovivõtupunkt asus peale Kukulinna paisjärve. Valglas on haritavat maad 54%, proovivõtupunkti läheduses on liblikõieliste/kõrreliste põld ja suvirapsi põld, oja ülemjooksul rapsi ja suvinisu põllud, vahepeal mets. Proovivõtupunktis oja kallastel kasvavad puud. Oja põhi oli valdavalt kruusane. Ojas voolas vesi kogu proovivõtuperioodi jooksul. Ojas oli väiksemaid kalu.

**Foto 10. Karusilla oja (04.07.16)****Sätsuvere peakraav (Nr. 52) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 50)**

Sätsuvere (Rääbise) peakraavi valglal on haritavat maad 88%, liblikõieliste rohumaa ja suvinisu põld. Läheduses on kaks lauta – 233le ja 88-le lehmale. Valitud proovivõtupunkti kallastel kasvavad puud (lepp, kask). Vegetatsiooniperioodil oli kraavis suures osas veetaimestik. Proovivõtuperioodi jooksul oli kraav mõjutatud kopratammide poolt. Voolav vesi oli kraavis küll kogu proovivõtuperioodi jooksul, kuid mõnel juhul jäi vooluhulk alla 1 l/s. Kraavi suubuvad maaparanduse käigus paigaldatud kuivendustorud.

Sätsuvere peakraavi kaldal asuval pinnaseproovide kogumiseks valitud põllul kasvas proovivõtuperioodi alguses teravili (suvinisu), hiljem kanep.

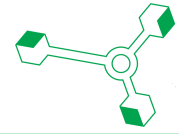


Foto 11. Sätsuvere peakraav (04.07.16)



Foto 12. Sätsuvere peakraaviga piirnev põld (14.09.16). Põllule on külvatud kanep

Nimetu kraav (Nr. 51)

Kraav kulges proovivõtupunkti piirkonnas rohumaade vahel, valglal haritava maa osakaal 8% (talirapsi põld). Heinamaadel karjatati lambaid (~ 200 lammast). Kraav on sirge profiiliga ning põhi valdavalt liivane. Suurem võsa kraavikallastel puudus. Kraavis oli voolav vesi kogu proovivõtuperioodi jooksul.

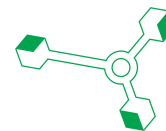
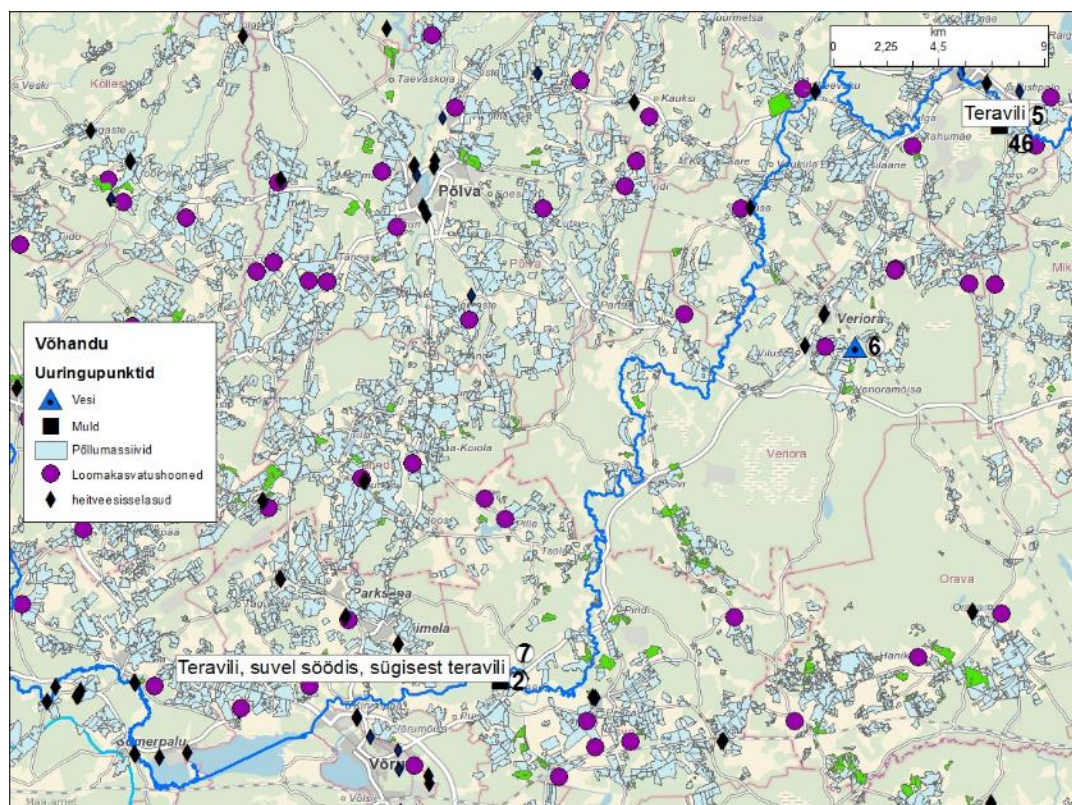
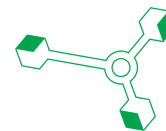


Foto 13. Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav (14.09.16)

3.1.3.3. Võhandu jõgi

Võhandu jõe valgal on valitud uuringuks kolm pinnavee ja kaks pinnase proovivõtupunkti, joonisel 23 ja tabelis 11 on antud punktide kirjeldused.



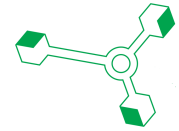
Joonis 23. Uuringupunktid Võhandu jõe valgjal

Tabel 11. Uuringupunktid Võhandu jõe valgala, maakasutus ja mullatüüp

Proovivõtukoht	kogum	Nr	Pinda la ha	haritav maa %	haritav maa ha	Karja- maa ha	Metsa- maa ha	Märg- ala ha	Mulla- tüüp	Veekait- se vöönd
Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	1003000_7	5	286,6	34%	96,5		62,9	16,3	Kahkjäs leetunud liivsavi- muld	Jah, 2m
Veerksu ojja suubuv nimetu kraav	1007200_1	6	238,1	60%	142,0		64,9		leetunud muld, liiv	Jah, 3-4 m
Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	1003000_4	7	379,0	33%	125,0	75,4	94,2		Madal- soomuld, liivsavi	Jah, 2 m
Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal		2							Kahkjäs leetunud liivsavi- muld	
Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi		46							Madal- soomuld, liivsavi	

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

47 (141)



kaldal										
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nimetu kraav (Nr. 5) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 46)

Kraav, mille valglas on haritavat maad 34%, asub proovivõtupiirkonnas põllumajandusmaastikul ning selle kallastel kasvas lepavõsa. Valglal kasvatatakse suviotra ja põlduba, läheduses on kaks lauta kokku 225 lehma ja 44 lambaga. Vegetatsiooniperioodil oli kraavi veepind kaetud taimestikuga vähesel määral. Kraavi põhi oli valdavalt mudane/liivane. Voolav vesi oli kraavis küll kogu proovivõtuperioodi jooksul, kuid mõnel juhul jäi vooluhulk alla 1 l/s. Kraavi kaldal asuval pinnaseproovide kogumiseks valitud põllul kasvatati kogu



proovivõtuperioodi jooksul teravilja.

Foto 14. Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav (12.12.16)

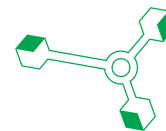


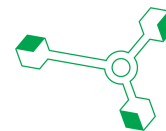
Foto 15. Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal (16.08.16)

Nimetu kraav (Nr. 6)

Kraavi valglal on haritavat maad 60%, kus kasvatatakse teravilja (talinisu ja suvioder) ja kaunvilju, 1,2 km kaugusel proovivõtupunktist on sigala, kus üle 5000 looma. Proovivõtupunkt asub põllumajandusmaastikul - ühel kaldal kasvatati köögivilju (kapsas, porgand), teisel kaldal oli kaerapõld. Mõlemal pool kraavi olid järsud kaldad. Kraavis oli vegetatsiooniperioodil veetaimestik. Kraavis võis märgata kopra tegevusjälgi. Kopra poolt mõjutatud alal, kus veepeegel laiem ning voolukiirus väiksem, katsid kraavi veepinda lemled (foto 17).



Foto 16. Veersu ojja suubuv nimetu kraav (27.10.16)



Nimetu kraav (Nr. 7) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 2)

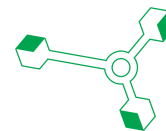
Haritava maa osakaal valglal on 33%, kus kasvatati suvinisu ja rapsi. Proovivõtupiirkonnas olid kraavi kaldad osaliselt võsastunud. Kraav oli kopra poolt mõjutatud. Kraavi põhi oli valdavalt liivane/mudane. Pinnaseproovide kogumiseks valitud põllul kasvatati teravilja (suvinisu). Suvisel ajal oli põld sööti jäetud. Taas oli teravili külvatud sügisel.

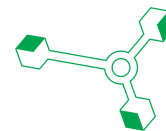


Foto 17. Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav (16.08.16)



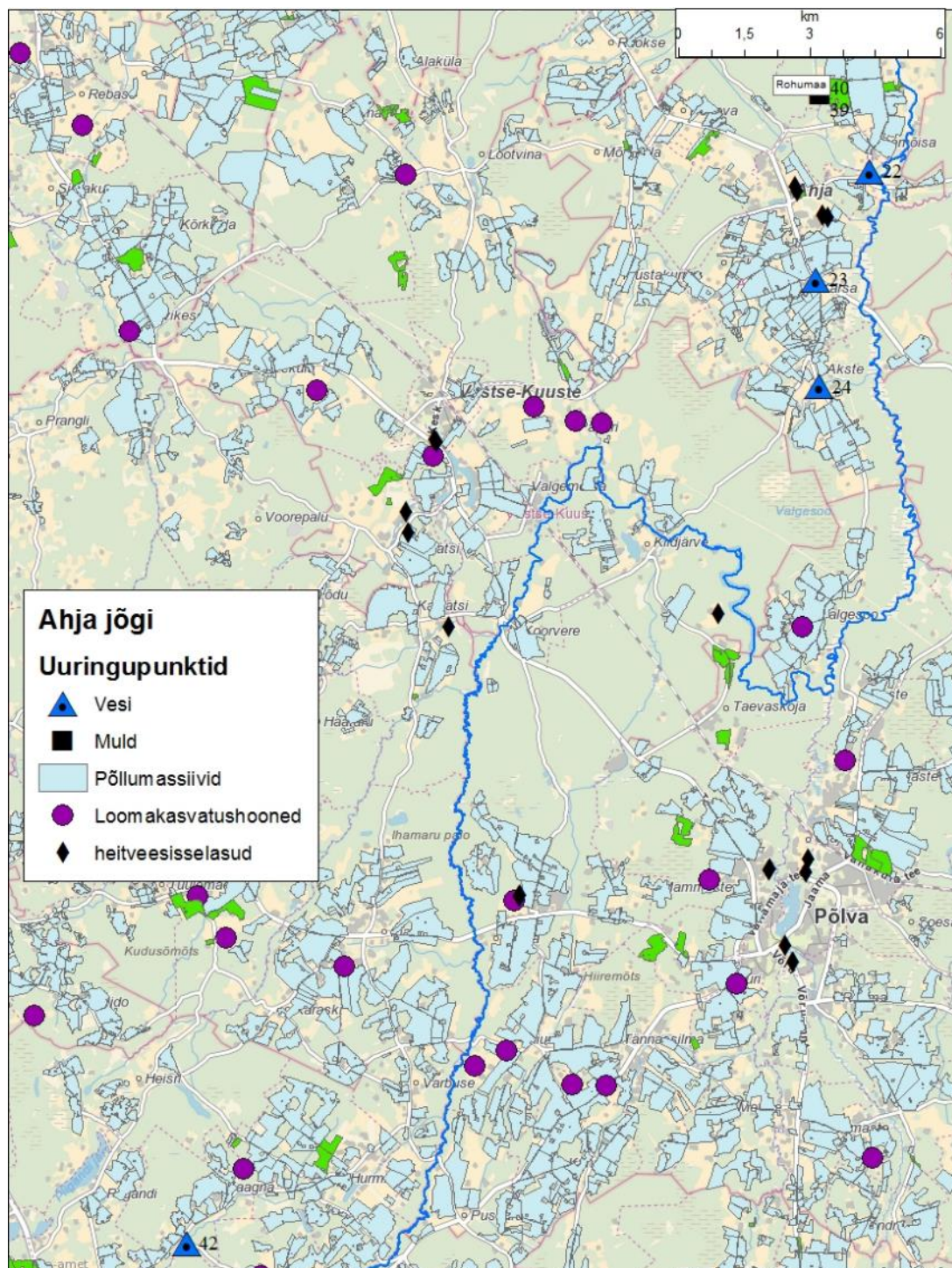
Foto 18. Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal (27.10.16)



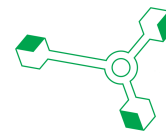


3.1.3.4. Ahja jõgi

Ahja jõe valgjal on valitud uuringuks neli pinnavee ja kaks pinnase proovivõtupunkti, joonisel 24 ja tabelis 12 on antud punktide kirjeldused.



Joonis 11. Uuringupunktid Ahja jõe valgjal

**Tabel 12. Uuringupunktid Ahja jõe valgala, maakasutus ja mullatüüp**

Proovivõtu-koht	kogum	Nr	Pindala	haritav maa	haritav maa	Karja-maa	Metsa-maa	Märg-ala	Mulla-tüüp	Veekaitse vöönd
			ha	%	ha	ha	ha	ha		
Laanevere peakraav	1047200_4	22	1791,0	19%	344	120	808,2		leetunud muld, liiv	Jah, 4 m
Kärsa oja	1047200_4	23	522,5	35%	182,1		155,3		Kahkjast leetunud muld, liivsavi	Jah, 2m
Akste oja	1047200_4	24	614,3	31%	193		190	84,4	Deluviaal-muld, liivsavimuld	Jah, 5 m
Valgupera oja	1047200_1	42	886,4	37%	332,0	33,4	272,2		Keskmiselt ja tugevasti leetunud muld, liiv	Jah / ca 13 m, Kaagna eesvoolude ääres ca 11 m
Põld Laanevere peakraavi kaldal		39							Leetjas gleimuld, liiv	
Põld Laanevere peakraavi kaldal		40							Madalsoo-muld, liiv	

Laanevere peakraav (Nr. 22) ja selle kaldal asuvad põllud (Nr. 39 ja Nr. 40)

Laanevere peakraavi valglas on haritava maa osakaal 19%, kasvatatakse teravilja (tritikale) ja söödakultuure (rüps). Proovivõtupiirkonnas oli Laanevere peakraavi põhi kiirema vooluga kohtades kruusane, aeglasema vooluga aladel mudane. Vegetatsiooniperioodil oli kraavis veetaimestik. Kraavi kaldad olid osaliselt võsastunud. Suvisel perioodil tõusis kraavi veetase kopra tegevuse tõttu tavapärasest kõrgemale. Sügisel veetase alaneks. Peakraavi kaldale oli pinnaseproovide kogumiseks valitud kaks põldu. Neist üks (Nr. 39) oli kogu proovivõtuperioodi jooksul rohumaa. Teisel (Nr. 40) kasvatati algul teravilja, hiljem rapsi.

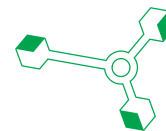


Foto 19. Laanevere peakraav (13.07.16)



Foto 20. Põld Laanevere peakraavi kaldal (28.10.16)

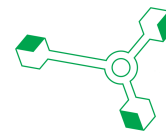


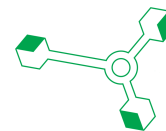
Foto 21. Põld Laanevere peakraavi kaldal (28.10.16)

Kärša oja (Nr. 23)

Kärša (Kuriku) oja valgla on haritavat maad 35%, peamiselt suviuder ja taliraps. Kärša oja oli proovivõtupiirkonnas liivase/mudase põhjaga, süvendatud sängiga. Proovivõtuperioodi alguses oli oja säng kopaga puhastatud. Vooluhulgad olid suuremal osal ajast 1-2 l/s, kevadisel suurveeperioodil aga kuni 35 l/s. Proovivõtupunktist allavoolu oli ojale paisu abil rajatud väike tiik, mis on tuletõrje veevõtukohaks.



Foto 22. Kärša oja (26.05.16)



Akste oja (Nr. 24)

Akste oja valgla haritava maa osakaal on 31%, kasvatatakse teravilja (rukis, talinisu, suvioder) ja rapsi. Akste oja vesi oli kogu proovivõtuperioodi jooksul tugevalt punaka värvusega. Oja kallastel kasvasid proovivõtupunktis lepad. Oja põhi oli valdavalt kruusane/liivane. Voolav vesi oli ojas kogu proovivõtuperioodi jooksul.



Foto 23. Akste oja (13.07.16)

Valgupera oja (Nr. 42)

Valgupera (Valgi) oja valgla kasvatatakse 37%-l haritaval maal liblikõielisi ja suvinisu. Läheduses on mitmeid loomakasvatushooneid – 1,8 km kaugusel proovivõtupunktist on sigala 55-le loomale ja 3 km raadiuses kaks lehmalauda, 1022 ja 346-le lüpsilehmale.

Kobraste tegevuse tõttu oli oja proovivõtuperioodil enamasti üles paisutatud. Üleujutatud ala katsid lemlid. Vee vooluhulgad jäid kuivematel perioodidel alla 1 l/s, ühel korral (27.10.16) puudus vesi täielikult. Oja kaldaid ümbritses proovivõtupiirkonnas mets.

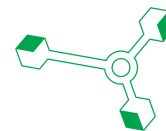
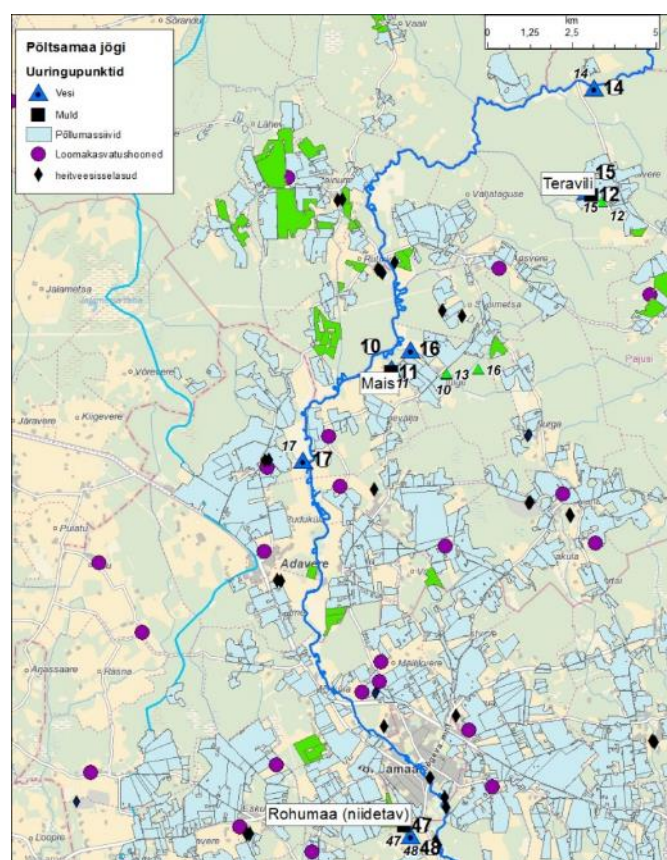


Foto 24. Valgupera oja (16.08.16)

3.1.3.5. Põltsamaa jõgi

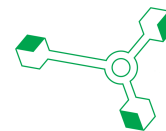
Põltsamaa jõe valgjal on valitud uuringuks kuus pinnavee ja kolm pinnase proovivõtupunkti, joonisel 25 ja tabelis 13 on antud punktide kirjeldused.



Joonis 25. Uuringupunktid Põltsamaa jõe valgjal

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

57 (141)

**Tabel 13. Uuringupunktid Põltsamaa jõe valgala, maakasutus ja mullatüüp**

Proovivõtukoht	kogum	Nr	valgla ha	haritav maa %	haritav maa ha	Karja- maa ha	Metsa- maa ha	Märg- ala ha	Mulla- tüüp	Veekait- se vöönd
Nimetu kraav, mis suubub Põltsamaa jõkke	1030000_3	10	362,2	42%	153,5		192,8		Madal-soomuld, rähkne liivsavi	Jah, 2m
Põltsamaa jõgi	1030000_3	14	60792	30%	18065	2614	26275	2906	Leostunud gleimuld, rähkne liivsavi	-
Kraav enne suubumist Tõivere peakraavi	1030000_3	15	103,9	86%	88,9		14,6		Madal-soomuld, rähkne liivsavi	Jah, 4 m
Luige peakraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	1030000_3	16	1875,3	26%	485,4	57,4	1213		Madal-soomuld, liivsavi	Jah, 3m
Sepa oja	1030000_2	17	1777,8	14%	251,0	54,5	1204	91,5	Madalsoo-muld, rähkne liivsavi	Jah, 4m
Saare peakraav	1030000_3	48	251,4	47%	119,3	21,3	34,1		Madalsoo-muld, liivsavi	Jah, 2m
Põld Põltsamaa jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal, Väike-Kamari		11							Madalsoo-muld, rähkne liivsavi	
Põld Saare peakraavi kaldal, Luige		47							Madalsoo muld, rähkne liivsavi	
Põld Tõivere peakraavi suubuva nimetu kraavi kaldal		12							Madalsoo-muld, rähkne liivsavi	

Nimetu kraav (Nr. 10) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 11)

Kraav läbib proovivõtupiirkonnas põllumajandusmaastikku (haritavat maad 42%), kus kasvatatakse maisi ja lutserni. 2,7 km kaugusel proovivõtupunktist on lehmalaud 254-le loomale. Kraavi kallastel oli noor lepavõsa ja kraavi põhi oli valdavalt paene. Sademetevaesel ajal kuivas kraav täielikult. Suurim vooluhulk mõõdeti aprillis (60 l/s). Kraavi kaldal asuval pinnaseproovide kogumiseks valitud põllul kasvatati maisi. Maisipõllu ja kraavi vahele oli jäetud rohuala.

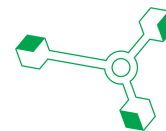


Foto 25. Vaade Põltsamaa jõkke suubuva nimetu kraavi paiknemisele. Kraav jookseb foto vasakus servas piki pinnaseproovide kogumiseks valitud põllu serva (26.10.16)



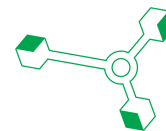
Foto 26. Maisipõld Põltsamaa jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal (06.07.16)

Põltsamaa jõgi (Nr. 14)

Põltsamaa jõe punkt valiti käesolevas töös taustapunktiks, kus ei ole aktiivset põllumajandustegevust. Proovivõtmiseks valitud punktis voolas Põltsamaa jõgi metsaga ümbritsetud alal oma looduslikus sängis. Antud proovivõtupunkti valimisse võtmise eesmärgiks oli võrrelda analüüsitulemusi põllumajanduspiirkonnast võetud veeproovide tulemustega. Vooluhulkasid selles punktis ei mõõdetud, koormuste ja ärakande

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

59 (141)



arvutamiseks saadi vooluhulgad KAURi hüdroloogia osakonnas (Põltsamaa-Pajusi HP).



Foto 27. Põltsamaa jõgi (15.08.16)

Nimetu kraav (Nr. 15) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 12)

Kraav läbib proovivõtupiirkonnas põllumajandusmaastikku, haritava maa osakaal 86%, kasvatati talirapsi ja otra. 3,6 km raadiuses on kaks lauta – 113 lehma laut ja 351 lihaveise laut. Proovivõtupunktis kraavi ühel kaldal oli heinamaa, teisel kaldal pinnaseproovide võtmiseks valitud põld, kus kasvas teravili. Kraavi kaldad olid osaliselt võsastunud. Vegetatsiooniperioodil kattis kraavi veepinda osaliselt taimestik. Kraavi põhi oli valdavalt mudane.

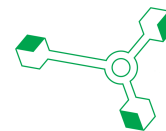


Foto 28. Nimetu kraav enne suubumist Tõivere peakraavi (21.10.15)



Foto 29. Põld Tõivere peakraavi suubuva nimetu kraavi kaldal (06.07.16)

Luige peakraav (Nr. 16)

Proovivõtupiirkonnas voolas kraav läbi karjatatavate heinamaade (foto 31). Haritavat maad valglas on 26%. Kasvatatakse rukist ja liblikõieliste rohumaad. Kraavi kaldad olid valdavalt võsata. Kraav voolas paepõhjal. Kraavi vees oli märgata väiksemaid kalu.

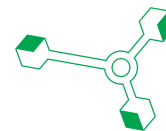


Foto 30. Luige peakraav (16.11.16)



Foto 31 Luige peakraav kulgeb vahetult enne suubumist Põltsamaa jõkke läbi põllumajandusmaastiku (15.09.16)

Sepa oja (Nr. 17)

Sepa oja haritava maa osakaal on vaid 14%, ristiku ja liblikõieliste rohumaad ja rapsipõld, Proovivõtupunktist 3 km raadiuses on 4 suurt lauta, kokku 1260-le lehmale. Proovivõtupiirkonnas voolas oja läbi põllumajandusmaastiku. Oja ümbritsesid regulaarselt niidetavad rohumaad. Võsa kallastel puudus. Oja põhi oli valdavalt mudane.

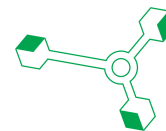


Foto 32. Sepa oja (07.04.16)

Saare peakraav (Nr. 48) ja selle kaldal asuv põld (Nr. 47)

Saare peakraavi (Külmoja) valglas on haritavat maad 47%, ülemjooksul on tritikale- ja maisipõllud, keskosas liblikõieliste ja kõrreliste rohumaad. Proovivõtu punktist 1,3 km kaugusel lehmalaut, kus 950 looma. Proovivõtupiirkonnas olid kraavi kallastel osaliselt mets, osaliselt põllumajandusmaastik. Vesi voolas paepõhjal. Kraavi kaldal asuv pinnaseproovide kogumiseks valitud põld oli kogu proovivõtuperioodi jooksul niidetav rohumaad. Voolav vesi oli kraavis kogu proovivõtuperioodi jooksul. Veetemperatuur kraavis oli teiste proovivõtupunktidega võrreldes madalam (ka suvisel ajal jäi 10-11 °C juurde).

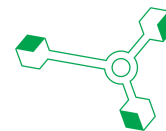
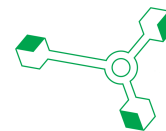


Foto 33. Saare peakraav (07.04.16)



Foto 34. Põld Saare peakraavi kaldal (26.10.16)



3.2. Proovivõtt

3.2.1. Pinnaveeproovide võtmine

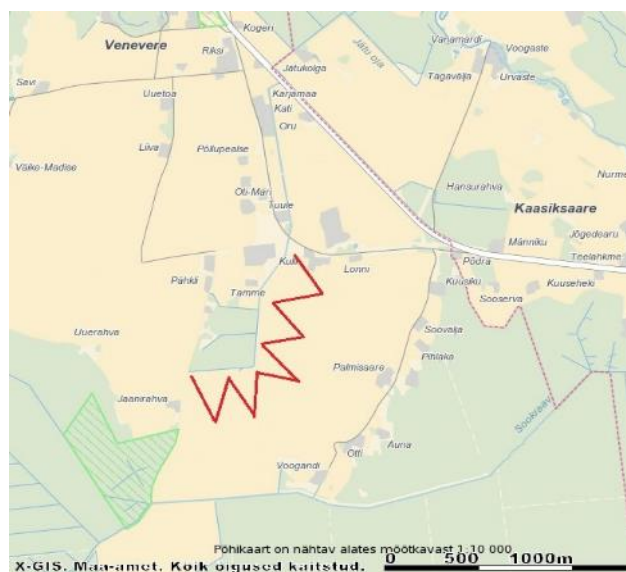
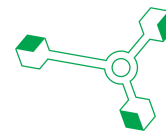
Käesoleva uuringu raames võeti pinnaveeproove 2016. aastal 12 korda. Proovivõttudega kaeti nii suurvee- kui madalvee perioodid. Pinnavee eeluuring viidi läbi 2015. aasta oktoobris ja detsembris.

Proovivõtmisi teostasid akrediteeritud proovivõtumeetoditega atesteeritud proovivõtjad.

Punktproove võeti töö tellijaga eelnevalt kokkulepitud proovivõtupunktidest (kaart joonisel 6). Proovid võeti vastavalt Keskkonnaministri 06. mai 2002. a määrusele nr 30 "Proovivõtumeetodid" ning järgides ISO 5667-6 nõudeid. Kohapeal mõõdeti kiiresti muutavad näitajad : vee temperatuur, lahustunud hapniku sisaldus, elektrijuhtivus ja pH. Proovid transporditi laborisse vastavalt Keskkonnaministri 06. mai 2002. a määrusele nr. 30 "Proovivõtumeetodid" ning järgides ISO 5667-3 nõudeid. Analüüsid teostati kooskõlas Keskkonnaministri 25. augusti 2011 a. määrusega nr 57 „Nõuded vee füüsikalis-keemiliste ja keemiliste parameetrite uuringuid teostavale katselaborile, nende uuringute raames tehtavatele analüüsidele ja katselabori tegevuse kvaliteedi tagamisele ning analüüsi referentmeetodid“.

3.2.2. Pinnaseproovide võtmine

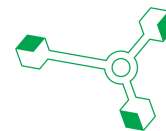
Pinnaseproove võeti 2016. aastal kahel korral - oktoobris ja mais. Sarnaselt pinnaveele teostati ka pinnaseproovide eelproovivõtt 2015. aasta oktoobris ja detsembris. Pinnaseproovide kogumisel järgiti standardi ISO-10381 seeria nõudeid. Pinnaseproovide võtmise skeem on kujutatud joonisel 26. Pinnaseproovi osaproovid koguti liikumistrajektoori tippudes, kasutades mullapuuri (foto 35). Osaproovid võeti künnisügavuselt peale punkti asukoha koordinaatide protokollimist. Proovivõtul välditi kive, prahti ning alusmulda. Kogutud proovid keskmistati, asetati nummerdatud proovinõusse ning transporditi analüüside teostamiseks laborisse. Proovivõtukohad on toodud kaardil joonisel 21.



Joonis 26. Pinnaseproovide kogumisel kasutatud liikumistrajektor.



Foto 35. Pinnaseproovi osaproovi võtmine mullapuoriga



3.3. Analüüsimetodid

Määratavad näitajad ja katsemeetodid on toodud tabelis 14.

Tabel 14. EKUKis kasutatud analüüsimetodid

Proovi tüüp	Näitaja ehk meetodi nimetus	Katsemeetod
Pinnavesi	Temperatuur (proovivõtul)	ISO 5667-6
Pinnavesi	pH (proovivõtul)	ISO 10523
Pinnavesi	Lahustunud hapnik (O ₂) (proovivõtul)	EVS-EN ISO 5814
Pinnavesi	Elektrijuhtivus (proovivõtul)	EVS-EN 27888
Pinnavesi	Ammooniumlämmastik (NH ₄ -N)	EVS-EN ISO 11732
Pinnavesi	Nitraat (NO ₃ -N)	EVS-EN ISO 13395
Pinnavesi	Üldlämmastik (Nüld)	ISO 29441
Pinnavesi	Fosfaat (PO ₄ -P)	ISO 15681-2
Pinnavesi	Üldfosfor (Püld)	ISO 15681-2
Pinnavesi	Vooluhulk	EVS-EN ISO 748
Setted	Üldlämmastik (Nüld) Kjeldahl _mod	ISO 11261
Setted	Fosfor (P)	STJnrMU91A

3.4. Toitainete koormuse ja ärakande arvutamise meetodid

Toitainete koormuste arvutamisel kasutati järgevat valemit:

Vooluhulga ja keemilise kontsentratsiooni korrutiste keskmine, teisendatuna mg/s-lt kg/aastas. Aastane reostuskoormus arvutatakse antud valemiga:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i * C_i}{n}$$

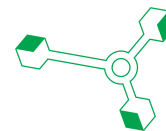
kus L - aasta koormus kg/a;

Q_i - mõõdetud vooluhulk, l/s;

C_i – aine kontsentratsioon; mg/l

n – proovide arv

Toitainete ärakande arvutamisel jagati toitainete koormus valgla pindalaga saades kg/ha aastas.



4. Töö tulemused

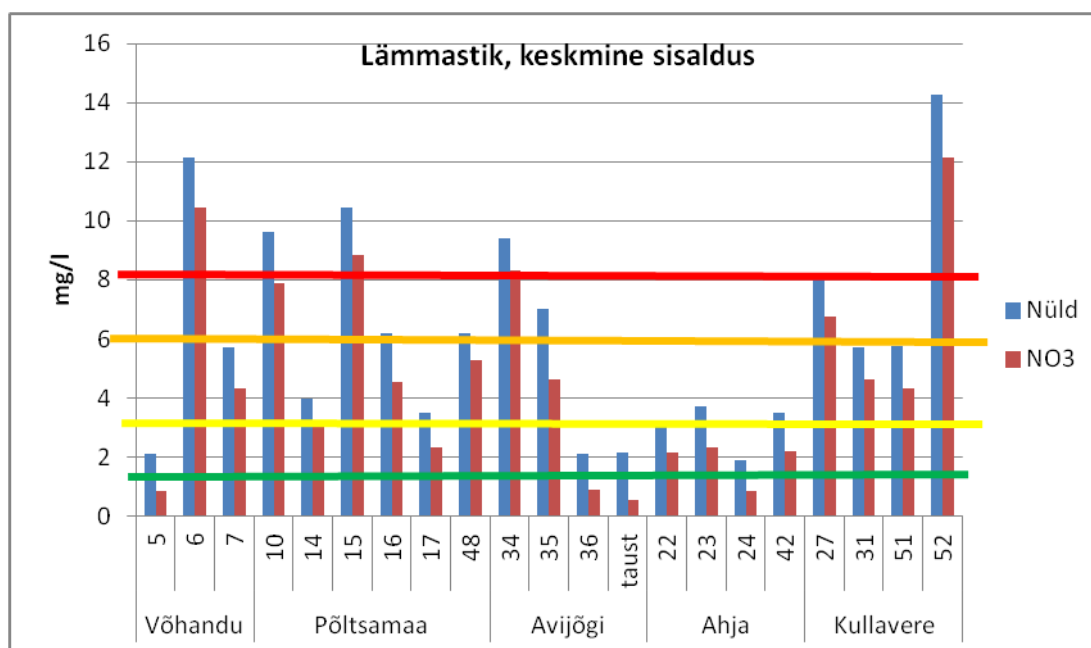
Kõik uuringu käigus mõõdetud ja analüüsitud tulemused on esitatud lisas tabelites 1-8.

Edasisi uuringutulemusi on käsitletud pinnavee toitainete sisalduse ja ärakande ning pinnase toitainete sisalduse alapeatükkidega.

4.1. Pinnavee toitainete sisaldus

Toitainete hajukoormuse selgitamine on keeruline, kuna otsene reostusallika punkt puudub ning selle koormuse ajaline ja ruumiline varieeruvus on suur. See sõltub nii looduslikest tingimustest (eeskätt sademed, aga ka mulla lõimis ja reljeef) kui ka inimtegevusest (maakasutus, taimkate). Hajukoormuse määratlemisel veemajanduskavades on enamasti tegemist suure üldistustasemega, sest ärakandekoefitsiendid mitmetes maakatte tüüpidest ja erinevatest piirkondadest on oletuslikud või teiste riikide uuringutel põhinevad. Veemajanduse meetmete planeerijad ja ärakande mudelite kasutajad vajavad suhteliselt detailset sisendandmestikku potentsiaalsest toitainete ärakandest hajukoormusena, mis on ka selle uuringu üheks eesmärgiks.

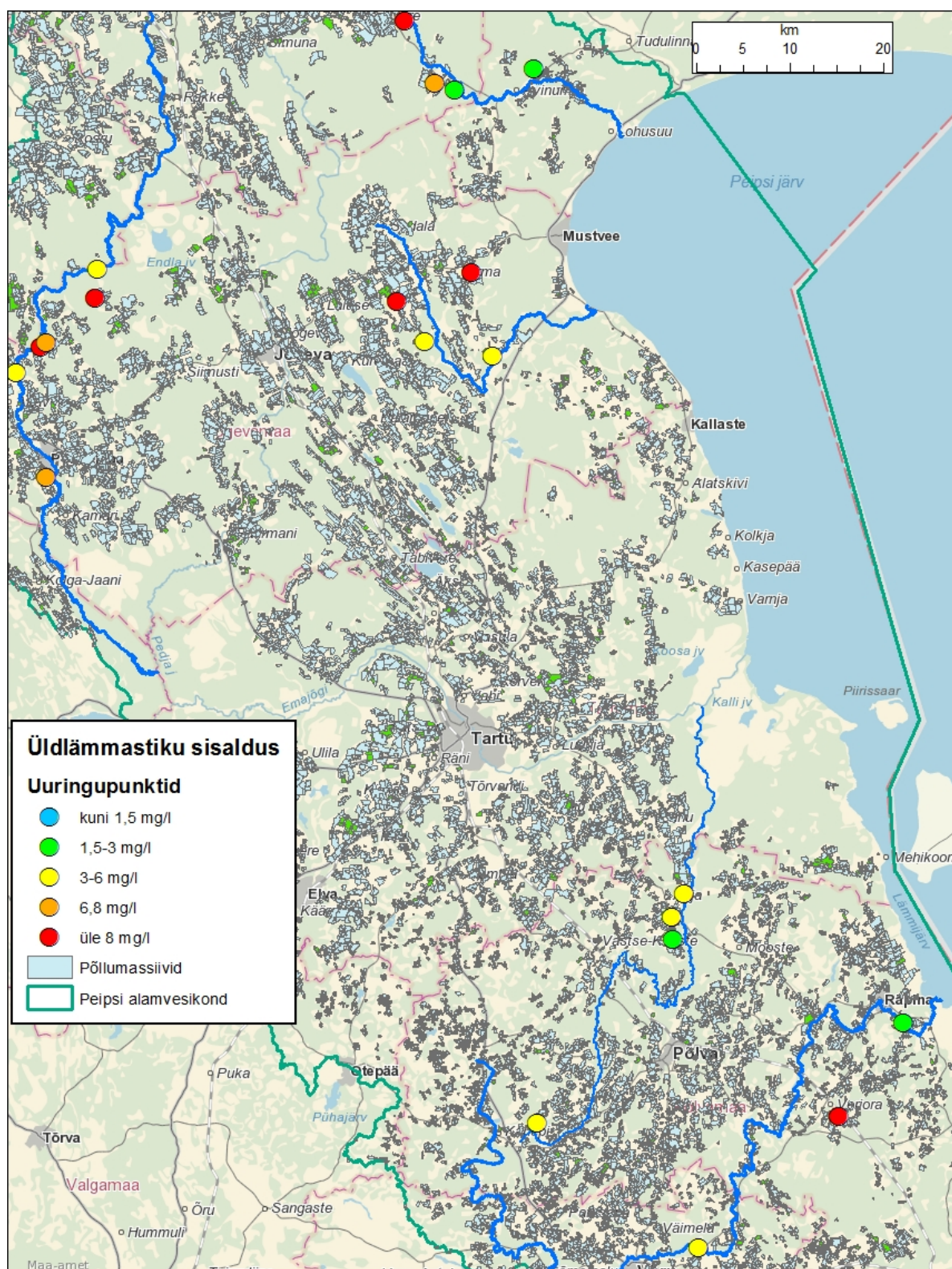
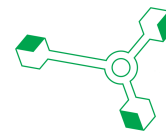
Lämmastiku keskmine sisaldus pinnaveses on joonistel 27 ja 28. 17 uuringupunktis ületas üldlämmastiku sisaldus vees hea klassi väärtuse (3 mg/l). Hea klassi piiridesse jäävad uuringupunktid, kus proovivõtupunkti valgatal on valdavad rohumaad ja metsad. Halvas/väga halvas klassis on pinnaveed, mille valgatal on teravilja kasvatusel alad.



Joonis 27. Lämmastiku keskmine sisaldus (mgN/l) proovivõtupunktides

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

68 (141)

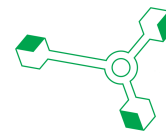


Joonis 28. Lämmastiku keskmine sisaldus (mgN/l) proovivõetupunktides

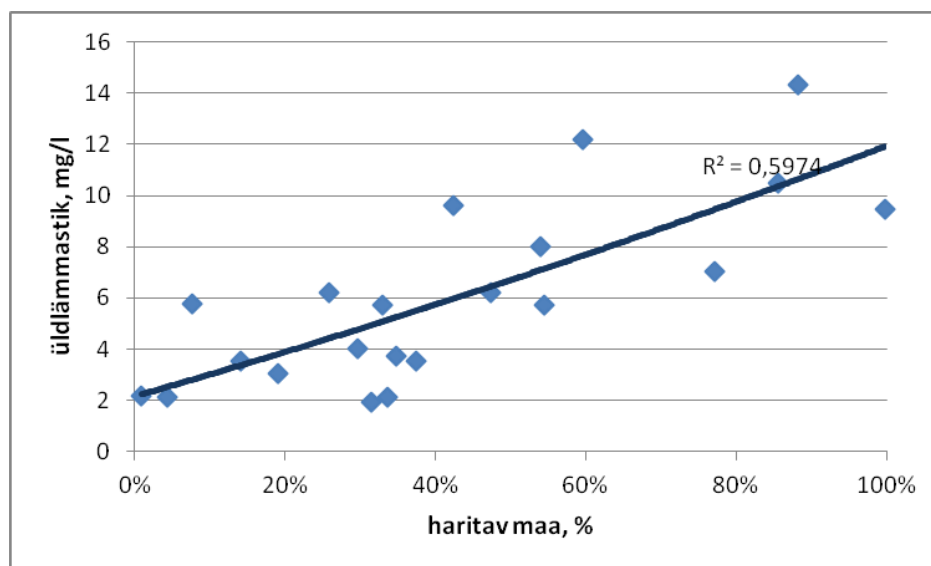
Usaldusväärne seos on lämmastiku sisalduse ja valgla haritava maa osakaalu vahel (joonis 29). Kui haritava maa osakaal on valglal üle 40%, on tõenäosus, et veekogu vesi kuulub

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

69 (141)

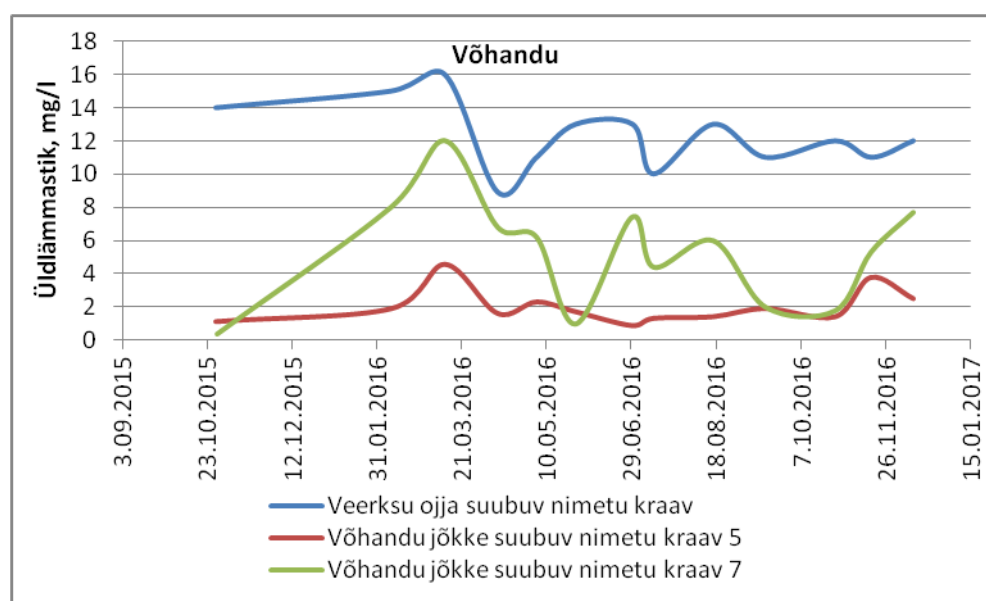


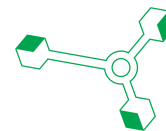
üldlämmastiku põhjal halba klassi 77%. Antud väide kehtib peamiselt väikeste jõgede ja ojade puhul.



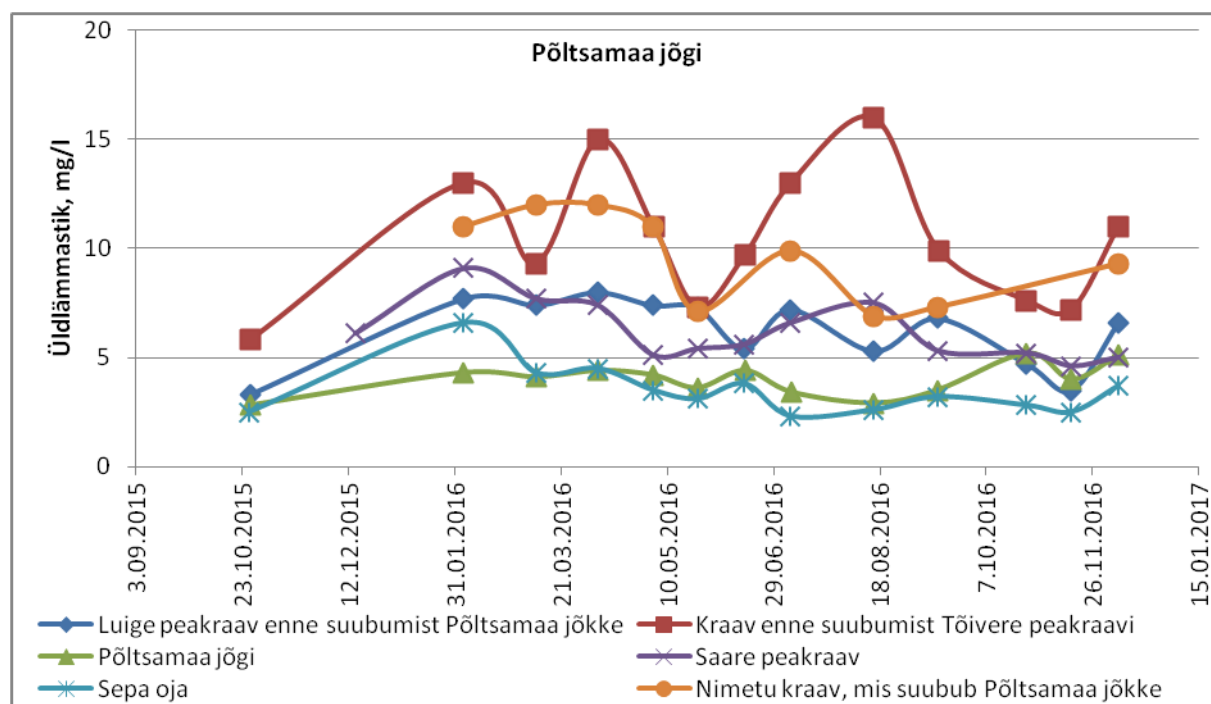
Joonis 29. Seos üldlämmastiku sisalduse ja valgla haritava maa osakaalu vahel uuringupunktid.

2016.a aastal oli veerohke aasta, tavapärane kevadine suurvesi oli juba veebruaris ja hajukoormusena veekogudesse jõudva lämmastiku sisaldus oli reeglina veebruaris-märtsis aasta kõrgeim. Aprillikuu kõrgveega kantud lämmastiku hulk oli väiksem ja sisaldused madalamad, kuid juuli-augusti kõrgvee proovivõtul oli lämmastiku sisaldus taas kõrge, mõnes uuringupunktis võrreldav kevadise suurveega. Joonistel 30-34 on lämmastiku sisaldus uuringu veekogudes jõgede valgalate kaupa.

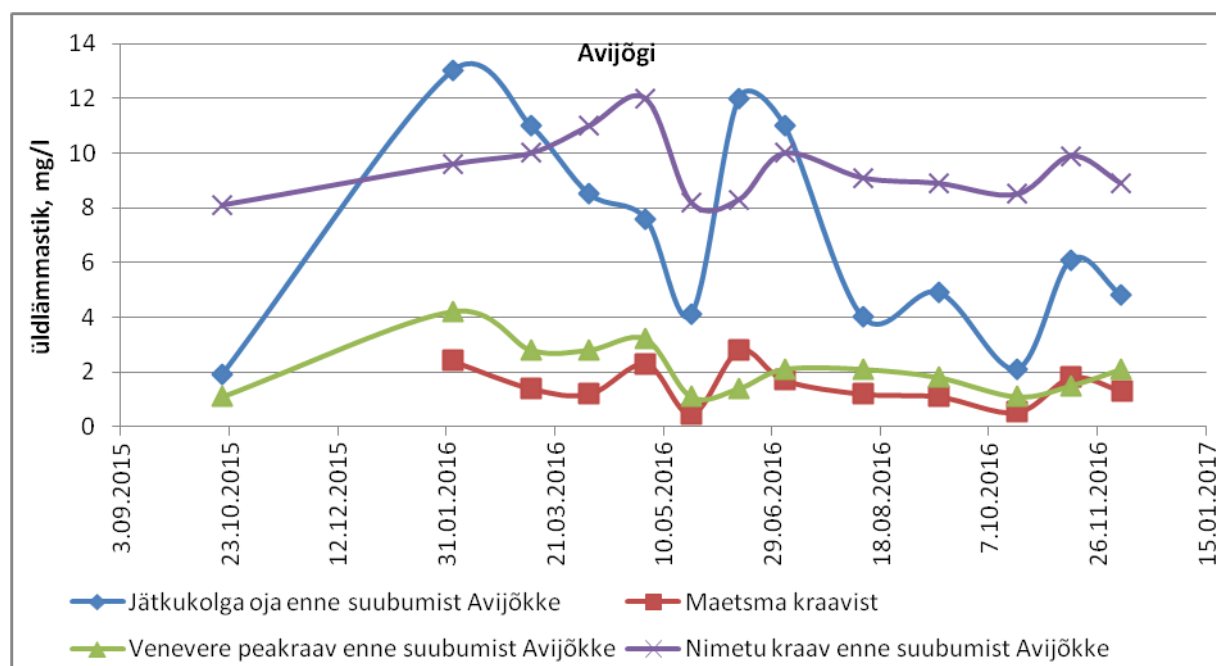




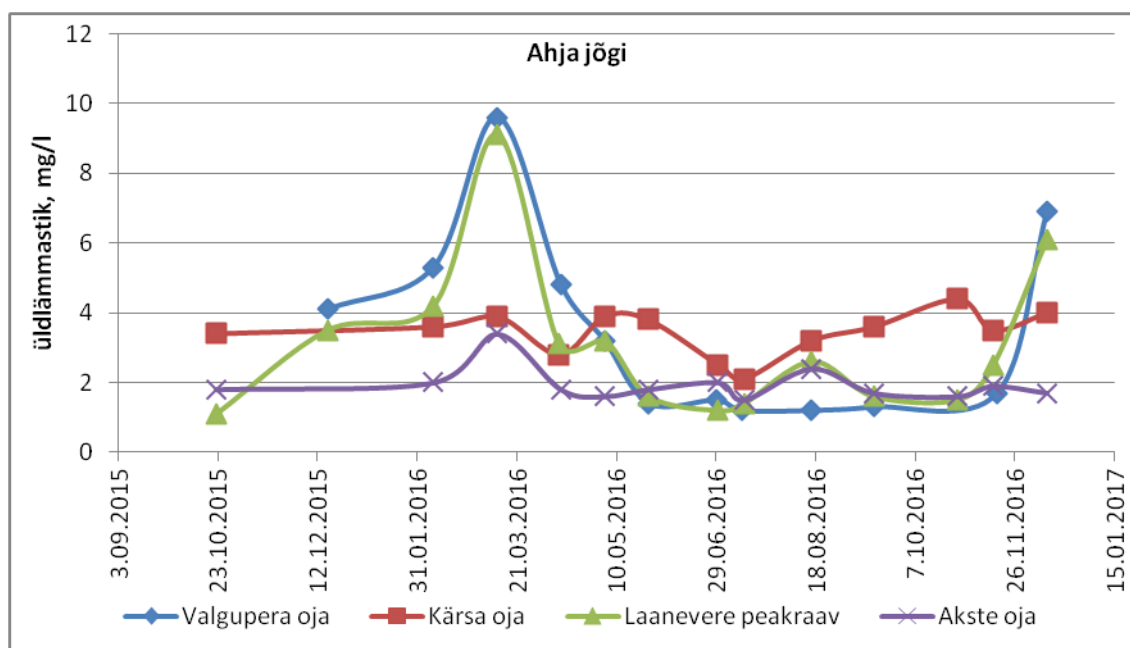
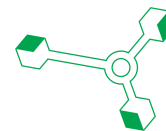
Joonis 30. Lämmastiku sisaldus Võhandu jõe uuringupunktides



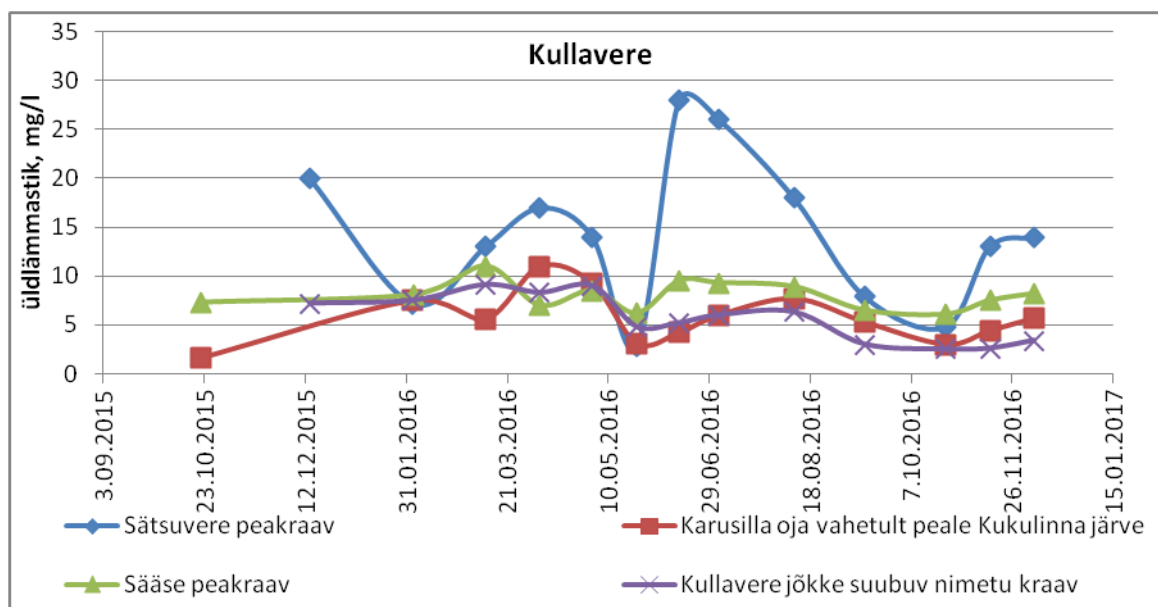
Joonis 31. Lämmastiku sisaldus Põltsamaa jõe uuringupunktides



Joonis 32. Lämmastiku sisaldus Avijõe uuringupunktides

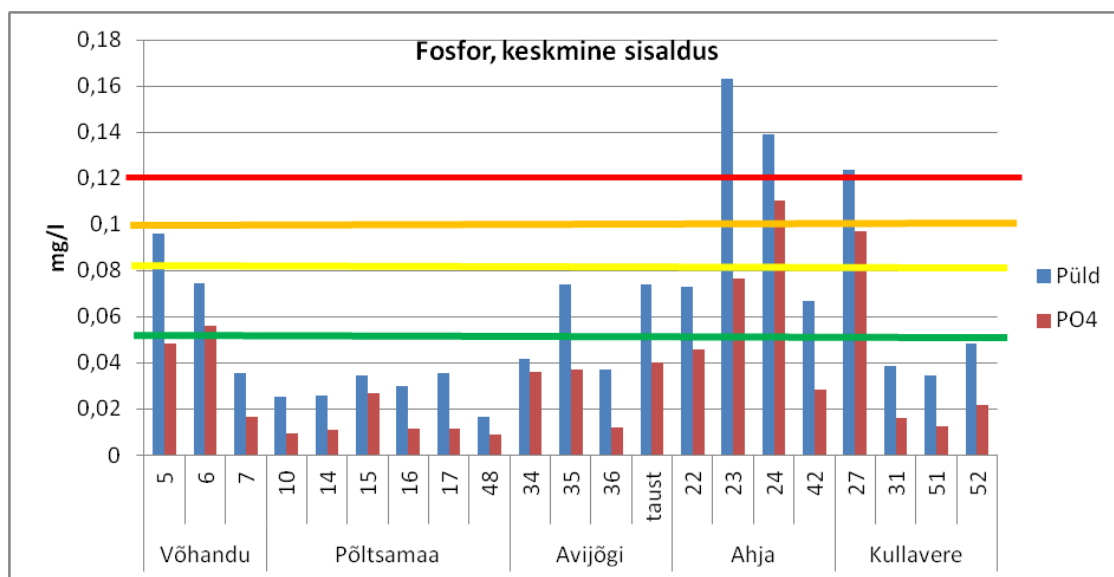
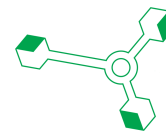


Joonis 33. Lämmastiku sisaldus Ahja jõe uuringupunktides



Joonis 34. Lämmastiku sisaldus Kullavere jõe uuringupunktides

Üldfosfori keskmine sisaldus enamustes uuringu proovivõtupunktides (joonistel number x-teljel) oli väga hea/hea kvaliteediklassi piires, vaid neljas uuringupunktis ületati hea klassi piirväärtus 0,08 mgP/l (Joonis 35 ja 36).

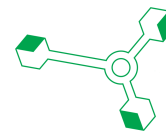


Joonis 35. Fosfori keskmine sisaldus (mgN/l) proovivõtupunktides



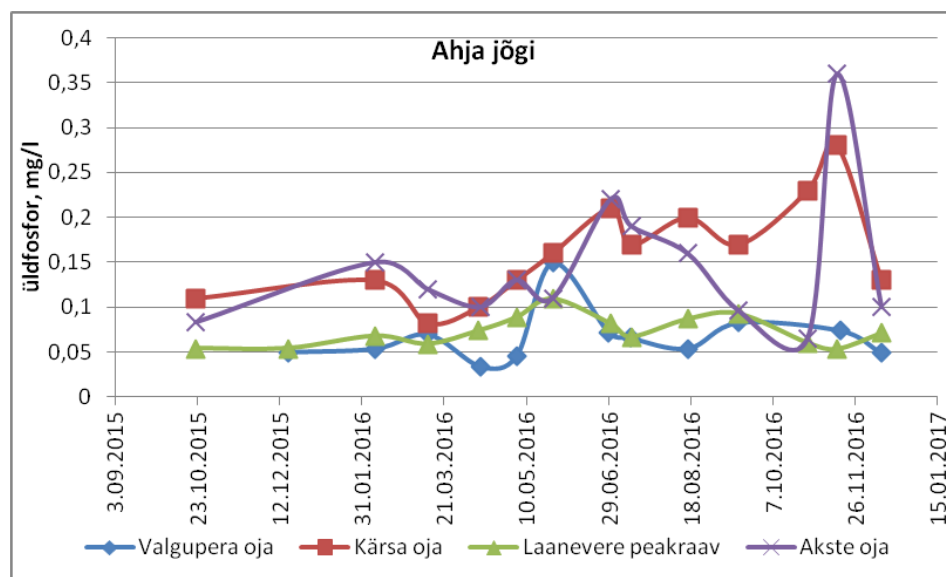
Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

73 (141)



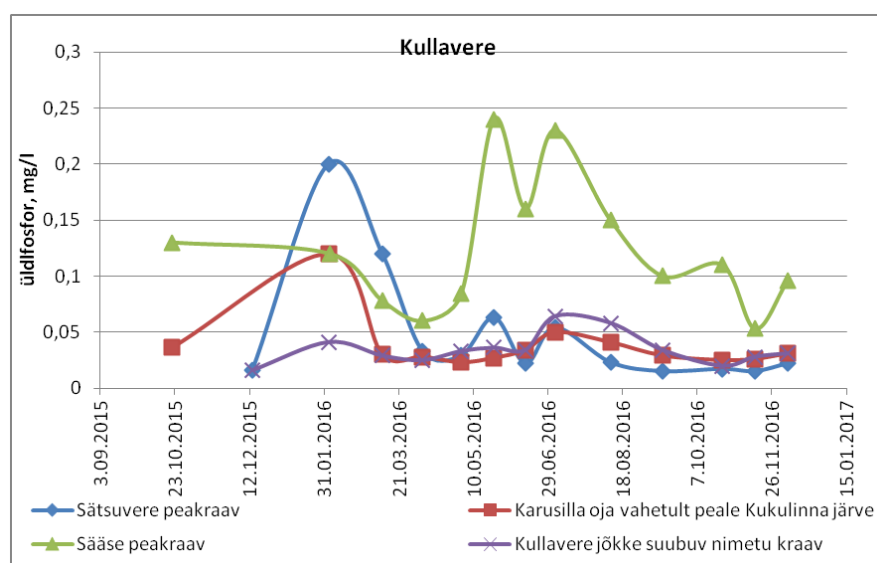
Joonis 36. Fosfori keskmine sisaldus (mgN/l) proovivõtupunktides

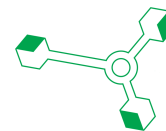
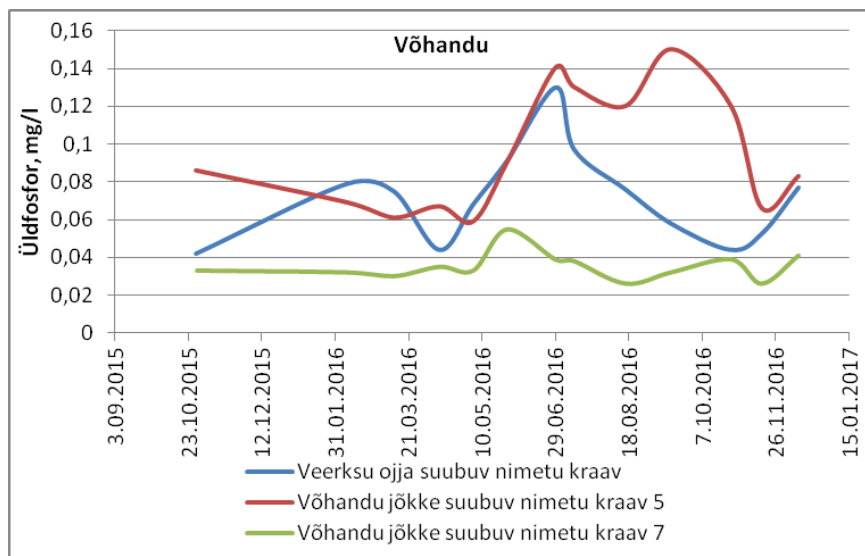
Väikesed veekogud on tundlikumad punktreostustusele, kuna lahjendustegur on väikese veemahu juures madalam ja fosfori sisaldused on seetõttu kõrgemad madalveeperioodil. Kõrgemad fosfori väärtused olid novembris Ahja jõkke suubuvates ojaades – Akste ojas 0,36 mg/l ja Kärša ojas 0,28 mg/l (Joonis 37). Samal ajal oli vooluhulk madal, mistõttu oli fosfori koormuse osakaal kogu aasta koormusest ja mõju Ahja jõe veekvaliteedile väike.



Joonis 37. Fosfori sisaldus Ahja jõe uuringupunktides

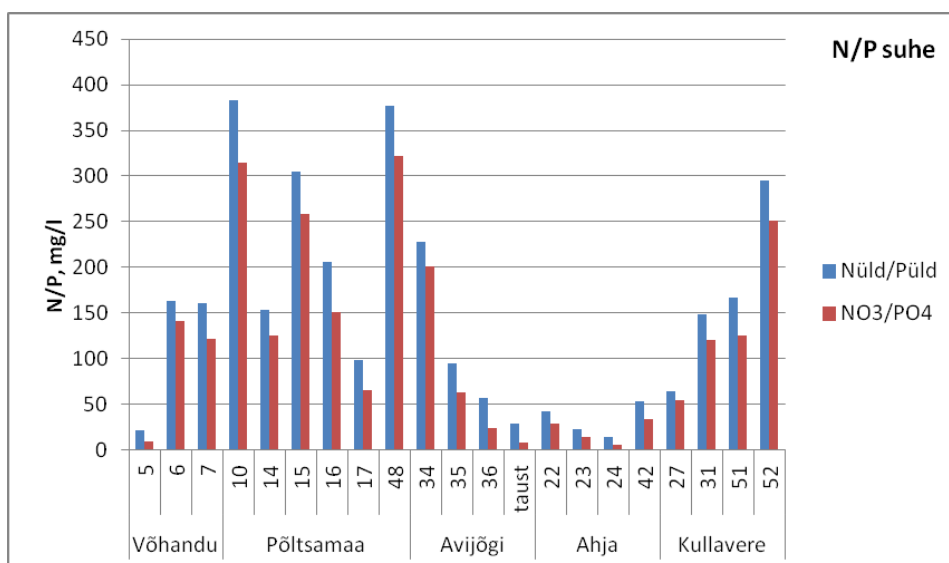
Kullavere ja Võhandu jõkke suubuvate kraavide fosfori sisaldus on toodud joonistel 38 ja 39. Võhandu jõe kraavide ja Kullavere Sätsuvere peakraavi kõrgemad fosfori sisaldused on samuti väiksema mõjuga jõgede veekvaliteedile. Säase peakraavis oli kõrge fosfori sisaldus suvel, kui oli ka palju vihma ja kõrgemad vooluhulgad, mistõttu ka Sätsuvere peakraavi mõju Kullavere jõe veekvaliteedile suurem.

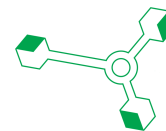


**Joonis 38. Fosfori sisaldus Kullavere jõe uuringupunktides****Joonis 39. Fosfori sisaldus Vöhandu jõe uuringupunktides**

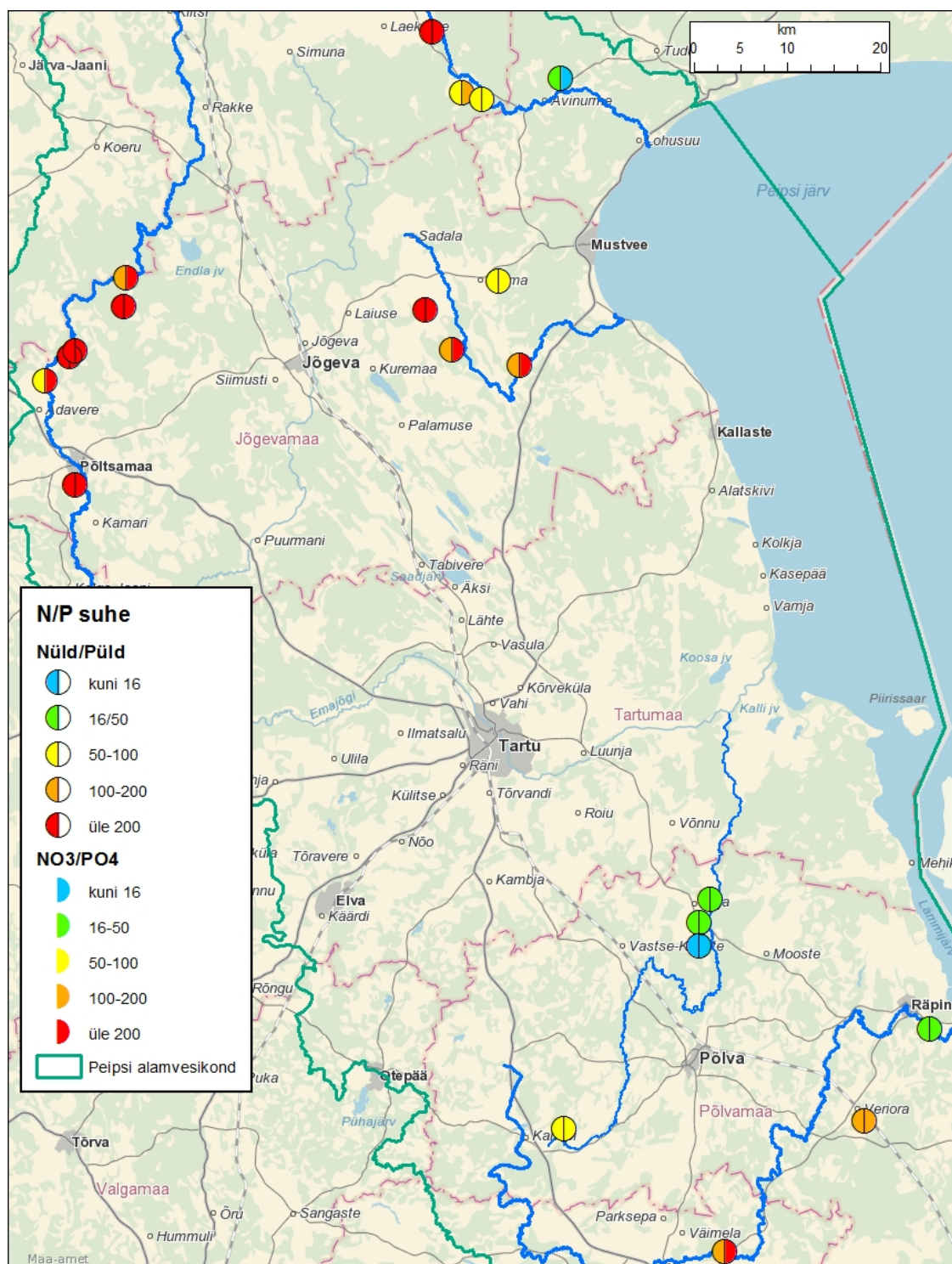
Oluline näitaja Peipsi jõgede veekvaliteedi kujunemisel on lämmastiku ja fosfori sisalduse suhe vees. Mineraalne lämmastik ja fosfor on omastatavad veetaimede poolt. Reeglina loetakse N/P suhet 16:1 veetaimedele optimaalseks. Kõrgem kui 16 näitab lämmastiku üleküllust ja bioproduktiooni limiteerivaks teguriks on fosfor. Mineraalse lämmastiku ja fosfori suhe on alla 16 neljas uuringupunktis (Joonis 40 ja 41) – Vöhandusse suubuv kraavis (uuringupunkt 5), Maetsma kraavis (taustapunkt) ja Kärša ning Akste ojas. Teistes uuringupunktides on N/P suhe kõrge, ulatudes Põltsamaa jõe valgla uurimispunktides 150-370-ni, mis näitab väga suurt lämmastiku üleküllust nendes veekogudes.

Mineraalse N/P suhe ehk nitraatide/fosfaatide sisalduse suhe on kõrgem, mis näitab nitraatide suuremat osakaalu, aga ka liigsust pinnavees (Joonis 41).



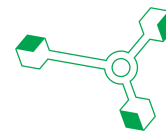


Joonis 40. N/P sisalduse suhe uuringupunktides.



Joonis 41. N/P suhe uuringupunktides.

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

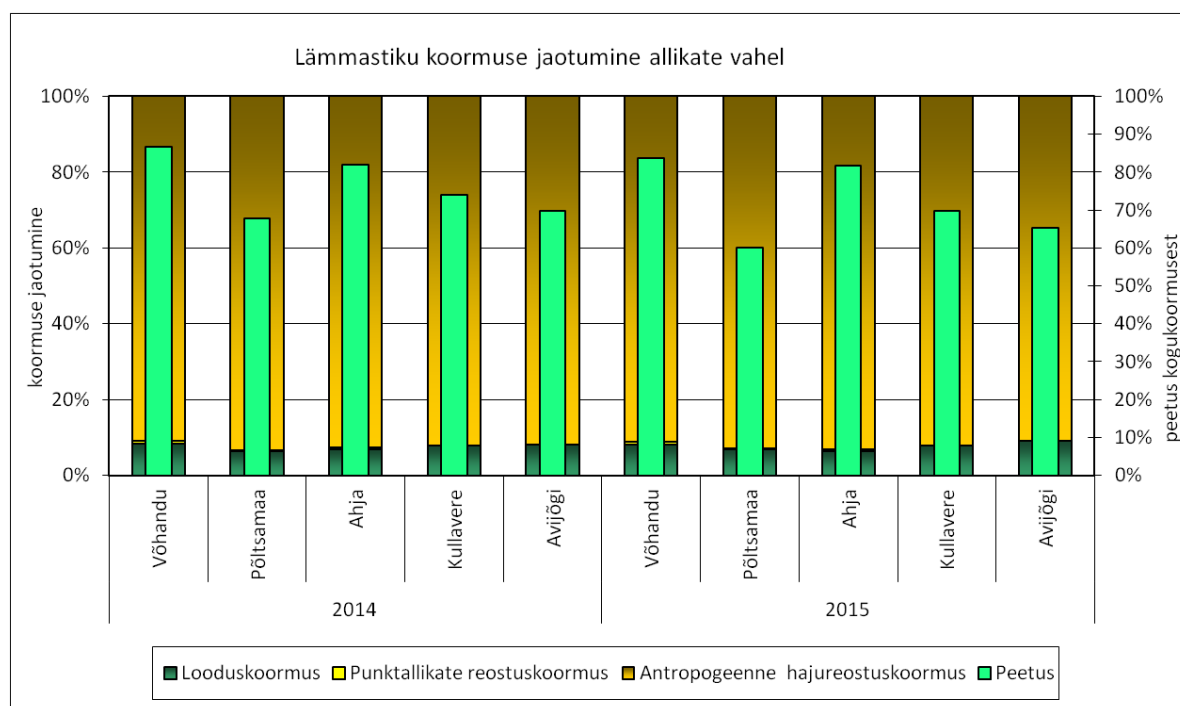


4.2. Toitainete ärakanne

Uuringu jõgede üldlämmastiku ja –fosfori koormused jõgede suudmes on toodud tabelis 15. Vastavalt PLC-water metoodikale on arvatatud ka nende jõgede lämmastiku koormuse jaotumine allikate (looduskoormus, punktallikate reostuskoormus ja antropogeenne hajureostuskoormus, lisaks peetus) vahel (Joonis 42).

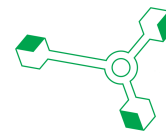
Tabel 15. Uuringujõgede üldlämmastiku ja –fosfori koormused suudmetes 2014-2015

Jõgi	2014		2015	
	N	P	N	P
Võhandu	212	14,2	295	15,7
Põltsamaa	828	6,2	1213	8,1
Ahja	261	8,8	268	9,2
Kullavere	310	4,0	385	4,3
Avijõgi	233	1,2	274	1,1



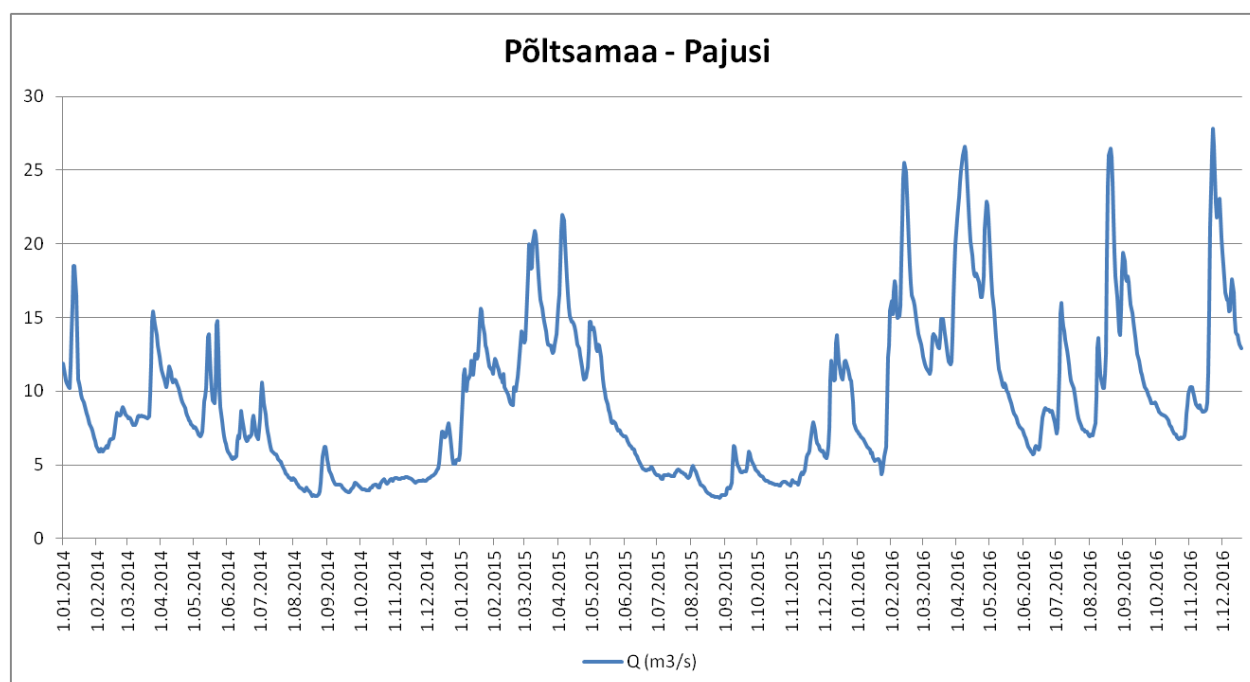
Joonis 42. Valitud jõgede üldlämmastiku koormuse allikate osakaal

Toitainete ärakanne ühikkoormuste määramisel on oluline mahendada äravoolu kõikumisest tingitud varieeruvust. Uuringus mõõdeti hetkelisi vooluhulki proovivõtul, mistõttu ärakanne arvutuste usaldusväärsus on madalam kui automaatjaamades pideva vooluhulga mõõte tulemuste kasutamisel.



Põltsamaa jõe (uuringupunkt 14) proovivõtul vooluhulkasid ei mõõdetud, ja ärakande arvutustel kasutati Põltsamaa jõe Pajusi hüdrojaama vooluhulki. Koormused ja ärakanne arvutati selles punktis kahe meetodiga – arvestades proovivõtu päeva keskmist vooluhulka (peatükk 3.4) ja automaatjaamade puhul kasutatavat meetodit arvestades aasta keskmist vooluhulka ja toitainete sisaldust. Erinevus erinevate meetoditega arvutusel oli lämmastiku puhul 0,2% ja fosfori puhul 4,5%.

2016.aasta, kui viidi läbi uuringu proovivõtt, oli veerikas. Näitena on toodud joonisel 43 Põltsamaa Pajusi hüdroposti hüdrograaf 2014-2016, mil aastakeskmise vooluhulk vastavalt 6,70, 8,40 ja 12,7 m³/s.

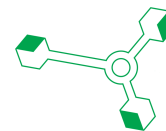


Joonis 43. Igapäevased vooluhulgad Põltsamaa jõe Pajusi hüdropostis 2014-2016.

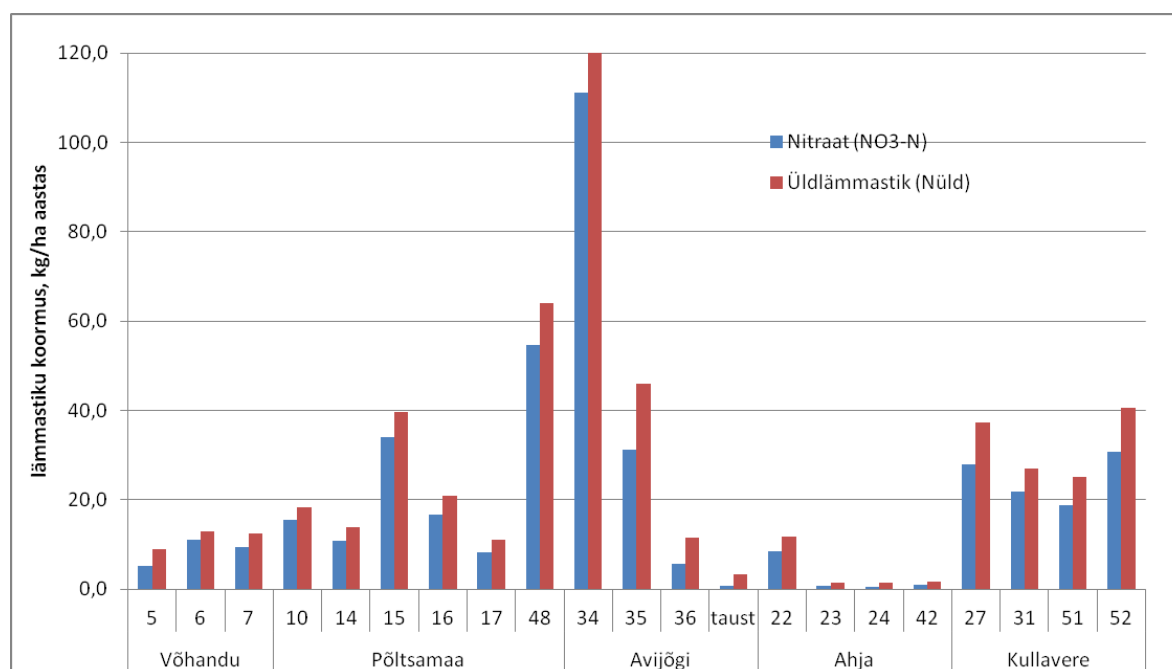
Toitainete ärakanne uuringupunktides on toodud tabelis 16 ja joonistel 44 - 46.

Tabel 16. Toitainete ärakanne uuringupunktides

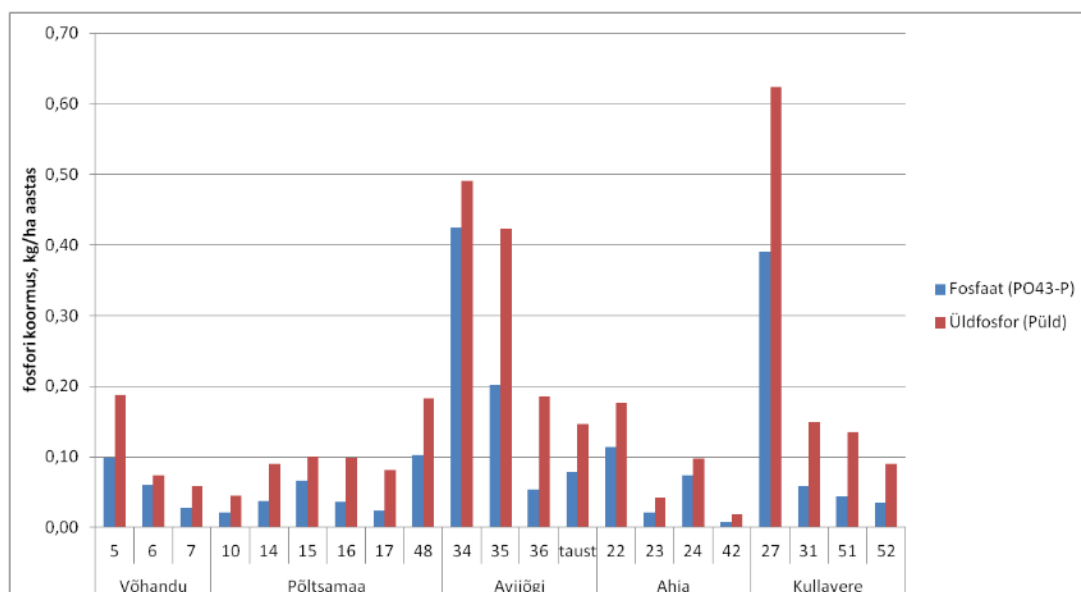
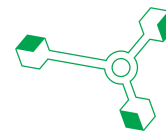
Jõgi	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	NO ₃ , kg/ha a	Nüld, kg/ha a	PO ₄ , kg/ha a	Püld, kg/ha a
Võhandu	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	5	5,2	9,1	0,10	0,19
	Veerksu oja suubuv nimetu kraav	6	11,2	13,0	0,06	0,07
	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	7	9,5	12,4	0,03	0,06
Põltsamaa	Nimetu kraav, mis suubub Põltsamaa jõkke	10	15,6	18,4	0,02	0,04
	Põltsamaa jõgi	14	11,0	13,9	0,04	0,09
	Kraav enne suubumist Tõivere peakraavi	15	34,2	39,6	0,07	0,10



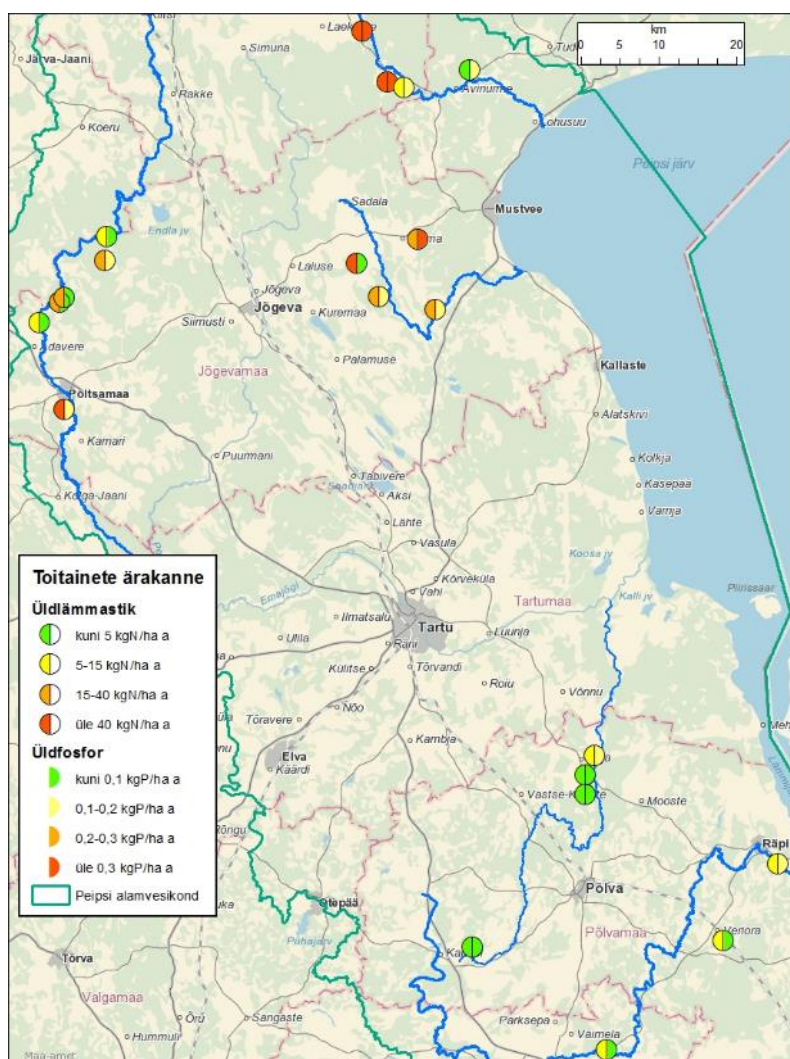
Jõgi	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	NO ₃ , kg/ha a	Nüld, kg/ha a	PO ₄ , kg/ha a	Püld, kg/ha a
	Luige peakraav enne suubumist Põltsamaa j.	16	16,7	20,9	0,04	0,10
	Sepa oja	17	8,3	11,2	0,02	0,08
	Saare peakraav	48	54,7	64	0,10	0,18
Avijõgi	Nimetu kraav enne suubumist Avijõkke	34	111	131	0,42	0,49
	Jätkukolga oja enne suubumist Avijõkke	35	31,3	46	0,20	0,42
	Venevere peakraav enne suubumist Avijõkke	36	5,7	11,5	0,05	0,19
	Maetsma kraavist	taust	0,7	3,2	0,08	0,15
Ahja	Laanevere peakraav	22	8,4	11,9	0,11	0,18
	Kärsa oja	23	0,7	1,4	0,02	0,04
	Akste oja	24	0,6	1,6	0,07	0,10
	Valgupera oja	42	1,1	1,7	0,01	0,02
Kullavere	Sääse peakraav	27	27,9	37,4	0,39	0,62
	Karusilla oja vahetult peale Kukulinna järve	31	21,8	27,0	0,06	0,15
	Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav	51	18,9	25,1	0,04	0,14
	Sätsuvere peakraav	52	30,7	40,6	0,03	0,09



Joonis 44. Lämmastiku ärakanne uuringupunktides

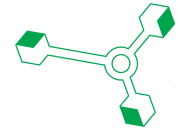


Joonis 45. Fosfori ärakanne uuringupunktides



Joonis 46. Toitainete ärakanne uuringupunktides

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



lital jt (2003) [5] on hinnanud toitainete ärakandekoefitsiendid Eesti põllumajanduslikes väikevalgates 2,1-10,4 kgN/ha a ja 0,07-0,86 kgP/ha aastas.

2007.a. TTÜ aruandes [6] on hinnatud: eeldades, et 1980ndate lõpu väetisekoormuse tase intensiivse põllumajandustootmise piirkondades taastub, ulatudes taas 180 kgN/ha või enam, suureneks keskmine väljaleostumine ilmselt tasemele 20 kgN/ha, kusjuures äravoolu dünaamikast sõltuvalt võib see olla ka tunduvalt suurem, küündides 30 kg N/ha/a. Fosforväetiste kasutamise tasemel 35 kgP/ha mineraalväetise ja sõnnikuna, ulatuks keskmine fosfori koormus 0,5 kgP/ha, olles sellest kõrgem savimuldadel, eriti keskmisest suurema vee äravoolu korral. Seireandmetele tuginedes on hinnatud, et umbes 1.3% aastast fosforväetise ja 20% lämmastikväetise kogusest võib realiseeruda pinnavees. Väikevalglate seirega on erineva põllumajanduspraktikaga ja intensiivsusega piirkonnad üsna hästi kaetud. Riiklik seiresüsteem ei sisalda ühtegi põllumajanduslikku väikevalglat Lõuna-Eesti kõrgustike moreenmaastikel. Kuigi põllumajandusmaa osakaal seal ei ole nii suur kui mitmel pool mujal Eestis, saab selle lünga täita antud uuringu Võhandu ja Ahja tulemustega, et hinnata eelkõige reljeefi mõju põllumajandusest pärineva fosfori koormuse kujunemisele. Need tulemused võimaldaksid täpsustada ka ärakande koefitsiente, mis iseloomustaksid adekvaatsemalt tingimusi künklikul moreenmaastikul.

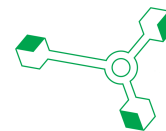
Uuringus on lämmastiku ärakanne 1,4-131 kgN/ha aastas ja fosfori ärakanne 0,02-0,62 mgP/ha aastas. Samuti tuleb arvestada 2016.a. veerohket aastat, mistõttu koormused ja ärakanne on suuremad tava-aastatest. Suurim lämmastiku ärakanne oli Avijõkke suubuvast kraavis, proovivõtupunkt nr. 34, mis oli aga väga veerohke võrreldes teiste sama piirkonna kraavidega.

Suurem on ärakanne intensiivsema põllumajandusega aladel Avijõe, Kullavere ja Põltsamaa jõkke suubuvates kraavides, piirkonnas, kus rohumaade osakaal on suurem - Võhandu ja Ahja jõkke suubuvates kraavides aga väiksem.

Sesoonselt toimub aga põhiline osa lämmastiku ärakandest suurvee ajal, mis esineb nii kevadel (lumeveest põhjustatud suurvesi) kui ka sügisel ja talve hakul (vihmaveest põhjustatud suurvesi). Uuringu kraavides oli lämmastiku ärakanne suurim kevadkuudel, mil sulavetega leostub välja sügisene orgaaniline väetis ja lisaks ka novembris-detsembris, kokku reeglina 50-80%, vaid Kullavere jõkke suubuvates Sääse, Sätsuvere kraavides ja Karusilla ojas oli lämmastiku ärakanne suurim suvel peale jaanipäeva vihmaseid – üle 50%.

Fosfori ärakandest moodustab lisaks kevadisele suurveele võrdse osa sügisene vihmaperiood, mil sügistööde käigus on püsivamad fosforiühendid mullas liikvel ja neid satub ka enam vette.

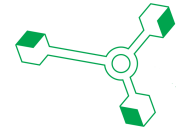
Üldistav kokkuvõtte toitainete sisalduse ja ärakande tulemustest sõltuvalt haritava maa osakaalust ja kultuuridest on tabelis 17. Üldistuses ei arvestatud eksteemseid Avijõkke



suubuva kraavi (punkt 34) ja Saare peakraavi tulemusi, mille ärakandekoefitsiendis on selge liigne suurvee mõju.

Tabel 17. Toitainete ärakanne erineva intensiivsuse ja kultuuridega põllumajandusmaastikelt

Haritava maa osakaal ja kultuur	Üldlämmastik		Üldfosfor	
	mg/l	kg/ha/a	mg/l	kg/ha/a
Intensiivne põllumajandustootmine haritav maa 75-100%				
peamiselt teravili	7-14	40-46	0,035-0,074	0,1-0,5
maaviljelus, haritav maa 50-75%				
peamiselt teravili	5-12	13-37	0,04-0,12	0,1-0,6
maaviljelus, haritav maa 20-50%				
peamiselt teravili	2,1-9,6	9-12	0,02-0,09	0,02-0,08
peamiselt rohumaa	1,9-6,2	1,5-20	0,02-0,16	0,02-0,1
Taust haritavat maad alla 20%				
heinamaa/võsa,	2,1-5,8	3-11,5	0,026-0,07	0,08-0,20



4.3. Pinnase toitainete sisaldus

Pinnavee ja lähedal asuvate põldude pinnase toitainete sisalduse ühisuuringuid Eestis läbi ei viida. Senised uuringud vooluveekogude põllumajanduslike seirejaamade läheduses asuvate põldude toitainete kohta hõlmavad vaid toitainete bilansi arvutusi põllu ja põllumajandustootja („taluvärava“) tasandil põlluraamatu alusel. Uuringu tulemusena saadud reaalsete mõõtmistega lämmastiku ja fosfori sisaldused annavad võimaluse korrigeerida mudelites vajalike sisendeid pinnase toitainete sisalduse kohta ärakandekoefitsientide täpsustamiseks arvestades regionaalseid eripärasid.

Eestis on valdavalt läbiuhtumise tüüpi veerežiimiga mullad, mille tõttu toimub taimetoitainete suur kadu leostumise teel (väljauhtumine mullast liikuva pinnasevee toimel). Tagajärjeks on veekvaliteedi halvenemine, veekogude eutrofeerumine, looduslike elupaikade kahjustumine ja liigirikkuse vähenemine.

Peipsi alamvesikonna muldade regionaalne jaotus põllumajandusliku kasutamise erinevuste alusel Alfred Lillema (1958) [7] järgi:

III – Lõuna-Eesti leetunud ja näivleetunud muldade valdkond (20,7%). Lähtekivimi karbonaatsus väheneb pidevalt lõunasuunas. Peamiselt happelised mullad ja keskmisest toitainetevaesemad mullad, vajavad lupjamist ja väetamist.

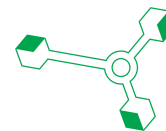
V – Leetunud, leetunud soostunud ja soomuldade valdkond Vahe-Eestis (6,8%) Väheviljakate muldade piirkond, eriti lõunapoolses osas.

VI grupp – Leetunud, leetunud soostunud ja soomuldade valdkond Peipsi ääres (8%)

Uuringu proovivõtupunktide mullatüübid on toodud peatükis 3.3 proovivõtukohtade kirjelduse juures.

Eesti muldade lämmastikuisaldus on küll 0,1-0,3% s. o. 3000-9000kg/ha, kuid 97-99% sellest on orgaaniliste jäätmelena ja vaid 1-3% mineraalsel kujul taimede poolt omastatavas vormis. Lämmastiku sisaldus on suurem huumusrikastes muldades, väiksem aga huumusvaestes leetunud liivmuldades. Lämmastik on ainus taimetoiteelement, mida ei sisalda mulla mineraalosa. Mullas oleva lämmastiku kandjaks on mulla orgaaniline aine (humus, orgaanilised jäätmel). Taimedele omastatavate lämmastikühendite (ammoonium- ja nitraatühendid) allikateks mullas on ka orgaaniliste ja mineraalväetistega mulda antud lämmastik, kusjuures tuleb arvestada, et 1 tonni kvaliteetse sõnnikuga viiakse mulda keskmiselt 5 kg lämmastikku, millest 25% omastavad taimed esimesel aastal. Ülejäänud lämmastik muutub taimedele omastatavaks 2-3 aastal ja avaldub järelmõjuna.

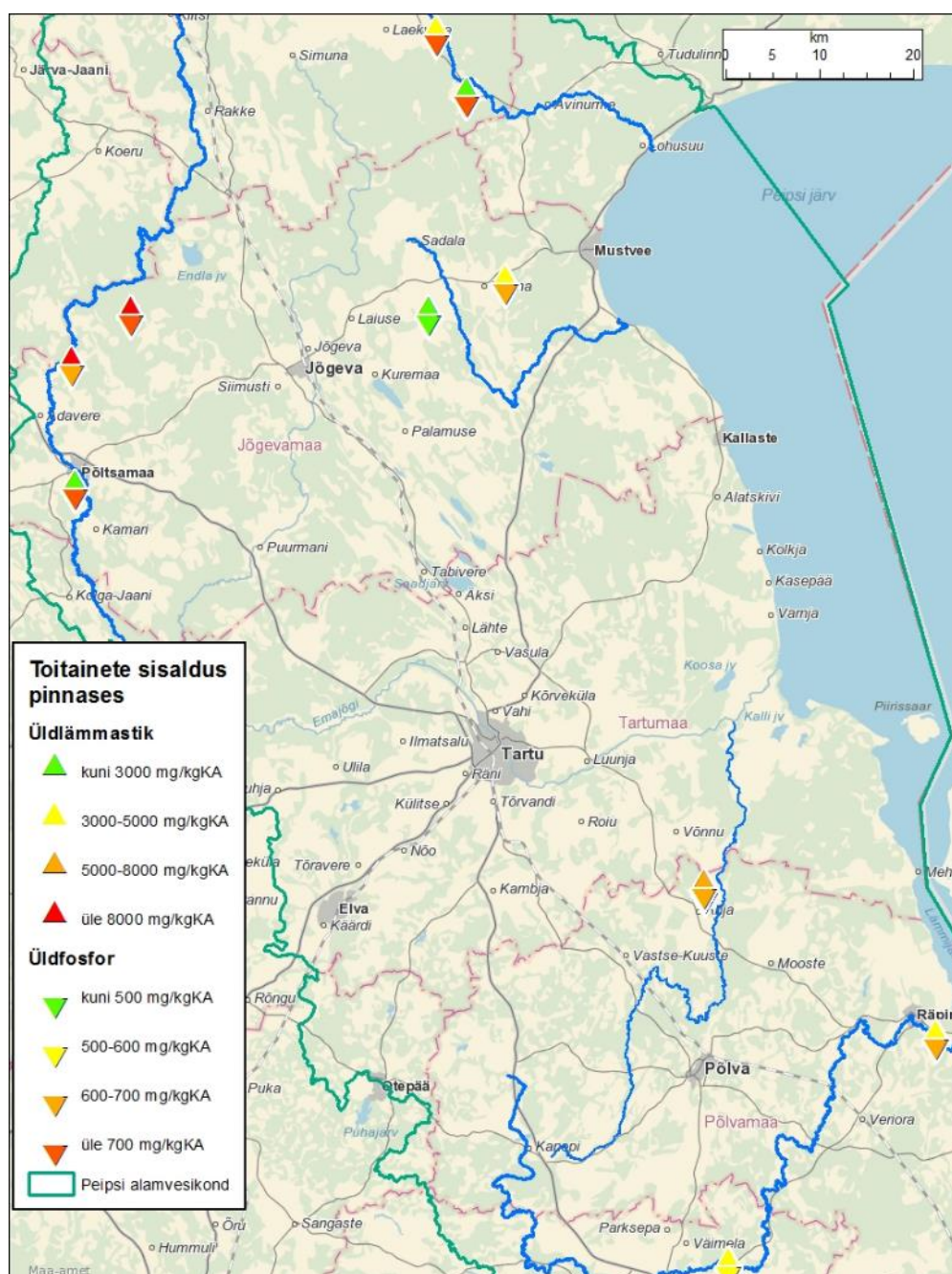
Eesti muldade künnikihi üldfosforisisaldus on 0,03-0,1%, s.o. 900-3000 kg/ha. Mullas olevast fosforist on 25-30% orgaaniliste ühenditena, 70-75% mineraalsete fosfaatidena. Ainult 2-5% üldfosforist on mullas liikuv vormis ja taimede poolt omastatav. Mulda satub fosfor



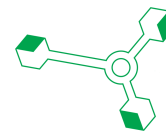
eelkõige väetiste kasutamisega. Mullas toimuvad fosforiga keemilised reaktsioonid, mille tagajärjel omastatav fosfor muutub mitteomastatavaks. Happelistel muldadel tekivad raud ja alumiiniumfosfaadid, neutraalsel ja aluselisel mullal aga kaltsiumfosfaadid. Tekkinud ained on mullas püsivad ning mitteväljaleostuvad.

Uuringul läbi viidud pinnase proovides analüüsiti üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldust. Saadud tulemused on joonistel 47-50 ja lisas tabelites 6 ja 8. Usaldusväärset korrelatsiooni uuringu pinnase- ja veeanalüüside tulemuste vahel ei ole.

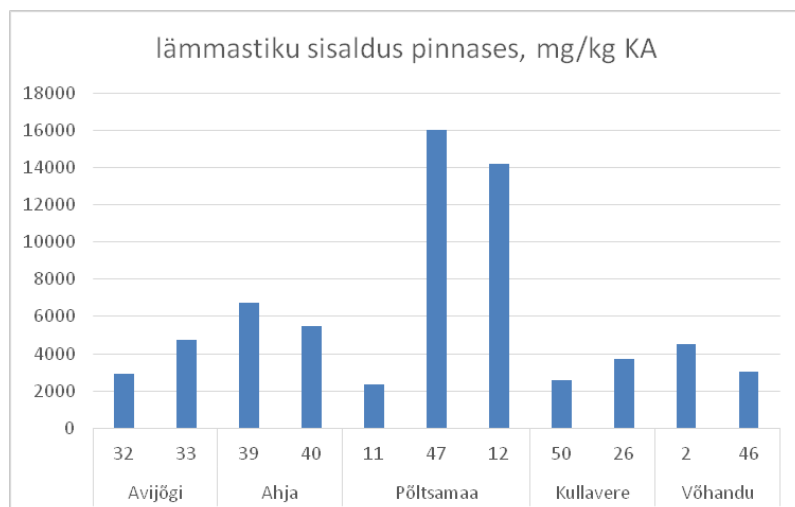
Normid ja piirväärtused toitainete sisaldusele pinnases puuduvad, seega pole võimalik hinnata, kas toitaineid on piisavalt või on nende üleküllus.



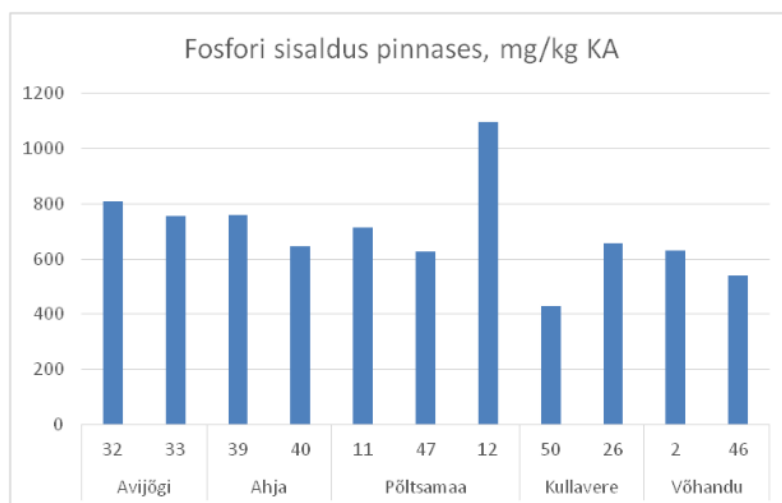
Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



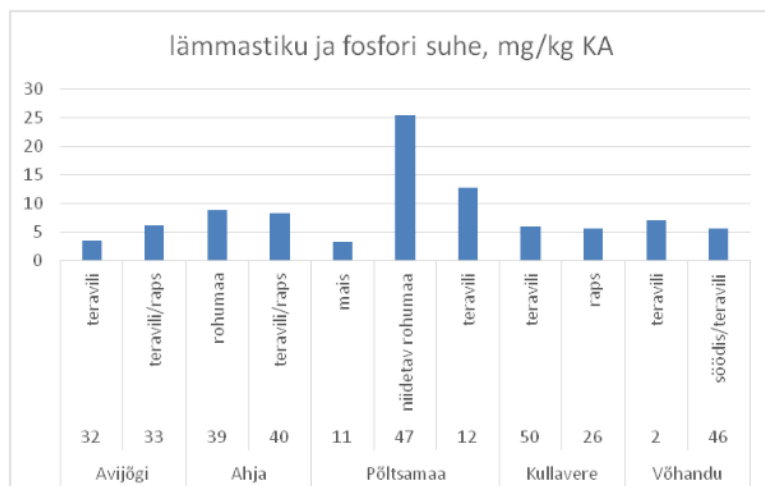
Joonis 47. Toitainete sisaldus pinnases uuringu proovivõtupunktides



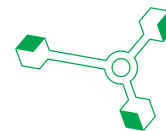
Joonis 48. Lämmastiku sisaldus pinnases uuringu proovivõtupunktides



Joonis 49. Fosfori sisaldus pinnases uuringu proovivõtupunktides

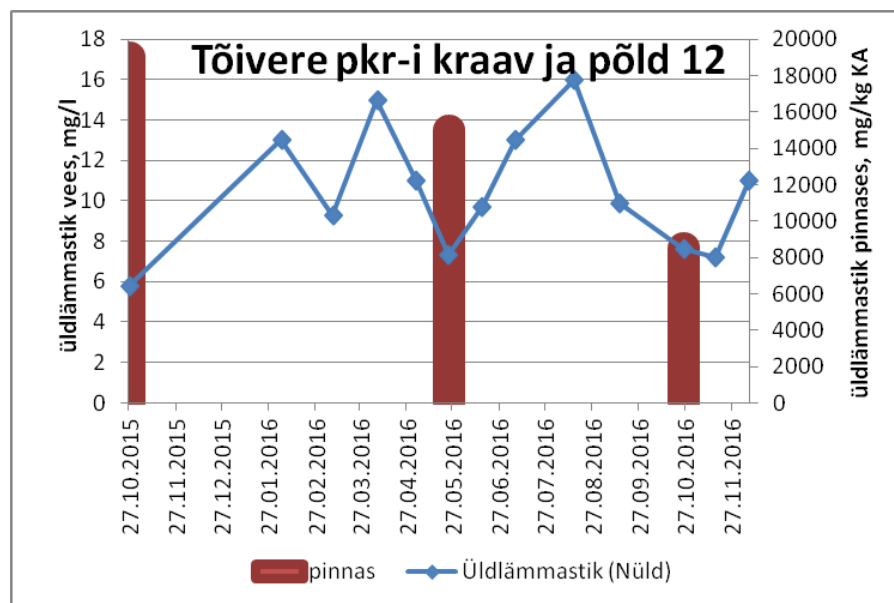


Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



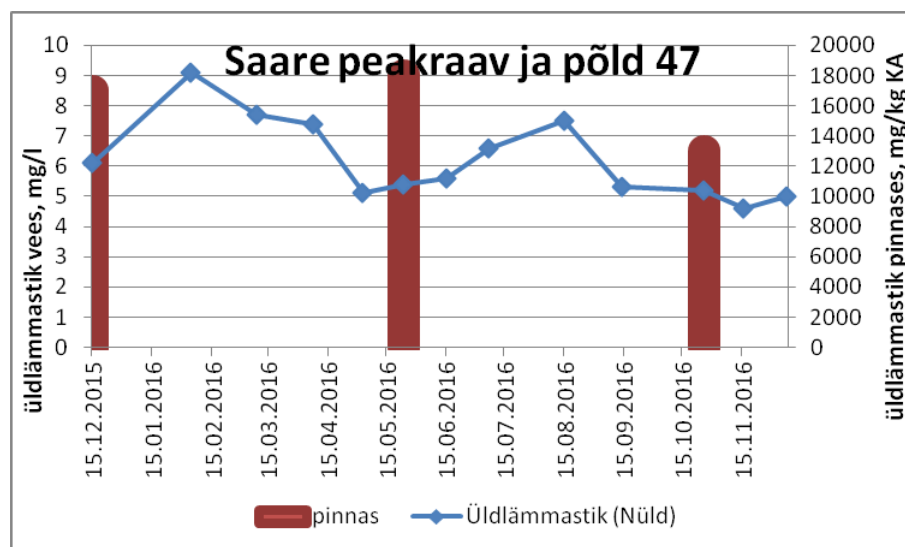
Joonis 50. N/P sisalduse suhe pinnases uuringu proovivõtupunktides

Kõrgemad lämmastiku sisaldused on Põltsamaa jõe valga Tõivere ja Saare peakraavi põldudel. Tõivere peakraavis oli 2015.a. oktoobris 19000 mg/kg, kevadel suurveega kraavivees 15 mg/l. 2016.a. sügisel oli pinnases 8500 mg/kgKA lämmastikku, vees 7,6 mg/l (Joonis 51).



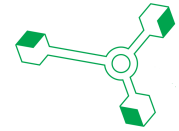
Joonis 51. Lämmastiku sisaldus vees ja pinnases Tõivere peakraavis ja põllul

Saare peakraavi äärsel põllul oli lämmastiku sisaldus kõrge kõigil kolmel proovivõtul 13000-18000 mg/kgKA, (joonis 52). Saare peakraavis on ka kõrged lämmastiku sisaldused, 4,6-9,1 mgN/l.



Joonis 52. Lämmastiku sisaldus vees ja pinnases Saare peakraavis ja põllul

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



Põltsamaa valga kraavides ja põldudel on kõrgemad lämmastiku sisaldused, samas on see piirkond nitraaditundlik ala, kus tuleb eriti tähelepanelikult jälgida veekaitse nõudeid.

5. Uuringutulemuste kasutamine hinnanguteks mudelites

5.1. Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamise võimalused Estmodelis

Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamise võimaluste kohta EstModelis kirjutas arvamuse Keskkonnaagentuuri peaspetsialist Peeter Ennet:

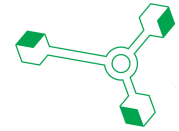
Põllumajandusest pärineva hajureostuse osakaalu hindamine valglalt pärineva hajukoormuse koguhulgas on oluliseks küsimuseks veemajanduskavade koostamisel ja valglalt hajukoormuse vähendamiseks kasutuselevõetavate meetmete kavandamisel. Kuna hajukoormus (s.h. põllumajanduslik hajukoormus) on sõltuv nii valglalt toimuvast inimtegevusest kui paljudest keskkonnatingimustest, siis ka valglalt toiteainete ärakanne on nii piirkonniti kui ka ajas muutuv. See ärakanne suur varieerumine ongi põhjuseks, miks kasutatavad matemaatilised mudelid ja koormuse ärakanne hinnangumeetodid annavad sageli tulemusi, mis seireandmetega kokku ei lange. Siit ka vajadus täiendavalt selgitada, millised tegurid on selles valglalt toiteainete ärakandeprotsessis määrava tähtsusega. Selline arvutusmeetodite täpsustamine on võimalik üksnes reaalsele seire- ja uuringute andmetele toetudes.

2015-2016.a. EKUK-i poolt Peipsi valga jõgedest ja põllumajanduskraavidest võetud proovidest määrati ülfosfor ja üldlämmastik. Lisaks on määratud fosfori- ja lämmastikusisaldused pinnasest võetud proovidest. Kogutud andmestik on aluseks nii konkreetsete piirkondade ärakandekoguste määramisel kui ka arvutusmeetodites ja mudelites kasutatavate arvutuskoeffitsientide täpsustamisel.

Üheks kogutud andmete kasutamise võimaluseks on Eesti Keskkonnauuringute Keskuse juhtimisel läbiviidavas projektis „Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks”.

Selle Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009-2014 programmi “Integreeritud sise- ja mereveekogude majandamine” raames tehtava projekti eesmärgiks oli luua mitmesugustest mudelitest koosnev tervik süsteem, mille abil saab modelleerida mere ja maismaa pinnaveega seotud protsesse.

Projekti töö käigus ilmnis, et suurte komplitseeritud mudelite ühendamise riiklike andmebaasidega on mahukas ja kulunõudev, mistõttu projektis otsustati lisaks suurte mudelite kasutamisele luua ka kohalike olusid ja andmevõimalusi paremini arvesse võttev hinnangumudel (Estmodel). Estmodel on statsionaarne hinnangumudel valglalt toiteainete



(fosfori- ja lämmastikuühendid) ärakande hindamiseks. Estmodeli iseärasuseks on, et ta on ülesehitatud riiklike seireandmete kasutamisest lähtudes, kusjuures mudeli alglähtestamine ning installeerimine (valitud objektiga kohaldamine) toimub automaatselt riiklikest andmebaasidest tehtavate päringute alusel.

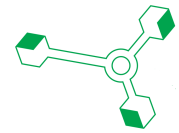
Estmodeli oluliseks sisuks on valglalt ärakanduva fosfori- ja lämmastikukoguse arvutamine. EKUKis tehtud põllumajanduslike valglatega jõgede ja kraavide toiteainetesisalduse määramine võimaldab anda Estmodelis arvutusvalemite kasutatavatele ärakandekoefitsientidele tegelikkusele vastavaid väärtusi. Tehtud töö kasutamisevõimalusi lisab ka proovivõtukoha valglat iseloomustav andmestik – proovivõtukoha asukoht, valgla pindala koos maakasutuse iseloomustusega. Valgla maakasutuse osas on esitatud pindalaliselt metsamaa, üleminekumetsade, märgala ja asutuse osa valgla pindalast.

Kogutud andmestikku on kavas kasutada praegu väljatöötamisel olevas Estmodelis sisalduvate fosfori- ja lämmastikuühendite valglalt ärakandevalemite täpsustamisel. Töö annab ka pidepunkte Estmodeli edasiarendusel. Kavas on Estmodel liidendada pinnaveekogudes veemajanduskavade raames kavandatud meetmetega. Eesmärgiks on saada ülevaate juba rakendatud meetmetest ja olla abiks ka uute meetmete kavandamisel. Selliste hinnangute usaldusväärsuse tõstmiseks on tehtud töös kogutud mõõtmisandmed olulised ja vajalikud.

5.2. Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamisevõimalused HYPE mudelis

Peipsi põllumajanduskraavidest kogutud toitainetesisalduse andmestiku kasutamisevõimaluste kohta HYPE mudelis kirjutas arvamuse Keskkonnaagentuuri peaspetsialist Rain Elken:

Peipsi põllumajanduskraavidest võetud üldlämmastiku ja –fosfori mõõtmistulemused on suureks abiks HYPE mudelis põllumajandusmaadega seotud toitainete ärakande kui ka veeäravoolu kontrollivate parameetrite kalibreerimisel. HYPE (<http://www.smhi.net/hype/wiki/doku.php>) on hüdroloogia ning veekvaliteedi prognoosmudel, mis asub EKUK poolt hallatavas veebipõhises Airviro modelleerimiskeskonnas. Hetkel on mudel üles seatud tervele Eestile sh hõlmates Läti ning Venemaa piiriüleseid alasid Narva ja Koiva valgalades. Ülesseadistamine ning esmane kalibreerimine said tehtud projekti „Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavee integreeritud haldamiseks ” raames. Jätkutegevus on detailsem kalibreerimine, kus püütakse leida mingite tunnuste alusel võimalikult homogeenseid valgalasid, võimaldamaks kalibreerida üksikuid protsesse mudelis. Käesolev EKUK poolt läbiviidud uuring annab väga hea lähtekoha kalibreerimaks põllumajandusmaadega



seonduvaid parameetreid, riiklike hüdrokeemia seirejaamade valgalad on üldreeglina mosaiikse struktuuriga, kus mõne konkreetse maakasutuse ja mullatüübi mõju on keeruline eristada. Mudeli täiendav kalibreerimine on samas täiendav aeganõudev töö.

5.3. Peipsi vesikonna veekogumite hinnangulised N, P ärakanded 2015 EstModel alusel.

Koostanud Peeter Ennet, KAUR, Andmeanalüüsi osakonna peaspetsialist ja Eero Pihelgas, EKUK, modelleerija-programmeerija

Taust

2015.a. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK) poolt Peipsi valgla jõgedest ja põllumajanduskraavidest võetud proovidest määrati ülfosfor ja üldlämmastik. Lisaks on määratud fosfori- ja lämmastikisisaldused pinnasest võetud proovidest. Kogutud andmestikku on kavas kasutada praegu väljatöötamisel oleva Estmodeli valglalt N, P ärakandevalemite täpsustamisel. Kuna hajakoormus (s.h. põllumajanduslik hajakoormus) on sõltuv nii valglal toimuvast inimtegevusest kui paljudest keskkonnatingimustest, siis ka valglalt toiteainete ärakanne on nii piirkonniti kui ka ajas muutuv. Siit ka vajadus täiendavalt selgitada, millised tegurid on selles valglalt toiteainete ärakandeprotsessis määrava tähtsusega. Selline arvutusmeetodite täpsustamine on võimalik üksnes reaalsele seireandmetele toetudes.

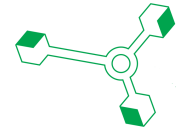
2015.a. tehti EKUK-i poolt põllumajanduslike valglate seisundit kajastav uurimistöö. Uurimistöö käigus võeti Peipsi valgla jõgedest ja põllumajanduskraavidest proove, milles määrati ülfosfor ja üldlämmastik. Lisaks määrati fosfori- ja lämmastikisisaldused pinnasest võetud proovidest.

Käesolev töö on tehtud EKUK-i uurimistöö täienduseks. Töö sisuks on:

- Estmodeliga arvatud 6 Peipsi vesikonna veekogumite valgla N, P ärakande mudelhinnangud;
- Estmodel_Flow ja Estmodel_Load abil arvatud 5 Peipsi vesikonna jõe N, P hinnangulised suudmekoormused.

Estmodeli lühikirjedus

Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009-2014 programmi “Integreeritud sise- ja mereveekogude majandamine” raames realiseeriti märts. 2014 – apr. 2017. EKUK-is projekt „Mudelite süsteemi ja töövahendi loomine mere ja maismaa pinnavete integreeritud haldamiseks”. Projektis loodi kohalike olusid ja andmevõimalusi arvesse võttev valglalt toiteainete (fosfori- ja lämmastikuühendid) ärakande hinnangumudel (Estmodel). Estmodel on statsionaarne hinnangumudel, mis lähtub riiklikest seireandmetest, kusjuures mudeli alglähtestamine ning installeerimine (valitud objektiga kohaldamine) toimub automaatselt riiklikest andmebaasidest tehtavate päringute alusel.



Sisult on Estmodel rakenduste pere, mis koosneb: Estmodel_Basin – valglalt äraande hinnangumudel, Estmodel_Flow – seirepõhine äravoolu hinnangumudel, Estmodel_Lake – järve seisundi hinnangumudel, Estmodel_River – jõe seisundi hinnangumudel (hetkel kavandamisjärgus), Estmodel_Load – seirepõhine N, P äraande hinnangumudel.

Hetkel on Estmodel testimisjärgus ning ettevalmistamisel edasiarendamiseks Sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus poolt rahastatava ja Keskkonnaministeeriumi poolt tellitud projektis (Lepingu nr. 4-1/17/114) „Veemudelite infosüsteemi arendamine veekogumite seisundite hindamiseks ja asjakohaste meetmete kavandamiseks“.

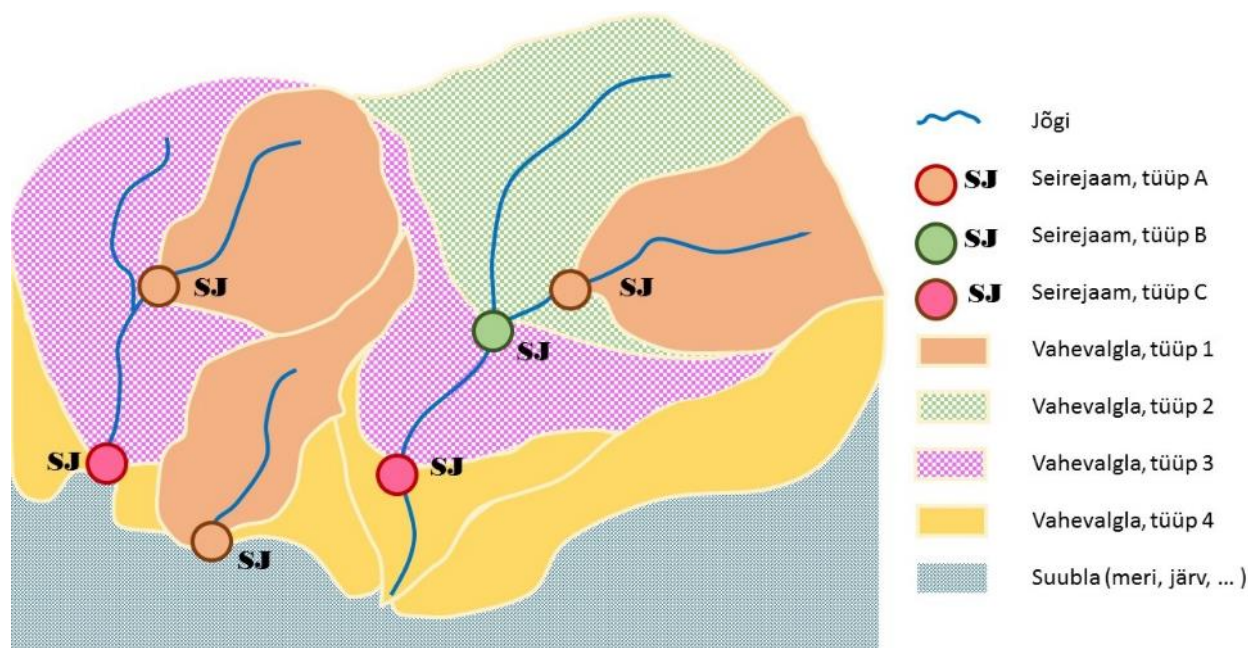
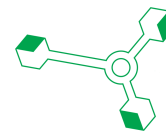
Estmodel kasutab riiklikke seireandmeid, mis kohaldatakse ettearvutuste abil Estmodeli sisendandmeteks. Vooluhulga ja koormuse andmete ettearvutused tehakse uute seireandmete laekumisel (kord aastas) või juba salvestatud ettearvutuste parandamise vajadusel (lähteandmed muutunud). Lisaks sellele tehakse ettearvutused ka vahevalglate määramiseks ning timmimistegurite leidmiseks. Ettearvutuste tulemusena saadakse mudeli seirepõhised timmimistegurid kogu Eesti seiratud ja seiramata aladele. Vahevalglate leidmise ja timmimistegurite ettearvutuste viis (kas vaja eelnevalt arvutada ja salvestada või saab seda teha operatiivselt) selgub töö käigus sõltuvalt sellest, kui palju need arvutused aega nõuavad. Seega ettearvutused sisaldavad järgmisi samme:

- a) Vahevalglate aastapõhine määramine
- b) Vooluhulkade aasta- ja vahevalglapõhine ettevalmistamine
- c) N, P koormuste aasta- ja vahevalglapõhine ettevalmistamine
- d) Timmimistegurite aasta- ja vahevalglapõhine ettevalmistamine

Vahevalglateks jaotamise eesmärgiks on mudeli timmimistegurite leidmine kõigi seirejaamade andmeid kasutades. Vahevalglad leitakse nii seiratud aladele kui seireta aladele:

- a) Seiratud aladel leitakse aastapõhised vahevalglad kõigile hüdrokeemia seirejaamadele.
- b) Seireta aladel on vahevalglaks alamvesikonna (AVK) seireta ala. Eesti on jaotatud kaheksaks alamvesikonnaks. AVK vahevalgla võib koosneda mitmest eraldi piirkonnast.

Aasta- ja näitajapõhised vahevalglad võivad aastati enamasti omavahel kattuda (nt. mitmel aastal toimuvad mõõtmised samades seirejaamades) aga võivad ka aastati erineda. Vahevalglateks jaotamise lihtsustamiseks arvestatakse ainult neid seirejaamu, kus arvutusperioodil (vaadeldaval aastal) on samaaegselt mõõdetud N ja P. Vahevalglad omavahel ei kattu ja kõik vahevalglad koos moodustavad kogu Eesti maismaa. Vahevalglateks jaotamisel esineb jõgede hüdrokeemia seirejaamade osas 3 tüüpolukorda ja vahevalglate osas 4 tüüpolukorda (vt. joonis 53).



Joonis 53. Estmodeli vahevalgateks jaotamist selgitav skeem

Arvutusteks leitakse iga vahevalgla jaoks Estmodeli sisendandmed. Mudeli sisendiks olev vahevalgla äravool saadakse Estmodelis sisalduva Estmodel_Flow arvutusfunktsiooni abil. Ülejäänud sisendandmete saamiseks kasutatakse vahevalgla kontuuriga tehtavaid geopäringuid. Iga vahevalgla eelarvutuste arvutustulemusi kasutatakse selle vahevalgla timmimistegurite leidmiseks. Timmimistegureid on kaks:

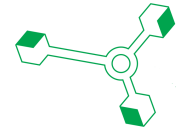
- 1) Vahevalgla hajakoormuse Skinneri koefitsient
- 2) Vahevalgla sulgevate jaamade koormuse peetus

Iga arvutusparameetri (N,P) jaoks arvutatatakse timmimistegurid eraldi. Timmimistegur on seirejaamades mõõdetud vahevalgla koormuse ning mudelarvutuse tulemustena saadud koormuse suhtarv. Timmimistegurid on näitajapõhised (eraldi N ja P jaoks), mudeli arvutusliku ajasammu põhised (praegu aasta, edaspidi ka sesoon ja kuu) ja vahevalglapõhised (igale vahevalglale eraldi). Timmimistegurite leidmine sisaldab järgmisi samme:

- 1) Arvutatakse kõikide hüdrokeemia seirejaamade vahevalgate seirepõhised mudeli N, P koormused arvutusperioodil. Selleks lahutatakse jaama koguvälja seirepõhistest N, P koormustest selle jaama väljasse jäävate sulgevate jaamade seirepõhised N, P koormused.

$$L_i^N(\text{seirepõhine}) = \sum_{k=1}^d C_k^N * Q_k$$

$$L_i^P(\text{seirepõhine}) = \sum_{k=1}^d C_k^P * Q_k$$



kus

L_i^N (seirepõhine), L_i^P (seirepõhine) – arvutatava i-nda vahevalgla vastavalt lämmastiku või fosfori seirepõhine koormus arvutusperioodil;

d – arvutusperioodi pikkus päevades;

k – arvutatav päev;

C_k^N , C_k^P – arvutatava vahevalgla seirejaama lämmastiku või fosfori kontsentratsioon päeval k (igapäevased kontsentratsioonid on ettearvutatud ja saadud seireandmete interpoleerimisega);

Q_k – arvutatava vahevalgla seirejaama vooluhulk (vooluhulk seirejaamas on äravoolu funktsiooni Estmodel_Flow abil ettearvutatud).

- 2) Estmodeli abil leitakse i-nda hüdrokeemia seirejaamade vahevalgla mudelarvutatud N, P koormused L_i^N (modelleeritud) ja L_i^P (modelleeritud) arvutusperioodil.
- 3) Estmodeli lämmastiku ja fosfori arvutustulemuste korrigeerimiseks leitakse iga hüdrokeemia seirejaamade vahevalglale timmimistegurid (Skinneri koefitsiendid):

$$Sk_i^N = \frac{L_i^N(\text{seirepõhine})}{L_i^N(\text{modelleeritud})} R_i^N;$$

$$Sk_i^P = \frac{L_i^P(\text{seirepõhine})}{L_i^P(\text{modelleeritud})} R_i^P;$$

kus

Sk_i^N – i-nda vahevalgla lämmastiku timmimistegur;

Sk_i^P – i-nda vahevalgla fosfori timmimistegur;

R_i^N – i-nda vahevalgla lämmastiku peetustegur;

R_i^P – i-nda vahevalgla fosfori peetustegur;

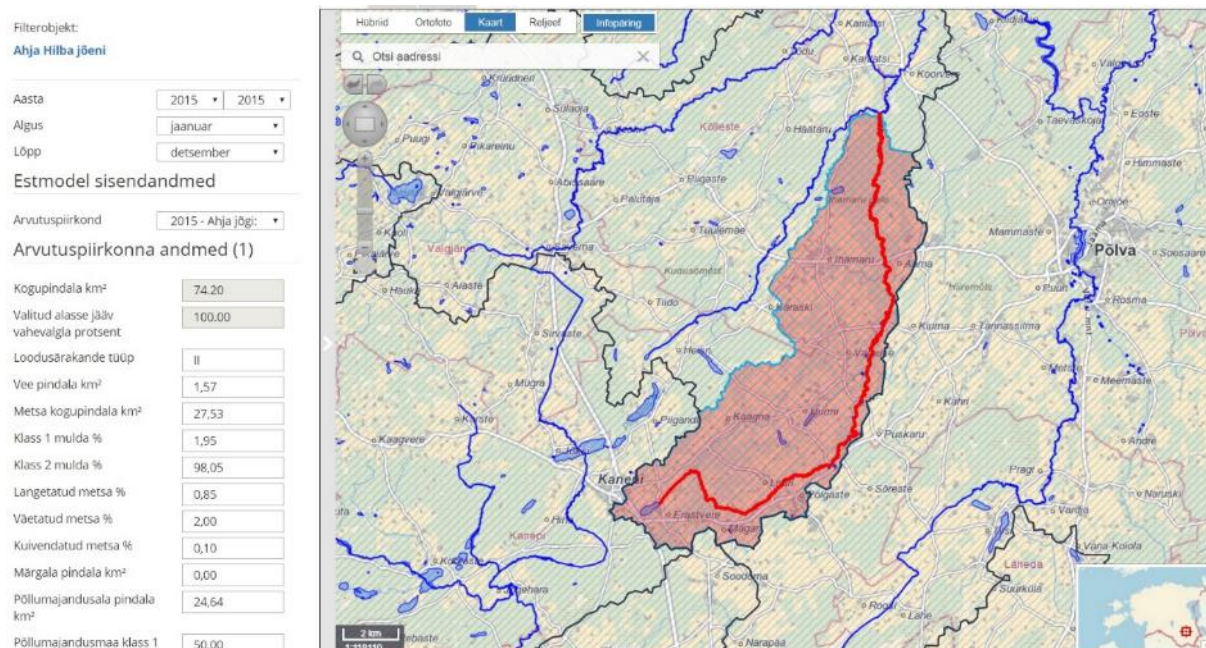
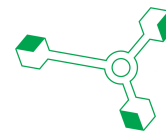
Alamvesikondade vahevalglate (alamvesikonna seireta ala) timmimistegurid arvutatakse kõikide sellesse alamvesikonda jäävate hüdrokeemia seirejaamade vahevalglate timmimistegurite kaalutud keskmistena (võrdeliselt hüdrokeemia seirejaamade vahevalglate pindaladele).

Mudelhinnangud

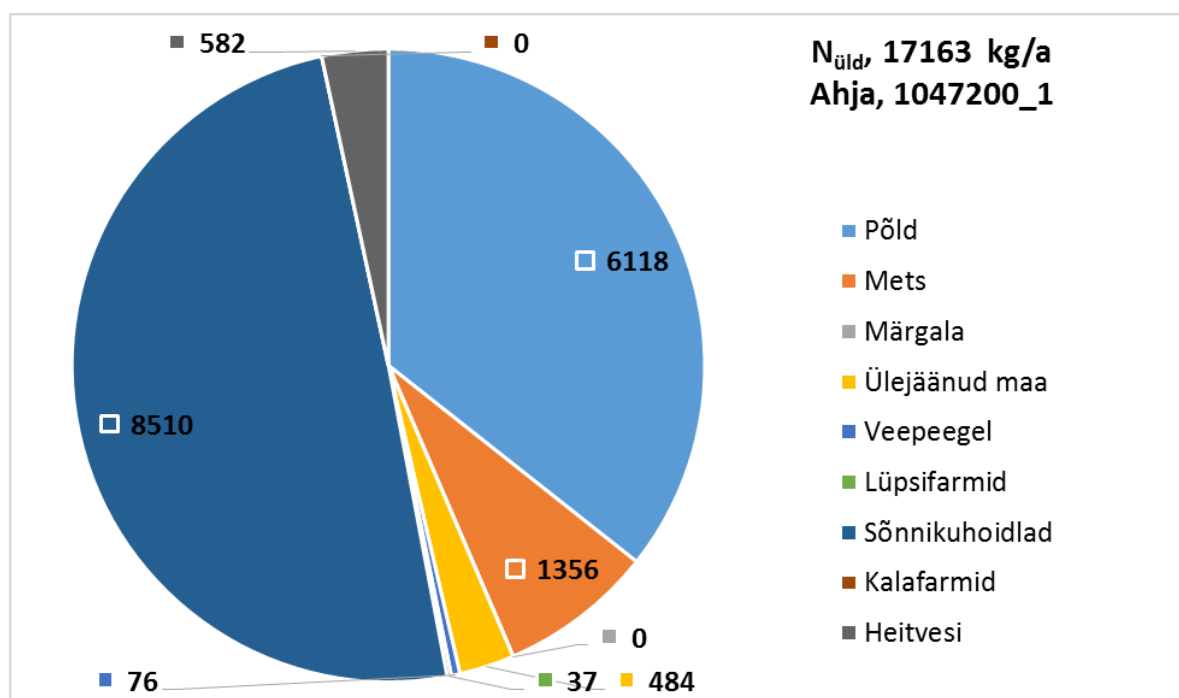
Kokku on arvutused tehtud Peipsi vesikonna 6 veekogumi kohta:

- Ahja Hilba jõeni valgla, veekogum1047200_1;
- Avijõgi Venevere pkr-ni, veekogum 1056900_1;
- Kullavere Imukvere ojani, veekogum 1052600_1;
- Tarakvere, veekogum 1053300_1;
- Venevere, veekogum 1057700_1;
- Võhandu 1003000_4

Arvutustes on kasutatud punktallikate koormuse 20% peetust. Joonistel näidatud arvutatud veekogumite valglate kaardid on saadud Estmodeli kasutajaliidese kaardirakenduse abil.

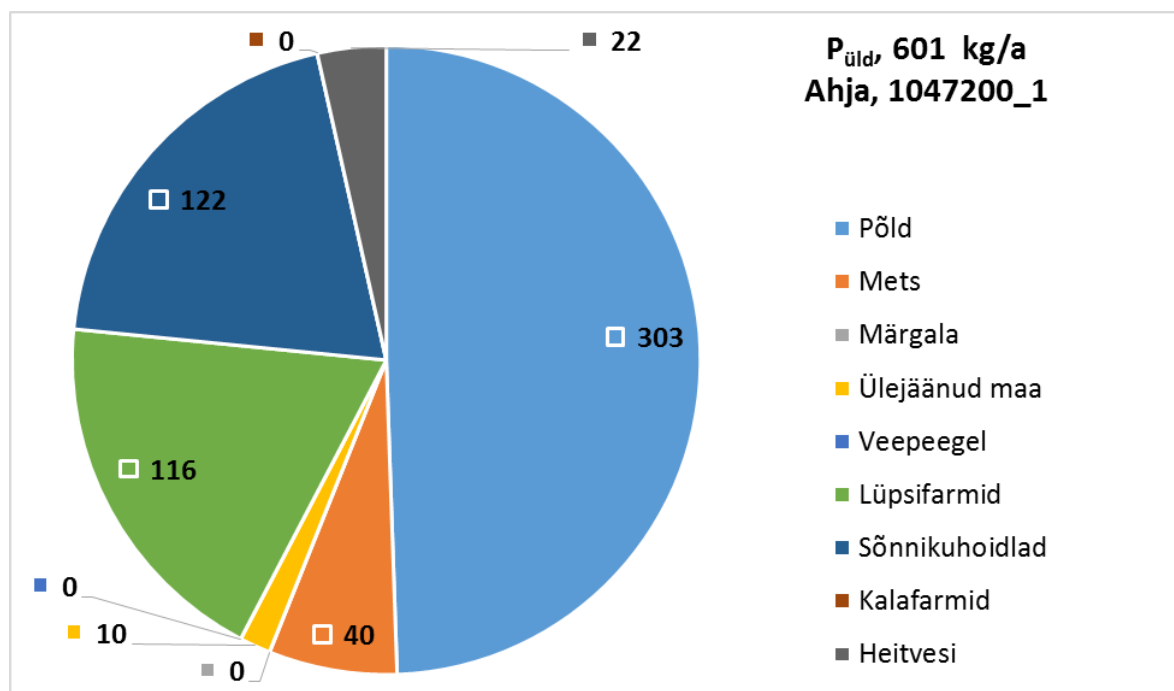
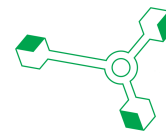


Joonis 54. Veekogumi Ahja Hilba jõeni valgla (1047200_1)

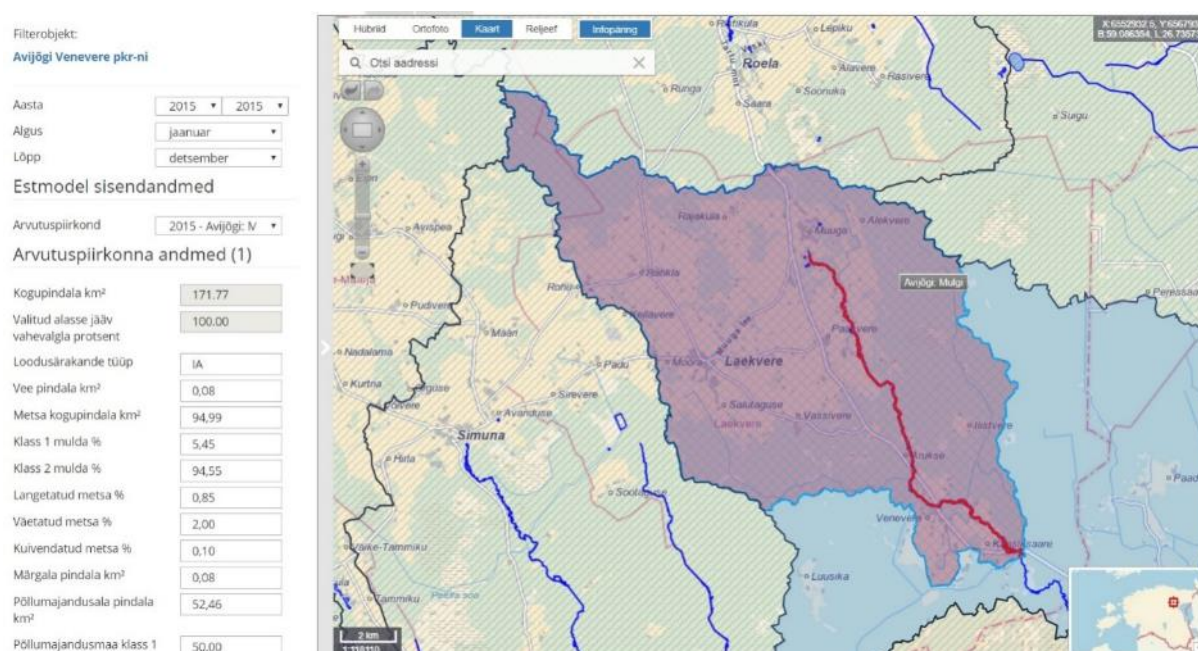


Joonis 55. Veekogumi Ahja Hilba jõeni valgla (1047200_1) N_{üld} koormus

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel

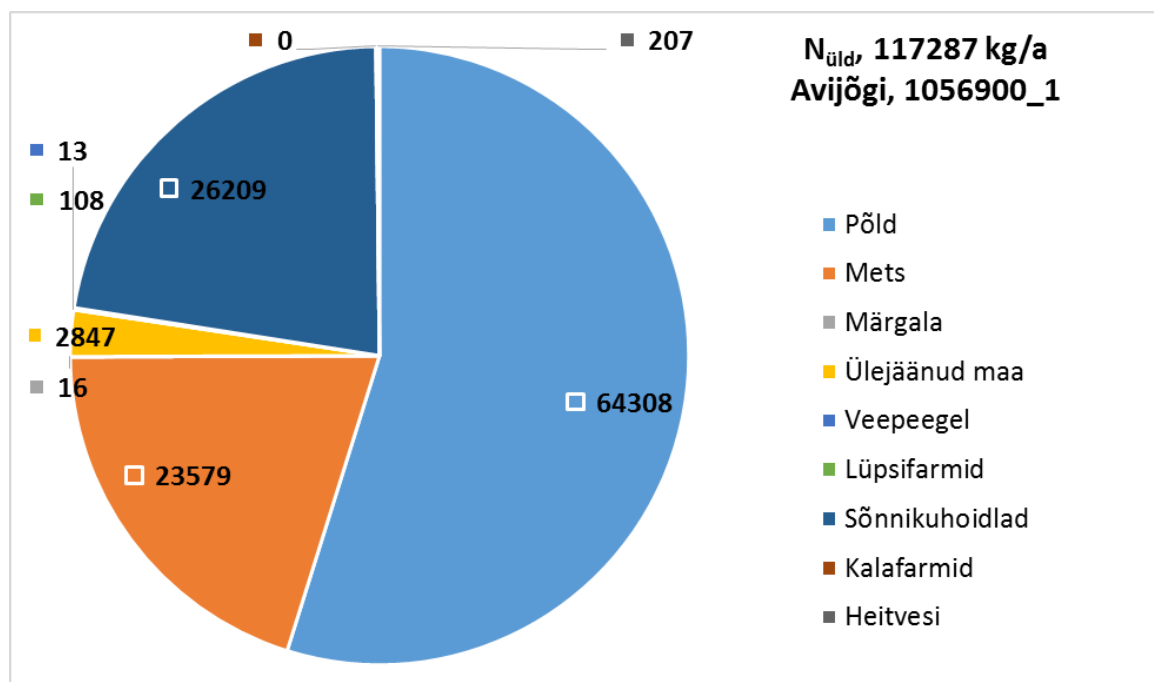
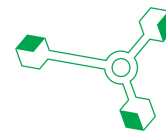


Joonis 56. Veekogumi Ahja Hilba jõeni valgla (1047200_1) P_{üld} koormus

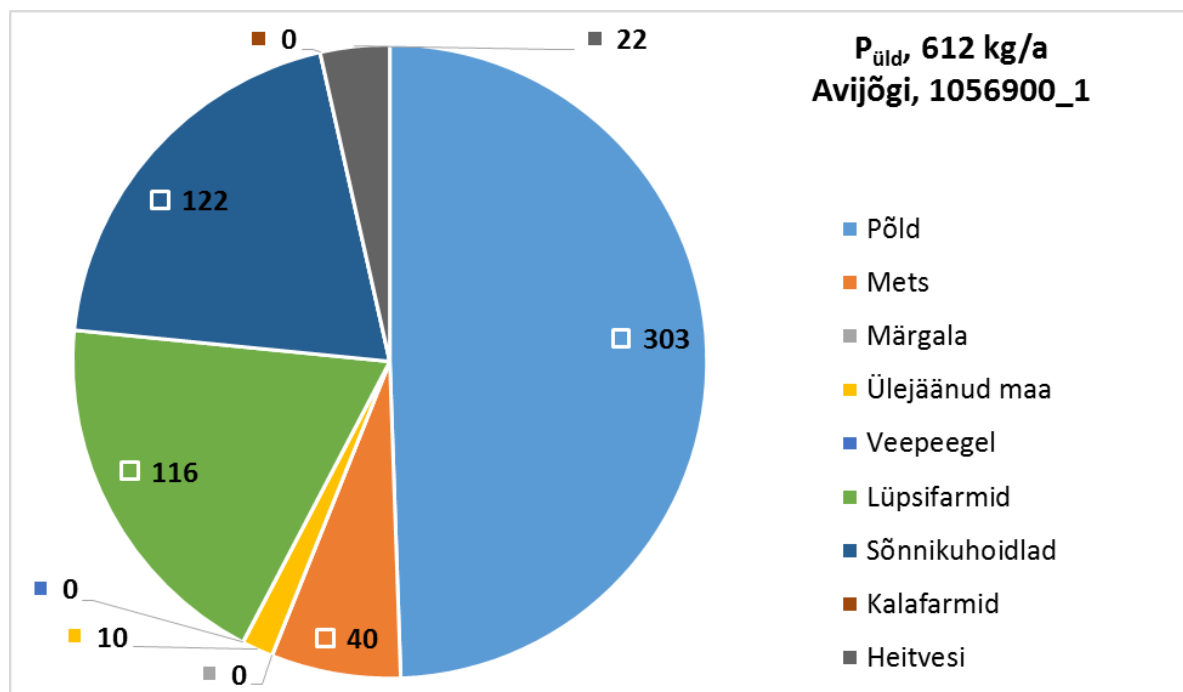


Joonis 57. Veekogumi Avijõgi Venevere pkr-ni valgla (1056900_1)

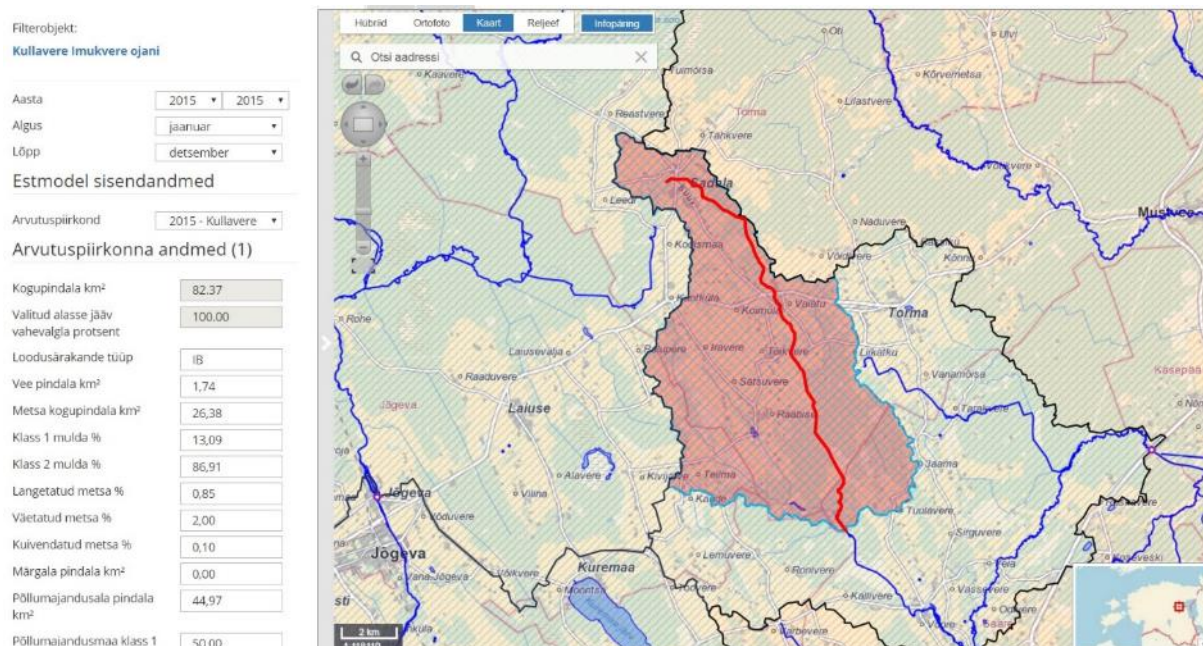
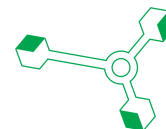
Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



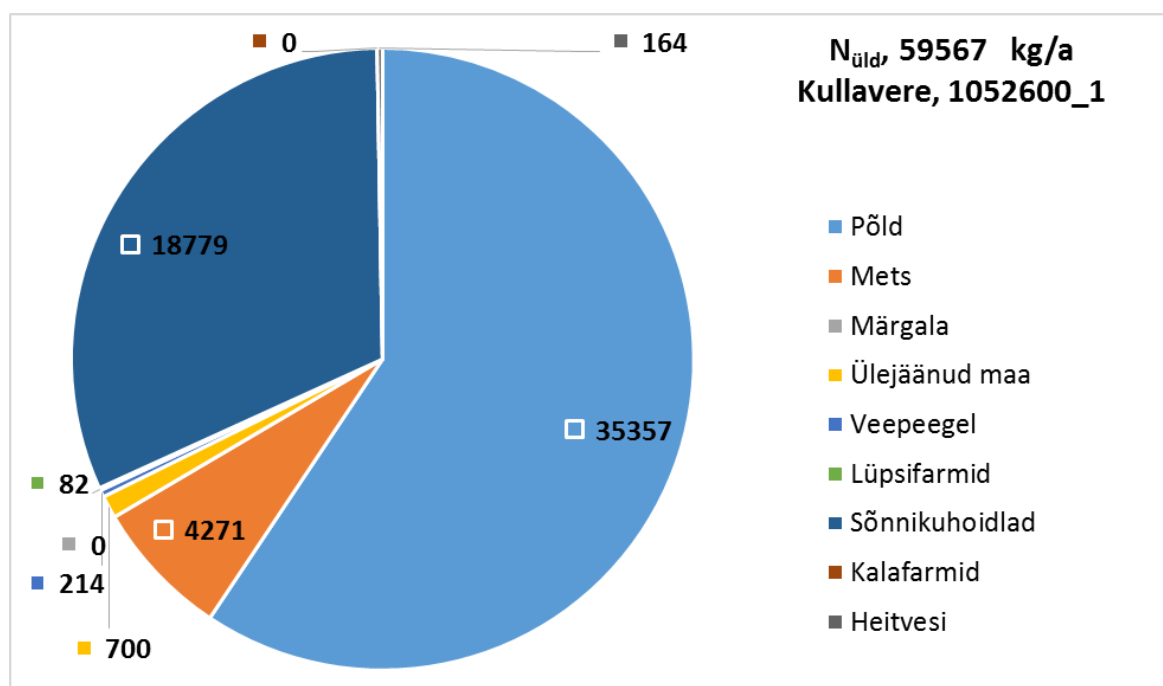
Joonis 58. Veekogumi Avijõgi Venevere pkr-ni valgla (1056900_1) N_{üld} koormus



Joonis 59. Veekogumi Avijõgi Venevere pkr-ni valgla (1056900_1) P_{üld} koormus

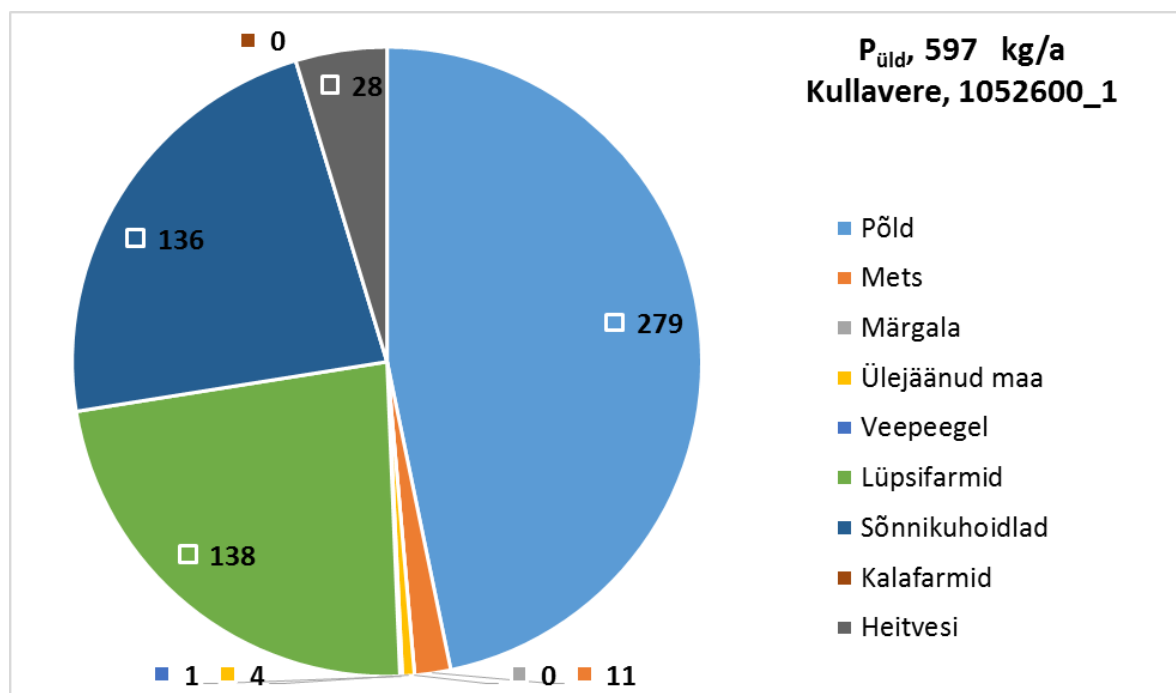
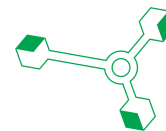


Joonis 60.. Veekogumi Kullavere Imukvere oja valgla (1052600_1)

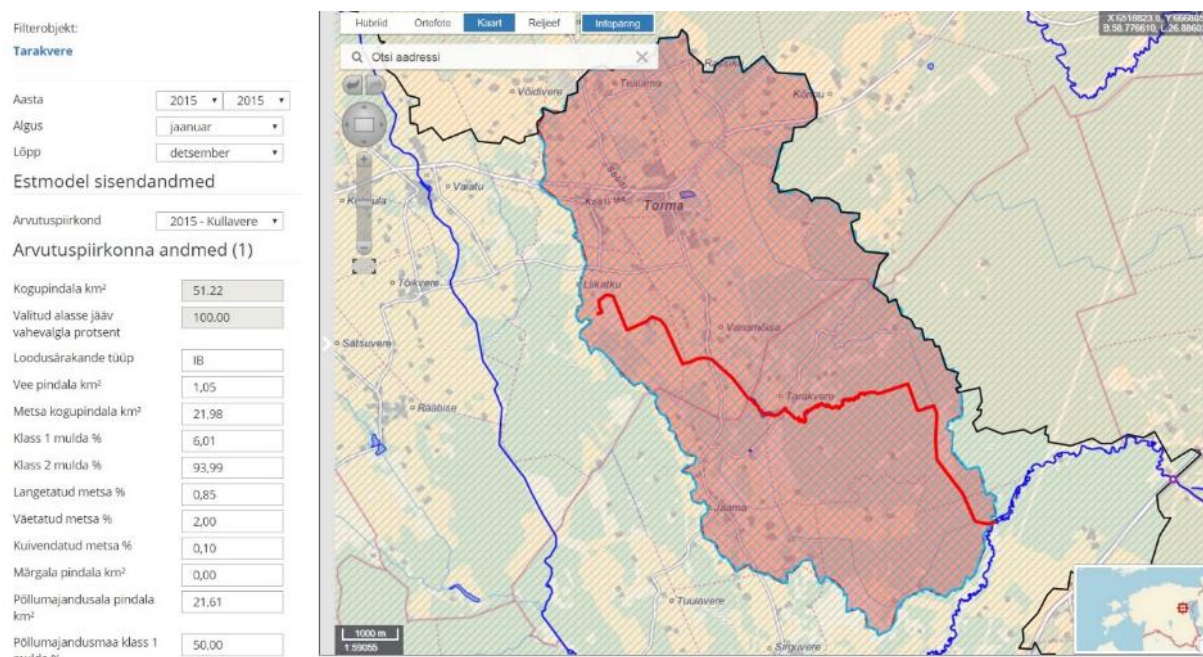


Joonis 61. Veekogumi Kullavere Imukvere oja valgla (1052600_1) N_{üld} koormus

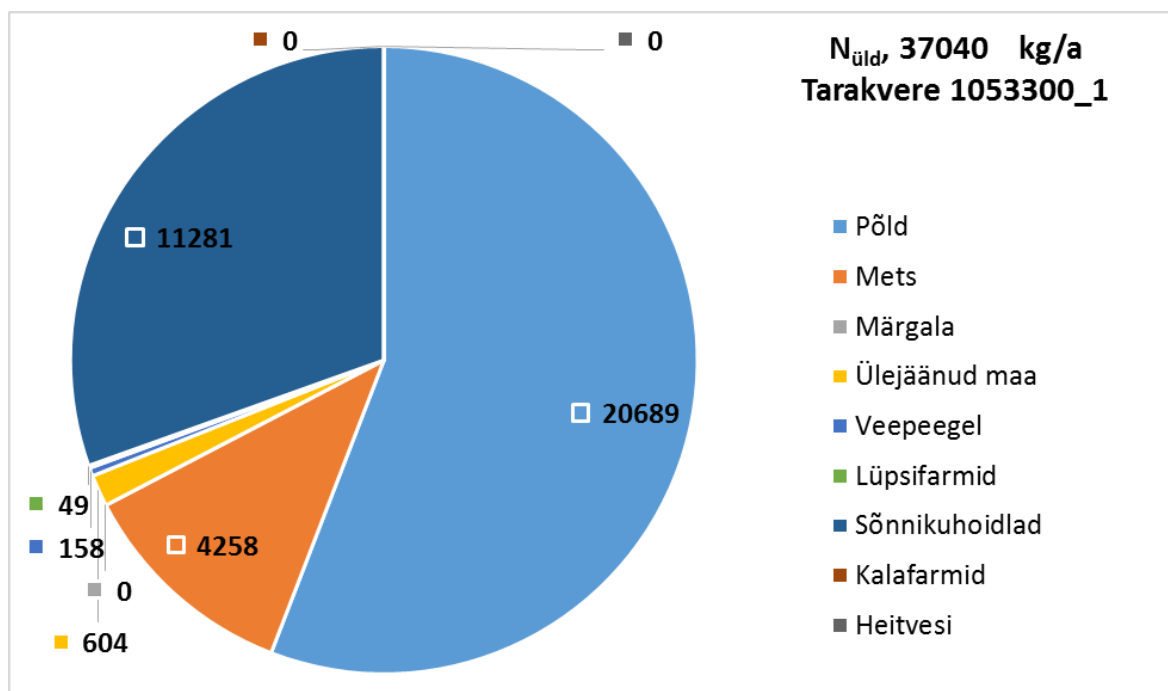
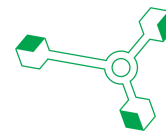
Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel



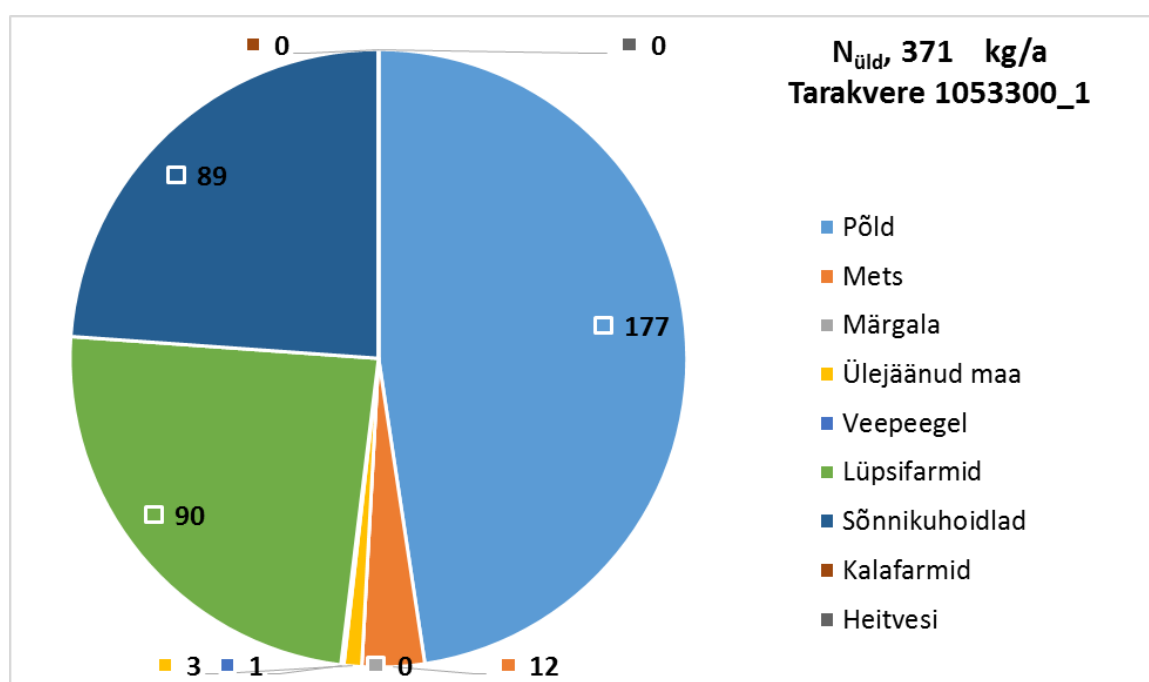
Joonis 62. Veekogumi Kullavere Imukvere ojani valgla (1052600_1) P_{üld} koormus



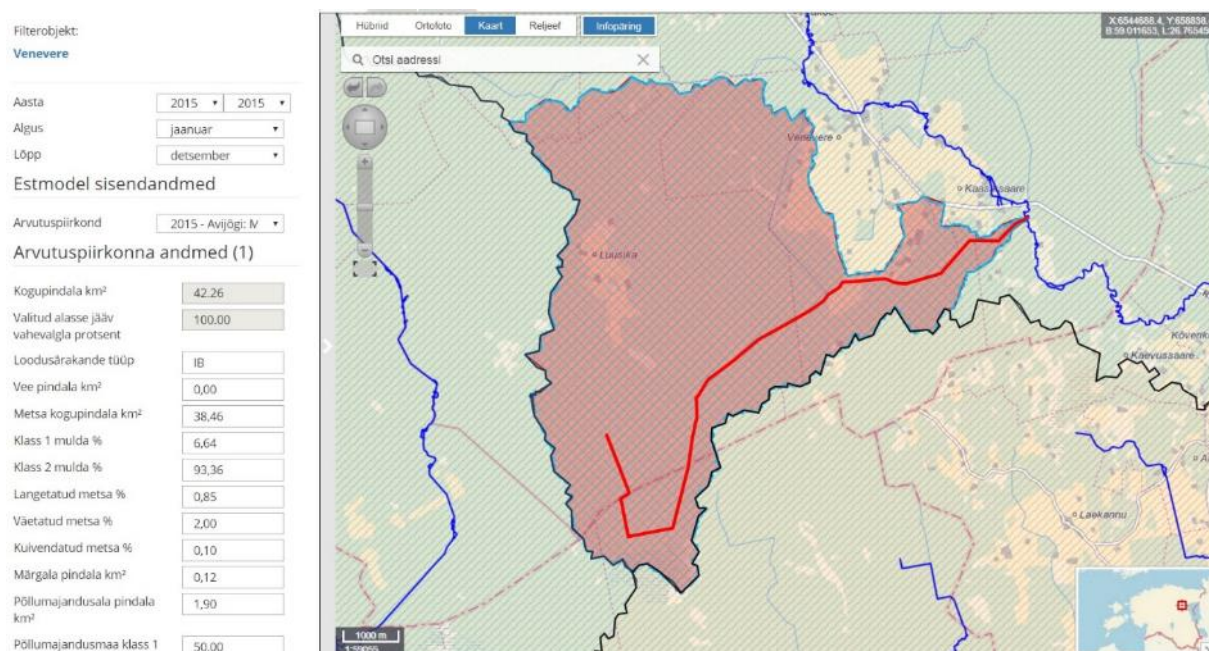
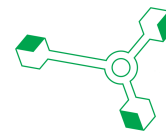
Joonis 63. Veekogumi Tarakvere valgla (1053300_1)



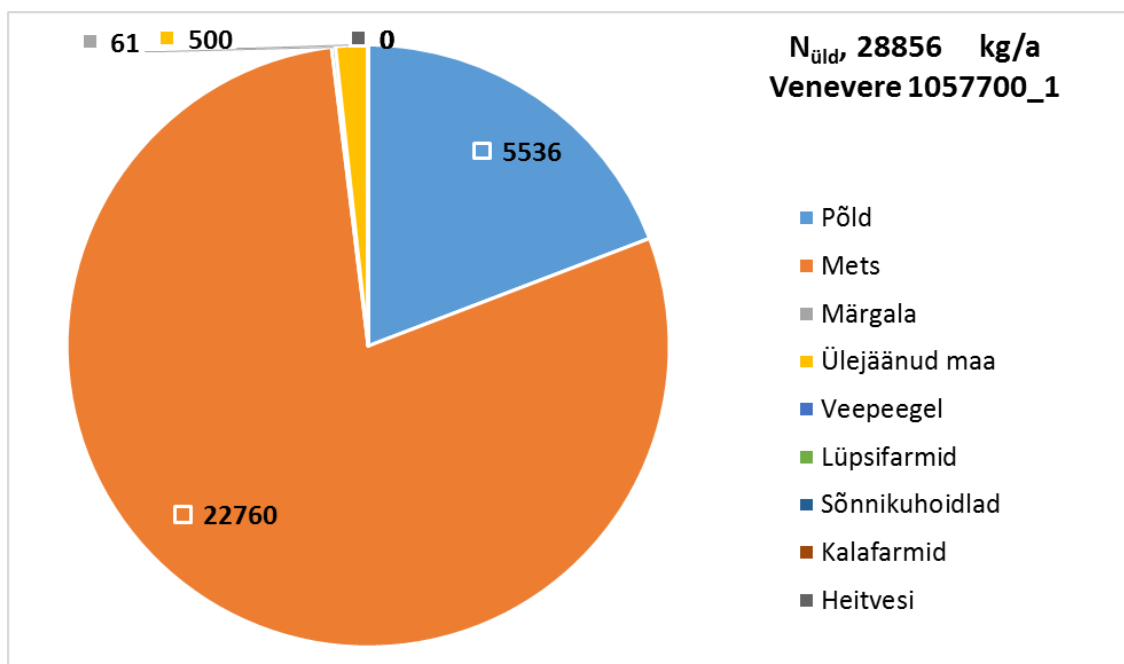
Joonis 64. Veekogumi Tarakvere valgla (1053300_1) N_{üld} koormus



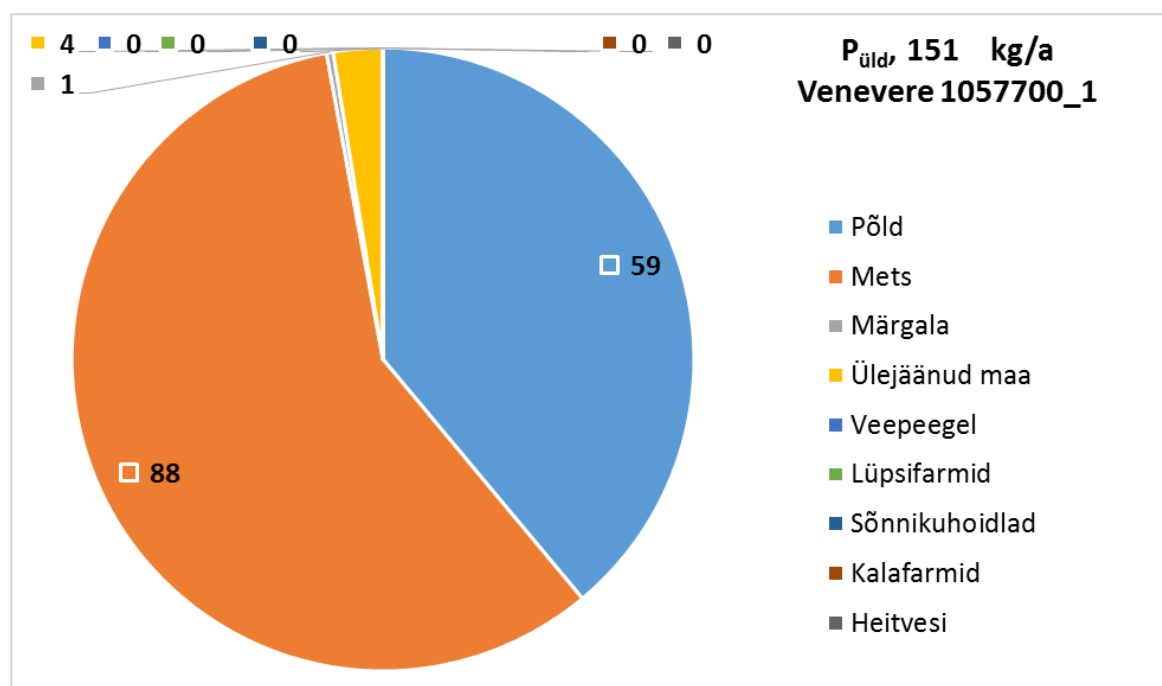
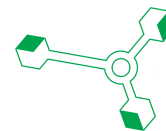
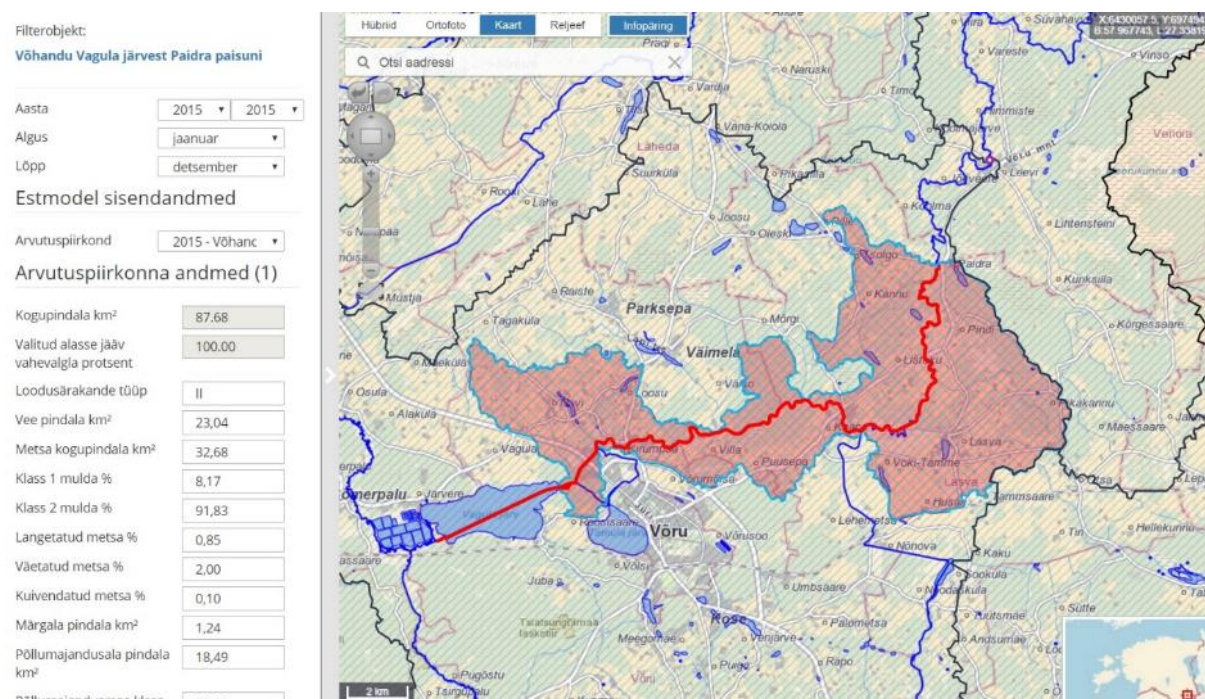
Joonis 65. Veekogumi Tarakvere valgla (1053300_1) P_{üld} koormus



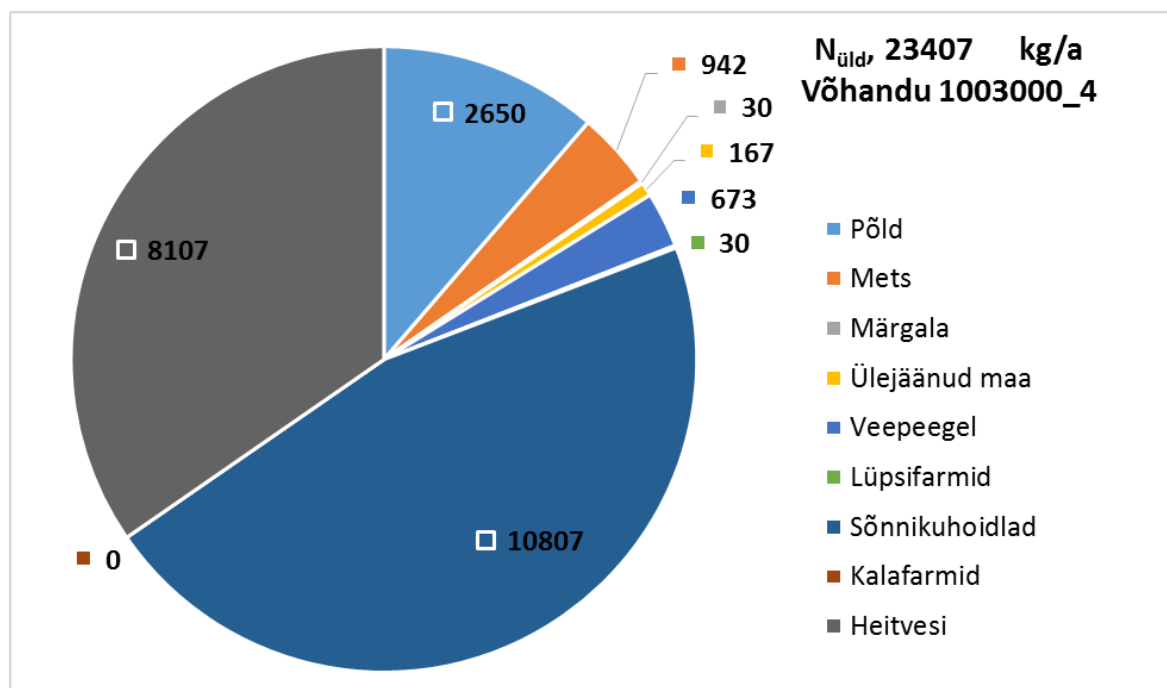
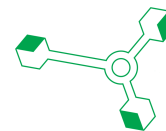
Joonis 66. Veekogumi Venevere valgla (1057700_1)



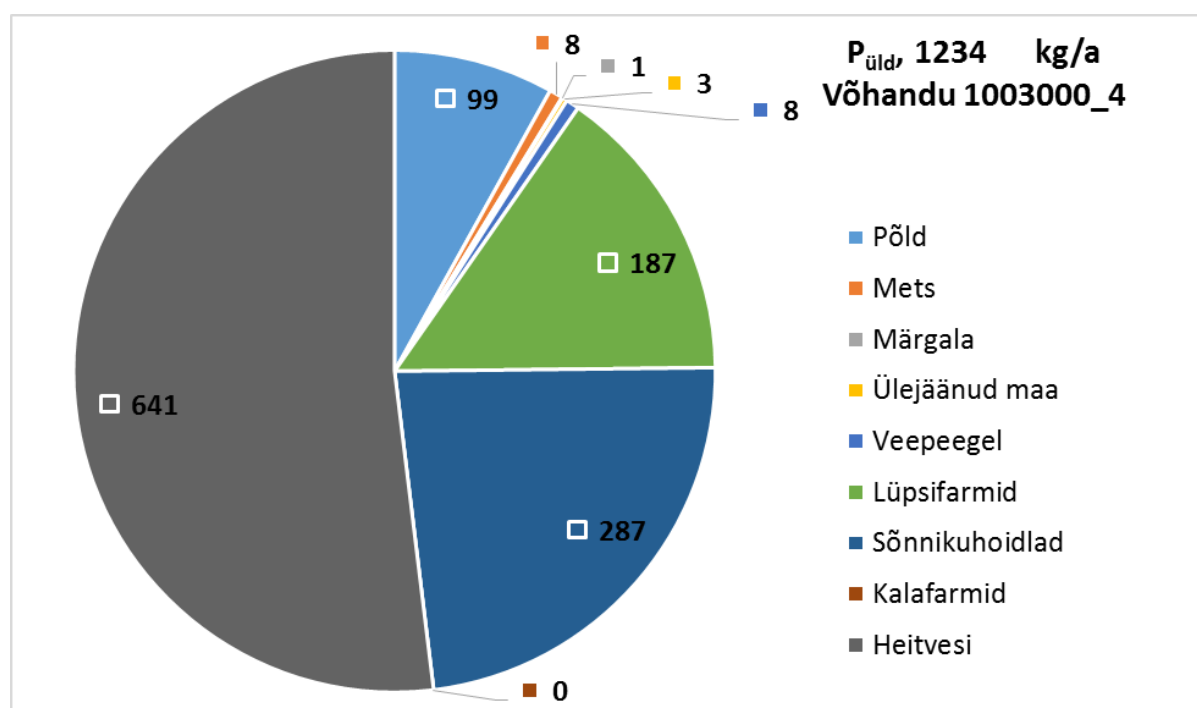
Joonis 67. Veekogumi Venevere valgla (1057700_1) N_{üld} koormus

Joonis 68. Veekogumi Venevere valgla (1057700_1) P_{üld} koormus

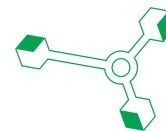
Joonis 69. Veekogumi Võhandu Vagula järvest Paidra paisuni valgla (1003000_4)



Joonis 70. Veekogumi Võhandu Vagula järvest Paidra paisuni valgla (1003000_4) N_{üld} koormus

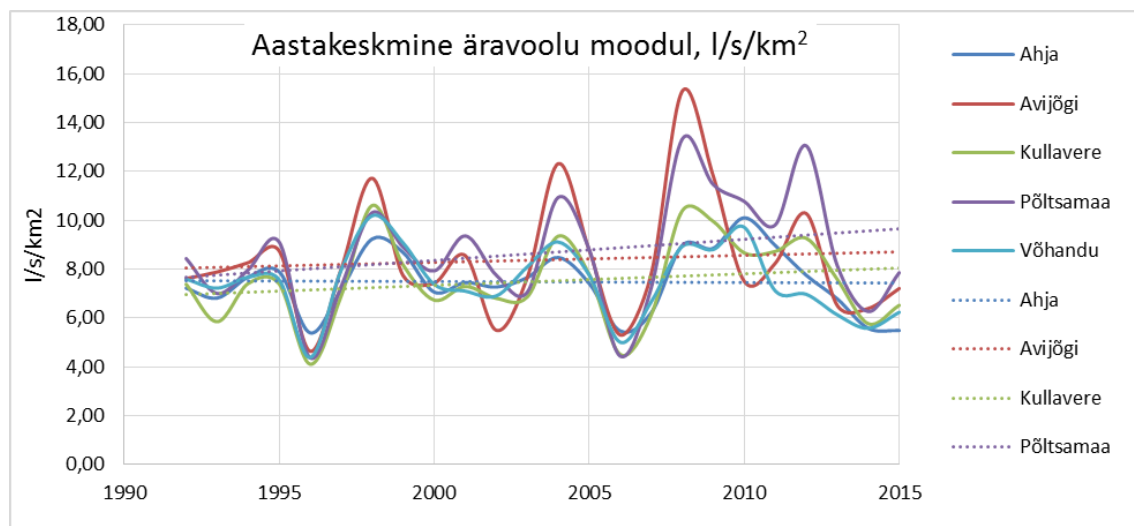


Joonis 71. Veekogumi Võhandu Vagula järvest Paidra paisuni valgla (1003000_4) P_{üld} koormus

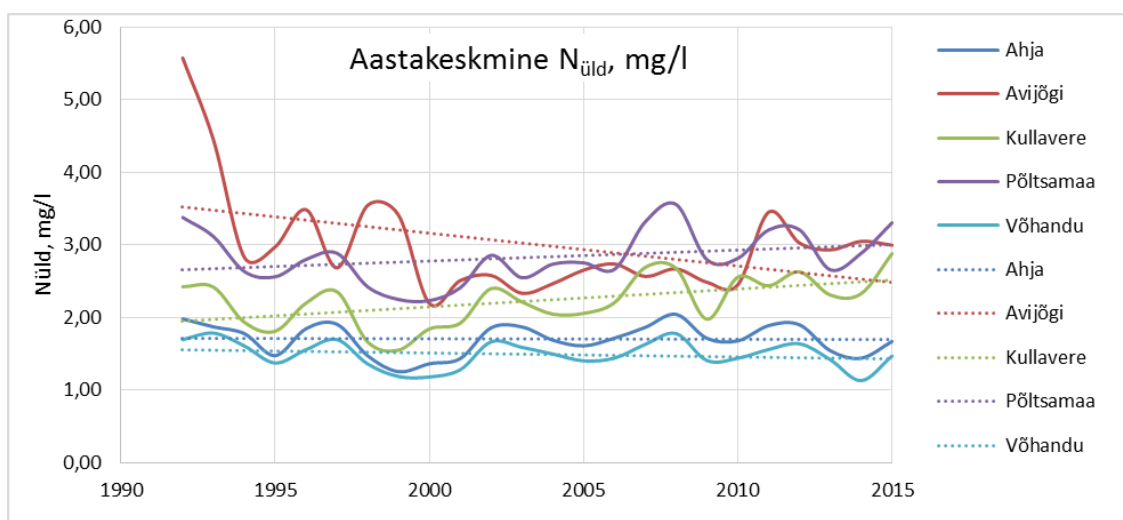


Pikaajalised suundumused

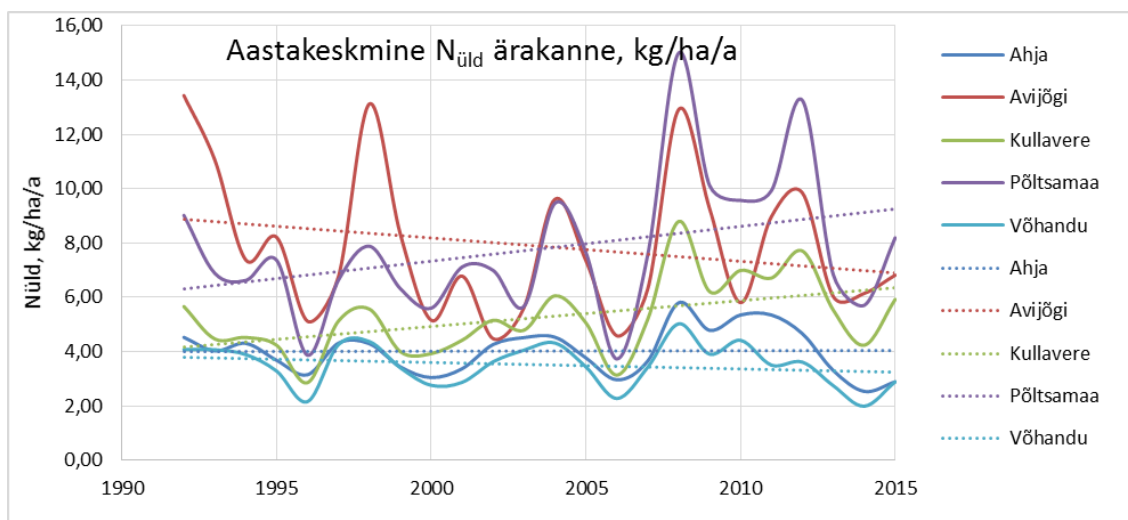
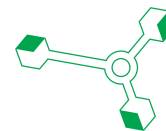
Kasutades Estmodeli funktsioone Estmodel_Flow ja Estmodel_Load on tehtud viie Peipsi vesikonda kuuluva jõe (Ahja, Avijõgi, Kullavere, Põltsamaa, Võhandu) äravoolu ja N, P ärakande pikaajaliste suundumuste (1992-2015) hinnangulised arvutused. Arvutustulemused on esitatud käesoleva töö lisa Exeli failina „Peipsi arvutusjõed“. Hinnangutes on esitatud jõgede suudmetes arvutatud iga-aastaste keskmistena vooluhulk (m^3/s) ja äravool (km^3/a) ning BHT, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{N}_{\text{üld}}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{P}_{\text{üld}}$ kontsentratsioonid (mg/l) ja ärakanded (t/a). Allpool on osa neist arvutustulemustest esitatud joonistena (72-79). Esitatud on ka jõgede primaarproduktiooni limiteerimist iseloomustavad N/P suhtarvud ning näidatud on ka valglalt toitainete ärakande sõltuvus veerohkusest.



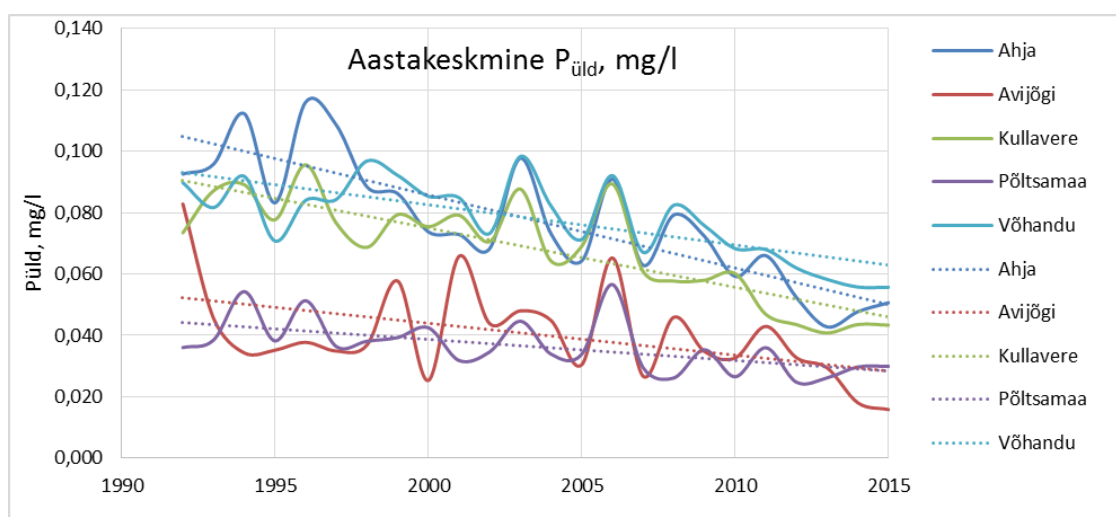
Joonis 72. Aastakeskmine äravoolu moodul.



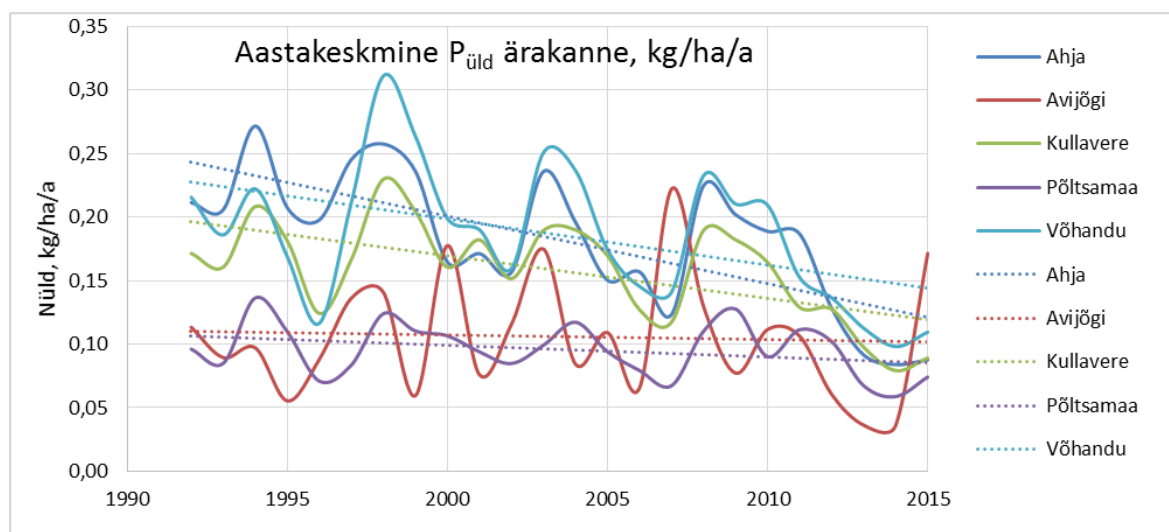
Joonis 73. Aastakeskmine $\text{N}_{\text{üld}}$ sisaldus.

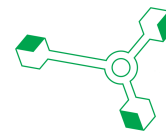
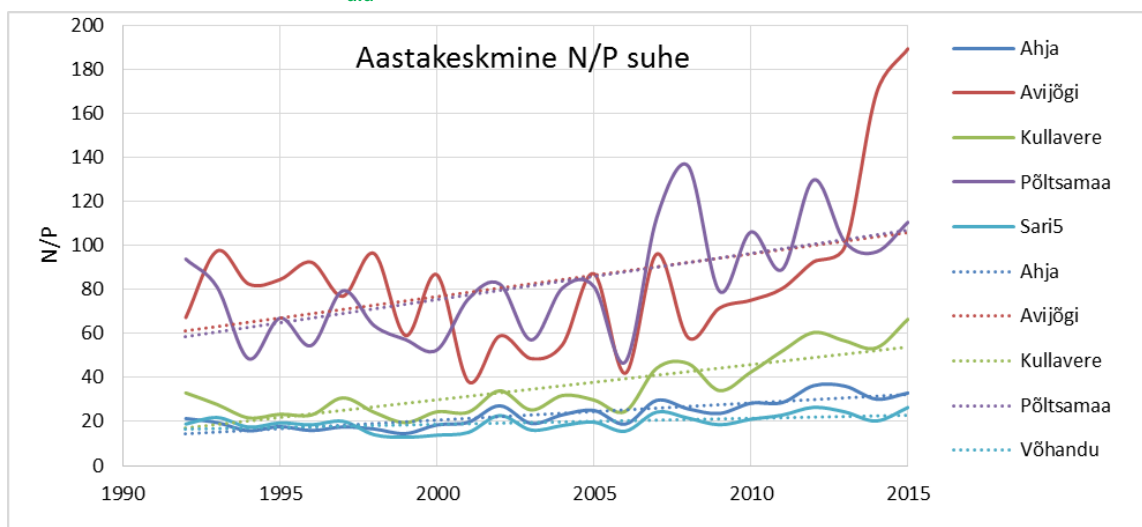


Joonis 74. Aastakeskmise $N_{\text{üld}}$ äraanne.

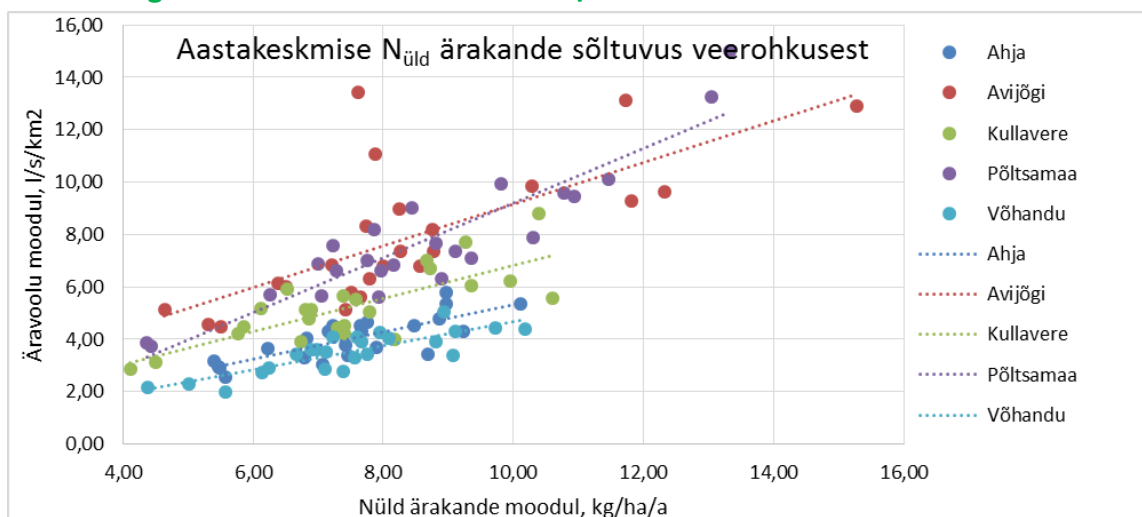
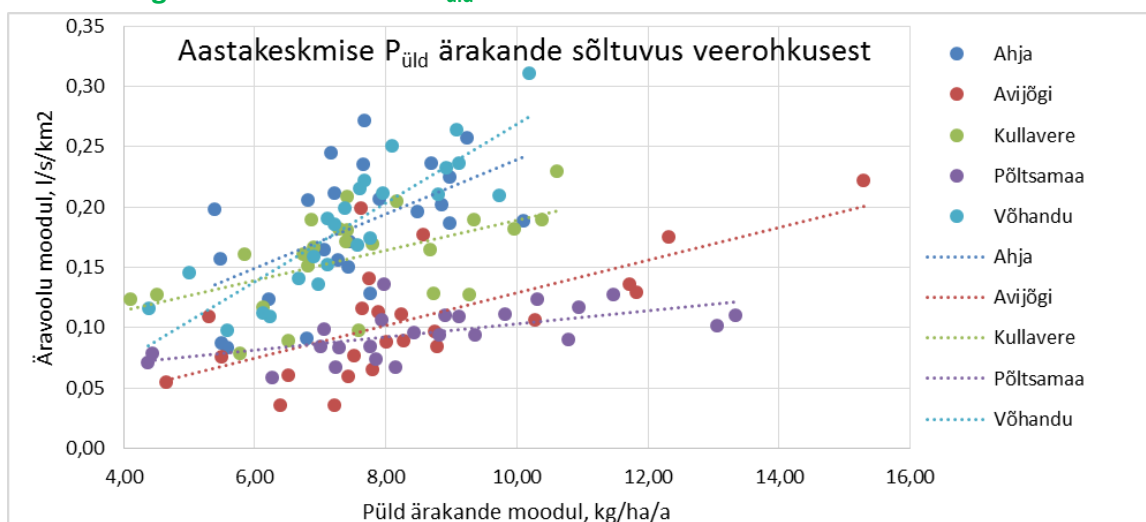


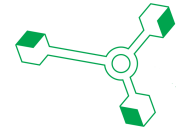
Joonis 75. Aastakeskmise $P_{\text{üld}}$ sisaldus.



Joonis 76. Aastakeskmise P_{üld} ärakanne.

Joonis 77. Jõgede aastakeskmise ärakande N/P suhe.

Joonis 78. Jõgede aastakeskmise N_{üld} ärakande sõltuvus veerohkusest.Joonis 79. Jõgede aastakeskmise P_{üld} ärakande sõltuvus veerohkusest.



Käesolev töö on EKUK-is 2015.a. tehtud põllumajanduslike valglate seisundit kajastava uurimistöö täienduseks. Töö sisuks on Estmodeliga tehtud arvutused:

- 6 Peipsi vesikonna veekogumi N, P ärakande mudelhinnangud;
- 5 Peipsi vesikonna jõe N, P hinnangulised suudmekoormused.

Lämmastiku ja fosfori omavaheline suhtarv on veekogude seisundi kujunemisel olulise tähendusega. Orgaanilise aine ülesehitamiseks kulub iga fosfori grammi kohta 7,2 grammi lämmastikku. Taimestiku vohamist veekogus reguleerib ehk piirab see toiteelement, mida ei jätku. Näeme, et jõgede lämmastikuisaldus on mitmekordses ülehulgas, mistõttu jõgedes piirab taimestiku kasvu fosfori kättesaadavus (joonis 77).

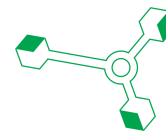
Pika-ajalistest suundumustest perioodil 1992-2015 ilmneb, et lämmastiku puhul on koormus jäänud enam-vähem samale tasemele ja Põltsamaa jões isegi suurenenud (joonis 74). Põhjuseks võib siin olla, et lämmastikukoormus pärineb põhiliselt hajuallikatest. Fosfori osas on saavutatud vaadeldud jõgedes vähenemine (joonis 76), mis on arvatavasti tingitud reoveepuhastuse tõhususe kasvust.

Võib järeldada, et veekogude seisund ei sõltu mitte üksnes reostuskoormuste vähendamiseks ettevõetavate meetmete rakendamisest, vaid iga-aastased koormused on oluliselt mõjutatud looduslikest tingimustest (joonised 78 ja 79).

Valglalt taimetoitainete ärakandeprotsessid on mittelineaarsed ning mõjutatud üheaegselt looduslikest ja inimtegevusest põhjustatud pika-ajalistest teguritest. Kuna need protsessid on veel paljuski ebaselged, siis on EKUK-is 2015.a. tehtud põllumajanduslike valglate uurimistöö vajalik ka ärakannet mõjutavate meetmete tõhususe hinnangumeetodite väljatöötamiseks. Töö annab pidepunkte Estmodeli edasiarendusel. Kavas on Estmodel liidendada pinnaveekogudes veemajanduskavade raames kavandatud meetmetega. Eesmärgiks on saada ülevaate juba rakendatud meetmetest ja olla abiks ka uute meetmete kavandamisel. Selliste hinnangumeetoditete usaldusväärsuse tõstmiseks on EKUK-is 2015.a. tehtud põllumajanduslike valglate uurimistöö kogutud mõõtmisandmed olulised ja vajalikud ja neid on kavas kasutada praegu väljatöötamisel olevas Estmodelis sisalduvate fosfori- ja lämmastikuühendite valglalt ärakandevalemite täpsustamisel.

Käesoleva töö juurde kuuluvad lisad:

- 1) Estmodeli sisendandmete fail *estmodel-2015-input.xlsx*
- 2) Estmodeli väljundandmete fail *estmodel-2015-output.xlsx*
- 3) Jõgede suudmekoormuste pika-ajaliste suundumuste fail *Peipsi arvutusjõed.xlsx*



6. Meetmeid veele avalduva koormuse vähendamiseks

Alljärgnevalt on esmalt kirjeldatud erinevaid valdkondi, mis on seotud üldiste meetmetega, mida saab rakendada veele avalduva koormuse vähendamiseks. Seejärel on meetmete soovitusi koormusallikate ning ka kogumite kaupa.

6.1. Üldised meetmed toitainete koormuse kontrolli all hoidmiseks või vähendamiseks

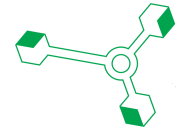
Teadlikkuse tõstmine

Kuna toitainete üldkoormus on enamasti põhjustatud inimeste poolt, on toitainete üldkoormuse vähendamiseks vajalik eelkõige antropogeense koormuse edasine alandamine, milleks on võimalik kasutada mitmesuguseid ennetavaid meetmeid, rakendades seadusandlikke, agrotehnilisi, administratiivseid ja organisatsioonilisi vahendeid. Esmatähtsusega on seejuures Hea Põllumajandustava nõuete jälgimine. Neid meetmeid tuleb rakendada riiklikul, piirkondlikul ja valgala tasandil. Reostuse ohjamise meetmed aitavad oluliselt kaasa keskkonnanäesmärkide saavutamisele ning vähendavad tootjate kulutusi kemikaalide ja väetiste kasutamisel. Tänapäevase intensiivse majandamise juures on osa reostusest vältimatu, ent väga suur osa on siiski tingitud teadmatusest ja vastutustundetust majandamisest. [9].

Hea Põllumajandustava [8] meetmete hulka kuuluvad eeskätt järgmised elemendid:

- Väetamise periood
- Väetamise tingimused uhte-, üleujutatud, veega küllastunud, külmunud ja lumega kaetud maadel
- Väetamise tingimused veekogude läheduses
- Loomakasvatuse intensiivsus (loomühikut hektari kohta)
- Rohumaade osatähtsuse soodustamine
- Väetamisplaanid
- Toitainete bilansid

Seega on oluline teadvustamine erinevatest elementidest, eriti kuna kuna pikaajaliste suundumuste analüüs näitab kas koormuse ajas mitte muutumist või kasvu. Olukorra parendamiseks on oluline ka põllumajandustootjate keskkonnateadlikkuse tõstmine. Veeseaduse poolt kehtestatud normid/piirangud põllumajandusreostuse vähendamiseks on piisavad, kuid oluline on nende jälgimine. Tuleb kasvatada teadlikkus, et vastavad nõuded pole ainult keskkonnakaitseliselt olulised, vaid sellega tagatakse tooraine ja toodangu kvaliteet ja jätkusuutlik kasutus. Samuti tuleks välja töötada võimalikud juhised, kuidas mulla keemilisi analüüse kasutada efektiivseks põllupidamiseks. Lisaks juhistele tuleks võimalusel



korraldada erinevaid teabepäevi ja infoüritusi, kus tutvustatakse erinevaid võimalusi efektiivseks põllupidamiseks ning samuti tõstetakse keskkonnateadlikkust. Teatud informaterjale on ka juba olemas, kuid neid tuleks levitada laiemale kuulajaskonnale [9].

Lisaks tuleks põllupidajatele pakkuda võimalusi rohkem infot saada selle kohta, kuidas efektiivselt põldu pidada. Näiteks on Norras välja töötatud kalkulaator (http://128.39.191.10/peffekt/peffekt_meny.php), mis aitab valida erinevate meetmete vahel (väetamise vähendamine, veekaitseribade ja lodude loomine), arvutades nende kasulikkust.

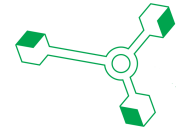
Meetmed väetamisest tuleneva koormuse vähendamiseks

Põllumajandusreostusest pärinevat toitainete kahjulikku mõju veekvaliteedile ei saa langetada üksnes mineraalväetiste kasutamise piiramisega. Veereostuse vähendamiseks peab arvesse võtma ka muldade omadusi ning põllumajandust tuleb korraldada vastavalt kohalikele tingimustele. Sööti jäänud maade taaskasutamine intensiivses põllumajanduses peab toimuma läbimõeldult.

Kõige üldisemalt mõjutab toitainete ärakannet maakasutuse puhul taimkatte olemasolu ehk mida rohkem on valglast kaetud aastaringselt taimkattega, seda tõhusam on ka toitainete kao vältimine. Lämmastiku ärakannet valglast suurendab kõige olulisemalt karjamaa kündmine, samuti rohke põllumaaga valglates, mis asuvad tasase pinnaga alal ning kus mitmeväljasüsteem on vähem kasutusel, esineb suurem lämmastiku väljakanne. Kuid valglad, mis asuvad piirkondades, kus vähesed põllumaad on vaheldumisi domineerivate metsaaladega, on lämmastiku ärakanne võrreldes eelnevaga väiksem.

Tööst saab järeldada, et veerohketel kuudel, eriti (hilis)sügisel, aga ka varakevadel, on vete seisundi põhiliseks mõjutajaks just väetamine ning seega on võimalik väetamise ärahoidmise või alandamisega vähendada toitainete ärakannet veekogudesse sellel ajaperioodil. Seda saaks kontrollida läbi meetmete, mis reguleerivad väetise kasutamist sellel perioodil, näiteks tuua varasemaks sügisese väetamise keelu algust. Kui sügisest väetamist otsustatakse tuua varasemaks, tuleks kaaluda ka erinevaid toetusmeetmeid põllumajandustootjatele selle kompenseerimiseks. Seire ning järelvalvega saab kontrollida, kas selline meede on piisavalt tõhus ning kas võib olla vajalik lisameetmete rakendamine.

Käesolevalt on Veeseaduses kirjas nõue väetamisplaanide koostamisele alates 100 ha. Kuid oluline on ka see, et need nõuded on järgitud. Saagiga viiakse mullast toitaineid välja, seega on toitainete tasakaalu säilitamiseks vaja mulda tasakaalustatult väetada (lämmastikku, fosforit, kaaliumi ja mikroelemente tuleb anda põllule täpselt vajalikus koguses, sobival ajal ja viisil). Põllu jaoks optimeeritud väetamine on ühtlasi keskkonnahoidlik, aidates muu hulgas ära hoida väetiste sattumist vette. Kuna uurimistulemused näitavad, et sageli on



maaharimine põhiliseks koormuse allikaks, on selliste plaanide hindamine ja kontroll oluline ka järelvalveasutuste poolt.

Väetamisplaanide koostamine ei sisalda nõuet mulla analüüside kohta, kuid mulla keemilise koostise kindlaks määramine aitab hinnata, kas põld on viimasel ajal saanud lämmastikku või fosforit liiga palju või liiga vähe. Perioodiline mullaproovide keemilise koostise määramine on eelduseks, et väetist doseeritakse vajaduspõhiselt (võimaldades vältida liigset väetamist). Mulla mõõtmispõhine hindamine aitab kontrollida ka toitainete tasakaalu, mis on oluline nii suurema saagikuse saamiseks kui ka keskkonnaheidete vältimiseks. Nt kaaliumidefitsiit mullas põhjustab olukorra, kus suur osa sõnnikuga põllule viidud lämmastikust jõuab pinnavette, mitte ei omastata taimede poolt. Käesolevalt on Keskkonnasõbraliku majandamise toetuste puhul nõutud mullaproovide analüüs ja nende põhjal väetistarbekaardi koostamine (selliseid analüüse teostab Põllumajandusuuringute Keskus).

Eelnevast võib järeldada, et ainuüksi väetamisplaani koostamine ei pruugi kõikide piirkondade jaoks olla piisav meede ning võib olla vajalik väetistarbekaartide koostamine kooskõlas mulla analüüsidega. Rakendades olukorrast ja piirkonnast lähtuvalt eelpooltoodut on võimalik keskkonnasäästlikult majandada. Selleks on soovituslik välja töötada koostöös põllumajandusteadlastega võimalikud juhised, kuidas kasutada sõltuvalt mulla tüübist selle keemilisi analüüse efektiivseks põllupidamiseks. Samuti võib täpsustusi teha põllukultuuride või piirkondade osas, mis on suurema riskiga koormuse osas.

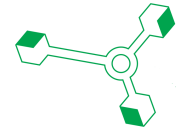
Keskkonnaministeeriumi efektiivne juurdepääs põlluraamatutele

Euroopa Liidu seadusandluses (Veepoliitika raamdirektiivi juhendmaterjal nr 28 ja 166/2006/EL) grupeeritakse reostusallikaid lähtuvalt eesmärgist. Põllumajandusreostuse ohjamisel käsitletakse põllumajanduskemikaalide eesmärgipärast kasutust punktreostusallikana, st kui põllumajandustootmisel lisatakse erinevaid väetisi, taimekaitsevahendeid, tuleb veekaitselistel eesmärkidel rakendada tavapäraseid punktallikatele kehtestatud kontrollmeetmeid (veeseadus §8 lg 2 punkt 4). Meetmete rakendamiseks peab välja töötama meetodika kuidas määratakse kindlaks esinduslikud proovivõtukohtad (väljalaskmed/peakraavid) reostuskoormuse kontrollimiseks.

Käesoleva töö praktiliste mõõtmiste osa tõendas, et selline lähenemine on põhjendatud. Tulemused näitasid, et toitainete sissekanne aktiivses kasutuses olevatel põllumaaudel (haritav maa) on märkimisväärne.

Veeseaduse §26¹-26⁵ sätestab erinevad meetmed valgala kaitseks põllumajandustootmisest pärineva reostuse eest.

Põllumajandustootjatel on kohustus pidada põlluraamatut, kuhu tuleb kanda põllumassiivid, nende pindala ja andmed põllutööde, sealhulgas info põllu väetamise kohta. Samas pole



kehtestatud rakendusakte põlluraamatu pidamiseks (sh kuhu andmeid esitatakse, mis kujul, mis ajaks, kuidas põlluraamatuid kontrollitakse, kas on tegemist avaliku andmebaasiga või on see ainult ametkondlikuks kasutamiseks). Hetkel puudub Keskkonnaministeeriumil täielik juurdepääs infole põllumajandustegevuse kohta, näiteks et mida ja millal põllumehed on väetamiseks kasutanud, kuid suure reostusallika ohuna veele oleks siiski oluline omada juurdepääsu teatud andmetele. Seega oleks oluline rakendada meetet, et põlluraamatu andmed jõuaks riigini võimalikult efektiivselt ning põllumehele mugavalt. Selline rakendus oleks kõige mugavam elektroonsena. Analoogiana võib välja tuua käesolevalt Eestis kasutusel oleva infosüsteemi Veeveeb, mille abil loomapidajad esitavad infot veekaitsevööndis karjatamise kohta.

Loastamine

Suurtel loomakasvatuse tootjatel sea-, veise- ja linnukasvatustes on keskkonnakompleksloa kohustus. Vastavalt seadusele on keskkonnakompleksluba kirjalik otsus, mis annab õiguse käitise või selle osa kasutamiseks viisil, mis mõjutab võimalikult vähe keskkonda.

Võib kaaluda loastamist ka suurte põllumassiivide korral. Kuna näiteks reoveepuhastite jaoks on olemas künnised, on võimalik neid kasutada lähtealuseks, võttes omakorda arvesse, et loodus samuti puhastab. Seega saab põllu suuruse järgi leida, kas võiks olla vajalik loastamine kui tegemist on väga suurte põllumajapidamistega.

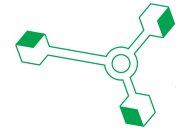
Uuringu tulemusena saadud reaalseid mõõtmistulemused (nii pinnavee kui ka pinnase proovide tulemused) võimaldavad täpsustada ärakandekoefitsiente objektipõhiselt arvestades maakasutust, põllukultuuri, mulla tüüpi ja lõimist. See annab võimaluse täpsemate objektipõhiste meetmete väljatöötamisel antud valgus, et tagada veekogumi füüsikalise-keemilise hea seisundi. Mitteheas seisundis olevatele veekogumitele on võimalik mudelite abil välja töötada täpsemad meetmed (nt põllukultuuri vahetus, piirangud loomühikutele, väetuskorra täpsem kontroll jne) põllumajandusliku reostuskoormuse vähendamiseks, heas seisundis olevatele veekogumitel kontrollida põllumajandustootmise näitajate vastavust hea seisundi hoidmiseks.

6.2. Meetmed sõltuvalt koormuse põhiallikast

Sõltuvalt koormuse põhiallikast, kas põllupidamine või loomapidamine, saab soovitada erinevaid meetmeid.

Koormuse allikaks maaharimine

Piirkondades, kus põhiliseks koormuse allikaks on maaharimine, tuleks kaaluda meetmete rakendamist nagu veekaitseribade loomine või suurendamine (vähemalt 5 m) [10] või ka väiksemate lodude loomine. Kuigi VMK meetmekataloogis on soovituselt vähemalt 5 m,



näitasid uurimistulemused, et uuringupunktides oli sageli kasutusel väiksemad veekaitseribad, mis ei pruugi olla piisava efektiivsusega.

On täheldatud, et veekaitseriba laius ning olemus võib olla olulisem kui maakate üldiselt valglas [11]. Veekaitseribad (ka puhverriba) on siduva taimestikuga kaetud hooldatavad puhvervööndid, mis minimeerivad toitainete ärakannet. On oluline silmas pidada, et puhverriba tõhusus sõltub riba laiusest ning taimkatte lopsakusest. Laia puhverriba peaks eriti kaaluma siis kui on savikas muld ning suur nõlv. Toitainete eemaldamiseks on kõige tõhusam kas rohu-, pöösa-, või puurinne. Puhastuslõud on tehismärgalad, kus toimub toitainete vähendamine taimede ning mikroobide poolt madalas vees [9]. Efektiivsem on puhverriba, kus on mitmekesine taimestik ning erinevad mullakompleksid, Eestis soovitatakse kasutada kiirekasvulisi puid nagu näiteks kas hall lepp või harilik paju [10]. Koostöös teadlastega on võimalik leida parim praktika veekaitseribade ja lõude kasutamiseks konkreetsete piirkondade jaoks.

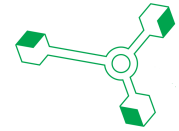
Kindlasti on oluline anda juhiseid efektiivsemaks maakasutuseks väetamise seisukohast, näiteks kuidas kasutada mulla keemilisi analüüse tulemuslikuks väetamiseks. Vajadusel tuleb sellised juhised välja töötada.

Silmas tuleks pidada ka seda, et milline on sellises piirkonnas talvine taimkate haritaval maal. Talvine taimkate kaitseb põlde suure vee eest ning parandab mulla struktuuri. Samuti aitavad kasvavad taimed siduda toitaineid ja vähendada nende leostumist [9]. Kuna Eestis on sageli põllud talvel taimkatetta, tuleks kindlasti sellisel juhul olla eriliselt tähelepanelik võimaliku lämmastiku ärakande suhtes. Ka tuleks jälgida ka seda, et milline on viljavaheldus haritaval maal. Samuti soovitatakse umbrohu asemel külvata püüdekultuure, sest on teada, et need vähendavad oluliselt nitraatide leostumist, Lätis on häid tulemusi andnud näiteks põldraihein [9].

Kündimisel on väga suur mõju lämmastiku ärakandmisele valglas [11]. Seega on ühe meetmena võimalik kasutada ka põllumaa sügisel kündmata jätmist või siis teha sügiskünd väga hilja ja ilma sõnnikut laotamata. Selline toimimine toob küll väikese saagikuse languse, kuid omab positiivset mõju väetisainete väljaleostumisele. [9] Sööti jäänud maade taaskasutamine intensiivses põllumajanduses peab toimuma läbimõeldult. Soovitav on kevadine hiline mullaharimine, sügiskünni vähendamine ning suure toitainete omastamisega põllukultuuride viljelemine, vahekultuuride või mitmeaastaste kultuuride kasvatamine.[11]

Oluline on välja tuua, et uuritavates kogumites oli põhiliseks mullatüübiks liivsavi/saviliiv ning on teada, et kui valglas on sellist tüüpi muldade osakaal suurem, on ka lämmastiku ärakanne suurem [11]. Seega on sellistes piirkondades eriti oluline jälgida erinevate meetmete rakendamist, et vähendada toitainete sattumist vette.

Koormuse allikaks loomapidamine



Sõnnik on loomapidamise paratamatu tagajärg ning samal ajal väärtuslik looduslik väetis, kuid selles sisalduvad lämmastik ja fosfor võivad kontrollimatult keskkonda sattudes tekitada veereostuse.

Uurimistulemused näitavad, et sageli on lämmastiku näitajad ületatud piirkondade korral, kus põhiliseks koormuse allikaks on loomapidamine. See tähendab, et vajalik võib olla sõltuvalt olukorrast erinevate meetmete rakendamine seoses reostuse vähendamisega. Käesolevas uurimistöös ei uuritud küll konkreetseid loomakasvatusi ja nende praktikat, kuid kuna põhiliseks koormuse allikaks sellistes piirkondades on sageli just sõnnik ja selle hoiustamine, saab esile tuua siiski mõned võimalikud meetmed.

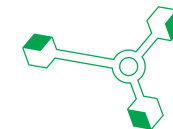
Võib eeldada, et koormuse põhjuseks on sõnniku valesti hoiustamine. Sõnniku korrektne hoidmine on oluline, et vältida sellest tulenevat võimaliku reostust, sest sõnnik sisaldab arvestavas koguses toitaineid [9]. Seega on ühelt poolt oluline loomapidaja teavitamine võimalikest tagajärgedest sõnniku hoiustamisel. Samuti võib meetmena kaaluda tegevusi, mis toetaks sõnnikuhoidlate kaasajastamist. Kuna sõnnikuhoidlate ehitus on talunikele lisakulu võiks sellisteks tegevusteks olla erinevad toetusmehhanismid või toetused.

Kui koormuse allikateks on võrdselt nii põllumajanduslik kui loomade kasvatamisest tingitud ning mõlemad on suuremahulised, tuleks kaaluda kompleksloostamist.

6.3. Kogumipõhised meetmed

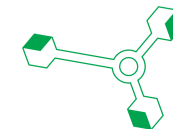
Peipsi alamvesikonna veekogumite ökoloogiline seisund on reeglina hea/väga hea. Neis kogumites, kus seisund ei olnud mittehea, olid põhjuseks muud näitajad, kuid mitte toitainete kõrgem sisaldus põllumajanduslikest allikatest.

Järgnevalt on kirjeldatud uuringu veekogumite peamisi põllumajandusreostuse allikaid ja vastavaid meetmeid. Meetmed on soovituslikud nii olukorra parendamiseks kui ka jätkuva hea seisundi hoidmiseks. Esitatud on nii tabelina (Tabel 18) kui ka selgitava tekstina allpool. Meetmed võtavad arvesse haritava maa protsenti, loomakasvatust lähipiirkonnas ning samuti aasta lõikes määratud Nüld sisaldust. Meetmeid ei ole antud kui Nüld näitajad on läbi aasta normis ning samuti ei toimu piirkonnas aktiivset põllumajandustegevust.



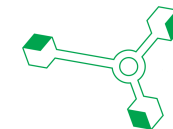
Tabel 18. Ülevaade uuringupunktidest (mh nendes analüüsitud Nüld sisaldused) ja soovituslikest meetmetest.

Jõgi	Proovivõtukoht	Kogum	Kogumi 2015 seisund ja põhjus	Nüld	Veekaitse vöönd	Põhiline koormuse allikas	Soovituslik meede
				mg/l			
Võhandu	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	1003000_7	Hea	1-4,6	Jah, 2 m	Põld (suvioder, põlduba)	-
	Veerksu oja suubuv nimetu kraav	1007200_1	Kesine (FYKE, N-üld, P-üld)	10-16	Jah, 3-4 m	Põld (talinisu, suvioder), Loomapidamine	Piirkonnas sõnnikuhoidlate kontroll, põlluraamatute tõhusam järelvalve, veekaitsevööndi laiuse suurendamine
	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	1003000_4	Kesine (kala, JKI)	1-12	Jah, 2 m	Loomapidamine, Põld	Sügisese sõnnikulaotamise aja varasemaks tõstmine, veekaitsevööndi laiuse suurendamine
Põltsamaa	Nimetu kraav, mis suubub Põltsamaa jõkke	1030000_3	Hea	7-12	Jah, 2 m	Põld (mais, lutsern), Loomapidamine	Väetamine sõltuvalt mullaproovide analüüsist.
	Põltsamaa jõgi	1030000_3	Hea	2,8-5,2	-	Puudub põllumajandustegevus	-
	Kraav enne suubumist Tõivere peakraavi	1030000_3	Hea	6-15	Jah, 4 m	Põld (taliraps, oder), Loomapidamine	Suur haritava maa osakaal, tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol. Kaitsevööndi suurendamine, Väetamine sõltuvalt mullaproovide analüüsist
	Luige peakraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	1030000_3	Hea	3,3-8	Jah, 3 m	Rohumaa	-
	Sepa oja	1030000_2	Kesine (kala)	2,5-6,6	Jah, 4 m	Loomapidamine	Sõnnikuhoidlate kontrollimine



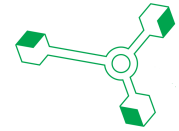
Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

	Saare peakraav	1030000_3	Hea	4,6-9,1	Jah, 2 m	Põld (tritikale, mais), Loomapidamine	Tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol. Kaitsevööndi suurendamine, Väetamine sõltuvalt mullaproovide analüüsist
Ahja	Laanevere peakraav	1047200_4	Hea	1,1-9,1	Jah, 4 m	Rohumaa	Tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol
	Kärsa oja	1047200_4	Hea	1,8-4,4	Jah, 2 m	Põld (suviuder, taliraps)	-
	Akste oja	1047200_4	Hea	1,5-3,4	Jah, 5 m	Põld (rukis, talinisu, suviuder)	-
	Valgupera oja	1047200_1	Kesine (kala)	1,2-9,6	Jah / ca 13 m, Kaagna eesvoolude ääres ca 11 m	Loomapidamine Põld (suvinisu)	Sügisese sõnnikulaotamise aja varasemaks tõstmine, tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol, sõnnikuhoidlate kontrollimine
Kullavere	Sääse peakraav	1053300_1	Hea	6,1-11	Jah, ca 15 m	Põld (suviuder, taliraps), Loomapidamine	Suur haritava maa osakaal, tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol.
	Karusilla oja vahetult peale Kukulinna järve	1052600_1	Halb (spets, Ba)	1,6-11	Jah, ca 27 m	Põld (kõrrelised, oder, nisu, raps)	
	Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav	1052600_2	Kesine (kala, Kala, JKI)	2,6-9,1	Jah, 2 m	Rohumaa	
	Sätsuvere peakraav	1052600_1	Halb (spets, Ba)	2,8-28	Jah, 2 m	Põld (suvinisu, raps), Loomapidamine	Piirkonnas sõnnikuhoidlate kaasajastamine, tõhustada järelvalvet, tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol, veekaitsevööndi suurendamine.
Avijõgi	Nimetu kraav enne suubumist Avijõkke	1056900_1	Kesine (Kala)	8,3-12	Jah, 1 m	Põld (suvinisu, suviraps), Loomakasvatus	Tõhusam järelvalve elektroonsete põlluraamatute näol, samuti kaaluda



Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

	Jätkukolga oja enne suubumist Avijõkke	1056900_1	Kesine (Kala)	1,9-13	Jah, 1 m	Põld (suviteravili)	veekaitsevööndi suurendamist.
	Venevere peakraav enne suubumist Avijõkke	1057700_1	Hea	1,1-4,2	Jah, Venevere eesvoolu ääres ca 3 m	Mets	-
	Maetsma kraavist	1056900_2	Kesine (kala, JKI, Spets)	0,5-2,8 (taust)	-	Mets	-



Võhandu jõgi

Võhandu jõe valglas viidi uuring läbi kolmes veekogumis, mis on kesises ökoloogilises seisundis (2015.a. seisund, kesise seisundi põhjuseks kala). Kõrgemad lämmastiku sisaldused olid Veersu (1007200_1) kogumis asuvas kraavis (uuringupunkt 6), kogu uuringu perioodi vältel 10-16 mg/l. Jõekogumi valglast on põldude all 51%. Kogumis on suur sigala (üle 5000 looma), mille potentsiaalne lämmastikukoormus on 17 tonni aastas. Eeldades, et sigala läga ja sõnnik veetakse ümbruskonna põldudele, tuleb tõhustada Veriora piirkonnas talunike keskkonna nõuete ja põlluraamatu järelevalvet, et tagada võimalikult väike lämmastikukoormus veekogudesse. Samuti võib olla vajalik sõnnikuhoidlate kontrollimine ja vastavuse hindamine.

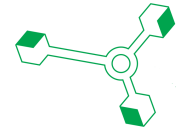
Kogumis Võhandu_1 uuringupunktis 7 olid üldlämmastiku sisaldus 1-12 mg/l, kõrgemad sisaldused olid kevadise suurvee ajal. Veekogumi valgala on põllumaid 44%, Kääpa piirkonnas on suured põllud. Võttes arvesse, et 70-80% lämmastikukoormusest jõuab veekogudesse kevadise suurvee ja sügisvihmade ajal, tuleb jälgida piirkonna põldudel sügisese sõnnikulaotamise nõuetele vastavust, vajadusel tuua sügisene sõnnikulaotamine varasemaks. Samuti tuleks uuringupunktides 1007200_1 ja 1003000_4 hinnata, kas veekaitsevöönd on piisava laiusega.

Kuna Võhandu lämmastikukoormus on tingitud loomakasvatusest ning sõnnikuhoidlatega, siis tuleks meetmena kaaluda ka sõnnikuhoidlate kaasajastamise toetamist läbi erinevate mehhanismide.

Põltsamaa jõgi

Uuring viidi läbi kahes kogumis. Põltsamaa jõe füüsikalise-keemiline seisund on hea, üldlämmastiku sisaldus ületab hea klassi piiri – 3 mg/l. Põltsamaa jõgi kuulub nitraaditundlikkusse alasse, kus on rangemad keskkonna nõuded põllumajandustootjatele. Nende nõuete jälgimine ja järelevalve nõuete täitmise üle on väga oluline, kuna põllumajanduskoormuse surve keskkonnale on suur. Põhiline lämmastiku reostuskoormus tuleb põldudelt, lämmastiku sisaldus Põltsamaa põldude muldades 2-3 korda kõrgem kui teistes uuringuvalgla põldude muldades. Kuna muldades on suurem lämmastik sisaldus, tuleks kindlasti kaaluda sellises piirkonnas väetamise planeerimine sõltuvalt mulla koostisest.

Kogumi Põltsamaa_2 (1030000_2) ökoloogiline seisund oli 2015.a. kesine (põhjuseks kala), kogumis oli 4 uuringupunkti – 10, 14, 15, 16. Haritava maa osakaal kogumi valglal on 30%. Uuringupunktis 15 (Tõivere peakraavi suubuv kraav) on haritava maa osakaal 86%, tegemist on väikse valgla põldude vahel, kus on vees kõrged lämmastiku sisaldused. Väiksetes põllumajanduspiirkondade vooluveekogudes on üldlämmastiku hea seisundi klassi (3 mg/l) tagamine väga keeruline, kuna reostuse lahjendus on ebapiisav. Tõivere kraavi valglal võetud mullaproovides oli ka lämmastiku sisaldus kõrgem kui teistes Põltsamaa põldude mullas. Kuna muldades on suurem lämmastik sisaldus, tuleks kindlasti kaaluda sellises piirkonnas



väetamise planeerimine sõltuvalt mulla koostisest. Ka tuleks hinnata veekaitsevööndi laiuse piisavust, sest see on väiksem kui soovituslik 5 m.

Kogumis Põltsamaa_3 (1030000_3) on põllumaade osakaal 40%, kaks uuringupunkti. Sepa oja uuringupunkti läheduses on mitmed suured laudad, mille potentsiaalne lämmastiku koormus on 84 tonni aastas. Kuna põhiliseks koormuse allikaks on loomapidamine tuleks kontrollida sõnnikuhoidlaid ja hinnata nende vastavust, vajadusel toetada kaasajastamist.

Saare peakraavi valglal on kaks suurt lauta, mille potentsiaalne lämmastiku koormus on 195 tonni aastas. Piirkonnas on suured põllumassiivid. Kuna tegemist on suurte põllumassiividega tuleks kaaluda tõhusamat järelvalvet põlluraamatute üle, näiteks rakendades elektroonseid põlluraamatuid. Suurte põllumassiivide korral tuleks üle vaadata ka veekaitsevööndi laius, sest 4 m on väiksem kui soovituslik 5 m ning ei pruugi olla piisav, et vältida toitainete sattumist veekogudesse.

Ahja jõgi

Uuring viidi läbi kahes kogumis ja neljas uuringupunktis. Ahja jõe veekogumid on heas ökoloogilises seisundis.

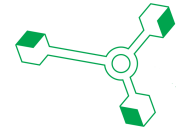
Ahja_1 (1047200_1) kogumis on põllumaa osakaal 62%, uurimispunktist kolme km raadiuses mitmed loomapidamishooned, mille potentsiaalne lämmastikukoormus on 185 tonni aastas. Suurvee-aegsete proovide analüüsitud lämmastiku kontsentratsioonid ulatusid 9,6 mg/l, mille võis põhjustada sügise sõnnikulaotuse jõudmine veekogusse. Seega tuleks meetmena kindlasti kaaluda sügise sõnnikulaotamise varasemaks tõstmist. Põlluraamatute tugevam järelevalve ümbruskonna põldudel on otstarbekohane kuna esineb suuri lämmastikuisaldusi.

Ahja_4 (1047200_4) kogumis on põllumaade osakaal 33%, uuringupunkte 3. Laanevere peakraavis oli kevadise suurvee-aegne lämmastiku sisaldus kõrge, ülejäänud perioodil alla 3 mg/l. Selles piirkonnas on vajalik rakendada põlluraamatute järelevalvet sügise sõnnikulaotuse kohta.

Kui põhiliseks koormuse allikaks on loomade pidamine suurte lautadega, tuleks kontrollida sõnnikuhoidlaid ja hinnata nende vastavust, vajadusel toetada kaasajastamist.

Kullavere jõgi

Kullavere_1 (1052600_1) kogumis (kaks uuringu punkti) on haritava maa osakaal 66%. Kogumi ülemjooksul asuvate lautade potentsiaalne lämmastiku koormus on 250 t aastas. Veekogumis tuleb tõhustada järelevalvet nii loomapidamisettevõtete keskkonnaloa nõuete täitmisele ja piirkonna põldude põlluraamatutele.



Sääse peakraav (1053300_1) on Tarakvere veekogumis, kus on põllumaade osakaal 49%. Tormas asub laut, mille potentsiaalne lämmastiku koormus on 160 tonni aastas. Peamised põllumassiivid (teravilja- ja rapsipõllud) veekogumis asuvad samas piirkonnas. Et tagada veekogumi hea seisund, tuleb korraldada tõhus järelvalve nii lauda kompleksloa kui ka põldude keskkonnanõuete täitmisele.

Kullavere_2 (1052600_2) veekogumis on põllumaade osakaal 45%, põllumassiivid paiknevad hajusalt veekogumis, hajukoormus jaotub samuti hajusalt ja mõnevõrra kõrgem lämmastikukontsentratsioon vees võib olla pärit jõe ülemjooksult.

Särtusvere peakraavis (1052600_1) esineb läbi aasta kõrget lämmastikuisaldust ning piirkonnas on väga suur haritava maa osakaal (88%), samuti on läheduses loomapidamisi. Suure koormuse tõttu tuleks kindlasti kaaluda veekaitsevööndi suurendamist, sest 2 m on väiksem kui soovituslik 5 m ning võib oluliselt mõjutada toitainete sattumist vette. Kuna puudub otsene korrelatsioon aasta lõikes lämmastikuisalduse ja veerikaste perioodide vahel ning lämmastikuisaldused on kõrged läbi aasta tuleks kindlasti tõhustada kontrolli põlluraamatute üle. Samuti võib koormuse allikaks olla loomapidamine ning tuleks kontrollida sõnnikuhoidlaid ning vajadusel viia läbi tõhusam järelvalve.

Avijõgi

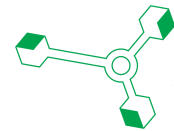
Avijõgi_1 (1056900_1) 45%. Just jõe ülemjooksul on põllumajanduslik piirkond ja sealt tuleb lämmastiku hajukoormus mõjutab terve jõe seisundit, kus lämmastiku kontsentratsioon suudmelähedases punktis ületab üldlämmastiku hea klassi piiri. Uuringupunktides 34 ja 35 on üldlämmastiku keskmine sisaldus 9,4 ja 7 mg/l. Teravilja põllumassiivid ülemjooksul on suured ja kontsentreeritult ühes piirkonnas, mistõttu looduslikud protsessid toitainete hajureostuskoormusega toimetulekuks on pärsitud. Piirkonna põllumajandustootjate tegevus vajab tõhusat järelvalvet, näiteks läbi põlluraamatute tõhusama kontrolli.

Kuna kogumi 1056900_1 uuringupunktides esineb läbi aasta kõrget lämmastikuisaldust ning puudub otsene korrelatsioon aasta lõikes lämmastikuisalduse ja veerikaste perioodide vahel tuleks kindlasti tõhustada kontrolli põlluraamatute üle. Suure koormuse tõttu tuleks kindlasti kaaluda veekaitsevööndi suurendamist, sest 1 m on väiksem kui soovituslik 5 m ning võib oluliselt mõjutada toitainete sattumist vette.

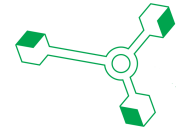
Avijõgi_2 (1056900_2) ja Venevere peakraav (1057700_1) kogumite uuringupunktides on toitainete sisaldus vastava hea klassi tasemel.

6.4. Kokkuvõtvalt üldised soovituslikud meetmed hajureostuse vähendamiseks

- Piirkondades, kus koormusallikateks on põhiliselt põllud, kaaluda meetmete rakendamist, mis vähendavad koormusi, näiteks veekaitseribade laiendamist, aga vajadusel ka lodude loomist.



- Piirkondades, kus koormusallikateks on sõnnikuhoidlad, võiks kaaluda meetmena esmalt sõnnikuhoidlate järelvalvet ning seejärel toetusmehhanismide loomist sõnnikuhoidlate kaasajastamiseks.
- Võimalusel luua põllumajandusandmete kajastamiseks andmebaasimoodul kesksete keskkonnaregistrite juurde, näiteks võimalus kasutada elektroonseid põlluraamatuid.
- Tõhustada järelvalvet keskkonna nõuete täitmisel sh põlluraamatu järelvalvet.
- Koostada juhend ja soovitused, kuidas mulla keemiliste analüüside abil viia läbi mõõtmistepõhist toitainete doseerimist ja muldade tasakaalustamist.
- Põllumajandustootjate keskkonnateadlikkuse tõstmine läbi erinevate juhendmaterjalide, teabepäevade jms.
- Luua eelnevate meetmete tarbeks vajalikud rakendusaktid



7. Kokkuvõte

Töö eesmärgiks oli Peipsi alamvesikonna hajureostuskoormuse andmete kaasajastamine, põllumajanduslike reostusallikate kaardistamine ja reostuskoormuse ohjamise meetmete ajakohastamine uue perioodi veemajanduskava 2015-2021 raames.

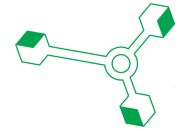
Kaardistati Peipsi alamvesikonna olulisemad reostusallikad ja hinnati nende osakaal. Kuigi püsiseire jõgede füüsikalise-keemiline seisund on hea/väga hea, on lämmastiku sisaldus osades jõgedes kõrge. Peipsi alamvesikonnas on põllumajandusmaa osatähtsus üle Eesti keskmise (34 %).

Peipsi alamvesikonna uuringu proovivõtu jõgede valikul lähtuti riikliku seire andmetest, põllumajandusliku maa osakaalust ja uuringuala territoriaalsest katvusest. Välja valiti viis jõge: kõrgema lämmastiku sisaldusega jõgedest Põltsamaa ja Avijõgi, põllumajandusliku maa osakaalu järgi Ahja, Kullavere ja Võhandu jõgi. Eesmärgiks oli kaardistada Peipsi alamvesikonna veekogude eutrofeerumist põhjustavate taimetoiteelementide, lämmastiku ja fosfori allikad kasutades olemasolevaid seiretulemuste andmeid. Uuringu raames võeti pinnaveeproove 2016. aastal 12 korda. Proovivõttudega kaeti nii suurvee- kui madalvee perioodid. Pinnaseproove võeti 2016. aastal kahel korral - oktoobris ja mais. Sarnaselt pinnaveele teostati ka pinnaseproovide eelproovivõtt 2015. aasta oktoobris ja detsembris. Uuringuperioodi keskmisena ületab üldlämmastiku hea klassi väärtuse (3 mg/l) 81% uuringupunktides vesi. Hea klassi piiridesse jäävad uuringupunktid (19% kõigist punktides), kus proovivõtupunkti valglas on valdavalt rohumaad ja metsad. Halvas/väga halvas klassis /43% uuringupunktides) on teravilja kasvatusel valglad.

2016.a aastal oli veerohke aasta, tavapärase kevadine suurvesi oli juba veebruaris ja veekogude lämmastiku sisaldus oli reeglina veebruaris-märtsis aasta kõrgeim. Aprillis oli lämmastiku sisaldused madalamad, juuli-augusti proovivõtul oli lämmastiku sisaldus taas kõrge. Üldfosfori uuringuperioodi keskmine sisaldus enamustes uuringuproovivõtu punktides oli väga hea/hea kvaliteediklassi piires, vaid neljas uuringupunktis (19% uuringupunktides) ületati hea klassi piirväärtus 0,08 mgP/l.

Oluline näitaja jõgede veekvaliteedi kujunemisel on lämmastiku ja fosfori sisalduse suhe vees. Mineraalne lämmastik ja fosfor on omastatavad veetaimede poolt. Reeglina loetakse N/P suhet 16:1 veetaimede jaoks optimaalseks. Suhe kõrgem kui 16 näitab lämmastiku üleküllust ja bioproduktiooni limiteerivaks teguriks on fosfor. Mineraalse lämmastiku ja fosfori suhe on alla 16 neljas uuringupunktis (19% uuringupunktides). Teistes uuringupunktides on N/P suhe kõrge, ulatudes Põltsamaa jõe valgla uurimispunktides 150-370-ni, mis näitab väga suurt lämmastiku üleküllust nendes veekogudes.

Lämmastiku äraanne 1,4-131 kgN/ha aastas ja fosfori äraanne 0,02-0,62 mgP/ha aastas. Samuti tuleb arvestada 2016.a. veerohket aastat, mistõttu koormused ja äraanne on suurem (Põltsamaa Pajusi hüdroposti hüdrograaf: 2014-2016, mil aasta keskmine vooluhulk vastavalt 6,70, 8,40 ja 12,7 m³/s). Enam on toitainete pinnakoormus Avijõe, Kullavere ja



Põltsama jõkke suubuvates kraavides, Võhandu ja Ahja jõkke suubuvates kraavides aga väiksem. Üldistatud tulemused üldlämmastiku ja –fosfori tulemustest arvestades haritavat maad ja kultuure valglal, on tabelis 17.

Uuringul läbi viidud pinnase proovides analüüsi üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldust Kõrgemad lämmastiku sisaldused on Põltsamaa jõe valgla Tõivere ja Saare peakraavi põldudel.

Toitainete üldkoormuse vähendamiseks on vajalik eelkõige antropogeense koormuse edasine alandamine, milleks on võimalik kasutada mitmesuguseid ennetavaid meetmeid, rakendades seadusandlikke, agrotehnilisi, administratiivseid ja organisatsioonilisi vahendeid.

Hea Põllumajandustava nõudeid tuleb rakendada riiklikul, piirkondlikul ja valgala tasandil, mis aitavad oluliselt kaasa keskkonnaeesmärkide saavutamisele ning vähendavad tootjate kulutusi kemikaalide ja väetiste kasutamisel.

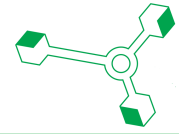
Veereostuse vähendamiseks peab arvesse võtma ka muldade omadusi ning põllumajandus tuleb korraldada vastavalt kohalikele tingimustele.

Väetamise nõudeid tuleb täpselt jälgida, samuti tuleks koostada väetamisplaanid vastavalt mulla koostisele, et põllul oleks toitainete bilansid paigas, eriti piirkondades kus esineb probeeme suurte toiteainete sisaldusega vees. Mulla mõõtmispõhine hindamine aitab kontrollida ka toitainete tasakaalu, mis on oluline nii suurema saagikuse saamiseks kui ka keskkonnaheidete vältimiseks.

Hetkel puudub Keskkonnaministeeriumil täielik info põllumajandustegevuse kohta, näiteks väetamise ajad ja ulatused kuid suure reostusallika ohuna veele oleks siiski oluline omada juurdepääsu teatud andmetele. Seega oleks oluline rakendada meetmeid, et põlluraamatu andmed jõuaks riigini võimalikult efektiivselt ning põllumehele mugavalt, eelistatult elektroonsena.

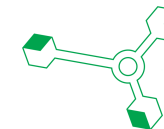
Meetme rakendamisel tuleks lähtuda ka sellest, et mis on antud piirkonna põhiliseks koormusallikaks. Kui koormusallikaks on põllumajandustegevus, tuleks järgida rohkem veekaitseribade laiuse piisavust ning samuti sõnnikulaotamise põhimõtteid (mis ajaperioodil jms), samuti rakendada meetmeid efektiivsete sõnnikuhoidlate rajamiseks.

Oluline aspekt kõigi eeltoodud meetmete efektiivseks rakendamiseks on põllumajandustootjate keskkonnateadlikkuse tõstmine.



8. Kasutatud kirjandus

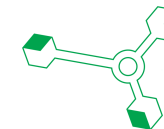
1. <http://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2233/Area/15/language/et-EE/Deafault.aspx>
2. Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord, 2010. Keskkonnaministri 28. juuli 2009. a määrus nr. 44. RTL, 09.08.2009, 64, 941
3. Jõgede hüdrokeemiline seire. Aruanne. Leping nr 3-8/86. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Tartu, 2016. 103 lk
4. Piiriveekogude loodusliku ja inimtekkelise koormuse arvutamine Eesti territooriumilt. Aruanne TTÜ Keskkonnatehnika instituut, 2012.
5. A. Iital, E. Loigu, N. Vagstad. Nutrient Losses and N & P Balances in Small Agricultural Watersheds in Estonia. Nordic Hydrology. **2003**, 34, 531-541.
6. Hajureostuse koormuse andmete täpsustamine. TTÜ Keskkonnatehnika instituut, aruanne 2007 20 lk.
7. A. Lillema. Eesti NSV mullastik. Tallinn, 1958, 199 lk.
8. Hea põllumajandustava. Tallinn, 2001. 18-19
9. K. Kasak, K. Piirimäe, S. Vahtrus. Veekaitsemeetmed põllumajanduses. Käsiraamat tootjale. SA Eestimaa Looduse fond, Tartu, 2016, 148 lk.
10. Ü. Mander, V. Kuusemets, Y. Hayakawa. Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. Ecological Engineering. **2005**, 24, 421-432.
11. A. Palusalu. Lämmastiku ja fosfori väljakande modelleerimine empiiriliste mudelite abil Eesti jõgedel. Magistritöö 2015, Tartu Ülikool.



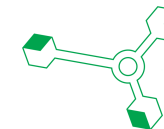
9. LISAD

Lisa 1. Veeanalüüside tulemused Võhandu jõe proovivõtupunktides

Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH pH ühik	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
			mgN/l	µS/cm	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s		mg/l	mg/l
28.10.2015	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	5	< 0,02	251	0,052	62	8	0,023	3,9	-	7,4	0,086	1,1
8.02.2016		5	0,039	98	0,037	90	12,7	0,8	0,8	53	7,3	0,069	1,9
11.03.2016		5	0,036	146	0,037	90	13	2,8	1,1	115	7,2	0,061	4,6
11.04.2016		5	0,026	150	0,018	97	11,1	0,89	9,6	20	7,3	0,067	1,6
4.05.2016		5	0,037	139	0,020	94	9,4	0,97	15,1	35	7,1	0,059	2,3
27.05.2016		5	0,034	302	0,036	94	8,5	0,55	20,7	< 1	7,6	0,09	1,7
29.06.2016		5	0,043	470	0,026	43	4,2	< 0,01	17,3	< 1	7,3	0,14	0,86
12.07.2016		5	0,016	80,5	0,088	87	8	0,028	17,7	1	7,8	0,13	1,3
16.08.2016		5	0,022	79	0,070	60	6,2	0,16	13,8	1	7,1	0,12	1,4
16.09.2016		5	0,05	81	0,1	63	6,7	0,11	12	1	7,2	0,15	1,9
27.10.2016		5	0,03	110	0,07	81	10,7	0,13	3,9	1	7,3	0,12	1,4
17.11.2016		5	0,027	159	0,032	85	11,7	2,4	1,6	37	7,1	0,066	3,8
12.12.2016		5	0,075	102	0,048	76,3	11,2	1,4	0,2	40	6,4	0,083	2,5
28.10.2015	Veersu oja suubuv nimetu kraav	6	0,022	559	0,025	82	10,6	11	4,3	-	7,7	0,042	14
8.02.2016		6	0,11	557	0,060	91	13	12	0,6	-	7,9	0,079	15
11.03.2016		6	0,11	496	0,068	94	13	14	2,5	20	7,9	0,075	16
11.04.2016		6	< 0,02	534	0,032	85	10,4	7,7	8,4	10	8,3	0,044	8,9
4.05.2016		6	0,025	510	0,06	98	9,8	8,8	15,5	10	8,1	0,068	11



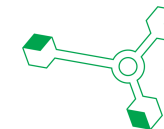
Proovivõtu aeg	Proovivõtukohas	Proovivõtu-koht	Ammoonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	Elektrijuhtivus	Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	Lahustunud hapnik	Lahustunud hapnik	Nitraat (NO_3^-N)	Vee temperatuur	Vooluhulk	pH	Üldfosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	Üldlämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)
27.05.2016		6	0,026	571	0,049	90	8,9	11	15	3,4	7,9	0,091	13
29.06.2016		6	< 0,01	601	0,077	96	9,2	11	16,9	3	8,2	0,13	13
12.07.2016		6	0,027	553	0,074	94	9,3	8,9	15,3	4	8,1	0,097	10
16.08.2016		6	0,026	570	0,053	86	9,1	11	12,3	6	7,8	0,076	13
16.09.2016		6	0,024	580	0,049	64	7	10	11,4	8	7,8	0,058	11
27.10.2016		6	0,021	553	0,04	88,8	11,9	11	3,5	2	7,8	0,044	12
17.11.2016		6	0,016	514	0,045	88	11,6	10	3,1	7	7,9	0,053	11
12.12.2016		6	0,12	470	0,067	88	12,8	10	0,3	14	7,9	0,077	12
28.10.2015	Võhandu jõkke suubuv nimetu kraav	7	0,044	505	0,020	52	6,6	0,22	5,1	-	7,3	0,033	0,39
8.02.2016		7	0,15	511	0,018	71	9,8	6,9	1,5	24	7,6	0,032	8
11.03.2016		7	0,033	447	0,015	93	12,9	9	1,8	55	7,8	0,03	12
11.04.2016		7	0,071	493	0,014	59	6,8	4,9	7,8	20	7,8	0,035	6,8
4.05.2016		7	0,086	464	0,013	82	8,7	4,7	12,6	30	7,5	0,033	6,2
27.05.2016		7	0,16	464	0,027	57	6,1	0,49	12,1	7,9	7,5	0,055	1
29.06.2016		7	0,085	461	0,016	68	6,5	5,4	17,6	12	7,5	0,039	7,4
12.07.2016		7	0,064	506	0,016	71	6,8	3,3	15,6	9	7,5	0,038	4,4
16.08.2016		7	0,021	513	0,013	47	4,9	4,1	13,5	15	7,2	0,026	6
16.09.2016		7	0,082	523	0,02	48	5,3	1,1	10,7	1	7,5	0,032	2
27.10.2016		7	0,023	555	0,017	72,2	9,5	1,1	4,2	22	7,7	0,039	1,8
17.11.2016		7	0,06	529	0,011	74,9	9,9	4,5	3,2	38	7,6	0,026	5,3
12.12.2016		7	0,093	476	0,021	75	10,9	6,3	0,3	19	7,4	0,041	7,7



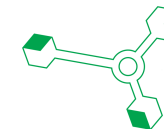
Lisa 2. Veeanalüüside tulemused Põltsamaa jõe proovivõtupunktides

Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
			mgN/l	µS/cm	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s	pH ühik	mg/l	mg/l
4.02.2016	Nimetu kraav, mis suubub Põltsamaa jõkke	10	< 0,02	448	0,02	86	11,6	9,6	2,2	50	7,8	0,039	11
9.03.2016		10	0,041	462	0,016	93	12,4	8,6	3,7	20	7,9	0,027	12
7.04.2016		10	0,028	479	0,008	90	10,5	11	8,2	60	7,7	0,022	12
3.05.2016		10	< 0,02	502	0,01	91	9,8	8,0	12,4	15	7,9	0,019	11
24.05.2016		10	0,058	698	0,003	111	9,8	6,8	20,6	< 1	7,9	0,035	7,1
15.06.2016		10	vooluveekogus puudub vesi										
7.07.2016		10	0,017	545	0,01	83	8,1	7,7	12,7	2	7,8	0,032	9,9
15.08.2016		10	< 0,01	588	0,005	68	7	5,7	12,5	1	7,7	0,017	6,9
14.09.2016		10	0,027	595	0,005	67	7,4	6,2	10,3	3	7,6	0,014	7,3
26.10.2016		10	vooluveekogus puudub vesi										
16.11.2016		10	vooluveekogus puudub vesi										
8.12.2016	Põltsamaa jõgi	10	0,029	535	0,009	83,5	11,1	7,5	2,7	18	7,7	0,021	9,3
27.10.2015		14	0,029	527	0,015	92	12	2,6	5,5	-	7,7	0,023	2,8
4.02.2016		14	0,091	450	0,02	85	11,3	3,8	2,5	-	7,9	0,044	4,3
9.03.2016		14	0,081	515	0,011	90	12,2	3,6	2,7	-	8,1	0,024	4,1
7.04.2016		14	0,04	416	0,006	86	10,1	3,6	7,8	-	7,9	0,025	4,4
3.05.2016		14	0,02	483	0,012	89	9,7	3,3	11	-	8,1	0,024	4,2
24.05.2016		14	0,031	524	0,004	99	9,3	3,4	14,5	-	8	0,022	3,6
15.06.2016		14	0,032	517	0,007	89	9,2	3,5	14	-	8	0,017	4,4
7.07.2016		14	0,051	405	0,011	69	6,6	2	16,4	-	7,8	0,036	3,4
15.08.2016		14	0,036	462	0,009	81	8,1	1,8	14,9	-	8	0,024	2,9
14.09.2016		14	0,037	519	0,01	68	7,3	2,5	11,9	-	8	0,023	3,5

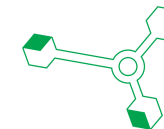
Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel
(141)



Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
26.10.2016		14	0,048	549	0,01	91,8	12,3	3,6	3,2	-	8,2	0,02	5,2
16.11.2016		14	0,099	533	0,011	90,7	12,3	3,6	2,1	-	8,2	0,026	4
8.12.2016		14	0,075	508	0,016	86,8	11,9	4,9	1,3	-	8	0,03	5,1
27.10.2015	Kraav enne suubumist Tõivere peakraavi	15	0,021	635	0,061	67	8,4	5,5	5,1	-	7,4	0,058	5,8
4.02.2016		15	< 0,02	544	0,019	69	9,5	12	1,9	40	7,5	0,037	13
9.03.2016		15	0,023	615	0,003	86	11,9	7,6	3,4	16	7,7	0,008	9,3
7.04.2016		15	0,022	647	0,018	93	10,8	14	7,9	20	7,6	0,025	15
3.05.2016		15	< 0,02	653	0,031	89	9,7	7,6	11,1	10	7,7	0,034	11
24.05.2016		15	< 0,02	639	0,008	64	7,3	6,8	10	2	7,4	0,021	7,3
15.06.2016		15	0,033	636	0,034	76	8,2	8	11,9	1,7	7,4	0,041	9,7
7.07.2016		15	0,031	675	0,026	79	8,1	11	12,7	6	7,7	0,038	13
15.08.2016		15	0,017	757	0,02	69	7	11	12,6	9,5	7,5	0,029	16
14.09.2016		15	0,031	680	0,034	85	9,7	9,3	9,6	8	7,7	0,037	9,9
26.10.2016		15	0,014	659	0,039	76	10,1	7,1	3,5	3	7,7	0,04	7,6
16.11.2016		15	0,026	663	0,03	88	11,8	6,5	2,8	2	7,9	0,037	7,2
8.12.2016		15	0,028	659	0,029	80,3	10,2	8,7	4,6	10	7,5	0,041	11
27.10.2015	Luige peakraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	16	0,25	511	0,013	89	11	2,7	5,7	-	7,8	0,035	3,3
4.02.2016		16	0,062	407	0,017	89	12,1	6	1,6	570	7,7	0,051	7,7
9.03.2016		16	0,1	492	0,011	92	12,2	6,1	2,9	235	7,8	0,028	7,4
7.04.2016		16	0,071	423	0,01	94	11	7,3	7,6	550	7,8	0,031	8,0
3.05.2016		16	0,062	488	0,013	99	10,9	5,8	10,8	230	8	0,024	7,4
24.05.2016		16	0,11	517	< 0,002	102	10,4	5,1	14,5	20	7,9	0,023	7,3
15.06.2016		16	0,11	493	0,01	65	6,3	3,4	17,6	5	7,8	0,03	5,4
7.07.2016		16	0,079	515	0,011	88	8,9	4,7	13,5	115	7,8	0,036	7,2
15.08.2016		16	0,033	523	0,007	82	8,4	3,2	14	108	7,6	0,021	5,3



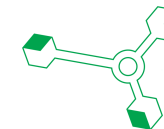
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
14.09.2016		16	0,048	555	0,008	70	8,1	5,1	9,1	55	7,8	0,017	6,8
26.10.2016		16	0,1	510	0,017	76,2	10,5	2,8	2,2	<1	7,8	0,036	4,7
16.11.2016		16	0,21	527	0,011	88,8	12,5	2,3	0,9	21	7,8	0,026	3,5
8.12.2016		16	0,14	479	0,016	88,6	11,9	4,7	2,1	286	7,7	0,034	6,6
26.10.2015	Sepa oja	17	< 0,02	682	0,009	78	9,5	1,9	6,9	-	7,5	0,02	2,5
4.02.2016		17	0,027	341	0,015	81	11,2	5,4	1	410	7,7	0,041	6,6
9.03.2016		17	0,059	438	0,004	90	11,1	4,2	2,6	230	7,7	0,019	4,3
7.04.2016		17	0,03	231	0,004	88	10,5	3,1	7	540	7,7	0,026	4,5
3.05.2016		17	< 0,02	351	0,011	90	9,5	2,4	12,7	220	7,8	0,033	3,5
24.05.2016		17	0,043	553	0,008	89	8	1,5	20,1	16	7,6	0,045	3,1
15.06.2016		17	0,02	680	0,004	84	8,1	3,1	16,2	4,1	7,4	0,016	3,8
7.07.2016		17	0,035	418	0,01	80	7,9	0,81	15,7	40	7,8	0,044	2,3
15.08.2016		17	0,013	419	0,006	76	7,5	1,2	15,3	107	7,6	0,029	2,6
14.09.2016		17	0,086	401	0,021	42	4,6	1,3	11	52	7,5	0,061	3,2
26.10.2016		17	0,079	663	0,008	65,7	8,7	1,7	3,4	11	7,6	0,029	2,8
16.11.2016		17	0,14	469	0,034	79,4	10,9	1,3	1,8	36	7,6	0,058	2,5
8.12.2016		17	0,12	353	0,013	75,7	10,5	2,4	1	151	7,4	0,039	3,7
15.12.2015		48	< 0,02	897	0,009	57	7,2	5,3	1,9	-	8,2	0,01	6,1
4.02.2016		48	< 0,02	748	0,023	75	9,6	7,9	4,3	210	7,6	0,032	9,1
9.03.2016		48	< 0,02	815	0,004	61	7,8	6,3	4,6	115	7,4	0,014	7,7
7.04.2016		48	< 0,02	797	0,004	83	9,4	6,8	8,8	75	7,6	0,013	7,4
3.05.2016	Saare peakraav	48	< 0,02	822	0,008	73	8,1	4,8	10	95	7,6	0,017	5,1
24.05.2016		48	< 0,02	801	0,005	56	6,3	4,8	10,4	45	7,3	0,015	5,4
15.06.2016		48	< 0,02	829	0,006	55	6,1	4,7	10,2	52	7,3	0,011	5,6
7.07.2016		48	< 0,01	829	0,009	67	7,2	5,2	10	50	7,6	0,024	6,6



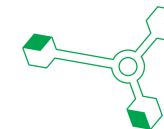
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi-võtu-koht	Ammoo-nium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	Elektri-juhti-vus	Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	Lahus-tunud hapnik	Lahus-tunud hapnik	Nitrat (NO_3^-N)	Vee tempe-ratuur	Voolu-hulk	pH	Üld-fosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	Üld-lämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)
15.08.2016		48	< 0,01	823	0,011	64	6,9	5,7	11,7	89	7,5	0,019	7,5
14.09.2016		48	< 0,01	811	0,008	53	5,7	4,3	10,8	84	7,4	0,014	5,3
26.10.2016		48	< 0,01	838	0,007	53,6	6,6	4,3	6,5	40	7,4	0,01	5,2
16.11.2016		48	0,011	848	0,005	68	8,4	4	6	65	7,5	0,011	4,6
8.12.2016		48	0,02	796	0,017	71,1	8,78	4,7	5,4	64	7,5	0,024	5

Lisa 3. Veeanalüüside tulemused Avijõe proovivõtupunktides

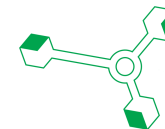
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi-võtu-koht	Ammoo-nium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	Elektri-juhti-vus	Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	Lahus-tunud hapnik	Lahus-tunud hapnik	Nitrat (NO_3^-N)	Vee tempe-ratuur	Voolu-hulk	pH	Üld-fosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	Üld-lämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)
			mgN/l	$\mu\text{S/cm}$	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s	pH ühik	mg/l	mg/l
20.10.2015	Nimetu kraav enne suubumist Avijõkke	34	< 0,02	586	0,002	94	12	6,5	5	-	7,8	0,013	8,1
3.02.2016		34	< 0,02	646	0,006	86	10,5	8,5	5,3	-	7,8	0,012	9,6
10.03.2016		34	< 0,02	647	0,003	99	12,6	9,2	5,3	15	8	0,009	10
6.04.2016		34	< 0,02	670	0,007	93	11,1	9	6,9	55	7,7	0,013	11
2.05.2016		34	< 0,02	665	0,004	95	11,2	8,8	8	55	7,8	0,011	12
23.05.2016		34	< 0,02	614	0,009	76	8,3	7,9	11,2	22	7,6	0,01	8,2
14.06.2016		34	< 0,02	614	0,003	87	9,6	8,2	10,1	8,5	7,5	0,011	8,3
5.07.2016		34	< 0,01	655	0,003	94	10,1	9,8	10,9	25	7,8	0,013	10
10.08.2016		34	0,021	666	0,008	89	9,7	6,4	11	52	7,7	0,011	9,1
14.09.2016		34	< 0,01	650	0,006	73	8,1	7,4	10,1	26	7,7	0,007	8,9
20.10.2016		34	< 0,01	634	0,004	87,3	10,6	8,4	7,1	11	7,7	0,008	8,5
14.11.2016		34	< 0,01	664	0,41	88,5	11	9,6	5,9	22	7,8	0,41	9,9



Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
7.12.2016		34	0,014	680	0,004	86,1	10,8	8,5	5,3	45	7,7	0,011	8,9
20.10.2015	Jätkukolga oja enne suubumist Avijõkke	35	< 0,02	526	0,008	14	1,9	0,025	3	-	7,1	0,043	1,9
3.02.2016		35	0,1	367	0,09	79	10,4	10	2,3	-	7,3	0,15	13
10.03.2016		35	0,098	494	0,015	79	10,8	9,2	2,9	30	7,2	0,04	11
6.04.2016		35	0,12	409	0,016	93	11,5	6,9	5,7	40	7,3	0,044	8,5
2.05.2016		35	0,11	876	0,009	92	10,8	4,4	8,9	45	7,4	0,038	7,6
23.05.2016		35	0,88	602	0,021	56	5,4	2,4	16,1	10	7,3	0,044	4,1
14.06.2016		35	0,29	556	0,012	54	5,6	9,8	12,8	7,6	7	0,041	12
5.07.2016		35	0,12	486	0,018	75	7,5	8	15,3	25	7,2	0,062	11
10.08.2016		35	0,096	360	0,028	45	4,5	1,1	15,1	38	7,2	0,063	4
14.09.2016		35	0,66	491	0,055	17	1,84	0,87	11,4	9	7,3	0,094	4,9
20.10.2016		35	0,75	628	0,038	42,2	6	0,22	1,5	2	7,4	0,068	2,1
14.11.2016		35	0,26	534	0,021	69,1	9,5	3,6	2,8	18	7,2	0,055	6,1
7.12.2016		35	0,23	478	0,15	67,2	9,4	3,9	1,5	26	7,2	0,22	4,8
20.10.2015	Venevere peakraav enne suubumist Avijõkke	36	< 0,02	374	0,003	92	12,7	0,076	2	-	7,7	0,03	1,1
3.02.2016		36	0,034	235	0,015	93	13	3	0,3	-	8	0,078	4,2
10.03.2016		36	0,055	293	0,01	91	13	1,9	0,3	780	7,9	0,038	2,8
6.04.2016		36	0,044	197	0,016	90	11,8	1,8	3,4	2420	7,8	0,048	2,8
2.05.2016		36	0,029	247	0,007	94	11,1	1,5	8,1	860	8	0,029	3,2
23.05.2016		36	0,043	392	0,023	67	6,5	0,22	16,4	40	8,1	0,04	1,1
14.06.2016		36	0,035	307	0,014	91	9,2	0,26	14,5	92	7,9	0,039	1,4
5.07.2016		36	0,033	251	0,009	95	9,2	0,42	15,7	1320	8	0,049	2,1
10.08.2016		36	0,037	309	0,014	93	9,1	0,36	15,8	481	7,9	0,034	2,1
14.09.2016		36	0,038	328	0,019	81	8,6	0,22	11,8	63	8	0,034	1,8
20.10.2016		36	< 0,01	417	0,01	94,7	13,8	0,15	0,7	37	8,2	0,018	1,1



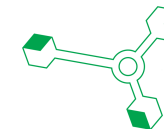
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
14.11.2016		36	0,035	303	0,005	91	13,4	0,68	0	344	7,7	0,021	1,5
7.12.2016		36	0,039	253	0,008	88,3	13	1	0,1	518	7,8	0,027	2,1
3.02.2016	Maetsma kraavist	taust	0,025	136	0,029	93	12,9	1,1	0,8	-	7,7	0,085	2,4
10.03.2016		taust	0,037	127	0,017	87	13	0,61	0,1	350	7,8	0,045	1,4
6.04.2016		taust	0,041	95	0,027	91	11,4	0,33	4,9	590	7,3	0,063	1,2
2.05.2016		taust	0,028	127	0,013	94	11,2	0,18	8,1	240	7,5	0,039	2,3
23.05.2016		taust	< 0,02	372	0,014	73	7	0,058	17,5	6	7,9	0,025	0,46
14.06.2016		taust	0,023	208	0,023	88	8,7	0,07	15,5	28	7,7	0,042	2,8
5.07.2016		taust	0,037	141	0,012	97	8,9	0,13	18,6	150	8	0,062	1,7
10.08.2016		taust	0,021	191	0,019	98	9,6	0,013	16,1	45	8	0,04	1,2
14.09.2016		taust	0,014	248	0,015	96	10,9	0,067	9,5	20	8,1	0,034	1,1
20.10.2016		taust	< 0,01	382	0,006	94	13,5	< 0,01	1,1	6	8	0,014	0,53
14.11.2016		taust	0,016	185	0,28	90,1	13,3	0,34	0	113	7,6	0,3	1,8
7.12.2016		taust	0,028	156	0,011	83	12,1	0,29	0,1	150	7,2	0,045	1,3



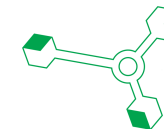
Lisa 4. Veeanalüüside tulemused Ahja jõe proovivõtupunktides

Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
			mgN/l	µS/cm	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s	pH ühik	mg/l	mg/l
22.10.2015	Laanevere peakraav	22	0,056	500	0,037	82	10,7	0,78	4,2	-	7,6	0,054	1,1
17.12.2015		22	0,057	128	0,009	84	11,5	2,6	2,8	-	8,6	0,054	3,5
8.02.2016		22	0,22	509	0,047	84	11,9	2,9	0,7	190	7,7	0,068	4,2
11.03.2016		22	0,11	461	0,035	88	12,4	6,2	1,7	465	7,7	0,059	9,1
11.04.2016		22	0,11	447	0,041	91	10,9	2,8	7,9	185	7,8	0,074	3,1
4.05.2016		22	0,092	445	0,055	86	9,4	2,3	11,4	155	7,9	0,089	3,2
26.05.2016		22	0,083	490	0,06	82	7,8	0,94	17,4	58	7,7	0,11	1,6
30.06.2016		22	0,012	522	0,033	85	7,9	0,52	20	46	7,8	0,082	1,2
13.07.2016		22	0,036	513	0,046	80	7,9	0,9	16,7	70	7,8	0,067	1,4
16.08.2016		22	0,027	473	0,068	47	4,9	1,3	13,4	93	7,1	0,087	2,6
16.09.2016		22	0,039	473	0,074	49	5,3	0,81	11,6	94	7,7	0,093	1,6
28.10.2016		22	0,075	505	0,042	81	10,4	0,96	4,6	75	7,8	0,06	1,5
15.11.2016		22	0,1	519	0,044	84	11,7	1,8	1,4	69	7,8	0,053	2,5
12.12.2016		22	0,17	457	0,051	76	11	5,1	0,1	177	7,6	0,071	6,1
22.10.2015	Kärsa oja	23	0,023	523	0,094	107	13,7	3	4,9	-	8,1	0,11	3,4
8.02.2016		23	0,077	187	0,094	93	13,1	2,2	0,8	7	7,7	0,13	3,6
11.03.2016		23	0,044	123	0,047	94	13,3	1,9	1,6	35	6,9	0,082	3,9
11.04.2016		23	0,068	210	0,039	97	10,8	1,9	10,5	10	7,5	0,10	2,8
4.05.2016		23	0,087	261	0,059	94	9,5	1,6	14,0	10	7,6	0,13	3,9
26.05.2016		23	0,047	475	0,07	99	9,4	2,6	17,7	1,2	8,1	0,16	3,8
30.06.2016		23	< 0,01	337	0,084	93	8,4	1	19,6	2	8	0,21	2,5
13.07.2016		23	0,037	319	0,054	89	8,3	1,4	17,8	2	7,7	0,17	2,1
16.08.2016		23	0,088	222	0,084	70	7,2	1	14,1	2	6,7	0,20	3,2

Vee põllumajanduslike koormusallikate ja nende mõju informatsiooni ajakohastamine, nende mõju vähendamise meetmete määratlemine Peipsi alamvesikonna näitel
(141)



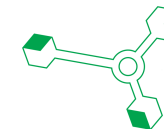
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
16.09.2016		23	0,032	461	0,036	74	7,8	2,4	12,6	2	7,9	0,17	3,6
28.10.2016		23	0,033	511	0,019	94,7	11,9	3,3	5,2	1	8,2	0,23	4,4
15.11.2016		23	0,13	443	0,2	94	12,8	2,7	2,6	1	8	0,28	3,5
12.12.2016		23	0,1	184	0,076	91	13,1	2,3	0,3	6	7,4	0,13	4
22.10.2015	Akste oja	24	< 0,02	378	0,074	84	10,8	0,74	4,9	-	7,6	0,083	1,8
8.02.2016		24	0,03	140	0,12	91	12,8	1,3	0,7	10	7,6	0,15	2,0
11.03.2016		24	0,051	789	0,083	94	13,7	1,7	0,5	45	6,4	0,12	3,4
12.04.2016		24	0,046	97	0,066	94	10,9	0,41	9,0	20	6,7	0,10	1,8
4.05.2016		24	0,082	68	0,092	94	10,3	0,31	11,1	20	6,9	0,13	1,6
26.05.2016		24	< 0,02	352	0,094	77	7,6	1,2	12,5	3,9	7,3	0,11	1,8
30.06.2016		24	0,055	148	0,16	86	8,2	0,53	15,9	8	7,4	0,22	2
13.07.2016		24	0,088	71	0,14	88	8,7	0,23	15,8	15	6,6	0,19	1,5
16.08.2016		24	0,12	68	0,12	88	9,4	0,43	12,5	14	5,7	0,16	2,4
16.09.2016		24	0,055	348	0,089	76	8,3	0,99	11,4	5	7,4	0,096	1,7
28.10.2016		24	0,027	368	0,049	81,3	10,3	1,2	5,5	6	7,7	0,065	1,6
15.11.2016		24	0,031	278	0,36	88,7	12,2	1,3	2,1	7	7,6	0,36	1,9
12.12.2016		24	0,079	55	0,071	92	13,5	0,48	0,1	26	5,1	0,1	1,7
17.12.2015	Valgupera oja	42	0,038	281	0,017	46	6,3	2,7	2,7	-	8,4	0,05	4,1
8.02.2016		42	0,022	226	0,025	77	10,8	4,9	0,5	-	7,4	0,054	5,3
11.03.2016		42	0,27	244	0,024	85	12	6,7	1,1	35	7,9	0,07	9,6
12.04.2016		42	< 0,02	223	0,009	91	10,7	3,2	7,6	15	7,9	0,034	4,8
4.05.2016		42	0,030	232	0,021	80	9,0	2,0	11,7	10	7,9	0,046	3,2
26.05.2016		42	0,074	256	0,076	39	3,9	0,18	15,1	< 1	7,3	0,15	1,4
29.06.2016		42	0,069	221	0,038	46	4,4	0,042	18,1	2	8,2	0,072	1,5
12.07.2016		42	0,13	243	0,031	45	4,4	0,31	16,2	3	7,3	0,066	1,2
16.08.2016		42	0,037	207	0,021	35	3,6	0,094	13,5	5	7,1	0,054	1,2



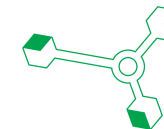
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoh	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
16.09.2016		42	0,16	227	0,029	13	1,5	< 0,01	11,1	1	7,3	0,083	1,3
27.10.2016		42	vooluveekogus puudub vesi										
17.11.2016		42	0,035	238	0,029	41,4	5,8	0,87	1,2	1	7,3	0,074	1,7
12.12.2016		42	0,027	231	0,021	67,5	9,6	5,5	0,5	14	7,2	0,049	6,9

Lisa 5. Veeanalüüside tulemused Kullavere jõe proovivõtupunktides

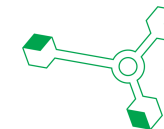
Proovivõtu aeg	Proovivõtukoh	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
			mgN/l	µS/cm	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s	pH ühik	mg/l	mg/l
21.10.2015	Sääse peakraav	27	0,4	726	0,13	101	12,9	6,6	5	-	8,1	0,13	7,3
3.02.2016		27	0,25	476	0,074	91	12,3	7,1	1,4	-	8	0,12	8,1
10.03.2016		27	0,16	654	0,066	92	12,7	9,1	2,4	280	8,1	0,078	11
6.04.2016		27	0,094	573	0,04	108	12,3	6,6	8,8	235	8,2	0,06	7
2.05.2016		27	0,091	663	0,076	104	11,7	6,1	10,2	125	8,3	0,084	8,5
24.05.2016		27	0,053	698	0,19	96	9,9	5,1	13,6	14	8,2	0,24	6,2
14.06.2016		27	0,25	697	0,13	83	8,5	9,1	13,6	73	7,9	0,16	9,5
4.07.2016		27	0,21	527	0,12	83	8,2	5,4	14,8	855	7,7	0,23	9,3
10.08.2016		27	0,3	768	0,13	91	9	7,3	15,4	108	8	0,15	8,9
14.09.2016		27	0,13	722	0,092	78	8,1	6,2	13,4	47	8,3	0,1	6,5
24.10.2016		27	0,15	732	0,1	95	12,4	4,4	4,9	34	8,3	0,11	6,1
15.11.2016		27	0,13	728	0,048	93	12,6	6,6	2,8	125	8	0,053	7,5



Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi- võtu- koht	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ -N)	Vee tempe- ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üld- lämmastik (N _{üld})
7.12.2016		27	0,22	713	0,066	94,6	13,6	8	0,6	175	8,1	0,096	8,2
21.10.2015	Karusilla oja vahetult peale Kukulinna järve	31	0,094	555	0,007	96	12,3	0,64	4,5	-	7,8	0,036	1,6
3.02.2016		31	0,15	364	0,061	97	13,4	6	0,7	-	8,1	0,12	7,5
10.03.2016		31	0,069	552	0,015	96	13,7	5,3	1,2	330	8,3	0,03	5,6
6.04.2016		31	0,038	515	0,016	97	11,9	9,8	5,6	570	8,2	0,028	11
2.05.2016		31	0,041	562	0,008	97	11,1	7,1	9,7	315	8,2	0,023	9,3
24.05.2016		31	0,051	552	0,002	107	11	2,9	14,3	58	8,3	0,027	3,1
14.06.2016		31	0,085	528	0,01	91	9,6	3,4	12	96	8	0,034	4,2
4.07.2016		31	0,063	532	0,016	97	9,3	4,4	16,8	1525	8,1	0,05	6
10.08.2016		31	0,069	566	0,02	96	9,3	5,6	16,4	307	8	0,041	7,7
14.09.2016		31	0,044	588	0,017	90	9,3	4	13,5	76	8,2	0,029	5,3
24.10.2016		31	0,017	610	0,009	96,6	13,1	2,1	3,3	71	8,3	0,025	3
15.11.2016		31	0,073	590	0,016	97	13,5	3,3	1,5	275	8,2	0,026	4,4
7.12.2016		31	0,064	574	0,012	98	13,9	5,5	0,8	350	8,2	0,031	5,7
14.12.2015	Kullavere jõkke suubuv nimetu kraav	51	0,026	655	0,008	86	11,3	6,2	4,3	-	8,2	0,016	7,2
3.02.2016		51	0,054	514	0,016	88	11,7	5,8	2,3	-	7,8	0,041	7,5
10.03.2016		51	0,034	581	0,008	89	12,4	6,6	2,3	115	7,9	0,029	9,1
6.04.2016		51	0,024	557	0,009	94	10,3	7,5	9,4	110	7,9	0,025	8,3
2.05.2016		51	0,056	567	0,008	92	10,1	5,8	10,7	65	7,9	0,033	9
24.05.2016		51	0,033	577	0,01	95	10,5	3,4	10,9	11	8	0,036	4,8
14.06.2016		51	0,039	586	0,01	84	8,5	4,1	14,6	29	7,9	0,034	5,2
4.07.2016		51	0,039	554	0,019	85	8,8	3,9	14	70	7,9	0,064	6
10.08.2016		51	0,068	601	0,016	81	8,2	4,4	14,2	53	7,6	0,058	6,3
14.09.2016		51	0,07	603	0,015	70	7,5	1,9	12,5	29	7,9	0,034	3
24.10.2016		51	0,023	611	0,008	93,4	12	1,6	5,4	19	8,1	0,02	2,5

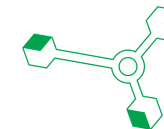


Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	Proovi-võtu-koht	Ammoo-nium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	Elektri-juhti-vus	Fosfaat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	Lahus-tunud hapnik	Lahus-tunud hapnik	Nitraat (NO_3^-N)	Vee tempe-ratuur	Voolu-hulk	pH	Üld-fosfor ($\text{P}_{\text{üld}}$)	Üld-lämmastik ($\text{N}_{\text{üld}}$)
15.11.2016	Sätsuvere peakraav	51	0,038	605	0,026	92,8	12,5	1,7	3	26	8	0,028	2,6
7.12.2016		51	0,055	576	0,008	88,3	12,3	3,1	1,8	50	7,8	0,031	3,4
14.12.2015		52	0,025	623	0,008	84	11,1	19	4,2	-	8,3	0,016	20
3.02.2016		52	0,26	250	0,12	83	11,5	5,3	0,6	-	7,7	0,2	7,2
10.03.2016		52	0,14	489	0,051	87	11,8	10	2,6	10	7,7	0,12	13
6.04.2016		52	0,021	511	0,016	99	10,6	16	11,8	25	7,6	0,033	17
2.05.2016		52	0,021	527	0,01	110	11,8	11	12,4	5	7,8	0,029	14
24.05.2016		52	0,097	430	0,006	96	9,7	1,9	14,6	< 1	7,9	0,063	2,8
14.06.2016		52	0,034	620	0,006	118	10,4	27	20,8	3,5	8	0,022	28
4.07.2016		52	0,038	610	0,019	81	8,1	18	14,7	80	7,1	0,054	26
10.08.2016		52	0,047	580	0,012	133	12,3	14	18,5	17	7,7	0,023	18
14.09.2016		52	0,014	574	0,01	93	9,7	7,4	13,3	2	8,1	0,015	7,9
24.10.2016		52	0,013	583	0,007	86	11,4	4,5	3,8	<1	7,8	0,017	4,8
15.11.2016		52	< 0,01	583	0,008	96	13,1	12	2,4	6	7,7	0,015	13
7.12.2016		52	0,023	595	0,006	90,1	12,7	12	1,1	8	7,6	0,022	14

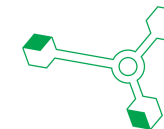


Lisa 6. Pinnase analüüside tulemused proovivõtupunktides

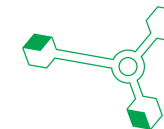
Proovivõtu aeg	Jõgi	Küla	Proovivõ tukoht	Proovivõtukohtnimi	täpsustus	Fosfor (P)	Üldlām mastik (Nūld)
						mg/kg KA	mg/kg KA
20.10.2015	Avijõgi	Venevere	32	Jätkukolga ojaga piirnev põld	Osaproovide koordinaadid: X 655923 Y 6543310, X 655840 Y 6543180, X 655794 Y 6543055, X 655788 Y 6542862, X 655682 Y 6542651	680	2500
23.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 655915 Y 6543305, X 655984 Y 6543157, X 655796 Y 6543104, X 655914 Y 6542915, X 655777 Y 6542773, X 655881 Y 6542619, X 655663 Y 6542658, X 655582 Y 6542478, X 655414 Y 6542642	680	2600
20.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 655915 Y 6543305, X 655984 Y 6543157, X 655796 Y 6543104, X 655914 Y 6542915, X 655777 Y 6542773, X 655881 Y 6542619, X 655663 Y 6542658, X 655582 Y 6542478, X 655414 Y 6542642	810	2900
20.10.2015		Paasvere	33	Paasvere põld	Osaproovide koordinaadid: X 652667 Y 6549892, X 652623 Y 6550028, X 652556 Y 6550226, X 652500 Y 6550384, X 652722 Y 6549756	740	6100
23.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 652749 Y 6549699, X 652593 Y 6549771, X 652659 Y 6549924, X 652507 Y 6549952, X 652599 Y 6550097, X 652426 Y 6550162, X 652515 Y 6550345	680	4800
20.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 652749 Y 6549699, X 652593 Y 6549771, X 652659 Y 6549924, X 652507 Y 6549952, X 652599 Y 6550097, X 652426 Y 6550162, X 652515 Y 6550345	850	3400
17.12.2015	Ahja	Ahja	39	Põld Laanevere peakraavi	Osaproovide koordinaadid: X 681417 Y 6458348, X 681402 Y 6458403, X 681382 Y 6458478, X 681356 Y 6458566, X 681339 Y 6458692	720	8800



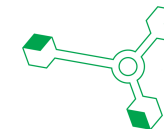
Proovivõtu aeg	Jõgi	Küla	Proovivõtukoht	Proovivõtukohtnimi	täpsustus	Fosfor (P)	Üldlammastik (Nüld)
26.05.2016				kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 681423 Y 6458328, X 681374 Y 6458388, X 681391 Y 6458453, X 681344 Y 6458514, X 681359 Y 6458604, X 681307 Y 6458679, X 681328 Y 6458732	770	6100
28.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 681423 Y 6458328, X 681374 Y 6458388, X 681391 Y 6458453, X 681344 Y 6458514, X 681359 Y 6458604, X 681307 Y 6458679, X 681328 Y 6458732	790	5300
17.12.2015			40	Põld Laanevere peakraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 681343 Y 6458816, X 681359 Y 6458744, X 681384 Y 6458640, X 681410 Y 6458528, X 681433 Y 6458408, X 681463 Y 6458296	620	7200
26.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 681456 Y 6458295, X 881420, Y 6458458, X 681384 Y 6458610, X 681362 Y 6458717, X 681347 Y 6458824, X 681420 Y 6458773, X 681440 Y 6458684, X 681466 Y 6458554, X 681498 Y 6458400	620	5600
28.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 681456 Y 6458295, X 881420, Y 6458458, X 681384 Y 6458610, X 681362 Y 6458717, X 681347 Y 6458824, X 681420 Y 6458773, X 681440 Y 6458684, X 681466 Y 6458554, X 681498 Y 6458400	700	3600
27.10.2015	Põltsamaa	Luige	11	Põld Põltsamaa jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 613755 Y 6514627, X 613783 Y 6514786, X 613797 Y 6514887, X 613814 Y 6514979, X 613831 Y 6515034	730	2700
24.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 613755 Y 6514611, X 61377 Y 6514766, X 613803 Y 6514931, X 613826 Y 6515040, X 614012 Y 6514955, X 613972 Y 6514787, X 613930 Y 6514622, X 614040 Y 6514584	640	2200
26.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 613755 Y 6514611, X 61377 Y 6514766, X 613803 Y 6514931, X 613826 Y 6515040, X 614012 Y 6514955, X 613972 Y 6514787, X 613930 Y 6514622, X 614040 Y 6514584	770	2200



Proovivõtu aeg	Jõgi	Küla	Proovivõ tukoht	Proovivõtukohtnimi	täpsustus	Fosfor (P)	Üldlām mastik (Nüld)
15.12.2015		Väike-Kamari	47	Põld Saare peakraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 614186 Y 6501465, X 614226 Y 6501392, X 614269 Y 6501324, X 614307 Y 6501263, X 614324 Y 6501232	580	17000
24.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X. 614300 Y 6501295, X 614186 Y 6501466, X 614142 Y 6501355, X 614210 Y 6501246, X 614262 Y 6501176, X 614336 Y 6501237	580	18000
26.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X. 614300 Y 6501295, X 614186 Y 6501466, X 614142 Y 6501355, X 614210 Y 6501246, X 614262 Y 6501176, X 614336 Y 6501237	720	13000
14.12.2015	Kullavere	Sätsuvere	50	Põld Sätsuvere peakraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 651877 Y 6520028, X 651580 Y 6520281, X 651398 Y 6520554, X 651314 Y 6520674, X 651182 Y 6520807, X 6509858 Y 6521031	400	3700
24.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 651905 Y 6520012, X 651726 Y 6520034, X 651752 Y 6520139, X 651587 Y 6520120, X 651595 Y 6520278, X 651398 Y 6520274, X 651441 Y 6520509, X 651211 Y 6520487, X 651241 Y 6520774, X 650968 Y 46520752, X 650965 Y 46521056	420	2300
24.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 651905 Y 6520012, X 651726 Y 6520034, X 651752 Y 6520139, X 651587 Y 6520120, X 651595 Y 6520278, X 651398 Y 6520274, X 651441 Y 6520509, X 651211 Y 6520487, X 651241 Y 6520774, X 650968 Y 46520752, X 650965 Y 46521056	470	1700
21.10.2015		Vanamõisa	26	Põld Säase pkr ääres	Osaproovide koordinaadid: X 660090 Y 6523299, X 659975 Y 6523183, X 659849 Y 6523130, X 659812 Y 6523244, X 659762 Y 6523466, X 659749 Y 6523577	730	4400



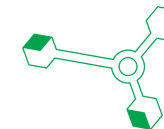
Proovivõtu aeg	Jõgi	Küla	Proovivõtukoht	Proovivõtukohtnimi	täpsustus	Fosfor (P)	Üldlammastik (Nüld)
24.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 659921 Y 6523906, X 659808 Y 6523752, X 660018 Y 6523670, X 659953 Y 6523523, X 660123 Y 6523402, X 659926 Y 6523321, X 659873 Y 6523131, X 659785 Y 6523345, X 659862 Y 6523491, X 659750 Y 6523572	530	3200
24.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 659921 Y 6523906, X 659808 Y 6523752, X 660018 Y 6523670, X 659953 Y 6523523, X 660123 Y 6523402, X 659926 Y 6523321, X 659873 Y 6523131, X 659785 Y 6523345, X 659862 Y 6523491, X 659750 Y 6523572	710	3600
27.10.2015	Põltsamaa	Tõivere	12	Põld Tõivere peakraavi suubuva nimetu kraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 620061 Y 6519993, X 619927 Y 6520089, X 619838 Y 6520151, X 619684 Y 6520260, X 619604 Y 6520317	790	19000
24.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 620070 Y 6519988, X 619924 Y 6520086, X 619755 Y 6520205, X 619605 Y 6520317, X 619789 Y 6520399, X 619970 Y 6520220, X 620102 Y 6520113	1200	15000
26.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 620070 Y 6519988, X 619924 Y 6520086, X 619755 Y 6520205, X 619605 Y 6520317, X 619789 Y 6520399, X 619970 Y 6520220, X 620102 Y 6520113	1300	8500
28.10.2015	Võhandu	Sülgoja	2	Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 706034 Y 6442784, X 705976 Y 6442800, X 705814 Y 6442817, X 705853 Y 6442824, X 705794 Y 6442836	470	2000
27.05.2016					Osaproovide koordinaadid: X 684146 Y 6418782, X 684006 Y 6418708, X 683903 Y 6418601, X 683810 Y 6418490, X 683702 Y 6418362, X 683860 Y 6418383, X 683927 Y 6418465, X 684015 Y 6418570, X 684129 Y 6418697	780	7600
27.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 684146 Y 6418782, X 684006 Y 6418708, X 683903 Y 6418601, X 683810 Y 6418490, X 683702 Y 6418362, X 683860 Y 6418383, X 683927 Y 6418465, X 684015 Y 6418570, X 684129 Y 6418697	640	4000



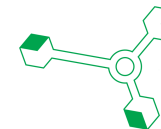
Proovivõtu aeg	Jõgi	Küla	Proovivõtukoht	Proovivõtukohtnimi	täpsustus	Fosfor (P)	Üldlammastik (Nüld)
16.12.2015					Osaproovide koordinaadid: X 683866 Y 6418418, X 683973 Y 6418553, X 684029 Y 6418602, X 684100 Y 6418683, X 684131 Y 6418750	660	6000
27.05.2016		Kääpa	46	Põld Võhandu jõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 705612 Y 6442786, X 705435 Y 6442686, X 705406 Y 6442503, X 705258 Y 6442359, X 705072 Y 6442305, X 704863 Y 6442432, X 705008 Y 6442443, X 705133 Y 6442405, X 705299 Y 6442494, X 705307 Y 6442621, X 705462 Y 6442774	420	1600
27.10.2016					Osaproovide koordinaadid: X 705612 Y 6442786, X 705435 Y 6442686, X 705406 Y 6442503, X 705258 Y 6442359, X 705072 Y 6442305, X 704863 Y 6442432, X 705008 Y 6442443, X 705133 Y 6442405, X 705299 Y 6442494, X 705307 Y 6442621, X 705462 Y 6442774	540	1500

Lisa 7. Eeluuringu vee analüüside tulemused

Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht	X	Y	Ammoo- nium (NH ₄ ⁺ -N)	Elektri- juhti- vus	Fosfaat (PO ₄ ³⁻ -P)	Lahus- tunud hapnik	Lahus- tunud hapnik	Nitraat (NO ₃ ⁻ N)	Vee tempe- - ratuur	Voolu- hulk	pH	Üld- fosfor (P _{üld})	Üldlamm- astik (N _{üld})
				mgN/l	µS/cm	mgP/l	%	mg/l	mgN/l	°C	l/s	pH ühik	mg/l	mg/l
20.10.2015	Kraav enne suubumist Avijõkke, Lohusuu-Avinurme tee	6541257	672066	< 0,02	616	0,002	70,7	9,4	0,077	3,8	7,5	0,024		0,56
20.10.2015	Laurisaare peakraav enne suubumist Avijõkke	6543417	665995	< 0,02	276	< 0,002	52	7	< 0,01	3,1	7,2	0,024		0,99



21.10.2015	Kraav enne suubumist Kullavere jõkke	6516935	664726	0,04	561	0,007	87	11,3	0,3	3,5	7,5	0,024	0,59
21.10.2015	Tiheda oja enne suubumist Peipsi järve	6522073	670113	0,12	636	0,042	49,7	6,3	0,06	5	7,3	0,058	0,73
21.10.2015	Kraav enne suubumist Kullavere jõkke	6518982	655165	< 0,02	564	0,022	93	12	0,2	4,3	8	0,038	0,66
26.10.2015	Odiste peakraav	6485680	616758	< 0,02	762	0,02	22	2,6	< 0,01	7,5	7,4	0,052	1,2
26.10.2015	Nimetu kraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	6490184	615716	< 0,02	659	0,035	74	9,1	< 0,01	6	7,6	0,087	1,7
26.10.2015	Nimetu kraav enne suubumist Põltsamaa jõkke	6489858	615732	< 0,02	589	0,037	69	8,4	0,021	6,3	7,6	0,052	0,69
27.10.2015	Nimetu kraav enne suubumist Luige peakraavi	6514886	615457	< 0,02	782	0,034	22	2,7	< 0,01	6,5	7,4	0,048	0,79
28.10.2015	Sootalu peakraav	6417823	664227	0,07	535	0,019	68	8,9	0,23	4,3	7,7	0,03	0,5
28.10.2015	Pühajõe suubuv nimetu kraav	6418342	668590	0,12	636	0,022	41	5,4	0,57	3,7	7,4	0,039	1,1
28.10.2015	Pahtpää jõgi	6441456	700348	< 0,02	339	0,22	3,9	0,5	< 0,01	4,7	6,7	0,24	0,49
28.10.2015	Soe oja	6416838	672022	0,068	577	0,023	56	7,1	0,029	5,3	7,4	0,052	0,27
14.12.2015	Avijõe suubuv nimeta kraav	6540583	661442	0,049	494	0,007	72	9,5	3,6	3,9	8,4	0,021	5,1
16.12.2015	Palumõisa oja Võru-Räpina mnt ääres	6427405	690590	0,071	264	0,021	90	12,4	2,8	2,5	8,7	0,071	4,2
16.12.2015	Võhandu jõkke suubuv nimeta kraav	6418823	684107	0,11	580	0,013	74	9,8	3,4	3,8	8,7	0,027	4
17.12.2015	Lootvina peakraav	6451615	676163	0,088	555	0,017	92	12,7	0,86	2,6	8,2	0,034	1,8
3.02.2016	Jätkukolga oja enne suubumist Avijõe	6544357	655901	0,92	397	0,13	89	11	8,2	1,4	7,6	0,27	12



Lisa 8. Eeluuringu pinnase analüüside tulemused

Proovivõtu aeg	Proovivõtukoht				Fosfor (P)	Üldlämmastik
	Jõgi	Küla	nimi	täpsustus	mg/kg KA	mg/kg KA
14.12.2015	Avijõgi	Kaevussaare	Põld Avijõkke suubuva nimetu kraavi kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 661464 Y 6540538, X 661589 Y 6540456, X 661698 Y 6540379, X 661805 Y 6540292, X 661901 Y 6540232	820	14000
21.10.2015	Kullavere	Ruskavere	Põld Kullavere jõe ääres	Osaproovide koordinaadid: X 664551 Y 6516306, X 664512 Y 6516256, X 664446 Y 6516166, X 664410 Y 6516112, X 664517 Y 6516152	600	2800
22.10.2015	Ahja	Kärsa	Põld Kärsa oja kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 680696 Y 6453828, X 680539 Y 6453805, X 680347 Y 6453780, X 680177 Y 6453721, X 680086 Y 6453643	350	1600
27.10.2015	Põltsamaa	Luige	Põld Luige peakraavi suubuva nimetu kraavi ääres	Osaproovide koordinaadid: X 615445 Y 6514867, X 615443 Y 6514793, X 615444 Y 6514678, X 615441 Y 6514598, X 615427 Y 6514739	700	2700
28.10.2015	Pahtpää	Kassilaane	Põld Pahtpää jõe kaldal	Osaproovide koordinaadid: X 699815 Y 6441090, X 699856 Y 6441159, X 699969 Y 6441160, X 700088 Y 6441235, X 700192 Y 6441369, X 700240 Y 6441482	460	1300