



KESKKONNAAGENTUUR

ESTONIAN ENVIRONMENT AGENCY

NITRAATIOONI JA TAIMEKAITSEVAHENDITE VÕIMALIKUD ALLIKAD NITRAADITUNDLIKU ALA PÕHJA- JA PINNAVEES

Koostajad: Riho Marja

Kristi Seevri

Rain Elken

Heddy Klasen

TARTU 2017

Sisukord

Kokkuvõte.....	6
Koostöö	9
Sissejuhatus.....	10
Üldmetoodika.....	12
Põhjavee seirepunktide toitealade määramine	17
Statistiline analüüs.....	19
Põhjavee nitraatiooni sisalduse muutus NTA seirepunktides piirkondade, aastate ja seirepunktide sügavuste kaupa.....	20
Põhjavee nitraatiooni sisalduse muutus NTA seirepunktides piirkondade kaupa.....	20
Põhjavee nitraatiooni sisalduse muutus NTA seirepunktides sügavuste kaupa	23
NTA põhjavee nitraatiooni sisalduse muutus sügavamates (1d) kaevudes	26
Pinnavee nitraatiooni sisalduse muutus NTA pinnavee seirejaamadest võetud veeproovide alusel.....	27
Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse muutus kalendrikuude lõikes.....	29
Põhjavesi.....	29
Metoodika.....	29
Tulemused.....	30
Pinnavesi.....	31
Metoodika.....	31
Tulemused.....	32
NTA põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seos sademete hulgaga	33
Metoodika.....	33
Põhjavesi.....	34
Tulemused.....	34
Pinnavesi.....	35

Tulemused.....	35
NTA-I teehoolduses kasutatava pestitsiidi võimalik mõju piirkonna põhjavee kvaliteedile....	36
Metoodika.....	36
Tulemused.....	37
NTA teehoolduses kasutatava pestitsiidi võimalik mõju piirkonna pinnavee kvaliteedile.....	44
Metoodika.....	44
Tulemused.....	44
NTA raudtee hoolduses kasutatava pestitsiidi võimalik mõju piirkonna põhja- ja pinnavee kvaliteedile	47
Metoodika.....	47
Põhjavesi.....	47
Tulemused.....	47
Pinnavesi.....	52
Tulemused.....	52
Karuputke tõrjes kasutatav pestitsiidi võimalik mõju põhjavee kvaliteedile NTA-I.....	54
Metoodika.....	54
Tulemused.....	55
NTA karuputke tõrjes kasutatava pestitsiidi võimalik mõju pinnaveekogude kvaliteedile	63
Metoodika.....	63
Tulemused.....	63
Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seosed lageraietega NTA-I	66
Metoodika.....	66
Põhjavesi.....	68
Tulemused.....	68
Pinnavesi.....	70
Tulemused.....	70

Heitvee väljalaskude koormuste mõju pinnavee kvaliteedile	75
Tulemused.....	77
Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seosed loomade poolt tekitatud lämmastiku kogustega	81
Metoodika.....	81
Põhjavesi.....	82
Tulemused.....	82
Pinnavesi.....	84
Tulemused.....	84
Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seos teraviljade ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindalaga	88
Metoodika.....	88
Põhjavesi.....	89
Tulemused.....	89
Pinnavesi.....	93
Tulemused.....	93
Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seosed turvasmuldade levikuga NTA-I.....	97
Metoodika.....	97
Põhjavesi.....	99
Tulemused.....	99
Pinnavesi.....	100
Tulemused.....	100
Keskonnainspektsiooni poolt registreeritud põllumajanduslike rikkumiste seosed põhja- ja pinnavee kvaliteediga NTA-I.....	102
Metoodika.....	102
Põhjavesi.....	104

Tulemused.....	104
Pinnavesi.....	109
Tulemused.....	109
Järeldused.....	110
Soovitused	114
Kasutatud kirjandus.....	116
Lisa 1.....	119
Lisa 2.....	120
Lisa 3.....	121
Lisa 4.....	122

KOKKUVÕTE

Käesolevas aruandes uuriti põhja- ja pinnaveest leitud pestitsiidi (glüfosaat ja selle derivaat AMPA) ja nitraatiooni võimalikke allikaid nitraaditundlikul alal (NTA). Pestitsiidide ja nitraatiooni andmetena kasutati NTA põhjavee riikliku seire ning jõgede hüdrokeemilise seire andmeid. Läbivalt on aruandes nimetud põhjavee mõõtmiskohti (kaevud, allikad, karstid) seirepunktideks ja pinnavee hüdrokeemia jaamasid seirejaamadeks.

Põhja- ja pinnavee pestitsiidi sisaldust uuriti seoses maanteede ja raudtee servade hooldustöödega ning karuputke tõrjega.

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldust uuriti seoses metsade lageraielankide, turvasmuldade leviku, heitvee väljalaskude, põllumajandusloomade poolt eritatud (tekitatud) lämmastiku koguste, teraviljade ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindalaga ning Keskkonnainspeksiooni poolt registreeritud põllumajanduslike rikkumistega. Lisaks uuriti põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ajalist dünaamikat aastasiseselt ja seoses sademetega.

Uuringu tulemuste järgi on nitraatiooni sisaldus põhjavees kõrgeim kevadisel perioodil (märts, aprill) ning pinnavees aasta alguses (jaanuarist aprillini) ja aasta lõpus (novembris ja detsembris).

NTA-l on nii põhjavee kui ka pinnavee nitraatiooni sisalduse aasta keskmised väärtused statistiliselt usaldusväärselt seotud vastava aasta sademete hulgaga. Sajurohkematel aastatel on leitud nii põhja- kui ka pinnaveest suuremad nitraatiooni sisalduse väärtused.

Uuringu tulemusel leiti, et maanteede ja raudtee servade hooldustööd, karuputke tõrje ning nende töödega seoses kasutatav pestitsiidi (glüfosaat) kogus omab ilmselt väga väikest mõju põhja- ja pinnavee kvaliteedile NTA-l. Enamikel juhtudel pole võimalik tuvastada maanteede ja raudteede servade hooldustöodes või karuputketõrjes kasutava glüfosaadi otsesest mõju põhja- või pinnavee kvaliteedile NTA-l. Lisaks on alad, kus maanteede ja raudteede servade hooldustöid või karuputke tõrjetöid teostatakse, pindalaliselt väga väikesed võrreldes näiteks põllumajandusmaa pindalaga NTA-l. Ka glüfosaadi kasutusköormus maanteede ja raudteede servade hooldusel või karuputke tõrjel on kas väiksem või samal tasemel keskmiselt põllumajanduses kasutatavate kogustega.

Uuringus ei leitud otsest seost metsade lageraiete ja põhja- ning pinnavee nitraatiooni sisalduse vahel. Jõgede valgalade kaupa teostatud analüüsis leiti küll nii positiivseid kui ka negatiivseid seoseid lageraiete pindala ja vee nitraatiooni sisalduse vahel. Seetõttu jäi uuringus ebaselgeks, millisel määral võivad lageraied mõjutada NTA-l põhja- ning pinnavee nitraatiooni sisaldust.

Vastupidiselt oodatule oli turvasmuldade levik, mis võiks näidata nitraatiooni loodusliku fooni leostumist, hoopis negatiivselt seotud nii põhja- kui ka pinnavee nitraatiooni sisaldusega. Seega pole alust arvata, et suurem turvasmuldade levik mõjutaks märkimisväärselt põhja- ning pinnavee nitraatiooni sisaldust NTA-l.

Heitveelasud (erinevad punktreostusallikad) mõjutavad pinnavee nitraatiooni sisaldust, kuid nende mõju NTA pinnavee kvaliteedile on suure tõenäosusega väike (kogu üldlämmastiku koormusest enamasti alla 6%). Suvisel madalveeperioodil, kui väiksematest vooluhulkadest tulenevalt on muudest hajureostuse allikatest pärinev üldlämmastiku koormuse osa väike, suureneb sel perioodil mõningal määral heitveelaskmetest põhjustatud üldlämmastiku koormuse osakaal. Uurimistöö põhjal võib järeldada, et ilmselt on hajureostuse mõju pinnavee nitraatiooni sisaldusele oluliselt suurem punktreostuse mõjust NTA-l.

Analüüsil ei leitud põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja loomade poolt sõnnikuga eritatud lämmastiku koguse vahel selget seost. Korrelatsioonanalüüsis leiti vastupidiselt oodatule negatiivne seos loomade poolt sõnnikuga eritatud lämmastiku koguse ning vee nitraatiooni sisalduse vahel, kuid modelleerimisel, mis võttis arvesse rohkem tunnuseid (seirejaamade omapära, korduvmõõtmised), enam sellist usaldusväärset seost ei ilmnenu. Uurides iga jõe valgala eraldi selgus, et poolte jõgede valgaladel on siiski positiivne seos loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja vee nitraatiooni sisalduse vahel, kuid esines ka jõgede valgalasid, kus see seos oli vastupidine või seost ei ilmnenu üldse.

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldused korreleerusid positiivselt teraviljade ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindalaga NTA-l. Uuringu tulemused näitasid, et mida suurem on teraviljade ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindala NTA-l, seda kõrgemad on olnud nitraatiooni sisalduse aasta keskmised ja maksimaalsed väärtused põhjavee toitealadel ja pinnavee valgaladel.

Uuringu tulemusel leiti, et vaid üksikudel juhtudel saab Keskkonnainspektsiooni poolt registreeritud põllumajanduslikke rikkumisi seostada põhja- ja pinnavee suurenenud nitraatiooni sisaldusega.

KOOSTÖÖ

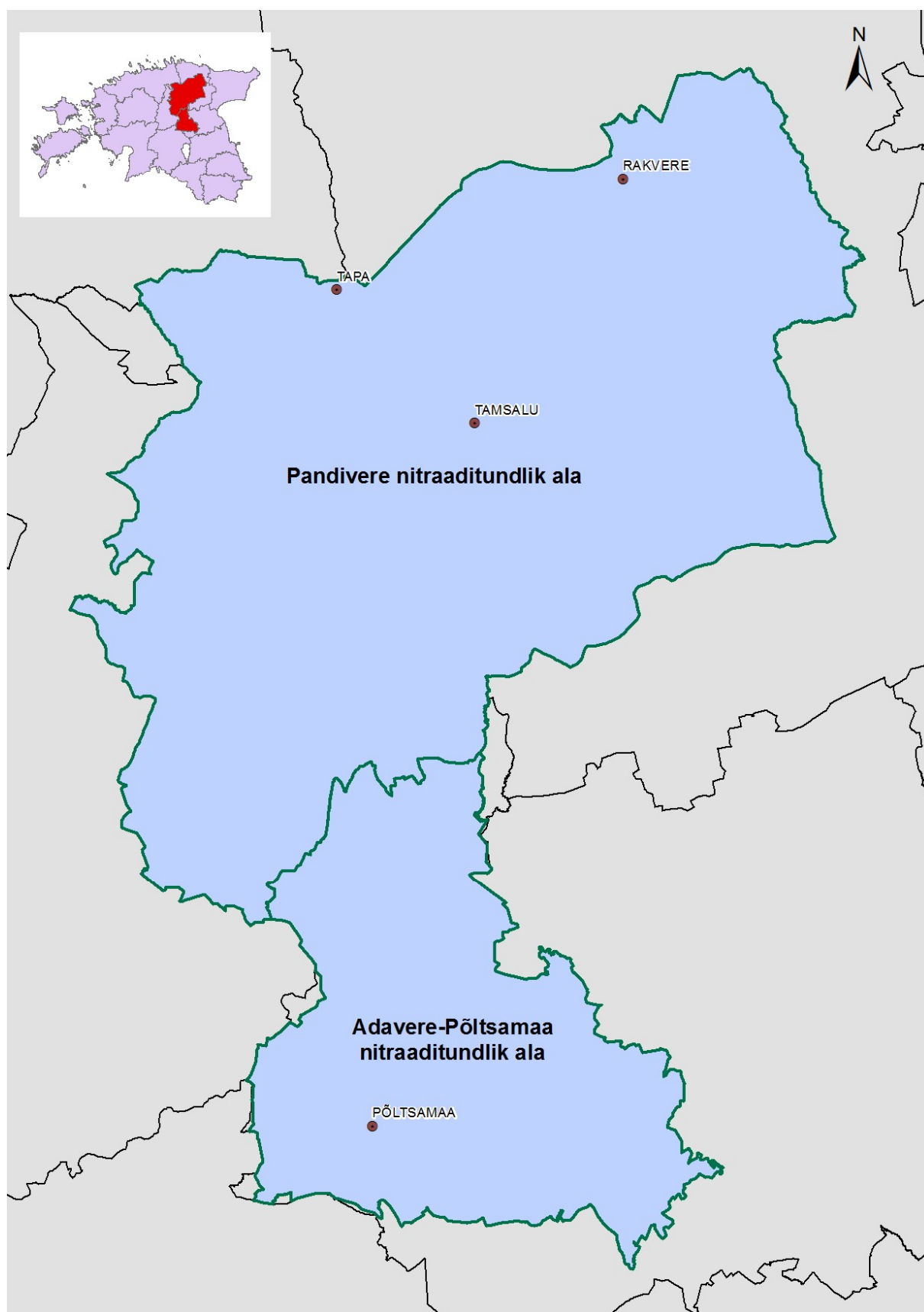
Käesoleva uuringu valmimisele aitasid kaasa AS Eesti Raudtee, AS Eesti Teed, AS Maves, AS TREV–2 Grupp, Eesti Keskkonnauuringute Keskus, Keskkonnaamet, Keskkonnainspeksioon, Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet, Põllumajandusuuringute Keskus ning Tariston AS. Suur tänu eelmainitud institutsioonidega seotud inimestele abivalmiduse eest!

SISSEJUHATUS

Nõukogu direktiivi 91/676/EMÜ, veekogude kaitsmise kohta põllumajandusest lähtuva nitraadireostuse eest (edaspidi nitraadidirektiiv) eesmärk on kaitsta põhja- ja pinnaveet põllumajandusest pärit nitraatide eest. Nitraadidirektiiv moodustab ühtse terviku vee raamdirektiiviga, olles võtmetähtsusega poliitiline meede vee kaitsmisel põllumajanduskoormuse eest.

Eestis määrati nitraaditundlik ala (edaspidi NTA) Vabariigi Valitsuse 21. jaanuari 2003. a määrusega nr 17 „Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala kaitse-eeskiri“. NTA on jagatud kaheks piirkonnaks: Pandivere ja Adavere-Põltsamaa (joonis 1). NTA-l on veeseaduse alusel kehtestatud rangemad veekaitsenõuded kui mujal Eestis. Nitraaditundlikuks loetakse ala, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatiooni sisaldust põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus.

Nitraatiooni sisaldus ja pestitsiidide jääkide sisaldused on NTA jõgedes ja põhjavees viimastel aastatel suurenenud. Sellest lähtuvalt oli uurimistöö eesmärgiks vastata uurimisküsimusele „*Kas NTA-l põhja- ja pinnaveest leitud nitraatioon ja taimekaitsevahendite jäägid pärinevad põllumajandusest, maanteede ja raudtee servade hooldustöödest või Keskkonnaameti karuputke tõrjest?*“ Lisaks uurimisküsimusele uuriti põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldust seoses metsade lageraielankide, turvasmuldade leviku ja heitvee väljalaskudega. Veel käsitleti uuringus põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ajalist dünaamikat aastasiseselt ja seoses sademetega NTA-l.

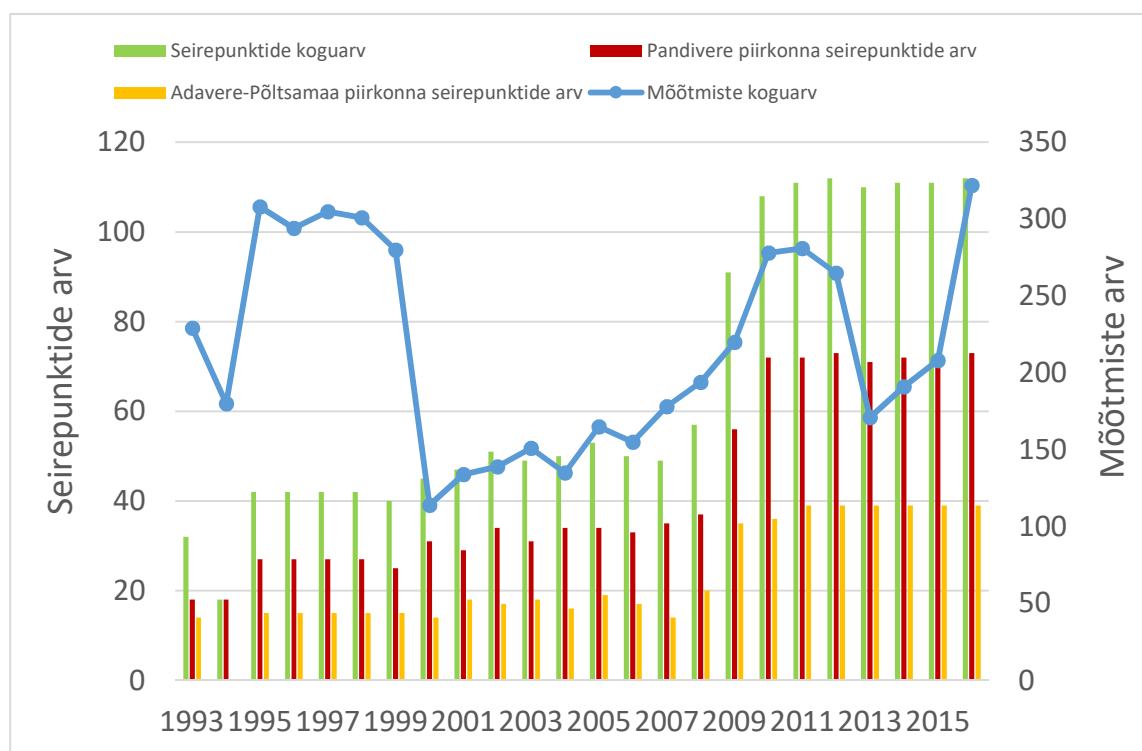


Joonis 1. NTA jagunemine kaheks piirkonnaks: Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikud piirkonnad

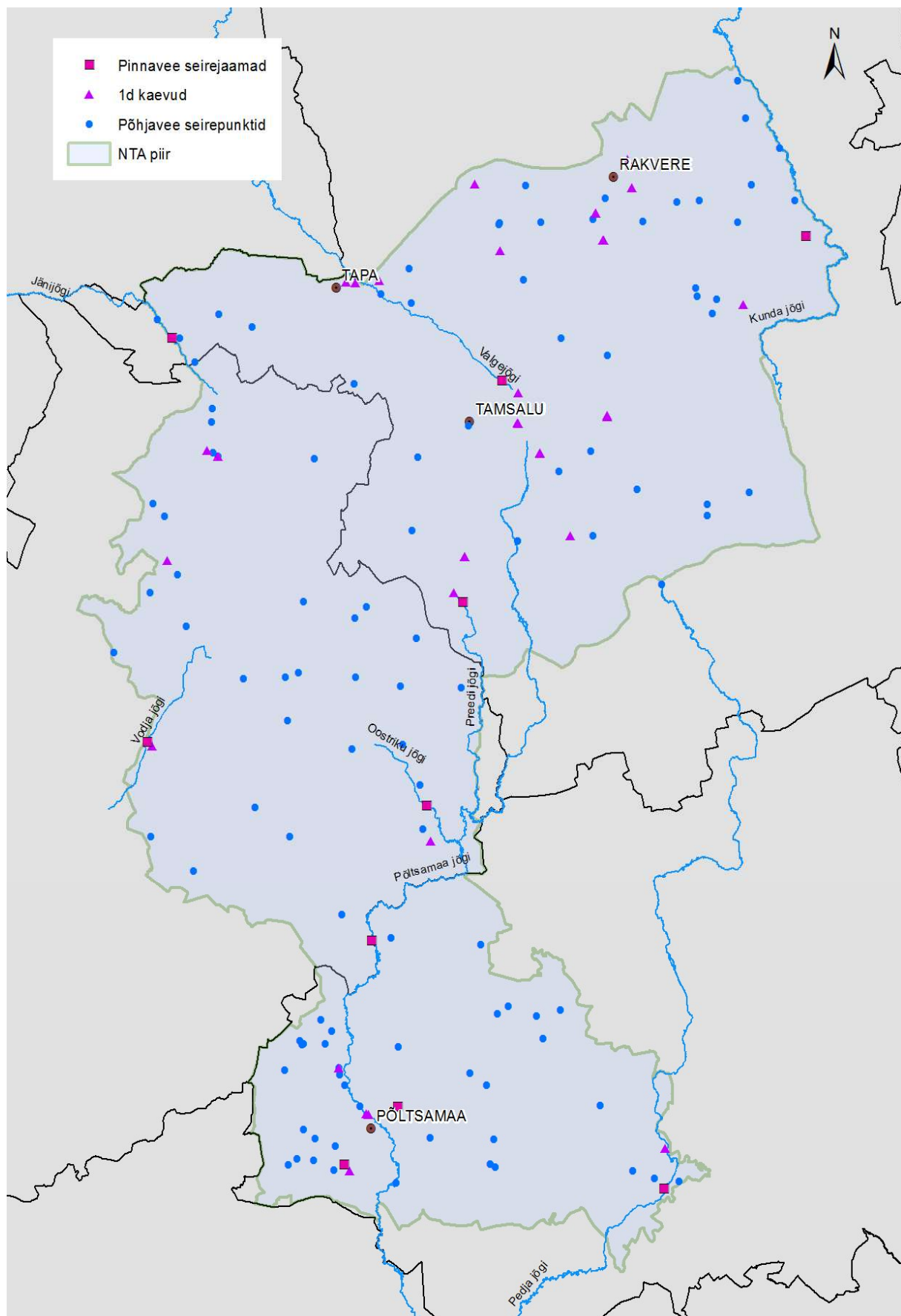
Üldmetoodika

NTA vee nitraatiooni ja pestitsiididest glüfosaadi või selle derivaadi AMPA (α -amino-3-hüdroksüül-5-metüül-4-isoksasool-propionaad) sisalduse uurimiseks kasutati riikliku keskkonnaseire andmeid. Põhjavee puhul kasutati analüüsil nii nitraatiooni sisalduse määramistulemusi kui ka teisi seirepunktide parameetreid (kaevude sügavus ja piirkond: Pandivere või Adavere-Põltsamaa põhjaveekogum). Põhjavee nitraatiooni sisalduse andmereana kasutati Ülle Leiski (Eesti Keskkonnauuringute Keskus) poolt riikliku keskkonnaseire põhjaveeseire allprogrammi alusel koostatud andmebaasi (aastad 1993–2016). Andmebaasis on iga seirepunkti kohta arvatud vastava aasta keskmine ja maksimaalne nitraatiooni sisaldus. Pinnavee seireandmed pärinevad riikliku keskkonnaseire siseveekogude seire allprogrammist (jõgede hüdrokeemiline seire aastatest 1992–2016).

Seirepunktide ja mõõtmiste arv aastate ning piirkondade kaupa on esitatud joonisel 2. NTA põhjavee seirepunktide asukohad (allikad, karstid ning kaevud) on esitatud joonisel 3. Seirepunkte saab sügavuste kaupa jaotada nende tüübi järgi: allikad ja karst (edaspidi tähistus 0) ning kaevud, mis omakorda jaotatakse kolme sügavusklassi: 5–15 m (tähistus 1a), 15–30 m (tähistus 1b), üle 30 m (tähistus 1c) ja 40–60 m sügavused (1d kaevud, Põhjaveekogumite seire andmed).

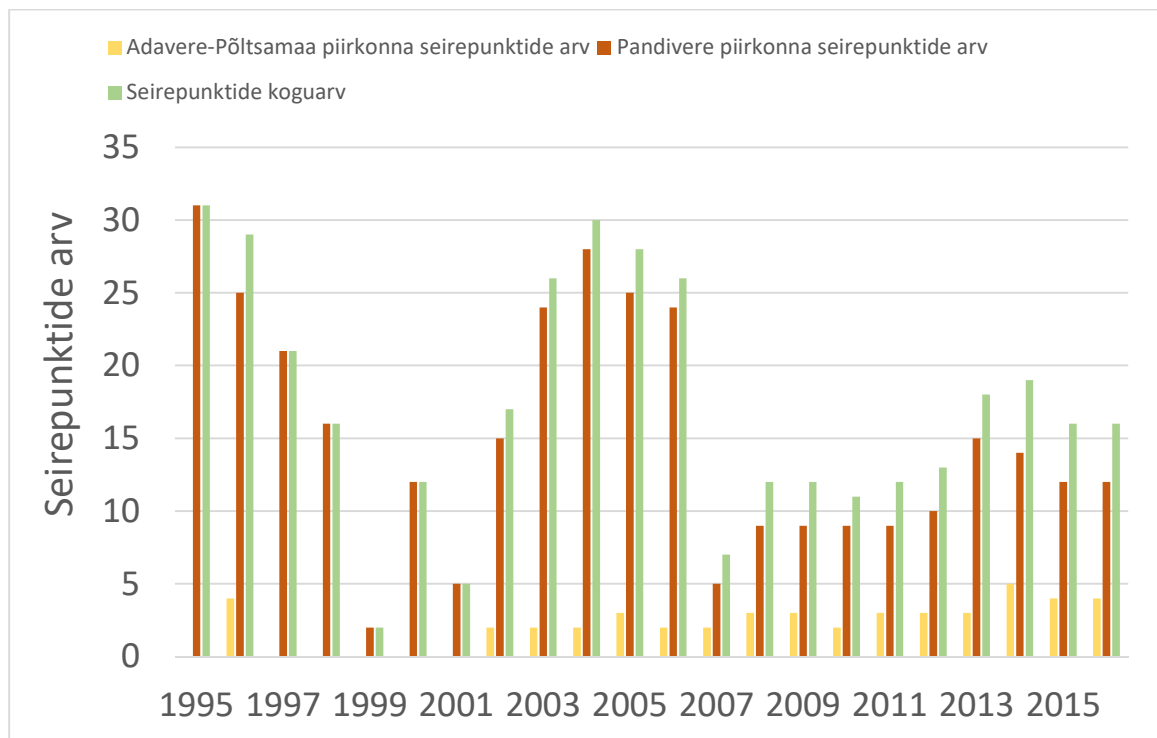


Joonis 2. NTA põhjavee seirepunktide ning toimunud mõõtmiste arv aastatel 1993–2016 piirkondade kaupa



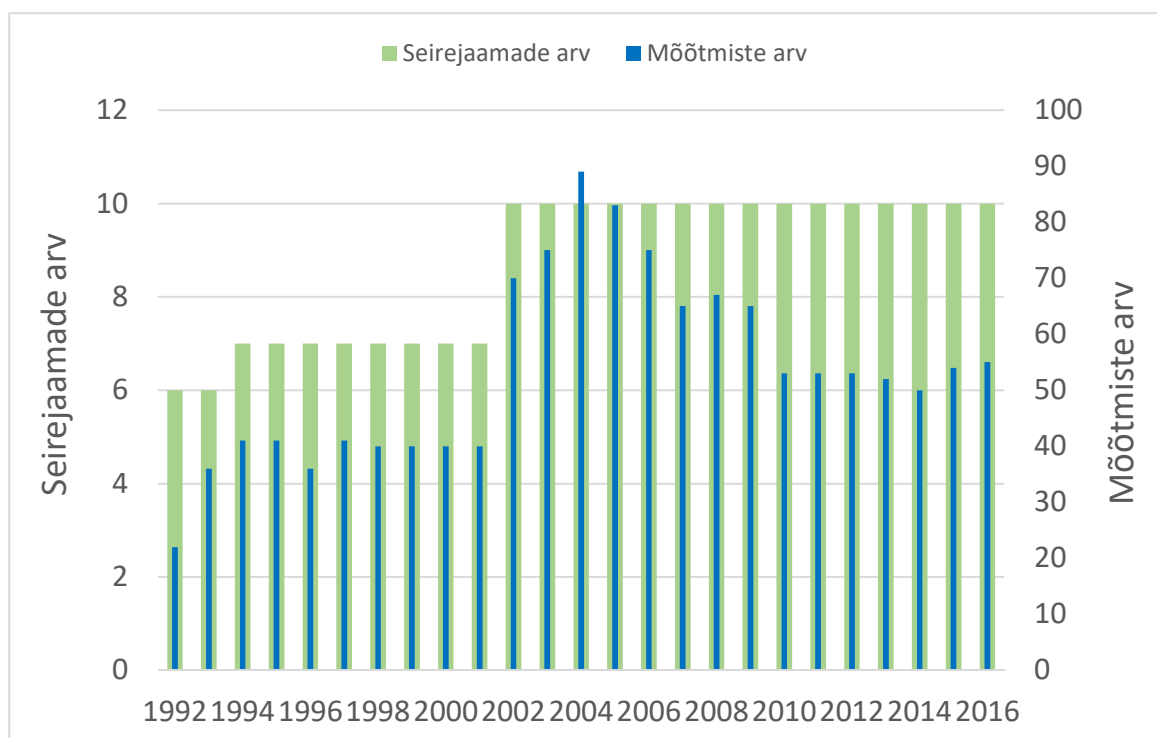
Joonis 3. Uuritud seirepunktide ja -jaamade asukohad aastatest 1992–2016 NTA-l

Sügavaimate (kaevude sügavus 40-60 m, 1d kaevud) seirepunktide asukohad on esitatud joonisel 3 ja seirepunktide arv aastate ning piirkondade kaupa on esitatud joonisel 4. Uuritud sügavaimate kaevude hulk NTA Pandivere piirkonnas on aastati oluliselt muutunud. Kogu NTA-l oli seirepunktide arv suurim perioodi alguses (1995–1996), kui põhjavee seiret tehti ligi 30 kaevus. Aastatel 2013–2016 on seiret tehtud 16–19 seirepunktis.



Joonis 4. Sügavaimate kaevude (1d kaevud, sügavus üle 40 m) arv aastatel 1995–2016 piirkondade kaupa

NTA pinnavee seirejaamade asukohad on samuti esitatud joonisel 3 ning seirejaamade hulk aastate kaupa on esitatud joonisel 5. Uurimisperioodi alguses (1992–2001) oli pinnavee seirejaamasid 6–7. Alates 2002 aastast on NTA pinnaveeseires olnud püsivalt kümme seirejaama.



Joonis 5. NTA pinnavee seirejaamade ning nendest toimunud mõõtmiste arv aastas perioodil 1992–2016

Tabelis 1 on ülevaatlilikult esitatud aastatel 2007–2016 NTA-lt võetud põhjaveeproovide arv, millest määrati glüfosaadi või selle derivaadi AMPA sisaldust. Eraldi on väljatoodud piirväärtuse (0,1 µg/l; Keskkonnaministri määrus 29.12.2009 nr 75) ületanud proovide hulk. Kõige rohkem leiti põhjavee proovidest glüfosaadi ja AMPA sisaldust aastatel 2015 ja 2016. Lisaks on ühest põhjaveeproovist aastal 2012 leitud glüfosaadi piirväärtuse ületanud tulemus. Ülejäänutel aastatel ei ole ühestki võetud põhjaveeproovist leitud ei glüfosaadi ega AMPA määratavat sisaldust.

Tabel 1. NTA põhjavee seirepunktidest võetud proovide arv aastatel 2007–2016, millest on määratud pestitsiidi sisaldust. Eraldi on esitatud proovide arv, millest määrati glüfosaadi ja AMPA sisaldus

Aasta	Proovide arv	Glüfosaadi proovide koguarv	AMPA proovide koguarv	Glüfosaadi sisaldusega proovide arv	Glüfosaadi piirväärtuse ületanud proovide arv	AMPA sisaldusega proovide arv	AMPA piirväärtuse ületanud proovide arv
2007	21	0	20	0	0	0	0
2008	10	0	0	0	0	0	0
2009	12	12	12	0	0	0	0
2010	13	13	13	0	0	0	0
2011	12	12	12	0	0	0	0
2012	37	37	37	1	1	0	0
2013	38	0	38	Ei määratud	Ei määratud	0	0
2014	52	6	52	0	0	0	0
2015	32	12	31	0	0	6	3
2016	38	38	38	2	1	7	4

Pinnavee seirejaamadest võetud veeproovidest on alatest 2015. aastast samuti määratud glüfosaadi sisaldust. Kokku mõõdetakse NTA-I glüfosaadi sisaldust kümnest seirejaamast neljas. 2015. aastal ei leitud ühestki seirejaamast võetud veeproovist ei glüfosaadi ega AMPA sisaldust. Aastal 2016 tuvastati glüfosaati kokku kolmes seirejaamast ja AMPA-t kahes seirejaamast võetud veeproovist, millest üks ületas ka kehtestatud piirväärtuse (tabel 2).

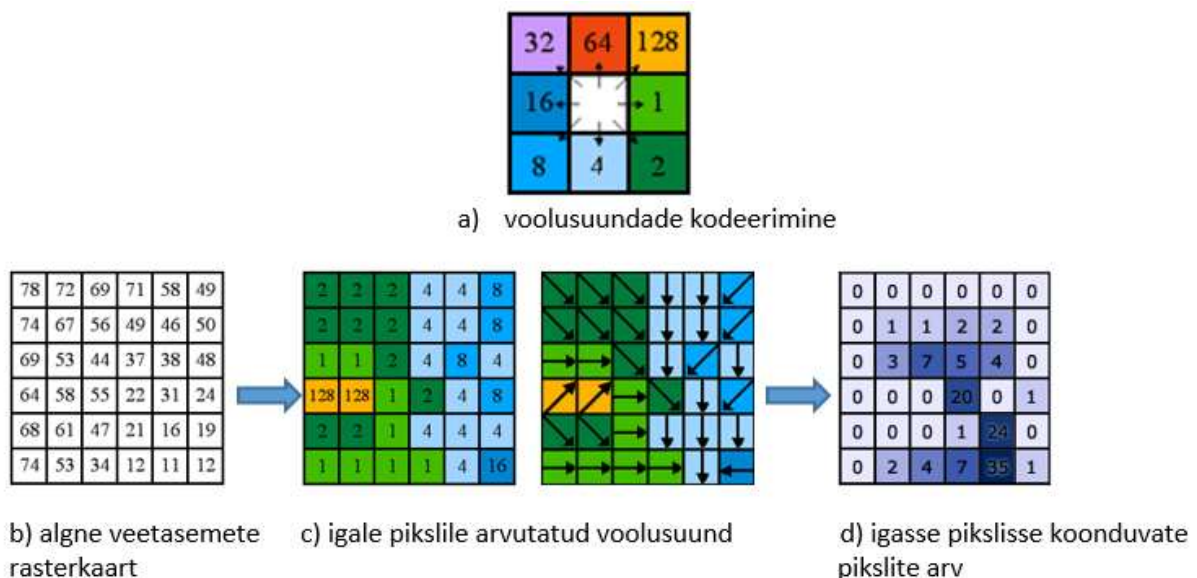
Tabel 2. NTA seirejaamade pinnaveest kogutud proovide arv aastatel 2015–2016, millest analüüsiti glüfosaadi sisaldust. Eraldi on väljatoodud proovide arv, milles määrati glüfosaadi ja AMPA sisaldus

Aasta	Mõõdetud proovide arv	Glüfosaadi proovide koguarv	AMPA proovide koguarv	Glüfosaadi sisaldusega proovide arv	Glüfosaadi piirväärtuse ületanud proovide arv	AMPA sisaldusega proovide arv	AMPA piirväärtuse ületanud proovide arv
2015	53	3	3	0	0	0	0
2016	62	19	19	3	0	2	1

PÕHJAVEE SEIREPUNKTIDE TOITEALADE MÄÄRAMINE

Analüüsis kasutatud põhjavee seirepunktidele määrati nende ülesvoolu jääv ala, millelt kogunenud vesi läbib seirepunkti (edaspidi toiteala). Selle abil on võimalik kindlaks teha, kas ja kui palju on toitealal potentsiaalseid reostusallikaid, millest lähtuv reostus (näiteks tööstustegevus, reoveepuhastusjaamad, jäätmekäitluskohad jm) võib seirepunkti põhjavette jõuda.

Alusandmestikuna kasutati Maa-ameti 1:50 000 geoloogilisest baaskaardist pärinevaid veetaseme samakõrgusjooni e. hüdroisohüpsid (Geoloogiline baaskaart). Välja valiti Siluri-Ordoviitsiumi kui NTA-I kõige maapinnalähedasema veekompleksi hüdroisohüpsid, sest need on kaardistatud detailselt viiemeetrise intervalliga. Samakõrgusjoontest interpoleeriti 500*500 m piksli suurusega veetasemete rasterkaart. Igale pikslile arvutati seeläbi „suund“. See näitab voolusuunda, mida järgiks vesi looduslikult voolates (vt skeemi joonis 6). Vee liikumine toimub raskusjõu mõjul madalaima veetaseme suunas (suurima maapinna languse suunas). Seetõttu kodeeritakse voolusuund piksli kohta sõltuvalt sellest, millisesse naaberpikslisse kaheksast võimalikust vool suundub (joonisel 6 punkt a).



Joonis 6. Voolusuundade määratlemine ja koonduvate pikslite leidmine

Leitud voolusuundade rasterkaardist (joonisel 6 punkt b) on võimalik vooluakumulatsioonialgoritmi (Tarboton et al., 1991) abil leida igast pikslist ülesvoolu jäävad ning sellesse koonduvad pikslid (joonisel 6 punkt d), st. selle uuringu raames seirepunktide

toitealad. Töös kasutati ArcGIS tarkvara hüdroloogilise modellerimise lisapaketti ArcHydro (Maidment, 2002), kus on olemas vajalikud tööriistad voolusuundade ning ülesvoolu jääva toiteala arvutamiseks (lisa 1).

Tegemist on lihtsustatud lähenemisega, kus ei ole näiteks arvestatud puurkaevudest väljapumpamise tulemusena tekkiva depressioonilehtri mõju, millega kaasneb vee liikumine kaevu poole kõikidest suundadest. Samas on see oluliselt täpsem lahendus kui kasutada seirepunktide ümber konstantse raadiusega (näiteks 2 või 5 km) puhveralasid, mida samuti uurimistöö algaasis kasutati. Hetkel on digitaliseeritud ja kättesaadav geoloogiline baaskaart olemas ainult Põhja-Eesti kohta. See katab ainult NTA Pandivere piirkonna. Seetõttu ei olnud võimalik määrata toitealasid Adavere piirkonna seirepunktidele ja sellest tulenevalt määrati toitealad kokku 112-st seirepunktist 64-le. Toitealade paiknemise kaart on esitatud lisa 1.

Pinnavee seirejaamade valgalad saadi Keskkonnaagentuuri Hüdroloogiaosakonnast. Nende määramiseks on alusandmestikuna kasutatud Maa-ameti kümnemeetrise pikslisuurusega kõrgusmudelit. Jõgede valgalade paiknemise kaart on esitatud lisa 2.

STATISTILINE ANALÜÜS

Uuritavate tunnustena kasutati aastatel 1992/1993–2016 määratud aasta keskmist ja maksimaalset nitraatiooni sisaldust põhja- või pinnavees. Uuringuks kasutati korrelatsioonanalüüsi (lineaarsete seoste uurimiseks) ja/või üldisi aditiivseid (sega)mudeleid. Selliseid mudeleid kasutatakse kui uuritava ja seletava tunnuse vahel võib eeldada mittelineaarset seost. Vajadusel lisati mudelitesse korduvmõõtmiste olemasolu, sest paljudes seirepunktides või -jaamades on mõõdetud nitraatiooni sisaldust korduvalt ning seetõttu ei ole korrektne neid käsitleda sõltumatute vaatlustena.

Lisaks arvestati vajadusel mudelites iga seirejaama enda eripära, sest kõik mõõtmised pole teineteisest täiesti sõltumatud, vaid võivad sõltuda omakorda seirejaamast (*random effect* ehk seirejaama omapära, st. mõnes seirejaamas võivad püsivalt tulenevalt näiteks looduslikest tingimustest olla kõrgemad nitraatiooni väärtused, teises omakorda madalamad väärtused).

Statistiliseks analüüsiks kasutati vabavaralist statistikaprogrammi R (R Development Core Team, 2017) ning sellest paketti „mgcv“ (Wood, 2017), mis on mõeldud mittelineaarsete seoste uurimiseks.

Lisaks mõõdetava tunnuse keskmisele, kasutati tulemuste kirjeldamisel ka standardhälvet ja usaldusintervalli. Standardhälve on ruutjuur hajuvusest. Mõõdetava suuruse standardhälbe ühikuks on mõõdetava suuruse enda ühik. Standardhälve iseloomustab mõõdetava tunnuse hajuvust keskmise ümber. Standardhälbe saab, kui leida kõigi mõõdetavate tunnuse väärtuste erinevus üldisest keskmisest ning arvutada nende erinevuste keskmine. Seega näitab standardhälve tüüpilist erinevust üldisest keskmisest. Kui standardhälve on suur, siis võib arvata, et mõõdetava tunnuse väärtused on enamasti üldisest keskmisest kaugel. Kui standardhälve on väike, siis on mõõdetava tunnuse väärtused üldise keskmise lähedal.

Usaldusintervalli puhul 95% juhtudest (juhusliku valimi korral) jääb tegelik keskväärus sellesse vahemikku.

PÕHJAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS NTA SEIREPUNKTIDES PIIRKONDADE, AASTATE JA SEIREPUNKTIDE SÜGAVUSTE KAUPA

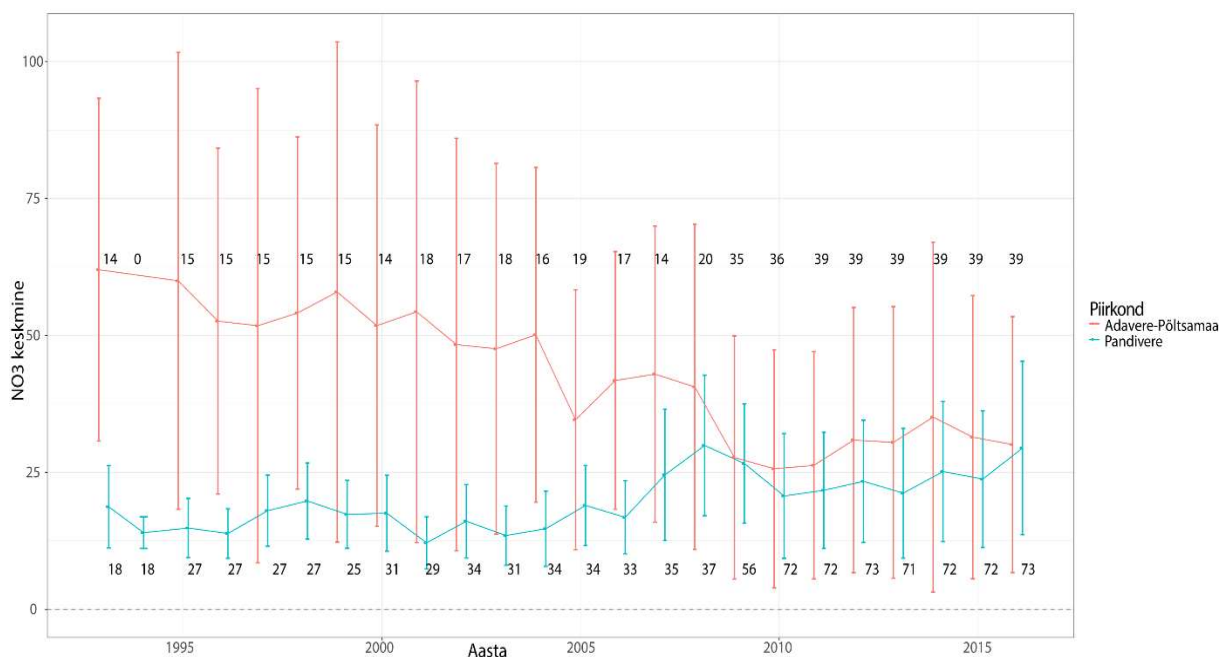
NTA põhjavee nitraatiooni sisalduse aegridade analüüsimisel kasutati riiklikku keskkonnaseire nitraaditundliku ala põhjaveeseire andmeid aastatest 1993–2016.

PÕHJAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS NTA SEIREPUNKTIDES PIIRKONDADE KAUPA

NTA on jagatud kaheks suuremaks piirkonnaks: Pandivere ja Adavere-Põltsamaa (joonis 1). Seirepunkte saab nitraadidirektiivi Lisa 7.2 alusel jaotada sügavuste kaupa: allikad ja karst (tähistus 0) ning kaevud, mis omakorda jaotatakse kolme sügavusklassi: madalad kaevud 5–15 m (tähistus 1a), keskmise sügavusega kaevud 15–30 m (tähistus 1b), sügavad kaevud üle 30 m (tähistus 1c) ja väga sügavad kaevud 40–60 m (tähistus 1d).

Põhjavee nitraatiooni keskmised sisaldused on NTA-I perioodil 1993–2016 ulatuslikult muutunud ja piirkondade kaupa on võimalik eristada erinevad trende. Adavere-Põltsamaa piirkonnas oli põhjavee nitraatiooni sisaldus kõige suurem 1990ndate aastate alguses (keskmised väärtused alati üle 50 mg/l). Hilisemal ajal on põhjavee keskmine nitraatiooni sisaldus selles piirkonnas valdavalt langenud, olles madalaim majandussurutise perioodil (2009–2011, keskmiselt 25 mg/l). Alates 2012. aastast on põhjavee nitraatiooni keskmine sisaldus selles piirkonnas taas pisut suurenenud (keskmiselt üle 35 mg/l; joonis 7). Peab rõhutama, et ehkki põhjavee nitraatiooni keskmine sisaldus on võrreldes 90ndate aastatega Adavere-Põltsamaa piirkonnas langenud, esineb siiski mitmeid seirepunkte, kus sisaldus on endiselt kõrgem kui kehtestatud piirväärtus (50 mg/l; Keskkonnaministri määrus 29.12.2009 nr 75).

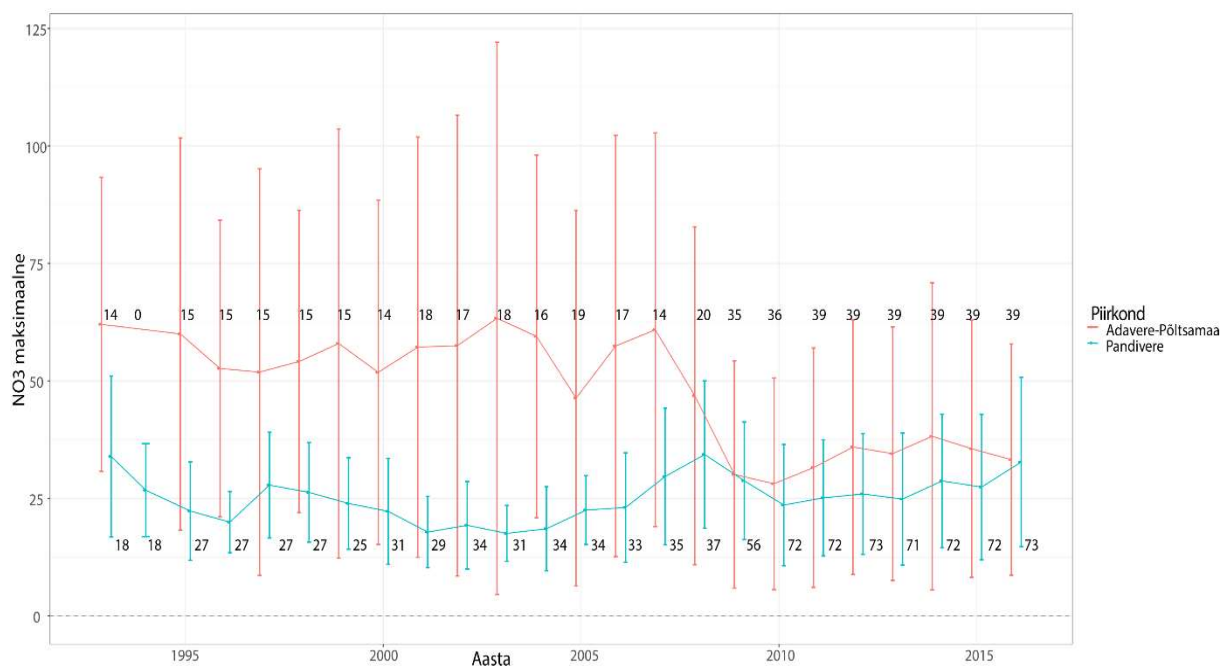
Pandivere piirkonnas püsis põhjavee nitraatiooni keskmine sisaldus kuni aastani 2006 madalal tasemel (keskmiselt ligikaudu 15 mg/l), kuid seejärel põhjavee nitraatiooni keskmine sisaldus suurenes. Majandussurutise ajal (perioodil 2008–2010) põhjavee nitraatiooni keskmine sisaldus langes veidi ja seejärel jällegi suurenes (keskmiselt ligikaudu 30 mg/l).



Joonis 7. NTA põhjavee aasta keskmine nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate ja piirkondade (Adavere-Põltsamaa, Pandivere) kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Numbrid graafikul näitavad põhjavee seirepunktide arvu vastaval aastal uuritud piirkondades

NTA piirkondade aasta maksimaalsed põhjavee nitraatiooni sisalduse väärtused on aastate kaupa üldjuhul sarnaselt muutunud kui keskmised väärtused (joonis 8). Adavere-Põltsamaa piirkonnas oli maksimaalne põhjavee nitraatiooni sisaldus kuni aastani 2007 alati üle 50 mg/l (erand aastal 2005). Seejärel on selles piirkonnas põhjavee maksimaalne nitraatiooni sisaldus selgelt langenud.

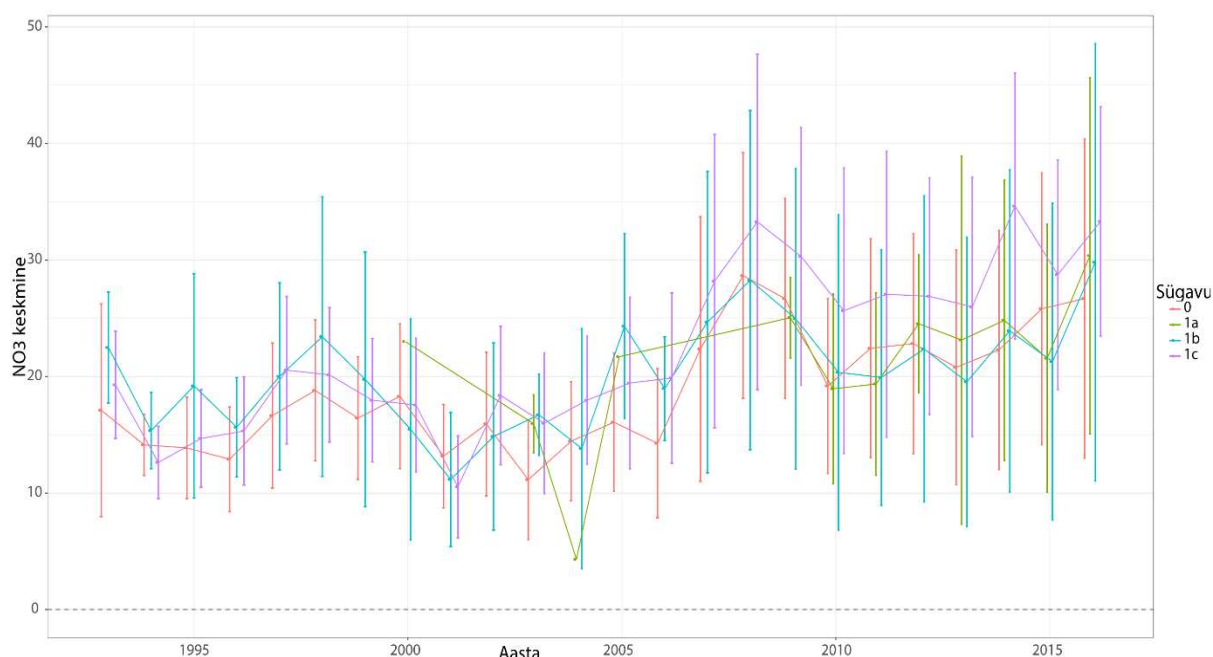
Pandivere piirkonnas uuritud perioodi alguses põhjavee maksimaalne nitraatiooni sisaldus varieerus. Kõrgem oli maksimaalne põhjavee nitraatiooni sisaldus 1990ndate aastate alguses (keskmiselt ligikaudu 33 mg/l) ning seejärel on ilma selge trendita muutunud olles 2016. aastal perioodi alguse (1993) tasemel.



Joonis 8. NTA põhjavee aasta maksimaalne nitraatiooni sisaldus (mg/l) NTA-l aastate ja piirkondade (Adavere-Põltsamaa, Pandivere) kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta maksimaalset nitraatiooni sisalduse (mg/l) väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Numbrid graafikul näitavad põhjavee seirepunktide arvu vastaval aastal uuritud piirkondades

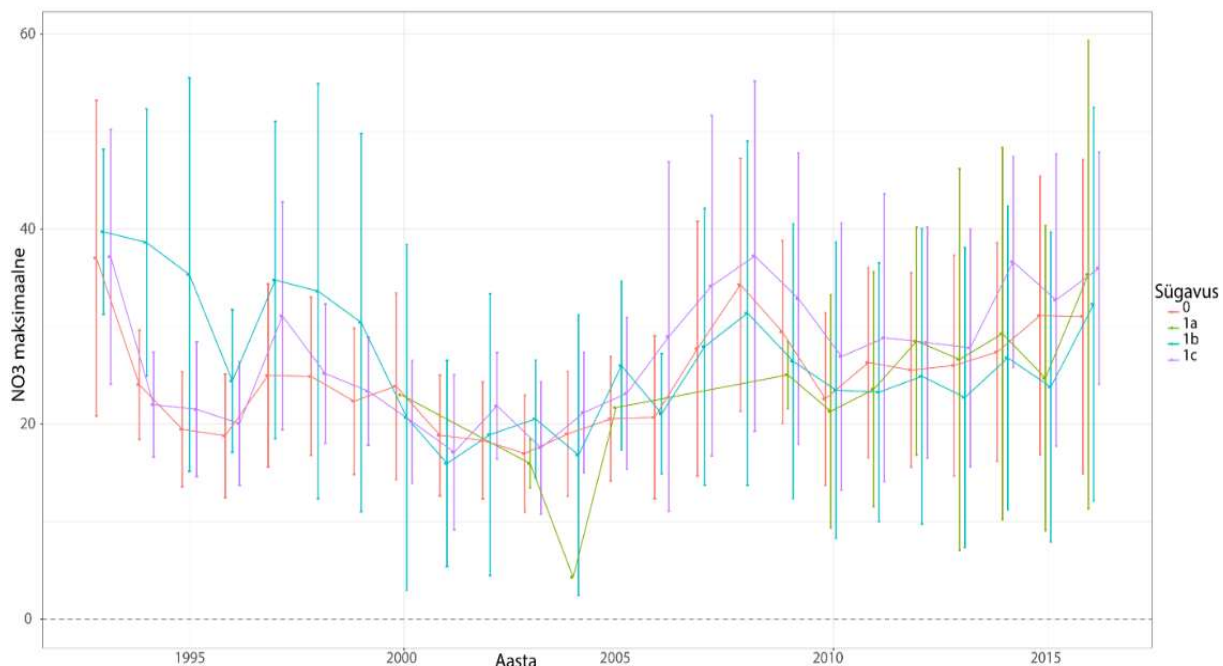
PÕHJAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS NTA SEIREPUNKTIDES SÜGAVUSTE KAUPA

Perioodil 1993–2016 on NTA põhjavee aasta keskmine ja maksimaalne nitraatiooni sisaldus märkimisväärselt muutunud ka seirepunktide sügavuste lõikes (joonised 9–12). Uuritud perioodi alguses oli Pandivere piirkonna 1b kaevudes põhjavesi kõige kõrgema keskmise nitraatiooni sisaldusega (joonis 9). Aastast 2006 on Pandivere piirkonnas põhjavee keskmine nitraatiooni sisaldus olnud seevastu kõige kõrgem 1c kaevudes. Sellest aastast on märgatav taas ka keskmise nitraatiooni taseme tõus ja seda kõikides uuritud põhjaveekihtides.



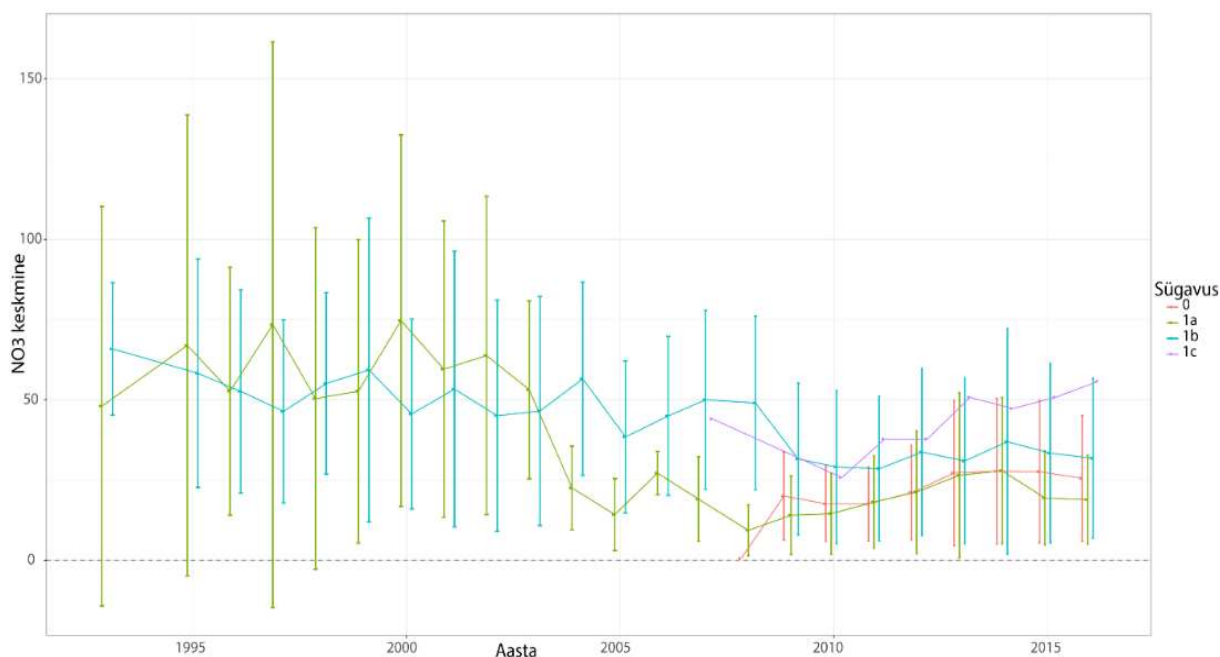
Joonis 9. NTA Pandivere piirkonna põhjavee aasta keskmised nitraatiooni sisalduse (mg/l) väärtused aastate ja seirepunktide sügavuste kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Seirepunktid on eristatud nende sügavuste järgi: allikad ja karst (tähistus 0), kaevud kolmes sügavusklassis: madalad kaevud 5–15 m (tähistus 1a), keskmise sügavusega kaevud 15–30 m (tähistus 1b) ja sügavad kaevud üle 30 m (tähistus 1c)

NTA Pandivere piirkonna põhjavee maksimaalne nitraatiooni väärtus on olnud kõrgeim uurimisperioodi alguses, seejärel langenud ning uuesti suurenenud alates 2006. aastast (joonis 10). Perioodi alguses mõõdeti kõrgeimad põhjavee maksimaalsed nitraatiooni väärtused 1b kaevudes, kuid alates 2006. aastast on kõrgeimad põhjavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse väärtused mõõdetud 1c kaevudest.

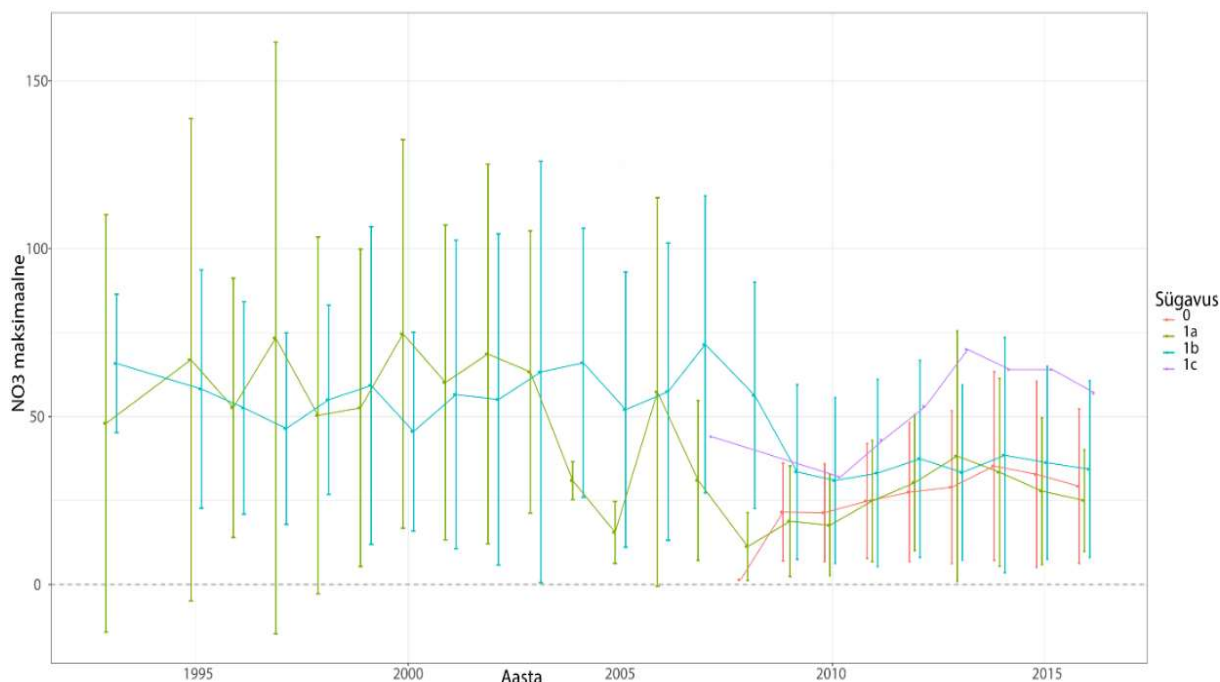


Joonis 10. NTA Pandivere piirkonna põhjavee aasta maksimaalne nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate ja seirepunktide sügavuste kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta põhjavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Seirepunktid on eristatud nende sügavuste järgi: allikad ja karst (tähistus 0), kaevud kolmes sügavusklassis: madalad kaevud 5–15 m (tähistus 1a), keskmise sügavusega kaevud 15–30 m (tähistus 1b) ja sügavad kaevud üle 30 m (tähistus 1c)

Adavere-Põltsamaa piirkonnas hakati allikatest ja 1c kaevudest põhjavee nitraatiooni sisalduse määramiseks veeproove võtma alles aastatel 2007–2008 ja seetõttu pole piirkonna aegrida võrreldav Pandivere piirkonnaga. Perioodi alguses on 1a ja 1b kaevude põhjavee keskmine ja ka maksimaalne nitraatiooni sisaldus olnud Adavere-Põltsamaa piirkonnas sarnasel tasemel (joonised 11 ja 12). Sarnaselt Pandivere piirkonnale on alates 2011. aastast kõrgeimad keskmised ja ka maksimaalsed nitraatiooni sisaldused leitud 1c kaevude veest.



Joonis 11. NTA Adavere-Põltsamaa piirkonna põhjavee keskmine nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate ja seirepunktide sügavuste kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta nitraatiooni sisalduse keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Seirepunktid on eristatud nende sügavuste järgi: allikad ja karst (tähistus 0), kaevud kolmes sügavusklassis: madalad kaevud 5–15 m (tähistus 1a), keskmise sügavusega kaevud 15–30 m (tähistus 1b) ja sügavad kaevud üle 30 m (tähistus 1c)



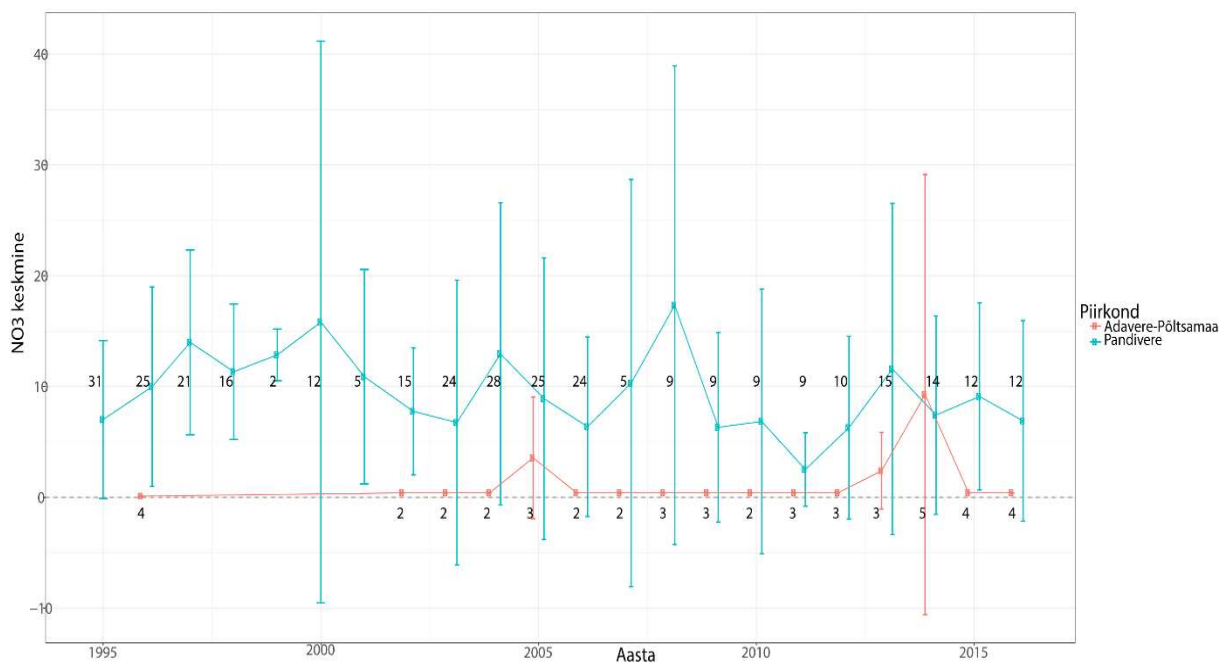
Joonis 12. NTA Adavere-Põltsamaa piirkonna põhjavee aasta maksimaalne nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate ja seirepunktide sügavuste kaupa perioodil 1993–2016. Punktid esindavad vastava aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Seirepunktid on eristatud nende sügavuste järgi: allikad ja karst (tähistus 0), kaevud kolmes sügavusklassis: madalad kaevud 5–15 m (tähistus 1a), keskmise sügavusega kaevud 15–30 m (tähistus 1b) ja sügavad kaevud üle 30 m (tähistus 1c)

NTA PÕHJAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS SÜGAVAMATES (1D) KAEVUDES

Lisaks NTA põhjavee seirepunktidele kasutasime aegride analüüsiks ka sügavamate kaevude (1d kaevud, sügavus 40–60 m) andmestikku. Sügavamate kaevude andmestik pärineb riikliku keskkonnaseire põhjaveekogumite seirest aastatest 1995–2016.

Kui NTA põhjavee seirepunktidest võetud veeproovide andmetel on põhjavee nitraatiooni sisaldus muutunud oluliselt viimase 25 aasta jooksul allikates, karstides ja madalamates kaevudes (0 tüüp ja 1a–1c kaevud), siis sügavamate 1d kaevudes on nitraatiooni sisaldus olnud valdavalt stabiilne. NTA Pandivere piirkonnast on riikliku keskkonnaseire raames kogutud aegrida põhjavee nitraatiooni sisalduse kohta pikem. Seire andmetel on põhjavee nitraatiooni sisaldus uuritud perioodil küll veidi kõikunud, see kõikumine on üldjuhul 10 mg/l piires ning keskmised väärtused pole ühelgi juhul ületanud piirväärtust (50 mg/l; joonis 13).

NTA Adavere-Põltsamaa piirkonnas on 1d kaevude nitraatiooni sisalduse määramisi teostatud küll lühemal ajaperioodil (2002–2016), kuid nende tulemuste järgi on põhjavee nitraatiooni sisaldus selles piirkonnas veelgi madalam (kuni 10 mg/l; joonis 13).

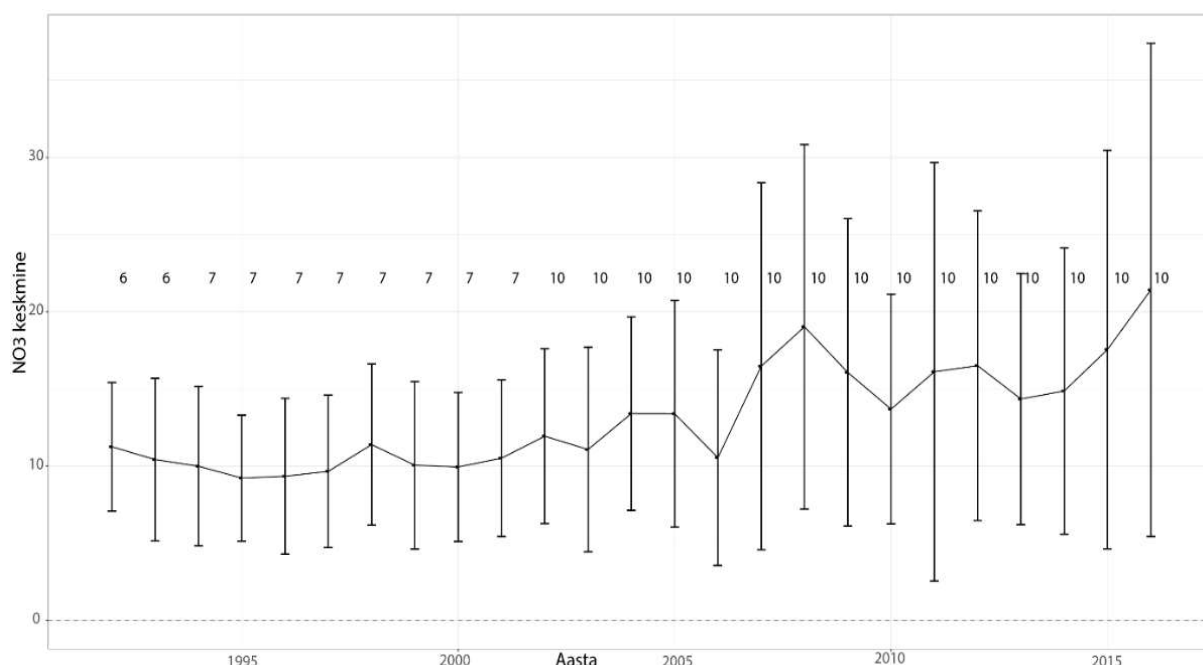


Joonis 13. NTA põhjavee keskmine määratud nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastatel 1995–2016 piirkondade kaupa 1d kaevude vees. Punktid esindavad vastava aasta nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Numbrid graafikul näitavad põhjavee seirepunktide arvu vastaval aastal uuritud piirkondades

PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS NTA PINNAVEE SEIREJAAMADEST VÕETUD VEEPROOVIDE ALUSEL

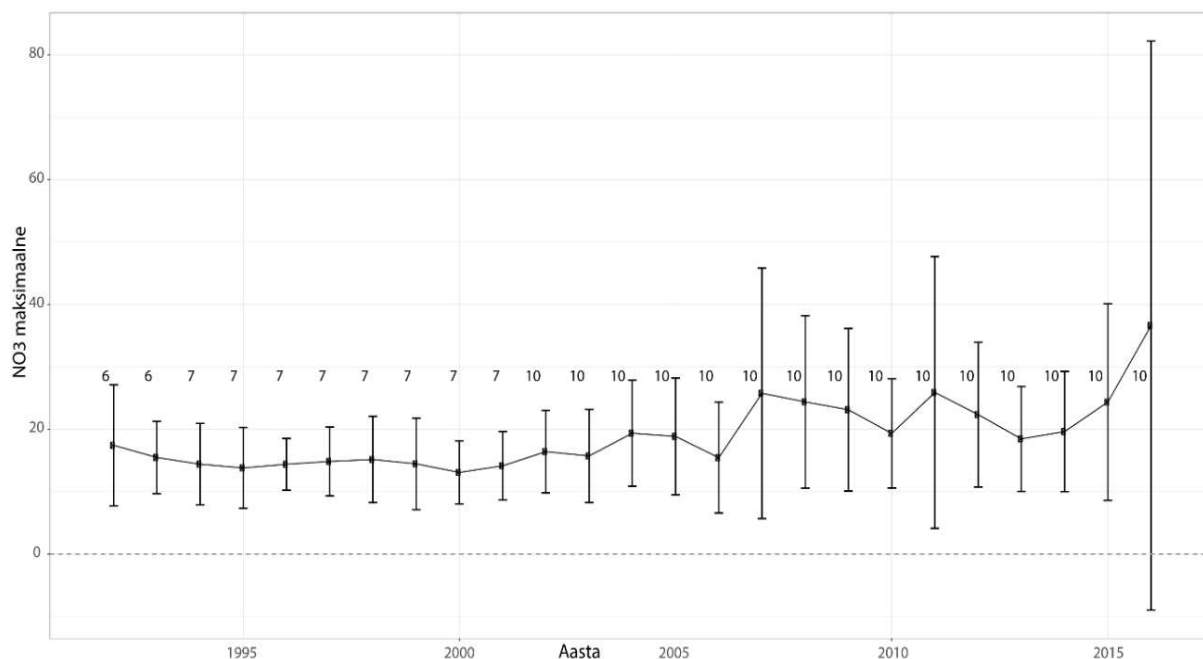
NTA pinnavee nitraatiooni sisalduse aegridade kirjeldamisel kasutati riiklikku keskkonnaseire raames teostatava jõgede hüdrokeemilise seire andmeid aastatest 1992–2016.

NTA pinnavee keskmine nitraatiooni sisaldus seirejaamadest võetud veeproovide alusel püsis perioodil 1992–2006 stabiilsena (joonis 14). Aastatel 2007–2008 on märgata pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse tõusu. Seejärel on pinnavee keskmine nitraatiooni sisaldus veidi langenud, olles vahepeal stabiilne ning taas suurenenud alates 2014. aastast. Kõrgeimad pinnavee keskmised nitraatiooni sisaldused on määratud seirejaamadest 2016. aastal võetud veeproovidest.



Joonis 14. NTA pinnavee aasta keskmine nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate kaupa perioodil 1992–2016. Punktid esindavad vastava aasta nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Numbrid graafikul näitavad pinnavee seirejaamade arvu vastaval aastal

NTA pinnavee maksimaalne nitraatiooni sisaldus püsis perioodil 1992–2006 stabiilsena (joonis 15). Alates 2007. aastast on märgata pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse tõusu. Määratud pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse väärtus on olnud ka perioodil 2007–2016 küllaltki stabiilne, kuid olles ikkagi kõrgem kui varasemal perioodil (1992–2006). 2016. aastal on taas pinnavee maksimaalne nitraatiooni sisaldus suurenenud.



Joonis 15. NTA pinnavee aasta maksimaalne nitraatiooni sisaldus (mg/l) aastate kaupa perioodil 1992–2016. Punktid esindavad vastava aasta pinnavee maksimaalset nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve). Numbrid graafikul näitavad pinnavee seirejaamade arvu vastaval aastal

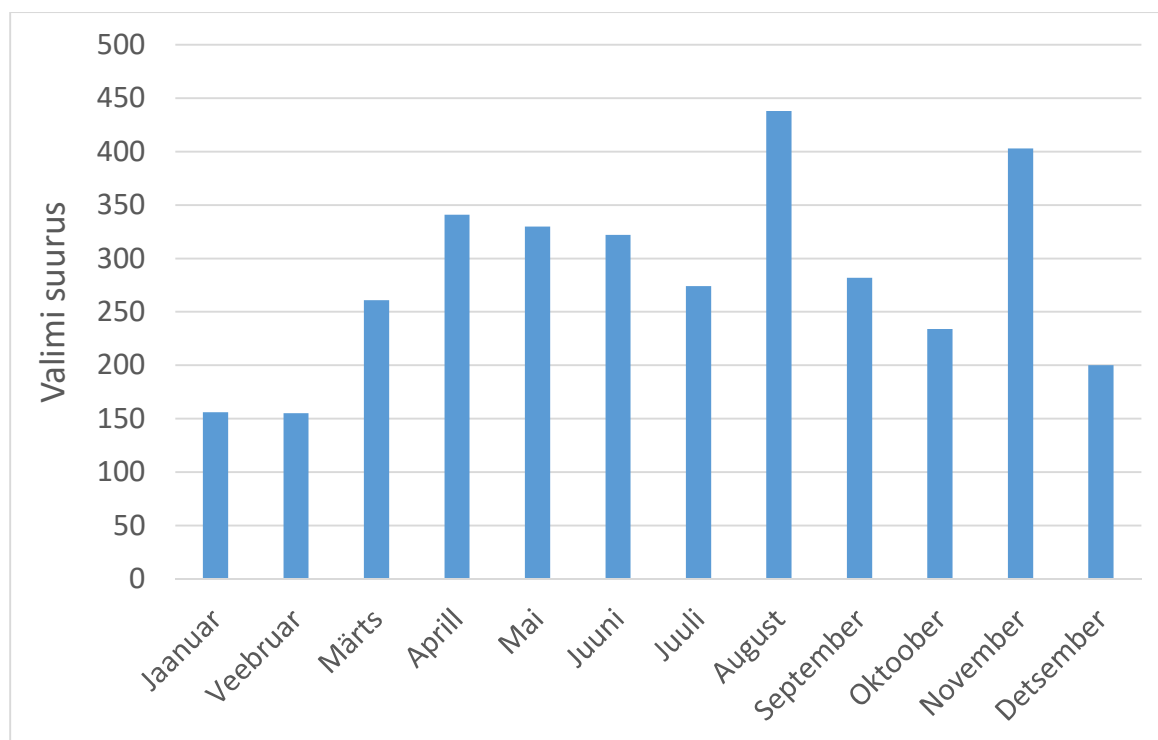
PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE MUUTUS KALENDRIKUUDE LÕIKES

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse muutust uurides selgitati välja, kas kevadkuudel ja sügisel võivad lume sulamisvee ja suuremate sademete hulga tõttu esineda kõrgemad nitraatiooni väärtused põhja- ja pinnavees kui suvisel või talvisel perioodil. Eelneva väljaselgitamiseks uuriti vee nitraatiooni sisalduse muutust kalendrikuude (edaspidi kuude) lõikes nii põhjavee seirepunktides kui ka pinnavee seirejaamades.

PÕHJAVESI

Metoodika

Analüüsi kaasati ainult allikatest ja kõige madalamate kaevude (1a tüüp) veeproovidest määratud põhjavee nitraatiooni sisaldus kõikides seirepunktides vastaval kalendrikuul. Valimi suurused kalendrikuude kaupa on esitatud joonisel 16.

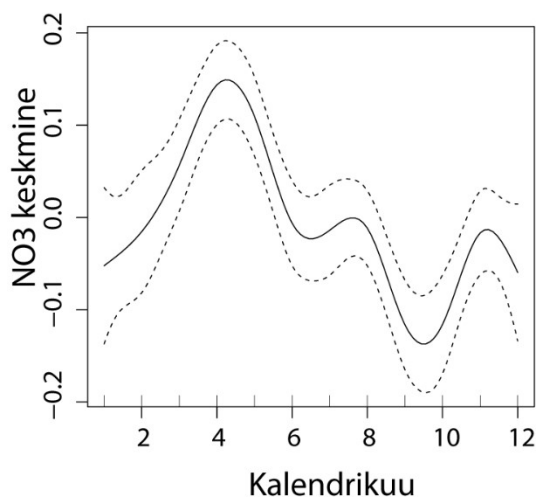


Joonis 16. NTA seirepunktidest (allikad ja 1a kaevud) võetud põhjaveeproovide valim kalendrikuude lõikes aastatel 1993–2016

Analüüsis kasutati üldistatud aditiivset segamudelit. Mudeli valikul eeldati, et vee nitraatiooni sisalduse muutus kuude lõikes ei pruugi olla lineaarne. Uuritavaks tunnuseks oli seirepunkti vee nitraatiooni sisaldus vastaval kuul. Seletavaks tunnuseks oli kalendrikuu. Lisaks arvestati mudelis iga seirepunkti enda eripära. Veeproovide analüüsitulemused pole teineteisest täiesti sõltumatud, vaid võivad sõltuda omakorda seirepunkti omapärast (*random effect*, sh seirepunkti tüüp: allikas või 1a kaev, lisaks võivad mõnes seirepunktis püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni sisalduse väärtused, teises omakorda madalamad väärtused).

Tulemused

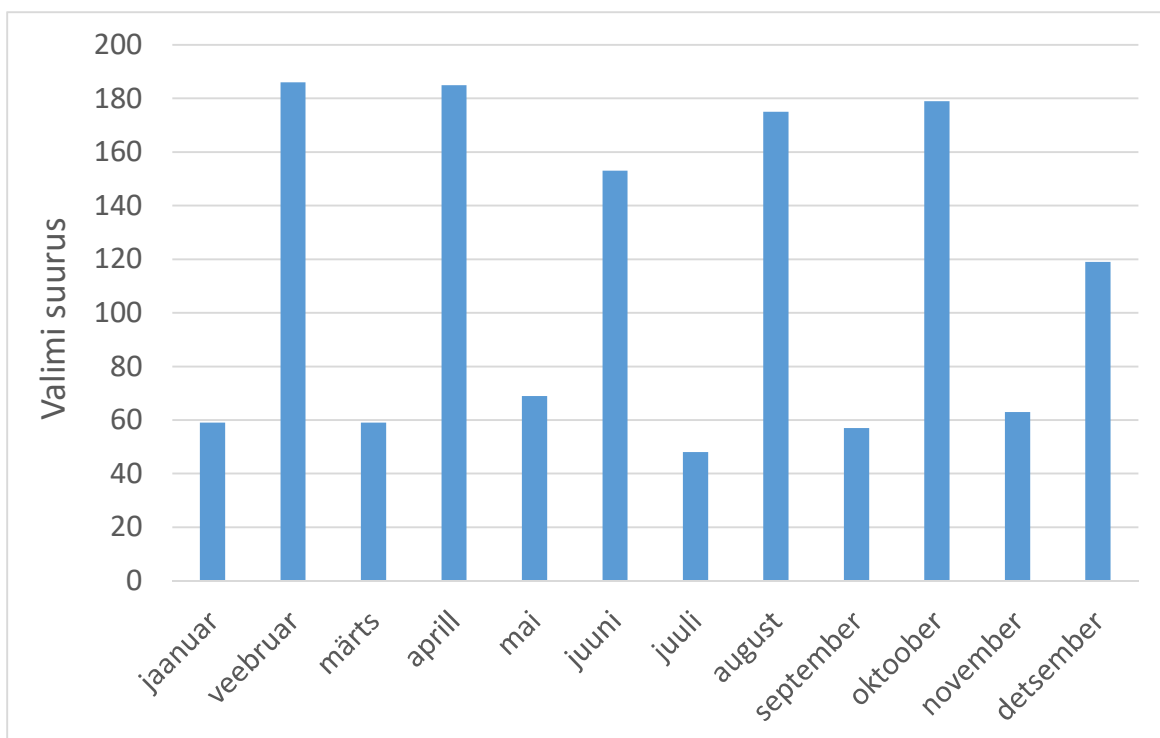
Kuude lõikes muutus põhjavee nitraatiooni sisaldus oluliselt ning tegemist oli statistiliselt usaldusväärse tulemusega (F-statistik 10,4, $p < 0,001$, joonis 17). Aasta esimestel kuudel (jaanuar, veebruar) oli keskmine põhjavee nitraatiooni sisaldus madal ning kõrgeimad sisaldused leiti veeproovidest kevadel (aprillis, mais). Perioodil juunist oktoobrini langesid põhjavee nitraatiooni sisalduse väärtused, olles madalaimad septembris-oktoobris. Seejärel põhjavee nitraatiooni sisalduse väärtused veidi suurenesid (novembris) ning langesid detsembris sarnasele tasemele jaanuariga. Seega võib järeldada, et nitraatioon leostub NTA-l põhjavette peamiselt kevadeti (märts, aprill).



Joonis 17. NTA põhjavee nitraatiooni sisaldus (mg/l) kuude lõikes aastatel 1993–2016. Pidevjoon näitab põhjavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmist vastaval kuul üldistatud aditiivse segamudeli põhjal, mis on omakorda keskmistatud 0-tasemele. Katkendjoon tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub põhjavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmine vastaval kuul arvutatud vahemikus

Metoodika

Veeproovides määratud pinnavee nitraatiooni sisalduse muutust analüüsiti kuude lõikes igas seirejaamas. Joonisel 18 on esitatud nitraatiooni sisalduse määramiseks võetud pinnaveeproovide valimi suurused kuude kaupa. Jooniselt selgub, et proovide võtmise hulk erines kuude lõikes. Siseveekogude põhiseiret teostatakse kuuel korral aastas (veebruaris, aprillis, juunis, augustis, oktoobris ja detsembris). Vahepealsetel kuudel kogutakse vajadusel lisaproove.

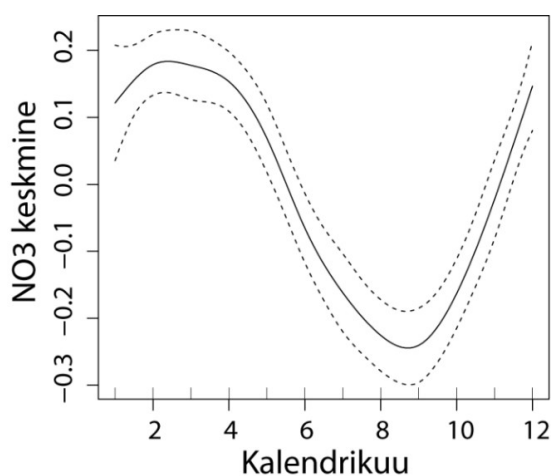


Joonis 18. NTA seirejaamadest võetud pinnaveeproovide valim aastatel 1992–2016 kalendrikuude lõikes

Analüüsil kasutati üldistatud aditiivset segamudelit. Selline mudel valiti eeldusel, et pinnavee nitraatiooni sisalduse muutus kuude lõikes ei pruugi olla lineaarne. Uuritavaks tunnuseks oli seirejaamast võetud pinnaveeproovi nitraatiooni sisalduse väärtus vastaval kuul. Seletavaks tunnuseks oli kalendrikuu. Lisaks arvestati mudelis iga seirejaama enda eripära. Veeproovide analüüsitulemused pole teineteisest täiesti sõltumatud, vaid võivad sõltuda omakorda seirejaama omapärast (*random effect*, st. mõnes seirejaamas võivad püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni sisalduse väärtused, teises omakorda madalamad väärtused).

Tulemused

Joonisel 19 on esitatud pinnavee nitraatiooni sisalduse muutus modelleerituna kuude lõikes. Kuude lõikes toimunud muutus oli statistiliselt usaldusväärne (F-statistik 32,3, $p < 0,001$). Pinnavee nitraatiooni väärtused on olnud kõrgemad aasta esimeses pooles jaanuarist-maini ning novembris-detsembris. Madalaimad tulemused on mõõdetud juulist-oktoobrini. Tulemused korreleeruvad suurema veehulgaga ehk kõrgemad pinnavee nitraatiooni sisalduse väärtused on mõõdetud kevadel, mil toimub lume sulamine ja esineb rohkem sademeid. Lisaks on kõrgemad pinnavee nitraatiooni sisalduse väärtused mõõdetud sügiseti kui samuti esineb rohkem sademeid.



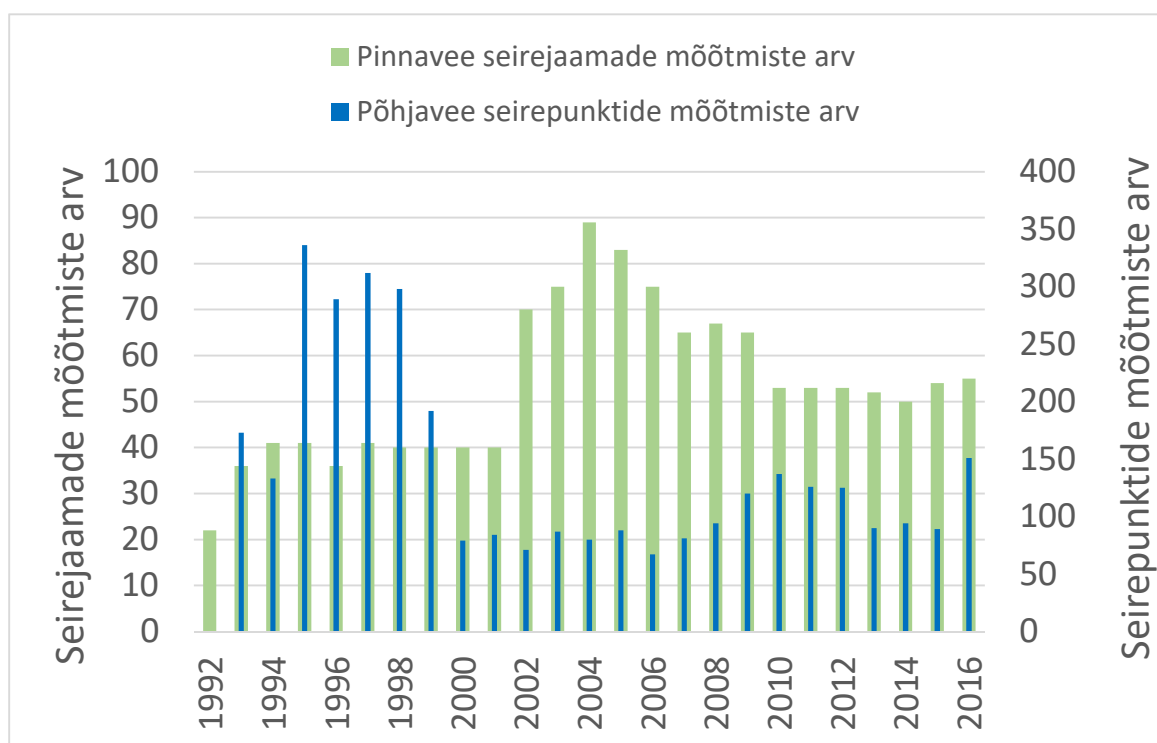
Joonis 19. NTA pinnavee nitraatiooni sisaldus (mg/l) kuude lõikes aastatel 1992–2016. Pidevjoon näitab pinnavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmist vastaval kuul üldistatud aditiivse segamudeli põhjal, mis on omakorda keskmistatud 0-tasemele. Katkendjoon tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub pinnavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmine vastaval kuul arvutatud vahemikus

NTA PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE SEOS SADEMETE HULGAGA

NTA põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja sademete seoseid uurides sooviti välja selgitada, kas sademeterikkamatel aastatel on vee nitraatiooni sisaldus suurem kui sademetevaesematel aastatel.

Metoodika

Analüüsil kasutati ainult allikate ja kõige madalamat tüüpi kaevude (tüüp 1a, sügavus 5–15 m) veeproovides määratud vee nitraatiooni keskmisi väärtusi aastate kaupa ning sademete summasid vastavatel aastatel. Vee nitraatiooni määramiste valimi suurused aastate kaupa on esitatud joonisel 20.

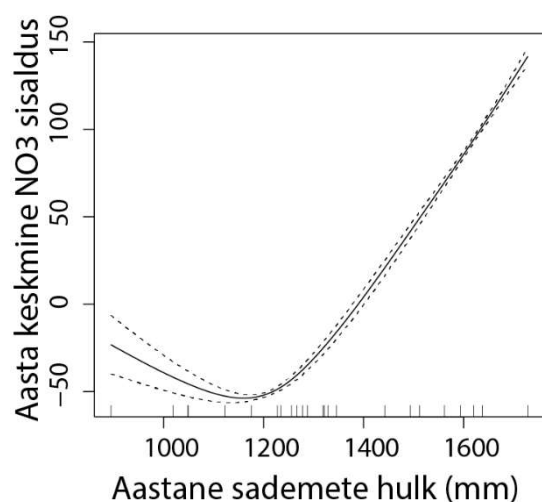


Joonis 20. NTA seirepunktide põhjavee- ja pinnaveeproovide valimite suurused aastatel 1992–2016

Analüüsil kasutati korrelatsioonanalüüsi ja üldistatud aditiivseid mudeleid. Mudeli valikul eeldati, et vee nitraatiooni sisalduse ja sademete hulga (vastava aasta Pajusi ja Väike-Maarja ilmajaamade sademete hulga kogusumma) muutus aastate lõikes ei pruugi olla lineaarne. Uuritavaks tunnuseks oli veeproovis määratud nitraatiooni sisalduse väärtus vastaval aastal. Seletavaks tunnuseks valiti sademete hulk vastaval aastal. Mudelis arvestati ka igal aastal vee nitraatiooni sisalduse määramiseks võetud veeproovide arvu ehk valimi suurust.

Tulemused

Korrelatsioonanalüüs ei näidanud statistilist usaldusväärset seost põhjavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse väärtuste ja aasta sademete hulga summa vahel (korrelatsioonikoefitsient $-0,05$; t-statistik $-0,25$; p-väärtus $0,81$). Seevastu samu andmeid modelleerides leiti, et põhjavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse väärtuse ja aasta sademete summa vahel on statistiliselt usaldusväärne mittelineaarne seos (F-statistik= $364,3$, $p < 0,001$; joonis 21). See tulemus näitab, et mida sajuvem aasta, seda kõrgemad põhjavee nitraatiooni sisalduse väärtused on NTA põhjaveeseire raames võetud veeproovidest leitud.

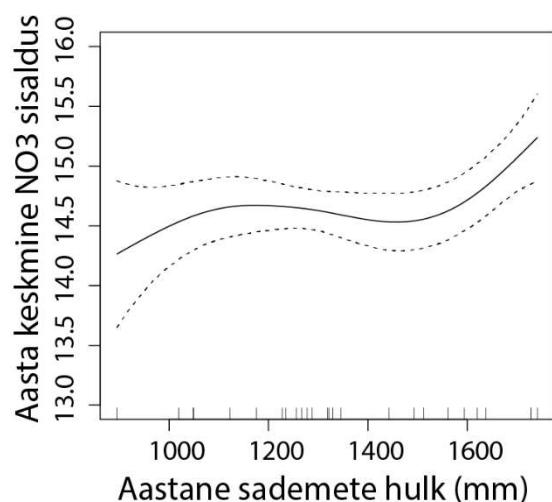


Joonis 21. NTA põhjavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja summaarse aastase sademete hulga (Pajusi ja Väike-Maarja ilmajaamade sademete hulga kogusumma, mm) seos aastatel 1993–2016. Pidevjoon näitab põhjavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmist seoses sademete hulgaga üldistatud aditiivse mudeli põhjal, mis on omakorda keskmistatud 0-tasemele. Katkendjoon tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub põhjavee nitraatiooni sisalduse (mg/l) silutud keskmine sellise sademete hulga juures arvutatud vahemikus

PINNAVESI

Tulemused

Korrelatsioonanalüüs pinnavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse ja aasta sademete summa vahel näitas statistilist usaldusväärset seost (korrelatsioonikoefitsient 0,4; t-statistik 2,1; p-väärtus 0,049). Samasugune tulemus saadi ka samade andmete modelleerimisel (F-statistik: 2,9; p=0,045; joonis 22). Seega tulemustest selgus, et mida rohkem on olnud sademeid vastaval aastal, seda suuremad on olnud ka pinnavee nitraatiooni väärtused.



Joonis 22. NTA pinnavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja summaarse aastase sademete hulga (Pajusi ja Väike-Maarja ilmajaamade sademete hulga kogusumma, mm) seos aastatel 1992–2016. Pidevjoon näitab pinnavee nitraatiooni sisalduse silutud keskmist seoses sademete hulgaga üldistatud aditiivse mudeli põhjal, mis on omakorda keskmistatud 0-tasemele. Katkendjoon tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub põhjavee nitraatiooni sisalduse (mg/l) silutud keskmine sellise sademete hulga juures arvutatud vahemikus

NTA-L TEEHOOLDUSES KASUTATAVA PESTITSIIDI VÕIMALIK MÕJU PIIRKONNA PÕHJAVEE KVALITEEDILE

Maantee servade hoolduses (edaspidi teehooldus) tõrjutakse umbrohu levikut nii mehaaniliselt kui ka glüfosaadipõhiste pestitsiididega. Mehaanilise tõrje korral niidetakse umbrohi niidukitega ligipääsetavatest kohtadest. Piirkondades, kuhu pole võimalik niidukiga juurde pääseda (teepiirded, teemärkide postide ümbrused) pritsitakse umbrohtu käsitsi glüfosaadipõhiste pestitsiididega (edaspidi pestitsiididega).

Maanteeameti info kohaselt hooldab vastavalt lepingule igas NTA-le jäävas maakonnas riigimaanteid erinev ettevõtte. Lääne-Virumaal hooldab teid AS Eesti Teed, Järvamaal AS TARISTON ja Jõgevamaal AS TREV-2 Grupp. Teehoolduse eesmärgiks on tagada sõiduteede nõutud seisunditasemed, mis on kehtestatud majandus- ja taristuministri määrusega (Majandus- ja taristuministri 14. juuli 2015. a määrus nr 92). Lepingute täitmise üle teevad järelevalvet Maanteeameti hooldeosakondade peaspetsialistid, kes kontrollivad hooldatud teeservade seisundit, mitte iga konkreetse töö teostamist (Maanteeamet).

Keskkonnaagentuurile teadaolevalt kasutasid kõik NTA-l teehooldusega tegelevad ettevõtted viimase viie aasta jooksul umbrohu tõrjeks glüfosaadipõhiseid pestitsiide. Seepärast keskenduti põhjavee seirepunktidest võetud proovidest mõõdetud pestitsiididest vaid glüfosaadi ja selle derivaadi AMPA määramistulemustele põhjavees. Aastatel 2012 ja 2015–2016 on NTA-l põhjavee seirepunktide veest leitud glüfosaadi ja AMPA jääke ning piirväärtuse ületanud koguseid. Seepärast hindasime teehooldusest tulenevat võimalikku mõju seirepunktide põhjavee AMPA ja glüfosaadi sisaldusele.

Metoodika

Analüüsimisel võeti arvesse maantee hoolduses kasutatava glüfosaadi kogust (kg/ha). Lisaks analüüsiti AMPAt, mis on glüfosaadi laguprodukt ja mida selles pestitsiidis algselt ei esine. Saadud koguse arvutamisel lähtuti teehooldajate esitatud andmetest teemaa suuruse (ha) ja pestitsiidi preparaadi kasutamiskoguse (liitrites) kohta. Glüfosaadi sisalduse leidmiseks kasutati preparaatide infolehte (Põllumajandusamet). Ettevõtetel, mis esitasid ainult hooldatava tee pikkuse kilomeetrites, arvestati teemaa hooldatavaks laiuseks kolm meetrit mõlemale poole maanteed, sest nendelt saadud info põhjal pritsitakse pestitsiidiga vaid kuni kolme meetri kaugusele jäävaid teemärkide poste. Maanteelõigud, mida pestitsiidiga

töödeldakse, on viimase viie aasta jooksul olnud valdavalt samad. Seega käsitleb aruanne teeservade hooldust aastatel 2012–2016.

Analüüsil mõõtsime põhjavee seirepunktidest vahemaa pestitsiidiga pritsitud maanteeeservadeni. Kuna glüfosaadi või AMPA sisaldust ei ole tuvastatud enamikest seirepunktidest võetud proovidest, siis piirdusime kirjeldava analüüsiga, sest statistilise analüüsi jaoks nappis andmeid.

Analüüsimisel kasutati lisaks teehoolduse ja NTA põhjaveeseire andmetele ka Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) maakasutse andmeid ning põhjavee liikumise suuna andmebaasi, mille käesoleva uuringu raames koostas Rain Elken Keskkonnaagentuurist.

Eelnevat metoodikat kasutati ka maanteede ja raudteede servade hooldustööde mõju hindamisel NTA pinnavee seirejaamade vee kvaliteedile.

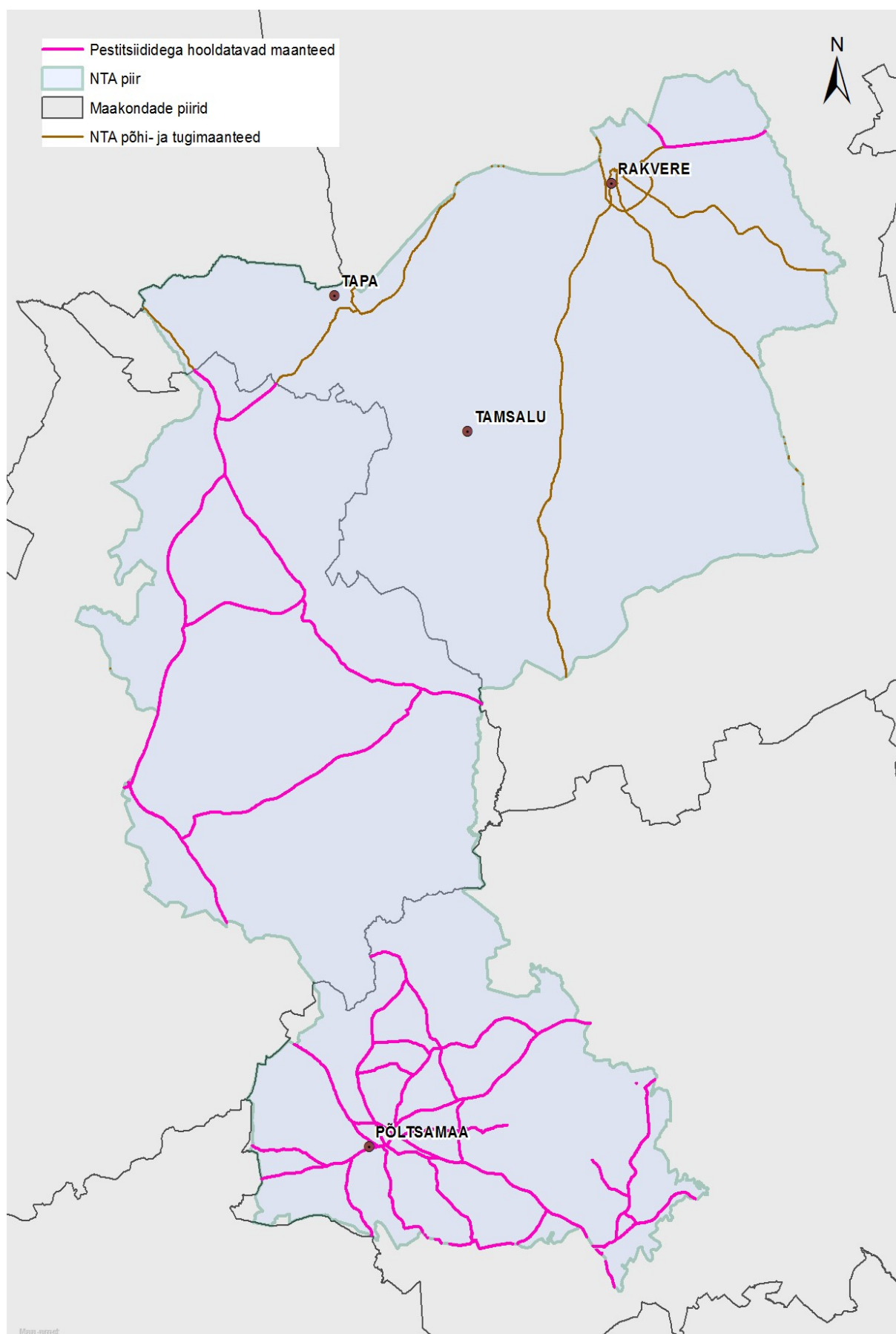
Tulemused

NTA-l paikneb kokku kolme maakonna peale 228,8 km pestitsiidiga töödeldavaid maanteid. Nendest Lääne-Virumaale jääb 10,8 km, Järvamaale 123 km ja Jõgevamaale 95 km maanteid (joonis 23). Kokku töödeldakse teehoolduses glüfosaadiga NTA-l 83,2 ha suurust ala. Keskmiselt kasutatakse 0,79 kg glüfosaati ühe hektari kohta (tabel 3).

Tabel 3. Pestitsiidiga hooldatav teemaa ja kasutatav glüfosaadi kogus (kg/ha) maakonniti

Maakond	Hooldatava maantee pikkus (km)	Glüfosaadi kasutuskooormus (kg/ha)
Jõgevamaa	95	1,44
Järvamaa	123	0,2
Lääne-Virumaa	10,8	0,73

PRIA põllumassiivide andmebaaside andmetel on NTA-l põllumaad vahemikus 130 000–140 000 ha. Põllumajandusuuringute keskuse andmetel on põlluharimisel glüfosaadi kasutuskooormus keskmiselt 1,2 kg/ha, otsekülvi puhul 3–6 kg/ha (Põllumajandusuuringute Keskus, 2014). Seega on NTA-l glüfosaadi kasutuskooormus (0,2–1,4 kg/ha) teeservade hooldusel kas väiksem või samal tasemel keskmiselt põllumajanduses kasutatud kogustega.



Joonis 23. Ülevaatlik kaart NTA-I pestitsiididega hoodatavate teede paiknemisest

Aastatel 2007–2011 ja 2013–2014 ei leitud seirepunktidest võetud veeproovidest glüfosaadi ja AMPA sisaldust.

2012. aastal kogutud põhjaveeproovidest ühes leiti analüüside käigus glüfosaadi sisaldus, mis ületas ka joogiveeks kasutatava põhjavee sisaldusele kehtestatud piirväärtuse (0,1 µg/l, Keskkonnaministri määrus 29.12.2009 nr 75; tabel 4 ja lisa 3). Tegemist oli Karkuse küla Koidu talu põhjaveekaevust (1a kaev) võetud prooviga. Põhjavesi liigub sellel alal tee poolt kaevust eemale ning lähim kaugus kaevust pestitsiidiga hooldatud maanteeeservani on 6,5 km. Seega võib järeldada, et Karkuse küla Koidu talu kaevu põhjaveest leitud glüfosaat ei ole tõenäoliselt pärit teehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2015. aastal leiti analüüside käigus AMPA sisaldus kokku seitsmest seirepunktist võetud põhjaveeproovist. Neljas veeproovis ületas tulemus kehtestatud piirväärtuse (0,1 µg/l; tabel 4).

Tabel 4. Glüfosaadi ja AMPA sisaldused NTA põhjavee seirepunktides võetud proovides alates 2007. aastast, nende lähim kaugus glüfosaadiga pritsitud maanteeservadest ning põhjavee liikumise suund maapinnas. Punasega on märgitud piirväärtuse ületanud tulemused. Aastatel 2007–2011 ja 2013–2014 ei leitud seirepunktide põhjaveeproovidest AMPA ja glüfosaadi sisaldust

Proovivõtu kuupäev	Seirepunkt	Seirepunkti tüüp	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus glüfosaadiga hooldatud maanteest (km)	Põhjavee liikumise suund maanteest seirepunkti suunas
21.08.2012	Karkuse küla, Koidu talu	1a kaev	0,23	<0,05	6,5	Eemale
24.08.2015	Kohala küla, Allika talu	1b kaev	Ei määratud	0,16	4,3	Kaevu suunas
24.08.2015	Saueaugu karst	Karst	<0,025	0,48	6,9	Eemale
24.08.2015	Laivi(Lavi) allikas	Allikas	<0,025	0,12	9,4	Eemale
09.12.2015	Aravete allikas	Allikas	0,073	0,23	1,07	Eemale
24.08.2015	Jõetaguse küla, Kiveste talu	1a kaev	Ei määratud	0,053	15,7	Eemale
25.08.2015	Äntu allikas	Allikas	<0,025	0,083	24,3	Eemale
26.08.2015	Raudla küla, Kooli talu	1b kaev	Ei määratud	0,058	2,4	Eemale
25.08.2016	Kalme küla, Uue-Lipno talu	1a kaev	<0,025	0,12	0,19	Eemale
15.08.2016	Kiigumõisa Külmaallikas	Allikas	<0,025	0,19	2,6	Kaevu suunas
15.08.2016	Anna küla, Hermani talu	1a kaev	0,29	2,1	0,17	Eemale
16.08.2016	Norra allikas	Allikas	<0,025	0,11	5,8	Eemale
16.08.2016	Sopa allikas	Allikas	0,062	0,058	8,8	Eemale
09.08.2016	Konnare allikas	Allikas	<0,025	0,057	11	Eemale
10.08.2016	Kehala, lauda endine puurkaev	1c kaev	<0,025	0,063	12	Eemale

Kolmes seirepunktis (Saueaugu karst, Laivi allikas, Aravete allikas; joonis 24) võetud veeproovis ületas AMPA tulemus piirväärtuse. Kõikidel eelmainitud juhtudel liigub põhjavesi maanteelt lähtudes seirepunktist eemale. Saueaugu karst ja Laivi allikas asuvad lähimast maanteeservast vastavalt 6,9 ja 9,4 km kaugusel. Aravete allika lähim kaugus pestitsiidiga hooldatavast maanteest on 1,1 km. Seega ei ole nende seirepunktide põhjaveeproovidest leitud AMPA tõenäoliselt pärit teehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

Neljas seirepunkt, millest leiti 2015 AMPA piirväärtuse ületanud tulemus oli Kohala küla Allika talu kaev. Seirepunkt asub küll pestitsiidiga hooldatud maanteeservast 4,3 km kaugusel, kuid põhjavesi liigub tee poolt seirepunkti suunas. Siiski leiti analüüsi käigus, et oli Kohala küla Allika talu ümber asub palju põllumaid ja geograafiline kaugus seirepunkti ning maanteeserva vahel

on suur, seega on maanteede hoolduses kasutatava pestitsiidi mõju antud kaevu vee AMPA sisaldusele pigem marginaalne.

Lisaks neljale seirepunktile, mille veeproovist leiti 2015. aastal AMPA piirväärtuse ületanud tulemus, leiti AMPA määratav sisaldus veel kolmest seirepunktist võetud veeproovist. Need seirepunktid olid Jõetaguse küla Kiveste talu, Äntu allikas ja Raudla küla Kooli talu (tabel 4). Seirepunktide kaugused pestitsiidiga hooldatud maanteeeservadest on vastavalt 15,7; 24,3 ja 2,4 km ning ka nendel juhtudel ei liigu põhjavesi teeservast lähtuvalt seirepunktide suunas. Seetõttu pole alust arvata, et nende seirepunktide veest leitud AMPA pärineks maanteeeservade hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2015. aastal leiti analüüside käigus ka ühest seirepunktist võetud proovist glüfosaadi sisaldus. Selleks oli Aravete allikast võetud veeproov, kuid tulemus ei ületanud kehtestatud piirväärtust. Selle juhtumi puhul liigub põhjavesi maanteeeservast lähtudes allikast eemale. Seetõttu pole alust arvata, et Aravete allika veeproovist leitud glüfosaat pärineks maanteeeservade hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2016. aastal võetud seirepunktide põhjaveeproovidest seitsmes leiti AMPA sisaldus ning neljas proovis ületas saadud tulemus piirväärtuse.

Kaks seirepunkti, mille põhjaveest võetud proovides 2016. aastal AMPA sisaldus ületas piirväärtuse, asuvad pestitsiidiga hooldatud teest vastavalt 172 m (Anna küla Hermani talu) ja 189 m (Kalme küla Uue-Lipno talu) kaugusel. Mõlemal alal jääb pestitsiidiga pritsitud maanteeeserva ja seirepunkti vahele vastavalt metsa- või põllumaa, mille mullad on võimelised glüfosaati siduma. Lisaks eelnevale on mõlemal juhul põhjavee liikumise suund pestitsiidiga hooldatud teeservast lähtudes kaevudest eemale. Seetõttu hinnati maanteeeservade hoolduses kasutatavate pestitsiidi mõju nende seirepunktide vee AMPA ja glüfosaadi sisaldusele marginaalseks.

Kolmas seirepunkt, millest võetud proovist leiti AMPA piirväärtuse ületanud tulemus, oli Norra allikas. See allikas asub pestitsiidiga pritsitavast teest 5,8 km kaugusel ja põhjavesi ei liigu maanteeeservast allika suunas. Seetõttu tõenäoliselt ei pärine allikast mõõdetu AMPA maanteeeservade hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

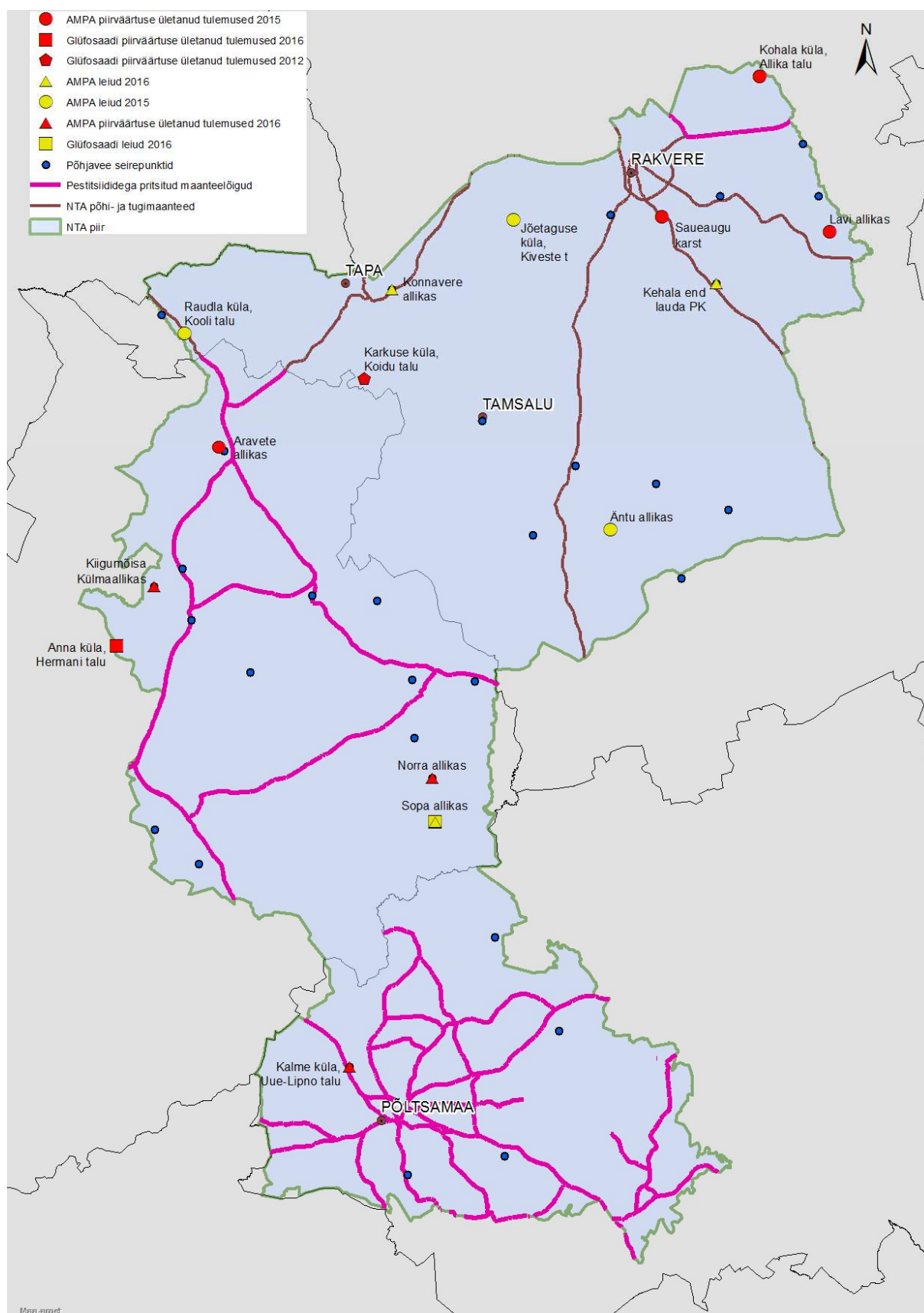
Kiigumõisa külmaallikast võetud veeproovis ületas samuti AMPA sisaldus 2016. aastal piirväärtuse. Lähim pestitsiidiga hooldatav maanteeeserv asub allikast 2,6 km kaugusel, samas

põhjavee liikumissuund on teelt lähtudes allika suunas. Suure geograafilise kauguse tõttu hinnati maanteeosade hoolduses kasutatavate pestitsiidi mõju Kiigumõisa külmallika seirepunkti vee AMPA sisaldusele pigem marginaalseks.

Lisaks leiti veel kolme seirepunkti veeproovist 2016. aastal küll AMPA sisaldus, kuid need tulemused jäid alla kehtestatud piirväärtuse. Need seirepunktid olid Sopa allikas, Konnavere allikas ja Kehala lauda endine puurkaev, mis asuvad maanteeosast vastavalt 8,8; 11 ja 12 km kaugusel. Põhjavee liikumissuund on teelt lähtudes seirepunktide eemale ja seega ei pärine nendest seirepunktide veest leitud AMPA tõenäoliselt maanteeosade hoolduses kasutatud pestitsiidist.

2016. aastal leiti analüüside käigus lisaks Anna küla Hermani talule veel Sopa allikast võetud veeproovist glüfosaadi sisaldust, mis jäi alla piirväärtust. Sopa allikas asub maanteeosast 8,8 km kaugusel ning põhjavesi liigub teelt lähtudes allikast eemale, sellepärast teehooldusel ei ole tõenäoliselt mõju allikavee AMPA ja glüfosaadi sisaldusele.

Kõikidest NTA põhjavee seirepunktidest, millest võetud veeproovist on määratud pestitsiidi sisaldus, asub maanteele kõige lähemal Roosna-Alliku allikas. Allika kaugus pestitsiidiga hooldatud maanteeosast on 23 m. Lisaks on põhjavee liikumise suund teeservast lähtudes allika suunas. Allikast võetud veeproovidest ei ole analüüside käigus leitud AMPA ega glüfosaadi sisaldust. Teine seirepunkt, mis asub teele lähedal (136 m) ja millest võetud veeproovidest pole samuti ühelgi aastal leitud AMPA ega glüfosaadi sisaldust, on Kamari allikas. Põhjavesi voolab teelt lähtudes allika suunas. Mõlemad need näited annavad alust arvata, et ka teiste maanteele lähedal asuvate seirepunktide veeproovides mõõdetud AMPA ja glüfosaat on vähese tõenäosusega pärit teehoolduses kasutatavast pestitsiidist.



Joonis 24. Ülevaatlük joonis pestitsiididega hooldatud maanteeõigudest ning põhjavee seirepunktide paikemisest, millest on mõõdetud pestitsiidi sisaldust. Rõhutatult on esitatud NTA seirepunktid, mille põhjaveest leiti AMPA ja glüfosaadi sisaldused

NTA TEEHOOLDUSES KASUTATAVA PESTITSIIDI VÕIMALIK MÕJU PIIRKONNA PINNAVEE KVALITEEDILE

Pinnavee seirejaamadest määratakse kümnest seirejaamast neljas glüfosaadi sisaldust alates 2015. aastast. Neli seirejaama, mille veeproovidest pestitsiide määratakse, on Jänijõe Jäneda, Pedja jõe Tõrve, Alastvere peakraav ja Põltsamaa jõe Rutikvere seirejaamad.

Metoodika

NTA seirejaamade pinnavee AMPA ja glüfosaadi sisalduse ning teehoolduses kasutatava pestitsiidi omavaheliste seoste uurimiseks mõõdeti iga seirejaama lähim kaugus pestitsiidiga pritsitud maanteeeservast (tabel 5). Selline analüüs tehti ainult nende pinnavee seirejaamade kohta, millest võetud veeproovides leiti analüüsil AMPA ja/või glüfosaadi sisaldus.

Tulemused

2015. aastal ei leitud analüüside käigus seirejaamade pinnaveeproovidest AMPA ega glüfosaadi sisaldust.

2016. aastal võetud pinnavee proovidest leiti analüüside käigus kokku kaks AMPA ja kolm glüfosaadi sisaldusega tulemust (tabel 5). AMPA piirväärtuse ületanud tulemus registreeriti vaid ühest pinnavee proovist. Glüfosaadi sisalduse tulemused jäid alla piirväärtust (0,1 µg/l, Keskkonnaministri 30. detsembri 2015. a määrus nr 77).

Tabel 5. NTA pinnavee seirejaamadest kogutud proovides määratud glüfosaadi ja AMPA sisaldused aastal 2016 ja seirejaamade kaugus glüfosaadiga hooldatud maanteeeservadest. Aastal 2015 AMPA ja glüfosaadi sisaldust pinnaveeproovidest ei leitud. Varasematel aastatel ei määratud glüfosaadi sisaldust pinnaveest. Punasega on märgitud pinnaveest võetud proovidest analüüsitud glüfosaadi ja AMPA piirväärtuse ületanud tulemused

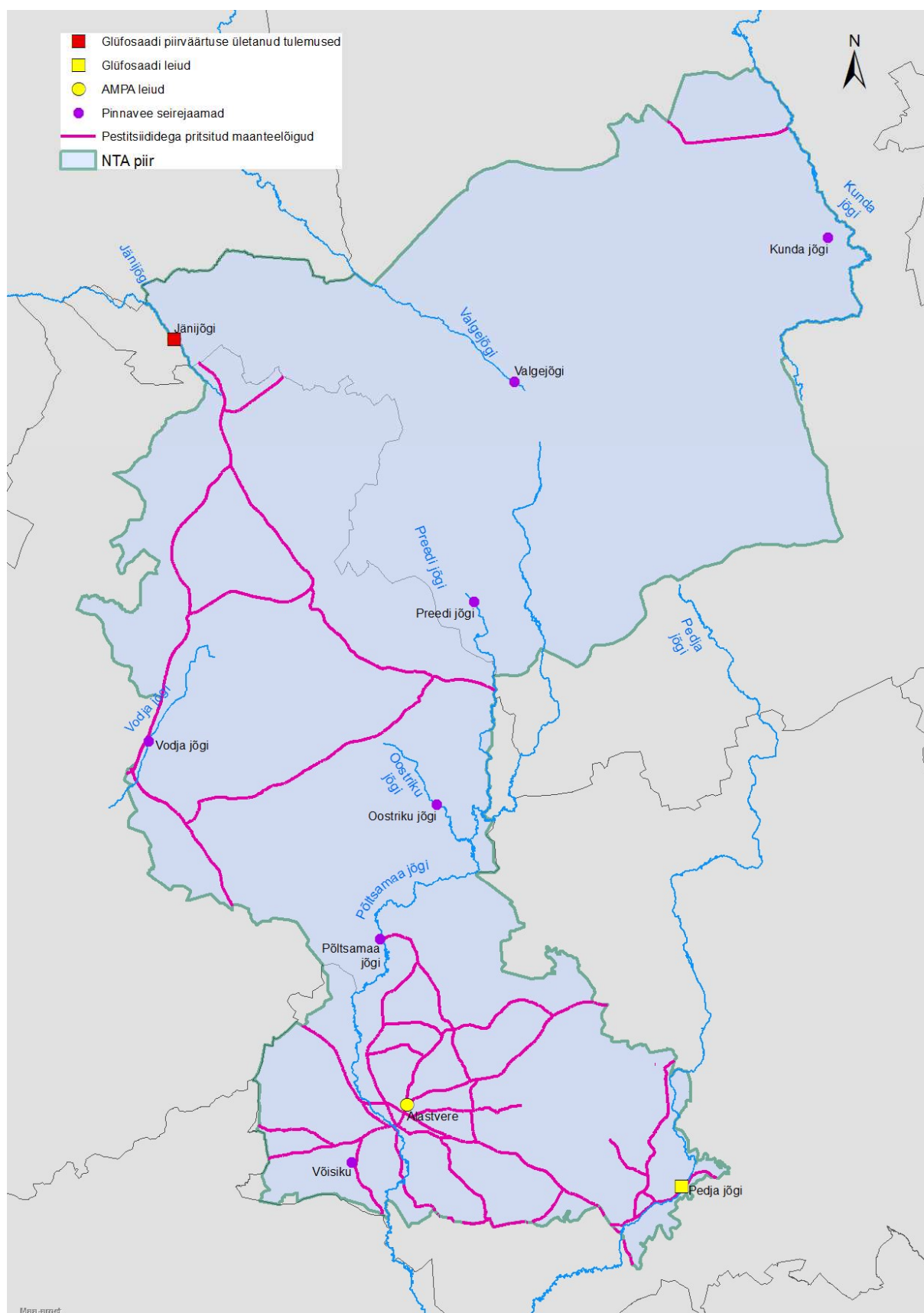
Proovivõtu kuupäev	Seirejaam	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus glüfosaadiga hooldatud maanteest (km)
18.02.2016	Jänijõgi Jäneda	0,063	0,12	2,7
06.06.2016	Pedja jõgi Tõrve	0,058	<0,05	0,089
09.08.2016		0,083	<0,05	0,089
04.10.2016	Alastvere peakraav	<0,025	0,071	0,005

2016. aastal AMPA piirväärtuse ületanud tulemus andnud veeproov võeti Jänijõe Jäneda seirejaamast (tabel 5, joonis 25). Lisaks sellele leiti analüüside käigus samast proovist ka glüfosaadi sisaldus, kuid see tulemus ei ületanud piirväärtust. Lähim kaugus seirejaamast pestitsiidiga hooldatava maanteeosani on 2,7 km. Oluline on asjaolu, et piirväärtuse ületanud tulemus määrati 2016. aasta veebruaris võetud veeproovist (st. talvisel ajal). Lisaks võeti seire raames Jänijõest veeproov veel neli korda 2016. aastal (aprillis, juulis, oktoobris ja novembris). Ühestki hilisemalt võetud veeproovist ei leitud glüfosaadi ega AMPA sisaldust. Seega jääb selgusetuks, millest AMPA sisaldus pinnavees võis olla põhjustatud.

Pedja jõe Tõrve seirejaamast (tabel 5, joonis 25) võetud veeproovidest on 2016. aastal kahel erineval proovivõtuperioodil analüüside käigus leitud glüfosaadi sisaldus. Pedja jõe seirejaam asub pestitsiidiga pritsitavast maanteeosast 89 m kaugusel. Teoreetiliselt on võimalik, et maanteeosade umbrohutõrjes kasutatud pestitsiid võis tuule abil kanduda pinnaveele. Samas juhime tähelepanu ka asjaolule, et maanteeosade umbrohutõrjet teostavad isikud peavad olema läbinud Põllumajandusameti taimekaitsekoolituse ja saanud vastava tunnistuse. Koolituse raames on neile selgitatud ka Majandus- ja Kommunikatsiooniministri määrust, mille kohaselt on keelatud teostada umbrohutõrjet tugeva tuule (≥ 4 m/s) või kõrge õhutemperatuuriga (≥ 25 °C, Põllumajandusministri 29. novembri 2011. a määrus nr 90). Umbrohutõrje õigel teostamisel on välditav pestitsiidi levik pinnaveele. Seega ei saa kindlalt väita, et pinnaveeproovidest analüüside käigus leitud glüfosaat on pärit teehoolduses kasutatavast pestitsiidist, kuid seda ei saa ka täielikult välistada.

Alastvere peakraavist võetud veeproovist leiti 2016. aastal analüüside käigus AMPA sisaldus. Peakraav asub pestitsiidiga hooldatud teest viie meetri kaugusel. Teoreetiliselt on ka sellele juhul võimalik tuule abil pestitsiidi kandumine pinnaveele.

Mõlemast eelnevalt väljatoodud seirejaama asukohast mööda vooluveekogu ülesvoolu asub piisavalt haritavat maa, kus kasutatakse samuti suure tõenäosusega glüfosaadipõhiseid pestitsiide. Seega jääb selgusetuks nende juhtumite korral, millisest tegevusest lähtuvalt pinnavee proovidest mõõdetud glüfosaat ja AMPA pärinevad.



Joonis 25. Ülevaatlük joonis pestitsiididega hooldatud maanteelõikudest ning pinnavee seirejaamade paiknemisest, millest on mõõdetud glüfosaadi sisaldust. Rõhutatult on esitatud NTA seirejaamad, mille pinnaveest leiti AMPA ja glüfosaadi sisaldused

NTA RAUDTEE HOOLDUSES KASUTATAVA PESTITSIIDI VÕIMALIK MÕJU PIIRKONNA PÕHJA- JA PINNAVEE KVALITEEDILE

NTA-l hooldab raudteid AS Eesti Raudtee. Lisaks umbrohu mehaanilisele tõrjele, kasutatakse ka raudteehoolduses umbrohu tõrjumiseks glüfosaadipõhiseid pestitsiidide. Pestitsiide pihustatakse raudteerööbastel liikuvalt vagunilt ettepoole ja kuue meetri ulatuses mõlemale poole kõrvale. Tavaliselt teostatakse raudteedel umbrohutõrjet kahe nädala jooksul perioodil maist augustini.

Metoodika

NTA-l paikneb kokku 204 km raudteid, mida töödeldakse pestitsiidiga vähemalt kord aastas, raudteejaamade läheduses vastavalt vajadusele mõnikord tihedamini. Kokku pritsitakse pestitsiidiga 244,8 ha suurust ala. Keskmiselt kasutatakse 2,16 kg glüfosaati ühe hektari kohta aastas. Põllumajandusuuringute keskuse andmetel on põlluharimisel glüfosaadi kasutuskooormus keskmiselt 1,2 kg/ha, otsekülvi puhul 3–6 kg (Põllumajandusuuringute Keskus, 2014). Seega on raudteede servade hoolduses kasutatava glüfosaadi kasutuskooormus veidi kõrgem keskmisest põllumajanduslikust kasutuskooormusest.

Uuringu käigus mõõdeti eraldi iga NTA põhjavee seirepunkti kaugus pestitsiidiga hooldatud raudteest, millest võetud veeproovist leiti analüüside käigus AMPA ja/või glüfosaadi sisaldus. Samamoodi mõõdeti raudtee kaugus igast NTA pinnavee seirejaamast, millest võetud proovid sisaldasid AMPA ja/või glüfosaati. Põhjavee seirepunktide puhul kasutati tulemuste tõlgendamisel ka põhjavee liikumise suunda maapinnas raudteelt seirepunktide suunas.

PÕHJAVESI

Tulemused

2012. aastal kogutud põhjavee seirepunktide proovidest ühes leiti analüüside käigus glüfosaadi sisaldus, mis ületas kehtestatud piirväärtuse (tabel 6; joonis 26). Põhjaveeproov oli kogutud Karkuse küla Koidu talu kaevust, mille kaugus seirepunktist raudteeni on 4,9 km. Põhjavesi liigub raudteelt lähtudes kaevust eemale. Seetõttu võib järeldada, et antud seirepunkti veest leitud glüfosaat ei pärinenud ilmselt raudteede hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2015. aastal leiti põhjaveeproovide analüüsimise käigus AMPA sisaldus kokku seitsmest proovist, millest neljas ületas saadud tulemus piirväärtuse. Kolmes seirepunktis (Saueaugu karst, Laivi allikas, Aravete allikas) on põhjavee liikumise suund raudtee poolt seirepunktidest eemale. Nende seirepunktide kaugus raudteest on vastavalt 5,7 km (Saueaugu karst), 5,8 km (Laivi allikas) ja 11,8 km (Aravete allikas). Seega ei saa nendes seirepunktides põhjavee AMPA sisaldust seostada raudteeservade hooldustöödega.

Neljas seirepunkt, millest võetud veeproovis leiti AMPA piirväärtuse ületanud tulemus, oli Kohala küla Allika talu kaev. Selle seirepunkti kaugus raudteest on 5,9 km, kuid põhjavee liikumissuund raudtee poolt on seirepunkti suunas. Seega teoreetiliselt võib raudteehoolduses kasutatav pestitsiid mõjutada selle seirepunkti põhjavee AMPA sisaldust, kuid geograafiline kauguse tõttu on mõju ilmselt marginaalne, kui üldse.

2015. aastal mõõdetud veeproovist veel kolmes leiti AMPA sisaldus, mis ei ületanud piirnormi. Need seirepunktid olid Jõetaguse küla Kiveste talu, Äntu allikas ja Raudla küla Kooli talu. Punktide kaugus raudteest on vastavalt 3,4; 5,8 ja 2,5 km (tabel 6). Põhjavee liikumissuund on raudteelt lähtudes nendest seirepunktidest eemale, seetõttu tõenäoliselt ei pärine seirepunktide veeproovidest leitud AMPA raudteehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2015. aastal leiti ka ühest seirepunktist võetud veeproovist glüfosaadi sisaldus (Aravete allikas). Tulemus jäi alla piirväärtuse ning ka põhjavesi liigub raudteest lähtudes allikast eemale. Seetõttu ei leitud antud uuringus seost seirepunktide veeproovi AMPA sisalduse ja raudteehoolduses kasutatava pestitsiidi vahel.

2016. aastal võetud põhjaveeproovidest seitsmes leiti AMPA sisaldus ning neljas ületas määratud tulemus ka piirväärtuse. Kõik neli seirepunkti, Kalme küla Uue-Lipno talu, Kiigumõisa külmaallikas, Anna küla Hermani talu ja Norra allikas, asuvad pestitsiidiga hooldatud raudteest üle kümne kilomeetri kaugusel (kaugused raudteest on vastavalt 21,5; 22,9; 24,4 ja 12,1 km). Lisaks liigub põhjavesi kõigil juhtudel raudteelt lähtudes seirepunktidest eemale. Seetõttu pole tõenäoline, et veeproovidest määratud AMPA on pärit raudteede hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

Kolm seirepunkti, mille veeproovist leiti samuti 2016. aastal AMPA sisaldus, kuid mis ei ületanud piirväärtust, asuvad samuti raudteest kaugel. Sopa allika kaugus raudteest on 14,8 km, Konnavere allikal 1,3 km ja Kehala lauda puurkaevu kaugus raudteest on 10,5 km.

Põhjavesi liigub kõikidel juhtudel raudteest lähtudes seirepunktidest eemale. Seega ei saa seostada raudteehoolduses kasutatud pestitsiidi ja seirepunktide veeproovidest leitud AMPA sisaldust.

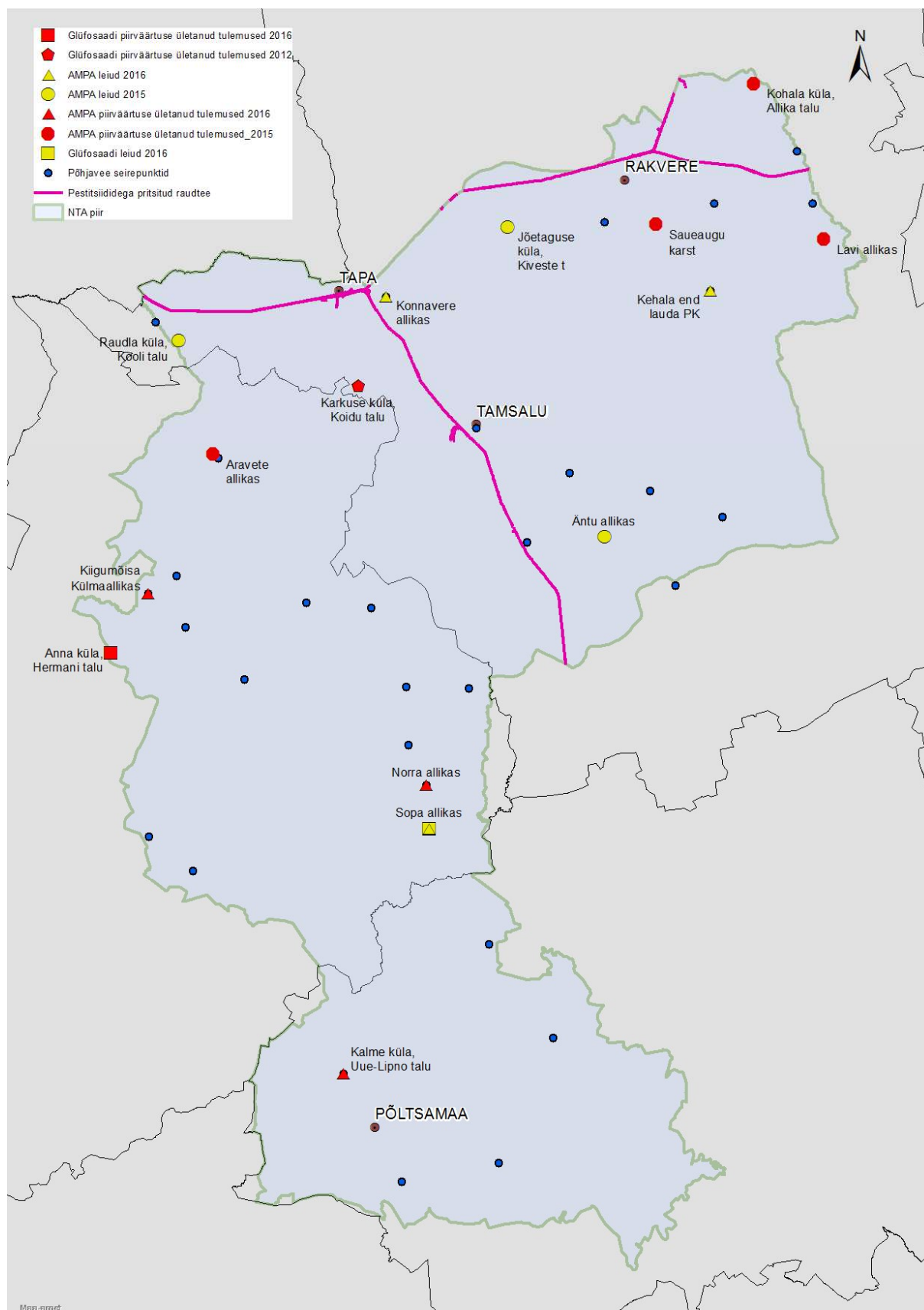
2016. aastal mõõdetud veeproovidest leiti glüfosaadi sisaldus kahes seirepunktis (Anna küla Hermani talu ja Sopa allikas). Anna küla Hermani talu kaevust võetud veeproovis ületas tulemus ka piirväärtuse. Põhjavesi liigub kõikidel juhtudel raudteest lähtudes seirepunktidest eemale ning seirepunktid asuvad raudteest üle 10 km kaugusel. Seega tõenäoliselt ei pärine nendest seirepunktidest leitud glüfosaat raudteehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

Analüüsis leiti lisaks, et 426 m kaugusel hooldatavast raudteest asub Kiltsi allikas, millest võetud veeproovidest pole leitud ei AMPA ega glüfosaadi sisaldust, kuid põhjavesi liigub raudteelt allika suunas.

Lähtudes seiretulemuste analüüsist ja hooldatava raudtee servade pindala väiksusest, hinnati uurimistöö tulemuste põhjal raudtee hoolduses kasutatava pestitsiidi mõju põhjaveeproovide AMPA ja glüfosaadi sisaldusele marginaalseks.

Tabel 6. Glüfosaadi ja AMPA sisaldused NTA põhjavee seirepunktidest võetud proovides alates 2007. aastast, nende lähim kaugus glüfosaadiga pritsitud raudteest ning põhjavee liikumise suund maapinnas. Punasega on märgitud piirväärtuse ületanud tulemused. Aastatel 2007–2011 ja 2013–2014 ei leitud seirepunktide põhjaveeproovidest AMPA ja glüfosaadi sisaldust

Proovivõtu kuupäev	Seirepunkt	Seirepunkti tüüp	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus glüfosaadiga hooldatud raudteest (km)	Põhjavee liikumise suund raudteelt seirepunktide suhtes
21.08.2012	Karkuse küla, Koidu talu	1a kaev	0,23	<0,05	4,9	Eemale
24.08.2015	Kohala küla, Allika talu	1b kaev	Ei määratud	0,16	5,9	Kaevu suunas
24.08.2015	Saueaugu karst	Karst	<0,025	0,48	5,7	Eemale
24.08.2015	Laivi(Lavi) allikas	Allikas	<0,025	0,12	5,8	Eemale
09.12.2015	Aravete allikas	Allikas	0,073	0,23	11,8	Eemale
24.08.2015	Jõetaguse küla, Kiveste talu	1a kaev	Ei määratud	0,053	3,4	Eemale
25.08.2015	Äntu allikas	Allikas	<0,025	0,083	5,8	Eemale
26.08.2015	Raudla küla, Kooli talu	1b kaev	Ei määratud	0,058	2,5	Eemale
25.08.2016	Kalme küla, Uue-Lipno talu	1a kaev	<0,025	0,12	21,5	Eemale
15.08.2016	Kiigumõisa Külmaallikas	Allikas	<0,025	0,19	22,9	Eemale
15.08.2016	Anna küla, Hermani talu	1 kaev	0,29	2,1	24,4	Eemale
16.08.2016	Norra allikas	Allikas	<0,025	0,11	12,1	Eemale
16.08.2016	Sopa allikas	Allikas	0,062	0,058	14,8	Eemale
09.08.2016	Konnare allikas	Allikas	<0,025	0,057	1,3	Eemale
10.08.2016	Kehala, lauda endine puurkaev	1c kaev	<0,025	0,063	10,5	Eemale



Joonis 26. Ülevaatlik joonis pestitsiididega hooldatud raudteede ning põhjavee seirepunktide paiknemisest, millest on moodetud pestitsiidi sisaldust. Rõhutatult on esitatud NTA seirepunktid, mille põhjaveest leiti AMPA ja glufosaadi sisaldused

PINNAVESI

Tulemused

2015. aastal ei leitud pinnaveeproovidest AMPA ega glüfosaadi sisaldust.

2016. aastal leiti seirejaamade pinnaveest võetud proovidest analüüsimisel kahest AMPA sisaldus, millest ühes ületas tulemus piirväärtuse. Piirväärtuse ületanud tulemuse andnud pinnaveeproov võeti Jänijõe Jäneda seirejaamast (tabel 7, joonis 27). Samast proovist leiti ka glüfosaadi sisaldus. Seirejaam asub raudteest 2,5 km kaugusel. Suure geograafilise kauguse tõttu on raudteehoolduses kasutatava pestitsiidi mõju seirejaama vee AMPA ja glüfosaadi sisaldusele ilmselt marginaalne.

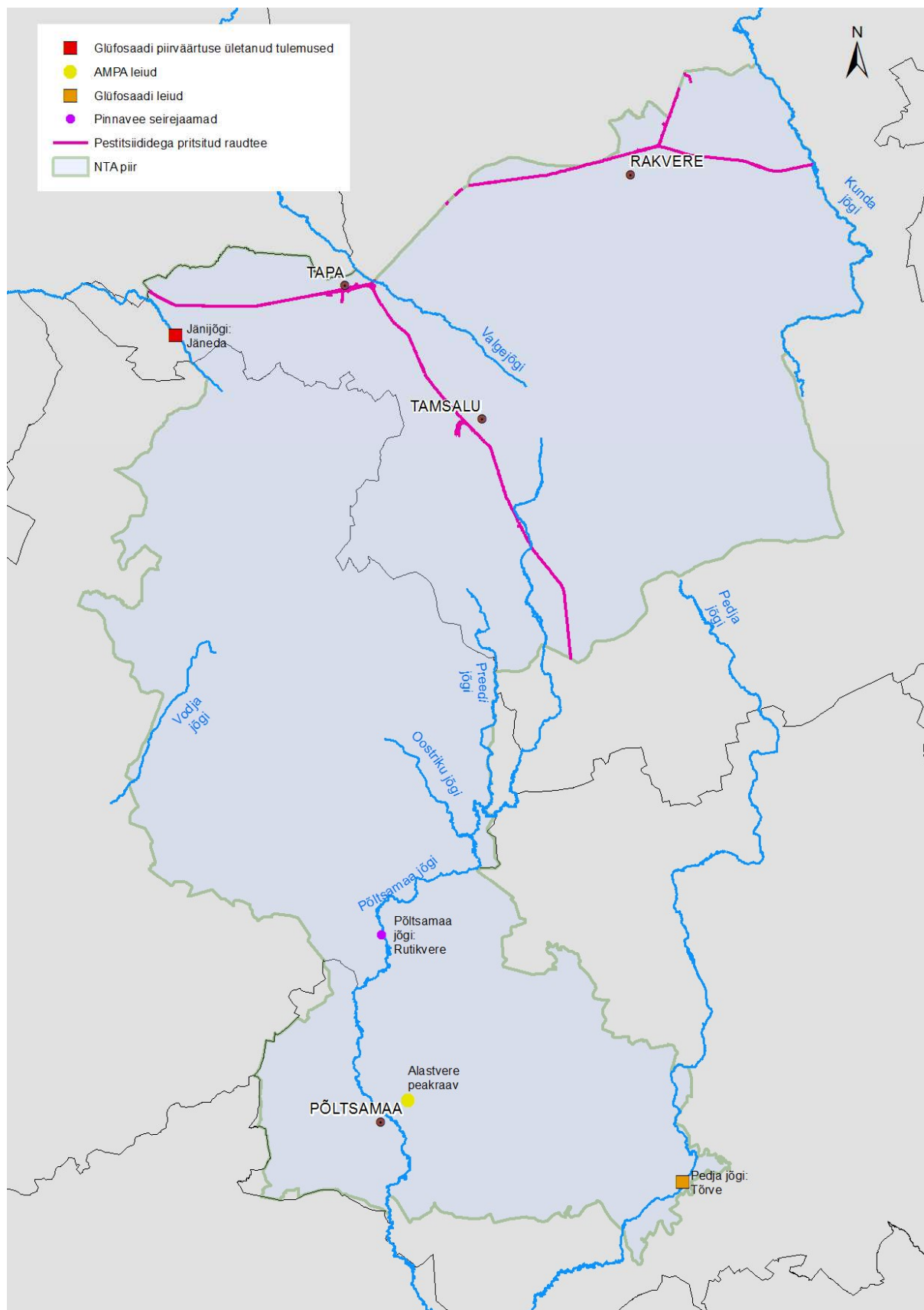
Teine seirejaam, millest võetud pinnavee proovist leiti AMPA sisaldus, oli Alastvere peakraav. Selle seirejaama kaugus raudteest on 25,5 km. Seetõttu tõenäoliselt ei ole seirejaama veest mõõdetud AMPA pärit raudteehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

2016. aastal leiti analüüside käigus glüfosaadi sisaldus ka Pedja jõe Tõrve seirejaamast. Tõrve seirejaam asub raudteest 10,8 km kaugusel ning selle pinnaveest on kahel erineval proovivõtul leitud glüfosaadi sisaldus (tabel 7). Suure geograafilise kauguse tõttu ei pärine tõenäoliselt seirejaama veest mõõdetud glüfosaat raudteehoolduses kasutatavast pestitsiidist.

Suure geograafilise kauguse tõttu seirejaamade ja pestitsiidiga hooldatud raudtee vahel on vähetõenäoline, et seirejaamade pinnaveeproovidest mõõdetud AMPA ja glüfosaat pärinevad raudteede hoolduses kasutatavast pestitsiidist.

Tabel 7. NTA pinnavee seirejaamade proovides määratud glüfosaadi ja AMPA sisaldused aastal 2016 ja seirejaamade kaugus glüfosaadiga hooldatud raudteest. Aastal 2015 AMPA ja glüfosaadi sisaldust pinnaveeproovidest ei leitud. Varasematel aastatel glüfosaadi sisaldust pinnavees ei määratud. Punasega on märgitud seirejaamadest võetud proovides analüüsitud glüfosaadi ja AMPA piirväärtuse ületanud tulemused

Proovivõtu kuupäev	Seirejaam	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus glüfosaadiga hooldatud raudteest (km)
18.02.2016	Jänijõgi Jäneda	0,063	0,12	2,5
06.06.2016	Pedja jõgi Tõrve	0,058	<0,05	10,8
09.08.2016		0,083	<0,05	10,8
04.10.2016	Alastvere peakraav	<0,025	0,071	25,5



Joonis 27. Ülevaatlük joonis pestitsiidiga hooldatud raudteede ning pinnavee seirejaamade paiknemisest, millest on mõõdetud pestitsiidi sisaldust. Rõhutatult on esitatud NTA seirejaamad, mille pinnaveest leiti AMPA ja glufosaadi sisaldused

KARUPUTKE TÕRJES KASUTATAVA PESTITSIIDI VÕIMALIK MÕJU PÕHJAVEE KVALITEEDILE NTA-L

Eestis tõrjutakse karuputke 2005. aastast, et vähendada inimestele ja kodumaisele loodusele ohtlike võõrliikide levikut. Karuputketaimi (pärsia, hiid- ja sosnovski karuputk, edaspidi karuputk) tõrjutakse pestitsiidiga pritsimise, väljakaevamise või õisikute eemaldamise teel. Karuputke tõrjetöid tehakse kogu Eestis ning tõrjetööde periood on tavaliselt mai keskpaigast kuni augusti lõpuni, vajadusel ka september (Keskkonnaamet, karuputke tõrje, 2017). Sarnaselt maanteede servade hooldusega, tuleb ka karuputke tõrjet läbiviival isikul läbida Põllumajandusameti taimekaitsevahendite kasutamise koolitus ja saada vastav taimekaitsetunnistus (Põllumajandusamet).

Üheks võimalikuks pestitsiidiks (glüfosaadi ja selle derivaadi AMPA) allikaks NTA põhjavee seirepunktides võib olla NTA-l Keskkonnaameti poolt teostatud karuputke tõrje. Selle uurimiseks kasutati kümne viimase aasta NTA põhjaveeseire tulemusi ning karuputke tõrje planeerimiseks ja läbiviimiseks Keskkonnaameti poolt koostatud andmebaasi ja kaardikihti. Periood 2007–2016 valiti seetõttu, sest varasematel aastatel glüfosaadi jääke NTA põhjaveeseire raames ei määratud. Uuringus analüüsiti eraldi kõiki olukordi, mil seirepunkti põhjaveeproovist oli leitud AMPAt või glüfosaati. Glüfosaadi ja AMPA sisaldus põhja- ja pinnavees on tuvastatud valdavalt vaid kahel viimasel aastal (2015–2016).

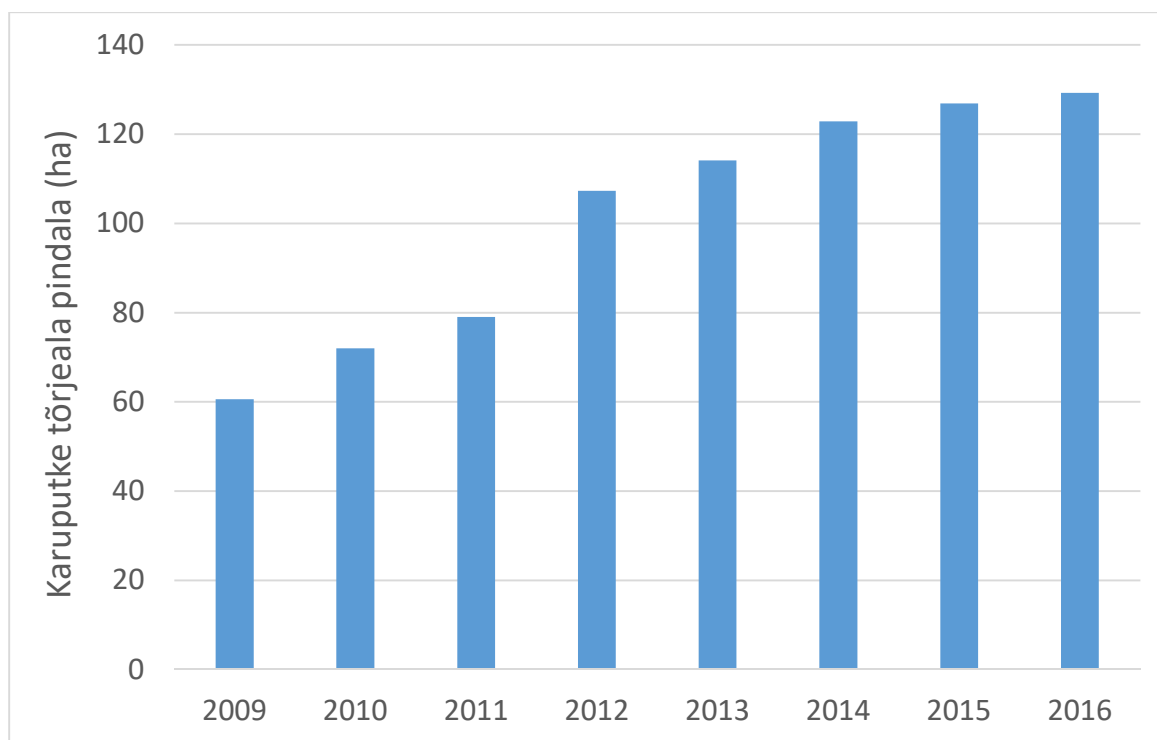
Analüüsis arvestati karuputke tõrjealade paiknemist mitte ainult NTA-l, vaid lisaks 10 km suuruse puhvriga maa-alalt NTA ümber. Selliselt välistati olukord, kus mõni karuputke tõrjeala asub küll põhjavee seirepunkti läheduses, kuid jääb analüüsist välja, sest ei asu NTA-l.

Keskkonnaameti info põhjal kasutati karuputke tõrje keemilisel hävitamiseks ainult glüfosaati (st. teisi pestitsiide ei kasutatud). Sellest tulenevalt keskenduti glüfosaadi ja selle derivaadi AMPA leidudele põhjavee seirepunktide veeproovides.

Metoodika

Analüüsimiseks kasutati Keskkonnaameti karuputke leviku kaardikihti, millel abil mõõdeti karuputke tõrjealade lähim kaugus NTA põhjavee seirepunktidest. Lisaks kasutati tulemuste tõlgendamisel põhjavee maapinnas liikumise suuna andmebaasi, mille käesoleva uuringu raames koostas Rain Elken Keskkonnaagentuurist.

NTA-I teostati 2016. aasta seisuga karuputke tõrjet kokku 129,3 ha suurusel pindalal ning karuputkealade tõrjepind on aasta-aastalt suurenenud (joonis 28). Tõrjemeetod (käsitsi eemaldamine, keemiline tõrje või nende kombinatsioon) ja kasutatav glüfosaadi kogus sõltuvad karuputke kasvuala pindalast ja seda hindab tõrje läbiviija kohapeal. Tõrjetööd tehes lähtutakse kasutava preparaadi soovitatavast kulunormist. Viimasel viiel aastal on kasutatud karuputke tõrjes glüfosaadipõhist preparaati (*Round up*-i eri versioonid), mille soovitatav kulunorm on 1,4–2,2 kg glüfosaati hektari kohta.



Joonis 28. Karuputke tõrjeala pindala (ha) muutus NTA-I perioodil 2009–2016

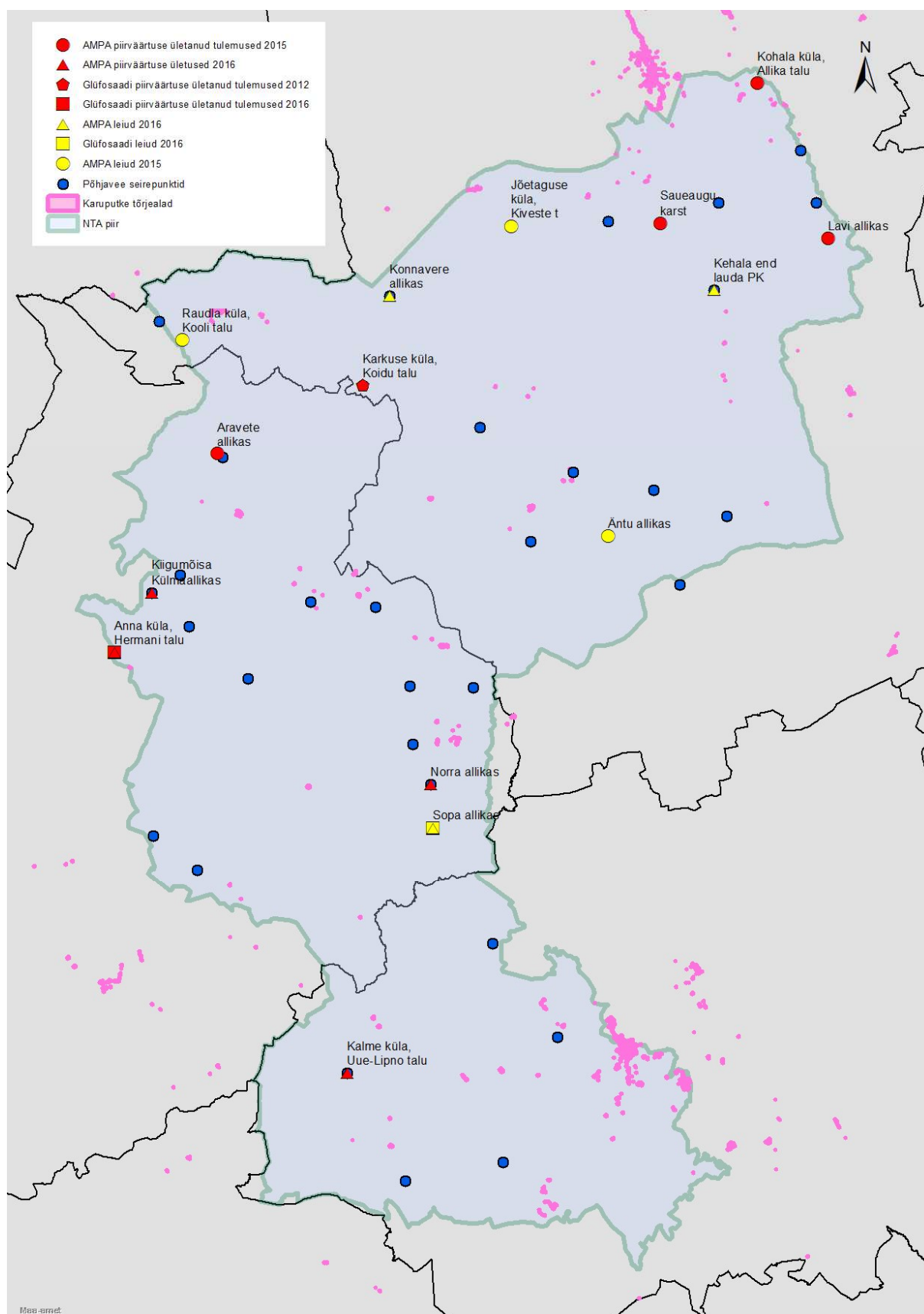
Tulemused

2007–2011 ja 2013–2014 glüfosaadi ega AMPA piirväärtuse ületamisi või jääke NTA põhjavees riikliku seire tulemustel ei tuvastatud.

2012 ületas ühest seirepunktist (Karkuse küla Koidu talu, kaevu sügavus 10 m) võetud veeproovis glüfosaadi sisaldus põhjavee glüfosaadi sisaldusele kehtestatud piirväärtuse (tabel 8). Sellest põhjaveeproovist AMPA-t ei leitud. Lähim karuputke tõrjeala jääb NTA põhjaveeseire kaevust 9,8 km kaugusele. Põhjavee liikumise suund ei ole karuputke tõrjealalt kaevu suunas. Seega ei saa selle juhtumi puhul järeldada, et karuputke tõrjel kasutatud glüfosaat jõuaks Karkuse küla Koidu talu kaevu põhjavette.

Tabel 8. Glüfosaadi ja AMPA määratavad tulemused põhjavee seirepunktides võetud veeproovides alates 2007. aastast, nende lähim kaugus karuputke tõrjealast ning põhjavee liikumise suund maapinnas seoses seirepunkti asukohaga. Punasega on märgitud pestitsiidi piirväärtuse ületanud tulemused (Keskkonnaministri 30. detsember 2015. a määrus nr 77 alusel)

Veeproovi võtmise kuupäev	Seirepunkt	Seirepunkti tüüp	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus karuputke tõrjealast (km)	Põhjavee liikumise suund karuputke tõrjealast seirepunkti suunas
21.08.2012	Karkuse küla, Koidu talu	1a kaev	0,23	<0,05	9,8	Eemale
24.08.2015	Kohala küla, Allika talu	1b kaev	Ei määratud	0,16	1,4	Kaevu suunas
24.08.2015	Saueaugu karst	Karst	<0,025	0,48	3,6	Eemale
24.08.2015	Laivi(Lavi) allikas	Allikas	<0,025	0,12	10,1	Allika suunas
09.12.2015	Aravete allikas	Allikas	0,073	0,23	4	Eemale
24.08.2015	Jõetaguse küla, Kiveste talu	1b kaev	Ei määratud	0,053	3,9	Eemale
25.08.2015	Äntu allikas	Allikas	<0,025	0,083	5,8	Allika suunas
26.08.2015	Raudla küla, Kooli talu	1b kaev	Ei määratud	0,058	2,8	Eemale
25.08.2016	Kalme küla, Uue-Lipno talu	1a kaev	<0,025	0,12	4,5	Osaliselt kaevu suunas
15.08.2016	Kiigumõisa Külmaallikas	Allikas	<0,025	0,19	6	Eemale
15.08.2016	Anna küla, Hermani talu	1a kaev	0,29	2,1	1,7	Eemale
16.08.2016	Norra allikas	Allikas	<0,025	0,11	3,3	Eemale
16.08.2016	Sopa allikas	Allikas	0,062	0,058	6,8	Eemale
09.08.2016	Konnaveere allikas	Allikas	<0,025	0,057	10,2	Eemale
10.08.2016	Kehala, lauda endine puurkaev	1c kaev	<0,025	0,063	1,9	Eemale



Joonis 29. Ülevaatlik joonis karuputke tõrjealadest NTA-l, põhjavee seirepunktid ning põhjavee AMPA ja glüfosaatide sisalduse piirväärtuste ületamised või jäägid seirepunktide veeproovides aastatel 2012 ja 2015–2016

NTA põhjavee seirepunktide veeproovidest määrati 2015. aastal glüfosaadi leide neljast seirekaevust, kuid need ei ületanud määruks fikseeritud glüfosaadi sisalduse piirväärtust. Seevastu põhjavee AMPA sisalduse piirväärtuse ületamine määrati kokku neljast seirepunktist võetud veeproovist (Kohala küla Allika talu, Saueaugu karst, Laivi allikas ja Aravete allikas).

Kohala küla Alliku talu kaev asub karuputke tõrjealast 1,4 km kaugusel ning põhjavee liikumise suund on karuputke tõrjealalt kaevu suunas (joonis 30). Samas asub see seirepunkt põllumajandusmaastikus. Seega võib põhjaveeproovi analüüsitulemus olla mõjutatud ka põllumajandustegevusest, mitte ainult karuputke tõrjest.



Joonis 30. NTA põhjavee seirevõrku kuuluva Kohala küla Alliku talu kaevu paiknemine seoses lähimate karuputke tõrjealadega (tähistatud punase joonega) ning põhjavee liikumise suunaga (mustad nooled). Skeemi taust: Maa-ameti Eesti ortofoto

NTA põhjavee seirevõrku kuuluv Laivi allikas asub karuputke tõrjealast 10,1 km kaugusel ning põhjavee liikumise suund on karuputke tõrjealalt allika suunas. Laivi allikas paikneb metsases maastikus ning selle ümber on vähesel määral põllumajandusmaad. Siiski on vähetõenäoline,

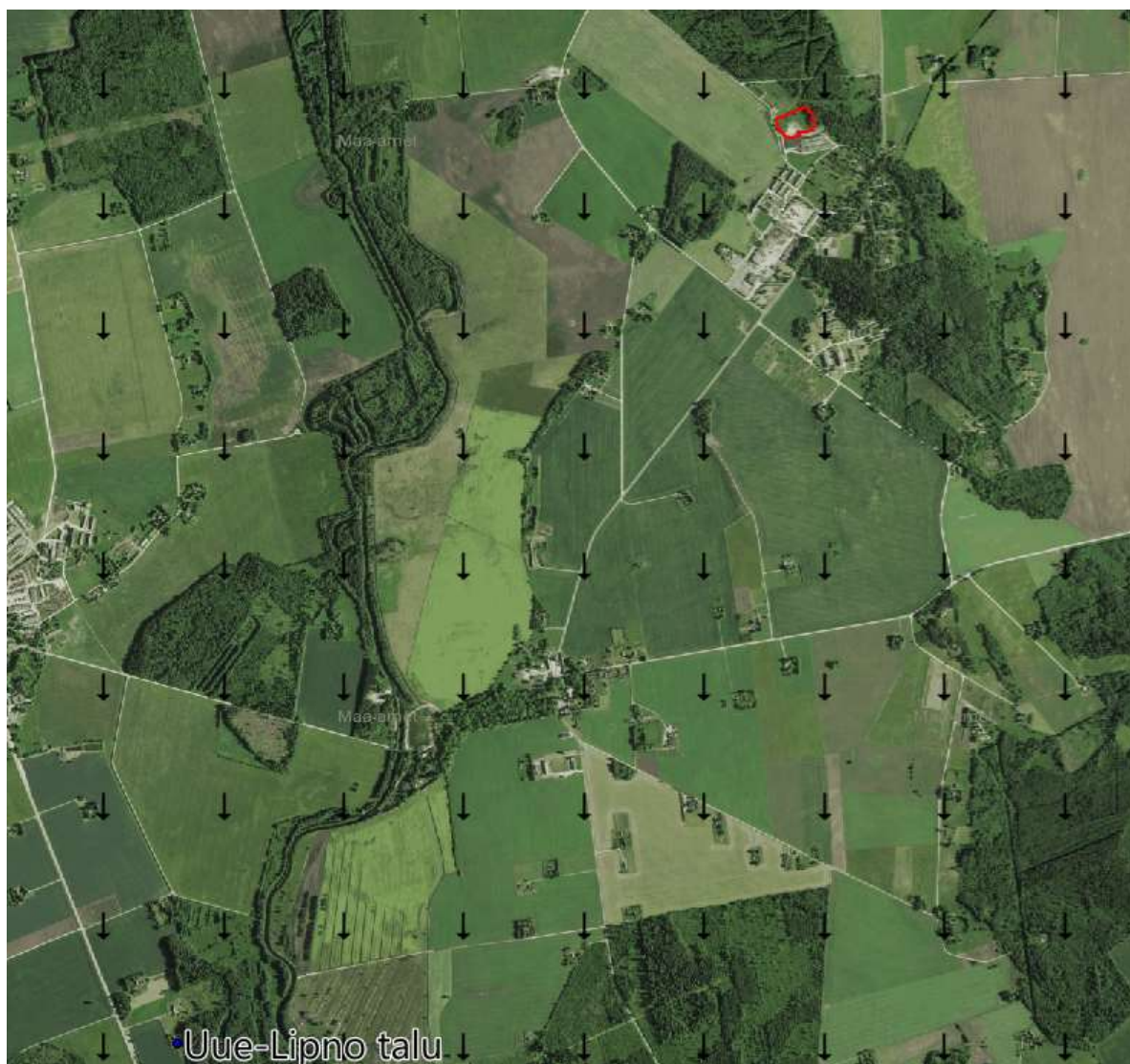
et karuputketõrjes kasutatud pestitsiid jõudis 10 km kauguselt allikasse, seetõttu jääb selgusetuks AMPA päritolu Laivi allika veeproovis.

Teistel AMPA piirväärtuste ületamise juhtudel (Saueaugu karst, Aravete allikas) ei saa seostada NTA põhjaveeseire tulemusel määratud AMPA sisalduse piirväärtuse ületamist karuputke tõrjega NTA-l, sest põhjavesi maapinnas ei liigu nendelt aladelt seirepunktide suunas.

2015. aasta NTA põhjaveeseire andmetel oli piirkonna põhjavee seirepunktide veeproovides veel üksikuid AMPA jääkide leide (Sopa ja Konnavere allikad). Siiski ei ole nendel juhtudel põhjavee liikumise suund karuputke tõrjealadelt seirepunktide suunas. Ainult Äntu allika (leiti AMPA jääke) suhtes liigub põhjavesi karuputke tõrjealalt allika suunas. Samas sellel juhul asub allikas karuputke tõrjealast 5,8 km kaugusel. Seega ei pruugi AMPA jääk Äntu allikas pärineda ainult karuputketõrjest, vaid ka kusagilt mujalt.

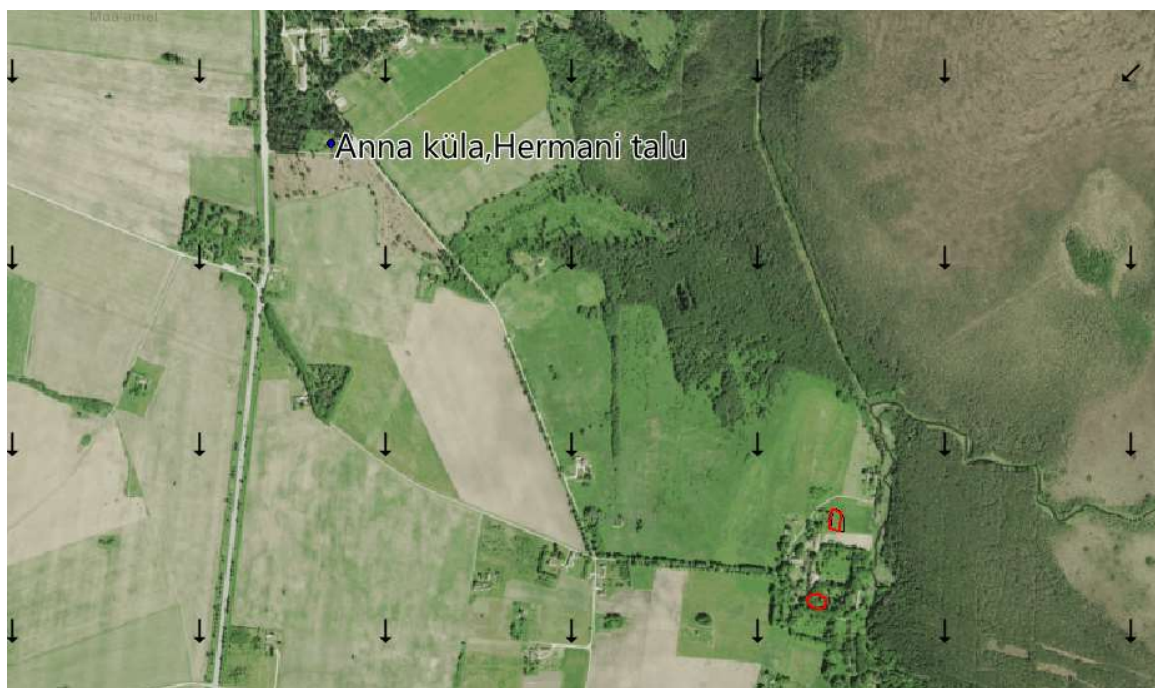
2016. aastal ületas NTA-l põhjavee AMPA sisalduse piirväärtuse nelja seirepunkti analüüsi tulemus (Anna küla Hermani talu, kaevu sügavus 12 m, Kiigumõisa allikas, Kalme küla Uue-Lipno talu, kaevu sügavus 5 m; Norra allikas). Ühe seirepunkti põhjavee veeproovi tulemus (Anna küla, Hermani talu), ületas ka põhjavee glüfosaadi sisaldusele seatud piirväärtuse.

NTA põhjavee seirevõrku kuuluva Kalme küla Uue-Lipno talu kaev asub lähimatest karuputke tõrjealadest 4,6 km kaugusel, kusjuures põhjavesi liigub osaliselt seirepunkti suunas (joonis 31). Asjaolu, et karuputke tõrjealade ja Kalme küla Uue-Lipno kaevu geograafiline kaugus on suur ning nende vahel asub põllumajanduslikku maad, siis ei saa põhjavee AMPA sisalduse piirväärtuse ületamist otseselt seostada karuputke tõrjega. Põhjavee AMPA jääk seirejaama veeproovis võib pärineda ka näiteks põllumajanduslikust tegevusest.



Joonis 31. Kalme küla Uue-Lipno talu kaevu asukoht seoses lähima karuputke tõrjealaga (tähistatud punase joonega) ning põhjavee liikumise suunaga (mustad nooled). Skeemi taust: Maa-ameti Eesti ortofoto

2016. aastal ületasid Anna küla Hermani talu NTA põhjaveeseire kaevu veeproovist määratud glüfosaadi ja AMPA sisaldused kehtestatud piirväärtuse. Lähimad 2015. ja 2016. aasta karuputke tõrjealad asuvad kaevust 1,7 km kaugusel (joonis 32). 1,6 km kaugusel kaevust asus tänaseks hävitatud karuputke koloonia. Lisaks asub üks kaevule suhteliselt lähedal asuv karuputke tõrjeala NTA-lt väljas (1,6 km kaugusel Anna küla Hermanni talust). Seevastu on põhjavee liikumise suund karuputke tõrjealadelt seirekaevust eemale. Seega selle juhtumi puhul ei saa seostada karuputke tõrjet ja AMPA või glüfosaadi piirväärtuse ületust Anna küla Hermani talu kaevu põhjavees.



Joonis 32. Anna küla Hermani talu paiknemine seoses lähimate karuputke tõrjealadega (tähistatud punase joonega) ning põhjavee liikumise suunaga (mustad nooled). Skeemi taust: Maa-ameti Eesti ortofoto

Kiigumõisa Külmallikast ja Norra allikast jäävad karuputke tõrjealad vastavalt 6,0 ja 3,3 km kaugusele ning põhjavee liikumine ei ole karuputke tõrjealadelt allikate sunnas. Seega pole alust arvata, et Kiigumõisa Külmallika või Norra allika vee AMPA kõrgeid sisaldusi saaks seostada karuputke tõrjega NTA-l.

2016. aasta NTA põhjaveeseires leiti AMPA ja glüfosaadi jääke põhjavees veel ka Sopa ja Konnavere allikast ning Kahalast ühe endise lauda puurkaevust. Nendes kohtades on samuti põhjavee liikumine karuputke tõrjealalt eemale, mitte NTA põhjavee seirepunkti suunas. Seega nende andmete põhjal ei saa seostada NTA põhjaveeseires leitud AMPA ja glüfosaadi jääke põhjavees karuputke tõrjega NTA-l.

Analüüsi käigus ei leitud ühtegi põhjavee seirepunkti, mille veeproovist oleks mitmel erineval aastal leitud AMPA või glüfosaadi sisaldus.

Karuputke tõrjel kasutatakse ainult glüfosaati ja mingi osa karuputke tõrjel kasutatud glüfosaadist võib marginaalses osas tõesti jõuda ka põhjavette. Kuid lähtudes eelnevast analüüsist, ei saa tuua välja selgeid seoseid põhjavee glüfosaadi või AMPA sisalduse ja karuputke tõrje vahel. Lisaks on karuputke tõrjealade pindala märkimisväärselt väiksem (130 ha) kui näiteks põllumajandusmaa pindala NTA-l (ligikaudu 130 000–140 000 ha). Seetõttu on

karuputketõrjes kasutatud glüfosaadil ilmselt marginaalne mõju NTA põhjavee kvaliteedile sh glüfosaadi ja AMPA sisaldusele.

Lisaks eelnevale ei ole võimalik ära seletada karuputke tõrjega ega tee- ja raudteeservade hooldustöödega seoses teiste pestitsiidide sattumist põhjavette näiteks [kloridasoon-desfenüül (Metabolit-B), metasakloor, tritosulfuron jt.], mida samuti on NTA põhjavee seire tulemusel leitud. Seega peavad kõik muud pestitsiidid (va glüfosaat ja AMPA) pärinema mõnest muust tegevusest kui karuputke tõrjest või teeservade hooldustöödest.

NTA KARUPUTKE TÕRJES KASUTATAVA PESTITSIIDI VÕIMALIK MÕJU PINNAVEEKOGUDE KVALITEEDILE

Aastatel 2015–2016 on NTA pinnavee seirejaamadest võetud veeproovidest analüüside käigus leitud glüfosaadi ja AMPA sisaldus neljal korral. Karuputke tõrjes kasutatakse glüfosaadipõhiseid pestitsiide. Seepärast hinnati karuputke tõrjest tulenevat võimalikku mõju seirejaamade pinnavee kvaliteedile.

Metoodika

Analüüsimiseks kasutati Keskkonnaameti karuputke leviku kaardikihti, millel abil mõõdeti karuputke tõrjealade lähim kaugus igast NTA pinnavee seirejaamast. Uuringus käsitleti kõiki juhtumeid, kus analüüside käigus leiti pinnaveeproovidest glüfosaati või AMPAt.

Tulemused

2015. aastal võeti pinnaveeproovid glüfosaadisalduse analüüsimiseks ühest NTA pinnavee seirejaamast (Jänijõe Jäned). Sealt võetud veeproovidest ei tuvastatud analüüside käigus ei glüfosaadi ega AMPA sisaldust.

2016. aastal võeti glüfosaadi analüüsiks veeproovid kokku neljast pinnavee seirejaamast (Põltsamaa jõe Rutikvere seirejaam; Jänijõe Jäned seirejaama; Pedja jõe Tõrve seirejaam; Alastvere peakraav) ja neist kolmest (Jänijõgi, Pedja, Alastvere) võetud veeproovist tuvastati AMPA ja glüfosaadi sisaldus (tabel 9, joonis 33). Põltsamaa jõe Rutikvere seirejaamast võetud veeproovides AMPA ja glüfosaadi sisaldust ei tuvastatud.

Tabel 9. NTA pinnavee seirejaamade pinnaveeproovidest määratud glüfosaadi ja AMPA sisaldused aastal 2016 ja nende lähim kaugus karuputke tõrjealast. Aastal 2015 AMPA ja glüfosaadi sisaldust pinnaveeproovidest ei leitud. Varasematel aastatel ei määratud glüfosaadi ja AMPA sisaldust pinnaveest. Punasega on märgitud pinnaveest võetud proovidest analüüsitud glüfosaadi ja AMPA piirväärtuse ületanud tulemused

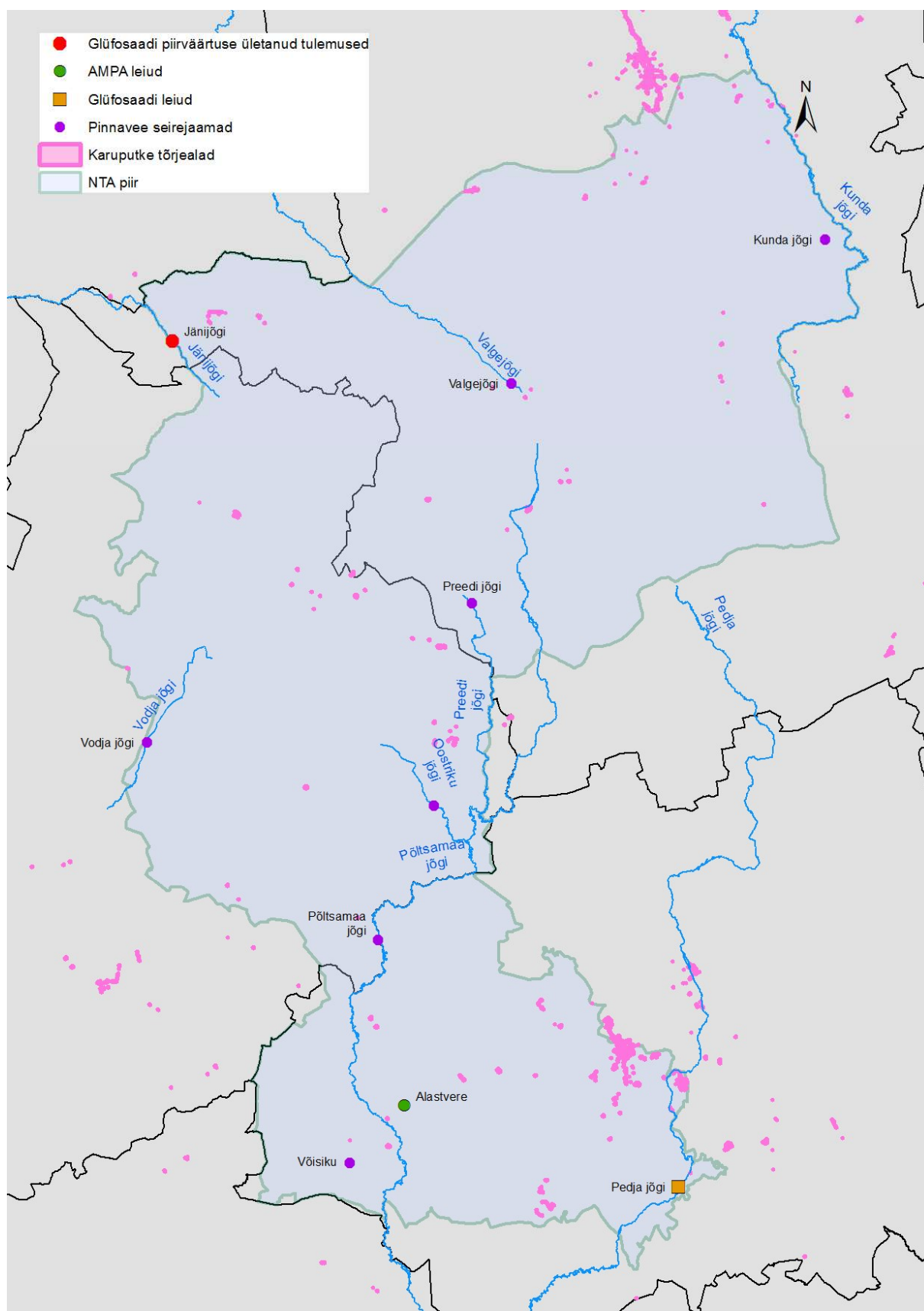
Veeproovi võtmise kuupäev	Seirejaam	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Lähim kaugus karuputke tõrjealast (km)
18.02.2016	Jänijõgi Jäned	0,063	0,12	3,5
06.06.2016	Pedja jõgi Tõrve	0,058	<0,05	1,54
09.08.2016		0,083	<0,05	1,54
04.10.2016	Alastvere peakraav	<0,025	0,071	1,7

2016. aastal Jänijõeest võetud veeproovist määratud AMPA sisaldus ületas kehtestatud piirväärtuse. Samast proovist tuvastati analüüside käigus ka glüfosaadi sisaldus, kuid tulemus jäi alla piirväärtuse. Lähim karuputke tõrjeala asub Jänijõe Jäneda seirejaamast 3,5 km kaugusel. Suure geograafilise kauguse tõttu seirejaama ja karuputke tõrjeala vahel ei ole tõenäoliselt seirejaama veeproovist leitud AMPA ja glüfosaat pärit karuputke tõrjes kasutatud pestitsiidist.

2016. aastal Pedja jõe Tõrve seirejaamast võetud pinnaveeproovidest on kahel erineval proovivõtuperioodil analüüside käigus tuvastatud glüfosaadi sisaldus (tabel 9). Lähim karuputke tõrjeala asub sellest seirejaamast 1,5 km kaugusel. Tõenäoliselt on karuputke tõrjes kasutatava pestitsiidi mõju selle seirejaama pinnavee glüfosaadi sisaldusele marginaalne.

Alastvere peakraavist võetud veeproovist analüüsi käigus registreeritud AMPA sisaldus ei ületanud pinnavee sisaldusele seatud piirväärtust. Lähima karuputke ala kaugus Alastvere peakraavist on 1,7 km. Ka selle seirejaama puhul on tõenäoliselt karuputke tõrjes kasutatava pestitsiidi mõju pinnavee AMPA sisaldusele ilmselt marginaalne.

Kõikide seirejaamade suure geograafilise kauguse tõttu (vähemalt 1,5 km) hinnati karuputke tõrjes kasutatava pestitsiidi mõju seirejaamade pinnavee kvaliteedile väikseks või olematuks.



Joonis 33. Ülevaatlük joonis pinnavee seirejaamadest, kus on mõõdetud pestitsiidi sisaldust ja karuputke tõrjealade paiknemisest NTA-l. Rõhutatult on esitatud need seirejaamad, millest võetud veeproovidest on leitud AMPA ja glüfosaadi sisaldus või piirväärtuse ületanud tulemus

PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE SEOS LAGERAIETEGA NTA-L

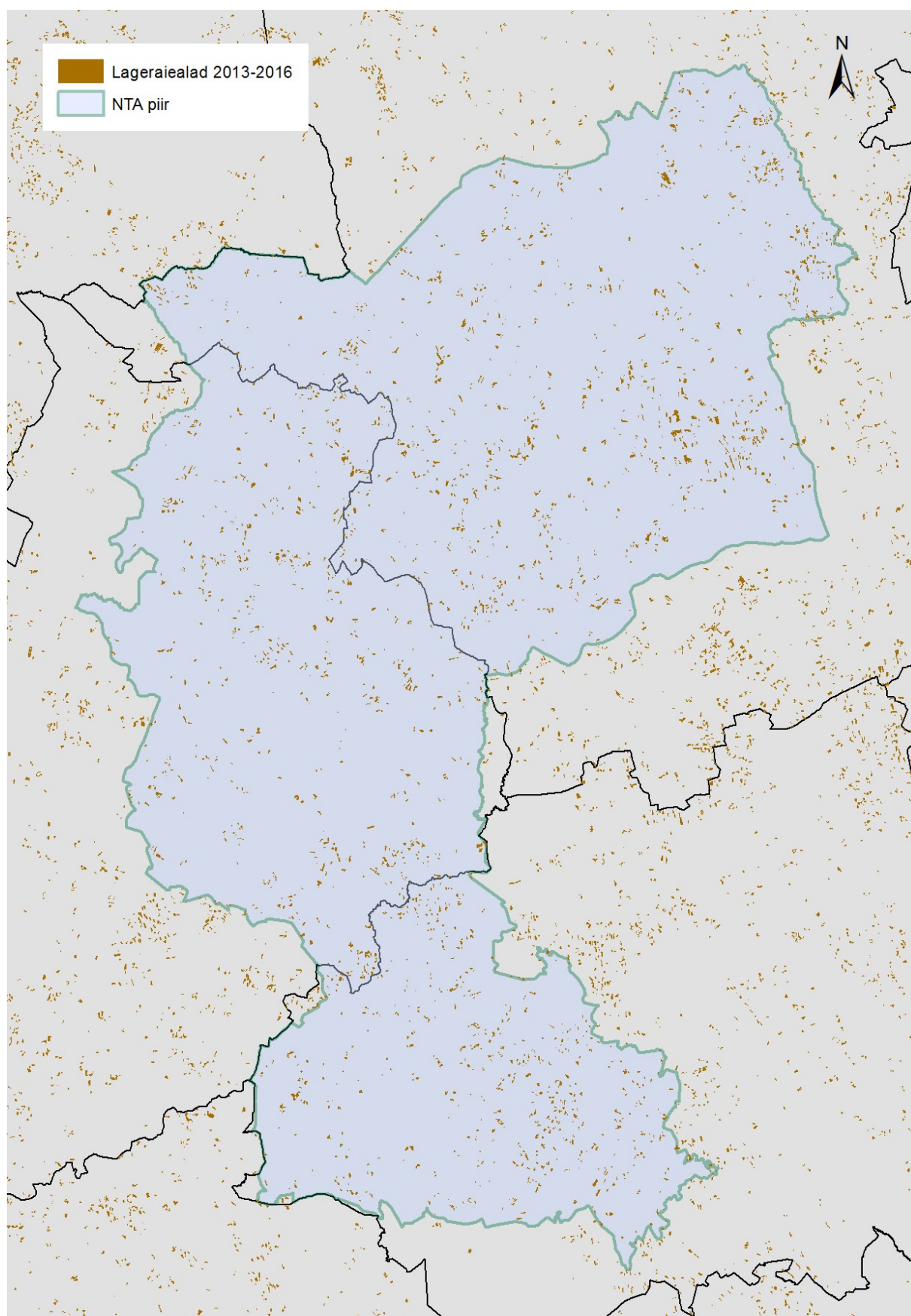
Käesoleva analüüsiga uuriti metsades aasta jooksul toimunud lageraiete mõju NTA pinna- ja põhjavee nitraatiooni sisaldusele kolme aasta vältel (2013–2016). Varasemast on teada, et metsade lageraiel võib nitraat osaliselt leostuda põhja- ja pinnavette (Kubin, 1998; Rusanen et al 2004).

Metoodika

Metsade lageraie andmetena kasutati riikliku keskkonnaseire raames teostatava „Maastike kaugseire“ (2013–2016) andmeid NTA kohta.

Lageraieandmetena kasutati aastatel 2013–2016 (uurimisperioodid: suvi 2013–suvi 2014, suvi 2014–suvi 2015 ja suvi 2015–suvi 2016) kogutud metsades toimunud lageraiete alasid, mis määrati kaugseire abil Urmas Petersoni (Tartu Observatoorium) poolt. Vastavate perioodide kohta arvutati ka NTA põhja- ja pinnavee keskmine ja maksimaalne nitraatiooni sisaldus. Põhjavee nitraatiooni sisalduse ja lageraiete vaheliste seoste analüüsimisel kasutati NTA põhjavee seirepunktide toitealasid. Pinnavee puhul seirejaamade valg alasid.

Lageraielankide paiknemine on esitatud joonisel 34. Lageraiealad katavad ühtlaselt kogu NTA ja ka seda ümbritsevat ala.



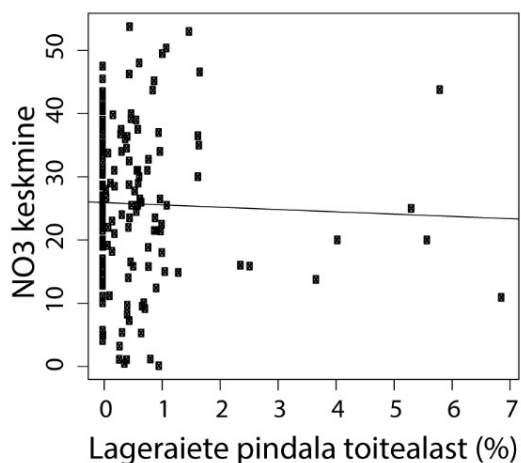
Joonis 34. Ülevaatlük joonis lageraielankidest NTA-I aastatel 2013–2016

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide omavaheliste seoste analüüsimiseks kasutati korrelatsioonanalüüsi ja üldistatud aditiivseid mudeleid. Mudeli valikul eeldati, et vee nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala seos ei pruugi olla lineaarne. Uuritavaks tunnuseks oli NTA seirepunkti või -jaama vee nitraatiooni keskmine või maksimaalne väärtus vastaval perioodil. Seletavaks tunnuseks oli lageraielankide pindala põhjavee seirepunkti toitealast või pinnavee seirejaama valgalast vastaval aastal. Veeproovide analüüsitulemused pole teineteisest täiesti sõltumatud, vaid võivad sõltuda omakorda seirepunkti või -jaama omapärast (*random effect*, sh seirepunkti tüüp sügavuste järgi, lisaks mõnes seirepunktis või -jaamas võivad püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni väärtused, teises omakorda madalamad väärtused). Seetõttu arvestati mudelis ka iga seirepunkti ja -jaama enda eripära.

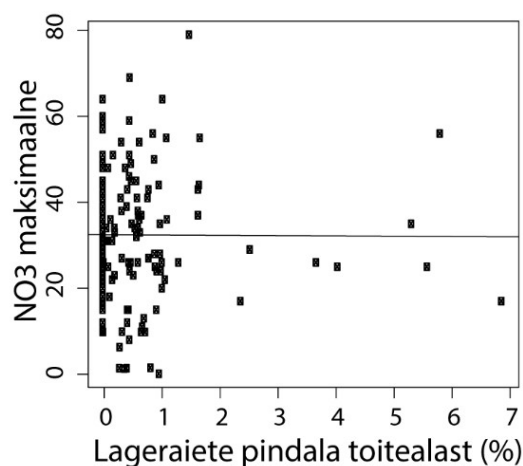
PÕHJAVESI

Tulemused

Uurides NTA põhjavee seirepunktide toitealadel toimunud metsade lageraiet, ei leitud usaldusväärseid seoseid põhjavee nitraatiooni sisaldusega. Korrelatsioonanalüüsi tulemuste põhjal polnud statistilist usaldusväärset seost põhjavee vastava aasta uurimisperioodi keskmiste ja maksimaalsete nitraatiooni sisalduste ning toitealadel toimunud metsade lageraiete pindala vahel. Põhjavee keskmise nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahelise seose korrelatsioonikoefitsient oli -0,03 (t-statistik -0,4, p-väärtus 0,68; joonis 35). Maksimaalse põhjavee nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient lageraielankide pindalaga oli -0,004 (t-statistik -0,06, p-väärtus 0,95; joonis 36).



Joonis 35. NTA põhjavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirepunkti toiteala lageraielankide pindala (%) seos aastatel 2013–2016



Joonis 36. NTA põhjavee aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirepunkti toiteala lageraielankide pindala (%) seos aastatel 2013–2016

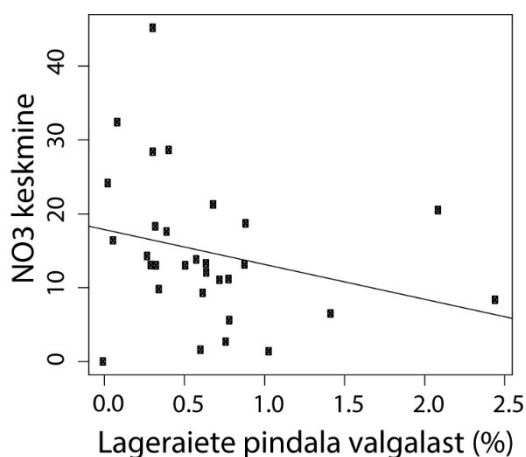
Sarnane tulemus leiti ka modelleerimisel. NTA põhjavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel polnud statistiliselt usaldusväärset seost (keskmise nitraatiooni sisaldus vastavalt F-statistik: 0,9, $p=0,34$; maksimaalne nitraatiooni sisaldus F-statistik: 1,8, $p=0,18$). Seega uuringu tulemustest selgus, et NTA põhjavee nitraatiooni sisaldus pole statistiliselt usaldusväärset seotud lageraielankide pindalaga.

PINNAVESI

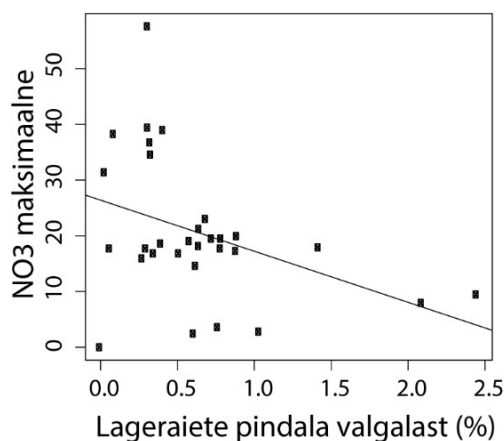
Tulemused

Uurides NTA pinnavee seirejaamade valgaladel asuvate metsade lageraielankide seost pinnavee kvaliteediga, ei leitud usaldusväärseid seoseid pinnavee nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel. Korrelatsioonanalüüsi tulemuste põhjal polnud statistilist usaldusväärset seost vastava aasta uurimisperioodi pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel pinnavee seirejaamade valgaladel (korrelatsioonikoefitsient -0,26, t-statistik -1,4, p-väärtus 0,16; joonis 37).

Pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient lageraiete pindalaga oli -0,39 (t-statistik -2,2, p-väärtus 0,03). See oli statistiliselt usaldusväärne seos, kuid vastupidiselt oodatule, oli pinnavee nitraatiooni sisaldus hoopis negatiivses seoses lageraielankide pindalaga (joonis 38).



Joonis 37. NTA pinnavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirejaama valgala lageraielankide pindala (%) seos aastatel 2013–2016

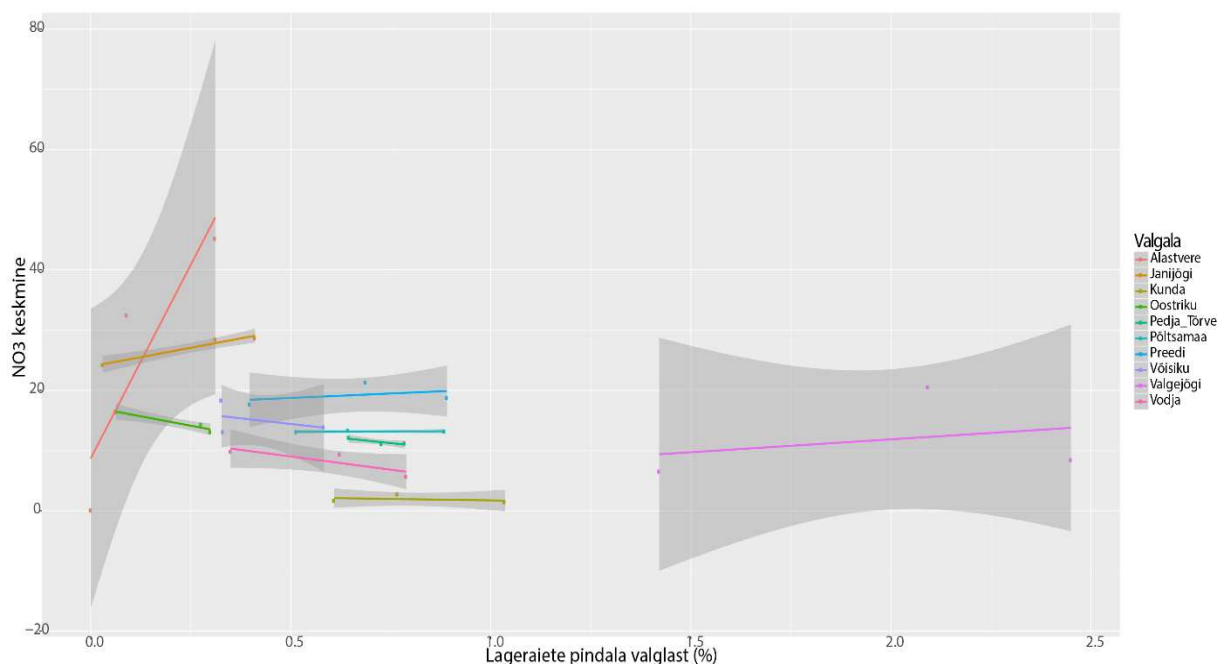


Joonis 38. NTA pinnavee aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirejaama valgala lageraielankide pindala (%) seos aastatel 2013–2016

Modelleerimisel leiti, et NTA pinnavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel pole statistiliselt usaldusväärset seost (keskmine nitraatiooni sisaldus vastavalt F-statistik: 0,2, $p=0,63$; maksimaalne nitraatiooni sisaldus F-statistik: 3,2, $p=0,085$). Seega uuringu tulemustest selgus, et pinnavee nitraatiooni sisaldus pole seotud lageraielankide pindalaga NTA-l.

Lisaks analüüsiti eraldi iga valgala kaupa pinnavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala seose vahelisi trende (tabel 10). Lageraielankide pindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel oli nõrk positiivne seos Jänijõe, Preedi jõe ja Valgejõe seirejaamade valgaladel (joonis 39). Sarnane positiivne seos ilmnes ka Alastvere peakraavi valgalal, kus andmete varieeruvus oli suur. Negatiivne seos lageraielankide pindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel ilmnes Võisiku, Vodja, Oostriku ja Pedja jõgede seirejaamade valgaladel. Põltsamaa ja Kunda jõgede seirejaamade valgaladel ei leitud selget seost lageraielankide pindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni vahel. Kokkuvõtvalt oli võrdselt nii positiivseid kui ka negatiivseid trende ning kahel juhul ei leitud selget seost. Seevastu korrelatsioonanalüüsil ja modelleerimisel leiti, et usaldusväärset seost pinnavee nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel ei ole. Seda tulemust võisid mõjutada nii Alastvere peakraavi kui ka Valgejõe seirejaama tulemused. Nimelt on Alastvere seirejaama pinnaveest mõõdetud nitraatiooni sisaldus väga kõrge ja samas on lageraielankide pindala seirejaama valgalal väga väike, sest valgala ise on pindalaliselt väike. Valgejõe valgalal oli olukord vastupidine, sest lageraielankide pindala oli suur, kuid pinnaveest määratud keskmine nitraatiooni sisaldus väike. Siiski ei saa otseselt järeldada, et nende kahe seirejaama tulemused

oleksid erandid, sest trendid lageraielankide pindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel mõlemas jaamas olid positiivsed. Üldist tulemust mõjutavad kindlasti ka neli eespool mainitud negatiivset trendi. Analüüsi tulemuste põhjal võib öelda, et ehkki üldanalüüsis lageraielankide pindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahelist seost ei olnud, esines valgalapõhises analüüsis nii positiivseid kui ka negatiivseid trende.

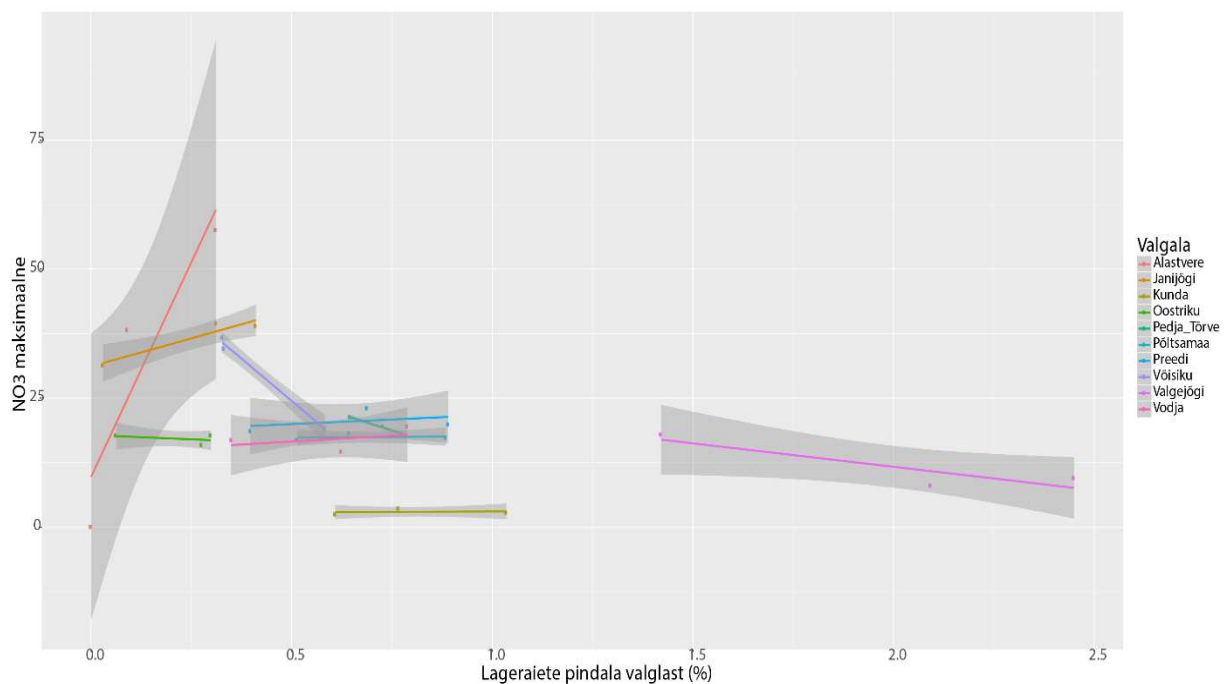


Joonis 39. Aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos lageraielankide pindalaga (%) NTA seirejaamade valgaladel. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvutatud vahemikus

Tabel 10. Keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse seos lageraielankide pindalaga (%) NTA seirejaamade valgaladel

Valgala	Keskmine nitraatiooni sisaldus	Maksimaalne nitraatioon sisaldus
Alastvere	Positiivne seos	Positiivne seos
Jänijõgi	Nõrk positiivne seos	Positiivne seos
Kunda	Seost ei ole	Seost ei ole
Oostriku	Negatiivne seos	Seost ei ole
Pedja	Nõrk negatiivne seos	Negatiivne seos
Põltsamaa	Seost ei ole	Seost ei ole
Preedi	Nõrk positiivne seos	Seost ei ole
Võisiku	Negatiivne seos	Negatiivne seos
Valgejõgi	Nõrk positiivne seos	Negatiivne seos
Vodja	Negatiivne seos	Seost ei ole

Pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide vaheline üldine seos oli korrelatsioonianalüüsil ja modelleerimisel negatiivne. Uurides eraldi iga pinnavee seirejaama valgalal lageraielankide pindala ja pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse trende saadi järgnevad tulemused (joonis 40). Positiivne trend ilmnes Alastvere peakraavi ja Jänijõe seirejaamade valgaladel. Negatiivne seos maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja lageraielankide pindala vahel leiti Pedja, Võisiku ja Valgejõe seirejaamade valgaladel ning otsest seost ei leitud Kunda, Oostriku, Põltsamaa, Preedi ja Vodja jõgede seirejaamade valgaladel. Üldist korrelatsioonianalüüsil ja modelleerimisel leitud negatiivset trendi mõjutavad ilmselt Alastvere seirejaama kõrged maksimaalsed nitraatiooni sisaldused pinnavees ja vähene lageraielankide pindala valgalal ning lisaks Valgejõe seirejaama valgalal suur lageraielankide pindala, kuid madal pinnavee maksimaalne nitraatiooni sisaldus.



Joonis 40. Aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos lageraielankide pindalaga (%) NTA seirejaama valgaladel. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvutatud vahemikus

HEITVEE VÄLJALASKUDE KOORMUSTE MÕJU PINNAVEE KVALITEEDILE

Sõltuvalt inimtegevuse tulemusena veekeskkonda sattuvate reoainete lähtekohast, võib heitveelaskusid klassifitseerida kui punktallikaid. Sellisteks punktallikateks on näiteks tööstustegevus, reoveepuhastusjaamad ja prügilad. Hajureostuse allikad veekoskonnale on näiteks pestitsiidide ja väetiste kasutamine põllumajanduses või olmereovesi kodumajapidamistest. Punktallikate kaudu avalduv mõju keskkonnale on paremini kontrollitav ning mõõdetav, sest kõik veekogusse heitvett või muid saasteaineid juhtivad ettevõtted peavad omama vee erikasutusluba. Vee erikasutusloas on ka reguleeritud keskkonda heidetavate saasteainete kogused. Olmereovee korral on peamisteks kontrollitavateks aineteks biokeemiline hapnikutarve (BHT), heljum, üldfosfor, üldlämmastik ja keemiline hapnikutarve (KHT). Vastavat vee erikasutusluba omavad ettevõtted on kohustatud esitama iga-aastaselt veekasutusaruande, kus on väljatoodud keskkonda juhitud saasteainete kogused. Alates 2010. aastast esitatakse andmed iga kvartali kohta (kokku neli mõõtmist aastas). Sellest varasemalt (2000–2009) oli mõõtmissagedus kord aastas.

Käesolevas analüüsis uuriti NTA-I asuvate seirejaamade kaupa kui suure osa seirejaama lävendi üldlämmastiku koormusest moodustab seirejaama valgalal paiknevate heitvee väljalaskude summaarne üldlämmastiku koormus. Selleks kasutati meetodikat, mis ei arvesta jões toimuvaid toitainete peetust põhjustavaid lämmastikuühendeid siduvaid protsesse. Analüüsis lähtuti eeldusest, et kogu väljalaskmetega vette juhitud lämmastiku kogus jõuab täies ulatuses seirejaama. Heitvee koormusandmed pärinevad Keskkonnaagentuuri hallatavast Eesti Eluslooduse Infosüsteemi VEKA andmekogust aastatest 2000–2015. Iga seirejaama kohta viidi Mann-Kendall testi abil läbi trendanalüüs, selgitamaks välja, kas heitvee poolt põhjustatud üldlämmastiku osakaal seirejaama lävendis on uurimisperioodil usaldusväärselt muutunud. Tabelis 11 on esitatud heitvee väljalaskmete arv seirejaamade kaupa.

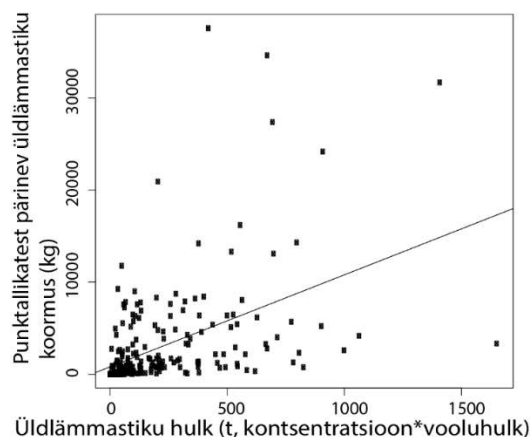
Tabel 11. Seirejaamade heitvee väljalaskmete arv valgalatel perioodil 2000–2015

Seirejaam	Heitvee väljalaskmete arv
Kunda	13
Oostriku	1
Põltsamaa	21
Preedi	36
Pedja	24
Valgejõe	9
Vodja	1

Seirejaamade üldlämmastiku koormus arvutati mõõdetud üldlämmastiku kontsentratsiooni ja vooluhulga kaudu. Sellest lähtuvalt avaldub lämmastikukoormus lämmastiku kontsentratsiooni ja vooluhulga korrutisena. Kuupäevase sagedusega vooluhulkade andmed pärinevad Keskkonnaagentuuri Hüdroloogiaosakonnast. Lämmastiku kontsentratsioone mõõdetakse seirejaamades kord kuus. Kuna valdavalt ei mõõdetata vooluhulka samas kohas, kus tehakse hüdrokeemilist seiret, siis leiti igale seirejaamale kas samal jõel või jõestikul paiknev lähim hüdroloogiajaam ning selle jaama äravoolumoodulit kasutades arvutati arvutuslikud vooluhulgad seirejaama lävendis. Seirejaamade igakuiste üldlämmastiku kontsentratsiooni mõõtmiste põhjal interpoleeriti lineaarselt igapäevased kontsentratsioonid. Selle abil on võimalik leida koormust mistahes pikema ajaühiku kohta. Kuni aastani 2010 leiti seirejaama lävendi aastane üldlämmastiku koormus, sealt alates üldlämmastiku koormus juba iga kvartali kohta.

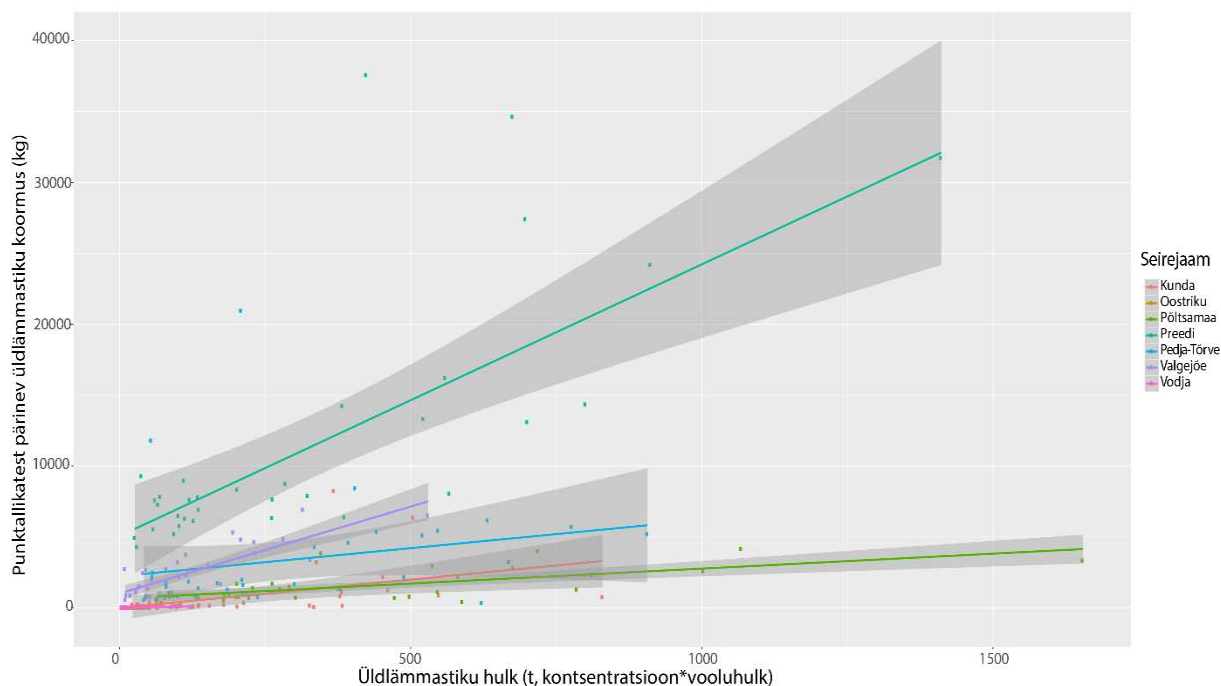
Tulemused

NTA seirejaamade pinnavees olev üldlämmastiku koormus korreleerus statistiliselt usaldusväärselt positiivselt punktallikatest pärineva lämmastikuga (joonis 41). Üldlämmastiku sisaldus ja punktallikatest pärineva lämmastiku vahelise seose korrelatsioonikoefitsient oli 0,48 (t-statistik 8,3; p-väärtus <0,001).



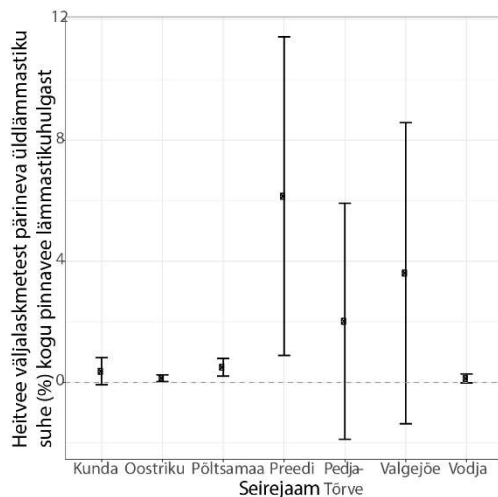
Joonis 41. NTA pinnavee seirejaamade üldlämmastiku sisalduse seos punktallikatest pärineva üldlämmastikuga perioodil 2000–2015

Sarnane statistiliselt usaldusväärne tulemus ja positiivne seos leiti ka modelleerimisel. Pinnavees oleva üldlämmastiku sisaldus ja punktallikatest pärineva lämmastiku omavaheline seos oli statistiliselt usaldusväärne (F-statistik 6,4; p-väärtus 0,001). See viitab, et mida rohkem on punktallikatest pärinevat lämmastikku, seda kõrgem on olnud pinnavees oleva üldlämmastiku sisaldus. Selline positiivne seos leiti enamikes seirejaamades (joonis 42).



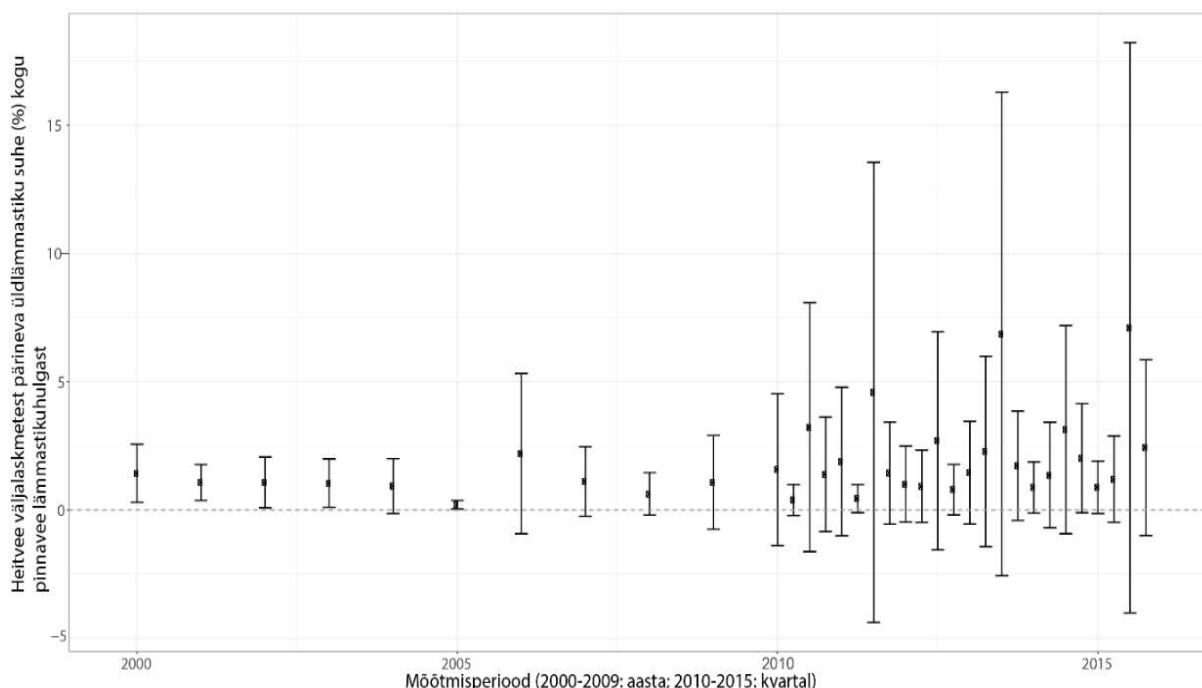
Joonis 42. NTA pinnavee üldlammastiku sisalduse seos punktallikatest pärineva lammastikuga seirejaamade kaupa perioodil 2000–2015. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvutatud vahemikus

Ehkki üldlammastiku sisaldus ja punktallikatest pärineva lammastiku vahel leiti korrelatsioonanalüüsil ja modelleerimisel usaldusväärsed seosed, ei tähenda see veel, et pinnavee seirejaamade määratud üldlammastik pärineb ainult punktallikatest. Analüüsis selgitati välja perioodil 2000–2015 üldlammastiku osa(kaal), mis pärines punktreostusallikatest. Leitud andmete alusel pole punktreostusallikatest pärinev üldlammastiku osa pinnavees olnud perioodil 2000–2015 kunagi keskmiselt kõrgem kui 6,1 % (maksimaalne tulemus Preedi seirejaamast, joonis 43). Joonisel 44 on ülevaatlilikult esitatud keskmine heitveelaskudest põhjustatud lammastikukoormuse osa perioodil 2000–2015. Sellest lähtub, et keskmine lammastikukoormuse osa on olnud aastatel 2000–2015 väike, jäädes alati alla 7 protsendi. Enamikel juhtudel jäi tulemus isegi alla 4 protsendi.

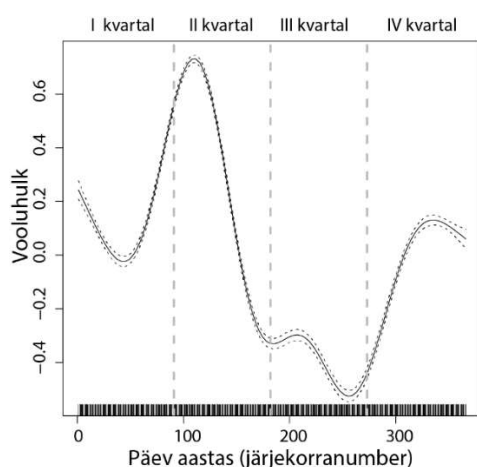


Joonis 43. NTA seirejaamade valgalatel olevate heitvee väljalaskmete keskmine üldlammastiku koormuse suhe (%) seirejaama kogu üldlammastikust perioodil 2000–2015. Punktid esindavad vastava perioodi (kuni 2009. aastani aasta, sealt alates kvartal) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve)

NTA seirejaamade valgaladel olevate heitvee väljalaskmete üldlammastiku koormuse suhe seirejaama kogu üldlammastikust perioodil 2000–2015 aegreana kinnitas sama tulemust. Vaid üksikutel ajaperioodidel on keskmine üldlammastiku koormuse suhe seirejaama kogu üldlammastikust olnud suurem kui 7%. Enamikel juhtudel oli üldlammastiku koormuse suhe seirejaama kogu lammastikust alla 5% või isegi veelgi väiksem. Suuremad heitvee väljalaskmetest põhjustatud osakaalud esinesid enamasti aasta kolmandas kvartalis (joonis 44), mis hüdroloogiliselt langeb suvisesse madalveeperioodi. Ilmselt on väiksematest vooluhulkadest tulenevalt muudest hajureostuse allikatest pärinev üldlammastiku koormuse osa sel perioodil väike ja seepärast heitvee väljalaskmete osakaal suureneb. Joonisel 45 on esitatud pinnavee seirejaamade aastane vooluhulkade hüdrograaf päevase intervalliga perioodil 1992–2015, kus kõigi jaamade andmete esitamise jaoks on vooluhulgad normaliseeritud 0-tasemele. Sellelt tuleb hästi esile kolmandas kvartalis esinev madalveeperiood.



Joonis 44. NTA seirejaamade valgalal olevate heitvee väljalaskmete üldläämmastiku koormuse suhe seirejaama kogu üldläämmastikust aegreana perioodil 2000–2015. Punktid esindavad vastava perioodi (kuni 2009. aastani aasta, sealt alates kvartal) keskmist väärtust, jooned hajumist (standardhälve)



Joonis 45. Pinnavee seirejaamade aastane vooluhulkade hüdrograaf. Pidevjoon näitab ööpäeva keskmist vooluhulka perioodil 1992–2015 (silutud keskmine) aditiivse segamudeli põhjal, mis on omakorda keskmistatud 0-tasemele. Katkendjoon tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub ööpäevase vooluhulga silutud keskmine arvutatud vahemikus

Trendianalüüs Mann-Kendall testiga viitas kõikide seirejaamade puhul, et heitvee väljalaskmete üldläämmastiku koormuse suhe seirejaama kogu üldläämmastikust pole perioodi 2000–2015 jooksul statistiliselt usaldusväärselt muutunud üheski seirejaamas. See annab kinnitust, et heitvee väljalaskmete üldläämmastiku koormuse suhe seirejaama kogu üldläämmastikust on püsinud kõikidel uuritud NTA seirejaamade valgaladel stabiilsena perioodi 2000–2015.

PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE SEOSD LOOMADE POOLT TEKITATUD LÄMMASTIKU KOGUSTEGA

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja loomade sõnnikus sisalduva lämmastiku koguse (kg/t) seost NTA-I uuriti eesmärgiga, et saada vastus küsimustele, kas lautades peetavate loomade (kitsed, lambad, sead ja veised) väljaheidetes sisalduv lämmastiku kogus võiks mõjutada vee nitraatiooni sisaldust.

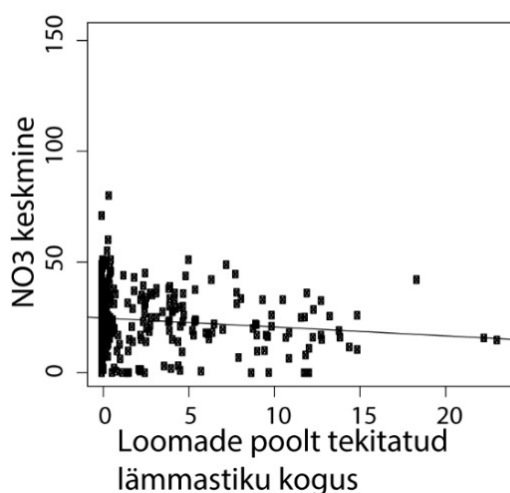
Metoodika

Loomade andmed pärinevad PRIA loomade registrist (2010–2016.a). Lämmastiku koguse (kg/t) arvutamise aluseks võeti põllumajandusministri 14.07.2014 määruse nr 71 Lisa 3 „Eri tüüpi sõnniku toitaine sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise metoodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid“. Andmete puudumise tõttu polnud võimalik eristada lautade sõnniku tüüpi (PRIA-s sellekohased andmed puuduvad), seetõttu kasutati kõikide sõnnikutüüpide koefitsientide keskmist väärtust. Keskmistatud koefitsiendid olid järgnevad: lihaveised 6,87; ammalehmad 6,87; piimalehmad 4,86; nuumsead 5,38; kuldid 5,38; emised 5,28; nooremised 5,31; võõrdepörsad 6,2. Kitsede ja lammaste puhul kasutati koefitsientidena vastavalt väärtusi 6,84 ja 6,71. Analüüsil ei saanud arvestada karjatamisperioodi pikkust ehkki ka need koefitsiendid on vastavas määruses esitatud, sest karjatamisperioodi pikkuse andmed polnud kättesaadavad. Loomade vanuse järgi eristamine polnud otstarbekas, sest noorloomad muudavad oma vanusegruppi juba aasta jooksul, kuid käesolevas analüüsis on uurimisandmed aastapõhiselt (nitraatiooni keskmine või maksimaalne sisaldus vastavalt põhjavee seirepunktis või pinnavee seirejaamas).

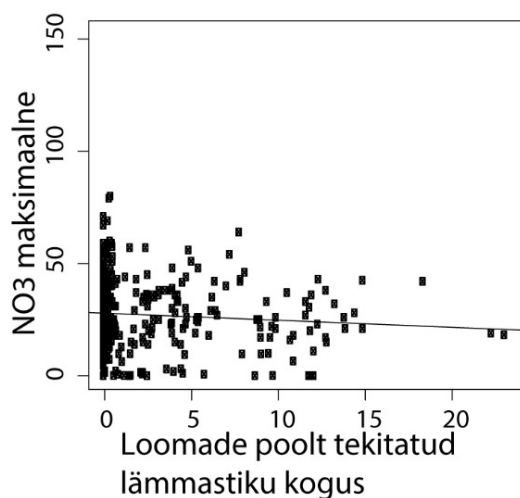
Põhja- ja pinnavee statistilisel analüüsil korreleeriti seirepunktide ja -jaamade nitraatiooni sisalduse andmeid loomade poolt tekitatud lämmastiku kogustega põhjavee seirepunktide toitealade ja pinnavee seirejaamade valgalade põhiselt. Seejärel viidi läbi modelleerimine (üldistatud aditiivseid mudeleid), mis võttis lisaks arvesse, et igas põhjavee seirepunktis ja pinnavee seirejaamas on mõõtmisi teostatud korduvalt ajavahemikul 2010–2016.

Tulemused

Põhjavee seirepunktide aasta keskmised nitraatiooni sisaldused korreleerusid statistiliselt usaldusväärselt negatiivselt loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega toitealadel (joonis 46). Keskmise nitraatiooni sisalduse korrelatsioonikoefitsient loomade poolt tekitatud lämmastiku kogustega oli -0,11 (t-statistik -2,4; p-väärtus 0,014). Maksimaalse nitraatiooni sisalduse korrelatsioonikoefitsient loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega oli -0,08 (t-statistik -1,7; p- väärtus 0,1; joonis 47). Üllatuslikult näitasid mõlemad korrelatsioonanalüüsid vastupidiselt oodatule negatiivset seost loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja nitraatiooni sisalduse vahel põhjavees. Selline seose väljaselgitamine vajaks täpsemat uurimist ja lisaanalüüse.



Joonis 46. NTA põhjavee seirepunktide aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses toiteala pindalaga) toitealadel perioodil 2010–2016

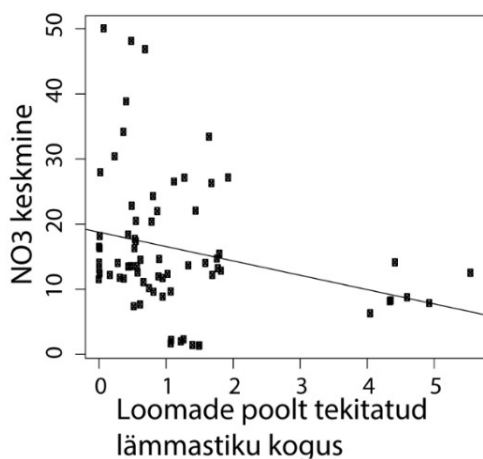


Joonis 47. NTA põhjavee seirepunktide aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses toiteala pindalaga) toitealadel perioodil 2010–2016

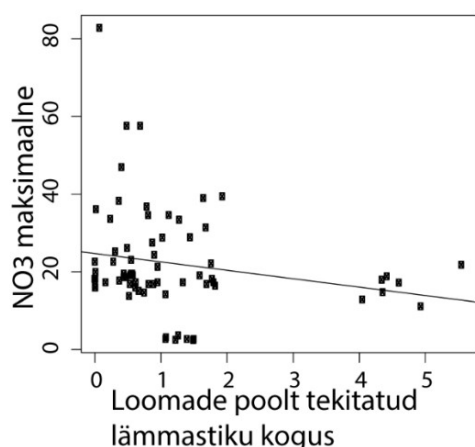
Modelleerides loomade poolt tekitatud lämmastiku kogust ja põhjavee nitraatiooni sisalduse seost toitealadel enam statistiliselt usaldusväärsed seosed ei leitud (vastavalt nitraatiooni keskmised väärtused: F-statistik 1,6, p-väärtus 0,2; nitraatiooni maksimaalsed väärtused: F-statistik 0,16, p-väärtus 0,69). Siiski näitasid mõlema mudeli graafikud negatiivset trendi sarnaselt korrelatsioonanalüüsile.

Tulemused

Pinnavee keskmine nitraatiooni sisaldus korreleerus statistiliselt usaldusväärselt negatiivselt loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega seirejaamade valgaladel (joonis 48). Keskmise nitraatiooni sisalduse korrelatsioonikoefitsient loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega oli $-0,26$ (t-statistik $-2,3$; p-väärtus $0,03$). Maksimaalse nitraatiooni sisalduse korrelatsioonikoefitsient loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega oli $-0,2$ (t-statistik $-1,7$, p-väärtus $0,09$; joonis 49). Keskmise nitraatiooni sisalduse korrelatsioonikoefitsient loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega viitab, et mida kõrgem on loomade poolt tekitatud lämmastiku kogus pinnavee seirejaamade valgalal, seda madalamad on olnud määratud nitraatiooni sisalduse näitajad pinnavees.



Joonis 48. NTA pinnavee seirejaamade aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses valgala pindalaga) valgaladel perioodil 2010–2016

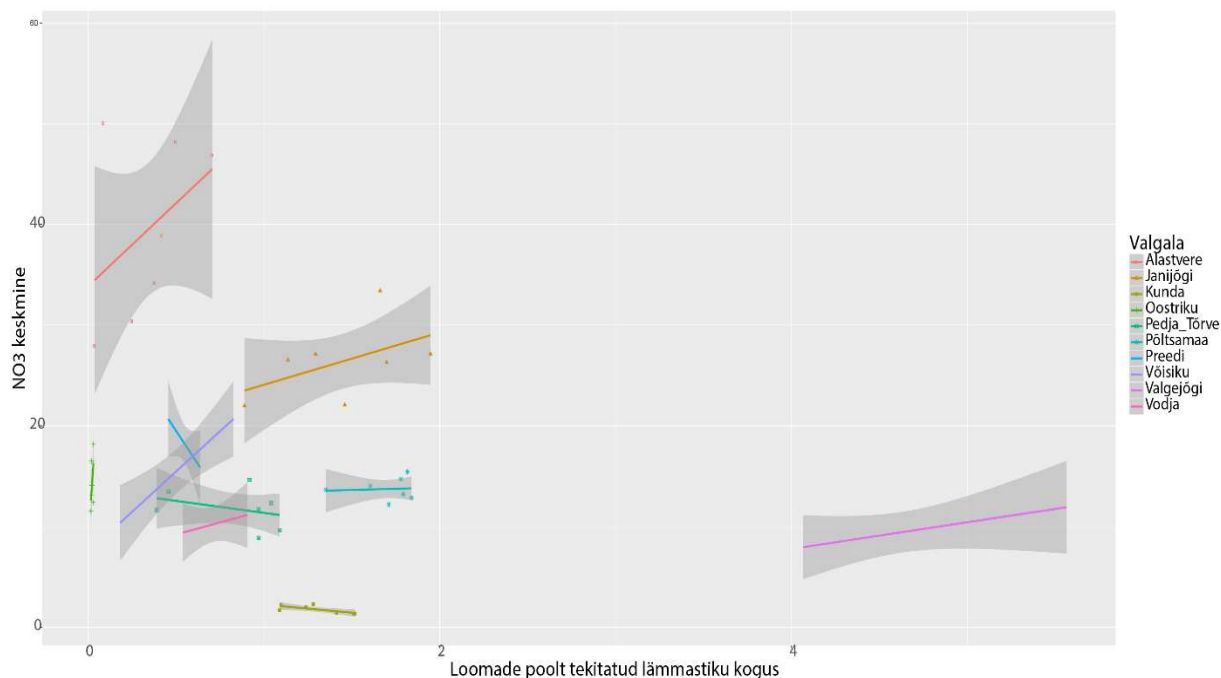


Joonis 49. NTA pinnavee seirejaamade maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses valgala pindalaga) valgaladel perioodil 2010–2016

Modelleerides loomade poolt tekitatud lämmastiku kogust ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seost valgaladel enam statistiliselt usaldusväärsed seosed ei leitud (vastavalt nitraatiooni keskmised väärtused: F-statistik 0,1, p-väärtus 0,7; nitraatiooni maksimaalsed väärtused: F-statistik 0,4, p-väärtus 0,53). Samas näitasid ka nende mudelite graafikud nõrka negatiivset trendi sarnaselt korrelatsioonanalüüsile.

Eelnevalt leitud korrelatsioonianalüüsides ja modelleerimise tulemused ei olnud ootuspärased, sest eelanalüüs näitas nitraatiooni sisalduse ja loomade poolt tekitatud lämmastiku koguste vahel positiivset seost 2 ja 5 km raadiuste puhvritega ümber seirepunktide- ja jaamade. Seetõttu analüüsiti valgalade kaupa eraldi, kas trendid loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel on sarnased või erinevad. Kontrollides igal valgalal seost loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee nitraatiooni sisalduse vahel saadi järgnevad tulemused (tabel 12). Positiivne seos oli loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee nitraatiooni sisalduse vahel järgmiste jõgede seirejaamade valgaladel: Jänijõgi, Võisiku, Valgejõgi ja Vodja (joonis 50). Sarnane positiivne seos ilmnas ka Alastvere jõe seirejaama valgalal, kuid nii nitraatiooni sisaldused kui loomade arv varieerusid seal aastati. Negatiivne seos loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee nitraatiooni sisalduse vahel ilmnas Pedja ja Preedi jõgede seirejaamade valgaladel. Ka Kunda jõe seirejaama valgalal ilmnas nõrk negatiivne seos loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel, kuid keskmine nitraatiooni sisaldus pinnavees oli seal väike. Põltsamaa jõe seirejaama valgalal ei leitud seost

loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel. Ebaselge seos ilmnes Oostriku seirejaama valgatal, sest loomade poolt tekitatud lämmastiku kogus oli sellel valgatal väga väike (joonis 50).



Joonis 50. Pinnavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses valgala pindalaga) NTA seirejaamade valgataldel. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvutatud vahemikus

Valgalapõhises analüüsis leiti rohkem positiivseid seoseid loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel. Samas üldised trendid korrelatsioonanalüüsil ja modelleerides olid negatiivsed. Võimalik, et eelnevaid tulemusi mõjutasid nii Alastvere kui ka Valgejõe seirejaamade nitraatiooni sisaldused väärtused ja loomade hulk nendel valgataldel. Alastvere peakraavis asuvas seirejaamas määrati pinnaveest väga kõrge keskmine nitraatiooni sisaldus, kuid loomade hulk valgatal oli väike. Valgejõel oli olukord vastupidine. Nitraatiooni keskmine sisaldus Valgejõe seirejaamas oli madal, kuid loomade poolt tekitatud lämmastiku kogus seirejaama valgatal kõrge. Sellegipoolest ei saa otseselt järeldada, et nende kahe seirejaama tulemused oleksid erandid, sest trendid loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel olid mõlemal valgatal positiivsed. Üldist tulemust mõjutavad kindlasti veel ka need pinnavee seirejaamad, millede valgataldel leitud trendid olid kas negatiivsed või kus selget seost ei leitudki. Saadud tulemuste põhjal võib öelda, et ehkki vähemalt pooltes seirejaamades leiti

positiivne seos loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel, esines ka vastupidiseid olukordi.

Tabel 12. Pinnavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse seos loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega tonnides (koguse suhtarv seoses valgala pindalaga) NTA seirejaamade valgaladel

Valgala	Keskmine nitraatiooni sisaldus	Maksimaalne nitraatioon sisaldus
Alastvere	Positiivne seos, andmetes suur varieeruvus	Nõrk positiivne seos, andmetes suur varieeruvus
Jänijõgi	Positiivne seos	Positiivne seos
Kunda	Nõrk negatiivne seos	Nõrk negatiivne seos
Oostriku	Ebaselge seos, sest valgalal oli vähe loomi	Ebaselge seos, sest valgalal oli vähe loomi
Pedja	Nõrk negatiivne seos	Positiivne seos
Põltsamaa	Seost ei ilmnenud	Nõrk positiivne seos
Preedi	Negatiivne seos	Negatiivne seos
Võisiku	Positiivne seos	Positiivne seos
Valgejõgi	Positiivne seos	Positiivne seos
Vodja	Positiivne seos	Positiivne seos

Sarnased tulemused ilmneseid kui analüüsi seost loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse vahel. Need tulemused on kokkuvõtvalt esitatud tabelis 12. Ainuke erinevus võrreldes pinnavee nitraatiooni keskmiste tulemustega leiti Pedja jõe seirejaama valgalalt. Kui keskmine pinnavee nitraatiooni sisaldus oli loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega Pedja jõe seirejaama valgalal nõrgalt negatiivselt seotud, siis maksimaalne pinnavee nitraatiooni sisaldus korreleerus hoopis positiivselt loomade poolt tekitatud lämmastiku kogusega.

PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE SEOS TERAVILJADE JA TEISTE KASVUKS ROHKET LÄMMASTIKVÄETIST VAJAVATE PÕLLUKULTUURIDE KASVUPINDALAGA

NTA põhjavee seirepunktide toitealade või pinnavee seirejaamade valgalade põhiselt arvutati välja teraviljade, rapside, rüpside, maisi, peedi ja kartuli kasvupindala (edaspidi selles peatükis on lihtsuse huvides nimetatud kõiki neid põllukultuure koondnimetusega „teraviljad“) osakaal uurimisala pindalast. Analüüsil eeldati, et mida suurem on nende põllukultuuride kasvupindala põhjavee seirepunktide toitealadel või seirejaamade valgaladel, seda suuremad võiksid olla mõõdetud nitraatiooni sisaldused põhja- ja pinnavees, sest kõik eelmainitud põllukultuurid vajavad kasvuks rohkelt lämmastikväetisi (Kanger jt. 2014).

Metoodika

NTA põhjavee nitraatiooni sisalduse uurimiseks kasutati detailset põllumajanduslike kõlvikute paiknemise ja põllukultuuride infot, mis pärines PRIA põllumassiivide (põllumassiiv on üksus, mis võib koosneda ühest või mitmest kõlvikust) andmebaasidest aastatest 2015–2016. PRIA-s on olemas ka varasemate aastate kohta info põllukultuuride ning nende pindalade kohta (tabelitena ja pabertaotlustel). Siiski varasemates aastatest pärinev põllukultuuride andmestik ei ole täpse geomeetriaga digitaliseeritud (vaid e-taotlustel on kõlvikute piirid täpselt teada, kuid need ei kata tervikuna ei Eestit ega NTA-d). Seega kasutati selles uurimistöös osas kahe viimase aasta (2015–2016) kohta digitaliseeritud põllukultuuride andmeid.

NTA pinnavee nitraatiooni sisalduse uurimiseks kasutati valgalapõhist lähenemist ning PRIA põllumassiivide kaardikiht seostati põllumajandustoetusi saavate põllukultuuride andmebaasidega. Valgalapõhisel lähenemisel pole nii täpset kõlvikute paiknemist vaja, sest valgala piirid kattuvad enamasti põllumassiivide endi piiridega. Seetõttu kasutati PRIA digitaliseeritud põllukultuuride andmebaaside infot aastatest 2010–2016. Selline lähenemine võimaldas ka suuremat valimit, sest pinnavee seirejaamade hulk on väiksem põhjavee seirepunktide arvust.

Analüüsis kasutati PRIA põllumajandustoetusi saavate põllumassiivide andmebaasides olevaid teravilju (kaer, suvinisu, talinisu, suvioder, talioder, rukis, talirukis, segavili, tritikale, speltanisu), rapse ja rüps (suviraps, taliraps, suvirüps, talirüps), maisi, kartulit, sööda- ja söögipeeti, sest nende põllukultuuride kasvatamine vajab rohkelt lämmastikväetist (Kanger jt.

2014). Lihtsuse ja selguse huvides nimetakse kõiki neid põllukultuure (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) selles peatükis koondnimetusega „teraviljad“. Analüüsil kasutati teraviljade kasvupindala protsentuaalset suhet vastavalt põhjavee seirepunktide toiteala või pinnavee seirejaamade valgala pindalast.

Põhjavee statistilisel analüüsil korreleeriti toitealade nitraatiooni sisalduse andmeid teraviljade kasvupindalaga. Seejärel viidi läbi modelleerimine, mis võttis arvesse, et igal toitealal on mõõtmisi teostatud kahel aastal 2015–2016 (korduvmõõtmiste olemasolu) ning iga seirepunkti eripära (*random effect*, sh seirepunkti tüüp sügavuste järgi, lisaks mõnes seirepunktis võivad püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni sisalduse väärtused, teises omakorda madalamad väärtused).

Pinnavee statistilisel analüüsil korreleeriti seirejaamade pinnavee nitraatiooni sisalduse andmeid teraviljade kasvupindalaga seirejaama valgalapõhiselt. Seejärel viidi läbi modelleerimine, mis võttis arvesse, et igas pinnavee seirejaamas on mõõtmisi teostatud korduvalt ajavahemikul 2010–2016 (korduvmõõtmiste olemasolu) ning iga seirejaama eripära (*random effect*, mõnes seirejaamas võivad püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni väärtused, teises omakorda madalamad väärtused).

Põhjavee nitraatiooni sisalduse interpreteerimiseks ja illustreerimiseks kasutati ka maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjaveekihi kaitstuse andmekihti, millest valiti välja kaitsmata põhjaveega alad (edaspidi kaitsmata põhjaveega alad). Kaitsmata põhjaveega alade geoinformaatiline kaardikiht on koostatud AS Mavesse poolt. Selleks kasutati Nõukogude Liidu lõpuperioodil (1980. lõpus ja 1990. algus) koostatud majandite veekaitseskeeme. Nende veekaitseskeemide koostamisel on arvesse võetud maapinna reljeefi, kvaternaari- ja mullakaarti ning karstialade asukohti.

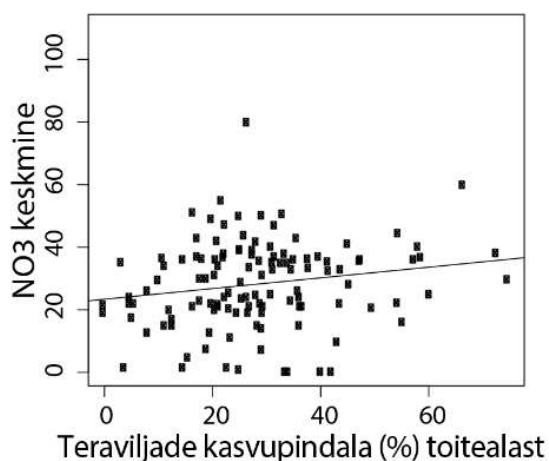
PÕHJAVESI

Tulemused

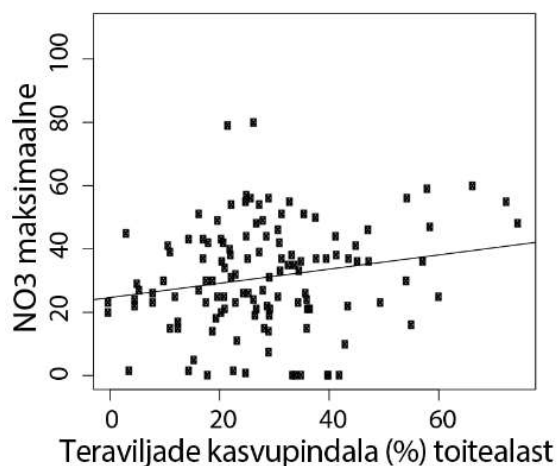
NTA põhjaveeseires määratud aasta keskmised ja maksimaalsed nitraatiooni mõõtmistulemused korreleerusid statistiliselt usaldusväärselt teraviljade kasvupindalaga põhjavee seirepunktide toitealadel. Aasta keskmise põhjavee nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient teraviljade kasvupindaladega oli 0,18 (t-statistik 2,0, p-väärtus 0,047; joonis 51). Maksimaalse põhjavee nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient

teraviljade kasvupindalaga oli 0,2 (t-statistik 2,2, p-väärtus 0,03; joonis 52). Seega viitavad mõlemad korrelatsioonanalüüsi tulemused, et teraviljade kasvupindala ja põhjavee nitraatiooni sisaldus on omavahel seotud: mida rohkem kasvatatakse põhjavee seirepunktide toitealadel teravilja, seda kõrgemad nitraatiooni väärtused on põhjavee veeproovidest leitud.

Modelleerides teraviljade kasvupindala ja põhjavee nitraatiooni sisalduse seost toitealadel leiti samuti ligilähedaselt statistiliselt usaldusväärsed seosed (vastavalt nitraatiooni keskmised väärtused: F-statistik 3,3, p-väärtus 0,07; nitraatiooni maksimaalsed väärtused: F-statistik 2,8, p-väärtus 0,09). Seega ka keerulisem statistiline analüüs viitas korrelatsioonanalüüsil leitud tulemustele, et mida rohkem kasvatatakse NTA põhjavee seirepunktide toitealadel teravilja, seda kõrgemad nitraatiooni sisalduse väärtused on seires mõõdetud.

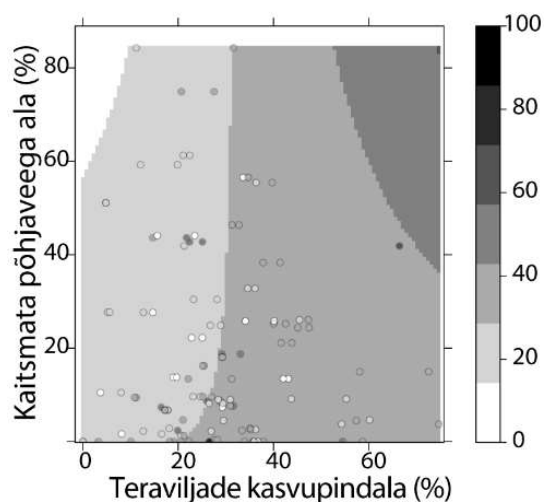


Joonis 51. NTA põhjavee seirepunktide aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga põhjavee seirepunktide toitealadel perioodil 2010–2016. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

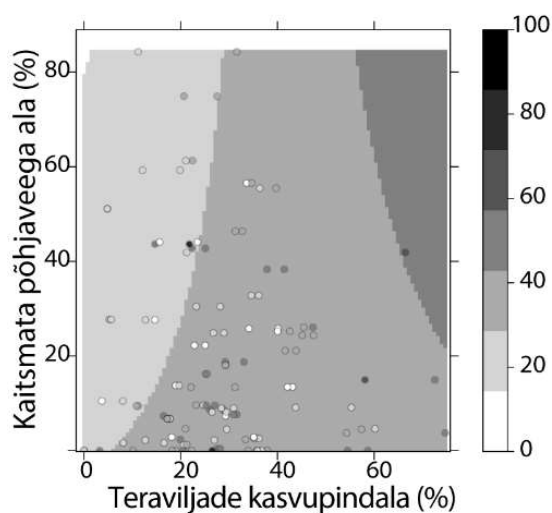


Joonis 52. NTA põhjavee seirepunktide aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga põhjavee seirepunktide toitealadel perioodil 2010–2016. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

Teraviljade kasvupindala ja kaitsmata põhjavee alade omavahelise seose analüüsimisel selgus, et mida rohkem on kaitsmata põhjaveega alasid ning mida suurem on teraviljade kasvupindala toitealadel, seda kõrgemad nitraatiooni sisaldused on põhjaveest mõõdetud. Selline seos ilmnes nii põhjavee nitraatiooni keskmise kui ka maksimaalse sisaldusega (joonised 53–54). Seega nitraatiooni leostumise suhtes on kaitsmata põhjaveega alad suuremas ohus.



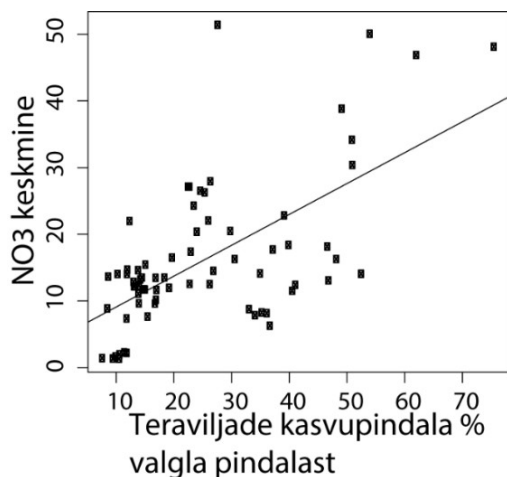
Joonis 53. NTA põhjavee seirepunktide aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga põhjavee seirepunktide toitealadel. Parempoolne tulp iseloomustab nitraatiooni sisaldust. Punktide värvid tähistavad aasta keskmist mõõtmistulemust seirepunktides, areaalid punktide põhjal interpoleeritud nitraatiooni sisaldust vastavatel teravilja kasvupindala (%) ja kaitsmata põhjaveega alade (%) tingimustel. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi



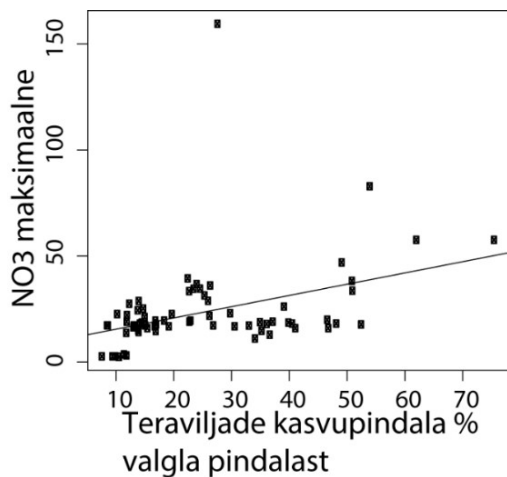
Joonis 54. NTA põhjavee seirepunktide aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga põhjavee seirepunktide toitealadel. Parempoolne tulp iseloomustab nitraatiooni sisaldust. Punktide värvid tähistavad aasta maksimaalset mõõtmistulemust seirepunktides, areaalid punktide põhjal interpoleeritud nitraatiooni sisaldust vastavatel teravilja kasvupindala (%) ja kaitsmata põhjaveega alade (%) tingimustel. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

Tulemused

NTA seirejaamade pinnaveest mõõdetud aasta keskmised ja maksimaalsed nitraatiooni sisaldused korreleerusid statistiliselt usaldusväärselt teraviljade kasvupindalaga seirejaamade valgaladel. Keskmise nitraatiooni sisalduse ja teraviljade kasvupindala vahelise seose korrelatsioonikoefitsient oli 0,62 (t-statistik 6,5, p-väärtus <0,001; joonis 55). Maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja teraviljade kasvupindala vahelise seose korrelatsioonikoefitsient oli 0,37 (t-statistik 3,3, p-väärtus 0,001; joonis 56). Seega viitavad mõlemad korrelatsioonanalüüsi tulemused, et teraviljade kasvupindala ja pinnavee nitraatiooni sisaldus on omavahel seotud: mida rohkem kasvatatakse pinnavee seirejaamade valgaladel teravilja, seda kõrgemad on määratud nitraatiooni sisaldused pinnavees.



Joonis 55. NTA pinnavee seirejaamade aasta keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga pinnaveeseiresse kuuluvate seirejaamade valgaladel. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi



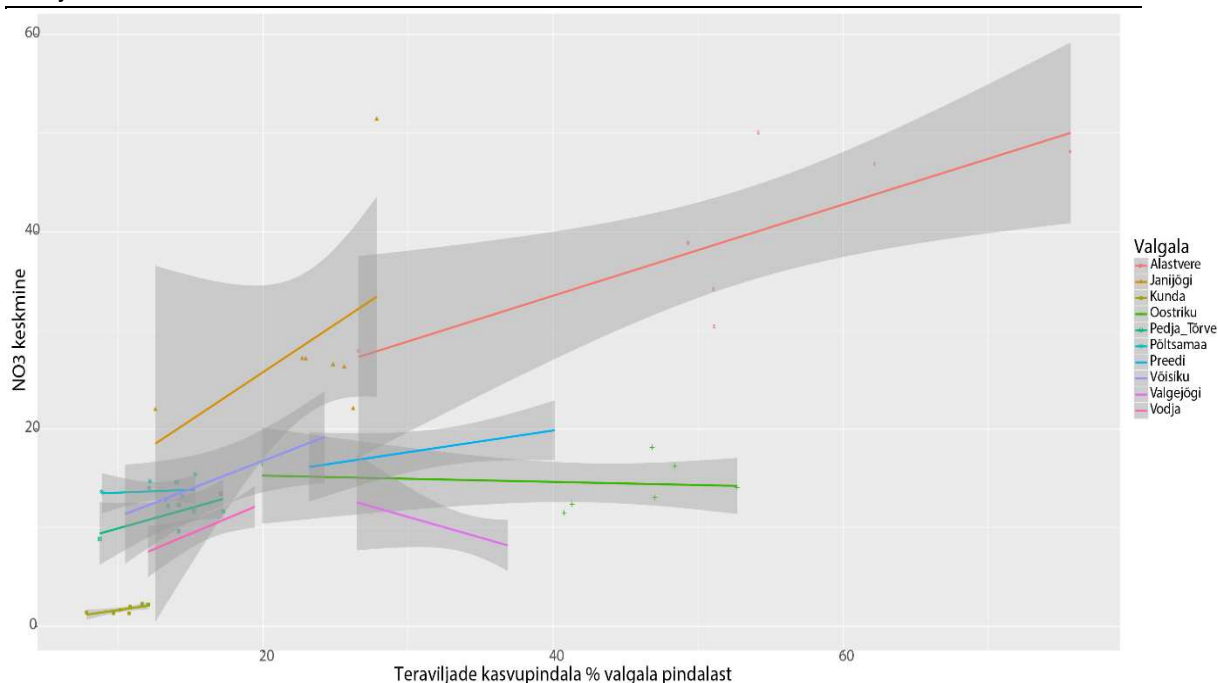
Joonis 56. NTA pinnavee seirejaamade aasta maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindala protsentuaalse hulgaga pinnaveeseiresse kuuluvate seirejaamade valgaladel. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

Modelleerides teraviljade kasvupindala ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seost valgaladel, leiti samuti statistiliselt usaldusväärsed seosed (vastavalt nitraatiooni keskmised väärtused: F-statistik 12,0, p-väärtus <0,001; nitraatiooni maksimaalsed väärtused: F-statistik 4,9, p-väärtus 0,03). Seega ka modelleerimine kinnitas korrelatsioonanalüüsil leitud tulemust: mida rohkem kasvatatakse NTA pinnavee seirejaamade valgaladel teravilja, seda kõrgemad nitraatiooni väärtused on vastavatel aastatel seires pinnaveest leitud.

Lisaanalüüsis uuriti, kas trendid teravilja kasvupindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel on valgalade kaupa sarnased või erinevad. Kontrollides igal valgalal seost teraviljade kasvupindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel saadi positiivne seos Alastvere, Jänijõe, Pedja, Preedi, Võisiku ja Vodja seirejaamade valgaladel (tabel 13, joonis 57). Ka Kunda jõe seirejaama valgalal ilmnes nõrk positiivne seos, kuid keskmine nitraatiooni sisaldus pinnavees oli seal väike. Negatiivne seos teraviljade kasvupindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse vahel leiti Valgejõe seirejaama valgalal. Põltsamaa ja Oostriku jõgede seirejaamade valgaladel ei leitud selget seost. Detailselt seirejaamade valgalade lõikes teravilja kasvupindala ja pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse seoseid analüüsid leiti rohkem positiivseid seoseid. Samas esines ka vastupidiseid näited. Üldine trend nitraatiooni sisalduse ja teraviljade kasvupindala vahel nii korrelatsioonanalüüsil kui ka modelleerimisel oli positiivne.

Tabel 13. Pinnavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) seos teraviljade kasvupindalaga NTA jõgede seirejaamade valgaladel. Teraviljadena käsitletakse selles tabelis kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

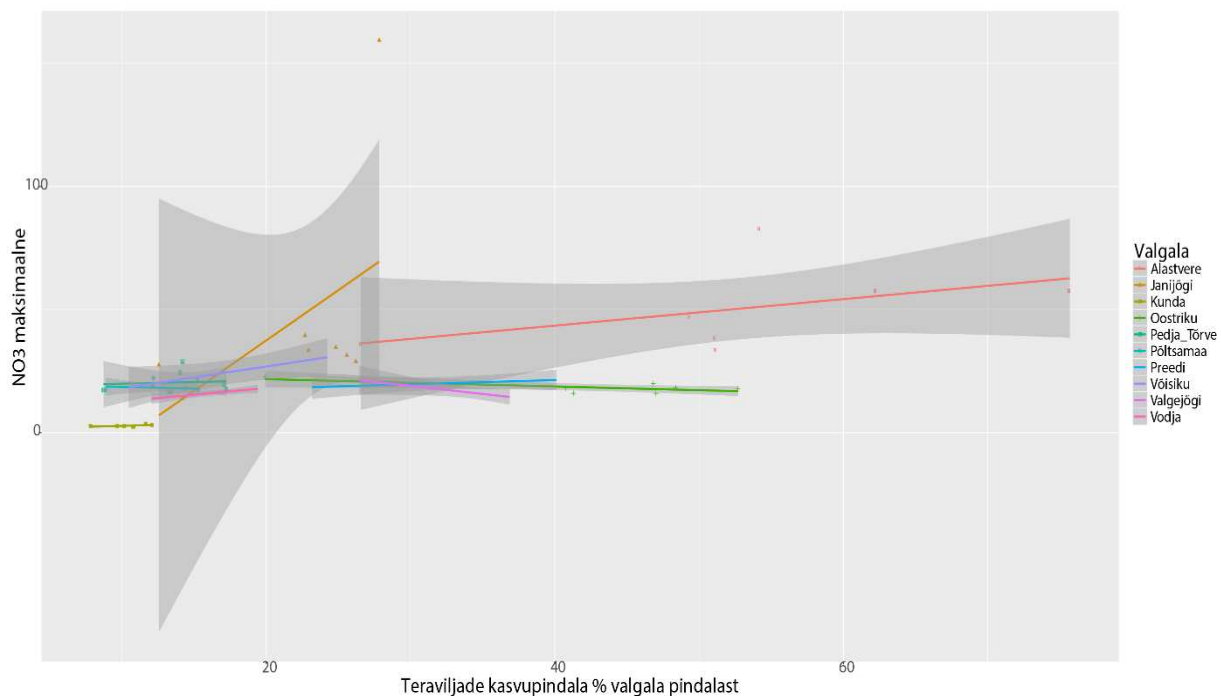
Valgala	Keskmine nitraatiooni sisaldus	Maksimaalne nitraatioon sisaldus
Alastvere	Positiivne seos	Positiivne seos
Jänijõgi	Positiivne seos	Positiivne seos
Kunda	Nõrk positiivne seos	Seost ei ole
Oostriku	Seost ei ole	Seost ei ole
Pedja	Positiivne seos	Seost ei ole
Põltsamaa	Seost ei ole	Seost ei ole
Preedi	Positiivne seos	Seost ei ole
Võisiku	Positiivne seos	Positiivne seos
Valgejõgi	Negatiivne seos	Negatiivne seos
Vodja	Positiivne seos	Positiivne seos



Joonis 57. Pinnavee aasta keskmise nitraatiooni sisalduse seos (mg/l) teraviljade kasvupindalaga NTA jõgede seirejaamade valgaladel. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvatud vahemikus. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

Trendid teravilja kasvupindala ja pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse vahel on valgalade kaupa kokkuvõtvalt esitatud tabelis 13. Positiivne seos teraviljade kasvupindala ja pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse vahel ilmnes Alastvere, Jänijõe, Võisiku ja Vodja jõe seirejaama valgalal. Negatiivne seos oli Valgejõe seirejaama valgalal. Selget seost ei leitud Oostriku, Põltsamaa, Preedi, Pedja ja Kunda jõgede seirejaamade valgaladel (joonis 58). Seega

võib öelda, et ka pinnavee nitraatiooni maksimaalse sisalduse ja teraviljade kasvupindala vahel on üldine trend positiivne, st. suurema teraviljade kasvupindala korral seirejaama valgalal on pinnaveest määratud ka kõrgem nitraatiooni sisaldus.



Joonis 58. Teravilja kasvupindala ja pinnavee aasta maksimaalse nitraatioonis sisalduse (mg/l) seosed seirejaamade valgalade lõikes. Joonisel esitatud hall ala tähistab usaldusintervalli, mille järgi 95% tõenäosusega asub nitraatiooni sisalduse (mg/l) keskmine arvatud vahemikus. Teraviljadena käsitletakse sellel joonisel kõiki põllukultuure, mis vajavad kasvuks palju lämmastikväetisi (teraviljad, raps, rüps, mais, kartul, peet) Kanger jt (2014) järgi

PÕHJA- JA PINNAVEE NITRAATIOONI SISALDUSE SEOS TURVASMULDADE LEVIKUGA NTA-L

Käesoleva analüüsiga uuriti ka turvasmuldade leviku (edaspidi turvasmuldade) võimalikku mõju NTA pinna- ja põhjavee nitraatiooni sisaldusele. Tunnust uuriti, sest turvasmuldade levik võiks kirjeldada otseselt inimtegevusest mittepõhjustatud nitraatiooni looduslikku fooni NTA-l.

Metoodika

Turvasmuldade andmetena kasutati Maa-ameti ([Maa-amet, 2017](#)) mullastiku kaardi andmeid NTA-l. Turvasmuldadeks klassifitseeriti mulla šifri järgi kõik mullad, milles sisaldus 'M', 'S' või 'R'. Turvasmuldade levik NTA-l on esitatud joonisel 59.

Põhjavee nitraatiooni sisalduse ja turvasmuldade pindala vaheliste seoste analüüsimisel kasutati NTA põhjavee seirepunktide toitealasid ja pinnavee seirejaamade valgalasid (uurimistunnused vastavalt: turvasmuldade pindala protsent toitealadest või valgaladest).



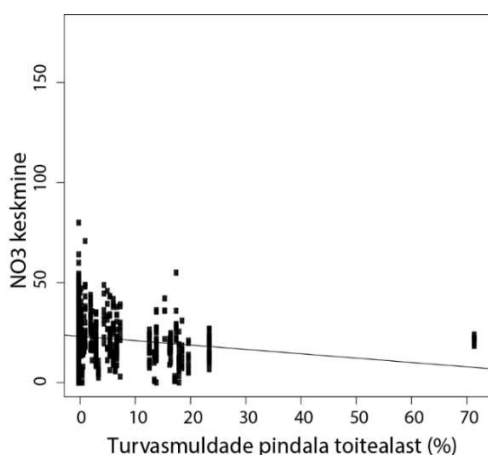
Joonis 59. Ülevaatlük joonis turvasmuldade paiknemisest NTA-l

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja turvamuldade omavaheliste seoste analüüsimiseks kasutati korrelatsioonanalüüsi ja üldistatud aditiivseid mudeleid. Mudeli valikul eeldati, et vee nitraatiooni sisalduse ja turvamuldade pindala seos toiteala või valgala kogupindalast ei pruugi olla lineaarne. Uuritavaks tunnuseks oli NTA seirepunkti või -jaama vee nitraatiooni sisalduse keskmine või maksimaalne väärtus vastaval perioodil. Seletavaks tunnuseks oli turvamuldade pindala protsent põhjavee seirepunkti toitealast või pinnavee seirejaama valgalt. Veeproovide analüüsitulemused pole teineteisest täiesti sõltumatud, vaid võivad sõltuda omakorda seirepunkti või -jaama omapärast (*random effect*, sh seirepunkti tüüp sügavuste järgi, lisaks mõnes seirepunktis või -jaamas võivad püsivalt olla kõrgemad nitraatiooni väärtused, teises omakorda madalamad väärtused). Seetõttu arvestati mudelites ka iga seirepunkti ja -jaama enda eripära.

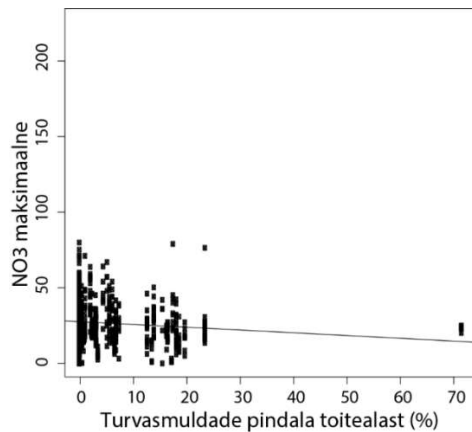
PÕHJAVESI

Tulemused

Uurides NTA põhjavee seirepunktide toitealadel turvamuldade levikut, leiti usaldusväärseid negatiivsed seoseid põhjavee nitraatiooni sisaldusega. Korrelatsioonanalüüsi tulemuste põhjal olid statistiliselt usaldusväärset negatiivselt seotud põhjavee vastava aasta uurimisperioodi keskmised ja maksimaalsed nitraatiooni sisaldused ning turvamuldade pindala toitealadel. Põhjavee keskmise nitraatiooni sisalduse ja turvamuldade pindala vahelise seose korrelatsioonikoefitsient oli -0,18 (t-statistik -5,3, p-väärtus <0,001; joonis 60). Maksimaalse põhjavee nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient turvamuldade pindalaga oli -0,13 (t-statistik -3,7, p-väärtus 0,0002; joonis 61).



Joonis 60. NTA põhjavee keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirepunkti toitealal paiknevate turvamuldade leviku seos



Joonis 61. NTA põhjavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirepunkti toitealal paiknevate turvasmuldade leviku seos

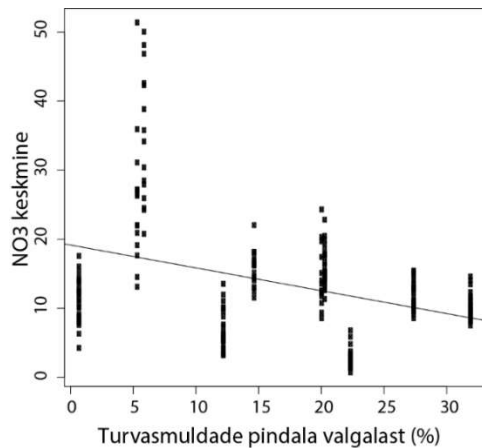
Sarnane tulemus leiti ka modelleerimisel. NTA põhjavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse ja turvasmuldade leviku vahel olid negatiivsed seosed (keskmise nitraatiooni sisaldus vastavalt F-statistik: 2,9, $p=0,03$; maksimaalne nitraatiooni sisaldus F-statistik: 2,7, $p=0,1$). Seega uuringu tulemustest selgus, et NTA põhjavee nitraatiooni sisaldus oli vastupidiselt oodatule hoopis negatiivselt seotud turvasmuldade pindalaga toitealadel.

PINNAVESI

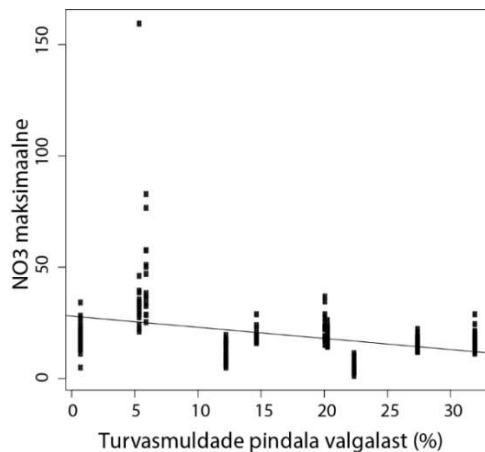
Tulemused

Uurides NTA pinnavee seirejaamade valgaladel turvasmuldade pindala seost pinnavee kvaliteediga, leiti statistiliselt usaldusväärseid negatiivsed seoseid. Korrelatsioonanalüüsi tulemuste põhjal oli statistiliselt usaldusväärsest negatiivselt seotud pinnavee keskmine nitraatiooni sisaldus ja turvasmuldade pindala seirejaamade valgaladel (korrelatsioonikoefitsient -0,36, t-statistik -5,7, p-väärtus $<0,001$; joonis 62).

Pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse seose korrelatsioonikoefitsient turvasmuldade pindalaga oli -0,33 (t-statistik -5,1, p-väärtus $<0,001$). Seega vastupidiselt oodatule, oli pinnavee nitraatiooni sisaldus hoopis negatiivses seoses turvasmuldade pindalaga seirejaamade valgaladel (joonis 63).



Joonis 62. NTA pinnavee keskmise nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirejaama valgalal paiknevate turvasmuldade leviku seos



Joonis 63. NTA pinnavee maksimaalse nitraatiooni sisalduse (mg/l) ja seirejaama valgalal paiknevate turvasmuldade leviku seos

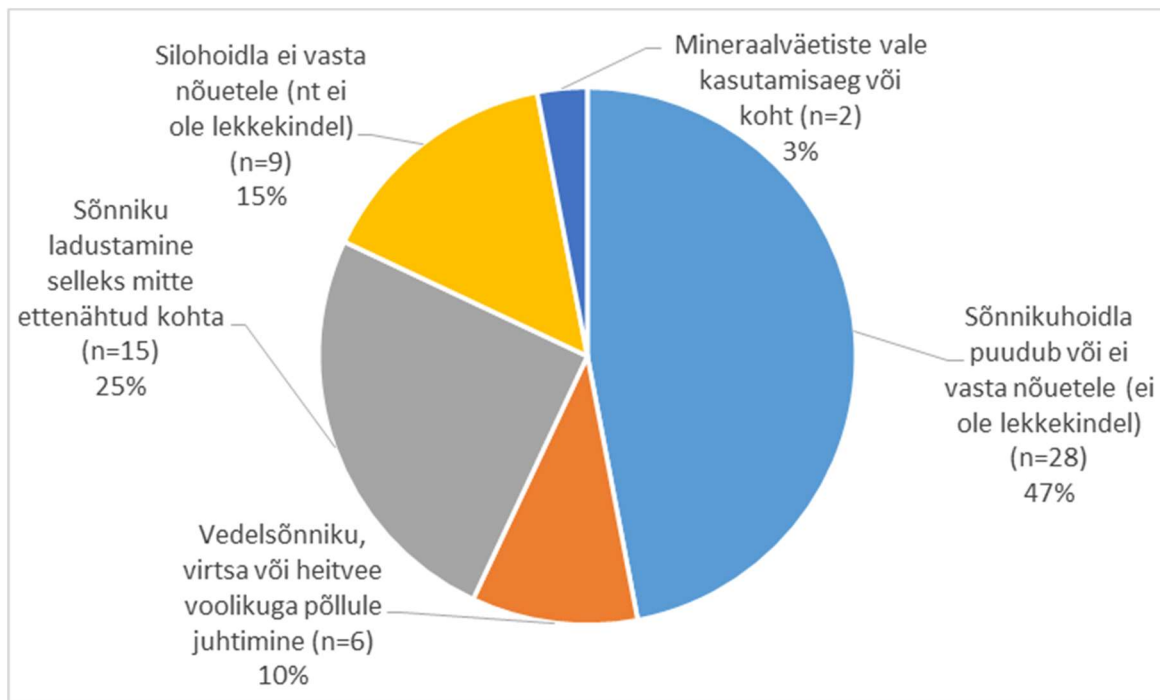
Modelleerimisel leiti samuti, et NTA pinnavee keskmise ja maksimaalse nitraatiooni sisalduse ning seirejaamade valgalale jääva turvasmuldade leviku pindala vahel on statistiliselt usaldusväärne negatiivne seos (keskmise nitraatiooni sisaldus vastavalt F-statistik: 13,5, $p=0,0003$; maksimaalse nitraatiooni sisaldus F-statistik: 18,7, $p<0,001$). Seega uuringu tulemustest selgus, et pinnavee nitraatiooni sisaldus oli vastupidiselt oodatule hoopis negatiivselt seotud turvasmuldade levikuga seirejaamade valgaladel.

KESKONNAINSPEKTSIOONI POOLT REGISTREERITUD PÕLLUMAJANDUSLIKE RIKKUMISTE SEOSSED PÕHJA- JA PINNAVEE KVALITEEDIGA NTA-L

Keskkonnainspeksioon kontrollib keskkonnakaitseks kehtestatud seaduste ja normide täitmist. Uuringu raames analüüsiti Keskkonnainspeksiooni poolt registreeritud põllumajandusega seotud rikkumiste (mille puhul algatati väärteomenetlus) võimalikku mõju NTA põhjavee seirepunktide ja pinnavee seirejaamade vee nitraatiooni sisaldusele aastatel 2011–2016.

Metoodika

Keskkonnainspeksiooni esitatud andmepäringule Lääne-Viru-, Järva- ja Jõgevamaal registreeritud põllumajanduslike rikkumiste kohta saadi vastusena 94 rikkumise kirjeldused koos toimumiskohtade andmetega. Nendest 60 jäid NTA piiridesse ning analüüsil keskenduti neile (detailne andmestik on esitatud lisas 4). Rikkumised jagati viide rühma (joonis 64). Kõige enam (28) rikkumisi olid seotud sõnnikhoidlate puudumise või nõuetele mittevastavusega. 15 rikkumist olid seotud sõnniku vale ladustamiskohaga ning üheksa rikkumist silohoidla nõuetele mittevastavusega. Kuus rikkumist olid seotud vedelsõnniku, virtsa või heitvee juhtimisega põllule. Kõige vähem rikkumisi (2) olid seotud mineraalväetiste vale kasutamiskoguse, aja või kohaga. Lisaks leiti, et 22 rikkumist oli korduvad ehk sama ettevõtte või isiku poolt teostatud, kuid erinevatel ajaperioodidel.

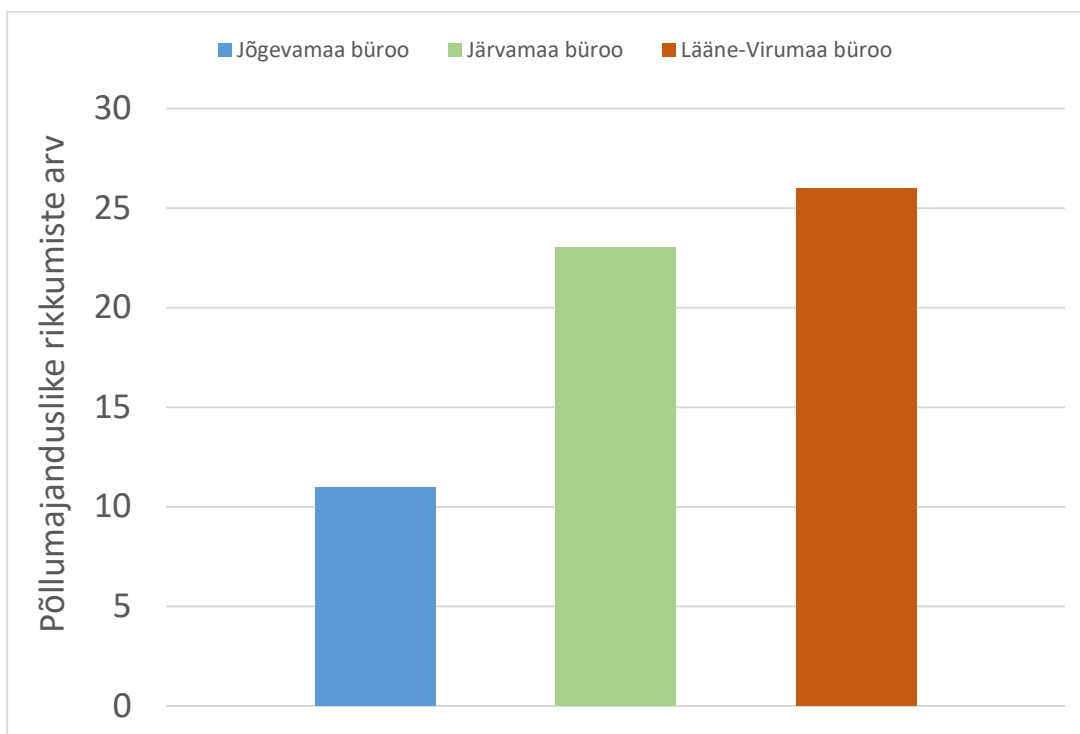


Joonis 64. Keskkonnainspektsiooni poolt tuvastatud põllumajanduslike rikkumiste protsentuaalne jagunemine NTA-l aastatel 2011–2016

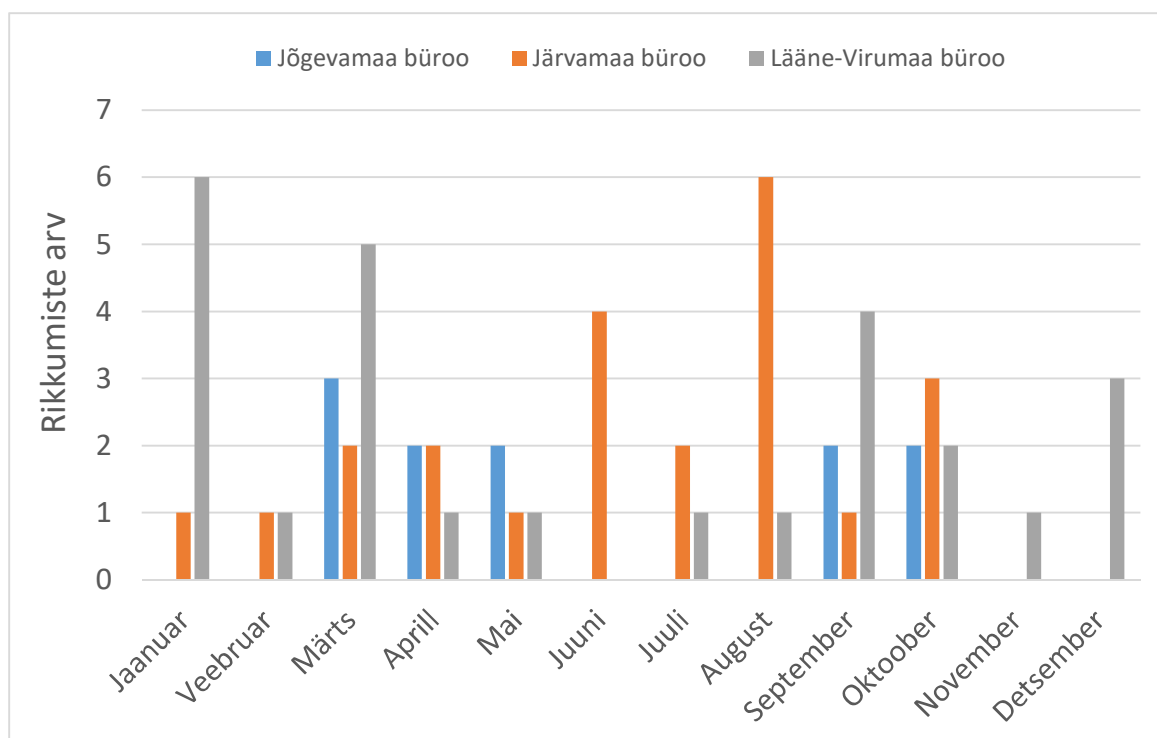
Kasutades NTA põhjavee seirepunktide asukohti, leiti igale registreeritud rikkumisele lähim põhjavee seirepunkt ning mõõdeti sellest geograafiline kaugus. Seejärel selgitati välja rikkumise aeg ja võrreldi seda põhjavee seirepunktist võetud veeproovi võtmise kuupäevaga. Analüüsil kasutati rikkumise toimumise kuupäevale ajaliselt järgnevalt kõige lähemal toimunud mõõtmise kuupäeva, kui veeproovist määrati nitraatiooni sisalduse tulemus. Lisaks arvestati ka põhjavee liikumissuunda rikkumisalalt lähtuvalt seirepunkti suunas. Uuringu puhul piirduti kirjeldava analüüsiga, sest statistile analüüsi jaoks nappis andmeid. Sama metoodikat kasutati ka pinnavee seirejaamade veest mõõdetud nitraatiooni sisalduse ja rikkumiste omavaheliste seoste uurimisel.

Tulemused

Kõige enam registreeriti rikkumisi Lääne-Virumaal (26), veidi vähem (23) Järvamaal ning kõige vähem (11) Jõgevamaal (joonis 65). Kõige enam rikkumisi toimus märtsis, veidi enam ka augustis, septembris ja oktoobris. Kõige vähem rikkumisi registreeriti novembris ja veebruaris (joonis 66). Seega põllumajanduslike rikkumisi NTA-l on olnud kõige enam kevadeti ja sügiseti.



Joonis 65. NTA maakondades Keskkonnainspektsiooni poolt registreeritud põllumajanduslike rikkumiste arv aastatel 2011–2016



Joonis 66. NTA-l toimunud põllumajanduslike rikkumiste arv aastatel 2011–2016 kuude lõikes

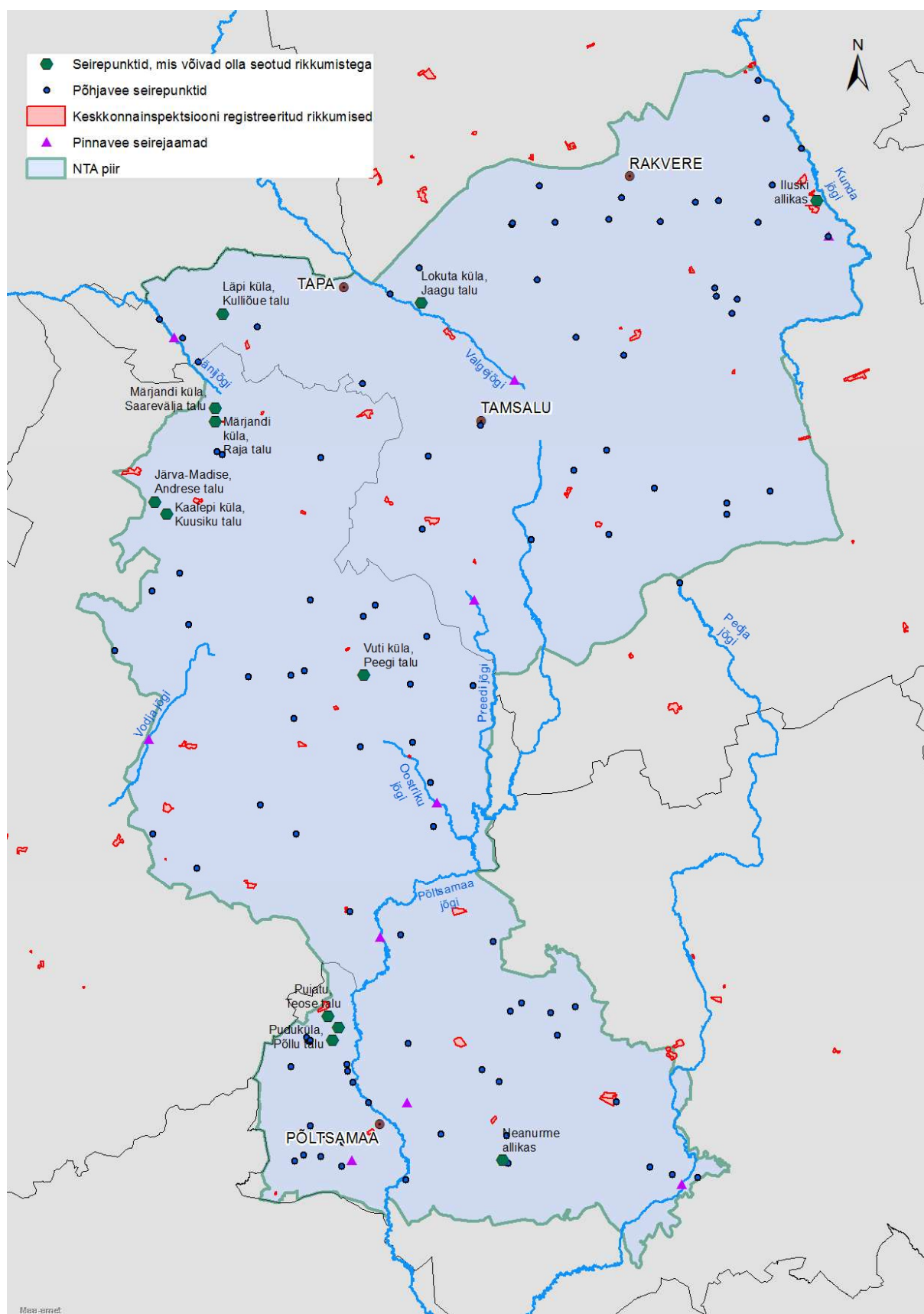
Analüüsi käigus leiti kokku 13 rikkumist, kus põhjavesi liikus rikkumise alalt seirepunkti suunas (joonis 67). Enamus seirepunkte aga asusid rikkumise toimumiskohast piisavalt kaugel (keskmine kaugus rikkumisalalt oli 2,5 km) ja seetõttu ei saa toimunud rikkumisi otseselt seostada veeproovide tulemustega. Ka jäi veeproovist määratud nitraatiooni sisaldus mitmel juhul väga madalaks (tabel 14).

Tabel 14. NTA põhjavee seirepunktidest võetud nitraatiooni sisalduse ning sellega seotud rikkumiste kirjeldused aastatest 2011–2016. Kõigi 13 punkti puhul liigub põhjavesi rikkumise toimumisalalt seirepunkti suunas. Punasega on toodud seirepunkt, milles mõõdetud nitraatiooni sisaldus oli ilmselt mõjutatud ka konkreetsest rikkumisest. Ülejäänud juhtumitel on rikkumise toimumisaja ja veeproovi võtmise kuupäeva vahel suur ajavahe ja seetõttu ei saa neid omavahel otseselt seostada. Rikkumise kirjelduse lahtris on kasutatud muutmata kujul Keskkonnainspeksioonist laekunud infot

Rikkumise toimumise kuupäev või ajavahemik	Veeproovi võtmise kuupäev	Rikkumise kirjeldus	Seirepunkt	Nitraatiooni sisaldus (mg/l)	Seirepunkti kaugus rikkumisest (km)
16.10.2010– 16.10.2012	27.11.2012	Puudub sõnnikuhoidla.	Vuti küla Peegi talu	38	2,4
1.10.2011– 25.09.2013	12.08.2014	Sõnnikuhoidla ei vasta veekaitse nõuetele.	Järva-Madise küla Andrese talu	28	3,4
12.01.2012	14.03.2012	Tahesõnnikut on ladustatud loomapidamishoone juures pinnasele (lumele). Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla.	Iluski allikas	17	0,8
06.03.2012	11.06.2012	Lumele on laotatud sõnnikut.	Neanurme allikas	26	3,9
13.09.2012	26.08.2013	Sõnnikuhoidla ei ole lekkekindel.	Läpi küla Kulliõue talu	6,3	3,2
28.08.2013	11.11.2014	Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla.	Lokuta küla Jaagu talu	0,28	3,3
aug.14	26.08.2015	Silohoidla ei ole lekkekindel.	Märjandi küla Raja talu	7,3	0,6
25.08.2015	08.12.2015	Sõnnikut hoiustatakse aunas, mis ei vasta nõuetele.	Vuti küla Peegi talu	23	2,4
08.04.2016	15.08.2016	Sõnnik on ladustatud samasse kohta mitmel aastal järjest.	Kaalepi küla Kuusiku talu	80	3,4
28.04.2016	23.05.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	Puiatu küla Teose talu	53	0,8
28.04.2016	23.05.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	Puduküla Põllu talu	61	2,7
28.04.2016	25.08.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	Puduküla Männi talu	70	2
1.06.2016– 23.08.2016	09.08.2016	Silohoidla ei vasta veekaitse nõuetele.	Märjandi küla Saarevälja talu	42	3,9

Kuigi põhjavee seirepunktide ja rikkumiste toimumiskohtade vahel oli suhteliselt suur geograafiline kaugus, siis leidis ka selliseid seirepunkte, mis asusid rikkumise toimumiskohale lähedal. Nende punktide puhul oli ka veeproovist määratud nitraatiooni sisaldus kõrge või üle piirnormi. Näiteks Puiatu küla Teose talu asub lähimast rikkumise toimumisalast 0,8 km kaugusel. Talu kaevust kuu aega pärast rikkumise toimumist võetud veeproovis ületas nitraatiooni sisaldus piirväärtuse (53 mg/l). Ka varasemalt on kaevu veest mõõdetud nitraatioon ületanud piirväärtuse. Kuigi kaevu ümbruses asub ka haritav maa, võiks siiski arvata, et voolikuga virtsa juhtimine kõrval asuvale põllule mõjutas ka selle kaevu vee nitraatiooni sisaldust (tabel 14).

Lisaks on veel kaks seirepunkti (Pudukülas asuvad Põllu ja Männi talu kaevud), mis on ilmselt seotud eelnevalt väljatoodud rikkumisega. Kuigi kaevud asuvad rikkumise toimumiskohast 2,0 ja 2,7 km kaugusel, on toimunud rikkumine (virtsa ja veesegu voolikuga juhtimine põllule) veekaitseliste nõuete tõttu nitraaditundlikul kaitsmata põhjaveega alal keelatud. Suure tõenäosusega voolikuga ühte kohta virtsavee juhtimine mõjutab põhjavee seisundit rohkem kui seda vastavate seadmete ja õige doseerimisega tehes. Lisaks pole voolikuga virtsavee põllule juhtimisel võimalik kindel olla, et selle tegevusega jääb põllule kasutatud sõnnikukogus seadusega haritavale maale lubatud koguse piiridesse (Keskkonnainspektsioon). Seetõttu võib arvata, et kõrge nitraatiooni sisaldus (vastavalt 61 ja 70 mg/l) nende kaevude vees võib olla mõjutatud ka konkreetsest rikkumisest. Samas asub ka nende kaevude ümber haritavat maad, mis ilmselt samuti mõjutab kaevude vee nitraatiooni sisaldust.



Joonis 67. Ülevaatlük joonis Keskkonnainspektsiooni poolt aastatel 2011–2016 registreeritud rikkumiste ja põhjavee seirepunktide ning pinnavee seirejaamade paiknemisest NTA-l

Tulemused

Pinnavee puhul analüüsiti samamoodi rikkumisele kõige lähemal asuva pinnavee seirejaama veeproovi nitraatiooni sisalduse määramistulemusi. Lisaks vaadeldi rikkumise asukohta seirejaamadega seotud jõgede suhtes (joonis 67).

Analüüsi tulemusena leiti, et ühte 2015. aastal toimunud rikkumist (25.07.2015) saab otseselt seostada NTA-l asuva pinnaveekogu veekvaliteedi tulemustega. Keskkonnainspektsiooni poolt tuvastatud rikkumise kirjeldus oli järgnev: „*Silohoidlal puudub silomahla kogumiseks mahuti, mistõttu on silomahl voolanud hoidla kõrvale kraavi ja üle tee Oostriku jõkke*“. Oostriku jõe seirejaamast kuu aega pärast konkreetse rikkumise toimumist võetud pinnaveeproovist määrati vee nitraatiooni sisalduseks 11 mg/l (04.08.2015). Seirejaama ja rikkumise toimumiskoha vaheline kaugus on 4,2 km. Rikkumise toimumiskoha ja Oostriku jõe vaheline kaugus on aga oluliselt väiksem: 60 m. Sündmus, et jõkke valgus silomahla, mõjutas kindlasti negatiivselt pinnavee kvaliteeti. Samas ei saa väita, et nitraatiooni sisaldus pinnavees oleks mõjutatud ainult sellest rikkumisest.

JÄRELDUSED

NTA põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse muutus aastasiseselt kalendrikuude kaupa

NTA põhjaveeseire andmetel on nitraatiooni sisaldus põhjavees kõrgeim kevadisel perioodil (märts, aprill). Pinnavee nitraatiooni sisaldus on kõrgem aasta alguses perioodil jaanuarist aprillini ja suureneb taas novembris, detsembris. Kõige madalamad pinnavee nitraatiooni väärtused on mõõdetud juulist septembrini.

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seosed sademetega

NTA-l on nii põhjavee kui ka pinnavee nitraatiooni sisalduse aasta keskmised väärtused statistiliselt usaldusväärselt seotud vastava aasta sademete hulgaga. Nii põhjavee kui ka pinnavee puhul leiti, et suuremad vee nitraatiooni sisalduse väärtused on esinenud sajurohkematel aastatel.

NTA maanteede servade hoolduses kasutatavate pestitsiidi mõju põhjavee kvaliteedile

Uuringust võib järeldada, et tõenäoliselt ei ole NTA põhjavee seirepunktide vees analüüside käigus leitud glüfosaat ja AMPA pärit teehoolduses kasutatavast pestitsiidist. Seda saab järeldada, sest seirepunktid asuvad pestitsiidiga hooldatud maanteeeservadest valdavalt kaugel ning põhjavesi ei liigu enamustel juhtudel teeservadest lähtuvalt seirepunktide suunas. Lisaks esineb näiteid, kus seirepunkt asub teele väga lähedal (<150 m) ning ka põhjavesi liigub samuti teeservast seirepunkti suunas, kuid veeproovidest ei ole leitud ei AMPA ega glüfosaadi sisaldust. Lisaks eelnevale on hooldatavate teeservade alad pindala märkimisväärselt väiksem (83,2 ha) võrreldes kogu põllumajandusmaa pindalaga NTA-l (>130 000 ha).

NTA maanteede servade hoolduses kasutatavate pestitsiidi mõju pinnavee kvaliteedile

Uuringu tulemusel ei saa täiesti välistada seirejaamade pinnaveest mõõdetud AMPA ja glüfosaadi päritolu maanteeeservade umbrohutõrjes kasutatavast pestitsiidist, kuid teehoolduse mõju pinnavee kvaliteedile on ilmselt marginaalne, sest hooldatavate teeservade pindala on märkimisväärselt väiksem (83,2 ha) võrreldes kogu põllumajandusmaa pindalaga NTA-l (>130 000 ha).

NTA raudteede servade hoolduses kasutatavate pestitsiidi mõju põhja- ja pinnavee kvaliteedile

Analüüsi tulemuste põhjal järeldati, et NTA põhja- ja pinnavee proovides määratud AMPA ning glüfosaat ei pärine tõenäoliselt raudteede servade hoolduses kasutatavas pestitsiidist, sest seirepunktid ja -jaamad asuvad valdavalt raudteest geograafiliselt kaugel. Lisaks on hooldatava raudtee servaalade pindala (244,8 ha) oluliselt väiksem võrreldes näiteks NTA-l asuva põllumaa pindalaga (>130 000 ha). Ka glüfosaadi kasutuskooormus maantee ja raudteede servade hooldusel on kas väiksem või samal tasemel keskmiselt põllumajanduses kasutatavate kogustega.

NTA-l karuputke tõrjes kasutava pestitsiidi mõju põhjavee kvaliteedile

Uuringu põhjal saab järeldada, et Keskkonnaameti poolt teostatav karuputke tõrje glüfosaadiga ei oma märkimisväärset mõju põhjavee kvaliteedile NTA-l, sest karuputkede tõrjeala pindala (kuni 130 ha aastas) on väiksem võrreldes kogu põllumajandusmaa pindalaga NTA-l (>130 000 ha). Lisaks pole valdavalt karuputke tõrjealad ja põhjavee seirepunktid omavahel põhjavee liikumise suuna kaudu seotud. Samas täielikult karuputke tõrje mõju põhjavee kvaliteedile välistada ei saa, sest esinevad mõned juhud, kus põhjavee liikumise suund oli tõesti karuputke tõrjealalt seirepunkti suunas, milledest leiti ka piirväärtuse ületusi.

NTA-l karuputke tõrjes kasutava pestitsiidi mõju pinnavee kvaliteedile

Analüüsi põhjal järeldati, et NTA pinnavee seirejaamade veeproovides tuvastatud AMPA ja glüfosaat tõenäoliselt ei pärine Keskkonnaameti poolt läbiviidavast karuputke tõrjest, sest seirejaamade ja karuputke tõrjealade geograafiline kaugus on kõikidel juhtudel olnud suurem kui 1,5 km. Ka glüfosaadi kasutuskooormus karuputke tõrjel on kas väiksem või samal tasemel keskmiselt põllumajanduses kasutatavate kogustega.

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seos lageraielankide pindalaga põhjavee seirepunktide toitealadel ja pinnavee seirejaamade valgaladel

NTA põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse usaldusväärseid seoseid lageraietega uuringu raames ei leitud. Samas seirejaamade valgalade kaupa analüüsides leiti uuringus nii positiivseid kui negatiivseid seoseid lageraiete pindala ja vee nitraatiooni sisalduse vahel. Seetõttu jäi ebaselgeks, millisel määral võivad lageraied mõjutada põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldust.

Heitvee väljalaskude koormuste mõju pinnavee kvaliteedile

Heitvee väljalasud mõjutavad pinnavee nitraatiooni sisaldust, kuid nende mõju on suure tõenäosusega väike (osa kogu üldlämmastiku hulgast alla 6%, enamasti alla 2%). Seetõttu on hajureostusallikate mõju pinnavee nitraatiooni sisaldusele ilmselt oluliselt suurem punktreostusallikate mõjust. Vaid suvisel madalveeperioodil aasta kolmandas kvartalis toimub heitvee väljalaskmetest lähtuva üldlämmastiku koormuse osakaalu suurenemine pinnavees.

[Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seos loomade poolt tekitatud sõnniku lämmastiku kogusega põhjavee seirepunktide toitealadel ja pinnavee seirejaamade valgaladel](#)

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse ja loomade poolt sõnnikuga eritatud lämmastiku koguse vahel nii põhjavee seirepunktide toitealadel kui seirejaamade valgaladel selget seost ei leitud. Statistilised analüüsid viitasid negatiivsetele seostele. Analüüsides iga seirejaama valgala eraldi selgus, et pooltel seirejaamade valgaladel on siiski positiivne seos loomade poolt tekitatud lämmastiku koguse ja pinnavee nitraatiooni sisalduse vahel. Samas esines ka valgalasid, kus see seos oli vastupidine või seost ei ilmnenu üldse.

[Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisalduse seos teravilja ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindalaga põhjavee seirepunktide toitealadel ja pinnavee seirejaamade valgaladel](#)

Põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldused korreleerusid positiivselt teraviljade ja teiste kasvuks rohket lämmastikväetist vajavate põllukultuuride kasvupindalaga põhjavee seirepunktide toitealadel ja pinnavee seirejaamade valgaladel. Seega, mida rohkem on NTA-l kasvatatud teravilja ja teisi põllukultuure, mis vajavad kasvuks rohkelt lämmastikväetisi, seda kõrgemad on olnud määratud nitraatiooni keskmised ja maksimaalsed väärtused põhjavee seirepunktide toitealadel ning pinnavee seirejaamade valgaladel.

[Põhja- ja pinnavee nitraatiooni seos turvasmuldade levikuga NTA-l](#)

Uuringu tulemustest selgus, et vastupidiselt oodatule, NTA põhja- ja pinnavee nitraatiooni sisaldus oli analüüsi tulemusel negatiivselt seotud turvasmuldade levikuga põhjavee seirepunktide toitealadel ning pinnavee seirejaamade valgaladel. Seega pole sellest analüüsist lähtuvalt alust arvata, et turvasmuldade levik NTA-l mõjutaks märkimisväärselt negatiivselt vee kvaliteeti.

[Keskkonnainspektsiooni poolt registreeritud põllumajanduslike rikkumiste seoses põhja- ja pinnavee kvaliteediga NTA-l](#)

Uuringu tulemuste põhjal võib järeldada, et vaid mõnel juhul saab Keskkonnainspektsiooni poolt registreeritud põllumajanduslikke rikkumisi seostada põhja- ja pinnavee nitraatiooni suurenenud sisaldusega. Pinnavee seirejaamade puhul leiti üks juhtum, kus Keskkonnainspektsiooni ametnike poolt fikseeriti rikkumine (silomahla voolamine pinnavette). Kindlasti ei saa aga väita, et nitraatiooni sisaldus põhja- ja pinnavees on põhjustatud ainult taolistest rikkumistest.

SOOVITUSED

Võimalusel tuleks jätkata NTA-I veekvaliteedi uuringuid. Uuringust selgus, et pinnavee nitraatiooni sisaldus on suurenenud viimasel dekaadil. Samas on ebaselge, kuidas on muutunud pinnavee vee-elustik NTA seirejõgedes. Põhjalikum ülevaade olukorrast seni puudub.

Põhjalikumalt vajaksid uurimist NTA-I tegutsevate põllumajandustootjate väetiste ja pestitsiidide kasutamise andmed ning kasutuskoguste seosed veeseiretes saadud tulemustega. Antud uurimistöö neid ei käsitletud, sest see polnud vastava töö eesmärk.

Põhjavee seirepunktide arvu ja mõõtmisagedust tuleks analüüsida. Välja tuleks selgitada, kas oleks mõistlik vähendada küll seirepunktide arvu, kuid suurendada mõõtmisagedusi (näiteks neljalt korralt aastas kaheksale korrale). Vaja oleks ka välja selgitada, kas kord aastas seires olevate tugiseirekaevudega seires jätkamine on üldse oluline ja vajalik.

Seirejaamade hulk ühe jõe piires võiks olla rohkem kui üks seirejaam jõe kohta NTA alal. Nii oleks võimalik hinnata mitmetes punktides samaaegselt jõevee kvaliteeti.

Kui Keskkonnainspeksioon on tuvastanud põllumajandusliku rikkumise NTA-I, siis on vajalik ka veeproovide võtmine sellega seoses lähimatest riikliku seire punktidest või rikkumisala lähedusest, et välja selgitada, kas esines reaalne oht veekvaliteedile.

NTA-I rakendatakse head põllumajandustava ja viljavaheldust. Samas pole need tegevused piisavalt kaasa aidanud veekvaliteedi paranemisele, sest nii põhja- kui ka pinnavee nitraatiooni sisaldus on viimastel aastatel vees suurenenud. Samuti on suurenenud pestitsiidijääkide esinemine ja piirnormide ületused seirepunktidest võetud veeproovides. Seetõttu tuleks uuesti üle vaadata kehtivad nõuded NTA-I ja analüüsida olemasolevate nõuete ja reeglistiku efektiivsust.

Põllumajandustootjad ise eelistaksid väiksemat kontrolli (arutelust Ühtne põllumajanduspoliitika 2020. Jätkusuutliku põllumajanduse poole" konverents 1.–2. september 2017, Tallinn). Samas oleks see täiesti vastuolus olemasoleva olukorraga NTA-I, sest nii põhja- kui ka pinnavee kvaliteet on halvenenud viimastel aastatel. Lisaks esineb NTA-I Keskkonnainspeksiooni poolt registreeritud põllumajanduslikke rikkumisi. Kui kontroll väheneks, siis võib veekvaliteedi seis veelgi halveneda.

Pestitsiidijääkide vähendamisele NTA-I aitaks kaasa mahepõllumajanduse suurem toetamine või toetussummade suurenemine, sest vastava põllumajandustootmise eelis on sünteetiliste pestitsiidide mittekasutamine. Hetkel on mahepõllumajandusmaa pindala ca 6% kogu põllumajandusmaa pindlast NTA-I. Kui mahepõllumajandusmaa pindala suureneks, siis suureneks ka ala pindala, kus ei või sünteetilisi pestitsiide kasutada.

Ehkki uuringu käigus leiti pigem marginaalne mõju teeservade hooldustöödest veekvaliteedile, tuleks siiski ka NTA-I võimalikult ulatuslikult maanteed ja raudteede servade hoolduste käigus eelistada niitmist ning mitte kasutada pestitsiide.

Väga oluline on NTA-I muuta ennetustööd ning järelevalvet veekvaliteedi suhtes tõhusamaks. Näiteks tuleks rohkem teavitada veekvaliteedi kehvast seisust kohalike omavalitsuste töötajaid, kes omakorda teavitaksid kohalikke elanikke.

Põllumajandustootjad peaksid põldude väetamisel arvestama kindlasti ka eelolevate päevade ilmaprognoosiga, et võimalikult palju vältida nitraatiooni leostumist pinna- ja põhjavette.

NTA-I vajaks täpsemalt uurimist looduslikest allikatest (lisaks turvamuudele) pärineva nitraadi (nitraatiooni) osa põhja- ja pinnavees.

KASUTATUD KIRJANDUS

Euroopa Nõukogu 12. detsember 1991 direktiiv Veekeskkonna ja põllumajanduse seisund ja suundumised.

URL: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676&from=ET>

Geoloogiline baaskaart. URL: <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Geoloogilised-andmed-p115.html>

Kanger, J., Kevvai, T., Kevvai, L., Kärblane, H., Astover, A., Ilumäe, E., Lauringson, E., Loide, V., Penu, P., Rooma, L., Sepp, K., Talgre, L., Tamm, U. 2014. Väetamise ABC. Põllumajandusuuringute Keskus, 51. lk.

Keskkonnaamet. Karuputke tõrjumine. URL: <https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/liigikaitse/karuputke-torjumine>.

Keskkonnaministri 30. detsember 2015. a määrus nr 77. Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimistu, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekiri. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/108012016010>

Keskkonnaministri määrus 29.12.2009 nr 75. Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saasteainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees, taustataseme määramise metoodika ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072016002?leiaKehtiv>.

Kubin, E. 1998. Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after clear felling and site preparation. Boreal Environment Research 3: 3–8.

Maaamet, 2017. Mullastiku kaart 1 : 10 000. URL:

<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Mullastiku-kaart-p33.html>

Maanteeamet. URL: <https://www.mnt.ee/et/tee/teehoole/teehooldajad>

Maidment, D.R. 2002. Arc Hydro: GIS for Water Resources. ESRI Press.

Majandus- ja taristuministri 14. juuli 2015. a määrus nr 92. Tee seisundinõuded. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/115072015013>

Põllumajandusministri 14. juuli 2014. a määrus nr 71. Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid. Lisa 3. Summaarne sõnniku kogus laudas ja selle toiteelementide sisaldus pärast säilitamist sõnnikutüüpide lõikes loomade aastaringse laudas pidamise korral. URL:

https://www.riigiteataja.ee/akt/1160/7201/4008/PM_m71_lisa3.pdf#

Põllumajandusministri 29 november 2011. a määrus nr 90. Taimekaitsevahendi kasutamise ja hoiukoha täpsemad nõuded. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/102122011005>

Põllumajandusuuringute Keskuse maaelu arengukava raames 2014. aastal teostatud uuringu “Pestitsiidide kasutuskooormus” kokkuvõte (2007–2013 aasta kohta). URL: <http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/Pestitsiidide-kasutuskooormus-2014.pdf>

R Development Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3–900051–07–0, <http://www.R-project.org/>

Riikliku Keskkonnaseire Eluslooduse ja maastike seire allprogramm maastike kaugseire URL: http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=2033&Itemid=346.

Rusanen, K., Finer, L., Antikainen, M., Korkka-Niemi, K., Backman, B., Britschagi, R. 2004. The effect of forest cutting on the quality of groundwater in large aquifers in Finland. Boreal Environment Research 9: 253–261.

Sotsiaalministri 2. jaanuar 2003. a määrus nr 1. Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavatsetava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/237268>

Tarboton, D.G., Bras, R.L., Rodriguez-Iturbe, I. 1991. On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data. Hydrological Processes 5: 81–100.

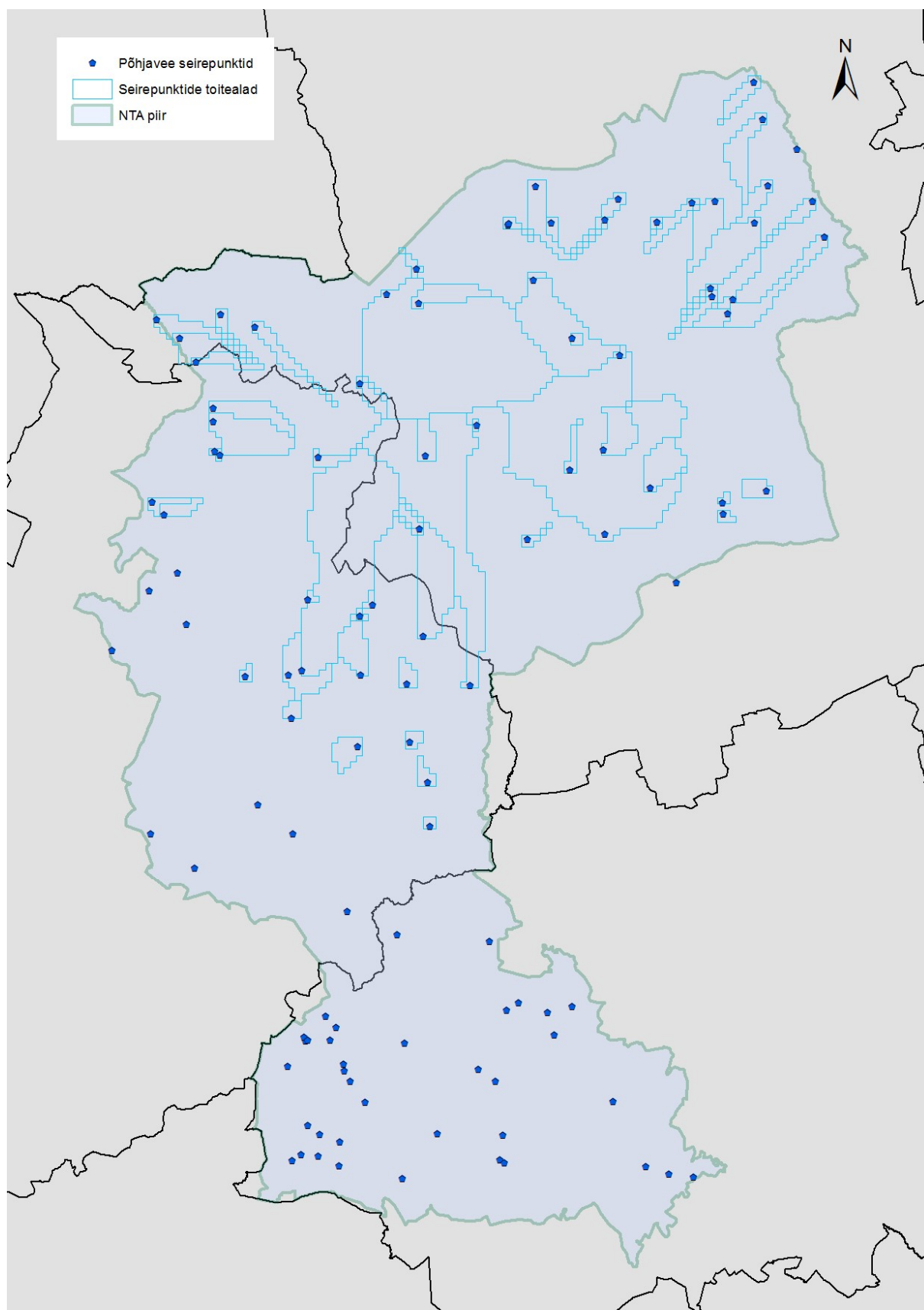
Veeseadus. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/103032017030?leiaKehtiv>

Wood, S., 2014. Package '*mgcv*'. Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML Smoothness Estimation. September 14, 2014. URL:

<http://cran.rproject.org/web/packages/mgcv/mgcv.pdf>

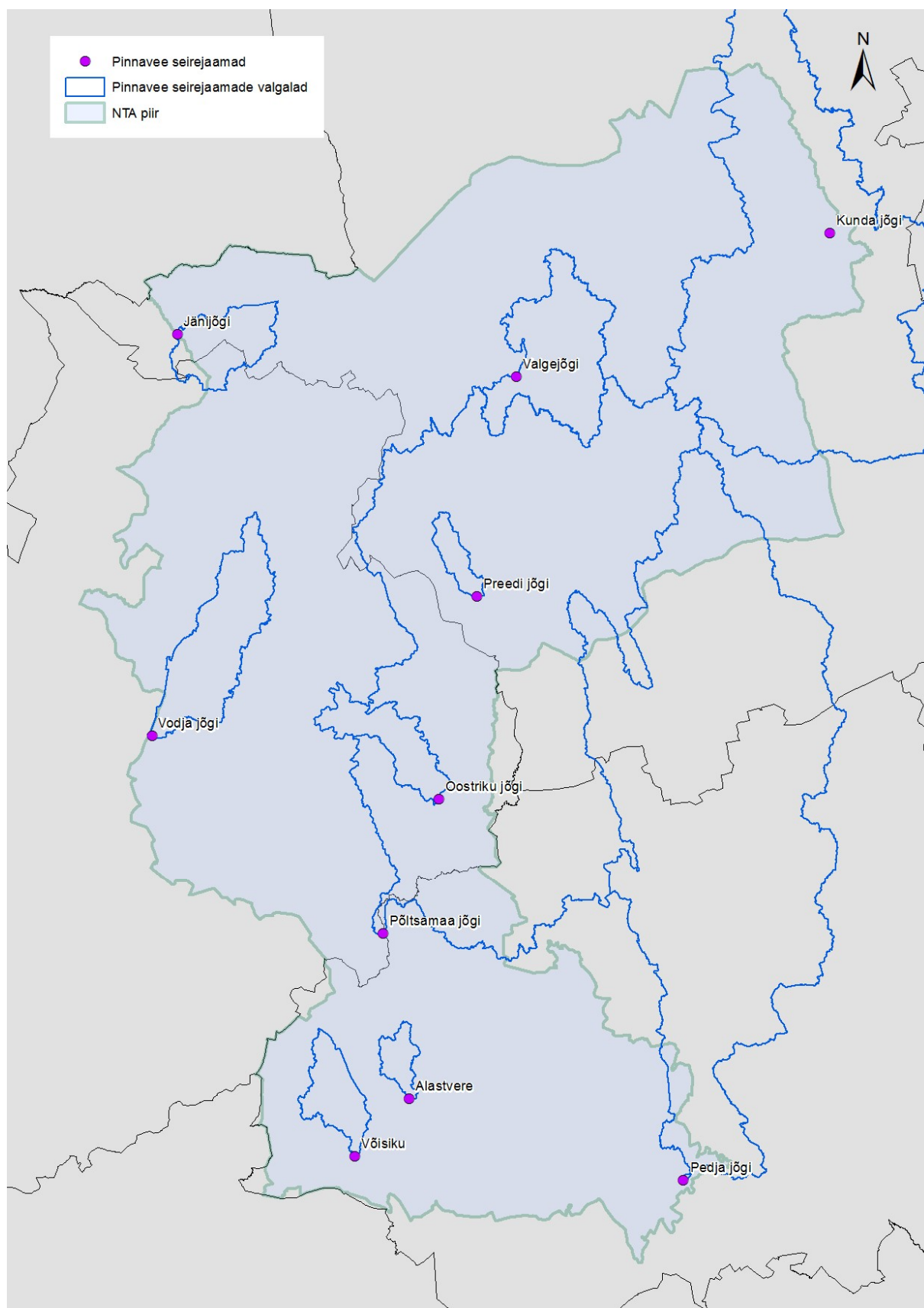
LISA 1

NTA põhjavee seirepunktide toitealad



LISA 2

NTA pinnavee seirejaamade valgalad



LISA 3

Glüfosaadi ja AMPA sisaldused NTA põhjavee seirepunktidest võetud proovides alates 2007. aastast ning põllumajandusmaa pindala (2 km raadiusest seirepunktist). Keskkonnasõbraliku põllumajandustoetuse (KSM) ja mahe põllumajandustoetuse (MAHE) pindala protsent on arvutatud põllumajandusmaa pindalast

Proovivõtu kuupäev	Seirepunkt	Tüüp	Glüfosaat (µg/l)	AMPA (µg/l)	Põllumajandus- maa pindala (ha)	KSM pindala (ha)	MAHE pindala (ha)	Põllumaa %	KSM %	MAHE %
21.08.2012	Karkuse küla, Koidu talu	1a kaev	0,23	<0,05	539,8	238,2	70,6	43,0	44,1	13,1
24.08.2015	Kohala küla, Allika talu	1b kaev	Ei määratud	0,16	704,6	175,4	28,9	56,1	24,9	4,1
24.08.2015	Saueaugu karst	Karst	<0,025	0,48	988,3	0	0	78,6	0,0	0,0
24.08.2015	Laivi(Lavi) allikas	Allikas	<0,025	0,12	95,1	0	0	7,6	0,0	0,0
09.12.2015	Aravete allikas	Allikas	0,073	0,23	837,9	0	0	66,7	0,0	0,0
24.08.2015	Jõetaguse küla, Kiveste talu	1a kaev	Ei määratud	0,053	741,7	597,1	58,7	59,0	80,5	7,9
25.08.2015	Äntu allikas	Allikas	<0,025	0,083	942,2	673,7	85,7	75,0	71,5	9,1
26.08.2015	Raudla küla, Kooli talu	1b kaev	Ei määratud	0,058	774,6	604,8	13,6	61,6	78,1	1,8
25.08.2016	Kalme küla, Uue-Lipno talu	1a kaev	<0,025	0,12	638,9	356	80,3	50,8	55,7	12,6
15.08.2016	Kiigumõisa Külmaallikas	Allikas	<0,025	0,19	133,6	44,2	0	10,6	33,1	0,0
15.08.2016	Anna küla, Hermani talu	1 kaev	0,29	2,1	762,4	530,2	0	60,7	69,5	0,0
16.08.2016	Norra allikas	Allikas	<0,025	0,11	487,7	308,9	0	38,8	63,3	0,0
16.08.2016	Sopa allikas	Allikas	0,062	0,058	34,7	0	0	2,8	0,0	0,0
09.08.2016	Konnare allikas	Allikas	<0,025	0,057	719,5	464,9	17,5	57,3	64,6	2,4
10.08.2016	Kehala end. Lauda PK	1c kaev	<0,025	0,063	726,1	576,8	5	57,8	79,4	0,7

LISA 4

NTA-l toimunud põllumajanduslikud rikkumised, mille puhul Keskkonnainspeksioon algatas väärteomenetluse. Rikkumise kirjelduse lahtris on kasutatud muutmata kujul Keskkonnainspeksioonist laekunud infot, esitamata on jäetud isikute ja ettevõtete nimed

Rikkumise toimumise kuupäev või ajavahemik	Veeproovi võtmise kuupäev	Rikkumise kirjeldus	NO3 mõõtmistulemus (mg/l)	Seirepunkti kaugus rikkumisalast (km)	Põhjavee liikumissuund maapinnas
10.10.2011	08.12.2011	Loomapidamishoones tekkivat sõnnikut ladustati taimestikuga kaetud alale nõuetele mittevastavalt. Loomapidamishoonel puudub sõnnikuhoidla.	23	4,9	Kaevust eemale
12.01.2012	14.03.2012	Tahesõnnikut on ladustatud loomapidamishoone juures pinnasele (lumele). Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla.	17	0,8	Kaevu suunas
06.03.2012	11.06.2012	Lumele laotati sõnnikut.	26	3,9	Kaevu suunas
09.03.2012	23.08.2012	Vedelsõnniku ladustamine alal, mis ei vasta veeseaduse § 26 lõike 3 ja § 26-1 lõike 1 alusel kehtestatud Vabariigi Valitsuse 28.08.2001 määruses nr 288 Veekaitsenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning silo ja sõnniku ladustamiskohtadele.	33	3,3	Kaevust eemale
1.01.2011-3.05.2012	26.06.2013	Sõnnikuhoidla ei mahuta kaheksa kuu sõnnikut.	23	2,2	Kaevust eemale
10.07.2012	21.08.2012	Nõuetele mittevastavalt aunastatud silo.	21	2,5	Kaevust eemale
1.01.2012-1.08.2012	27.11.2012	Vedelsõnniku hoidla on lagunenu ja ei vasta kehtestatud nõuetele.	34	4,7	Kaevust eemale
27.08.2012	23.08.2013	Puudub loomapidamisel sõnnikuhoidla ja sõnnik on põllule ladustatud nõuetele mittevastavalt.	18	2,2	Kaevust eemale
13.09.2012	26.08.2013	Sõnnikuhoidla ei ole lekkekindel.	6,3	3,2	Kaevu suunas
14.09.2012	21.11.2012	Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla ja sõnnikut ladustatakse taimestikuga kaetud alal.	26	4,9	Kaevust eemale

14.09.2010- 14.09.2012	25.11.2012	Hoonel ei ole sõnnikuhoidlat.	18	7,7	Kaevust eemale
10.10.2012	22.08.2013	Sõnnikuhoidla ei mahuta 8 kuu sõnnikogust ning noorkarjauldal sõnnikuhoidla puudub.	16	3	Kaevust eemale
16.10.2010- 16.10.2012	27.11.2012	Puudub sõnnikuhoidla.	38	2,5	Kaevu suunas
10.01.2013	28.08.2013	Laotati heitvett maaüksusele.	6,5	2,4	Kaevust eemale
30.01.2013	28.08.2013	Puudub loomapidamishoonete juures sõnnikuhoidla.	6,5	4,8	Kaevust eemale
08.03.2013	22.08.2013	Loomapidamishoone juures puudub sõnniku- ja virtsahoidla.	9,4	5	Kaevust eemale
28.08.2013	11.11.2014	Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla.	0,28	3,3	Kaevu suunas
1.10.2011- 25.09.2013	12.08.2014	Sõnnikuhoidla ei vasta veekaitse nõuetele.	28	3,4	Kaevu suunas
02.10.2013	24.11.2014	Loomapidamishoone juures on tahesõnnikuhoidla, mis ei vasta sõnnikuhoidlatele esitatavatele nõuetele.	41	5,5	Kaevust eemale
08.10.2013	27.08.2015	Loomapidamishoones puudub sõnnikuhoidlat või sõnniku- ja virtsahoidlat.	110	2,8	Kaevust eemale
14.11.2013	12.08.2014	Vedelsõnnik on ladustatud õunapuude alla ning õues asuva kaevu kõrvale. Osa vedelsõnnikust on valgunud kaevu süvendisse.	15	1,1	Kaevust eemale
03.12.2013	12.08.2014	Vedelsõnnikut on veetud ja laotatud põllule.	15	3,7	Kaevust eemale
30.12.2013	12.03.2014	Silohoidla pole nõuetele vastav.	9,9	1,3	Kaevust eemale
07.03.2014	14.08.2014	Loomapidamishoone juures puudub sõnnikuhoidla.	23	2,1	Kaevust eemale

2011-25.03.2014	06.11.2014	Loomapidamishoones puudus sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla, mille tulemusel ladustati põllumajandusloomade (veised) pidamisel tekkinud sõnnik põllule aunadesse.	0,1	3,1	Kaevust eemale
2014.a algus- 7.05.2014	11.08.2014	Veisesõnnikut ladustatakse rohumaal, sõnnik ei ole nõuetekohaselt aunastatud. Loomapidamishoonel puudub sõnnikuhoidla.	48	1,7	Kaevust eemale
18.05.2014	06.11.2014	Veekaitsevööndis kasutati kompleksväetist NPK 16-16-16.	34	3,7	Kaevust eemale
16.06.2014	14.08.2014	Puudub sõnnikuhoidla.	35	2,3	Kaevust eemale
17.06.2014	14.08.2014	Puudub sõnnikuhoidla.	33	2,4	Kaevust eemale
aug.14	26.08.2015	Silohoidlast ei ole lekkekindel.	7,3	0,6	Kaevu suunas
20.05.2011- 6.08.2014	24.08.2015	Sõnnik on ladustatud valesse kohta.	0,13	6	Kaevust eemale
14.08.2014	06.11.2014	Silohoidla ei ole lekkekindel.	22	3,6	Kaevust eemale
14.08.2014	28.08.2014	Silohoidla ei ole lekkekindel.	39	0,3	Kaevust eemale
14.08.2014	06.11.2014	Silohoidla ei ole lekkekindel.	19	2,7	Kaevust eemale
9.10.2013- 23.09.2014	27.08.2015	Loomapidamishoones puudub sõnnikuhoidlat või sõnniku- ja virtsahoidlat.	110	2,8	Kaevust eemale
30.09.2014	26.02.2015	Puudub tahesõnniku hoiustamiseks sõnnikuliigile vastav hoidla ning loomapidamishoones tekkiv tahesõnnik kogutakse traktori kärusse ning ladustatakse sõnnikuauna loomapidamishoone läheduses asuval alal väljaspool haritavat maad.	39	2	Kaevust eemale
09.2014- 11.12.2014	19.03.2015	Silo ladustamist põllule ilma, et siloauna alla oleks pandud vettpidav ja vett siduv kiht.	12	2,5	Kaevust eemale

15.01.2015	25.08.2015	Poolvedela sõnniku ladustamisega on rikutud veeseaduse § 26 lõike 3 ja § 261 lõike 1 aluse vastu võetud määruse nr 288 „Veekaitseenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning silo ladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded1, § 6 lg 2; 5; 6 sätteid.	36	1,5	Kaevust eemale
25.02.2014-4.02.2015	26.08.2015	Sõnnik ladustatud mitte haritavale maale.	35	2,6	Kaevust eemale
16.03.2015	24.08.2015	Põllule on laotatud keelualjal mineraalväetist.	21	2,3	Kaevust eemale
23.03.2015	25.08.2015	Sõnnikuhoidla ei ole lekkekindel.	21	2,5	Kaevust eemale
26.04.2014-18.05.2015	25.08.2015	Loomapidamishoones puudub sõnnikuhoidla.	29	2	Kaevust eemale
24.09.2014-4.06.2015	27.08.2015	Loomapidamishoones puudub nõuetele vastav sõnnikuhoidla.	110	2,8	Kaevust eemale
28.07.2015	25.08.2015	Silohoidlal puudub silomahla kogumiseks mahuti, mistõttu on silomahl voolanud hoidla kõrvale kraavi ja üle tee Oostriku jõkke.	25	1,2	Kaevust eemale
25.08.2015	08.12.2015	Sõnnikut hoiustatakse aunas, mis ei vasta nõuetele.	23	2,4	Kaevu suunas
29.02.2016	20.04.2016	Sõnnikuhoidla ei vasta nõuetele.	57	1,7	Kaevust eemale
07.03.2016	25.08.2016	Vedelsõnnikuhoidlast juhiti lume sulamisvee ja vedelsõnniku segust vett põllule.	0,1	0,2	Kaevust eemale
08.04.2016	10.08.2016	Sõnnikut on ladustatud samasse paika mitmel järjestikusel aastal.	80	3,4	Kaevu suunas
08.04.2016	15.08.2016	Silo tranšeest on jooksanud silomahl silohoidla esisele ja sealt üle tee.	50	2,7	Kaevust eemale
19.04.2016	17.08.2016	Loomapidamishoone juures asuvast tahesõnnikuhoidlast on välja valgunud virtsasegune vesi pinnaskattega alale.	35	1	Kaevust eemale
28.04.2016	23.05.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	53	0,8	Kaevu suunas

28.04.2016	23.05.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	61	2,7	Kaevu suunas
28.04.2016	25.08.2016	Voolikuga on juhitud kompostimisplatsilt virtsa ja vee segust vedelikku kõrval asuvale põllule.	70	2	Kaevu suunas
9.05.2016, 20.05.2016	09.08.2016	Tahesõnnikuhoidla ei ole lekkekindel.	18	1,2	Kaevust eemale
02.06.2016	10.08.2016	Sõnnikuhoidla ei ole lekkekindel.	80	3,4	Kaevust eemale
11.07.2016	09.08.2016	Silohoidla ei vasta nõuetele.	18	1,2	Kaevust eemale
1.06.2016- 23.08.2016	09.08.2016	Silohoidla ei vasta veekaitseenõuetele.	42	3,9	Kaevu suunas
21.09.2016	08.11.2016	Loomapidamishoone juures puudub tahesõnnikuhoidla.	20	4,9	Kaevust eemale
