



www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Institute of Forestry and Rural Engineering

Drenaažkuivendusega põllumajandusmaal
hajukoormuse leviku iseärasuste selgitamine ja
hajukoormuse ohjamise meetodite
täpsustamine

Lõpparuanne. III osa

Vastutav täitja: Toomas Timmusk

Tartu, 2022

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Seadedrenaaži efektiivsuse uurimine.....	4
1.1. Katseobjektid ja metoodika.....	4
1.2. Tulemused	9
1.2.1. Lemme maaparandussüsteem	9
1.2.3. Põlendmaa ehitise katseala	17
1.3. Kokkuvõte	27
2. Ettepanekud õigusaktidesse	29
2.1. Sissejuhatus	29
2.2. Ettepanekud ja soovitused maaeluministri määruse „Maaparandussüsteemi projekteerimisnorm“ muutmiseks	30
2.2.1. Probleemi kirjeldus: rajatiste jaotus ja settebasseinid.	30
2.2.2. Ettepanekud projekteerimisnormi täiendamiseks.....	32
2.2.3. Puhastuslodu projekteerimine.	33
2.2.4. Seadedrenaaži projekteerimine.....	34
2.2.5. Tuletõrjетиigi projekteerimine.....	34
2.2.6. Eesvoolu astmeline nõlv - nõlvaterrass	35
2.2.7. Vooluvee valgpuhastus valgväljakul	35

Sissejuhatus

Maaeluministeeriumi poolt tellitud uuringu (riigihange 221901) „Drenaažkuivendusega põllumajandusmaal hajukoormuse leviku iseärasuste selgitamine ja hajukoormuse ohjamise meetodite täpsustamine“ lõpparuanne on esitatud kolme vahearuandena.

Esimene vahearuanne koosneb teadusartiklite, seireandmete ja varasemate uuringute põhjal tehtud ülevaatest drenaažiga kuivendatud põllumajandusmaal hajukoormuse tekkimise ja leviku ajalise jaotumise kohta meiega sarnastes kliimatingimustes paikneval maatulundusmaal ning erinevat tüüpi keskkonnakaitserajatiste väetisainete ja sette kinnipidamise efektiivsuse ja nende rajatiste hoiukulude analüüsist. Antakse ülevaade Soomes, Rootsis ja Lätis maaparandussüsteemi maa-alal hajukoormuse ohjamise õigusraamistikust, keskkonnakaitserajatistele esitatavatest nõuetest ja rajamise- ja hoiukulude hüvitamise mehhanismist.

Teine vahearuanne põhineb välitöödel, mille eesmärk oli hinnata ajavahemikul 2008–2019 maaparandussüsteemide registrisse kantud hajukoormuse levikut ohjavate maaparandussüsteemi keskkonnakaitserajatiste valimi seisundit (sh settebasseine 5%; puhastuslodusid (suured) 100%; suudme puhastuslodusid 25%; seadedrenaaži süsteeme 10%; tuletõrjетиike 5%) ning on antud nende otstarbekuse, nõuetekohasuse, tehnilise seisundi ja toimimise efektiivsuse hinnang.

Kolmas vahearuanne on seadedrenaaži toimimise efektiivsuse uuringu tulemustest kahel ehitisel kergetes ja keskmistes pinnastes ning on esitatud ettepanekud/ täiendused õigusaktidesse.

Töö täitjad olid EMÜ maaehituse ja veemajanduse osakonna lektor Toomas Timmusk ja Meelis Must, kes tegi keskkonnakaitserajatiste ülevaatusi.

1. Seadedrenaaži efektiivsuse uurimine

1.1. Katseobjektid ja metoodika

Vastavalt uurimisprojekti tehnilisele kirjeldusele uuriti välitöödena kahe aasta jooksul seadedrenaaži toimimise efektiivsust taimetoitainete väljakande vähendamisel kahel maaparandussüsteemil. Selleks võrreldi äravoolu reguleerimisega drenaažisüsteemi (edaspidi seadedrenaažisüsteem) vooluhulkasid, taimetoitainete (nitraat, üldlämmastik, fosfaat, üldfosfor) kontsentratsiooni vooluvees ning arvutati väljakanne sarnastes tingimustes (mullastik ja väetamine) tavalise vaba äravooluga drenaažisüsteemis toimuvaga (edaspidi kontrollala). Äravoolu reguleerimine sademetevaesel perioodil vähendab äravoolu mahtu ja koos sellega ka leostunud taimetoitainete väljakannet eesvoolu. Eeldusel, et seadedrenaažisüsteem ja kontrollala pinnase ja hüdroloogiline- ning väetamisrežiim on samad, oli võimalik kahe aastasel perioodil hinnata väljakande vähenemisega seadedrenaaži toimimise efektiivsust.

Vaatlusväljakute valiku aluseks olid PTA soovitusel ja maaomanike nõusolekud. Väljavalitud alad kooskõlastati tellijaga. Vaatlused toimusid Lemme (Joonis 1.1) ja Põlendmaa (Joonis 1.4) maaparandusehitistel, mõlemal kõrvuti paiknevatel drenaažisüsteemidel.

Lemme ehitis, (maaparandussüsteem 6115210010010, Häädemeeste vald, Majaka küla), on rajatud 1984.aastal ja rekonstrueeritud kaevude rajamisega seadedrenaažiks 2011.a

Kahe drenaažisüsteemiga kuivendatud maa-ala pindala on kokku 23,5 ha, sellest vaatluste ajal paisutati 11,2 ha suurust seadedrenaažisüsteemi ja võrdlusalaks (kontrollala) vaba äravooluga 10,3 ha pindalaga olev drenaažisüsteem (Joonis 1.3).

Mullakaardi järgi on mõlemal drenaažisüsteemi maa-alal alaliselt liigniiske gleimuld, pinnase profiil on järgmine: huumuslik saviliiv on 25 cm pinnasest, selle all kuni 70...90 cm sügaval veeriseline kerge liivsavi, mille all tihenend/tsementeerunud veeriseline kerge liivsavi. Mulla perspektiivne boniteet on 51.

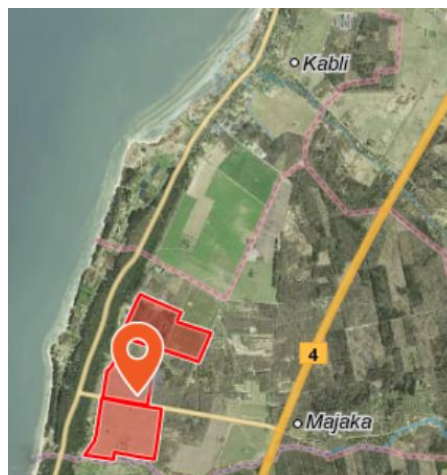
Mõlema süsteemi maa-ala on reljeefilt tasane, veega toitumise tüüp – sademeline toitumine. Liigniiskuse peamiseks põhjuseks oli enne põhivõrgu (eesvool K-1) rajamist lõuna-põhja suunas kaldeta ja mere suunas väikese kaldega tasandikul kõrgemast rannavallist põhjustatud äravoolu puudumine. Eesvoolu rajamine, intensiivne nüüdisaja normile vastav kuivendussüsteem (dreenide vahekaugus 14 m) ja maaharimine on muutnud mulla veerežiimi.

Muld on kuivem – suvekuudel puudub дренаažiravool. Maksimaalseks äravoolumooduliks mõõdeti 0,39 l/s ha (05.01.2022.a).

Seadedrenaazisüsteemi suudmes reguleeritakse veetaset suudmetorule 90° põlvega paigaldatud 200 mm läbimõõduga 113 cm pööratava toruga (Joonis 1.2). Suudme põhja kõrgus on 6,12 m, maapinna kõrgus vahemikus 7,7...7,8 m, seega seadedrenaaz paisutusega 1,33 m võimaldab hoida veetaset kuni 30 cm maapinnast. Konstruktsiooni puuduseks on talvel külmumise oht, seetõttu maaomanik avab talveks vaba äravoolu. Samuti põlv pika pööratava tõusutoruga ilma täiendava kinnitusmuhvita ei ole töökindel – korduv pööramine ja veesurve lükkab toru ära, mis juhtus ka vaatlusperioodil.

Suudmest 280 m kaugusele on paigaldatud kaev, kus veetaset reguleeritakse vertikaalse toruga. Dreenide pikkused on 120 ja 100 m.

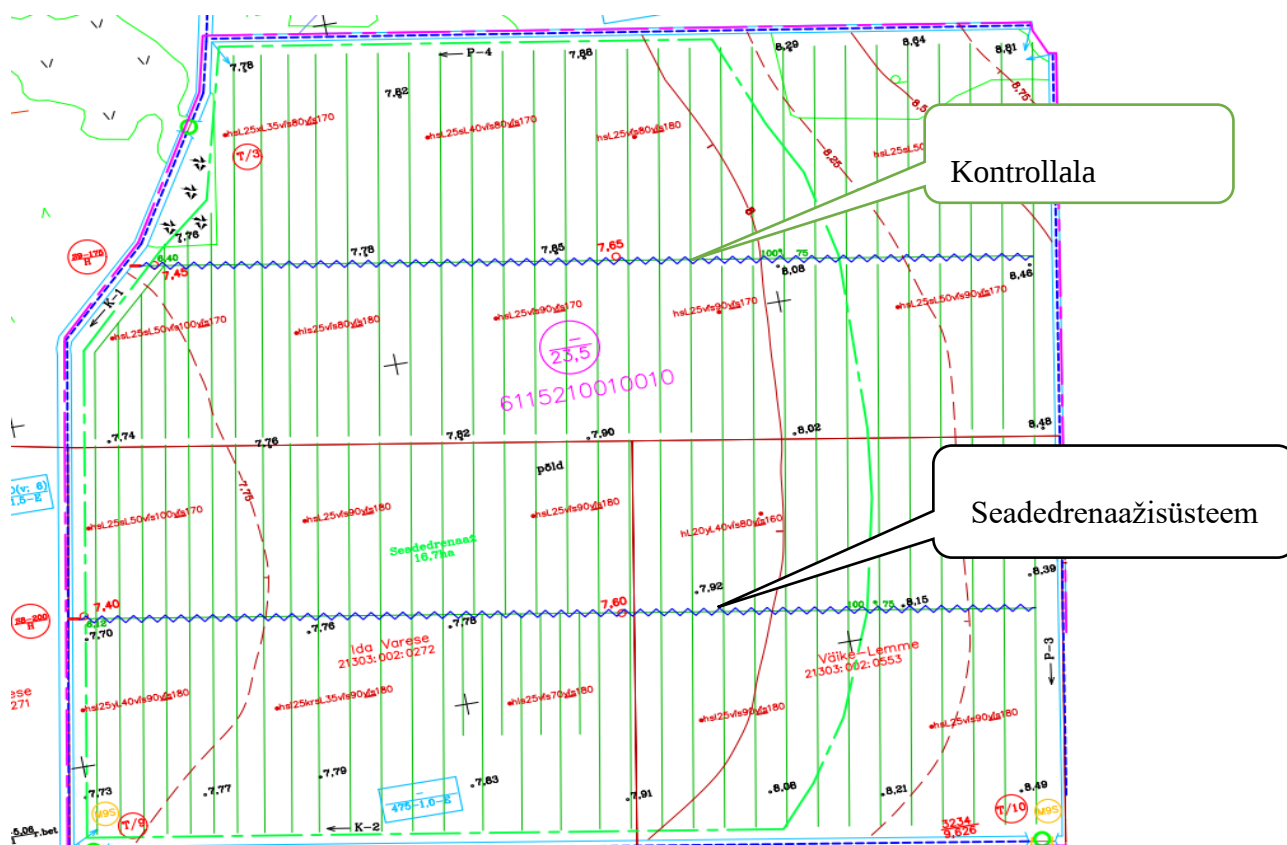
Vaatlusperioodil toimusid mõõtmised 24. korral, sellest kümnel korral puudus äravool.



Joonis 1.1. Lemme ehitise asukohaskeem.



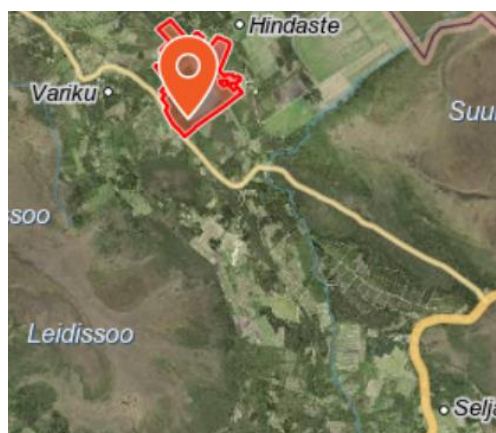
Joonis 1.2. Veetaseme reguleerimisrajatised Lemme ehitisel.



Joonis 1.3 Lemme katseala drenaažisüsteemide skeem.

Põlendmaa 4110170040070, ehitis 001, on rajatud 1974. aastal hõreda torustikuga (vahekaugus 20 m), mis ei toiminud nõuetekohaselt ummistunud savitorude tõttu. 2012.a rekonstrueeriti täielikult I astme kuivendusintensiivsusele vastavaks (vahekaugus 14 m, rajamissügavus 1,1 m.) ning loodi võimalus kogu pinnal kasutada seadedrenaaži.

Alaliselt liigniiske turvastunud gleimuld liival, kollektorite ülemises osas 150 m ulatuses gleimuld liivapinnasel.



Joonis 1.4. Põlendmaa katseala asukohaskeem.

Maa-ala on tasandik väikese kaldega kagu suunas. Pinnakatte moodustab hästilagunenud (50-55%) puu- ja pillirooturvas. Turbakihi tusedus üle on keskmiselt 25 cm, maksimaalselt 40 cm. Maa-ala veega toitumise tüüp: sademetest ja põhjaveega.

Vaatlusalaks valiti дренаažisüsteemid 5 kontrollalana (pindala 9,47 ha) ja süsteem nr 6 (pindalaga 11,29 ha), kus toimus veetaseme reguleerimine kuue varjadega varustatud kaevu abil (Joonis 1.5 ja Joonis 1.6).

Uurimisel võeti veeproovid uuritavate seadedrenaazisüsteemide ja võrdlussüsteemide suudmetest samaaegselt vooluhulga mõõtmisega keskmiselt üks kord kuus. Suudmete madala asetuse ja eesvoolu paisutuse tõttu pidev vooluhulga mõõtmine polnud tehniliselt võimalik.

Keemilised analüüsid on tehtud AS Tartu Veevõrk akrediteeritud laboris.

Sademeid mõõdeti Lemme ehitisel suvel kohapeal, aruandes on kasutatud Häädemeeste rannikujaama (kaugus 10 km) ja Vihterpalu hüdromeetriaama (kaugus 14 km) andmeid.



Joonis 1.5. Põlendmaa seadedrenaazi reguleerimiskaev.

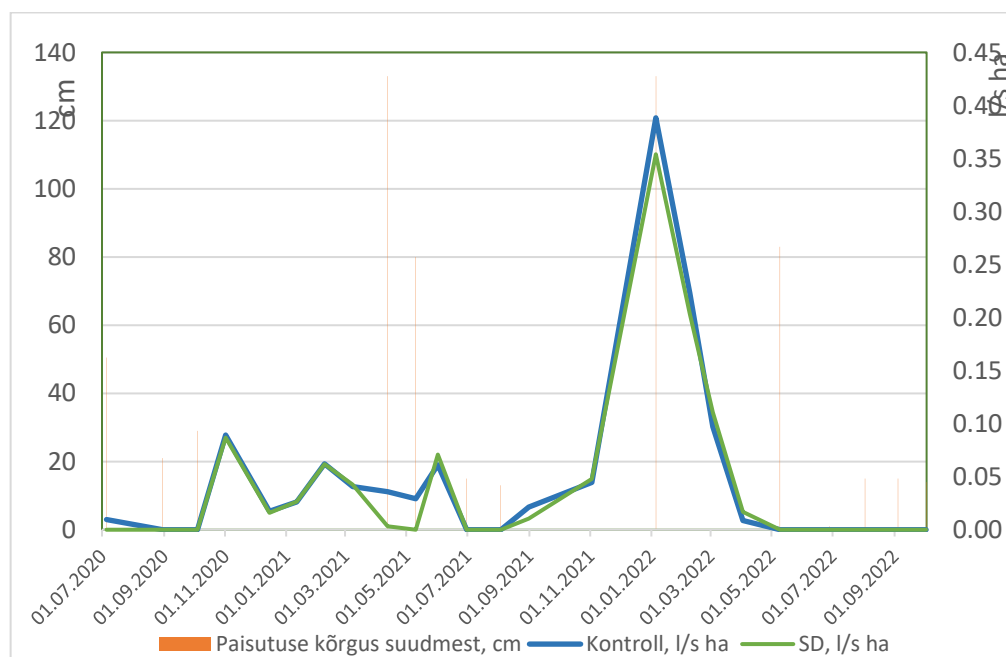
1.2. Tulemused

1.2.1. Lemme maaparandussüsteem

Äravool ja veerežiimi reguleerimine.

Vaatlused algasid 5. juulil 2020 ja kestsid kuni 2. oktoobrini 2022. Kontrollala ja seadedrenaazisüsteemi äravoolumoodulid ning seadedrenaazisüsteemi paisutuskõrgused suudme põhjast (suudme sügavus 1,6 m) on esitatud Joonis 1.7. Enne vaatlusperioodi algust reguleeris maakasutaja seadedrenaazi alal veerežiimi, vaatluse alguses veetase oli 1 m allpool maapinda, äravool puudus. Kontrollala äravoolumooduliks mõõdeti 0,01 l/s ha. Perioodil august-oktoober puudus dreanaaziäravool. Selgitamaks kontrollala ja seadedrenaazisüsteemi äravoolurežiimi sarnasust ja vältimaks suudmetoru külmumist oli mõlemal alal talveperioodil vaba äravool.

2021. aastal alustati veetaseme reguleerimisega aprillis, kus kuu alguses seadedrenaazi alal veetase tõusis maksimumtasemele (suudme põhjast 1,33 m), taimede veetarbe ja aurumise tõttu alanes järgneva kuu jooksul 0,5 m (Joonis 1.7). Juuni alguses proovivõtu ajal oli paisutustoru rikkest tingituna vaba vool. Suvekuude sademed (Joonis 1.12) ei tekitanud dreanaaziäravoolu. Augustikuu suure sademe koguse (122 mm), liivsavist künnikihi ning talirapsi külvi tõttu avati uuesti äravool kuni novembrini. Sulaperioodil detsembris suleti uuesti ning jaanuaris 2022 mõõdeti maksimaalseks äravoolumoodulike kontrollalal 0,39 l/s ha, seadedrenaazialal 0,35 l/s ha.



Joonis 1.7. Äravoolumoodulid ja paisutuse kõrgus suudme põhjast Lemme ehitisel.

Kontrollala ja reguleeritud ala veerežiimi sarnasuse võrdlus.

Perioodil 01.11.2020...12.04.2021.aastal veetaset ei reguleeritud ning äravoolumoodulid ning väljakantud toitaine kogused on praktiliselt võrdsed (Tabel 1.1). Seega seadedrenaažiala väljakande vähenes võrreldes kontrollalaga, mis näitab seadedrenaaži toimimise efektiivsust.

Tabel 1.1. Kontrollala ja reguleeritava ala võrdlus.

Kuupäev	Kontroll			Reguleeritav ala		
	Äravoolu-moodul, l/s ha	Väljakanne päevas, grammi/ha		Äravoolu moodul, l/s ha	Väljakanne päevas, grammi/ha	
		Üldfosfor	Üldlämmastik		Üldfosfor	Üldlämmastik
01.11.2020	0,09	alla labori täpsust	259	0,09	alla labori täpsust	265
15.12.2020	0,02	0,03	41	0,02	0,03	38
11.01.2021	0,03	alla labori täpsust	57	0,03	alla labori täpsust	59
08.02.2021	0,06	alla labori täpsust	119	0,06	alla labori täpsust	118
08.03.2021	0,04	0,14	73	0,04	0,15	79

Väetamine ja maakasutus.

Enne vaatlusperioodi kasutati mõlemat ala rohumana. 2020.aasta kevadel külvati suvinisu, mille väetamisskeem oli järgmine:

- 30. märtsil KCL 75kg/ha;
- aprillil MAP 55 kg/ha,
- 11.aprillil Yara Bela EXTRAN 33,5% 250kg/ha;
- 18.mail YaraBela SULFIX NS 26-14 250 kg/ha.

YaraBela SULFIX NS 26-14 sisaldab ka väävlit, mis aitab taimel paremini omastada lämmastikku.

Kokkuvõttes kevade jooksul anti taimetoitainetena nitraatlämmastikku 59,75 kg N/ha, ammoniumlämmastikku 96 kg N/ha ja fosforväetist 12,5 kg P/ha.

2020. aastal suvinisu saagikus oli 8,11 t/ha.

2021. a. aastal kasvatati samuti suvinisu, mille väetamisskeem oli järgmine:

- 9.mail AN34,5 280kg/ha;
- 10.mail MAP 100kg/ha ;

- 2.juunil ASN 26-15 300kg/ha.

Kokkuvõttes 2021. a kevade jooksul anti taimetoitaineid nitraatlämmastikuna 69 kg N/ha, ammooniumlämmastikuna 117 kg N/ha ja fosforvæetist 22,7 kg P/ha.

Suvinisu saagikus 2021. aastal oli 3,3 t/ha.

2021.aasta sügisel külvati taliraps, mille alla anti väetisena 16.augustil AN 34,4 100 kg/ha ja MAP 100 kg/ha. Kokku taimetoitainete sisaldus on nitraadina 17 kg N/ha; ammooniumlämmastikuna 28 kg N/ha ja fosforina 22,7 kg P/ha.

2022. aasta kevadel väetamisskeem oli järgmine:

- 11.aprillil Yara Bela Sulfan 26-6 200 kg/ha;
- 6. mail AN 34,4 100kg/ha.

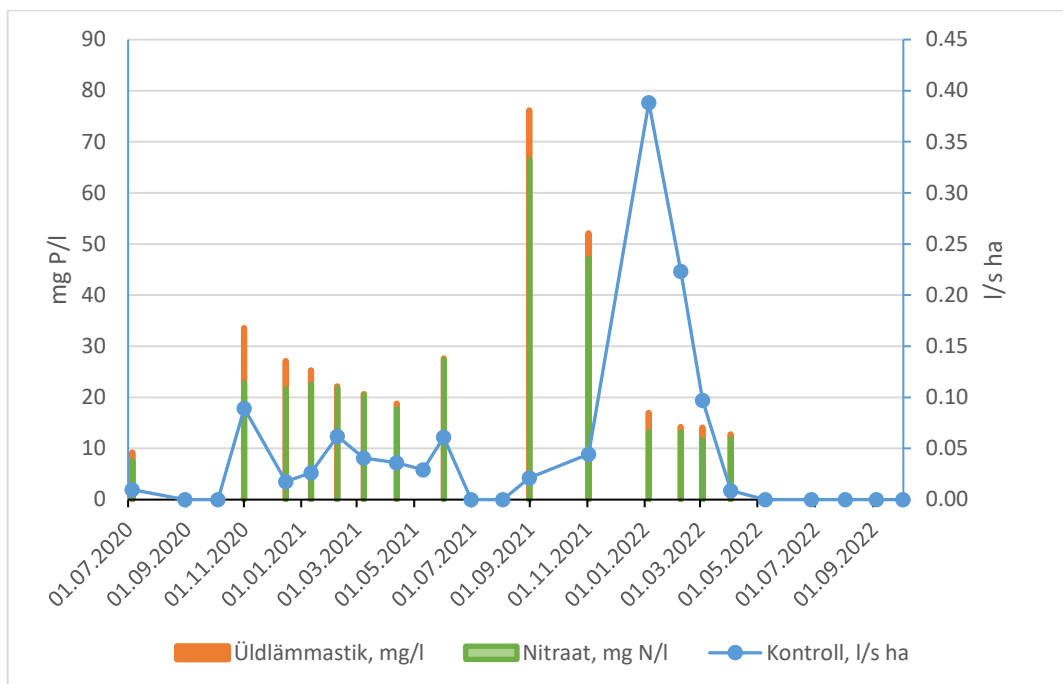
Yara Bela Sulfan sisaldab ka väävlit, mis aitab taimedel lämmastikku parmini omastada. Taimetoitainete sisaldus kevadel kokku nitraadina 41 kg N/ha; ammooniumlämmastikuna 41 kg N/ha.

Rapsi saagikuseks kujunes 3 t/ha.

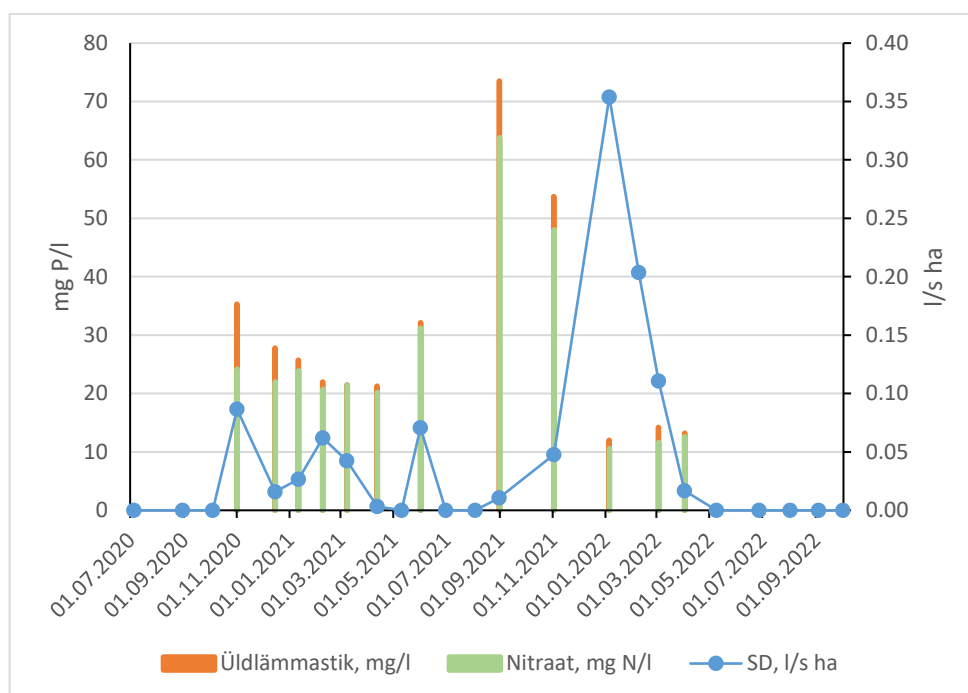
Lämmastiku väljakanne.

Vaatlusperioodil mõõdetud lämmastiku kontsentratsioon ja äravoolumoodulid on esitatud Joonis 1.8 kontrollala ja Joonis 1.9 seadedrenaazisüsteemi kohta.

Lämmastiku väljakannet mõjutavad väetise koostis (nitraat-ja ammooniumlämmastiku suhe), väetamise aeg ja tarbijate so taimede kasvufaas, mulla neelamisvõime, nitrifikatsiooni mõjutav mulla temperatuuri- ja niiskusrežiim ning sademete intensiivsus ja kogus. Nitraatlämmastikust omastavad taimed lämmastikku kiiresti, ammooniumlämmastikust aeglasemalt. Nitraatlämmastik neeldub negatiivselt mullas, seega on ta intensiivsetest sademetest põhjustatud laskuva veevooluga mullaprofiilist välja leostuv ja kantakse dreanaaziga eesvooludesse.

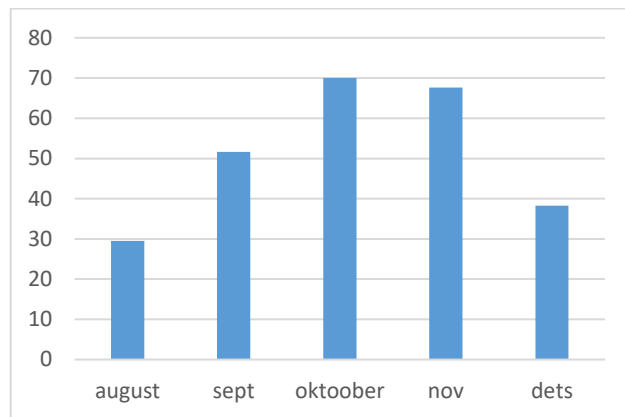


Joonis 1.8. Lämmastikuühendite kontsentratsioon ja drenaaži äravoolumoodulid Lemme ehitise kontrollalal.



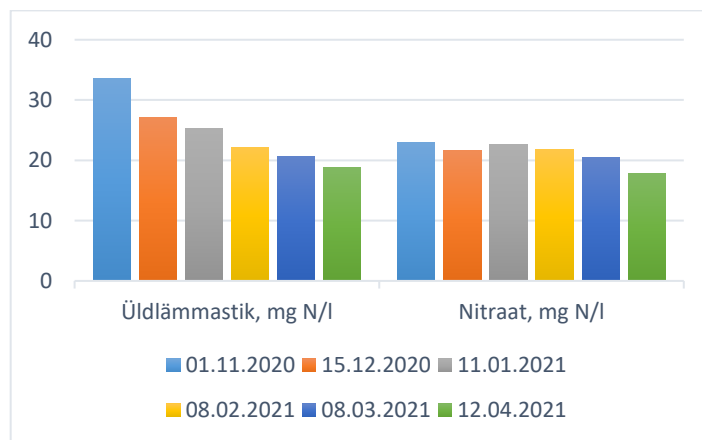
Joonis 1.9. Lämmastikuühendite kontsentratsioon ja drenaaži äravoolumoodul Lemme ehitise seadedrenaažisüsteemil.

Kuu sademete summad 2020. aasta sügise kohta on esitatud Joonis 1.10. Juunikuised sademed tekitasid drenaaži äravoolu ning kontrollalal 5. juulil mõõdeti äravoolumooduliks 0,01 l/s ha, üldlämmastiku kontsentratsiooniks 9,3 mg N/l, lämmastiku väljakanne 7,7 g/ööpäevas. Reguleeritud põhjaveetasemega alalt paisutus 50 cm suudme põhjast ja äravool puudus.



Joonis 1.10. Kuu sademete summad (2020.aasta) Häädemeeste mõõtejaamas.

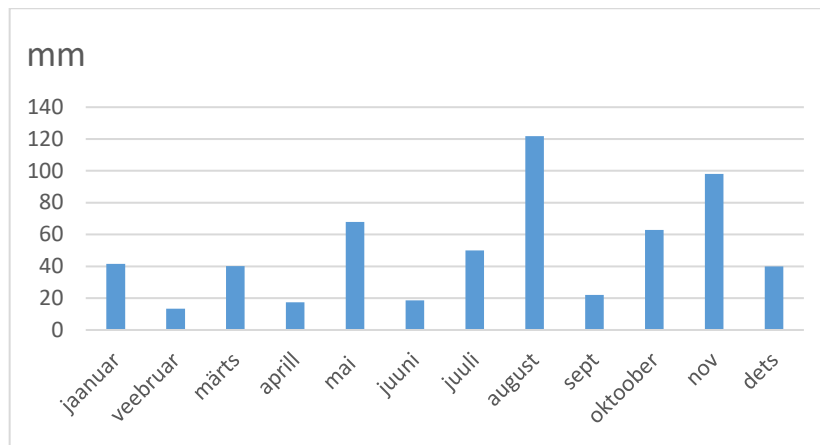
Suvekuudel (juuli, august, september) puudus Lemme ehitisel дренаažiäravool. Vaatamata suurele saagile ei kasutanud taimed ära kogu lämmastikuvartu ning mõlemal alal, vaba voolu korral, nitraadi kontsentratsioon 1. novembril võetud veeproovis oli 23...25 mg N/l, üldlämmastikuna 34...35 mg N/l, mis vähenes märtsikuuks 21 mg N/l (Joonis 1.11). Keskmiselt kontsentratsioon vähenes esimese kuuga 20 ja iga järgneva kuuga 10 protsenti.



Joonis 1.11. Lämmastiku kontsentratsiooni muutus (mg N/l) Lemme kontrollalal.

Taimetoitainete väljakanne oleneb vooluhulgast ja see varieerus üldlämmastikuna 57...265 g N/ööpäevas (Tabel 1.1).

Sademe kuusummad 2021. aasta kohta on esitatud Joonis 1.12.



Joonis 1.12. Sademete kuusummad (mm) Häädemeeste mõõtejaamas 2021. aastal.

2021. a vegetatsiooniperioodil alustati veetaseme reguleerimisega aprilli alguses enne kevadist väetamist. 12.aprillil mõõdeti kontrollala äravoolumooduliks 0,04 l/s ha, üldlämmastiku kontsentratsiooniks 18,8 ja nitraadina 17,8 mg N/l. Lämmastiku väljakanne kokku 58 g/ööpäevas. Seadedrenaazi alal hoiti veetaset üleval. Proovivõtu ajal mõõdeti äravoolumooduliks 0,003 l/s ha (veetase suudmes oli 0,5 m allpool maapinda ja vesi väga vähesel määral voolas vertikaalsest torust välja) ning väljakanne 10 korda väiksem 5,9 g/ööpäevas (kuid kontsentratsioon oli võrreldes kontrollalaga 13% suurem).

Maikuu toimunud väetamine (48 kg N/ha nitraatlämmastikku ja 60 kg N/ha ammooniumlämmastiku) ja 68 mm sademeid suurendas 1. juunil võetud veeproovides lämmastiku kontsentratsiooni kontrollalal 47% ja seadedrenaazi alal 52% (32 mg N/l). Mõlemal alal oli vaba voolamine ja väljakanne vastavalt 150 ja 196 g N/ööpäevas.

Juunis ja juulis drenaaziäravool kontrollalal puudus, paisutatud alal veetase ei ületanud 200 mm (kollektori lage).

Suvinisu saagikuseks kujunes 3,3 t/ha, mis jäi kuumalaine tõttu eelmise aastaga kahe võrreldes oluliselt väiksemaks. Seetõttu jäi taimedel kasutamata kevadel antud lämmastikväetis. 2021.aasta sügisel külvati taliraps, mille alla anti 16.augustil AN 34,4 ja MAP väetistega kokku taimetoitaineid nitraadina 17 kg N/ha, ammooniumlämmastikuna 28 kg N/ha ja fosforina 22,7 kg P/ha.

Augustikuu oli sademeterikas (122 mm, sellest kolmandas dekaadis 57 mm) ning maakasutaja avas sügiskülviks seadedrenaazi. Eelnev väike saagikus ja väetamine peegeldus otseselt drenivee toitainete sisalduses - nitraadi kontsentratsioon tõusis 31.08.2021 võetud proovis

64...66 mg N/l, üldlämmastiku sisaldus 73...76 mg N/l, üldfosfori kontsentratsioon 0,021 mg P/l (

Tabel 1.2), väljakanne oli äravoolumooduli 0,02 l/s ha korral kuni 140 g N/ööpäevas (

Tabel 1.3).

Tabel 1.2. Taimetoitainete kontsentratsioon drenaaži äravoolus Lemme katsealal.

Kuupäev	Kontroll				Reguleeritav ala				
	Äravoolu-moodul, l/s ha	Kontsentratsioon			Paisutuse kõrgus suudme põhjast, cm	Äravoolu moodul, l/s ha	Kontsentratsioon		
		Üldfosfor, mg P/l	Üldlämmastik, mg N/l	Nitraat, mg N/l			Üldfosfor, mg P/l	Üldlämmastik, mg N/l	Nitraat, mg N/l
31.08.2021	0,02	0,021	76,2	66,5	vaba vool	0,01	0,02	73,5	63,8
02.11.2021	0,04	<0,02	52,1	47,2	vaba vool	0,05	<0,02	53,7	48
05.01.2022	0,39	0,038	17	13,3	133	0,35	0,032	12	10,6
08.02.2022	0,22	<0,02	14,2	13,3	vaba vool	uputatud	ei võetud	ei võetud	ei võetud
03.03.2022	0,10	<0,02	14,1	11,7	vaba vool	0,11	<0,02	14,2	11,6
02.04.2022	0,01	0,05	12,8	12	vaba vool	0,02	0,028	13,2	12,6

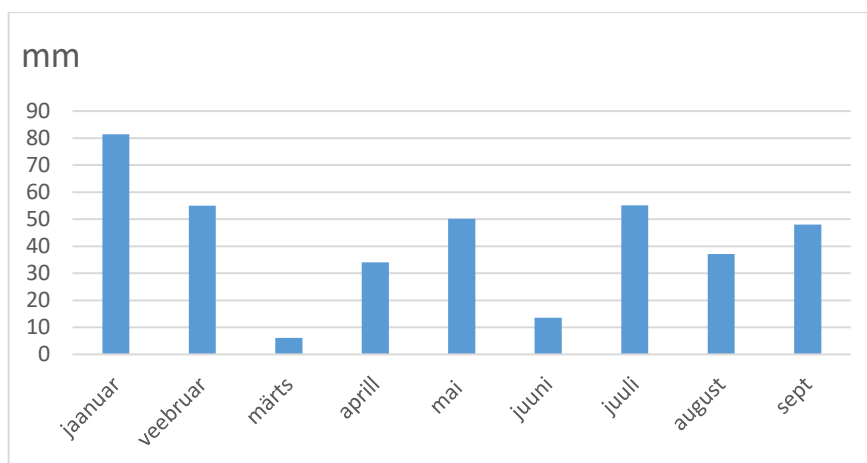
Tabel 1.3. Taimetoitainete väljakanne drenaaži äravoolus Lemme katsealal.

Kuupäev	Kontroll			Reguleeritav ala				Välja- kande muutus %
	Äravoolu- moodul, l/s ha	Väljakanne päevas, grammi/ha		Paisutuse kõrgus suudme põhjast, cm	Äravoolu- moodul, l/s ha	Väljakanne päevas, grammi/ha		
		Üldfosfor	Üldläm- mastik			Üldfosfo r	Üldläm- mastik	
31.08.2021	0,02	0,04	141	vaba vool	0,01	0,02	67	-109
02.11.2021	0,04	alla labori täpsust	201	vaba vool	0,05	alla labori täpsust	222	9
05.01.2022	0,39	1,28	570	133	0,35	0,98	367	-55
08.02.2022	0,22	alla labori täpsust	274	vaba vool	0,00	ei määratud	ei määratud	ei määratud
03.03.2022	0,10	alla labori täpsust	118	vaba vool	0,11	alla labori täpsust	136	13
02.04.2022	0,01	0,04	10	vaba vool	0,02	0,04	19	50

2022. aasta kevadel väetati 11.aprillil, Yara Bela Sulfan 26-6 200 kg/ha ja 6.mail, AN 34,4 100 kg/ha. Taimetoitainete sisaldus on nitraadina 41 kg N/ha;

ammooniumlämmastikuna 41 kg N/ha. 2022.a suvekuud olid sademetevaesed (Joonis 1.13) aga päikesepaistelised ja soojad. Seetõttu alates maikuust kuni oktoobri alguseni puudus drenaažist äravool nii kontroll- kui ka seadedrenaažialal.

Talirapsi saagikuseks kujunes 3,0 t/ha.

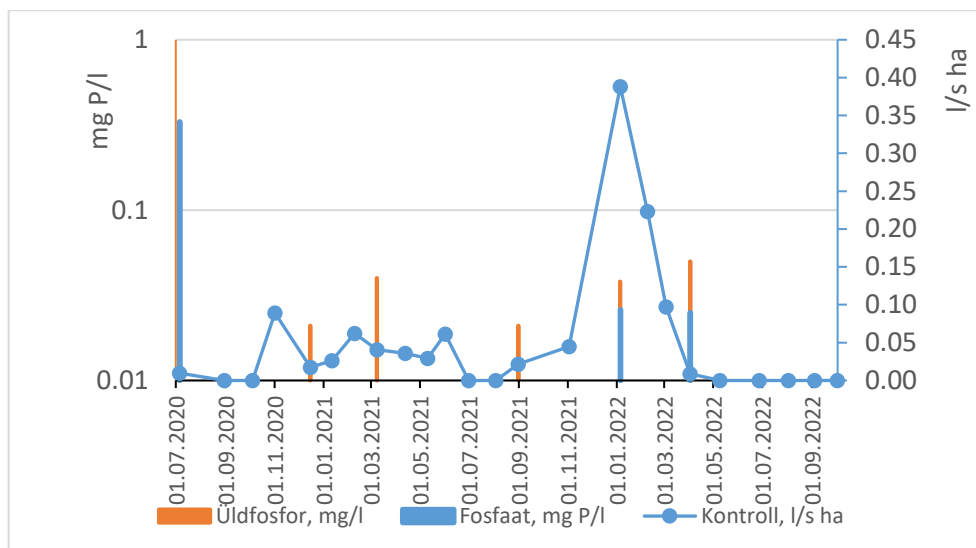


Joonis 1.13. Kuu sademete summad (2022.aasta) Häädemeeste mõõtejaamas.

Fosfori väljakanne.

Fosforit sisaldavat väetist MAP anti 02.aprillil 2020.a toimeaines 12,5 kg P/ha, 10.mail 2021 toimeaines 22,7 kg P/ha ja 16.augustil 2021.a toimeaines 22,7 kg P/ha.

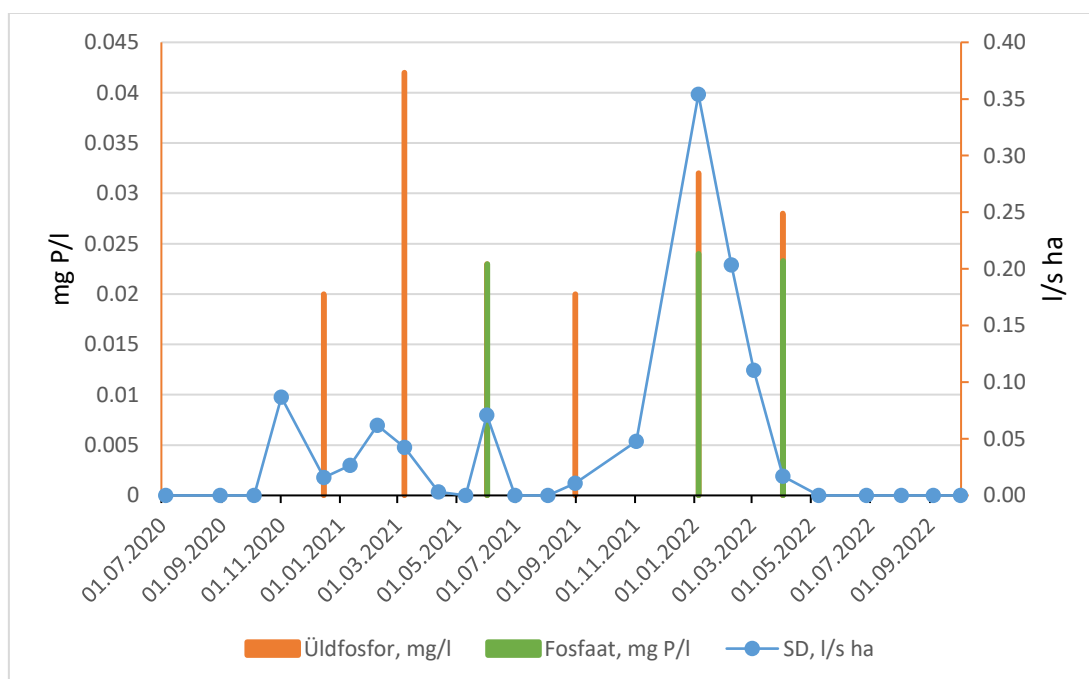
Kontrollalal oli fosfaadi sisaldus kolmel juhul üle labori määramistäpsuse, kusjuures suurim fosfori väljakanne määrati kontrollala esimeses proovis 5. juulil 2020 – 0,33 mg P/l. kogu fosfor kanti välja fosfaadi vormis. Suurt sisaldust on raske põhjendada, võimalik et liivsavipinnases kuivamisega tekkinud vertikaalne lõhe ja selle kokkusattumine väetise laotamise ebaühtlusega. Teistes proovides kogu vaatlusperioodi jooksul oli maksimumkontsentratsioon 0,038 mg P/l, paljudel juhtudel alla labori määramistäpsust. Kokku määrati üldfosfor kuues proovis, millest kolmel juhul fosfaat oli alla määramistäpsust (Joonis 1.14).



Joonis 1.14. Fosfori kontsentratsioon ja drenaaži äravoolumoodulid Lemme kontrollalal.

Seadedrenaazisüsteemi fosforisisaldusega proovid kattuvad ajaliselt ja kontsentratsiooni poolest kontrollalaga. Üldfosfor määrati kuues proovis, kusjuures kolmes nendest ka fosfaatioon (Joonis 1.15).

Maksimaalse esinenud vooluhulga puhul väljakanne 1...1,3 g/ööp. ha.



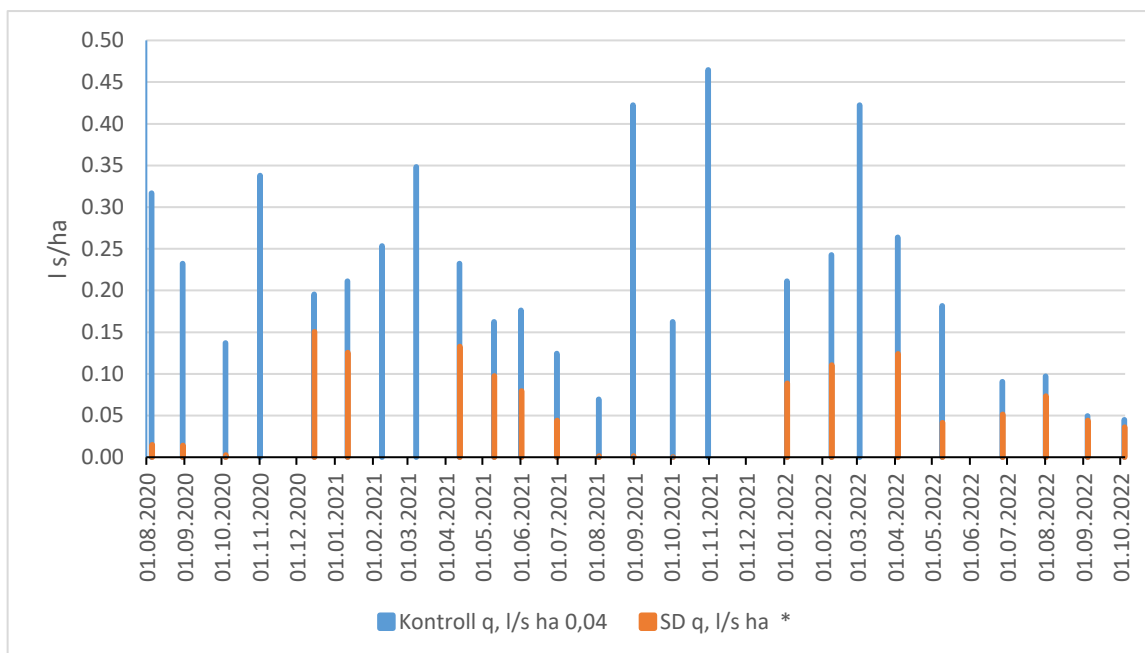
Joonis 1.15. Fosfori kontsentratsioon ja drenaaži äravoolumoodulid Lemme seadedrenaazisüsteemil.

Äravool ja veerežiimi reguleerimine

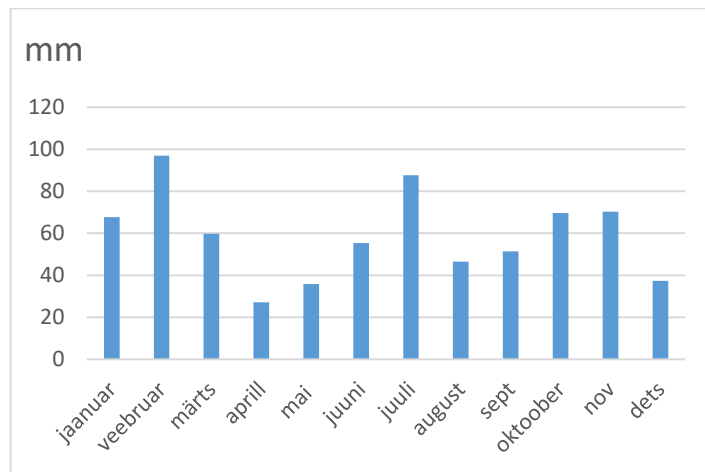
Kogu vaatlusperioodi (03.07.2020...04.10.2022) oli kontrollalal дренаaži äravool olemas - äravoolumoodul varieerus vahemikus 0,04...0,46 l/s ha (Joonis 1.16).

Liivapinnasest tulenevalt äravoolumoodulit peale põhjaveelise toitumise mõjutavad sademed: 2020.aasta juuli alguses sadas paari päevaga 20 mm, mis andis äravoolumooduliks 0,4 l/s ha, ka juuli oli sademeterikas (Joonis 1.17). Maksimaalsed äravoolumoodulid ulatuvad kuni 0,46 l/s ha. Viiel mõõtmiskorral (1. november 2020, 8. veebruar, 8. märts ja 31. oktoober 2021 ning 3. märts 2022) oli seadedrenaazisüsteem uputatud ja vooluhulka ei mõõdetud, kuid veekeemia proovid võeti.

Seadedrenaazisüsteemi vooluhulgad on võrreldes kontrollalaga oluliselt väiksemad.



Joonis 1.16. Drenaazi äravoolumoodulid Põlendmaa kontrollalal ja seadedrenaazisüsteemil.



Joonis 1.17. Kuu sademete summad 2020. aastal Vihterpalu hüdromeetriaajas.

Varjad tõsteti ülesse juuli algused ja veetase tõusis kuni 53 cm maapinnast. Varjakilbid lekivad (ei tööta ülevooluna), seetõttu mõõdeti äravooluks 0,003...0,02 l/s ha.

Talveperioodil (1.november 2020 kuni 10. mai 2021) saamaks katsealaga hüdroloogilist sarnasust oli seadedrenaaži alal äravool vaba. Äravool oli vaba ka perioodil 31. oktoober 2021...03.mai 2022. Seadedrenaaži toimimise ajal oli veetase 100...40 cm maapinnast.

Kontrollala ja reguleeritud ala veerežiimi sarnasuse võrdlus.

Kontrollala ja seadedrenaažisüsteem paiknevad kõrvuti, on reljeefilt, pinnase ja mulla liigniiskuse poolest sarnased.

Perioodil 01.11.2020...10.05.2021 veetaset ei reguleeritud (Tabel 1.4). Seadedrenaažiga alal on sellel perioodil äravoolumoodulid 1,7 korda väiksemad. 2022.aasta jaanuarist kuni aprillikuuni on seadedrenaažisüsteemi äravoolumoodulid keskmiselt 2,2 korda väiksemad. Ilmselt on tegemist erineva intensiivsusega põhjaveelise toitumisega. Lisaks on seadedrenaaži alal süsteemi keskel põhjavesi väga rauaookrine, mis on tõenäoliselt vähendanud ka sünteetilise kattematerjaliga kaetud drenitorude veevastuvõtuvõimet.

Tabel 1.4. Kontrollala ja seadedrenaažisüsteemi äravoolumoodulite võrdlus.

Kuupäev	Kontrollala			Seadedrenaaž			Äravoolumooduli suhe
	q, l/s ha	Väljakanne päevas		q, l/s ha	Väljakanne päevas		
		N _{üld} , g N/ha	sh Nitraat, gN/l		N _{üld} , g N/ha	sh Nitraat, gN/l	
15.12.2020	0,20	78	59	0,15	83	59	1,3
11.01.2021	0,21	75	58	0,13	60	51	1,7
12.04.2021	0,23	88	68	0,13	88	79	1,7
10.05.2021	0,16	50	46	0,10	56	55	1,6
03.01.2022	0,21	97	68	0,09	80	59	2,4
08.02.2022	0,24	84	71	0,11	59	52	2,2
03.04.2022	0,26	82	66	0,12	60	51	2,1

Väetamine ja maakasutus.

2019.aasta sügisel väetati NPK 5-10-30 väetisega 200 kg/ha, mis toimeaines on 10 kg N/ha ja 20 kg P/ha, külvati talirukis, mida 2020.a kevadel (4. aprill ja 24 aprill) väetati vedelväetisega KAS-32, millega anti vastavalt 77,12 ja 42,8 kg N/ha, 4.mail väetati väetisega NS 21-24, millega anti 21 kg N/ha. Saagikus 4,7 t/ha.

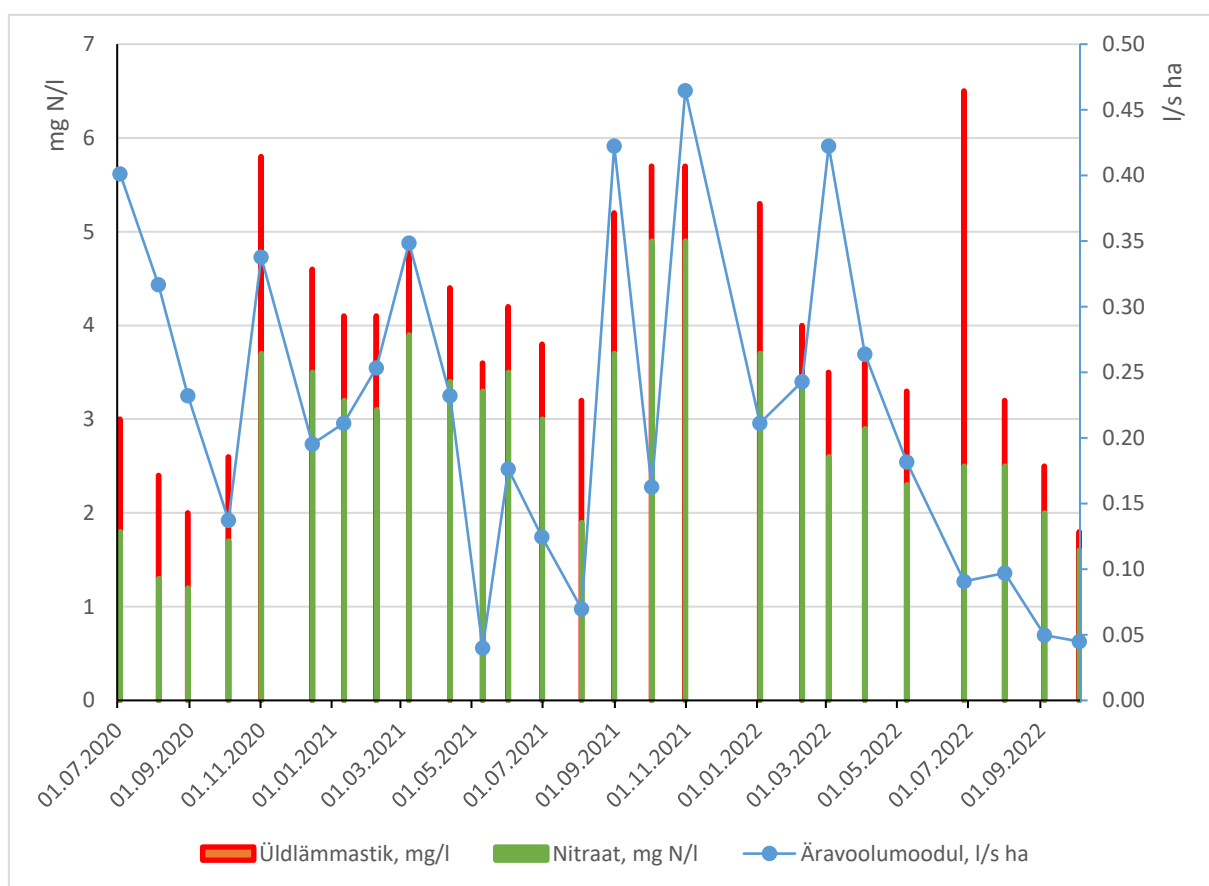
2021. aasta kevadel külvati hernes, mille saagikus oli 3 t/ha. Kevadel ei väetatud.

2021. sügisel külvati talinisu, mille külvi alla anti 150 kg/ha NPK 5-10-30 väetist, toimeaines 7,5 kg N/ha ja 15 kg P/ha. 2022. aasta kevadel (24.aprill) väetati NS 27-4 normiga 250 kg/ha, millega taimetoitainetest nitraatlämmastikku anti 33,75 kg N/ha ja ammooniumlämmastikku

33,75 kg N/ha, 20. mail sama väetisega anti nitraatlämmastikku 27 kg N/ha ja ammooniumlämmastikku 27 kg N/ha. Talinisu saagikus 3,3 t/ha.

Lämmastiku väljakanne.

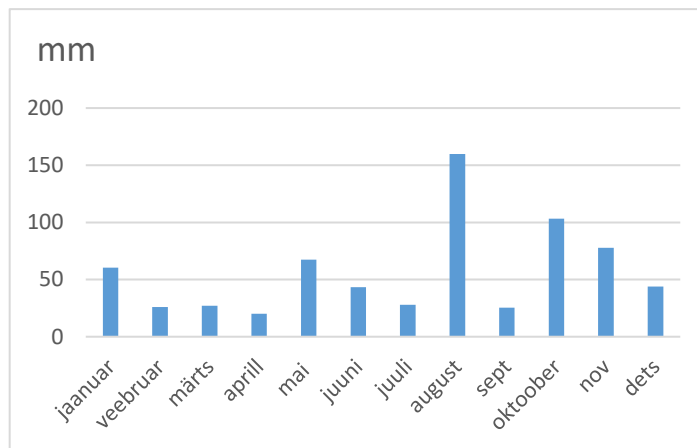
Joonisel 1.18 on esitatud kontrollala äravoolumoodulid ning drenivees määratud üldlämmastiku ja nitraatiooni kontsentratsioonid ja joonisele 1.19 vastavad väärtused seadedrenaazisüsteemi kohta. 2020.a kevadel (aprill, mai) antud 141 kg lämmastikku ei avaldu suvistes veeproovides: nitraadi sisaldus 1,2...1,8 mg N/l, üldlämmastiku sisaldus jäi alla 3 mg N/l.



Joonis 1.18. Lämmastiku kontsentratsioon ja drenaaži äravoolumoodulid Põlendmaa kontrollalal.

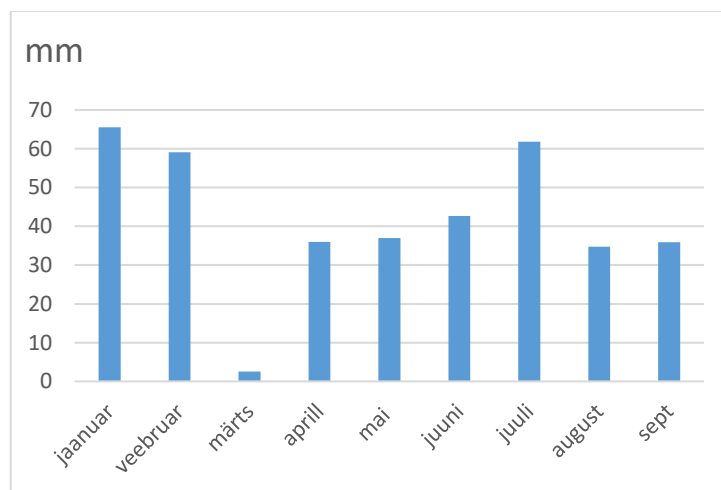
Kuigi 2020.a sügisel ei väetatud, siis lämmastiku kontsentratsioon suureneb pärast oktoobrikuu sademeid (70 mm), mis suurendas kontrollala vooluhulka (0,34 l/s ha) ja drenivees lämmastiku kontsentratsiooni ($N_{\text{üld}}$ 5,8 mg N/l). Kogu talve jooksul on lämmastiku sisaldus drenivees samas suurusjärgus ($N_{\text{üld}}$ 4,1...4,8 mg N/l), alanedes suve lõpuks 3,2 mg N/l (2021.a kevadel ei väetatud).

2021. aasta augusti ja oktoobrikuu olid sademeterikkad (Joonis 1.19, vastavalt 160 ja 103 mm), mis mõjutas nii äravoolu suurust kui ka lämmastiku leostumist pärast väetamist sügisel. Üldlämmastiku kontsentratsioon tõusis dreniivees 1,8 korda (kuni 5,7 mg N/l), alanedes talve ja kevade jooksul kuni 3,3 mgN/l (Joonis 1.18).



Joonis 1.19. Kuu sademete summad 2021. aastal Vihterpalu hüdromeetriaajas.

2022. aasta sademete jaotus on toodud Joonis 1.20. Kevad on suhteliselt sademetevaene, seetõttu aprilli lõpus antud väetisest kergesti liikuv komponent nitraat-N (34 kg/ha) ei ole leostunud drenivette. Kevadise väetamise mõju ilmneb juuni lõpus, kus üldlämmastikuisaldus tõuseb kontrollalal kaks korda (6,5 mg N/l). väljakanne jääb küll suhteliselt väikseks (äravoolumoodul 0,09 l/s ha).

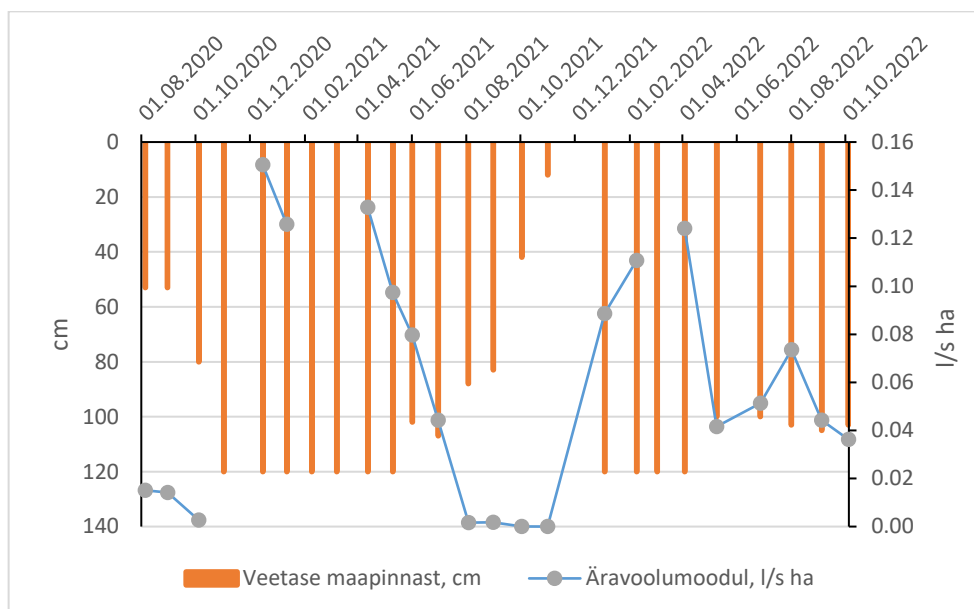


Joonis 1.20. Kuu sademete summad 2022. aastal Vihterpalu hüdromeetriaajas.

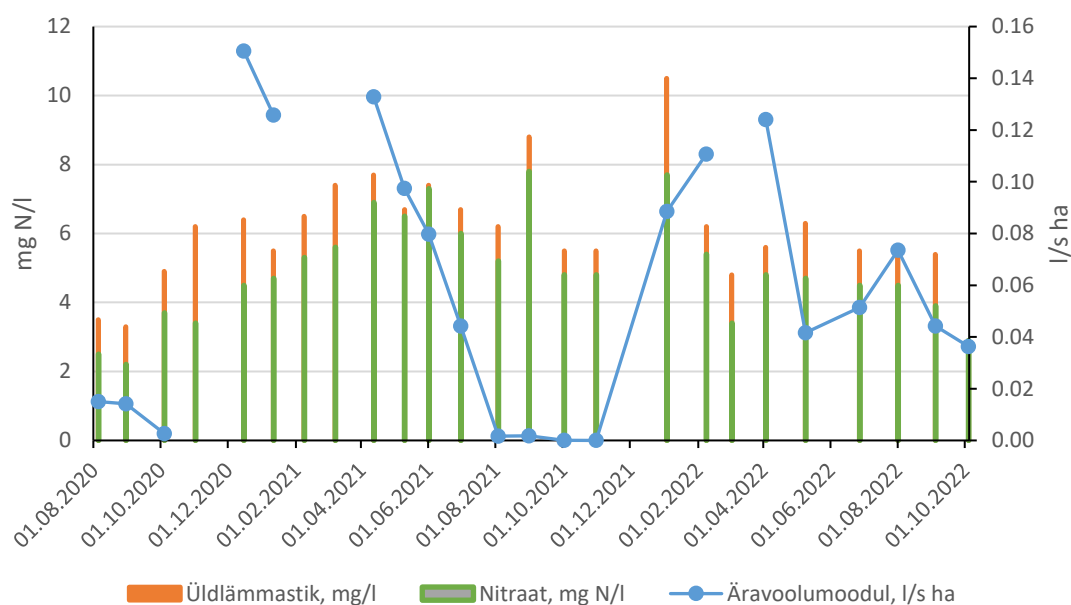
Seadedrenaažisüsteemis vaatlusperioodi algul oli veetase 50...80 cm sügavusel ning äravoolumoodul 0,003...0,02 l/s ha (Joonis 1.21). Talveperioodil vaba äravool, 2021.a suvel

tõsteti veetase kuni 42 cm maapinnast, mis viis äravoolu peaaegu nullini. 2022.aasta vegetatsiooniperioodil ei saanud veetaset tõsta kõrgemale kui 1 m maapinnast. See mõjutas kokkuvõttes koos lämmastiku kontsentratsiooniga väljakannet.

Seadedrenaazisüsteemis lämmastiku kontsentratsiooni jaotus vaatlusperioodil ja suurus erineb kontrollalast (Joonis 1.22).



Joonis 1.21. Veetasemed ja äravoolumoodulid Põlendmaa seadedrenaazi alal.



Joonis 1.22. Lämmastiku kontsentratsioon ja дренаazi äravoolumoodulid Põlendmaa seadedrenaazisüsteemis.

Seadedrenaazisüsteemi äravoolus on lämmastiku kontsentratsioon suurem nii paisutusperioodil kui ka vaba äravoolu perioodil (Tabel 1.5).

Tabel 1.5. Lämmastiku kontsentratsioon drenivees Põlendmaa kontrollalal ja seadedrenaažialal.

Kuupäev	Kontrollala		Seadedrenaaž		N _{üld} muutus % võrreldes kontrollalaga	NO ₃ muutus % võrreldes kontrollalaga
	N _{üld} , mg N/l	Nitraat, mg N/l	N _{üld} , mg N/l	Nitraat, mg N/l		
05.08.2020	2,4	1,3	3,5	2,5	46	92
30.08.2020	2	1,2	3,3	2,2	65	83
04.10.2020	2,6	1,7	4,9	3,7	88	118
01.11.2020	5,8	3,7	6,2	3,4	7	-8
15.12.2020	4,6	3,5	6,4	4,5	39	29
11.01.2021	4,1	3,2	5,5	4,7	34	47
08.02.2021	4,1	3,1	6,5	5,3	59	71
08.03.2021	4,8	3,9	7,4	5,6	54	44
12.04.2021	4,4	3,4	7,7	6,9	75	103
10.05.2021	3,6	3,3	6,7	6,5	86	97
01.06.2021	4,2	3,5	7,4	7,3	76	109
30.06.2021	3,8	3	6,7	6	76	100
03.08.2021	3,2	1,9	6,2	5,2	94	174
31.08.2021	5,2	3,7	8,8	7,8	69	111
02.10.2021	5,7	4,9	5,5	4,8	-4	-2
31.10.2021	5,7	4,9	5,5	4,8	-4	-2
03.01.2022	5,3	3,7	10,5	7,7	98	108
08.02.2022	4	3,4	6,2	5,4	55	59
03.03.2022	3,5	2,6	4,8	3,4	37	31
03.04.2022	3,6	2,9	5,6	4,8	56	66
09.05.2022	3,3	2,3	6,3	4,7	91	104
27.06.2022	6,5	2,5	5,5	4,5	-15	80
01.08.2022	3,2	2,5	5,5	4,5	72	80
04.09.2022	2,5	2	5,4	3,9	116	95
04.10.2022	1,8	1,6	2,9	2,9	61	81

Eesti kliimatingimustes seadedrenaaži efektiivsus põhineb peamiselt äravoolu vähendamises ja sellega ka väljakande vähenemises. Denitrifikatsiooni osakaalu drenaažiga kuivendatud ala lämmastikuringes seoses veerežiimiga ei ole uuritud.

Tabelis 1.6 on esitatud reguleerimisperioodi kontrollala ja seadedrenaažisüsteemi (SD) äravoolumoodulid, paisutusala veetase maapinnast ja äravoolumoodulite suhe.

Põhjaveelise (survelise põhjavee väljakiildumine) toitumise intensiivsus ja ajaline jaotus ei lange kokku sademetest tuleneva äravooluga. Talveperioodil vaba äravoolu korral erinesid äravoolumoodulid 1,3...2,4 korda. Suvel madala paisutustaseme korral 1,2...1,2 korda (tabel 1.6).

Tabel 1.6. Kontrollala ja seadedrenaažisüsteemi (SD) äravoolumoodulid, paisutuse kõrgus ja äravoolu vähenemine Põlendmaa katsealal.

Kuupäev	Kontroll q, l/s ha	SD q, l/s ha	SD veetase maapinnast, cm	Äravoolu- moodulite suhe
05.08.2020	0,32	0,015	53	21
30.08.2020	0,23	0,014	53	16
04.10.2020	0,14	0,003	80	52
01.06.2021	0,18	0,080	102	2,2
30.06.2021	0,12	0,044	107	2,8
03.08.2021	0,07	0,002	88	41,4
31.08.2021	0,42	0,002	83	238
02.10.2021	0,16	0,000	42	1836
09.05.2022	0,18	0,042	100	4,4
27.06.2022	0,09	0,051	100	1,8
01.08.2022	0,10	0,074	103	1,3
04.09.2022	0,05	0,044	105	1,1
04.10.2022	0,04	0,036	103	1,2

Kokkuvõttes veetaseme hoidmine sügavusel 42...80 cm maapinnast vähendas oluliselt äravoolu mahtu ja vaatamata seadedrenaažiala drenivee kõrgematele lämmastikuisaldustele on taimetoitainete väljakanne oluliselt väiksem (Tabel 1.7. Lämmastikuühendite väljakanne (g/ööp) ha Põlendmaa kontroll- ja seadedrenaažialalt (SD).). Veetase maapinnast 120 cm tähistab perioodi, kus reguleerimist ei toimunud.

2020 aasta suvel sügisel (veetase 53..80 cm sügavusel) vähenes lämmastiku väljakanne 10...27 korda. Sama tulemus ilmnes 2021. aasta vaatlustega. Sügisesed sademed tõstsid veetaseme kuni 0,4 m maapinnast ja praktiliselt äravool lakkas, sellega koos ka väljakanne.

Tabel 1.7. Lämmastikuühendite väljakanne (g/ööp) ha Põlendmaa kontroll- ja seadedrenaažialalt (SD).

Kuupäev	SD veetase maapinnast, cm	Kontroll, g/ööp ha		SD, g/ööp ha		N _{üld} muutus % võrreldes kontrollalaga	NO ₃ muutus % võrreldes kontrollalaga
		Nüld	sh Nitraat	Nüld	sh Nitraat		
05.08.2020	53	66	36	5	3	-93	-91
30.08.2020	53	40	24	4	3	-90	-89
04.10.2020	80	31	20	1	1	-96	-96
15.12.2020	120	78	59	83	59	7	-1
11.01.2021	120	75	58	60	51	-20	-13
12.04.2021	120	88	68	88	79	0	16
10.05.2021	120	51	46	56	55	11	19
01.06.2021	102	64	53	51	50	-20	-6
30.06.2021	107	41	32	26	23	-37	-29
03.08.2021	88	19	11	1	1	-95	-93
31.08.2021	83	190	135	1	1	-99	-99
02.10.2021	42	80	69	0,042	0,037	-100	-100
03.01.2022	120	97	68	80	59	-17	-13
08.02.2022	120	84	71	59	52	-29	-28
03.04.2022	120	82	66	60	51	-27	-22
09.05.2022	100	52	36	23	17	-56	-53
27.06.2022	100	51	20	24	20	-52	2
01.08.2022	103	27	21	35	29	30	36
04.09.2022	105	11	9	21	15	93	74
04.10.2022	103	7	6	9	9	30	47

Märkus: kollasega tähistatud vaba äravooluga vaatlused.

Fosfori väljakanne.

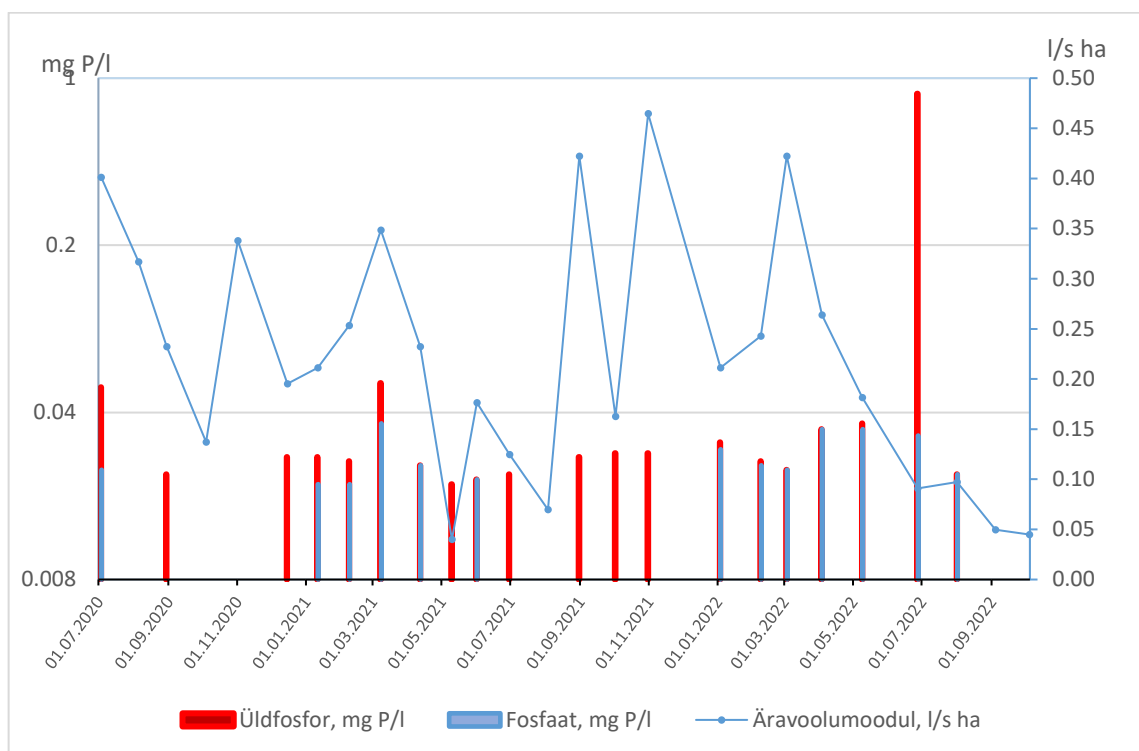
Vaatluse all olevatele väljadele anti fosforit sisaldavat väetist talivilja külvi alla kahel korral - 2019. aasta septembris 20 kgP/ha ja 2021.a septembris 15 kg P/ha. Kontrollalal 26-st võetud proovist üle labori määramistäpsuse (so >0,02 mg P/l), oli üldfosfori sisaldus 20-l korral ja fosfaatiooni sisaldus 13 korral (Joonis 1.23).

Fosfaatiooni sisaldus varieerus 0,02...0,036 mg P/l piirides, kusjuures 2020.a suvel esimeses proovis määras labor kontsentratsiooniks 0,023 mg P/l, kõigis hilisemates 2020.a proovides oli see allpool määramistäpsust (<0,02 mg P/l). Üldfosfori kontsentratsioon ületas labori määramistäpsuse kahel korral: 30. augustil 0,022 mg P/l (äravoolumoodul 0,23 l/s ha) ja detsembris 0,026 mg P/l.

2021.a esimese kõigis kuue kuu proovides määrati üldfosfor, mille sisalduseks oli 0,02...0,056 mg P/l (Joonis 1.23). Suve ja sügise proovides ületas kontsentratsioon määramistäpsuse olles

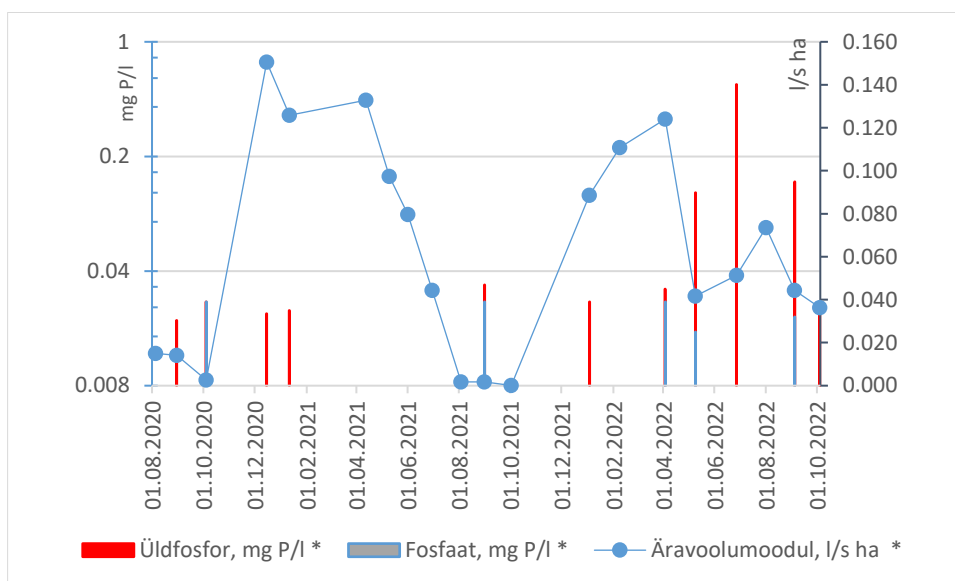
vahemikus 0,022...0,027 mg P/l, fosfaatiooni sisaldus alla labori määramistäpsust. Väetati 2021. a septembris, Kõigis 2022.a jaanuaris-augustis võetud proovides esines fosfori väljakanne valdavalt fosfaatioonina (0,022...0,034 mg P/l) välja arvatud 27. juuni proovis, kus fosfaatiooni kontsentratsioon oli 0,032 aga üldfosforil 0,86 mg P/l.

Ei määratud mulla happesust ega drenivees FeO sisaldust. Tegemist on liivamullaga, mis võib olla happeline ning visuaalsete jälgede põhjal ka väga suure ookrisisaldusega põhjaveega. Tugevalt happelistes muldades tekivad mulda raudfosfaadid, mis ei lahustu vees ega nõrgalt happelise reaktsiooniga juureeritistes. Suurt üldfosfori väljakande üks võimalik selgitus on liivast sademeveega ülalnimetatud ühendite leostumine. Samas suurusjärgus oli ka seadedrenaažisüsteemist võetud proovi üldfosfori sisaldus (0,55 mg P/l) kusjuures selle proovi fosfaadisaldus oli alla labori määramistäpsust (Joonis 1.24).



Joonis 1.23. Äravoolumoodulid, üldfosfori ja fosfaadi kontsentratsioon kontrollalal.

Seadedrenaažialal vaatluste alguses vooluhulka ei saanud äravoolu puudumisel mõõta, kuid määrati ookrirkast veest üldfosfor (0,27 mg P/l), mis on väga kõrge. Ülejäänud 25-st veeproovist 13-s ületas üldfosfori sisaldus labori määramistäpsuse, olles vahemikus 0,02...0,047 mgP/l ja fosfaatiooni sisaldus kuuel juhul, olles vahemikus 0,02...0,036 mg P/l (joonis 1.24).



Joonis 1.24. Äravoolumoodulid ja fosforiühendite kontsentratsioon seadedrenaažisüsteemis.

1.3. Kokkuvõte

Seadedrenaaži puhul suureneb evapotranspiratsioon, pindmine äravool, vertikaalne ja horisontaalne filtratsioon. Modelleerides seadedrenaaži veebilanssi erineva veetaseme korral mudeliga DRAINMOD, on saadud väikeste süsteemide korral märkimisväärne horisontaalne vee vool väljaspoole süsteemi (Youssef et al 2021), mida peab arvestama ka katsetulemuste tõlgendamisel.

Antud projektis katsealad olid suured, reguleeriva rajatise/suudmete juures vee väljakiildumist eesvoolu ei täheldatud.

Lemme ehitisel on dreeni rajamissügavusest allpool tihenend/tsementeerunud liivsavipinnas, mille veejuhtivus on väike. Seetõttu ka veebilansis infiltratsioonikadu sügavamatesse kihtidesse ei esinenud või oli väike.

Põlendmaa ehitisel on katsesüsteemides liivapinnas, mujal ka vahelduvalt erineval sügavusel savikihid ja ka kuival ajal looduslik veetase on drenide rajamissügavusest kõrgemal. Seetõttu künnikihist leostunud taimetoitained ei saa minna sügavamatesse horisontidesse. Eelnevat kinnitavad ka vaatlustulemused. Põlendmaa ehitisel seadedrenaaži alal võrreldes kontrollalaga on kõrgemad lämmastikuisaldused. Künnikihist leostunud lämmastikuühendid on jäänud dreeni toimimistsoonis olevasse põhjaveekihti ja vaba äravoolu ajal toimub kasutamata toitainete oluliselt suurem väljakanne.

Kokkuvõttes vaatlused kinnitavad ka Eesti tingimustes seadedrenaaži efektiivsust taimetoitainete väljakande vähendamisel. Probleemid tekivad mõne paisutava rajatise konstruktsiooni juures (reguleerimisvõimaluse puudumine) ja süsteemide toimimise (eri perioodidel veetaseme reguleerimine) juures.

Probleemid:

- 1) Mitmed kaevutüübid ei võimalda reguleerida veetaset, on vaid kaks varianti:
 - Avatud ehk vaba äravool;
 - Klapp suletud ja paisutus projektikohase kõrgusega.
- 2) Mitme kaevutüübi puhul on väljuvale torule pandud vertikaalne mittereguleeritava kõrgusega toru, mille läbimõõt on väljuva kollektoriga võrdne. Puuduvad arvutusalsed sellise toru veevastuvõtuvõime või selleks vajaliku surve kohta. See konstruktsioon vajaks laboris katsetamist.
- 3) Maaomanikul tööjõu vähesus, et reguleerida sõltuvalt ilmastikutingimustest kaevudes veetaset.

Selgituseks järgmine näidisolukord: kevadel pärast suurvee äravoolu seatakse kaevus olev vari kõrgusele, mis hoiab 0,5 m veetaset allpool maapinda. Suvel kompenseeritakse väikese intensiivsuse ja kogusega sademetest tingitud veetaseme tõus aurumise ja taimede veetarbega.

Teoreetiliselt teatava kriitilise sademete koguse ja intensiivsuse korral ning olenevalt ülemise 0,5 m paksuse mullakihi veejuhtivusest ja -mahutavusest see horisont küllastub põhjaveega tekkiv depressioonijoon ulatub osaliselt maapinnani hävitades kultuurid.

Kui on tegemist kaevudega, kus paisutuse taset fikseerib vertikaalne toru, siis ainus variant on seada vaba äravool. Eeldab kellegi kohalesõitu avamiseks ja mõne päeva jooksul tagasitulekut sulgemiseks. Varjadega kaevude puhul lisandub töömahukas varjakilpide väljatõstmine, tagasipanekul nende tihendamine tagamaks veepidavus.

Teaduskirjanduses antakse soovitusel paisutuskõrguste kohta. Eesti kliimatingimuste (sademed, aurumine) ja erinevate pinnaste kohta tuleks koostada arvutusmodelid depressioonijoon võimaliku kõrguse kohta.

Youssef, M.A., Liu, Y., Chescheir, G.M., Skaggs, W.R., Negm, L.M. 2021. DRAINMOD modeling framework for simulating controlled drainage effect on lateral seepage from artificially drained fields. Agric. Water Manag.

2. Ettepanekud õigusaktidesse

2.1. Sissejuhatus

Käesoleva uuringu lähteülesande järgi analüüsiti rajatisi, mis on projekteeritud varasemate (kehtivusega kuni 31.12.2018) projekteerimismääruste kohaselt. Kehtivasse normi on sisse viidud aruandes puudusena märgitud muudatused, sh suurendatud settebasseini sügavus 1 meetrini, viidud sisse alla 2 km² valgalaga eesvoolu/kraavi kindlustuse vajaduse ja konstruktsiooni valikuga seotud nomogrammid. Eesvoolu rekonstrueerimise juures viidi teksti sisse astmelise nõlvaga (terrassiga nõlv) variandi soovitus, keskkonnakaitsega seotud meetmetest on täpsustatud settebasseini hüdraulilise arvutuse metoodikat kuid ära jäetud settebasseini konstruktiivse dimensioneerimise kriteeriumid.

Üldine märkus projekteerimismääruste kohta. Eestis on maaparanduse valdkonna uurimistööd ja projekteerimist käsitlevad põhimõtted ja nõuded koostatud ministri määrustena ja selle tekstis viidatud juhenditena. Tegelikult kõike projekteerimise detaile või kaalutusvariante ei saa kirjutada määrusesse. Määruste kõrval peaksid olema juhendid, mille koostamisel osalevad erinevate riigiasutuste, PTA, erialaseltside, projekteerimis- ja ehitusettevõtete esindajad.

Töö esimese etapis on antud teaduskirjanduse põhjal ülevaade erinevatest tegevustest, tehnoloogiatest või rajatisest, mille kasutamisega väheneb hajukoormus suublale (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Aruandes analüüsitud keskkonnakaitse rajatis ja nende kasutamine praktikas.

Rajatis	Toime	Kasutamine	Eestis kasutamine
Veekaitsevöönd	Sete, N, P	Levinud praktikas	Ja
Settebassein	Sete, Pild	Levinud praktikas	ja
Tehnoloogiline settebassein	Sete, bioloogiline mitmekesisus	Levinud praktikas	Ja, kuid suure settebasseini mõiste all
Puhastuslodu	N, P	Levinud praktikas	Ja
Seadedrenaaž	N, P	Levinud praktikas	Ja
Vooluvee keemiline töötlemine	P	Uuritud laboris ja katseväljakud	P väljakanne ei ole aktuaalne
Dreenikaeviku töötlemine lubjaga	P, pinnavesi	Uuritud katseväljakutel	Savimaa veejuhtivus, tehnoloogilisuse probleem
Orgaanilisest aineist filter- bioreaktor	N	Uuritud laboris ja katseväljakutel	Külm kliima, orgaanilise aine lagunemisel reostuse risk, ei soovita
Valgväljak	Sete, N, P	Uuritud katseväljakutel	Soovitus kasutada
Nõlvaterrass	Sete, N, P	Levinud praktikas (USA)	Soovitus kasutada

I vahearuandes analüüsi kümme maaparandusehituse praktikas levinud või laboris või katseväljakutel uuritavat hajukoormust vähendavat keskkonnarajatist. Hajukoormuse probleemiks on setted ja suur lämmastikuh sisaldus.

Voolusärgi erosioonist tuleneva setete koormuse vähendamiseks tuleb hüdrauliliselt dimensioneeritavates eesvooludes projekteerida olenevalt pinnasest põhja lang, mille puhul voolukiirus on väiksem antud pinnasele lubatavast või konstruktiivselt dimensioneeritavates eesvooludes kriitilisest väiksem lang. Kui see pole võimalik siis tuleb kraavi põhi kindlustada. Vastavad nomogrammide on kehtivas projekteerimisnormides olemas. Settebassein on siin viimane valik, sest setete kogused võivad olla suured, mitteprognoositavad ja tuginedes käesoleva uurimistöö tulemustele on praktikas nende hooldusega probleeme.

Valgalalt, kindlustamata nõlvadelt ja kraavide maaparandushoiu- või rekonstrueerimistööde käigus vooluvette sattunud pinnase ja taimetoitainete kinnipüüdmiseks tuleb kasutada settebasseine ja puhastuslodusid.

Lisaks peaks keskkonnakaitserajatiste juures arvestama bioloogilist mitmekesisust tagavate elupaikade loomisega nagu madalaveelised, osaliselt taimestikuga kaetud osad.

Ettepanek lisada projekteerimisnormidesse keskkonnakaitserajatisena:

- Tehnoloogiline settebassein;
- Lammiterrass;
- Pinnavee puhastamine valgväljakul.

2.2. Ettepanekud ja soovitused maaeluministri määruse „Maaparandussüsteemi projekteerimisnorm“ muutmiseks

2.2.1. Probleemi kirjeldus: rajatiste jaotus ja settebasseinid.

Maaparandussüsteemi projekteerimisnormi § 26 lõige 1 sõnastus on ebatäpne, mitu erinevat tegevust ühes lauses või puudub midagi. Praegune sõnastus on:

Merre, järve ja üle kümne ruutkilomeetri suuruse valgalaga vooluveekogusse projekteeritakse põllu- ja metsamajandusliku hajukoormuse (edaspidi *hajukoormus*) leviku ohu ja erosiooniohu korral:

- 1) veekaitsevööndi laiend;
- 2) settebassein;
- 3) puhastuslodu

Meri ja järv võivad olla maaparandussüsteemi suublaks (sinna suubuvad eesvoolud või drenaažikollektorid). Normis toodud metoodikaga määratud kalde korral on vajalik rajada veekaitsevööndi laiend, teisi rajatisi ei saa siin rakendada.

Üle 10 km² valgalaga eesvoolule settebasseini ja märgala rajamine on erandlik juhtum.

Maaparandussüsteemi projekteerimismisnormi § 26. Lõige 3. kasutatakse eesvoolu puhul terminit “hea ökoloogilise seisundi või ökoloogilise potentsiaali saavutamine”. Siin peaks täpsustama, et silmas peetakse üle 10 km² valgalaga eesvoolu. Väiksemad maaparandussüsteemi eesvoolud on tihti suvel kuivad, seega elustiku mõttes head seisundit ei saa saavutada. Kui on tegemist lõheliste vooluveekogusse suubuva väiksema eesvooluga, milles on pidev veevool ka kudemisperioodil siis koelmupadjandi projekteerimine on asjakohane. Samuti põhjapaisud töötavad settebasseinina ning soodi avamine on asjakohane, kui kõrguseliselt on võimalik.

Maaparandussüsteemi projekteerimismisnormi § 28 käsitleb settebasseini projekteerimist. Settebasseinid võivad paikneda hüdrauliliselt dimensioneeritavatel kraavidel (valgala põllumaal üle 2 km², metsamaal üle 5 km²) või ka väiksematel. Kehtivas projekteerimismisnormis ei ole selgelt välja toodud arvutusmetoodika valik ning nn tehnoloogilise settebasseini projekteerimine. Täpsustama peaks konstruktiivse dimensioneerimise aluseid ja sisse viima mõiste tehnoloogiline settebassein, mis ei ole kuivendussüsteemi rajatis vaid kraavi laiend ja ei ole ehitisena registris.

Eristada tuleks kolme varianti:

- üle 2 km² valgalaga hüdrauliliselt arvutatavad eesvoolud;
- Alla 2 km² valgalaga konstruktiivselt dimensioneeritavad settebasseinid;
- Ehitusaegse sette kinnipidamiseks tehnoloogilised settebasseinid (süvendid), millest kujunevad hiljem elupaigad kahepaiksetele ja veeputukatele;

2.2.2. Ettepanekud projekteerimisnormi täiendamiseks.

Märkus: läbi kriipsutatud kustutatav tekst, punasega uus sõnastuse ettepanek.

§ 26. Maaparandussüsteemi keskkonnakaitserajatise projekteerimise vajadus ja keskkonnakaitserajatiste tüübid.

(1) Mer~~re~~ ranna, järve ja üle kümne ruutkilomeetri suuruse valgalaga vooluveekogu ~~kalda~~ ~~äärde~~ sse projekteeritakse põllu- ja metsamajandusliku hajukoormuse (edaspidi *hajukoormus*) leviku ohu ja erosiooniohu korral:

- 1) veekaitsevööndi laiend;
- 2) settebassein;
- ~~3) puhastuslodu.~~

(2) Lõikes 1 ja 3¹ nimetatud rajatis projekteeritakse, kui maaeluministri 20. detsembri 2018. a määruse nr 77 „Maaparanduse uurimistöö nõuded” §-s 35 sätestatud nõuete kohaselt on kindlaks tehtud hajukoormuse leviku oht ja erosioonioht.

(3) Üle kümne ruutkilomeetri suuruse valgalaga eesvoolu isepuhastusvõime suurendamiseks, ökoloogilise seisundi või ökoloogilise potentsiaali parandamiseks projekteeritakse eesvoolule vajaduse korral:

- 1) põhjapais;
- 2) nõlval kivipuiste;
- 3) soodi avamiskraav;
- 4) koelmupadjand;
- 5) vähkide tehiselupaik.

(3¹) Lõikes 1 nimetatud veekogudesse suubuvatele eesvooludele projekteeritakse põllu- ja metsamajandusliku hajukoormuse (edaspidi *hajukoormus*) leviku ohu ja erosiooniohu korral:

- 1) veekaitsevööndi laiend;
- 2) settebassein;
- 3) puhastuslodu;
- 4) lammiterrass;
- 5) vooluvee valgpuhastus.

§ 28. Settebasseini projekteerimine.

Kustutada lõige 2 punkt 2: ~~eesvoolu ja kraavi langu murdepunkti, kui lang väheneb rohkem kui ühe kolmandiku võrra;~~

Põhjendus: nõue ei ole hüdrauliliselt põhjendatud. Näitena vooluhulga 0,5 m³/s korral langu vähenemisel 5-lt promillilt 3,3-le vähendab voolukiirust ainult 0,8-lt m/s 0,7-le m/s.

Lisada täpsustus:

(5) Paragrahvi 2 lõikes 3 nimetatud eesvoolule projekteeritakse settebassein ristlõikega, mille korral **kevadine suurim päevakeskmise 10% ületustõenäosusega** voolukiirus settebasseinis on alla 0,2 meetrit sekundis.

Lõige 9: v_k – keskmine voolukiirus settebasseinis meetrites sekundis (**alla 1,5 cm/s**);

§ 28¹. Tehnoloogilise settebasseini (süvendi, leevendusveekogu – termin täpsustada) projekteerimine

- (1) Tehnoloogilised settebasseinid projekteeritakse ehitusaegse sette kinnipidamiseks hüdrauliliselt mitteamvatavatele eesvooludele, kogujakraavidele ning kuivenduskraavidele.
- (2) Tehnoloogilise settebasseini sügavus on 0,5 m, põhja pindala 2 x 4 m.
- (3) Metsakuivenduskraavidel projekteeritakse tehnoloogilised settebasseinid kuivenduskraavi suudmesse.
- (4) Tehnoloogilise settebasseinide vahemaa kraavil – 200 m

2.2.3. Puhastuslodu projekteerimine.

Tekkinud kitsaskohad ja probleemid:

- 1) eesvoolus suure setete liikumisriski korral lodu täitub kiiresti setetega ja tekib otsevool.
- 2) Lõige 5 säte „Drenaaživee puhastuslodu põhja pindala on vähemalt üks ruutmeeter drenaažisüsteemi hajukoormuse leviku ohtliku ala hektari kohta“. Suure pindalaga drenaažisüsteemi korral ja hajukoormuse levikuohtliku ala väikese osakaalu korral jääb viibeaeg suudmelodus liiga lühikeseks.

Ettepanekud projekteerimisnormi § 29. Puhastuslodu projekteerimine täiendamiseks:

- (5) Drenaaživee puhastuslodu põhja pindala on vähemalt üks ruutmeeter drenaažisüsteemi **hajukoormuse leviku ohtliku** ala hektari kohta

- 3) Suudmelodud – välivaatlused näitasid, et mitmel juhul eesvoolu veetase on lodu veetasemega samal kõrgusel – lodu on üleujutatud. Viia sisse säte: **eesvoolu arvutuslik veepind peab olema lodu veetasemest 10 cm allpool**

Lõige 6 kehtib ka lõike 5 kohta, seda nõuet praktikas ei jälgita. **Eraldi sõnastada suudmelodu kohta nõuded.**

2.2.4. Seadedrenaaži projekteerimine.

Seadedrenaaž on efektiivne meede eeskätt lämmastiku väljakande vähendamisel. § 35. Lõige (2) sõnastus on piirav. Sellise pindalaga tasased alad on ainult Läänemaal ja Pärnumaal, mujal poldrid või madalsood, mida põllumajanduses intensiivselt ei kasutata. Suure pindala nõue ei võimalda seda rajatist kasutada ka MAK toetusskeemis. Ettepanekuna pindala vähendada, näiteks 10 ha.

(2) Seadedrenaažisüsteemi käsitatakse keskkonnakaitserajatisena juhul, kui tema reguleeriv võrk paikneb vähemalt **10** hektari suurusel maa-alal.

Täiendavat uurimist vajavad teemad:

- regulaatorkaevu vee ära juhtimis võime, kus vett vastuvõtvaaks elemendiks on vertikaalne toru.
- Vajalikud veebilansi uuringud paisutuskõrguse reguleerimiseks.

2.2.5. Tuletõrjetiigi projekteerimine

Tuletõrjetiigid normi kohaselt 2 m sügavused, mille vesi kevadel soojeneb kahepaiksete jaoks aeglaselt. Sügavas vees ja varjus taimestik puudub. Nõlvade ekspositsioonist sõltub saadava päikesekiirguse hulk. Väikese veesügavusega ja kevadel soojem vesi on soodsam kahepaiksete elukeskkonnana. Suureneb looduslik mitmekesisus.

Ettepanek normi § 37. täiendamiseks:

- (6) Tuletõrjetiigi asend maastikul. Võimaluse korral projekteeritakse nõlv nõlvusteguriga 3 ekspositsiooniga lõunasse.**

2.2.6. Eesvoolu astmeline nõlv - nõlvaterrass

Nõlvaterrassi projekteerimine on toodud projekteerimisnormis § 11. Eesvoolu rekonstrueerimine lõikes 4.

Projekteerimiseks parameetrid tulenevad kas eesvoolu hüdraulilisest arvutusest või väikese eesvoolu korral konstruktiivsetest kaalutlustest:

- kavandatava /tekkiva taimestiku järgi tuleb anda ette karedusarv, mille väärtused saab valida normi Lisa 1 tabelist 4.
- Astme kõrgus madalveesäangi põhjast: arvutuslikust veetasemest 10 cm kõrgem;

Terrassi/bermi/astme laius tuleb arvutustest. Miinimumlaiuse võib normis ette näha.

Terrassi/bermi/astme pikkus – oleneb looduslikest tingimustest.

Arvväärtused normi täiendamiseks tuleks välja töötada vastava töörühma arutelu tulemusena.

2.2.7. Vooluvee valgpuhastus valgväljakul

Kataloogis „Maaparandusrajatiste tüüpjoonised“ on esitatud skemaatiliselt voolujaotusnõvadega puhastuslodu looduslikul lammialal, mis oma olemuselt on vooluvee juhtimine looduslikule maastikule ehk valgpuhastus.

Heljumit tekib kindlustamata turbapinnases. Metsakuivenduse praktikas on kraavide suhteline pikkus pinnaühikule suur, kuivendatakse peamiselt turvastunud ja turvasmuldasid, kraavi nõlvasid ja põhja üldjuhul ei kindlustata. Sette tekkimise tõenäosus on suur. Praktilised kogemused Soome tingimustes näitavad meetodi efektiivsust.

Normis parameetrid:

- Valgväljaku minimaalne pindala osakaal vooluveekogu valgalast;
- Valgväljaku pikkus.

Arvväärtused normi täiendamiseks tuleks välja töötada vastava töörühma arutelu tulemusena.