



TALLINNA TEHNICAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Tartu kolledž

**EESTI PUIDUTÖÖSTUSE SADEMEVEE
PUHASTUSVIISIDE VASTAVUS PARIMALE
VÕIMALIKULE TEHNIKALE**

**ESTONIAN WOOD INDUSTRIES RAINWATER
PURIFICATION METHODS COMPLIANCE WITH THE
BEST AVAILABLE TECHNIQUES**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Anna-Maria Vassiljev

Üliõpilaskood 204200NAEM

Juhendaja: Egge Haiba, PhD, vanemlektor

Tartu 2023

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“24” mai. 2023.

Autor: Anna-Maria Vassiljev

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“24” mai. 2023.

Juhendaja: Egge Haiba

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Anna-Maria Vassiljev

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Eesti puidutööstuse sademevee puhastamisviisi vastavus parimale võimalikule tehnikale, mille juhendaja on Egge Haiba

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

24.05.2023 (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Tartu kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Anna-Maria Vassiljev, 204200NAEM

Õppekava, peeriala: NAEM06/18 - Tööstusökoloogia

Juhendaja(d): Egge Haiba, vanemlektor

Lõputöö teema:

Eesti puidutööstuse sademevee puhastusviiside vastavus parimale võimalikule tehnikale

(Estonian wood industries purification methods compliance with the best available techniques)

Lõputöö eesmärgid:

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on analüüsida Eestis tegutsevate puiduettevõtete, kelle tööstuse territooriumilt juhitakse sademevett suublasse, väljalaskmete seire tulemusi ja sademevee puhastusviiside vastavust parimale võimalikule tehnikale.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kirjanduse läbitöötamine	01.02.2023
2.	Seireandmete kogumine, tulemuste analüüs.	01.03.2023
3.	Arutelu koostamine, lõputöö vormistamine ja esitamine.	22.05.2023

Töö keel: eesti

Lõputöö esitamise tähtaeg: "24"mai. 2023. a

Üliõpilane: Anna-Maria Vassiljev /allkirjastatud digitaalselt/ "24"mai. 2023. a

Juhendaja: Egge Haiba /allkirjastatud digitaalselt/ "24"mai. 2023. a

Programmijuht: Jane Raamets /allkirjastatud digitaalselt/ "24"mai. 2023. a

SISUKORD

EESSÕNA	6
SISSEJUHATUS	7
1. ÜLEVAADE PUIDUTÖÖSTUSEST	9
2. PUIDUTÖÖSTUSE SADEMEVEE REGULATSIOONID EESTIS.....	15
2.1.Parim võimalik tehnika ehk PVT	16
2.2 Seire kohustus	18
2.3 Sademevee puhastusviiside.....	19
2.3.1 Sademevee juhtimine pinnasesse.....	20
2.3.2 Sademe- ja heitvee juhtimine suublasse	20
3. MATERJAL JA METOODIKA	23
4. TULEMUSED	25
4.1 Ülevaade puidutööstuse ettevõtete paiknemisest	25
4.2 Puidutööstusettevõtete omaseire ja kontrollseire tulemused	29
4.2.1 Sademevee väljalaskme seire tulemused	30
4.2.2 Sademe- ja heitvee piirnormid ületanud väljalaskmete analüüs.....	33
4.3 Puidutööstuse ettevõtete sademevee puhastusviiside vastavus parimale võimalikule lahendusele	39
5. JÄRELDUSED	43
KOKKUVÕTE	45
SUMMARY	47
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	49
LISAD	55
Lisa 1. Kontrollseires analüüsitud seirenäitajad	55
Lisa 2. Tabel sademevee juhtimiseks suublasse väljalaskme seirenäitajad ja seiresagedus	57

EESSÕNA

Magistritöö käigus analüüsitakse Eestis tegutsevate puiduettevõtete, kelle tööstuse territooriumilt juhitakse sademeveett suublasse, sademevee puhastusviiside vastavust parimale võimalikule tehnikale.

Töös on võetud aluseks puidutööstusettevõtete keskkonnalubade väljalaskme seire tulemused. Kõik magistritöös kasutatud seiretulemused ja ettevõtete informatsioon on võetud keskkonnalubade infosüsteemist KOTKAS. Keskkonnalubade seire tulemuste piirnormid on sätestatud vastavalt õigusaktidega ja veekogumite seisundi ülevaates on lähtutud „Veemajanduskava 2022-2027“ andmetest.

Teoreetilises osa antakse ülevaade puidutööstusest ning selle territooriumil tekkivatest keemilistest ühenditest, mis võivad sademeveega keskkonda sattudes ohustada pinna- ja põhjaveekogumeid ja olla ohtlikud elusorganismidele. Sellele järgnevalt on kirjeldatud heit- ja sademevee reguleerimist, sademevee puhastusviise ja sademevee juhtimiseks parimat võimalikku tehnikat puidutööstuses.

Töö autor soovib tänada oma juhendajat Egge Haibat, kes abistas ja suunas lõputöö tegemisel.

Võtmesõnad: puidutööstus, sademevesi, veesaaste, tööstusheide, heitvesi

SISSEJUHATUS

Vesi on kogu elu alus (Rauchfuss ja Mitchell, 2008). Populatsiooni ja tööstuse pideva kasvuga on meil järjest suurenev oht puhta vee kättesaadavusele (Qadafi, 2023). Lisaks joogiveele on vesi oluline elukeskkond paljudele erinevatele elusorganismidele (Rauchfuss ja Mitchell, 2008). Veekogumite hea seisundi saavutamine on ka meie endi parema elukvaliteedi tagamine (Keskkonnaministerium, 2022).

Eestis asub mitmeid pinnaveekogusid, mille keemiline või ökoloogiline seisund on hinnatud halvaks või kesiseks (Keskkonnaministerium, 2022). Põhjaveekogumite seisundid on samuti heast seisundist kuni halvani. Selleks, et tagada veekvaliteedi paranemine, luuakse iga kuue aasta tagant veemajanduskava. Veemajanduskava koostamise algatab Keskkonnaminister ja avaldatakse Keskkonnaministeriumi lehel (Veeseadus § 48 lg 1 ja 10). Veemajanduskava eesmärgiks on pinna- ja põhjavee hea seisundi saavutamine, vee säästev kasutamine ning kvaliteetse joogivee tagamine (Keskkonnaministerium, 2022). Hea veekogumite seisundi saavutamiseks on vaja teostada pidevat seiret. Üheks seireallikaks on Keskkonnaameti poolt väljastatud keskkonnalubades seatud tingimustega omaseired (Antons et al., 2022). Omaseire annab hea ülevaate, millistes saasteainetes on ületamisi. Vastavalt piirkonniti, aitab omaseire avastada probleemseid juhtumeid/ettevõtteid ja ennetada tulevikus sarnaseid olukordi (Allas et al., 2022).

Üheks veekogude peamiseks saasteallikaks on tööstussektor ning selle haruks puidutööstus (Antons et al., 2022). 1271 ettevõttega tööstusharu on oluline ekspordi allikas Eesti riigile, mille kogu 2021.aasta müügitulu oli 3,7 miljardi eurot (Statistikaamet, 2023). See hõlmab mitmesuguseid tegevusi, sealhulgas metsa raiumist, puidu saagimist, hõoveldamist, mööbli ja vineeri tootmist ning puidu energia otsest kasutamist. Kuigi puidutööstusel on oluline majanduslik mõju Eestile, võib see kaasa tuua ka keskkonnaprobleeme (Pettersen, 1984). Üks peamisi keskkonnaprobleeme, mis on seotud puidutööstusega, on veereostus. Ettevõtte töö protsessid võivad nõuda vee kasutust ning sellega seoses, kui puidutööstuses kasutatavaid saasteaineid ei käidelda korralikult, võivad need kahjulikud ained jõuda pinnasesse ja veekogudesse, põhjustades tõsist veereostust (Chang et al., 2018).

Lisaks heitveele võib juhtida suublasse tööstus territooriumilt kokku kogutud sademevett (VeeS § 187 p 4 ja 6). Sõltuvalt ettevõtte tegevusest või territooriumi suurusest, juhitakse tööstus- territooriumilt sademevett pinnasesse või suublasse. Kasutatud vee võib üle anda ühisveevärgile või samuti juhtida see peale puhastamist

suublasse. Mõlemad eelnevad tegevused võivad vajada keskkonnaluba ning vastavalt seatud tingimustele tuleb täita omaseire kohustused.

Käesoleva magistritöö käigus uuritakse Eestis tegutsevate puiduettevõtete, kelle tööstuse territooriumilt juhitakse sademeveett suublasse, väljalaskmete seire tulemusi ja sademevee puhastusviiside vastavust parima võimaliku tehnikale. Eesmärgini jõudmiseks püstitati järgnevad uurimisülesanded:

- anda ülevaade puidutööstuse territooriumil sademevee probleemidest ning sellega seotud seadusandlusest;
- kaardistada Eesti puidutootmise ettevõtted, kes omavad tööstuse territooriumilt sademevee juhtimiseks suublasse keskkonnaluba;
- analüüsida puidutootmise ettevõtte keskkonnaluba omaseire ja kontrollseire tulemusi;
- uurida millist sademevee puhastusviise kasutatakse ja mis vastab parimale võimaliku tehnikale;
- anda soovitusi, kuidas sademevee näitajaid parandada ja millist puhastusviisi eelistada.

Magistritöö koosneb viiest peatükist. Kõigepealt antakse ülevaade puidutööstusest ning selle territooriumil tekkivatest keemilistest ühenditest, mis võivad sademeveega keskkonda sattudes ohustada pinna- ja põhjaveekogusi ja olla ohtlikud elusorganismidele. Teises peatükis kirjeldatakse heit- ja sademevee reguleerimist, sademevee puhastusviise ja parimat võimalikku tehnikat puidutööstuse sademeveele. Järgnevas peatükis kirjeldatakse eesmärgi saavutamiseks kasutatud materjale ja meetodikat. Neljandas peatükis antakse ülevaade, millisel määral on puidutööstustel olnud sademevee omaseiretes piirnormide ületamisi. Lisaks uuritakse, kas puidutööstus ettevõtetes kasutatav sademevee puhastusviisid vastavad parimale võimalikule tehnikale. Lõpetuseks esitatakse järeldused ja ettepanekud, mis selgusid analüüsi tulemusena.

1. ÜLEVAADE PUIDUTÖÖSTUSEST

Puit on looduslik orgaaniline materjal, millel on mitmeid erinevaid kasutusalasid (Pettersen, 1984; Mankar et al., 2021). Tänu oma vastupidavusele ja elastsusele on läbi ajaloo kasutatud puitu nii ehituseks, mööbli valmistamiseks kui ka paljudeks muudeks tegevusteks. Puit koosneb peamiselt kahest orgaaniliste ühendite rühmast: süsivesikud (hemitselluloosid ja tselluloos) ja fenoolid (ligniin), mida on vastavalt erinevale puidule 65-75% ja 20-30%.

10. kuni 18. sajandil oli puit Euroopas peamine materjal ehitiste, tööriistade, masinate, veskite, vankrite, ämbrite, jalatsite, mööbli ja tünnide valmistamiseks (Youngs, 2009). Näiteks esimesed trükimasinad valmistati puidust ning paljud masinad ja leiutised tehti masinaajastu alguses samuti puidust. Puidu kasutamine Euroopas saavutas haripunkti 16. sajandil, kuid seejärel hakkas vähenema, mitte puidu vähesuse tõttu, vaid pigem selletõttu, et puidu kättesaadavus oli piiratud. Kasvas nõudlus kütuse ja erinevate materjalide järele ning põllumajanduse laienemise tõttu varem metsastatud aladele. Üldiselt võib öelda, et puidutööstuse areng maailmas on jätkuvalt tõusu suunas, millele aitavad kaasa mitmed tegurid sealhulgas tehnoloogia areng.

Eestis leidub erinevaid puidutööstus ettevõtteid ja see tööstusharu on läbi ajaloo olnud üheks olulisemaks ekspordi allikaks (Statistikaamet, 2023). Eestis leidis 2021. aastal puidutööstuse valdkonnas kuni 1271 ettevõtet mille aastane müügituli ulatus 3,7 miljardi euronit ning pakkus tööd ca 18 000 inimesele. Kogu puidutööstus hõlmab erinevaid tooteid nagu näiteks: puitkiudplaate, vineeri, spooni, küttepuid jne. Puidutööstus vajab tegutsemiseks territooriumi, kus toimub toodete valmistamine, ladestamine ja töötlemine. Erinevate puitmaterjalide hoiustamiseks kasutatakse laohooneid või tööstusterritooriumile jäävat ala (Maa-amet..., 2023).

Puidutoodete töötlemisel kasutatakse erinevaid keemilisi ühendeid (lakid, värvid, kaitsevahendid jne) kui ka tavalist vett puidu niisutamiseks, et seda saaks paremini töödelda (Meier et al., 2000). Joonisel 1.1 on näidatud, kuidas toimub palkide niisutamine saetööstuses. Näiteks saepalkide virnu niisutatakse 10 kuni 15 minuti jooksul 3 kuni 5 korda päevas. Niisutamis tihedus sõltub ka ilmastiku tingimustest. Niisutamine toimub vee pritsimisel peene vihmana, sest nii soodustab see puidu parema säilimise. Ülejäänud vesi, mis ei imendu puitu, voolab asfaltkattega pinnasele. Edasi suunatakse vesipuhastisse või juhatakse otse suublasse (KOTKAS, 2023). Lisaks kasutatakse saetööstuses ka teistes puidutööstusharudes tootmisprotsessis vett (Shmulsky ja Jones 2011; Cai et al, 2023). Näiteks spooni ja vineeri tootmisel üheks oluliseks etapiks on toormaterjalide leotamine ehk hüdrotermiline töötlemine.

Kasepakke leotatakse kuumas vees või kasutatakse selleks kuuma auru. Leotusvett vahetatakse iga 2-3. aasta tagant ja selle aja jooksul suureneb vees orgaaniliste ainete hulk, kus leidub suuremas koguses biokeemilist- ja keemilist hapnikutarvet, ülealuselisi fenoole ning lahustunud hapnikku (AS Maves, 2000). Sellisel kujul leotusbasseini vett otse loodusesse suunata on keelatud ning see tuleb enim puhastada.



Joonis 1.1 Puiduettevõtte, kus toimub palkide niisutamine edasiseks töötlemiseks (Õnneleid, 2020)

Üks peamisi keskkonnaprobleeme, mis on seotud puidutööstusega, on veereostus (Chang et al., 2018). Puidutööstus vajab puidu töötlemiseks suurt kogust vett. Veekasutuse majandusanalüüsi kohaselt kasutati Eestis 2018. aastal tööstuses (puidu, plasti, metalli jms mujal liigitamata töötlevas tööstuses) pinnavett 9 913 180 m³ ja põhjavett 1 995 910 m³ (Simo, 2019). Puidutoodete töötlemisel kasutatakse erinevaid keemilisi ühendeid ning kui neid saasteaineid ei käidelda korralikult, võivad need jõuda pinnasse ja veekogusse, põhjustades tõsist veereostust (Chang et al., 2018). Lisaks läbi heitvee reostusele, võib olla puidutööstusel märkimisväärne mõju sademevee kvaliteedile (mis suunatakse suublasse) kuna see võib territoorium pinnalt kaasa viia erinevaid saasteaineid, mis võivad sademete kaudu jõuda pinnasesse ja veekogudesse. Need saasteained võivad olla orgaanilised või anorgaanilised ained, nagu naftasaadused, raskemetallid, väetised, pestitsiidid ja muud keemilised ühendid, mis võivad olla tervisele ja keskkonnale kahjulikud. Keskkond on mitmete omavahel seotud osade süsteem, kus ained ja saasteained võivad liikuda ühest keskkonnaosast teise. Seetõttu on oluline arvestada võimalike saasteallikatega ning nende mõjuga kogu keskkonnale. Kui uuritakse sademevett, tuleb pöörata tähelepanu ka sellele osale, mis on pärit õhust (Laht et al., 2013). On oluline meeles pidada, et vihm ja lumi, mis on pärit atmosfäärist, võivad sisaldada saasteaineid, mis hiljem jõuavad veeringluse kaudu veekeskonda. Kui tööstusheitmed jõuavad atmosfäärist vihmaveega maapinnale, siis tööstuse territooriumilt, hoiustatud materjalidest või jäätmetest läbi imbuv sademevesi

(Wang et al, 2009). On tehtud Vee-elusorganismidega uuringuid, kus leiti, et karpkalaliste seltsi kuuluva vöödilise danio (*Danio reio*) jaoks on letaalne kogus naftleeni 1,6 mg/l kokkupuute ajaga 96 h.

- **Tsüpermetriini** kasutatakse puidutööstuses puidukonservandina puitu hävitavate putukate tõrjeks või saeveski etapist puidu või puittoodete säilitamiseks (Kroon et al., 2021). Vee organismidele äärmiselt kahjulik, näiteks leiti uuringus, et rohuharmasmokk (*Labeo rohita*) kalale (kuulub karpkalaliste seltsi) on letaalseks koguseks tsüpermetriini 0.323 µg/l 6 h jooksul (Tiwari et al., 2012).
- **Trikloroetüleen** on värvitu lenduv vedelik, mida kasutatakse laialdaselt lahustina ja puhastusvahendina, eriti metallitööstuses, elektroonikasektoris ja keemiatööstuses (Kroon et al., 2021). Seda võib kasutada ka puidu töötlemisel värvide ja lakkide eemaldamiseks ning liimide ja muude materjalide lahustamiseks. Trikloroetüleeni loetakse kantserogeenseks ühendiks inimorganismidele (Horzmann et al., 2020). Samuti on ohtlik vees, kuna vähendab kalavastsete marjadest koorumist.
- **Fenoole** kasutatakse puidutööstuses puitliimides, värvides, kummis jne (Kroon et al., 2021). Fenoolid on mürgised ja ohtlikud nii inimestele kui ka muudele elusorganismidele (Allemann et al., 2016). Fenool on toksiline ühend, mis imendub kiiresti kokkupuutel (nahaga või suukaudsel teel), põhjustades ärritust nahal, silmas, ninas ja neelus ning põhjustades suuri kahjustusi neerude ja maksa töös (Varrier et al., 2015). Kaladele on fenool äärmiselt toksiline, nendega kokkupuudel kahjustab ja häirib nende sisesekretsioonisüsteemi toimeid (Soliman, 2020).
- **Naftasaadused** tekivad naftatööstuse ja selle produktides (nt masinate sise põlemismootorid, masinate tankimine, puidukaitsevahendid) (Allemann et al., 2016). Kalade pika kokkupuutel naftasaadustega kahjustab kalade organite talitust, kõige esimesena on mõjutatud maks (Ahmad et al, 2003).
- **Tsingi, vase, kroomi ja nende ühendite** heide tuleb pudutööstusest, kuna neid kasutatakse puidu säilitusvahendeid (Kroon et al., 2021). Raskmetallide (kaadium, nikkel, elavhõbe, plii ja arseen) liigne kogunemine kalade organismi põhjustab nende kehas deformatsioone (Singh et al., 2022). Näiteks uimede kadumine, kopsude alaareng, maksatalituse häired.
- **Nikli ja selle ühendeid** leidub puidu koostises, kuna see on vajalik ühend taimede kasvuks (Kroon et al., 2021; Keskkonnaministeerium..., 2019). Samuti kasutatakse seda värvide, lakkide ja muude viimistlusvahendite valmistamiseks. Eestis on pinnaveekogumisse jõudva nikli ja selle ühendite heite allikaks tööstus. Kokkupuutel nikliga võib kaladele põhjustada hingamisi raskusi, rakkude ja närvide kahjustust (Blewett ja Leonard, 2017).

- **Arseeni ja selle ühendeid** võib leida puidutööstuse erinevates etappides, näiteks puidu immutamisel, säilitamisel või töötlemisel (Kroon et al., 2021). Arseen on kantserogeenne aine, põhjustades inimeste kopsudes, nahas ja kusepöies kasvajapaikmeid (Espina et al., 2015).
- **Plii ja selle ühendid** on minevikus olnud väga mitmekülgset kasutatud materjal ning sellele on leitud järgnevaid rakendusi: autoakude koostises, pigmendina värvide tootmisel, laskemoonana, kaablite katmiseks, kaalude lisaraskusena, pliiikristallklaasi tootmisel ning teatud sulamites (Kroon et al., 2021). Seega võib näiteks puidu jäätmete kasutamisel kokku puutuda ka pliiga. Plii on oluline keskkonna survetegur (Keskkonnaministeeriumi..., 2019). Vältimiseks selle sattumist keskkonda tuleb võtta kasutusele tõhusamaid meetmeid, kuna piirväärtuste ületamist on esinenud nii põhja- kui sademevees. Plii mõjutab nii loomade kui inimeste närvisüsteemi, mitmete organite talitlust (nt maksa ja neeru haigusi) ja hormonaalsüsteemi (Asssi et al., 2016).

Ülevaate veekogumite seisundist ning puidutööstuse mõjust, annavad veemajanduskavad ja selleks tehtud uuringud (uuringud on leitavad Keskkonnaministeeriumi kodulehelt, Veemajanduskava 2022-2027 juurde lisatud „veemajanduskavade dokumendid“ ja „vesikonna tunnuste analüüs“) (Keskkonnaministeerium, 2022). Eesti pinna- ja põhjavee seisundi ja mõjutavate tegurite ülevaate saamiseks planeeritakse iga kuue aasta tagant meetmekava veekogude seisundi parandamiseks. Eestis on kokku kolm vesikonda: Ida-Eesti, Lääne-Eesti ja Koiva vesikond. Veemajanduskavades (Koiva, Lääne- ja Ida-Eesti veemajanduskavade 2022-2027 dokumendid) on kirjeldatud nende vesikondade arengud ja seisundid (Antons et al., 2022). Veemajanduskava eesmärgiks on pinna- ja põhjavee vähemalt hea seisundi saavutamine, vee säästev kasutamine ning kvaliteetse joogivee tagamine. Veemajanduskava saavutamiseks on vaja kõigepealt selgeks teha reostusallikad ja seejärel tagada nende, likvideerimine või parandamine. 2023. aasta seisuga ei ole Eestis kõik pinnaveekogud heas seisus, kuna neid mõjutavad mitmed tegurid, nagu näiteks paisu, tööstusheide, muud vees paiknevad takistused, mis segavad kalade rännet jne. Veemajanduskava meetmeprogrammis on välja toodud ka sademevee käitlusele suunatud meetmed, nendeks meetmeteks on:

- Sademevee nõuetekohase kogumise ja puhastamise lahendamine;
- Sademeveest tuleneva koormuse uuring ja vajalike meetmete täpsustamine;
- Reoveepuhastite toimimise, keskkonda juhitava sademevee ja heitvee nõuetele vastavuse kontroll.

Veemajanduskavade koostamiseks kasutatakse, informatsiooni saamiseks, keskkonnalubade (*keskkonnaluba on vee- ja kompleksloa ühine nimetus*) seire tulemusi

ning nende reguleerimiseks on Eestis kasutusele võetud veeseadus (edaspidi VeeS), mis reguleerib veekeskkonnaga seotud tegevusi.

Enamik puidutööstuse sademevee keskkonnauuringuid, mis on kättesaadavad teadusandmebaasides (ScienceDirect, EBSCO, Bentham Science Journals, SpringerLink jpt.) keskenduvad pigem sellele, kuidas puidutööstuses sademevett säästlikult kasutada. Siiski on uuringuid, kus on tõestatud ka puidutööstuse negatiivset mõju sademevee keemilisele koostisele (Cereceda-Balic, 2020; Tiwari, 2008). Näiteks ühe uurimuse eesmärgiks oli analüüsida, Tšiilis asetseva tööstuskompleksis, vihmvee keemilist koostist ning selle keskkonna saasteainete näitajate kogust ning anda ülevaade tööstustegevuse keskkonnamõjust (Cereceda-Balic, 2020). Proove võeti 14. seirekohast, mis kõik jäid tööstuspiirkonna lähedusse. Töös analüüsiti 18 erinevat seirenäitajat. Uuringu tulemused näitasid, et vihmavesi sisaldas suurtes kogustes raskmetalle, nendest kõige kõrgem oli vase sisaldus, mis on peamiselt pärit tööstusallikatest. Lisaks tuvastati sademevees teisi raskmetalle, nagu arseen, kaadmium, elavhõbe ja tsink, kuid nende sisaldus oli väiksem võrreldes vasega. Uuringu tulemused näitasid, et vihmavesi võib sisaldada kahjulikke aineid, mis ületavad Maailma Terviseorganisatsiooni joogivee kvaliteedi suuniväärtusi (WHO, 2017).

Sarnane uuring viidi läbi ka Indias, kus uuriti Panipati tööstuslinna (34 suuremat ja 2898 väiksemat tööstust) vihmavee keemilist koostist mussoonide ajal (Tiwari, 2008). Kuid sealt ei võetud proove suublatest vaid viis kilomeetrit eemal asuvast linnast, kuhu oli asetatud sademevett koguv kollektor 10. meetri kõrgusele maapinnast. Umbes 37% vihmaproovidest happelised kõrgete sulfaatide näitajate poolest. Panipati vihmavees leiduvad sulfaadid olid antropogeense päritoluga, mis peamiselt eralduvad fossiilkütuste põletamisel soojuselektrijaamades, naftakeemiatehastes, väetistehastes jne. Lisaks sulfaatidele olid sademevees kõrged ka kaltsiumi ja ammooniumi näitajad

2. PUIDUTÖÖSTUSE SADEMEVEE REGULATSIOONID

EESTIS

Veeseaduse kohaselt on sademevesi sademetena langenud ning ehitiste, sealhulgas kraavide kaudu kogutav ja ärajuhitud vesi (VeeS § 129 lg 2). Sademeveest vabanemiseks on loodulähedased lahendusteks rohealad, imbekraavid, imbetiigid ja muud sarnased lahendused, mis võimaldaks sademevee vabanemiseks maastikukujunduse abil selle tekkekohal (VeeS § 129 lg 3). Ettevõtted või isikud, kes suunavad oma territooriumilt sademevett suublasse (veekogu või pinnas), ning selle tegevuse tõttu on oht pinnase, pinna- või põhjaveekogu saastumisele, vajavad keskkonnaluba (VeeS § 187 p 4).

Puidutööstuse ära juhtivale sademeveele on seatud samad tingimused, mis teistele ettevõtetele, kes juhivad sademevett suublasse (VeeS § 187 p 6). Keskkonnaluba on kohustuslik kui juhitakse sademevett suublasse jäätmekäitlusmaalt, tööstuse territooriumilt, sadamaehitiste maalt, turbatööstusmaalt ja muudest kohtadest, kus on saastatuse risk või oht veekogu seisundile. Sademevesi, mis suublasse juhitakse, peab vastama sademevee saasteainete piirväärtustele ning keskkonnaloaga seatud tingimustele (VeeS § 129 lg 4). Ärajuhitava sademevee piirväärtused ja suublasse juhtimise ning seire nõuded on kehtestatud keskkonnaministri 08.11.2019 määrusega nr 61 „Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-,...”(edaspidi *määrus nr 61*).

Kui puidutööstuse tegevusvaldkond ületab künnisvõimsuse, siis tulenevalt Tööstusheite seadusest (edaspidi THS) § 19 väljatoodud loetelust, on tegevuseks nõutav kompleksluba. Keskkonnakompleksluba on vajalik vineeri ja puitkiudplaatide tootmisel ja puidu ja puidutoodete keemilisel töötlemisel (olenevalt kogusest). Keskkonnaministri 06.06.2013 määruses nr 89 „Alltegevusvaldkondade loetelu ning künnisvõimsused, mille korral on käitise tegevuse jaoks nõutav kompleksluba” alusel on vajalik kompleksluba, kui vineeri tootmine on üle 600 kuupmeetri ööpäevas ja puidu ja puidutoodete keemiline töötlemine üle 75 kuupmeetri ööpäevas (Määrus nr 89 § 12 p 3) Keskkonnakompleksluba omavad ettevõtted, kes on oma tegevuse valdkonnaga ohtlikumad keskkonnale, kui tavaline keskkonnaluba. Selle tõttu on ka nendele ettevõtetele seatud karmimad reeglid, et tagada keskkonna ohutus. Kompleksloa omajal on kohustus rakendada puidutootmisel kõige paremat tehnikat, mille tingimused on seatud Euroopa Liidu poolt (Määrus nr 89).

2.1. Parim võimalik tehnika ehk PVT

Parim võimalik tehnika (edaspidi PVT, inglise keeles *BAT - best available technique*) peab vastama tegevusvaldkonna ja selles rakendatavate töömeetodite tõhusamale ja arenenumale astmele (Brinkmann et al., 2020). PVT on praktiliselt sobiv heite piirväärtuste ja muude loa nõuete määramiseks, et vältida, või kui see pole võimalik, vähendada heidet ja selle mõju keskkonnale. PVT järeldused (inglise keeles lühend *BATC - best available techniques conclusions*) on dokument, mis koosneb PVT viitedokumendi osadest. Seal on esitatud järeldused PVT kohta, nende kirjeldus, teave nende rakendatavuse hindamiseks, PVT-ga seotud heitetasemed, seiretingimused, tarbimistasemed ning, kui see on asjakohane, tegevuskoha järelhooldusmeetmed. PVT keskkonnaliste eesmärkide saavutamiseks, tuleb pädeval asutusel veenduda, ettevõtte saadetud dokumentidest, kõige optimaalsem viis, kuidas käitise keskkonnakaitstuse eesmärke saavutada.

Puidu töötlemiseks erinevate vahendite reageerimine puidukomponentidega võtavad aega (Brinkmann et al., 2020). Sellel perioodil on suurem oht, et kemikaalid, millega puitu töödeldakse, reageerivad sademetega. Üheks PVT väljatoodud lahenduseks on kasutada kaetud alasid värskelt töödeldud puidu hoiustamiseks (laohooned, katused, presendid jne). Vihmaveest toodete katmisega minimeeritakse võimalust pinnase saastamiseks ja toote kvaliteedi halvenemiseks. Kui kogutud pinnavees ja/või puhastusvees on saastumise oht, tuleb vesi puhastada reoveepuhastis või anda see üle, vastavale ettevõttele.

Heitvee ja sademevee puidutööstuse alaseid parimad võimalikke järeldusi on kolm:

- PVT-alased järeldused puitmassi, paberi ja papi tootmiseks (nõuete jõustumise tähtaeg: 30. september 2018);
- PVT-alased järeldused puitpaneelide tootmiseks (nõuete jõustumise tähtaeg: 24. november 2019);
- PVT-alased järeldused pindade katmise kohta orgaaniliste lahustitega, sealhulgas puidu ja puittoodete kaitsmise kohta kemikaalidega (nõuete jõustumise tähtaeg 9. detsember 2024) (Keskkonnaministerium, 2023).

Tabel 2.1 Parima võimalik tehnika veeheitele puitpaneelide tootmisel ning pindade katmise kohta orgaaniliste lahustitega, sealhulgas puidu ja puittoodete kaitsmise kohta kemikaalidega (Euroopa..., 2015).

Tehnika	Kirjeldus
Bioloogiline töötlus	Lahustunud orgaaniliste ainete bioloogiline oksüdeerimine, kasutades mikroorganismide ainevahetust või orgaanilise materjali anaeroobset lagundamist heitvees mikroorganismide toimetel. Bioloogilisele töötlusele järgneb tavaliselt hõljuvaine eemaldamine nt settimise teel.
Koagulatsioon ja helvestamine	Koagulatsiooni ja helvestamist kasutatakse hõljuvaine heitveest eraldamiseks ning neid viiakse sageli läbi üksteisele järgnevate etappidena. Koagulatsioonil lisatakse hõljuvainele vastupidiselt laetud koagulante. Helvestamist tehakse polümeeride lisamisega, mille tagajärjel tahked mikroosakesed liituvad kokkupõrkel ning tekivad suuremad helbed.
Flotatsioon	Suurte helveste ehk hõljuste osakeste eraldamine heitveest nende toomisega suspensiooni pinnale.
Lahustunud õhu flotatsioon	Flotatsiooni tehnikad, mille puhul koaguleerunud ja helvestatud materjali eraldamiseks kasutatakse rõhu langetamist ja lahustunud õhu eraldumist selle tulemusel.
Filtrimine	Tahke aine eraldamine jääkveest poorse keskkonna läbimisel. See hõlmab erinevaid tehnikaid, nt liivfiltrimine, mikrofiltrimine ja ultrafiltrimine.
Õli ja vee eraldamine	Lahustumatute süsivesinike eraldamine ja ekstraheerimine, kasutades eri faaside (vedelik-vedelik või tahke-vedelik) tiheduse erinevusi. Suurema tihedusega faas settib ja väiksema tihedusega faas tõuseb pinnale.
Settimisbasseinid	Suure pindalaga basseinid tahkete ainete passiivseks gravitatsiooniliseks settimiseks.
Settamine	Hõljuste osakeste ja -aine eraldamine gravitatsioonilise settimisega.
Töödeldud puidu kaitsmine sademevee eest	Töödeldud puidu kaitsmine sademevee eest, näiteks presendi või katusega.

Ettevõtte parima võimaliku tehnika nõuetele vastavuse väljaselgitamiseks on vaja teostada veeseiret. Veeseire ehk omaseire kohustused on vajalikud nii keskkonna- kui ka kompleksloal. (Rist et al, 2020)

2.2 Seire kohustus

Sademevee kontrolliks on keskkonna- ja komplekslubades määratud omaseire kohustused vastavalt veeseadusele. Tulenevalt keskkonnaministri 08.11.2019 määrusest nr 61. peab sademevee suublasse juhtimisel (pinnasesse, veekogusse jms) olema immutussügavus aasta ringselt vähemalt 1,2 m põhjavee kõrgeimast tasemest ülevalpool ning vähemalt 1,2 m kõrgemale aluspõhja kivimitest. (määrus nr 61 § 7 lg 3). Sademeveele on kohustuslik loaga määrata vähemalt heljumi- ja naftasaaduste sisalduse ning biokeemilise hapnikutarbe piirväärtused koos vastava seirekohustusega (määrus nr 61 § 7 lg 7). Sademevee väljalaskme kaudu tohib suublasse juhtida vastavalt määruse nr 61 lisa 1-s sätestatud piirväärtustele ja seirenõuetele, mis on kohaldatud konkreetsele reoveekogumisalale. Seirenõuded määratakse keskkonnaloas sademevee riskihinnangulja sademevee päritolu põhjal. Sademeveele erandina kehtivad heljumisaldus, maksimaalne piirväärtus 40 mg/l, ja naftasaaduste sisaldus, maksimaalne piirväärtus 5 mg/l.

Omaseire määramisel tuleb tähele pöörata sellele, et kas ettevõtte juhivad ainult sademevett suublasse või ka heitvett (KOTKAS, 2023). Mõningatel juhtudel juhitakse ka sademevesi koos heitveega. Sellisel juhul tuleb lähtuda ettevõtte tegevusalast (määrus nr 61 § 8 lg 5). Kuid kindlalt tuleb määrata heitveele biokeemilise hapnikutarbe, keemilise hapnikutarbe, heljumi ning üldlämmastiku ja üldfosfori sisalduse piirväärtused sõltuvalt koormusest koos vastava seirekohustusega. Seiresagedused heitvee puhastamisele sõltuvad reoveepuhasti koormusest, näiteks alla 2000 ie määratakse 1 kord aastas. Ohtlike ainete seiresageduse otsustab loa andja ja ta võib põhjendatult seada sageduseks kuni 12 korda aastas, ning seiret tuleb teostada vastavalt keskkonnaloas seatud tingimustel.

Tabel 2.2 Saastenäitajate piirväärtused ja reovee puhastusastmed (Keskkonnaministri 08.11.2019 määrus nr 61 Lisa 1)

Saastenäitajad	Reoveekogumisala koormus:							
	alla 300 ie		2000–9999 ie		10 000–99 999 ie		100 000 ja enam ie	
	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%
Biokeemiline hapnikutarve (BHT₇)	40	-	25	80	15	80	15	80
Keemiline hapnikutarve (KHT)	150	-	125	75	125	75	125	75
Üldfosfor (Püld)	-	-	2	70	1	80	0,5	90
Üldlämmastik (Nüld)	-	-	60	30	45	30	10	80
sHeljum (HA)	35	70	35	70	25	80	15	90

Saastenaõtjad	Reoveekogumisala koormus:							
	alla 300 ie		2000–9999 ie		10 000–99 999 ie		100 000 ja enam ie	
	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%	mg/l ²	3%
	Kohalduvad kõigile väljalaskmetele:							
	mg/l ²				3%			
Ühealuselised fenoolid	0,1				75			
Kahealuselised fenoolid	15				70			
Naftasaadused (NAF)	1				75			
Vesinikeksponent (pH)	06.sept							
	Erandid, mis kohalduvad asula ühiskanalisatsioonist eraldi asetseva keemia-, tselluloosi-, puidu- või toiduainetööstuse heitveelaskme kaudu suublasse juhitava heitvee korral:							
	mg/l ²				3%			
KHT	250				75			
KHT süvamerelasu korral	1250				70			
Püld	2				80			
HA süvamerelasu korral	50				75			
Nüld süvamerelasu korral	15				75			

(²Saastenaõtjate piirväärtus, ³Reoveepuhastusaste)

Omaseire tähendab seda, et ettevõtte peab regulaarselt vee kvaliteeti mõõtma ja jälgima, et see vastaks seatud nõuetele. See võimaldab varakult avastada võimalikke probleeme ning võtta tarvitusele meetmeid nende lahendamiseks, enne kui keskkonnakahju tekkimine on liiga suur. (Allas et al., 2021)

Keskkonnaloa omaseire proovid tuleb võtta atesteeritud proovivõtjal. Veeuuringu jaoks võetud proovid, peab proovivõtja olema atesteeritud, kasutama veeuuringu eesmärgiga sobivaid mõõte- ja proovivõtuvahendeid ning järgima asjakohast mõõtemetoodikat (VeeS § 243 lg 1, lg 5). Sademe- ja heitvee proovide piirnormidele vastavuse saavutamiseks kasutatakse erinevaid tehnoloogilisi lahendusi näiteks juhatakse sademevett kõigepealt liiva või mudapüüduritest läbi ning seejärel suunatakse suublasse (Loigu et al., 2010).

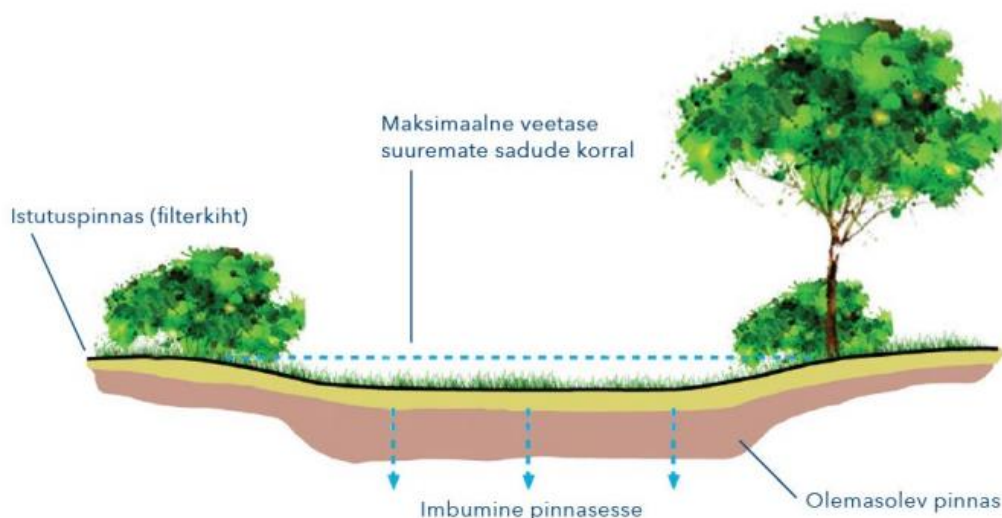
2.3 Sademeevee puhastusviiside

Sademevett võib juhtida nii pinnasesse kui veekogusse. Selleks, et tagada sademeevee piirnormidele vastavuse ja pikendada selle jõudmist otse veekogusse on kasutusele võetud erinevaid võimalusi (nt: rohealad, viibetiigid, liiva- ja muda-mudapüüdurid jne) (Kuris et al, 2021). Samuti leidub olukordi, kus ettevõtte territooriumil suunatakse

sademevesi koos heitveega puhastisse või heitvesi suunatakse hiljem koos sademeveega samasse väljalasku (KOTKAS, 2023).

2.3.1 Sademevee juhtimine pinnasesse

Sademevee immutamisel pinnasesse kasutatakse loodulähedasi lahendusi nagu näiteks rohealad, viibetiigid, imbkraave jne (Kuris et al, 2021). Sademete puhul tähendab kiire kõrvaldamine selle tekke kohas tagasi suunamist loodusesse (VeeS § 129 lg 1 ja 7). Sademevee juhtimisel pinnasesse tuleb lähtuda põhjavee kaitstusest. Keelatud on sademevett juhtida veehaarde sanitaarkaitseala ja hooldusalal.



Joonis 2.1 Viibetiigi läbilõige (Kuris et al., 2021)

Joonisel 2.1 on toodud viibetiigi selgitus, kus imbumis osa on reljeefelt madalamal ning kõrgemad pinnad on haljastatud, mis toimivad omakorda sademevee suurema filtrina (Kuris et al, 2021). Viibetiigi põhi on haljastatud, mis aitab kaasa saaste- ja toiteainete vähendamisele. Viibetiik on aga ainult üks võimalus, kuidas sademevett pinnasesse juhtida. Lisaks on kasutusel ka tehismärgalad, haljasribad, viibekraavid, tiigid jne.

2.3.2 Sademe- ja heitvee juhtimine suublasse

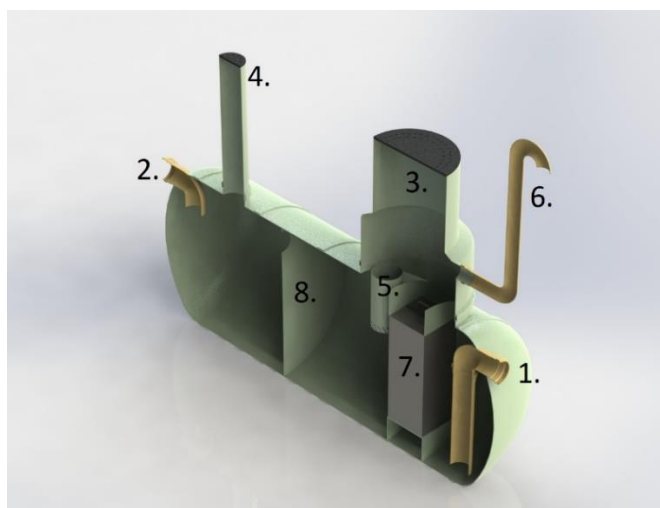
Juhtudel, kui sademevee immutamise aeg on pikenenud või ei saa sademevett immutada tuleb sademevesi suunata läbi kraavide või drenaaži suublasse (Loigu et al., 2010). Suublaks võib olla nii pinnas, kus sademevesi saab imbuda, kui ka veekogu. Kui sademevee kvaliteet on halb tuleb see juhtida suublasse läbi viivitava süsteemi, nagu

näiteks kraavid, kus jõuab sademevesi enim suublasse jõudmist lahustuda. Puhtama sademevee saavutamiseks juhitakse see läbi õli-, liiva-, muda- või rasvapüüduuri ning seejärel suunatakse üldjuhul kraavi, mis suubub omakorda veekogusse (Civita..., 2020). Kui ei ole tegemist ainult sademeveega vaid vett on kasutatud tööstusprotsessides, nimetatakse seda reoveeks ja see vajab juba põhjalikumat puhastust (Rist et al., 2020; Endjärv et al., 2006). Heitveeks nimetatakse reovett, mis on läbinud reoveepuhastuse. Heitvesi kogutakse kokku ning suunatakse reoveepuhastisse, kus peale puhastusprotsesside toimumist väljub keskkonnale ohutu heitvesi, mis vastab keskkonnaloas toodud nõuetele. Tööstusreovett puhastatakse üldjuhul mehaanilistes ja bioloogilistes protsessides.

Mehaaniline puhastus on reovee puhastamise esimene etapp. Selles etapis suunatakse vesi tehnoloogilistesse seadmetesse, kus kasutatakse võresid, liiva-, õli- ja mudapüüduureid, et eraldada suuremad tahked osakesed, liiv, muda, õli ja rasv (Endjärv et al., 2006). Mehaanilist puhastust jaotatakse kaheks etapiks, milleks on algpuhastamine ja eelselitus (orgaanilise heljuvaine setitamine eelsetitis) (Alasi et al., 2001).

Liiva- ja mudapüüduuri eesmärgiks on heit- ja sademeveest liiva, muda ja muude raskemate osakeste eemaldamine heit- ja sademeveest (Kuris et al., 2021). Tänu püüdurist läbi voolava vees sisalduva raskemate osakeste erikaalude ja viibeajale langevad veest osakesed püüduuri põhja ja puhastunud vesi voolab edasi. Kasutusala on näiteks autopesulates, tööstus- ja laoterritooriumil, parklates, remonditöökodades ja õuealadel.

Õlipüüdur töötab koos liivapüüduriga, mis aitab kõige pealt eemaldada raskemad osakesed ning kergemad naftasaadused (joonis 2.2) (Kuris et al., 2021). Seejärel voolab vesi eralduskambrisse, kus on varustatud koalisatoritega, mis soodustavad õliosakeste omavahel liitumist. Omavahel liitunud õliosakesed aitab kiirendada osakeste eraldumist veest. Õlipüüduureid leidub kahte klassi (Klaasplast, 2023). I ja II klassi õlipüüdurite vahe on süsivesinike ühendite sisaldus puhastatud vees, milleks on I klaasil 5 mg/l ja II klassil 100 mg/l.



Joonis 2.2 Liiva- ja mudapüüdur koos õlipüüduriga ühes mahutis (1-väljavool, 2-sissevool, 3-hoolduskaev, 4-settekambri tühjenduskaev, 5-õlikihi eraldamise toru, 6-ventilatsioonitoru, 7-õlifiltri plokk, 8-eraldussein (Klaasplast, 2023).

Rasvapüüduril nagu ka õlipüüduril peab toimuma ka liiva- ja muda eraldumine. Rasvapüüdur kasutatakse tööstus territooriumilt õliosakeste eemaldamiseks veest. Erinevalt liiva- ja muda püüdurist, kus lastakse settida raskemad osakased mahuti põhja siis rasvapüüdur kogub rasva- ja õliosakesed püüduris vee pinnale ning püüduri alumisest või keskmisest osast suunatakse puhastunud vesi edasi (Endjärv et al., 2006; Kuris et al., 2010). Eesmärgiks rasvade sisaldus alla 25 mg/l.

Bioloogilisel puhastustamisel eemaldatakse orgaanilise aine reoveest kasutades järelsetitises kasutades mikroorganisme. Orgaanilist aine kogust reovees määratakse BHT₇ ehk biokeemilise hapnikutarbega (Rist et al, 2020). Mikroorganismid kasutavad reovees leiduvat orgaanilist ainet eluks. Bioloogilised puhastusprotsessid jagunevad aktiivmudapuhastus ja biofiltrid ehk biokilereaktorid. Mõningates väikepuhastites kasutatakse mõlemaid eelnimetatud protsesse koos (täidisega aerotank). Biopuhastuses võib orgaanilise aine laguneda anaeroobses (hapnikuvaene), aeroobses (hapnikurikas) ja anoksilises (hapnikuvaba, hapnikku leidub nitraatides ja nitritites) keskkonnas (Alasi et al., 2001).

3. MATERJAL JA METOODIKA

Töös uuritakse, millistel puidutööstuse ettevõtetel on keskkonna- või kompleksluba sademevee juhtimiseks, sh analüüsitakse tööstuse territooriumilt juhitud sademevee omaseire ja kontrollseire näitajaid, sademevee tehnoloogia vastavust parimale võimalikule tehnikale. Ettevõtete informatsiooni leidmiseks kasutatakse keskkonnaotsuste infosüsteemi KOTKAS. Selle selgeks tegemiseks tuleb avada keskkonna- või kompleksluba, ning vaadata detailandmeid või kontrollida ettevõtte registrikoodiga e-Äriregistrist täpsemat tegevusala. Ettevõtte tegevusala kohta on võimalik saada ülevaadet ka KOTKAS keskkonnaloa menetluste korraldustes.

Eraldatud keskkonna- ja komplekslubadest saadai magistritööks järgnevat informatsiooni:

- kohustused kontrollseire ja omaseire tulemused;
- keskkonnaloa detailandmed (loa omaja andmed, tegevuse ülevaade, tegevuskoha andmed, loakehtivuse periood, vee erikasutus);
- keskkonnaloaga seotud menetlused.

KOTKAS infosüsteem on keskkonnaseire infosüsteem, mis loodi aastal 2019. Enne selle loomist esitasid keskkonnaloa omajad oma seireandmed keskkonnaloa haldurile e-posti teel. Käesolevas töös uuritakse väljalaske puidutööstusettevõtete omaseire andmeid, mis on kättesaadavad KOTKAS infosüsteemist alates 2019. aastast.

Töös kaardistatakse puidutööstusettevõtete paiknemist ja analüüsitakse lähedal asuvate pinna- ja põhjavee seisundit, võttes aluseks „Ida-Eesti vesikonna veemajanduskava 2022-2027“, „Koiva vesikonna veemajanduskava 2022-2027“, „Lääne-Eesti vesikonna veemajanduskava 2022-2027“ ning nende pinnaveekogumite seisundite hinnangud. Antakse ülevaade, kas puidutööstustel on olnud sademevee omaseiretes ületamisi. Ettevõtete sademevee tehnoloogia kasutust võrreldakse tööstusheite direktiivi 2010/75/EU (Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Surface Treatment Using Organic Solvents including Preservation of Wood and Wood Products with Chemicals) parima võimaliku lahendusega. Töös kasutatakse tööstusheite direktiivi 2010/75/EU osa, mis käsitleb toormaterjalide või toote hoiustamist ja võimalikku kokkupuudet sademeveega.

Töö aluseks võetakse keskkonna- või komplekslubade väljalaskme omaseire ja kontrollseire tulemused. Lisaks omaseirele analüüsitakse töö käigus ettevõtete sademevee puhastamis tehnoloogiat. Vastava informatsiooni leiab lubade taotlustest või menetlustest. Töös käsitletakse nii sademe- kui ka heitvee ületamisi juhul, kui

sademevesi juhitakse koos heitveega suublasse. Töös kasutatakse määruse nr 61 ja määruse nr 28 sademe- ja heitvee seirenäitajatele seatud piirnorme.

Väljalaskme oma- ja kontrollseire tulemusi analüüsitakse ja võrreldakse, et kas parim võimalik tehnika aitab ära hoida keskkonna- ja komplekslubade sademe- ja heitvee juhtimiseks seatud normide ületamisi. Puidutööstusterritooriumi analüüsimiseks kasutati Maa-ameti kaardirakenduse kaardikihti „Veemajanduskavad (2022-2027) ning baaskaardikihti. Tööstusterritooriumil paiknevate ehitiste, puidujäätmete või hoiustatud puitmaterjalide suuruse mõõtmiseks kasutati kaardirakenduse mõõtmisfunktsionaalsust. Tegemist võib olla tundliku informatsiooniga, seetõttu pole töös kasutatud ettevõtete ega väljalaskmete nimesid.

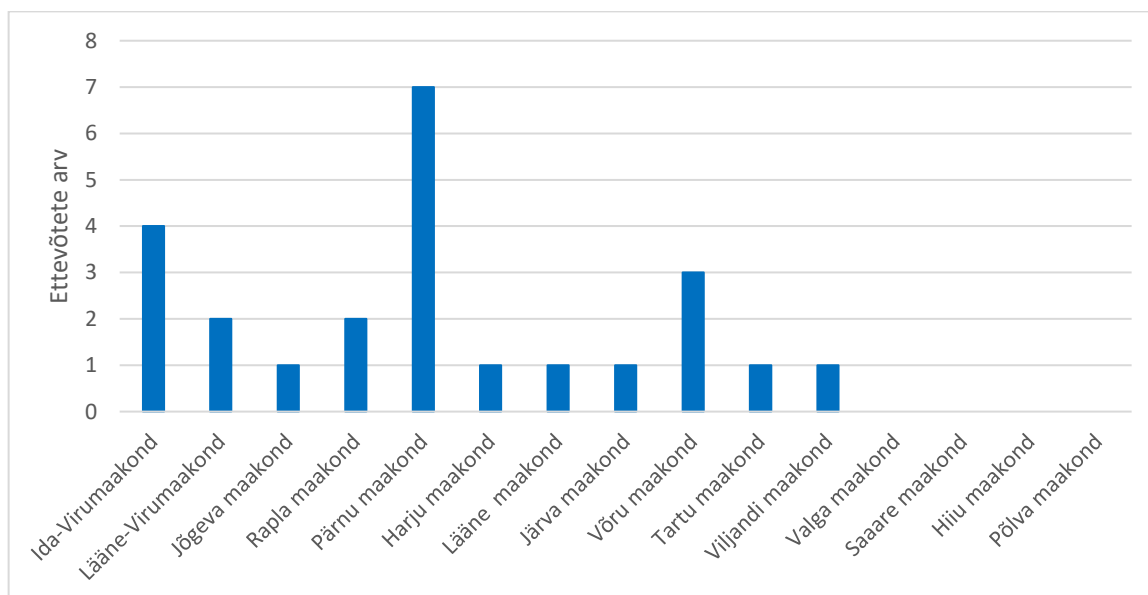
4. TULEMUSED

Keskkonnalubade infosüsteemi KOTKAS andmetel on keskkonna- ja komplekslubasi (edaspidi ühine nimetaja *keskkonnaluba*) kokku 792, kellel oli täidetud keskkonnakaitseloa tabelid V4 „Väljalaskmed ja lubatud saasteainete kogused väljalaskmete ja saasteainete kaupa“ ja V7 „Väljalaskme seire nõuded“ tabel, (14.01.2023 seisuga). Puidutööstusettevõtete eraldamiseks teistest loa omajatest, töötati läbi kõiki 792 luba, ning selgitati välja ettevõtete tegevusala. Järgnevalt esitatakse ülevaade sademe- ja heitvee proovide tulemustest ning vastavus parimale võimalikule tehnikale.

4.1 Ülevaade puidutööstuse ettevõtete paiknemisest

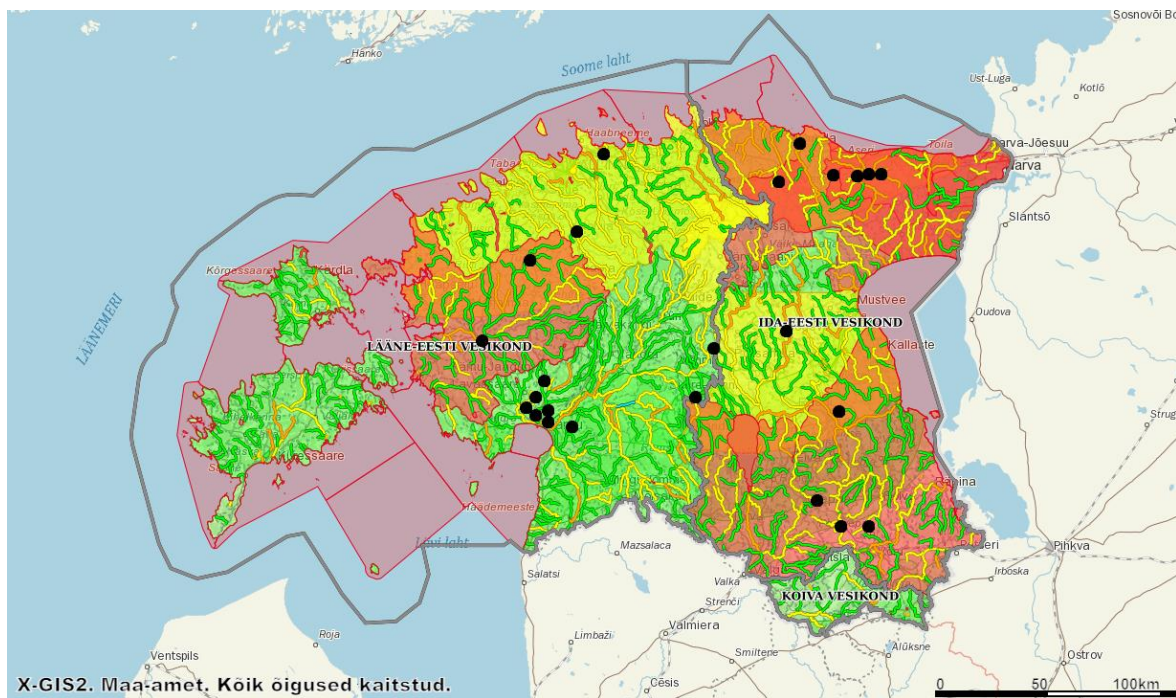
Eestis on 14.01.2023 aasta seisuga 24 puidutööstusettevõtet kellel on keskkonnaluba heit- ja sademevee juhtimiseks suublasse, 24-ettevõtte tegevusalad on järgnevad:

- puitlaast- ja puitkiudplaadi tootmine;
- puidu varumine ja selle töötlemine (keemiliselt);
- spooni- ja vineeritootmine;
- saematerjali tootmine;
- mööbli ja dekoratiivesemete valmistamine;
- puitplaadi tootmine;
- haavapuitmassi tootmine;
- kokkupandavad puitehitised;
- muude puidutöötlemis saaduste tootmine, sh hakkepuit, puitvill jms.



Joonis 4.1 Keskkonnalubade paiknemine maakonniti.

Pärnumaakonnas asus kõige rohkem puidutööstuse ettevõtteid (joonis 4.1), kes omasid keskkonnaluba heit- ja sademevee juhtimiseks suublasse. Joonisel 4.1 on näha, et Hiiumaa, Saare- Valga- ja Põlva maakonnas puuduvad puidutööstusettevõtted, kes omaksid vastavat keskkonnaluba. Puidutööstusettevõtete asukohad Eestis on välja toodud joonisel 4.2.



Joonis 4.2 Puidutööstusettevõtted, kes omavad keskkonnaluba sademeveejuhtimiseks suublasse (must-ettevõtte asukoht, punane-halb seisund, kollane-kesine seisund, roheline- hea seisund). (Maa-ameti kaardirakendus, 2023)

Jooniselt 4.2 on näha ettevõtete paiknemine Maa-ameti kaardirakenduse kaardikihi Veemajanduskava 2022-2027. 16 ettevõtet asub halval või ohustatud seisundiga põhjaveekogumil. Lääne-Eestis on halvas seisundis Silur-Ordoviitsium Matsalu põhjaveekogum. Kollane ala, mis katab Lääne- ja Põhja-Eestit on ohustatud põhjaveekogumiks Kambriumi-Vendi. Joonisel 4.2 Lääne- ja Ida-Virumaal tähistatud kuus ettevõtet asuvad halva seisundiga Kambriumi-Vendi Voronka ja ohustatud seisundiga Kambriumi-Vendi Gdovi põhjaveekogumil. Kõige läänepoolsem, nendest 6-st ettevõttest, asub veel halva seisundiga Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogumil. Viis ettevõtet Lõuna-Eestis jäävad halva seisundiga Kesk-Devoni põhjaveekogumile. Tartu ja Jõgeva ettevõtted asuvad ohustatud Ordoviitsiumi-Kambriumi Tartu põhjaveekogumil. Tabelis 4.1 on toodud saasteained, mis ohustavad halvas ja ohustatud seisundis põhjaveekogumeid. Ülejäänud 9 ettevõtte veekogumid on heas seisundis. Heas seisus on ka ettevõtete veekogumid, mis paiknevad samades piirkondades aga 4.2 joonisel ei ole näha, kuna kesised ja halvas seisundis veekogumite värvused on peal pool. Nendeks veekogumiteks on: Ordoviitsiumi-Kambriumi Lääne-

Eesti vesikonnas, Siluri-Ordoviitsiumi Harju, Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa Ida-Eesti vesikonnas, Siluri-Ordoviitsiumi Ida-Eesti vesikonnas, Siluri-Ordoviitsiumi Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas ja Kesk-Alam-Devoni Ida-Eesti vesikonnas.

Tabel 4.1 Põhjaveett ohustavad saasteained (määrus nr 48 § 10).

Põhjaveekogum	Saasteained
Silur-Ordoviitsium Matsalu	kloriidid, üldlämmastik ja üldfosfor
Kambriumi-Vendi	kloriidid
Kambriumi-Vendi Voronka	kloriidid
Kambriumi-Vendi Gdovi	kloriidid
Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere	benseen, naftasaadused, polüaromaatsed süsivesinikud, ühealuselised fenoolid
Kesk-Devoni põhjaveekogum Ida-Eesti	benseen, naftasaadused, polüaromaatsed süsivesinikud, üldlämmastik, üldfosfor
Ordoviitsiumi-Kambriumi Tartu	kloriidid
Ordoviitsium-Kambriumi Virumaa	polüaromaatsed süsivesinikud, sulfaadid, naftasaadused, benseenid, ühealuselised fenoolid

Ettevõtete asukohta analüüsid läbi satelliitpildi selgus, et 14. ettevõtte territooriumil hoiustatakse erinevas koguses puitmaterjale (vaadatud viimati 21.05.2023 Maa-ameti kaardirakenduses). Nelja ettevõtte alal oli esialgse vaatluse põhjal näha saepuru või muu puitmaterjali jääke ning jälgi, mis viitasid võimalikule puidu hoiustamisele, kuid puudusid nähtavad puiduvirnad. Ülejäänud viiel ettevõttel ei olnud märke puidu hoiustamisest, ala oli kaetud või hoiustamine on lahendatud laohoonetes. Ettevõtted, kelle territooriumil hoiustatakse puitmaterjale, loovad suurema ohu, et sademevesi võib juhtida saasteaineid veekogudesse.

Tabel 4.2 Veekogud kuhu puidutööstusettevõtete territooriumilt kogunenud sademevesi suubub ja nende seisundi hinnang tuginedes veemajanduskavale 2022-2027.

Veekogu	Keskkonnaregistrikood	Koondseisund
Purtse jõgi	VEE1068200	Halb
Näpi oja	VEE1075500	Tugevasti muudetud veekogu
Siimusti oja	VEE1027700	Tugevasti muudetud veekogu
Keila jõgi	VEE1096100	Kesine
Vingiküla oja	VEE1148703	-
Kroodi oja	VEE1089100	Halb
Orkse kraav	VEE1104701	-
Nimi teadmata	VEE1131668	-
Taadikvere peakraav	VEE1131666	-
Veekogu	Keskkonnaregistrikood	Koondseisund

Navesti jõgi	VEE1131600	Kesine
Sitturikivi karid (Kunda laht)	VEE3109000	Halb
Kunda jõgi	VEE1072900	Halb
Niidu oja	VEE1123581	-
Satsu oja	VEE1070300	Tugevasti muudetud veekogu
Laagre kraav	VEE1148716	-
Ruusi kraavi	VEE1134003	-
Umbsaare oja	VEE1004604	-
Villemi kraav	VEE1003048	-
Vardi jõgi	VEE1107500	Hea
Lombi kraav	VEE1148717	-
Võhandu jõgi	VEE1003000	Kesine
Joosõpi kraav	VEE1003040	Kesine

Tabel 4.2 on välja toodud ettevõtete suublad ja nende suublade koondseisundid (võetud veemajanduskava dokumentidest Koiva, Lääne- ja Ida-Eesti pinnaveekogumite seisundihinnang). Kuna kümne väljalaskme suublaks olid väiksemad veekogud (kraavid või ojad), mille seisundit pole hinnatud, lähtuti veemajanduskava lisades olevast veekogumite seisundi ülevaatest (Antons et al., 2020). Nendel kraavidel ja ojadel, millel hinnang puudub, toimub siiski järjepidev seire ning seisundi teadmine on sama oluline, kui veekogudel mille seisund on teada. Erinevad veekogud nagu jõed, järved ja kraavid võivad olla omavahel seotud. Kui ei teostata kraavidest seiret, siis ei ole võimalik saada ülevaadet saasteainete näitajatest, mis võivad suubuda jõgedesse või järvedesse seejärel põhjustada nende saastumist. Näiteks suubub Näpi oja Selja jõkke (KKR VEE1074600), mis kuulub kogu ulatuses lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemise- ja elupaikade nimistusse. Selja jõgi on kogupikkuses halvas või kesises ökoloogilises seisundis. Peamised põhjused, mis mõjutavad ökoloogilise halva seisundi ja on takistuseks kalarändel on näiteks paisud, heljumi suur sisaldus, vette langenud puud või muu praht.

Kraavid ei pruugi suubuda igal korral suurematesse veekogudesse nagu jõed ja järved, kuid on siiski oluline seirata kraavidesse juhitud heit- või sademevee saasteaineid, et saada ülevaade suublasse juhitud vee seisundist (Antons et al., 2020). Samuti vajab seiramist pinnasesse juhitud vesi. Nende väljalaskmete seire abil saab kindlaks teha, et selle tegevusega ei ohustata pinnasesse imuvat vett ning tagatakse meie põhjavee kvaliteedi säilimine.

Valitud ettevõtetest kahel suubub sademevesi pinnasesse, Lääne-Virumaal ja Ida-Virumaal. Pärnumaal saematerjale tootval ettevõttel on tänaseks päevaks seiretingimused peatatud, kuna ettevõtte enam ei tegutse kuid luba on veel kehtiv. Valga maakonnas asuv vineeritehas ei suuna oma sademevett suublasse alates 2020. aastast,

vaid suunab selle settetiiki, koos heitvee, jahutusvee (sisaldab veepehmendussoolasid ja rauaeemalduses kasutatavat 5%-list naatriumhüpokloritit) ja filtripesuveega. Settetiki kogunenud vesi pumbatakse ühisveevärgi puhastisse. Neljal ettevõttel polnud teostatud omaseiret ega kontrollseiret. Nende nelja ettevõtte peale oli kaheksa väljalasku. Kaheksal väljalasul puudus seire tulemused, neljal neist oli selgituseks toodud, kohustuste täitmise alla KOTKAS, et väljavoolu ei toimunud. Viiel väljalaskmel näiteks ei ole veel seiret toimunud, kuna väljalasud lisati 2022. aasta seisuga keskkonnaloale juurde. Ühel ettevõttel on lisatud seirekohustuste täitmise juurde alates 2020. aastast mäрге, et settetiiki ei ole veel rajatud ja sademevett ei juhita, puudus põhjendus settetiigi mitte rajamise kohta. Eelnevale tuginedes kasutati antud töö analüüsis 24-st keskkonnaloast 18.

4.2 Puidutööstusettevõtete omaseire ja kontrollseire tulemused

Omaseire ja kontrollseire tulemusi oli tehtud vastavalt keskkonnaloas välja toodud tingimustele (vahemikus 2019- 2022. aastal). 18-s keskkonnaloa seiretes esines ületamisi kaheksal keskkonnaloal. Kuna üheksal keskkonnaloal juhiti sademevesi kõigepealt koos heitveega puhastamisse, siis nende lubade väljalaskme seire liigitatakse heitvee alla. Kokku oli alates 2019. aastast 18-ne ettevõtte peale 225 seire tulemust. Omaseire määratud seiratavateks näitajateks olid

- biokeemiline hapnikutarve (BHT₇);
- heljum (HEL);
- keemiline hapnikutarve (KHT);
- naftasaadused (NAF);
- vesinikioonide konsertatsioon (pH);
- üldfosfor (Püld);
- üldlämmastik (Nüld);
- kahealuselised fenoolid (FEN2);
- sulfaat (SO₄)
- ühealuselised fenoolid (FEN1);
- ammonium (NH₄);
- tsink (Zn);
- veetemperatuur (TEMP);
- vask (Cu);
- plii (Pb);
- nikkel (Ni);
- kroom (Cr);
- kaadium (Cd);
- elektrijuhtivus (CONDFIELD);
- lahustunud hapnik (O₂)

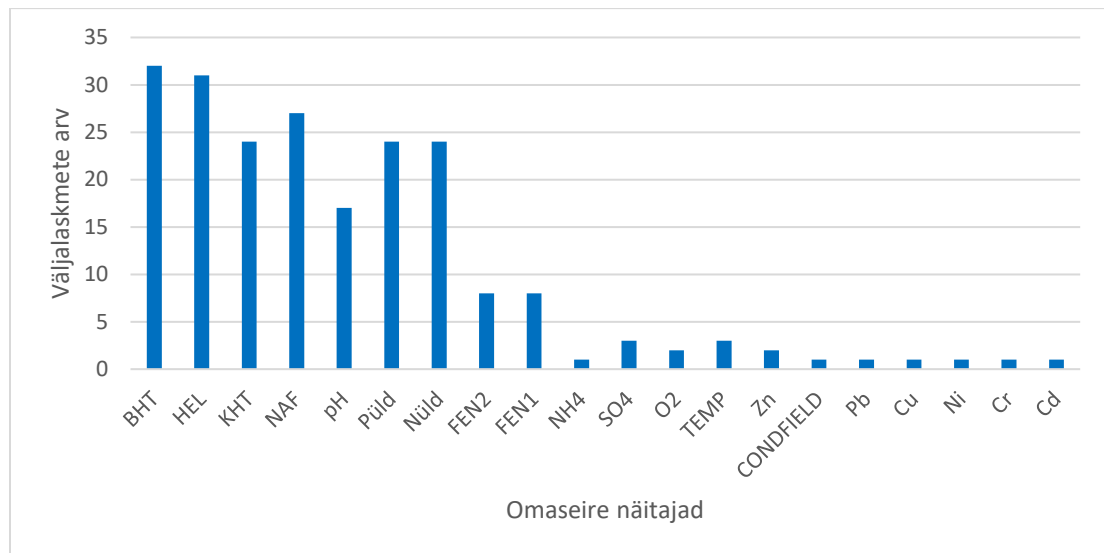
4.2.1 Sademevee väljalaskme seire tulemused

Järgnev ülevaade sademevee ja heitvee piirnormide ületamistest põhineb keskkonnaloa raames läbiviidud mitmete omaseirete tulemustel.

20-l puidutööstusettevõttel oli väljalaskmeid 40. Väljalaskme numbritel: 9- 12, 15, 16, 17 ja 25, ei esitatud ühtegi omaseire tulemust. Keskkonnaloale oli märgitud erinevad põhjused näiteks, et väljalaskmes ei esinenud väljavoolu, ettevõtte alustas tegevust aga veel ei ole olnud aega omaseiret esitada. Esines ka juhtumeid, kus puudus igasugune informatsioon väljalaskme seire esitamise kohta. Edasises analüüsis keskenduti ainult nendele väljalaskmetele, millel oli teostatud seire. 40-omaseire tulemustest oli kättesaadav 32 ehk edasi analüüsiti ainult 18 ettevõtet. Lisas 2. on väljatoodud kõik 18-ettevõtte 32 väljalasku, nende seiratavad näitajad. Ettevõtted kellele kuulus väljalask või mitu väljalaskmet on jaotatud järgnevalt:

- Ettevõtte 1- väljalask nr 1;
- Ettevõtte 2- väljalaskmed nr 2-8;
- Ettevõtte 3- väljalaskmed 13;
- Ettevõtte 4- väljalaskmed 14;
- Ettevõtte 5- väljalask 18;
- Ettevõtte 6- väljalask 19;
- Ettevõtte 7- väljalask 20;
- Ettevõtte 8- väljalaskmed 21, 22;
- Ettevõtte 9- väljalaskmed 23,24;
- Ettevõtte 10- väljalaskmed 26, 27;
- Ettevõtte 11- väljalaskmed 28,29;
- Ettevõtte 12- väljalask 32;
- Ettevõtte 13- väljalaskmed 33, 30;
- Ettevõtte 14- väljalask 34;
- Ettevõtte 15- väljalask 35;
- Ettevõtte 16- väljalask 36;
- Ettevõtte 17- väljalask 37;
- Ettevõtte 18- väljalaskmed 31, 38, 39 , 40.

Väljalaskmed numbritega 1-31 on ainult sademevee väljalaskmetega ning 31-40 heitvee väljalask koos sademeveega. KOTKAS infosüsteemis oli omaseire tulemused 16- ne keskkonnaloa kohta, kes juhtisid sademevett suublasse ilma heitveeta.

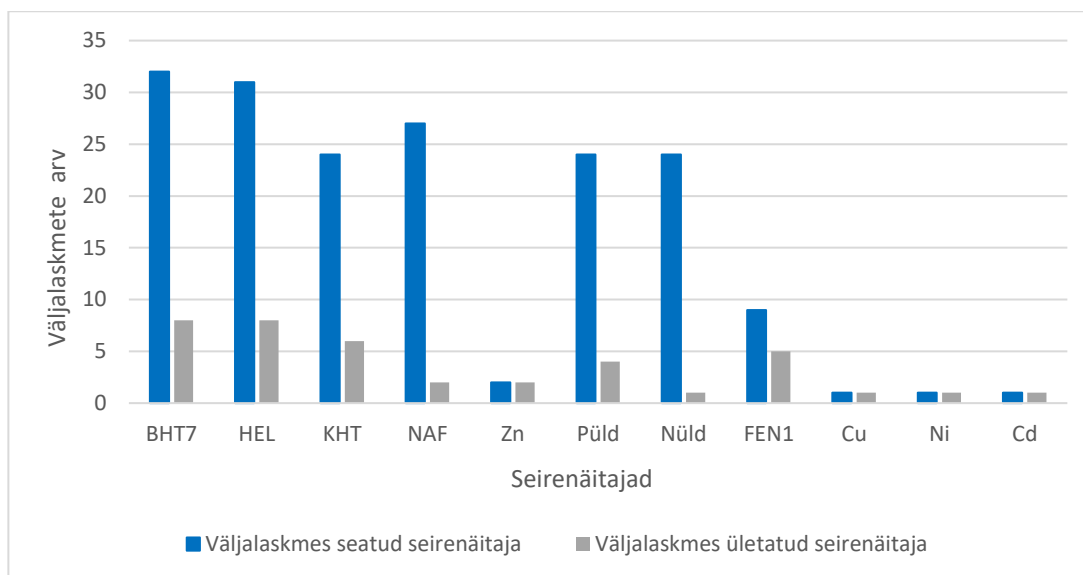


Joonis 4.3 Sademevee väljalaskmete seirenäitajad 32 väljalaskme kohta (Kõike seiratavad näitajat mõõdetakse mg/l kohta va. TEMP- °C, pH- vahemik 6-9, elektrijuhtivus $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja Zn- $\mu\text{g}/\text{l}$).

Kui keskkonnaloas on mitu sademevee väljalasku, siis igat väljalasku vaadeldakse eraldi, arvestades nende individuaalset mõju veekeskkonnale ja piirnormidele. Üheksa väljalasku asuvad samadel keskkonnalubadel, kus teiste väljalaskude puhul on seire juba toimunud. Kuigi seiret nendes konkreetsetes väljalasketes pole veel läbi viidud, on need keskkonnalubade analüüsist välja jäetud. Keskkonnalubade peale oli väljalaskmetes kokku 20 erinevat seiratavat näitajat (Joonis 4.3). Kõikides väljalaskmetes pole samu seirenäitajaid, kuna ettevõtete tegevused ei ühti ja neil on sademe- ja heitveele erinevad seire nõuded. Samuti mõjutab oluliselt tulemusi lubade väljastamise aeg (load valjastati ajavahemikus 2003-2022. aastal) mille jooksul on muutunud nii seire tingimused kui nõuded.

Joonisel 4.4 on näidatud väljalaskme kohta tehtud proovide võtmist ning esile on toodud näitajate ületamine, kuid seal ei ole konkreetset mainimist selle kohta, mitmel korral teatud seiratav näitaja ühes väljalaskmes ületati. Kui teatud näitajad, nagu biokeemiline hapnikutarve, ületasid piirnorme mitmel korral, siis on märgitud vastav seirenäitaja ühe korra. See tähendab, et kui näiteks väljalaskest nr 2 leiti omaseire tulemustes korduvalt fenoolide piirnormide ületamist, on tabelisse kantud üks ületamise juhtum, et anda kokkuvõtlik ülevaade ületamiste esinemisest. Tabelisse koondatud ülevaade võimaldab hinnata ja jälgida üldist olukorda ning teha kokkuvõtteid piirnormide ületamiste sageduse ja ulatuse kohta. Tabelis esitatud andmete alusel saab teha järeldusi, millised näitajad ja väljalaskmed vajavad erilist tähelepanu ning millised piirkonnad või ettevõtted võivad olla seiretulemuste põhjal potentsiaalseid riske kujutavad allikad. Seirenäitajate piirnormide ületamise ülevaate loomiseks kasutati ainult omaseire

tulemusi. Kontrollseire tulemused on piirnorme ületanud väljalaskmete analüüsi juures välja toodud, kuna kontrollseiret on tehtud ainult piirnorme ületanud väljalaskmetes. Joonisel 4.4 on näidatud ületamisi ja proovide võtmist väljalaskme kohta. Seire tulemustes on näha, et kõige rohkem on ületamisi olnud tsingis, kus kahel seiretaval oli väljalaskmes ületamisi mõlema korral.



Joonis 4.4 Sademevee seirenäitajate piirnormide ületamine väljalaskmetes võrreldes kõikide omaseire proove võetud väljalaskmetega.

Tabelis 4.3 on välja toodud 15 väljalasku, kus on esinenud ületamisi, kogu 32 analüüsitud väljalaskme kohta. See teeb 48% piirnormide ületamisi. Kõige rohkem ületusi on väljalaskmetel nr 2, 3, 30 ja 40, kus esines ületamisi koguni viiel seirenäitajal. Tsingi, vase, kaadiumi ja nikli seire on lisatud sademevee ja heitvee väljalasul aga ei ole määratud ühelgi sademevee väljalasul (Tabel 4.4). Üheksast väljalaskmest on viiel väljalaskmel ületatud fenoolide sisaldus. Kui tsinki, niklit, vaske ja kaadiumi määrati pigem heitvee väljalaskme omaseires, siis sademevees määrati fenoolide sisaldust kaheksal ja heitvees ühel korral. Tsink, kaadium, vask, nikkel ja fenoolid on ohtlike ainete nimistus (määrus nr 28) ning võivad põhjustada veekeskkonnale kahju. Näiteks võib kokkupuude raskmetallidega mõjutada kalade uimede arengut, kopsude alaarengut või maksatalituse häireid (Singh et al., 2022).

Tabel 4.3 on toodu kõik väljalaskmed, kus esines piirnormide ületust seiratavas näitajates.

Väljalaskmed	Seiratavad näitajad										
	BHT ₇	HEL	KHT	Püld	Nüld	FEN1	NAF	Zn	Cu	Ni	Cd
Väljalask nr 2	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Väljalask nr 3	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Väljalask nr 4	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 14	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Väljalask nr 20	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Väljalask nr 21	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 22	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 30	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Väljalask nr 31	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Väljalask nr 32	-	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-
Väljalask nr 33	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
Väljalask nr 35	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 36	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 38	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Väljalask nr 40	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-

Kontrollseire analüüsitud näitajad on välja toodud lisas 1. Lisas 1 tabelis on võetud kokku kõik seiratavad näitajad, mida on arvestatud erinevate väljalaskmete kontrollseiretes. 32-st väljalasku (18 keskkonnaloa peale) 23 oli seotud sademevee väljalaskmega ja üheksa puhul oli heitvesi koos sademeveega.

4.2.2 Sademe- ja heitvee piirnormid ületanud väljalaskmete analüüs

Sademeveepuhastamiseks leidis ettevõtetel erinevaid puhastusviise. Ilma ühegi eelneva puhastamiseta juhtis suublasse puidutööstusterritooriumilt sademevett 4 ettevõtet.

Uurimises olnud 24-st puidutööstusettevõttest kasutas, sademevee kogumiseks, puhastamiseks ja/või edasi juhtimiseks suublasse, järgmisi sademevee puhastusviise:

- õli- ja mudapüüdurit (1 ettevõtte);
- õli- ja liivapüüdur (2 ettevõtet) ;
- liiva-mudapüüdur ja õlipüüdur (1 ettevõtte);
- ainult õlipüüdur (1 ettevõtte);
- juhatakse reoveepuhastisse (4 ettevõtet);
- ühiskanalisatsiooni (1 ettevõtte);
- antakse üle koos leotusveega ühisveevärgile (1 ettevõtte);
- settetiik (3 ettevõtet);
- reoveepuhasti ja aktiivmudapuhasti (1 ettevõtte).

Kõigist analüüsitud 32 väljalaskmest esines omaseires ületamisi 11 seirenäitajal (KHT, HEL, BHT₇, NAF, Zn, Püld, Nüld, FEN₁, Cu, Cd ja Ni). Omaseire tulemused esitati

keskkonnaloas seatud seiresagedusele, milleks olid üks kord kvartalis, poolaastas, aastas ja kahel väljalaskmel üks kord viie aasta jooksul (väljalask nr 28 ja 29 fenoolide seire). Järgnevas väljalaskmete analüüsis kirjeldatakse neid ettevõtteid, kellel esines seirenäitajates piirnormide ületamisi aastatel 2019-2022. Alljärgneva analüüsi eesmärk oli hinnata, kas puittooteid või jäätmeid hoiustatakse tööstusterritooriumil ning seejärel selgitada välja omaseire ja kontrollseire piirnormide ületamised (mitmel korral ületati, kas seire parandamiseks võeti midagi ette) ning ületatud väljalaskmete pinna- ja põhjaveekogumi seisundid. Analüüsiks kasutatakse keskkonnalubade andmeid keskkonnatasude infosüsteemist KOTKAS ja Maa-ameti kaardirakendust ning veemajanduskava 2022-2027 (Koiva, Lääne- ja Ida- Eesti veemajanduskava 2022-2027) ning selle dokumente. Kõik pinnaveekogude seisundid on hinnatud 2019. aasta seisuga ning põhjaveekogumite 2020. aasta seisuga. Ettevõtte anonüümsuse tagamiseks on analüüsis keskendatud väljalaskmete ületamistele ning pole seotud väljalaskmeid ettevõtte nimega, kuna tegemist võib olla tundliku informatsiooniga.

Väljalaskudes nr 2, 3 ja 4 on tegemist keskkonnaloaga, mis väljastati 2018. aastal. Kokku on ettevõttel seitse väljalasku (nr 2-8), kuid ületamisi esineb neist kolmes (väljalasud nr 2-4). Väljalaskude nr 2 ja 3 seiresageduseks on üks kord poolaastas ja väljalaskude 4-8 seiresageduseks üks kord poolaastas. Piirnormide ületamisi ei esinenud väljalaskmetel 5-8. Puidutööstuse territoorium asub ohustatud Ordoviitsium-Kambriumi põhjaveekogumil ning hea seisundiga Silur-Ordoviitsium Põhja- ja Lääne-Eesti põhjaveekogumil. Pinnaveekogu, kuhu sademevesi suubub, ökoloogiline seisund on halb. Halva ökoloogilise seisundi peamiseks põhjused on takistused kalarändel nt paisud, vette langenud puud või muu praht (Keskkonnaministeerium, 2022). Et tagada kaladele hea elukeskkond on oluline ka reostuse hulga vähendamine,. Analüüsides tööstusterritooriumit (Maa-Ameti, 2023) ei nähtud puiduhoiustamist, kuigi vaatluses oli märgata kahte puidujäätmete kuhja (mõlemad ca 20 meetri laiusega). Omaseiret oli teostatud vahemikus 2019-2022. aastal ja kokku teostati 18 omaseiret ning viis kontrollseiret (kolm seiret 2019. aastal ja kaks seiret 2021. aastal). Kõik sademevee väljalasud juhitakse läbi liiva-mudapüüduuri ja õlipüüduuri samasse veekogusse.

Kõik viis kontrollseiret teostati ettevõtte väljalasule nr 2. Kõikides kontrollseiretes oli ületamisi heljumil, biokeemilises- ja keemilises hapnikutarbes. Lisaks eelnevatele seirenäitajatele seisnes ületamisi üldfosforis kahel korral ja naftasaadustes ühel korral. Esimesel kolmel kontrollseirel ei seiratud fenooli aga kahel viimasel oli fenooli seire sees ning mõlemal korral leiti seirenäitaja osas ületamist. Omaseiret teostati, väljalasul nr 2 valimi ajaperioodi jooksul kokku 12-l korral. Piirnormide ületamisi oli kõikidel kordadel ühealuselistes fenoolides, biokeemilises- ja keemilises hapnikutarbes 11-l korral ületati

piirnorme heljumi ja 2021. aastal ka üldfosfori osas. Viimase 2022. aasta seires oli biokeemiline hapnikutarve 140 mg/l (lubatud on 15 mg/), keemiline hapnikutarve 320 mg/l (lubatud 125 mg/l) ja heljumis 240 mg/l kohta (lubatud on 40 mg/l)

Väljalaskmel nr 3 on samuti teostatud 12 omaseire tulemust, millest 11 omaseire proovis esines ületamisi. Seirenäitajatest ületati kaheksal korral fenooli, kuuel korral heljumi, biokeemilist- ja keemilist hapnikutarvet ning ühel korral ka üldfosforit. Näiteks on ettevõtte 2022. aasta novembri kvartalis teostatud fenoolide seire 1,3 mg/l aga lubatud on 0,1 mg/l kohta. Väljalaskmel nr 4 esines ületamist ühel korral heljumi osas (2022. aasta teisel poolaastal).

Analüüsidest väljalaskmete asukohta, võib järeldada, et teised viis väljalasku asuvad, ettevõtte territooriumil, puidutoodete hoiustamise platsist kaugemal, mis selgitab ka seda, miks teistes väljalaskmetes ei olnud ületamisi toimunud. Ettevõttelt on uuritud seirete ületamiste kohta ja ta oli hakanud ka probleemile lahendust otsima (Maa-amet, 2023).

Väljalask nr 14 on sademevee väljalaskme seiresagedusega üks kord poolaastal. Omaseires teostati ühel korral 2022. aastal ning esines piirnormide ületamisi biokeemilises hapnikutarbes (lubatud 15mg/l oli 300 mg/l), heljumis (lubatud 40 mg/l ületati 240 mg/l) ja ühealuselistes fenoolides (lubatud 0.1 mg/l oli 0.45 mg/l). Ületamiste kohta on küsitud selgitusi, kuid ettevõttelt vastust pole saadud.

Ettevõtte tööstusterritooriumil hoiustati puitmaterjale ligikaudu 8,6 ha suurusel alal, lisaks paiknes kahel ca 1 ha suurusel alal saepuru vms puidu jäätmete kuhja. Põhjaveekogumid on tööstusalal heas seisundis, aga veekogu, kuhu suubub sademevesi, üldseisund on kesine (Maa-ameti, 2023).

Väljalasus nr 20 on tegemist sademevee väljalasuga, millel teostati omaseiret vahemikus 2019-2022. aastal (seiresagedusega üks kord kvartalis). Kokku koostati 13 omaseiret ning ületamisi esines kolmel korral. 2021. aasta esimeses, neljandas ning 2022. aasta esimeses kvartalis oli piirnormide ületamist ühealuselistes fenoolides. Kõik ületamised olid sarnaste summadega keskmiselt 0.18 mg/l (lubatud 0,1 mg/l)

Ettevõtte territooriumil hoiustati puitmaterjale ja saepuru vms (Maa-amet, 2023). Põhjaveekogumite seisund on hea ning veekogu, kuhu on juhitud sademevesi, on samuti heas seisundis. Pinnaveekogumi seisund on hinnatud 2019. aasta seisuga ning

ei anna veekogu hetke olukorda. Ettevõtte eesmärk on siiski tagada sademevee piirnormidele vastavus, et säilitada pinna- ja põhjaveekogude hea seisund.

Väljalaskmetel nr 21 ja 22 Väljalaskmetel nr 21 ja 22 on omaseiret teostatud vahemikus 2019-2022. aastal, seitsmel korral ning seiresageduseks on üks kord poolaastas. Ületamisi oli ühel korral 2020. aastal kolmandas ja neljandas kvartalis, mõlemas väljalasus, biokeemilise hapnikutarbe osas. Ettevõtte saatis ka omapoolse selgituse antud ületamise kohta, et tegemist oli juhuolukorraga. Sademevee puhastamine toimub mehaaniliselt ning mõlema väljalasu suublaks on pinnas. Peale ühekordset ületamist on kõik omaseire olnud korras kuni 2022. aasta lõpuni.

Nimetatud väljalsakude korral on väga oluline tagada sademevee nõuetele vastavus, kuna ettevõtte asub halva seisundiga Kambrium-Vendi Gdovi ja ohustatud Ordoviitsium-Kambriumi Virumaa põhjaveekogumil. Lisaks asub ettevõtte veekogu valgalal, mille ökoloogiline seisund on kesine (keskkonnaministeerium 2022). Ettevõtte territooriumil hoiustati puitmaterjale ca 3.6 hektarilisel maa-alal. Ordoviitsium-Kambriumi Virumaa (tabel 4.2) põhjaveekogumi ohustavate ainete hulgas on ühealuselised fenoolid. Keskkonnalooga fenoolide ei ole varem määratud, siis tuleks kaaluda nende lisamiseks ettevõtte omaseiresse.

Väljalask nr 32 ületas omaseire tulemustes piirnorme mitmete parameetrite osas, sealhulgas naftasaadustes, tsingis, üldfosforis ja üldlämmastikus. Kontrollseire käigus esines ületamisi ühealuselistes fenoolides, naftasaadustes, üldfosforis, üldlämmastikus, tsingis, heljumis, keemilises hapnikutarbes ja biokeemilises hapnikutarbes. Kontrollseireid teostati 12-l korral ajavahemikul 2019-2022. aastal ja neist ühel korral ei esinenud piirnormide ületamist (2020. aasta mais). 2019. aastal teostati neli kontrollseiret ja kõikides esines ületamisi naftasaadustes ning kahel korral fenoolide sisalduses. 2020. aastal seirati kolmel korral, mille tulemusena täheldati ületamisi kahel korral naftasaadustes, neljal korral üldfosforis, kolmel korral tsingi ja ühel korral lämmastiku osas. 2022. aastal teostati kontrollseired samuti kolmel korral millest piirnormide ületamine oli ühel korral tsingis, kahel korral üldlämmastikus ja ühel korral üldfosforis ning keemilises- ja biokeemilises hapnikutarbes. Näiteks viimasel omaseirel oli ületatud üldlämmastik 41 mg/l aga lubatud 10 mg/l ja ülfosfor 0,71 mg/l aga lubatud 0,5 mg/l.

Omaseire proove võeti üks kord kvartalis ning selle käigus tehti 11 uuringut (aastatel 2019-2022.), millest kaheksal korral täheldati piirnormide ületamist. Ületamisi esines 2020. aastal nii üldfosfori kui ka üldlämmastiku piirmäärade osas. Neljandas kvartalis

oli samal aastal ning 2021. aasta esimese ja teises kvartalis, ületamisi tsingi osas. 2021. aasta teises kvartalis oli piirnormide ületamisi üldfosfori ja üldlämmastiku osas. 2022. aasta kolmandas kvartalis ületati üldfosfori ja neljandas ületas piirnorme nii ülfosfor kui ka üldlämmastik. Näiteks 2022. aasta seires mõõdetud keemiline hapnikutarve oli 250 mg/l aga lubatud on 125 mg/l. Väljalaskmel puudusid mõningad omaseired, kuid keskkonnaloal polnud märgitud põhjust.

Ettevõtte asub ohustatud Kambrium-Vendi põhjaveekogumil ning heitvee väljalasukoht suubub veekogusse, mille nii keemiline kui ka ökoloogiline seisund on hinnatud halvaks (Keskkonnaministeerium, 2022). Keskkonnaloa kohaselt puhastatakse reovesi bioloogilises puhastis, kus kasutatakse aktiivmudapuhastust ja biofiltreid. Ettevõtte tegeleb puidu ja vineeri tootmisega. Tuginedes Maa-ameti kaardirakendusele on tegemist erinevate ettevõtetest koosneva tööstus kompleksiga. Lähemal vaatlusel selgus, et tööstusterritooriumil hoiustati erinevaid jäätmeid (kaasa arvatud puitjäätmed) ning mitmeid metallkonteinereid. Väljalask asus kompleksist ca 900 meetri kaugusel ning kuna tööstus alal tegutsesid erinevad ettevõtted ei pruugi ületamised olla ainult antud puidutööstus ettevõtte probleemiks.

Väljalaskmete nr 33 ja 30 keskkonnaluba väljastati 2003. aastal. Mõlemad väljalasud suubuvad veekogusse, mille seisund on halb. Põhjaveekogumitest asub ettevõtte halvas seisundis Kambriumi Vendi Voronka, ohustatud Kambrium-Vendi Gdovi ja heas seisundis Orduviitsium- Kambrium Virumaa ja Silur-Ordoviitsium põhjaveekogumil. Maa-ameti kaardirakenduse satelliitfotode vaatlusest järeldati, et ettevõtte territooriumil hoiustati puitmaterjale ning tuvastati ka 120-meetrine laiune puidu- ja puukoorejätmete hunnik (jätmete hoiustamise informatsioon on toodud KOTKAS loa detailandmetes). Lisaks asub ettevõtte territoorium veekogu valgalal, mille ökoloogiline seisund on kesine ja keemiline seisund on halb.

Väljalasku nr 30 juhitakse ainult sademevett ning selles esines ületusi naftasaaduste osas ja sulfaatide sisaldus oli samuti kõrgem kui põhjaveekogumis lubatud (seiresageduseks üks kord poolaastas). Naftasaadusi ületati ühel korral 2021. aasta kolmandas kvartalis. Sulfaatide sisalduse järgi arvutatakse vee üldleeliselisust. Sulfaatide läviväärtus on seatud Orduviitsium-Kambrium Vendi põhjaveekogumis 100 mg/l kohta. Sademevee puhastamistehnoloogiaks oli kasutusel settetiigid, kuhu juhiti sademevesi ennem, kui suunati suublasse. Väljalaskmes mõõdetud oli sulfaatide sisaldus 2 kuni 3 korda kõrgem põhjaveekogumi läviväärtusest.

Väljalasul nr 33 teostati 15 omaseiret, vahemikus 2019-2022 aastal, millest üheksal omaseirel ületati tsingi piirmäära (lubatud kogus 50 µg/l) seiresageduseks üks kord kvartalis. Lisaks ületas omaseire vaske, kaadiumi ja nikli piirmäärasid. Väljalaskmele teostati 17 kontrollseiret 2020. aastal, millest kaheksal korral seirati tsinki ning see ületas kõikidel määratud kordadel piirmäära 2 kuni 6 korda. Lisaks oli ühel korral ületamisi (kaheksal korral määratud kordadest) heljumi ja üldfosfori (proovivõtmine 2019. aasta septembris ja oktoobris) ning kahel korral ületas piirnormi vask (proovivõtmised 2020. aasta septembris ja augustis).

Väljalasus nr 35 puhul tehti omaseiret kolmel korral, millest kahel korral täheldati heljumi osas ületamist (esimesel ja teisel kvartalil 2022. aastal). Keskmine ületamine oli 28 mg/l aga lubatud 15 mg/l. Seire sagedus oli määratud üks kord kvartalis alates 2021. aastast. Ettevõtte sademevee puhastusviisiks on vee kogumine settebasseini ning seejärel suunatakse, koos heitveega reoveepuhastusse. Ettevõtte tegeleb mööbliosade valmistamisega ja puitu sademevee eest katmata alal ei hoiustatud (Maa-ameti, 2023). Peale reoveepuhastust juhtis ettevõtte oma sademevee pinnasesse. Asukoha järgi asub aga ettevõtte halva seisundiga Kambrium-Vendi Voronka ja ohustatud Kambrium-Vendi Gdovi põhjaveekogumil (keskkonnaministeerium, 2022). Ületamiste kohta põhjendus puudus.

Väljalasus nr 36 väljalaskme omaseires seisnes ületamist 2020. aastal keemilises hapnikutarbes ja oli viiest seirest ainuke ületamine (210 mg/l ja lubatud 150/mg/l). Ületamise kohta põhjendus puudus. Tegemist on puhastiga seotud väljalasuga, kus osaliselt lisatakse saastunud sademevesi. Selle kohta, millise reoveepuhastiga oli tegemist, aga vastavat informatsiooni ei leitud. Kuna ületamisi rohkem ei toimunud võib lugeda puhastamisviisi toimivaks. Ettevõtte tegeleb mööblivalmistamisega ja ei hoiustanud sademevee eest kaitsmata alal puitmaterjali (Maa-amet, 2023). Puiduettevõtte asub halva seisundiga Silur-Ordoviitsiumi Matsalu ja ohustatud Kambrium-Vendi põhjaveekogumil.

Väljalaskmete nr 31, 38 ja 40 keskkonnaloas on märgitud neli väljalasku aga väljalaskmel 39, ei esinenud ületamisi. Väljalask 38 ja 40 on sademevee väljalasud koos heitveega ning nr 31 on ainult sademevee väljalask. Kontrollseireid teostati kokku kahel korral, väljalaskmele 38 ja 40. Kontrollseirel täheldati piirnormide ületamisi väljalaskmel 40 (2022. aastal) heljumis, biokeemilises hapnikutarbes, üldfosforis ja üldlämmastikus. Antud väljalaskme omaseire proove võeti viiel korral alates 2021 aastast sagedusega üks kord kvartalis. Ületamisi esines 2021. aasta kolmandas kvartalis (heljumis), 2022. aasta esimese kvartalis (heljumis, bio- ja keemilises

hapnikutarbes) ja sama aasta kolmandas kvartalis ületasid kõik eelnevalt mainitud näitajatele lisaks ka üldfosfori ja üldlämmastiku näitajad. Väljalaskmes nr 38 esines normide ületamist ainult ühel korral ning see oli 2022. aastal. Omaseire ületasid samad seirenäitajad, mis samal aja väljalaskmel nr 40.

Ainukese sademevee väljalaskmes teostati omaseiret üks kord poolaastas kolmel korral kokku. Kõikides seiretes oli ületamisi heljumis ning bio- ja keemilises hapnikutarbes. Ettevõtte kõik väljalaskmed olid juhitud samasse veekogusse, mille bioloogiline seisund on kesine. Lisaks asub ettevõtte halva seisundiga Kesk-Devoni Põhjaveekogumil Ida-Eestis ja hoiustas territooriumil ca 4,1 ha alal puitmaterjale (Maa-ameti, 2023). Väljalaskmetes 38 ja 40 puhastatakse reovesi ja osaline sademevesi puhastatakse reoveepuhastis. Sademevett eraldi ei puhastata.

4.3 Puidutööstuse ettevõtete sademevee puhastusviiside vastavus parimale võimalikule lahendusele

Parima võimaliku tehnika eesmärgiks on tagada keskkonnakaitse valides välja parima välja töötatud töömeetod. Parim võimalik tehnika on seatud komplekslubade üheks täitmise osaks ning üheks käsitlusalaks on heit- ja sademevee juhtimise nõudeid. Antud töös kasutatakse parima võimaliku tehnika juhendit, et analüüsida sademevee puhastusviise. PVT nõuete kohaselt on parim tehnika sademevee puhastamiseks setitamine, õli eraldamine veest või tahke ainete filtrimine. Kui sademevesi peale nende puhastamisviiside rakendamist ei vasta nõuetele, tuleks kasutusele võtta meetmed, mis on mõeldud heitvee puhastamiseks, et saavutada ärajuhitava vee normidele vastavus (näiteks mehaaniline- bioloogiline või keemiline reoveepuhasti (Euroopa..., 2015).

Parimat võimalikku tehnikat võrreldakse väljalaskmete sademe- ja heitvee puhastusviiside võrdlemisel (tabelis 4.4). Parima võimaliku tehnikaga oli võrreldud väljalaskmeid, kus oli olnud seireandmete ületamisega probleeme ja kusl olid seirenäitajad korras. Võrdlusest jäeti välja väljalaskmed, millel puudus informatsioon omaseirete kohta. Väljalaskmete ja ettevõtete nimesid pole töös välja toodud, kuna töö eesmärgiks pole välja tuua kindla puidutööstuse ettevõtte probleem, vaid anda ülevaade puidutööstuse sademevee puhastamisviiside seostest parima võimaliku tehnika rakendamisel. PVT keskkonnavalaste eesmärkide saavutamisel tuleb veenduda, ettevõttest kohta leiduvast informatsioonist, kõige optimaalsem viis, kuidas käitise keskkonnakaitstuse eesmäärke saavutada.

Tabel 4.4 Sademevee puhastusviisid. Väljalaskmed, kellel on välja toodud ühine sademevee ja heitvee tehnoloogia, kuuluvad ühise keskkonnaloa alla.

Väljalaskme kood	Sademevee puhastusviisid	Probleeme seirenäitajate ületamisel jah/ei
Väljalaske nr 1	Sadevett ei puhastata enne suublasse juhtimist.	ei
Väljalaske nr 2	Väljalasust kogutakse kokku palkide ladestusala ja teiste kõvakatteliste alade sademevesi. liiva-mudapüüdjas ja I-klassi õlipüüdja.	jah
Väljalaske nr 3		jah
Väljalaske nr 4		jah
Väljalaske nr 5		ei
Väljalaske nr 6		ei
Väljalaske nr 7		ei
Väljalaske nr 8		ei
Väljalaske nr 13		Ei puhastata.
Väljalaske nr 14	Sademevett puhastatakse õlipüüduriga.	jah
Väljalaske nr 18	Ei puhastata.	ei
Väljalaske nr 19	Mehaanilisi puhastus.	ei
Väljalaske nr 20	Puhastatakse settetiigis koos pinnase ja drenaaživeega.	jah
Väljalaske nr 21	Sademevesi puhastatakse mehaaniliselt.	ei
Väljalaske nr 22		ei
Väljalaske nr 23	Ei puhastata eraldi.	ei
Väljalaske nr 24		ei
Väljalaske nr 26	Sademevesi juhitakse settetiik.	ei
Väljalaske nr 27		ei
Väljalaske nr 28	Osa ala sademeveest juhitakse läbi bioloogilise puhasti.	ei
Väljalaske nr 29		ei
Väljalaske nr 30	Nörg- ja sademeveed kogutakse kokku platsi taga olevas kraavis ning pumbatakse drenaaži kaudu läbi ülevoolutiigi olemasolevasse aktiivmudapuhasti.	jah
Väljalaske nr 31	Reoveepuhastis	jah

Eelnevalt analüüsiti sademevee väljalaske, kuhu juhiti heit- ja sademevesi koos. Heit ja sademevee ühistes väljalaskudes oli kuuel ettevõttel seirenäitajate osas ületamisi. Olemasoleva informatsiooni põhjal ei olnud võimalik selgeks teha, kas antud ületamised tulenesid sademeveest, heitveest või mõlemast korraga. Järgnevalt vaadeldakse 32-st väljalasust ainult neid väljalaske, kus sademevesi juhiti ilma heitveeta suublasse (kokku 22 väljalasku). Tabelis 4.3 esitatakse ülevaade sademevee väljalaskmete puhastusviiside kohta. Väljalaskmetel nr 21 ja 22 esines seirete andmetes ületamisi ühel korral 2020. aastal. Seetõttu võib eeldada, et sademevee puhastusviisid toimivad. Tabelisse 4.4 on märgitud väljalaskmetele, et piirnormide ületamisega probleeme ei

esine, kuna antud ületamine toimus ühekordne ning peale seda on seire vastanud nõuetele.

Parima võimaliku tehnika vastavuse kriteeriumid: bioloogiline töötlus, koagulatsioon ja helvestamine, flotatsioon, lahustunud õhu flotatsioon, filtrimine, õli ja vee eraldamine, settimisbasseinid, setitamine (tabel 2.1).

Väljatoodud väljalaskmetest puudusid viiel väljalaskmel (väljalaskmed nr 1, 13, 18, 23 ja 24) sademevee puhastamine ning neil puudusid ka omaseire ületamised. Huvitav on see, et nendest väljalaskmetest kahel hoiustatakse tööstusterritooriumil sademete eest kaitsmata puitmaterjali, kuid omaseire andmete järgi ei seiratud neil 2019-2022 aasta jooksul ühealuselisi fenoolide. Töö tulemused näitasid, et puidutööstusettevõtetal on olnud probleeme fenoolide piirnormide ületamisel. Üle 50 % juhtudest leiti, et ettevõtetal esines fenoolide piirnormides ületamisi (joonis 4.4). Töö tulemused viitavad sellele, et puidutööstusettevõtetal tuleks määrata fenoolide sisaldusi nii oma- kui ka kontrollseirel. Ühealuseliste fenoolide määramine on oluline, kuna need on keskkonnale ohtlikud ja veekeskkonnas on fenooliühendid äärmiselt toksilised, näiteks kaladele, kahjustades ja häirides nende sisesekretsioonisüsteemi toimet (Allemann et al., 2016; Soliman, 2020).

Andmetest selgus, et ülejäänud 17-väljalaskmetes toimus sademevee puhastus. Nendeks puhastusviisideks olid:

- liiva-, muda- ja õlipüüdur;
- settetiik;
- aktiivmuda reoveepuhasti.

Tabelist 4.4 selgub, et 17-nest väljalaskmest, kes kasutasid sademevee puhastamiseks erinevaid viise, ei esinenud üheksal seirenäitajates ületamisi. Kuigi kõigi 13-ne ettevõtte tegevusalad, sademevee puhastamisviisid ja tööstusterritooriumi tingimused olid sarnased, siis ületatud piirnormide seirenäitajad erinesid. Piirnormide ületamisi esines seitsmel väljalaskmel (kokku oli väljalaskmeid 22). Seirenäitajate ületamine toimus vahemikus 2019 - 2022. aastal. Antud seitse väljalasku kuulusid viiele ettevõttele. Ettevõtete tööstusterritooriumil oli märgata puitmaterjale või puitjäätmete (saepuru, puidu jäägid vms) kuhjasid.

Kõigi 13-ne ettevõtte peale oli kaks vineeritootmis ettevõtet, kus mõlemas täheldati ületamisi fenoolide osas. Ühel ettevõttel oli üks ja teisel kuus väljalasku, millest kolmel ei esinenud ületamisi. Fenoolide ületus võib olla tingitud puitliimidest, mida kasutatakse vineeri tootmisel. Teistel sarnase tegevusega ettevõtete omaseire tulemused ja

seirenäitajad võisid erineda. Näiteks kahel saematerjali tootmisettevõttel, kus ühel ei kasutatud sademevee puhastusviise ning ei olnud ületamisi ja teisel, kel oli kasutusel reoveepuhastus, esines ületamisi. Sademevee puhastusviisi leidmisel ei saa lähtuda ainult ettevõtte tegevusalast, vaid sobivama viisi leidmiseks tuleb süveneda täpsemalt tööstusprotsessi, kasutatavatesse kemikaalidesse ja territooriumi omadustesse. Tulenevalt eelnevast ei saadud töös välja tuua, millist sademevee puhastusviisi eelistada, et tagada kindel puidutööstuse sademevee piirnormidele vastavus.

Sademevee väljalaskmed, mis kasutasid puhastussüsteeme sademevee kõikides väljalaskmetes vastavad vähemalt ühele PVT kriteeriumile. Viis ettevõtet ei saavutanud sademevee piirnormide vastavust ja tekitavad oma tegevusega keskkonnale ohtu ning tuleb rakendada lisameetmeid lähtudes väljalaskmete ületatud seirenäitajatest:

- mitte hoiustada vihma eest kaitsmata alal töödeldu puitmaterjale, katta need presendi või katusega (väljalaskmed nr 30, 31, 2,3 ja 4);
- kasutada maastikukujunduse abil heljumi takistamist (põõsad, rohttaimed) (väljalaskmed 2, 4, 5, 14, 20, 21, 30 ja 31);
- koguda kokku sademevesi ja suunata see reoveepuhastisse. See on abiks orgaanilise aine eemaldamisel (2,3,4, 14 ja 21);
- kaaluda uuema puhastusseadme vastu vahetamist (väljalaskmed nr 30 ja 31).

Tuleb ära märkida, et antud töös võeti vaatluse alla ainult need puidutööstusettevõtted, kellel oli keskkonna- või kompleksluba.

5. JÄRELDUSED

Eestis tegutsevatest 1271-st puiduettevõttest on keskkonna- ja kompleksluba (hei- või sademevee juhtimiseks suublasse) ainult 24-l ettevõttel, mis moodustab 1.9% kõikidest registreeritud puidutööstusettevõtetest. Antud töös selgus, et keskkonnaluba (sademevee juhtimiseks tööstusterritooriumilt) omavatest puidutööstusettevõtetest esines 48%-l väljalaskmetes seirenäitajates ületamisi. Kui arvestada, et puiduettevõtteid on Eesti ligi 1300, siis võib eeldada, et ligi pooltel ettevõtetel, kes tegelevad puiduga võib esineda väljalaskme seirenäitajates ületamisi. Eelnev viitab sellele, et puidutööstusel on märgatav mõju veekeskkonnale ja inimese ja loomade tervisele. Arvestades, et suur osa Eesti põhja- ja pinnaveekogude seisunditest on kesised või halvad, on oluline, et tähelepanu pööratakse ka neile ettevõtetele, kellel puuduvad keskkonna- ja kompleksload

Töö aluseks võetud parim võimalik tehnika, omaseiretulemused, keskkonnalubade infosüsteemist KOTKAS leitavate andmete analüüsil selgus, et sademeveega on probleeme seirenäitajates viiel ettevõttel. Ettevõtetel oli mitmel korral ületamisi, mis annab alust arvata, et hetkel kasutatav sademevee puhastusviisid ei ole jätkusuutlikud. Sademevee puhastusviisid tuleks üle vaadata ja vajadusel neid kas vahetada või uuendada.

Lisaks selgus omaseirete analüüsist, et kõige suurem protsentuaalne ületamine oli tsingi (kogu väljalaskmetele määratud seirenäitajatest esines ületamisi 100% ulatuses) ja fenoolides osas (üle 50% ületamisi kogu väljalaskmetele määratud seirenäitajatest). Fenoolide seire on oluline meetod, mida rakendati puidutööstustehaste sademevee seiramisel. Näiteks vineeri ja spooni ettevõtted kasutavad sageli fenooli sisaldavaid puitliime, lakke ja värve. Keemiliste vahendite kasutamisel suureneb fenooli sisaldus puidus. Orgaanilise aine ning kemikaalide kasutamine puidutööstuses mõjutab oluliselt fenoolide sisaldust veekogudes.

Lähtudes hindamistulemustest ning antud töös välja toodud väljalaskmete omaseire tulemuste analüüsist on ettepanek laiendada ühealuseliste fenoolide seiret kõikidele puidutööstusettevõtetele, kes suunavad sademevee keskkonda ja hoiustavad puitmaterjale sademevee eest kaitsmata tööstusterritooriumil. Selline laiendatud seire aitaks tuvastada võimalikke fenoolide sisalduse ületamisi ja hinnata puidutööstuse mõju veekvaliteedile. Esmalt võiks fenoolide seire kesta ühe kuni kahe aasta jooksul, et saada piisavalt usaldusväärset teavet fenoolide taseme kohta suublasse suunatavast veest. Kui fenoolide seire tulemused näitavad, et fenoolide sisaldus sademevees ei ületa kehtestatud piirnorme, võib kaaluda seirenäitaja loobumist omaseires. Sel juhul tuleks

hinnata, kas seirenäitaja jätkamine on vajalik või kas piisavalt usaldusväärne teave fenoolide taseme kohta on juba olemas. See võimaldaks suunata ressursse ja tähelepanu teistele võimalikele veekvaliteedi mõjutajatele ning tagada, et fenoolide seire on suunatud neile ettevõtetele, kus fenoolide ületamisi esineb või on suurem risk nende esinemiseks. Pakutud lahenduse tulemusena saaksime me ülevaadet fenoolide mõjualast ning vajadusel rakendada meetmeid veeseisundi parandamiseks.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli analüüsida Eestis tegutsevate puidutööstuse ettevõtete omaseire tulemusi sademevee juhtimiseks, vastavalt nende keskkonnalubades sätestatud tingimustele. Seejärel anda ülevaade hetkeolukorrast ja nende vastavus parimale võimalikule tehnikale. Töös ei ole toodud välja väljalaskmete ja ettevõtete nimesi, et tagada ettevõtete anonüümsus, kuna tegemist võib olla tundliku informatsiooniga.

Töös kaardistati kõigepealt 24 puidutööstusettevõtet, kes omavad keskkonnaluba heit- ja sademevee juhtimiseks suublasse. Informatsiooni leidmiseks kasutati keskkonnalubade infosüsteemis KOTKAS olevaid andmeid. Edasine analüüs toimus 18 ettevõtte peale, kuna kuuel ettevõttel puudus väljalaskme omaseire või enam ei toimunud sademevee juhtimist suublasse. Oma- ja kontrollseire tulemuste analüüsimisel võeti arvesse ka ületamised heitvee osas, sellisel juhul, kui sademevesi juhti koos heitveega suublasse. 18-ne ettevõtte peale oli kokku 32 väljalasku, kus oma- ja kontrollseire tulemusi analüüsiti vahemikus 2019-2022.aastal. Nendest 15-l väljalaskmel esines kaheksas erinevas seirenäitajas ületamisi (biokeemiline hapnikutarve, keemiline hapnikutarve, üldfosfor, üldlämmastik, ühealuselise fenoolid, heljum, tsink ja naftasaadused).

Sademevett juhtis suublasse 18-st ettevõttest 13. Analüüsides nende väljalaskmete puhastusviiside vastavust parima võimaliku tehnikaga (PVT) jõuti järeldusele, et seitsmes väljalasus tuleb võtta kasutusele tõhusamad meetmed, et tagada sademevee piirnormide vastavus.

Töös järeldati, et sademevee puhastusviisid tuleb optimeerida lähtudes ettevõtete protsessidest, tööstusterritooriumi paiknemisest ja materjalide kasutamisest. Tulemused näitasid, et sama tegevusalaga ettevõtete seires võivad erineda piirnormides ületatud seirenäitajate suhtes. Oli ka juhtumeid, kus ühes sarnases ettevõttes oli ületamisi ja teises olid kõik seirenäitajad korras. Siiski oli ka olukordi, kus sama tegevusalaga ettevõtete seirenäitajate ületamised ühtisid. Nendeks seirenäitajateks olid ühealuselised fenoolid, tsink, biokeemiline- ja keemiline hapnikutarve. Tulenevalt eelnevast ei saadud töös välja tuua, millist sademevee puhastusviisi eelistada, et tagada kindel puidutööstuse sademevee piirnormidele vastavus.

Autori hinnangul tuleks rohkem analüüsida puidutööstusettevõtete mõju pinna- ja põhjaveekogumitele, kuna Eestis tegutsevates 1271-st puidutööstusettevõtetest ainult 1.9%-l on keskkonnaluba heit- või sademevee juhtimiseks suublasse. Nendest

keskkonnalubasid omavatest ettevõtetest esines pea pooltel omaseire- või kontrollseirenäitajate piirnormide ületamisi.

SUMMARY

The aim of the master's thesis was to analyze the self-monitoring results of wood industry companies operating in Estonia for rainwater management, in accordance with the conditions set out in their environmental permits. Then an overview of the current situation and their compliance with the best available techniques was provided. The thesis does not disclose the discharge values or the names of the companies to ensure their anonymity, as this information may be sensitive.

Initially, 24 wood industry companies that had an environmental permit for wastewater and rainwater management into surface waters were identified. Information was obtained from the environmental permit information system KOTKAS. Further analysis was conducted on 18 companies, as six companies either lacked self-monitoring for discharge or were no longer discharging rainwater into surface waters. In the analysis of the results of self-monitoring and control monitoring, exceedances in wastewater were also considered in cases where rainwater was discharged together with wastewater into surface waters. Among the 18 companies, there were a total of 32 discharges, and the results of self-monitoring and control monitoring were analysed from 2019 to 2022. Out of these, eight different parameters were exceeded in eight discharges (biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total phosphorus, total nitrogen, monovalent phenols, suspended solids, zinc, and petroleum products).

Rainwater was discharged into surface waters by 13 out of 18 companies. Analysing the compliance of these discharges' purification methods with the best available techniques (BAT), it was concluded that in seven rainwater discharges, better measures need to be implemented to ensure compliance with the rainwater quality standards.

The thesis concluded that rainwater purification methods should be optimized based on the companies' processes, industrial site locations, and material usage. The results showed that monitoring results regarding exceeded parameters can vary among companies in the same industry. There were cases where one company had exceedances while another had all monitoring parameters in compliance. However, there were also situations where exceedances in monitoring parameters were consistent among companies in the same industry. These parameters included monovalent phenols, zinc, biochemical oxygen demand, and chemical oxygen demand. Based on the above, the study did not identify a preferred wastewater treatment method to ensure compliance with the specified limits for the wood industry rainwater.

According to the author, it is necessary to further analyse the impact of wood industry companies on surface and groundwater bodies, as only 1.9% of the 1271 wood industry

companies operating in Estonia have an environmental permit for wastewater or rainwater management into surface waters. Among these permitted companies, nearly half had exceedances of monitoring parameters in self-monitoring or control monitoring.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

Alasi, K., Heinsaar, Ü., Kriipsalu, M., Kuusik, A., Metsur, M. (2001). Omaveevärk ja omakanalisatsioon. Tallinn: Ehitame.

Ahmad, I., Pacheco, M., Santos, M.A. (2003). Naphthalene-induced differential tissue damage association with circulating fish phagocyte induction. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Pages 7-15. [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(02\)00036-2](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(02)00036-2)

Allas, A., Laht, M., Leisk, Ü., Nurk, G. (2021). Operatiivseire korraldamine 2021 III etapi aruanne.

Allemann, H., Laht, M., Nurk, G., Voooro, K. (2016). Vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtuste vastavuse hindamine piirväärtuste tuletamist käsitleva juhendiga ning vesikonnaspetsiifiliste saasteainete nimistu ajakohastamine. *Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ*

Antons, P., Jalukse, L., Kupits, K., Kõrgemaa, V., Laht, M., Leisk, Ü., Lind, S., Mehine, M., Metsur, M., Normak, K., Saks, A., Vreimann, T. (2022). LÄÄNE-EESTI, IDA-EESTI JA KOIVA VESIKONNA VEEMAJANDUSKAVAD.

Antons, P., Jalukse, L., Kupits, K., Kõrgemaa, V., Laht, M., Leisk, Ü., Lind, S., Mehine, M., Metsur, M., Normak, K., Saks, A., Vreimann, T. (2022). LÄÄNE-EESTI, IDA-EESTI JA KOIVA VESIKONDADE VEEMAJANDUSKAVADE 2022-2027 MEETMEPROGRAMM 2022-2027.

Assi, M.A., Haron, A.W., Hezmee, M.N.M., Rajion, M. A., Sabri, M.Y.S. (2016). The detrimental effects of lead on human and animal health. *Vet World*. 2016 Jun; 9(6): 660–671. doi: 10.14202/vetworld.2016.660-671

AS Maves (2000). AS FSS Plywood detailplaneering keskkonnaekspertiis (keskkonnamõjude hindamine)

Blewitt, T.A., Leonard, E.M. (2017). Mechanisms of nickel toxicity to fish and invertebrates in marine and estuarine waters. *Environmental Pollution*. Lk 311-322.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.028>

Brinkmann, T., Cakmak, G-E., Chronopoulos, G., Klein, G., Roudier, S., Tempany, P., Zerger, B. (2020). Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Surface Treatment Using Organic Solvents including Preservation of Wood and Wood Products

with Chemicals. *EUR 30475 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg: 2020, ISBN 978-92-76-26824-6, doi:10.2760/857, JRC122816.*

Cai, L., Ge, S., Li, J., Liang, Y., Lam, S.S., Ma, X., Wu, Y., Xia, C., Zuo, S. (2023). Using environmentally friendly technology for fabricating special plywood with ultra-high strength. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136462>

Cereceda-Balic, F., Gala-Morales, M., Palomo-Marín, R., Fadic, X., Vidal, V., Funes, M., Rueda-Holgado, F., Pinilla-Gil, E. (2020). Spatial distribution, sources, and risk assessment of major ions and trace elements in rainwater at Puchuncaví Valley, Chile: The impact of industrial activities. *Atmospheric Pollution Research*. Pages 99-109 <https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.03.003>

Chang, J-S., Chen, W-H., Lee, X J., Katsuda, T., Show, P L. (2018). Surface grafting techniques on the improvement of membrane bioreactor: State-of-the-art advances. *Bioresource Technology*, Volume 269, 489-502 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.08.090>

Civitaa Eesti AS, Alkranel OÜ. (2020). Tallinna linna sademeveekorralduse teenuse tasu kujundamine. Metoodika lõppraport. Vaadatud: 15.05.2023. https://urbanstorm.viimsivald.ee/wp-content/uploads/2020/03/Tallinna-linna-sademevee-korralduse-anal%C3%BC%C3%BCs_final.pdf.

Deng, Y. (2021). Pollution in rainwater harvesting: A challenge for sustainability and resilience of urban agriculture. *Journal of Hazardous Materials Letters*. Volume 2. <https://doi.org/10.1016/j.hazl.2021.100037>

Endjärv, E., Ennet, P., Kroon, K., Kärmäs, K., Marksoo, P., Narusk, M., Niine, R., Pachel, K., Sinikas, N. (2006). Asulareovee puhastamise direktiivi nõuete täitmine Eestis. Tallinn

Espina, C., Straif, K., Friis, S., Kogevinas, M., Saracci, R., Vainio, H., Schüz, J. (2015). European Code against Cancer 4th Edition: Environment, occupation and cancer. *Cancer Epidemiology*. Pages S84-S92. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2015.03.017>

Euroopa Liidu Teataja (2015). KOMISJONI RAKENDUSOTSUS (EL) 2015/2119, 20. november 2015, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järeldused puitpaneelide tootmiseks.

Euroopa Liidu Teataja (2020). KOMISJONI RAKENDUSOTSUS (EL) 2020/2009, 22. juuni 2020, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL (tööstusheidete kohta) alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järeldused pindade katmise kohta orgaaniliste lahustitega, sealhulgas puidu ja puittoodete kaitsmise kohta kemikaalidega.

Klaasplast (2023). Liiva-, muda- ja õlipüüdur. Vaadatud. 14.04.2023. <http://www.fertil.ee/liiva-mudapuudurid-2/>

Gualtieri, M., Ovrevik, J., Holme J.A., Perrone, M.G., Bolzacchini, E., Schwarze, P.E. (2020). Differences in cytotoxicity versus pro-inflammatory potency of different PM fractions in human epithelial lung cells. *Toxicol In Vitro*. 24(1):29-39 doi: 10.1016/j.tiv.2009.09.013

Camatina, M. (2010) Differences in cytotoxicity versus pro-inflammatory potency of different PM fractions in human epithelial lung cells. *Toxicol In Vitro*. 2010;24(1):29-39. doi: 10.1016/j.tiv.2009.09.013.

Horzmann, K.A, Portales, A.M., Batcho, K.G., Freeman, J.L. (2020). Developmental toxicity of trichloroethylene in zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Science: Processes & Impacts*. doi: 10.1039/c9em00565j

Keskkonnaministeeriumi veeosakond. (2019). OHTLIKE AINETE HEITE, KESKKONDA LASKMISE JA KADUDE ANDMIK. EL direktiivi 2008/105/EÜ, mis käsitleb keskkonnakvaliteedi standardeid veepoliitika valdkonnas, artikli 5 aruanne. Tallinn 2019.

Keskkonnaministeerium (s.a). PVT. Vaadatud 23.04.2023. <https://envir.ee/ringmajandus/toostusheide-ja-kemikaalid/pvt#euroopa-liidu-oigusa>

Keskkonnaministeerium (s.a). *Veemajanduskavad 2022-2027*. Vaadatud 22.04.2023. <https://envir.ee/veemajanduskavad-2022-2027>

Keskkonnaministri määrus nr 28 (2019). RT I, 01.08.2019, 21. *Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimekiri, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekirjaga seotud tegevused*. Vaadatud 22.04. 2023 <https://www.riigiteataja.ee/akt/101082019021?leiaKehtiv>

Keskkonnaministri määrus nr 48. (2019). RT I, 02.10.2019, 5. *Põhjaveekogumite nimekiri ja nende eristamise kord, seisundiklassid ja nende määramise kord, seisundiklassidele vastavad keemilise seisundi määramiseks kasutatavate kvaliteedinäitajate väärtused ja koguselise seisundi määramiseks kasutatavate näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende sisalduse läviväärtused põhjaveekogumite kaupa ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning taustataseme määramise põhimõtted.* Vaadatud 22.05.2023.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/102102019005?leiaKehtiv>

Keskkonnaministri määrus nr 61 (2019). RT I, 12.11.2019, 6. *Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused.* Vaadatud 22.05.2023.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/112112019006?leiaKehtiv>

Keskkonnaministrimäärus määruses nr 89 (2013). RT I, 11.06.2013, 19. *Alltegevusvaldkondade loetelu ning künnisvõimsused, mille korral on käitise tegevuse jaoks nõutav kompleksluba.* Vaadatu 22.04.2023.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/125092018004>

Kroon, K., Raudkivi, M., Velling, S. (2021). Ohtlike ainete piirnormide ajakohastamine reo- ja heitvees. Lõpparuanne. Lisa A. Töö tellija: Keskkonnaministeerium

KOTKAS (2023) andmebaas <https://kotkas.envir.ee/> Vaadatud: 14.03.2023

Kuris, M., Mandre, G., Kuusemets, V., Mik, A. (2021). Looduslähedased sademeveesüsteemid: Eesti kliimasse sobivad sademeveelahendused.
<http://hdl.handle.net/10492/6984>

Laht, M., Leisk, Ü., Pruul, I. (2013). Sadevees sisalduvate ohtlike ainete uuringu korraldamine. Lõpparuanne. *Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ*

Loigu, E., Pachel, K., Suurkask, V., Kuusik, A. (2010). Ülevaade sademevee (sh liigvee) äravoolu maksustamise alustest ja praktilistest rakendustest Euroopa Liidus ja mujal. Aruanne. Tallinn 2010

Maa-amet. (2023). Kaardirakenduse kihid: *Veemajanduskavad (2022-2027) ja Baasrakendus.* Vaadatud 19.05.2023.
<https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>

Mankar, A.R., Modak, A., Pandey, A., Pant, K.K. (2021). Pretreatment of lignocellulosic biomass: A review on recent advances. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125235>

Meier, P., Rukki, H. (2000). *Saematerjalide tehnoloogia alused I osa*. TTÜ kirjastus

Pettersen, R. C. (1984) The chemical composition of wood. In: Rowel, R.M. (Ed.), *The Chemistry of Wood*. Advances in Chemistry Series 207, American Chemical Society, Washington, DC, USA57126

Qadafi, M., Wulan, D.R., Notodarmojo, S., Zevi, Y. (2023). Characteristics and treatment methods for peat water as clean water sources: A mini review. *Water Cycle*. Pages 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2023.02.005>

Rani, N. (2022). Monitoring of PAHs (Fluoranthene and Benzo(a)Anthracene) in Ambient Air of Ghaziabad Area of National Capital Region and Control of Air Pollution by Triveni Wood. *Polycyclic Aromatic Compounds*. <https://doi.org/10.1080/10406638.2022.2067193>

Rauchfuss., H., Mitchell, T. N. (2008). *Chemical Evolution and the Origin of Life*. Springer, New York.

Rist, D., Tenno, T., Kivirüüt, A. (2020). *Tööstusreovee käitlemise juhend*. OÜ aqua consult baltic.

Simo, M. (2019) Veekasutuse majandusanalüüs. Ida-Eesti vesikond, Lääne-Eesti vesikond, Koiva vesikond. Maves OÜ. Töö number: 18115

Singh, A., Sharma, A., Verma, R.K., Chopade, R. L., Pandit, P.P, Nagar, V., Aseri, V., Choudhary, S.K., Awasthi, G., Awasthi, K.K., Sankhla, M.S. (2022). Heavy Metal Contamination of Water and Their Toxic Effect on Living Organisms. *The Toxicity of Environmental Pollutants*. doi: 10.5772/intechopen.105075

Shmulsky, R. ja Jones, P.D. (2011) *Forest Products and Wood Science: an Introduction*. Lk: 1-325. Chichester: WileyBlackwell

Statistikaamet (2023). Vaadatud 13.04.2023 https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__ettevetetemajandusnaitajad__ettevetetelud-kulud- kasum__aastastatistika/EM001/table/tableViewLayout2

Soliman, G., Abdelaziz, M., Eissa, A.E., Moustafa, N.E.M. (2020). Impacts of natural and experimental phenol pollution on the reproductive performance, vitellogenin synthesis

and pathological alterations of male *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department, Faculty of Science*.

Tiwari, R., Tiwari, S., Singh, A. (2012). Impact of Cypermethrin on Fingerlings of Common Edible Carp (*Labeo rohita*). *ScientificWorldJournal*. Article ID 291395 <https://doi.org/10.1100/2012/291395>

Tiwari, S., Srivastava, M.J., Bisht, D.S. (2008). Peamiseks nitraadi allikaks oli biomassipõletamine, autode heitgaasid ja pinnas. *Indian Journal of Radio & Space Physics*. Pp. 443-449. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/2783>

Zhang, H., Li, H., Peng, Z., Cao, J., Bao, J., Li, L., Wang, X., Ji, Y., Chen, Z. (2022). Meta-analysis of the effect of low-level occupational benzene exposure on human peripheral blood leukocyte counts in China. *Journal of Environmental Sciences*. Pages 204-210. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.08.035>

Veeseadus (2019) RT I, 22.02.2019,1. <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019001?leiaKehtiv>

Vearrier, D., Jacobs, D., Greenberg, M.I., (2015). Phenol Toxicity Following Cutaneous Exposure to Creolin®: A Case Report. *Journal of Medical Toxicology*. Toxicol. ;11(2):227-31 doi: 10.1007/s13181-014-0440-1

Wang, J-Y., Bian, H-F, Jin, X-Q., Sheng, L-X. (2009). Stress and biological response of naphthalene on the antioxidant defense system in visceral mass of zebrafish (*Danio rerio*). *Huan Jing Ke Xue*. 15;30(2):516-21. Chinese. PMID: 19402509.

Õnneleid, A. (02.06.2020). <https://arileht.delfi.ee/artikkel/90044261/uuring-puidutoostus-on-eesti-kaasaegseim-toostusharu-aga-vaevleb-toojoupuuduses#article-image-id=41404dc0-bc9e-11eb-9325-6fdf49545404>

Youngs, R. L. (2009). History, Nature, and Products of Wood. *FORESTS AND FOREST PLANTS, Volume 2*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.02215-3>

WHO (2017). *Guidelines for drinking-water quality fourth edition incorporating the first addendum*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data

LISAD

Lisa 1. Kontrollseires analüüsitud seirenäitajad

Seirenäitaja	Seirenäitaja nimetus	Ühik
120-12-7	Antratseen	µg/l
129-00-0	Püreen	µg/l
206-44-0	Fluoranteen	µg/l
208-96-8	Atsenaftüleen	µg/l
23DMPHL	2,3-dimetüülfenool	µg/l
25DMR	2,5-dimetüülresortsinool	µg/l
26DMPHL	2,6-dimetüülfenool	µg/l
2MPHL	o-Kresool	µg/l
34DMPHL	3,4-dimetüülfenool	µg/l
35DMPHL	3,5-dimetüülfenool	µg/l
50-32-8	Benso(a)püreen	µg/l
5MR	5-metüülresortsiin	µg/l
7439-92-1	Plii (Pb)	µg/l
7439-97-6	Elavhõbe (Hg)	µg/l
7440-02-0	Nikkel (Ni)	µg/l
7440-38-2	Arseen (As)	µg/l
7440-43-9	Kadmium (Cd)	µg/l
7440-47-3	Kroom (Cr)	µg/l
7440-50-8	Vask (Cu)	µg/l
7440-66-6	Tsink (Zn)	µg/l
85-01-8	Fenantreen	µg/l
86-73-7	Fluoreen	µg/l
91-20-3	Naftaleen	µg/l
ANTH	Atsenaftteen	µg/l
BHT ₅	Biokeemiline hapnikutarve (BHT ₅)	mg/l
BHT ₇	Biokeemiline hapnikutarve (BHT ₇)	mg/l
BZAATR	Benso(a)antratseen	µg/l
BZBFLA	Benso(b)fluoranteen	µg/l
BZGHIPYL	Benso(g,h,i)perüleen	µg/l
BZKFLA	Benso(k)fluoranteen	µg/l
C10-C40	Naftasaadused (süivesinikud C10 - C40)	µg/l
CODCR	Keemiline hapnikutarve (dikromaatne) KHTCr	mg/l
CONDFIELD	Elektrijuhtivus (proovivõtul)	µS/cm
CRYH	Krüseen	µg/l
DBZAHATR	Dibenso(a,h)antratseen	µg/l
HEL	Heljum	mg/l
IDN123CDPYR	Indeno(1,2,3-cd)püreen	µg/l
KHT	Keemiline hapnikutarve (KHT)	mg/l
M+PMPHL	m-, p-kresool	µg/l
NAF	Naftasaadused	mg/l
NH4N	Ammoonium (NH ₄ ⁺ -N)	mgN/l

Seirenäitaja	Seirenäitaja nimetus	Ühik
Nyld	Üldlämmastik (Nüld)	mg/l
O ₂	Lahustunud hapnik (proovivõtul) (mg/l)	mg/l
PAH	PAH summa	µg/l
PHFIELD	pH (proovivõtul)	-
PHL	Fenool	µg/l
Pyld	Üldfosfor (Püld)	mg/l
R	Resortsiin	µg/l
TEMP	Veetemperatuur (proovivõtul)	°C
pH	Vesinikioonide kontsentratsioon (pH)	pH

Väljalasud	Seiratavad näitajad																				Seiresadgedus
	BHT ₇	HEL	KHT	NAF	pH	P _{üld}	N _{üld}	FEN ₁	FEN ₂	NH ₄	SO ₄	O ₂	TEMP	Zn	CONDFIELD	Pb	Cu	Ni	Cr	Cd	
Väljalask nr 28	x	x		x				x	x												BHT ja heljum 1x aastas, fenoolid 1x 5 aasta jooksul, naftasaadused 1x aastas
Väljalask nr 29	x	x		x				x	x												BHT ja heljum 1x aastas, fenoolid 1x 5 aasta jooksul, naftasaadused 1x aastas
Väljalask nr 30	x	x	x	x	x	x	x														1x poolaastas
Väljalask nr 31	x	x	x	x	x	x	x	x	x												1x poolaastas
Väljalask nr 32	x	x	x	x	x	x	x					x		x	x						1x kvartalis
Väljalask nr 33	x	x	x	x	x	x	x				x			x			x	x	x	x	1x kvartalis
Väljalask nr 34	x	x	x		x	x	x						x								1x poolaastas
Väljalask nr 35	x	x	x	x	x	x	x				x		x								1xkvartalis
Väljalask nr 36	x	x	x		x	x	x														1x poolaastas
Väljalask nr 37	x	x	x		x	x	x														1x poolaastas
Väljalask nr 38	x	x	x		x	x	x														1x kvartalis
Väljalask nr 39	x	x	x		x	x	x														1x poolaastas
Väljalask nr 40	x	x	x	x	x	x	x	x	x												1x poaastas