

SISUKORD

EESSÖNA.....	2
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	3
SISSEJUHATUS	5
1. SADEMEVEESÜSTEEMI ALGNE OLUKORD JA SELLE HINDAMINE	7
1.1 Sademevee keemiline koostis	10
1.2 Kompostikäitlus	12
1.3 Sademevee immutamine ja juhtimine Kunda jõkke suubuvasse kraavi. Koguseline arvestus	15
1.4 Sademevee kogumise ja juhtimise kirjeldus	16
1.5 Sademevee puhastamine	16
1.6 Saasteainete seire ja suubla seire. Ohtlikud ained.....	17
1.7 Kunda jõgi.....	18
2. REOVEEPUHASTUSPROTSESS JA SELLE MODELLEERIMINE	19
2.1 Anaeroobne töötlus.....	20
2.2 Aeroobne puhasti	21
2.3 Aktiivmudaprotsess	22
2.4 Järelsetiti	22
2.5 Tagastusmuda	23
2.6 Liigmuda eemaldamine	23
2.7 Reoveepuhasti optimeerimise tarkvara	23
3. SADEMEVEE JUHTIMINE ESTONAIN CELLI REOVEEPUHASTISSE	25
4. ESTONIAN CELLI REOVEEPUHASTUSPROTSESSI MODELLEERIMINE.....	28
4.1 Aerotanki parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite korral	31
4.2 Liigmuda parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite.....	32
4.3 Suublasse juhitava heitvee parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite.....	34
KOKKUVÕTE	36
SUMMARY	38
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	40
LISAD	42
Lisa 1 Estonian Celli territooriumilt sademevee kogumise joonis	43
Lisa 2 Maa-ala kuivendusvõrgu plaaniline lahendus.....	44
Lisa 3 Survetorustiku pikiprofiil.....	45
Lisa 4 Sademeveepumpla skeem	46
Lisa 5 Survetorustiku hoolduskaevu skeem	47

EESSÕNA

Lõputöö teema on algatatud AS Estonian Celli keskkonnaspetsialisti Kersti Luzkovi ettepanekul lõputöö autorile. Töö eesmärgiks on hinnata AS Estonian Celli sademeveesüsteemi hetkeolukorda ning teha ettepanekuid süsteemi parandamiseks/täiendamiseks. Kohaliku Lontova asula elanikud on teavitanud AS Estonian Celli sademevee lõhnahäiringu probleemidest nii kohalikkude omavalitsust, kui ka Keskkonnainspeksiooni. AS Estonian Celli ebameeldivalt lõhnav sademevesi on tekitanud Lontova asula elanikes pahameelt ning probleemi lahendamiseks on tehtud ettepanek lõputöö autorile hetke olukorra hindamiseks, probleemide allikate tuvastamiseks ning parima võimaliku tehnilise lahenduse väljatöötamiseks. Lõputöö eesmärgiks on ettevõtte territooriumil tekkiva sademeveega seotud probleemide välja selgitamine ning lahenduste leidmine. Lõputöös uuritavad sademevee proovid on võetud AS Estonian Celli sademevee äravoolu kraavidest atesteeritud proovivõtjate poolt ning saadud analüüside tulemused pärinevad akrediteeritud laboritest. Eesti Vabariigi seadusandlust ja standardeid on kasutatud antud töös sademevee arvutustes, sademevee lubatud reoainete kontsentratsioonide teada saamiseks jms. Lõputöös on kasutatud Estonian Celli reoveepuhasti modelleerimiseks SUMO tarkvara. Lõputöö autor tänab abi eest Estonian Celli keskkonnaspetsialiste Kersti Luzkovi ja Regiina Viirest ning AS Estonian Celli projektijuhti Ergi Prommikut. Samuti on lõputöö valmimisel suureks abiks olnud juhendaja Erki Lember.

Märksõnad: AS Estonian Cell, sademevee äravoolu arvutus, SUMO, Kunda, magistritöö.

Lühendite ja tähiste loetelu

EC – Estonian Cell

*BHT*₅ – viie päeva biokeemiline hapnikutarve

*BHT*₇ – seitsme päeva biokeemiline hapnikutarve

KHT – Keemiline hapnikutarve

*KHT*_{filtr} – filtreeritud *KHT*

*N*_{üld} – kogulämmastik

*P*_{üld} – kogufosfor

RVP – reoveepuhasti

ORVP – olmereoveepuhasti

H.a – heljum

MLSS – aktiivmuda kontsentratsioon

H₂S – väävelvesinik

kompl – komplekt

HDPE – kõrge tihedusega polüetüleen

EVS – Eesti Vabariigi standard

NH₄-N – ammoniumlämmastik

EMÜ – Eesti Maaülikool

Na – naatrium

pH – vesinikeksponent

pH_{kcl} – vesinikeksponent kaaliumkloriidi lahust kasutades

K – kaalium

Ca – kaltsium

Mg – magneesium

C – süsinik

C/N – süsiniku ja lämmastiku suhe

ha – hektar

Q – sademevee arvutusärvool

q – arvutusvihma intensiivsus

k – keskmine äravoolutegur

A – pindala/valgala suurus

α - alfa, hapniku ülekande tegur

PIX – raudsulfaat

Zn – tsink

Cu – vask

Hg – elavhõbe

Cd – kaadmium

Pb – plii

Cr – kroom

Ni – nikkel

S - väävel

SISSEJUHATUS

AS Estonian Cell on Kundas asuv haavapuitmassi tehas, mis alustas tootmist 2006. aastal. Uue tehase rajamisinvesteeringu maht oli 153 miljonit eurot ning seeläbi suuruselt teine välisinvesteering Eesti tööstusesse. Ettevõtte kuulub Austria kontsern Heinzl Holding GmbH-le. Täisvõimsusel toodab tehas 173 000 tonni haavapuitmassi aastas. Toodang on erineva kvaliteetpaberi tooraineks. Estonian Cell annab hetkel tööd 93 töötajale. Estonian Celli toodang läheb täies ulatuses ekspordiks ligi kolmekümnesse erinevasse riiki üle maailma. Ettevõtte keskkonnajuhtimissüsteem vastab ISO 14001 standardi nõuetele ning firma on oma tegevuses tähtsale kohale seadnud säästva arengu põhimõtetest kinnipidamise. Keskkonnajuhtimissüsteem on osa tehase üldisest juhtimissüsteemist ning ettevõtte pöörab tähelepanu oma käitise tekitatud negatiivsetele keskkonnamõjudele, selgitab need välja ning püüab neid kõrvaldada või vähendada. Jälgitakse, et kõik tegevused oleks kooskõlas seadustega ning rakendatakse sobivaid töömeetodeid ja tehnoloogiaid, mida pidevalt arendatakse. Samuti eelistatakse tarneahelas keskkonnasõbralikke tarnijaid. [1]

AS Estonian Celli territooriumil tekib aastas 59 413 m³ sademevett (arvutamise aluseks EVS 848:2013 standard [2]). Ettevõtte territooriumile on loodud sademevee ärajuhtimise ja bioloogilise puhastamise süsteem (biotiik). Sademeveesüsteemi võib antud hetkel Estonian Cellis jaotada kaheks osaks, vastavalt kogumine-kanaliseerimine ja puhastamine. Üks osa sademeveest puhastatakse biotiigis ning teine osa sademeveest juhitakse kraavidesse. Vastavalt sellele millisest territooriumi osast sademevesi pärineb. Kraavidesse kogutud sademevesi juhitakse edasi Lontova metsa, kus suurem osa sademeveest pinnasesse imbub. Sademete rohkel ajal on kraavidest tulevat sademevett nii palju, et pinnas ei suuda kogu sademevee hulka vastu võtta. Sellise stsenaariumi korral jõuab osa sademeveest Lontova asulasse, kus tekitab probleeme amortiseerinud sademevee kanalisatsioonis ning samuti tugevat lõhnahäirnit (H₂S) Lontova elanikele. Biotiigist tulev sademevesi on suunatud läbi Lontova asulas asuvate kraavide Kunda jõkke. Biotiigist tulev sademevesi on puhas ning Lontova elanikele probleeme ei tekita. Loodusesse suunatava sademevee kvaliteedi saabki jagada kaheks. Tehaseala lääneservas paiknev tiik, millest loodusesse väljub nõuetekohane, lõhnatu, värvusetu sademevesi. Halvema kvaliteediga sademevett juhivad keskkonda tehaseala põhjaservas asuvad kraavid. Antud kraavidest väljub loodusesse musta värvi, väävelvesiniku lõhnaga sademevesi.

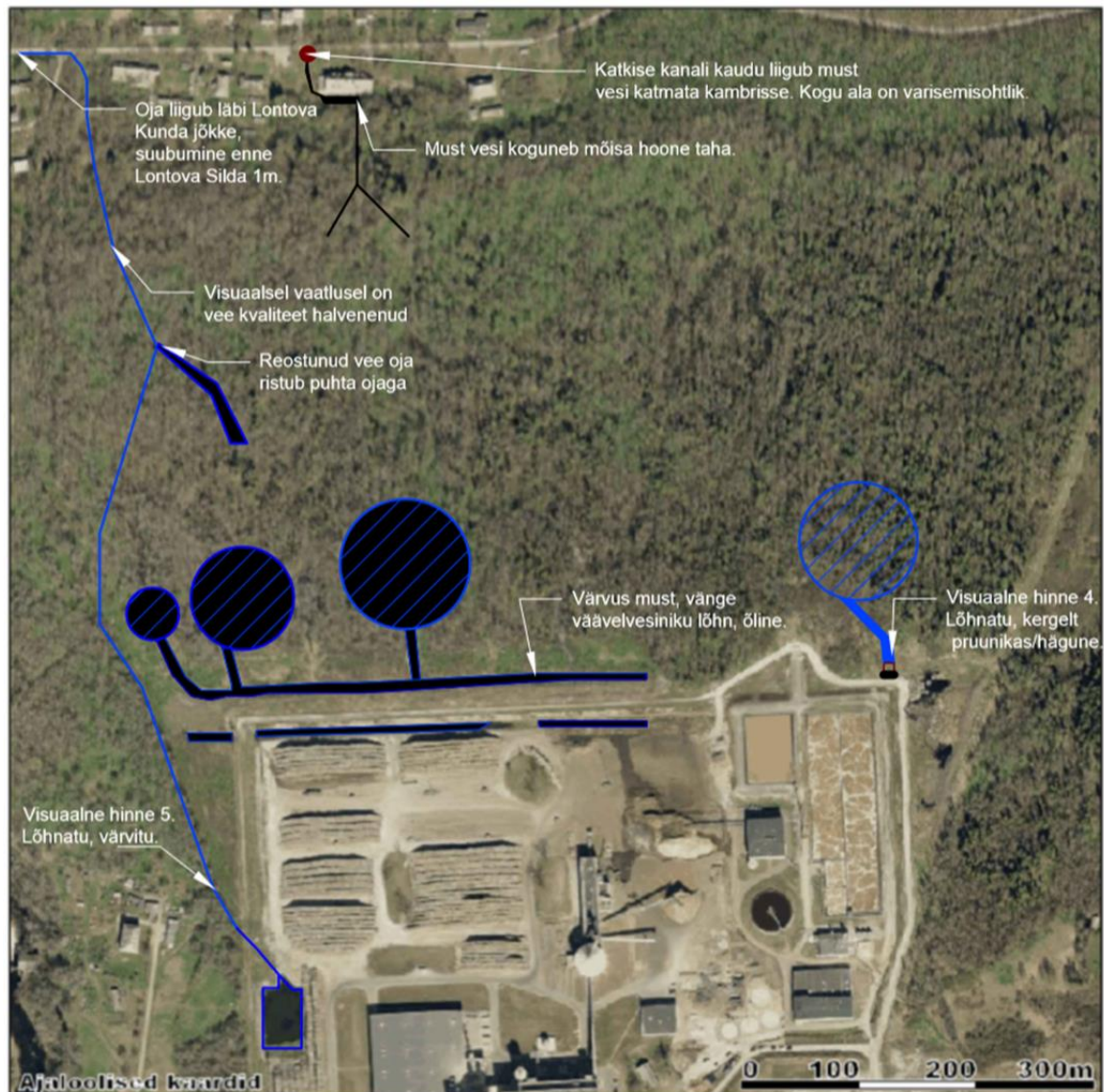
Käesoleva lõputöö eesmärgiks on välja selgitada AS Estonian Celli sademeveesüsteemi olemasolev olukord ning leida parim võimalik lahendus olemasoleva süsteemi ümberehitamiseks. Samuti

tuleb leida vastus Lontova elanike küsimusele, et miks Estonian Celli loodusesse juhitud sademevesi lõhnab ebameeldivalt ning on musta värvi. Modelleerimiseks on töös kasutatud arvutitarkvara SUMO.

Töö koosneb kahest osast. Esimene osa annab ülevaate olemasolevast sademeveesüsteemi olukorrast ning sademevee koostisest. Töö teises osas modelleeritakse SUMO tarkvara abil Estonian Celli aeroobne reoveepuhasti, et näha millist mõju avaldaks sademevesi reoveepuhasti tööle. Eesmärgiks on teada saada Estonian Celli territooriumilt kogutud sademevee mõju aeroobsele reoveepuhastile.

1. Sademeveesüsteemi algne olukord ja selle hindamine

Estonian Celli sademeveesüsteemi algse olukorra hindamiseks viis töö autor läbi sademeveesüsteemi kaardistamise, mille käigus selgus sademevee täpsed kogumiskohad, sademevee teekond Kunda jõkke ja immutuspiirkonnad. Samuti oli vaja selgeks teha sademevee visuaalne, aromaadne ja keemiline kvaliteet. Esmane vaatlus toimus 20.04.2018 ning tegemist oli vaatluse jaoks parima ajaga, sest kestmas oli suurvee periood, kus sademeid oli palju ja sademeveesüsteem töötas maksimaalsel võimsusel. Vaatluse ja veeproovide võtmise käigus tuvastas autor kolme erineva kvaliteediga sademevett. Järelduste ja uuringute järgselt koostas autor joonise 1.1 ning eraldi on välja toodud ka järeldused vastavalt analüüsidele ja visuaalsele vaatlusele.



Joonis 1.1 Sademeveesüsteemi algne olukord

Visuaalse monitooringu käigus tuvastati kolme erineva kvaliteediga sademeveett:

1. Visuaalselt väga hea kvaliteediga sademevesi – äravool saab alguse nn parditiigist, suubub Kunda jõkke (suue 1 m enne Lontova silda, seikluspargi krundil), kus poolel teel ristub musta vee ojaga, mille tõttu kannatab visuaalsel vaatlusel vee kvaliteet (vee värvus muutub tumedamaks, esineb vahutamist ja kergelt vesiniksulfiidi lõhna). Joonis 1.2.
2. Visuaalselt hea kvaliteediga sademevesi (lõhnatu, kergelt pruunikas, esineb kerge vahutamine) – äravool algab EC territooriumil asuvast kraavist (aeroobsest puhastist idas). Territooriumilt väljas on äravoolu kraav ca 20 m pikk, pärast hajub sademevesi laiali (Joonis 1.3).
3. Visuaalselt väga halva kvaliteediga sademevesi (koguseliselt kõige rohkem) (musta värvi, tunda on tugevat vesiniksulfiidi lõhna, vahutamine, õline) – Joonisel 1.4 musta värvi. Suubub kolme lühikese ca 20 m pikkuse oja kaudu pea-kraavist (territooriumilt väljas) metsa alla. Imub maasse, kohati tekitab märgalasid. Hiljem maapinna langedes tekitab Lontova mäenõlval vähemalt 3 suuremat oja, mis omakorda ühinevad. Suurim kahju tekib Lontova tee 12 krundil (kinnistu nr 35418), kuhu musta vee oja välja jõuab. Hoone tagumisel küljel on tekkinud üleujutatud ala, kust tõenäoliselt imub sademevesi hoonesse sisse. Hoone tagumisele küljele on rajatud tugimüür ning sellest veel nõlva poole pealt lahtine kanal nõlvalt valguva vee juhtimiseks hoonest mööda. Kanal on täitunud nõlvalt erodeerinud pinnasega (võimalik, et pinnase surve ka kokku surutud) ning seetõttu on vesi sattunud pikemat aega üle tugimüüri hoone taga asuval juurdepääsule. Enne teed asuvast ca 2x2 m tellistest laotud kambrist edasi kulgeb ca DN250 keraamilistest torudest torustik ca 90 m Lontova tee 5 krundil, kus suubub kraavi. Kogu kanal ja kamber, kuhu vesi lõpuks suubub on väga halvas seisukorras ja kogu ala on varisemisohtlik. Halvas seisukorras olevast kanalist on näha, et seal voolav sademevesi on must, vahutab ja tunda on vesiniksulfiidi lõhna.

Järeldus:

1. Territooriumi põhja osa kraavidesse juhitud sademevesi on endaga platsilt kaasa vedanud komposti ja komposti nõrgvett. Selle tulemusena on need ajaga sattunud sademeveesüsteemi kraavidesse ja kompost on settinud kraavide põhja. Kraavide põhjas tekib anaeroobne keskkond ning tänu kõrgele KHT tasemele nõrgvees tekib H₂S.



Joonis 1.2 Autori foto, tehtud 20.04.2018. Visuaalselt väga hea kvaliteediga sademevesi



Joonis 1.3 Autori foto, tehtud 20.04.2018. Visuaalselt hea kvaliteediga sademevesi



Joonis 1.4 Autori foto, tehtud 20.04.2018. Visuaalselt väga halva kvaliteediga sademevesi

Joonistelt 1.2-1.4 on ka visuaalselt selgesti eristatav erineva kvaliteediga sademevesi. Kõige halvema kvaliteediga sademevesi on EC põhja osa kraavidesse juhitud sademevesi, sest see läbi EC kompostimise väljaku ja uhub kaasa komposti ja selle nõrgvett. Vaatluse käigus oli põhja poolsete kraavide ääres selgelt ja tugevalt tuntav väävelvesiniku intensiivne lõhn (Joonis 1.4). Visuaalsel vaatlusel tundus põhja kraavis olema ka õlireostus, mida iseloomustasid naftasaadustele omased laigud vee pinnal. Hilisema veeproovide võtmise käigus põhjapoolsest kraavist naftasaaduseid sademeveest ei tuvastanud. Visuaalne vaatlus andis kinnitust, et EC territooriumilt juhitakse loodusesse kolme erineva kvaliteediga sademevett, millest üks osa (põhjapoolne peakraavi sademevesi) vajaks kindlasti enne loodusesse juhtimist puhastamist. Ülejäänud sademevesi (biotiiki läbiv ja kirde kraavi väljund) vastavad nõuetele ja nende täiendav puhastamine ei ole vajalik.

1.1 Sademevee keemiline koostis

Esimesed proovid sademeveest võeti lõputöö jaoks 20.04.2018. Tegemist oli suurvee perioodiga ja sademevee keemilised karakteristikud viitasid kõrgele reostatuse tasemele. Visuaalselt oli tuvastatav suur sademevee koormus kraavidele ning samuti oli selgelt eristatav erinevate kraavide sademevee kvaliteedi erinevus. Proovid võeti visuaalse monitooringu käigus tuvastatud erineva kvaliteediga sademevee kraavidest/väljalaskudest, mille skeem on nähtav Jooniselt 1.1. Tabelis 1.1.1 on välja toodud veeproovide tulemused. Antud analüüsid on tehtud EC laboris.

Tabel 1.1.1 Kraavidest võetud proovid sademete rohkel perioodil 20.04.2018

Jrk nr	Asukoha nimetus	pH	Elektrijuhtivus μS/cm	N _{üld} mg/l	P _{üld} mg/l	heljum mg/l	KHT mg/l	KHT-filtr mg/l
1	Peakraavist loodepoolne	7,15	1133	1,38	0,87	20	154	67
2	Peakraavi keskel	7,62	2400	28,6	2,37	20	519	488
3	Peakraavist väljund metsa-põhja suund	7,83	2060	21,4	2,09	10	244	210
4	Kirde kraav aeratsiooni taga	7,59	961	3,64	0,42	40	49,5	47,6
5	Tiik väljund	8,01	1088	0,48	0,03	20	15	11,6
	NÕUDED	6-9	μS/cm	45 mg/l	1 mg/l	40 mg/l	125 mg/l	

Tabelist 1.1.1 on näha, et põhja poolse peakraavi sademevee kvaliteedi näitajad on kõige halvemad. KHT on lubatust 4 korda kõrgem. Sellest võib järeldada, et sademevesi uhub kraavidesse palju platsi peal olevat komposti, mis mõjutab üldist sademevee kvaliteeti. Ametlikud proovid võetakse kontrollkaevudest (joonis 1.5.1), mille proovid on korras, sest sademevesi on imunud eelnevalt pinnasesse ja see läbi puhastunud. Sellegi poolest on ajalugu näidanud, et kõrge KHT on tekitanud Lontova kraavides probleeme ning edaspidi ei ole enam mõistlik peakraavi sademevett loodusesse juhtida. Tugevad lõhnahäiringud Lontovas on tingitud reostunud sademeveest.

Positiivse poole pealt on tabelist 1.1.1 näha, et sademevee pH on kõikides punktides nõutud piirides. Kuna EC tiigi väljund suundub otse Kunda jõkke, mis on neljanda kategooria Natura ala jõgi, siis pH nõuded on jõkke suunatud sademevees ning heitvees ranged. Tegemist on Eesti ühe tähtsaima lõheliste kudemise jõega ning kontroll loodusesse juhitud vete üle on väga tugev.

Peakraavide sademevees esinevad probleemid ka fosforiga. Kui võrrelda tiigi väljundist võetud fosfori proovi (0,03 mg/l) ning peakraavi fosfori proovi (2,37 mg/l), siis nende vahe on pea kaheksakümne kordne. Tiiki juhitud sademevesi ei läbi enam kompostimise väljakut. See näitab selgelt seda, et peakraavi juhitud sademevesi on tugevalt mõjutatud kompostimise väljaku kompostist ja selle nõrgveest.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuses tehtud naftasaaduste test näitas 09.05.2018, et naftasaaduseid on sademevee kraavist võetud proovis alla 20 μg/l. Saadud tulemus on positiivne, sest sellest saab järeldada, et loodusesse juhitud sademevesi on naftasaadustest puhas. Pikaajaliselt tehtud naftasaaduste testid kinnitavad seda samuti. Sellest saab lähtuda ka sademevee pumpla ehitamisel. Välja saab jätta projektist õlipüüdari, sest EC platsi sademevees ei ole naftasaadused probleemiks. Võimalusel saab alati õlipüüdari pumplasse lisada, sest

naftasaaduseid reoveepuhasti reoveest ei eemalda. Samuti võivad naftasaadused pärssida reoveepuhasti tööd ning hiljem juhitakse kõik naftasaadused suublasse (Mahu laht).

Tabel 1.1.2 Kontrollkaevudest võetud proovid 09.05.2018

Pos.nr	pH	Elektrijuhtivus	NH ₄ -N	KHT
		µS/cm	mg/l	mg/l
1	7,48	2600	1,18	27,52
2	7,14	1042	0,39	9,36
3	7,2	882	1,12	13,68
4	7,18	1324	0,78	28,48
5	7,64	627	0,28	28,96
6	7,39	1771	1,1	32,56

Territooriumil asuvad ka kontrollkaevud (joonis 1.5.1), millele peab olema tagatud ligipääs proovi võtmiseks. Antud kaevudest teostab seiret ka Keskkonnainspektsioon. Nendest kaevudest võetud proovide sademevee proov on lahjem, sest pinnas on juba sademevett filtreerinud. Kontrollkaevudest võetud proovid on seni vastanud sätestatud piirväärtustele. Kontrollkaevudest võetud proovid on tabelis 1.1.2.

1.2 Kompostikäitlus

EC-s tekib suurtes kogustes liigmuda. Puhta liigmuda kasutamine põllul on seadusega keelatud. Põldudel kasutamiseks tuleb eelnevalt liigmuda kompostida. [3] EC reovee ümbertöötlemisel tekkiv liigmuda eemaldatakse protsessist ja segatakse haavakoorega. Saadud segunenud massist moodustatakse aunad, kus aeroobsete mikroorganismide abil algab stabiliseerimise protsess, mille käigus muudetakse bakterite ainevahetuse tulemusel sisendtoorained mulla komponentideks. Materjali temperatuur peab aunades tõusma kuuekümneme kraadini ning siis saab jätke materjali järelkomposteerimiseks. Kompost on edukas aseaine mineraalsele väetisele, sest orgaaniliste ainete vajadus põllumajanduses aina kasvab. Lisaks sellele on tagatud fosfori taaskasutamine. [4]

EC liigmudaga on segatud ka klinkritolmuga ja EMÜ on teinud katseid ning uuringuid antud segu tõhususe kohta põldude väetamiseks. EC liigkmuda ja selle segu klinkritolmuga suurendasid kartuli saagikust samaväärselt traditsioonilise veisesõnnikuga. Hea mugulasaagi kasvatamiseks vajavad kartulitaimed palju rohkem toitaineid, kui orgaanilisest väetisest vabaneb. Mineraalsete ja orgaaniliste väetiste koos kasutamine tagab kasvatajale maksimaalse mugulasaagi. Enamsaagist saadud tulu peab katma transpordiga kaasnevad kulud ja orgaaniliste väetiste laotamise kulud, et

antud lahendus muutuks tootja jaoks aktsepteeritavaks. Uuringute tulemusena on välja toodud piirväärtused, millal EC segu kasutamine muutub põllumehe jaoks tasuvaks. [3]

Paberi- ja tselluloositööstuse komposti on võimalik kasutada põllumajanduses ja aianduses. Selline komposti kasutus aitab vähendada materjali ladestamist prügilatesse. Nimetatud tööstustes tehtav kompost sisaldab keemiliselt modifitseeritud puitkiudu koos mitmete keemiliste saasteainetega. Täpne komposti koostis sõltub veskisse siseneva puitmaterjali iseloomust, puidu keemilise töötamise protsessist ning sellest milliseid materjale ettevõttes komposti valmistatakse kasutatakse. Sageli on erinevate paberi- ja tselluloositehaste toodetud kompost erineva keemilise koostisega. [5]

EC liigmuda on lämmastikurikas ning soodne süsiniku ja lämmastiku suhe loob eeldused selle intensiivseks lagunemiseks. See tagab taimede varustatuse toitainetega. Kuna raskemetallide sisaldus EC jääkmudas on väike ning ei ületa sõnniku ega ka Eesti muldade huumushorisoni vastavaid sisaldusi, siis tegemist on ohutu lahendusega keskkonnale. Klinkritolmu lisamine EC kompostile suurendab plii sisaldust, kuid kasutatud segudes jäi see näitaja teostatud katsete puhul lubatud piirnormidest väiksemaks. Katsekohtade muldades ei muutunud katseperioodi käigus raskemetallide sisaldus märkimisväärselt. Ka Na kõrge sisaldus EC jääkmudas ei põhjustanud mulla sooldumisindeksi suurenemist piirini, mis omaks mullale ohtu. EMÜ teadlased ei ole seni tuvastanud liigsest Na-st või muudest faktoritest tulenevaid püsivaid negatiivseid mõjusid EC komposti kasutamisel mulla kvaliteedile. [6]

Tabel 1.2.1 Haava puitmassi liigmuda ning selle klinkritolmuga segu koostis [7]

Parameeter	Haava puitmassi liigmuda 2009	Haava puitmassi liigmuda ja klinkritolmu segu 2009-2011 keskmine \pm SE
Kuivaine (%)	15,5	24,2 \pm 0,5
pH _{KCl}	7,4	10,5 \pm 0,4
N _{üld} , %*	4,0	3 \pm 0,2
P, %*	0,25	0,3 \pm 0,07
K, %*	0,44	2,3 \pm 0,7
Ca, %*	2,95	10,9 \pm 0,33
Mg, %*	0,64	1,2 \pm 0,22
C, %*	45,4	26,4 \pm 1,5
C/N	11,3	9 \pm 0,7

*% kuivaine kohta

Tabelist 1.2.1 võib järeldada, et EC liigmuda on väikse kuivaine sisaldusega (15,5%). N_{üld} sisaldus on seevastu suur ning C ja N suhe on 11,3. Klinkritolmu lisamisel suurenes saadud segus Ca, Mg

ning K sisaldus. Lisaks sellele tõusis saadud segus pH, sest klinkritolm on aluseline. Mõlemas segus esineb ka Na ja raskemetalle, kuid EMÜ katsed on näidanud, et see ei ohusta perioodilisel kasutamisel põllumulla kvaliteeti ega ületa väetamisel ettenähtud piirnorme. [7]

Tabel 1.2.2 Kompostimisväljaku kompostist võetud proovid 14.09.2018 [8]

Jrk. nr.	Parameetri nimetus	Tulemus, %	Laiendmääramatus, %, k=2	Analüüsimeetodi alus
	ELEMENTIDE SISALDUS (kuivaines)			
1	S	0,625	± 0,150	PMK-JJ-4C *
		Tulemus, mg/kg	Laiendmääramatus, mg/kg, k=2	
2	Zn	250	± 62,5	PMK-JJ-1A *
3	Cu	28	± 7,00	PMK-JJ-1A *
4	Hg	0,013	± 0,003	PMK-JJ-2B *
5	Cd	4,54	± 1,14	PMK-JJ-2B *
6	Pb	3,45	± 0,860	PMK-JJ-2B *
7	Cr	2,18	± 0,545	PMK-JJ-2B *
8	Ni	6,30	± 0,158	PMK-JJ-2B *
		Tulemus		
9	Kuivaine (%)	31,9		Gravimeetria
10	N _{üld} (kg/t) (tootes)	8,3		Kjeldahl'i meetod
11	P _{üld} (kg/t) (tootes)	1,1		Märgtuhastus + ICP/OES
12	K (kg/t) (tootes)	2,4		Märgtuhastus + ICP/OES
13	Orgaaniline aine, (%) (kuivaines)	71,6		GOST 27980 – 88 *

* Analüüsimeetod ei kuulu akrediteeritud meetodite hulka

Tabelist 1.2.2 saab järeldada, et kompostimisväljaku komposti keemiline koostis on piisav selle jaoks, et kompost ise ning selle nõrgvesi suudaks mõjutada EC territooriumi sademeveett. Mõju sademeveele määrab ka komposti kogus, mida parasjagu EC territooriumil hoitakse. Mida rohkem on EC territooriumil komposti, seda suuremat mõju avaldab see platsi põhja osa kraavidele ning sinna valguvale sademeveele. EC komposti mõju muldadele on uuritud EMÜ poolt ning tulemused on pigem positiivsed. Siiski ei saa samasugust järeldust üle kanda EC komposti mõjust sademeveele, sest tegemist on pidevalt kestva protsessiga, kus sademevesi seguneb järjepidevalt EC kompostiga ning segunenud sademevesi kandub samadesse kraavidesse ja sealt edasi Kunda jõkke. Kraavides tekib toitainete üleküllus ja kõrge KHT probleem ning see on aluseks ka erinevate probleemide tekkele (H₂S lõhnaäiring, reostunud sademevee juhtimine Kunda jõkke, komposti kogunemine kraavide põhja).

Kuna EC kompost ning selle nõrgvesi mõjutab tugevalt territooriumi põhja osa sademevee kvaliteeti negatiivselt, tõstes tugevalt ka sademevee KHT-d, siis tuleks kaaluda reostunud sademevee juhtimist aeroobsesse puhastisse. See võimaldaks puhastada reostunud sademevett kõige efektiivsemalt ning oleks stabiilselt kõige töökindlam lahendus sademevee puhastamiseks. Võimalik oleks kaaluda ka biotiiki alternatiivina reostunud sademevee puhastamiseks, kuid see nõuaks täiendavaid katseid ning kokkuvõttes ei osutuks nii efektiivseks ja töökindlaks lahenduseks kui sademevee aeroobsesse puhastisse juhtimine.

1.3 Sademevee immutamine ja juhtimine Kunda jõkke suubuvasse kraavi. Koguseline arvestus

Prognoositav sademevee kogus arvutatakse vastavalt kogumisala pindala ja keskmise sademete hulga järgi. Aastane prognoositav sademevee koguse arvutus on leitav tabelist 1.3.1.

Territooriumi üldpindala (Maa-ameti andmed): 798 038 m²

Sademevee kogumisala pinnad:

- Katuste pindala sadevee mahavooluga – 20 000 m²
- Asfalteeritud pind koos restkaevudega – 42 000 m², koos parklaga
- Tööstuse murukattega roheala pindala – 71 000 m²
- Killustiku + kruusa pindala – 59 000 m²
- Veekogude pindala – 19 000 m²
- Betoneeritud alade pindala – 4 000 m²
- Kompostimisväljaku pindala – 40 000 m²

Seega sademevee kogumisala kokku 255 000 m²

Sademevee keskmine hulk 589 mm aastas (30 aasta keskmine Kundas). [9]

Eestis on pindmise äravoolu arvutamise aluseks standard EVS 848:2013, antud valemit saab kasutada kuni 200 ha sademevee kokkuvooluga alade puhul:

$$Q = q * k * a$$

kus,

Q- sademevee arvutusäravool - l/s

q - arvutusvihma intensiivsus l/s - ha

k - keskmine äravoolutegur

A - pinna / valgala suurus – ha

Tabel 1.3.1 Aastane prognoositav sademeveekogus

Pinnakate	Koefitsient	Pindala (ha)	Pindala (m ²)	Veekiht (m)	Veekogus (m ³)
Haljastus	0,2	7,1	71000	0,59	8378
Killustik + kruus	0,3	5,9	59000	0,59	10443
Asfalt	0,8	4,2	42000	0,59	19824
Katused	1	2	20000	0,59	11800
Veekogud	0	1,9	19000	0,59	0
Betoon	0,8	0,4	4000	0,59	1888
Komposteerimisväljak	0,3	4	40000	0,59	7080
Kokku		25,5	255000		59413

Arvutuste tulemusel on saadud Estonian Celli aastaseks prognoositavaks sademevee koguseks 59 413 m³.

1.4 Sademevee kogumise ja juhtimise kirjeldus

Platside ja enamuse hoonete all on killustikdrenaaž. See võimaldab pinnasevee ja sademevee voolamist aluspinna loomuliku kalde suunas (kagu-loode kuni lõuna-põhja suund). Killustiku kihi paksus küündib paiguti kuni 2 meetrini. Kohtades, kus kildu on vähem, paikneb selle all liivpinna, mille filtratsiooniomadused on rahuldavad.

Lõunakraav kogub kokku lõunapoolse vihmavee ja osa pinnaseveest. Vesi suunatakse poole kraavi pikkuse pealt kirdeserva ja imbub sealt metsa. Poole kraavi pikkuse pealt suunatakse kraav läbi tiigi kraavi tehase loodenurgas, mis suundub põhja poole.

Tehaseala põhjaservas on kaks kraavi, kuhu suunatakse ülejäänud veed, mis lõunakraavi ja tiiki ei jõua. Kraavid on jagatud vaheseintega sektsioonideks, nende eesmärk on hoida vesi kraavis. Esimesest kraavist liigub sademevesi torustikega (6 toru otsa) teise immutuskraavi. Sademevee kogumise ja juhtimise kaart on lisatud lisadesse (Lisa 1).

1.5 Sademevee puhastamine

Parklast ja edela poolsest platsi osast kogutud sademevesi läbib enne kraavi juhtimist tiiki, mille kogumahutavus on 2200 m³. Tiigi eesmärk on immutada ja setitada sademevett. Tiigi väljavoolu kraavi ja kogumiskraave puhastatakse perioodiliselt sinna kogunenud prahist.

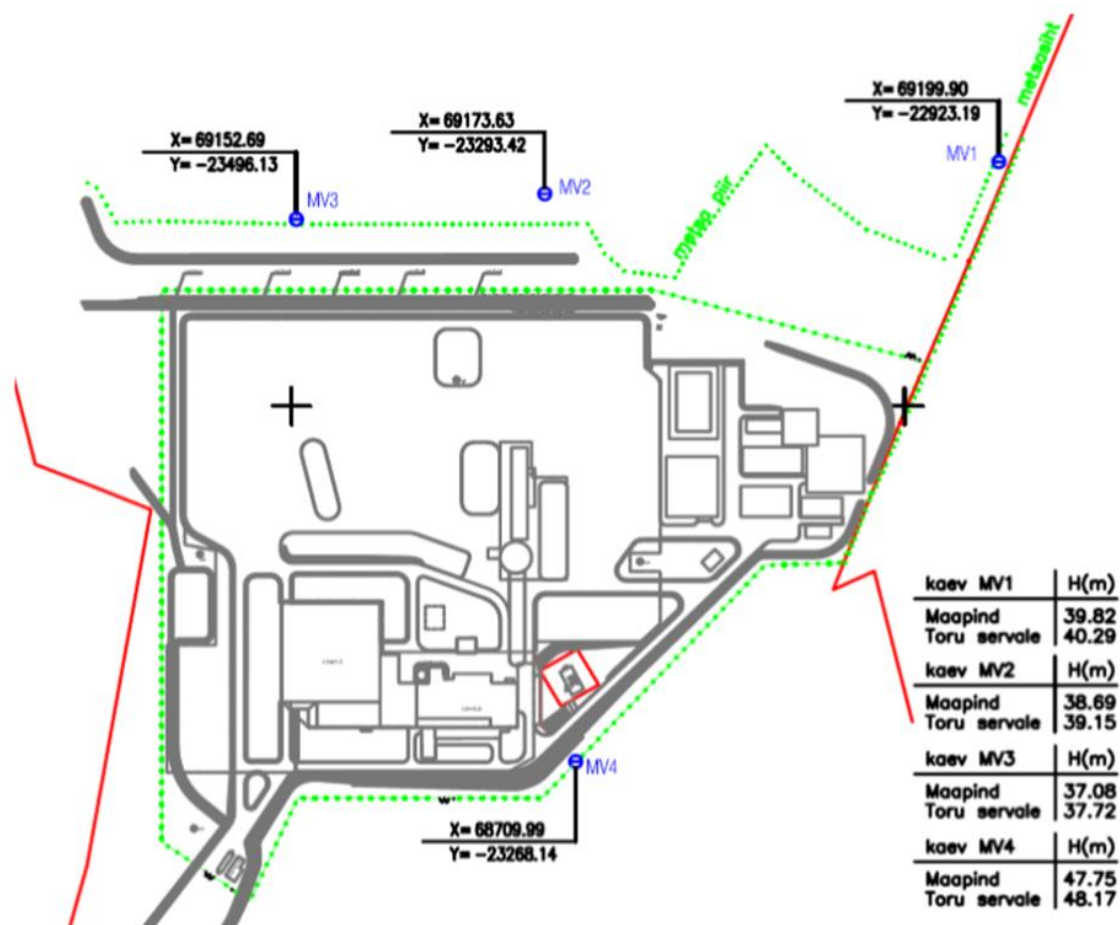
Tehaseala põhjaserva rajatud kraavid on immutus- ja settimiskraavid. Need on rajatud liivakihti, mille filtratsioonimoodul on 1-5 m/d. Esimese kraavi ülesandeks on kokku koguda valguv vesi,

ühtlasi ka kinni pidada lumesulamis- ja vihmavetega sinna sattuda võiva puiduprahi, pinnud, võimaliku saepuru. Kraave puhastatakse käsitsi regulaarselt.

Imbumine pinnasesse toimub loomulikul teel. Kuna kraavid on rajatud liivakihti, mille filtratsioonimoodul on hea, siis satub vihmavesi kergesti metsa pinnase toiteks. Rohkete sademete korral võib valguda sademevesi kraavidest otse metsa alla. Monitoorimine sademete rohkel perioodil on näidanud, et suurvee korral ei teki üleujutusi metsa all. Suurem osa sademeveest voolab Lontova mäest alla Kunda jõkke (suubla asub Lontova silla kõrval).

1.6 Saasteainete seire ja suubla seire. Ohtlikud ained.

Sademevette ohtlikke aineid ei juhitata. Loodusesse juhitavale sademeveele teostatakse visuaalset seiret kraavides ja tiigis ning võetakse proove vähemalt üks kord aastas (sademete rohkel perioodil tihedamini), mida analüüsitakse laboris (pH, BHT₇, P_{üid}, N_{üid}, KHT). Naftasaaduseid ja heljumit seiratakse vähemalt üks kord kvartalis. Leitud reostuse korral selgitatakse ja uuritakse koheselt välja reostuse põhjus. Esinduslike proovide võtmiseks on olemas 4 kontrollkaevu. Asuvad joonisel 1.6.1 märgitud koordinaatidel:



Joonis 1.6.1 Kontrollkaevude skeem [4]

1.7 Kunda jõgi

Kunda jõe seisund on osaliselt seotud EC sademeveega. Kuna EC sademevee kraavid suubuvad Lontova asulast Kunda jõkke, siis on oluline, et jõkke suubuv sademevesi vastaks keskkonnaparameetrites seadustatud nõuetele.

Kunda jõe pikkus on 64 km ja valgla pindalaks hinnatakse 530 km². [10] Kunda jõel on mitmekesine ökoloogia. Tuvastatud on vähemalt 25 liiki kalu ning tegemist on ühega vähestest lõheliste kudemise jõega Eestis. Kunda jõest on leitud järgmisi kalu: võldas, luukarits, ahven, ogalik, merisutt, ojasilm, meriforell, jõesilm, lõhe, vikerforell, harjus, haug, merisiig, meritint, särg, säinas, teib, turb, lepamaim, viidikas, rünt, latikas, vimb, luts, trulling. Noorkalade kasvuks ja lõheliste kudemiseks on Kunda jõel sobivaid kohti 1,5 hektarit. Seda umbes ühe kilomeetri ulatuses. Ka EC sademevesi suubub Kunda jõkke sellel samal kudemiseks sobilikul kilomeetril. Jõe põhi koosneb antud löigul kividest, liivast ja kruusast. Vee- ja põhjataimestikku leiab ainult jõe alumisest osast. Mujal on laialt levinud vesisammal. Teadlaste arvates tuleb igal aastal Kunda jõkke kudema üle 2000 lõhe. [11]

Lisaks EC sademeveele suubub Kunda jõkke ka veel näiteks Kunda Nordic Tsemendi heitvesi ning Kunda suletud prügilas puhastatud nõrgvesi (loa nr: L.VV/329233). Kunda suletud prügilas puhastatud ja jõkke suunatavale nõrgveele on kehtestatud järgmised saasteainete koguste piirmäärad: KHT 125 mg/l, pH 9, kahealuselised fenoolid 15 mg/l, BHT₇ 25 mg/l, heljum 35 mg/l, P_{üld} 2 mg/l, N_{üld} 15 mg/l. [12] Kunda jõge seiratakse igal aastal ja jõe seisundit peegeldavad analüüside tulemused. Tabelis 1.7.1 on välja toodud 26.01.2018 EKUK-i poolt Kunda jõest võetud proovide tulemused.

Tabel 1.7.1 Kunda jõe proovivõtukoht EC sademevee suubla juures [13]

Näitaja	Katsemeetod	Tulemus	Ühik
NH ₄	SFS 3032	0,032	mgN/l
BHT ₅	ISO 5815-2	2,1	mgO ₂ /l
Hõljuvaine	EVS-NE 872	2,6	mg/l
KHT (permanganaatne)	SFS 3036	7,2	mgO/l
Lahustunud hapnik (O ₂) (proovivõtul)	EVS-EN ISO 5814	83	%
P _{üld}	EVS-EN ISO 6878, sec 7	0,032	mg/l
N _{üld}	EVS-EN ISO 11905-5	4,0	mg/l
pH (proovivõtul)	ISO 10523	8,2	
Ni	EVS-EN ISO 17294-2	0,49	µg/l
Naftasaadused (süsivesikud C ₁₀ -C ₄₀)	EVS-EN ISO 9377-2	<20	µg/l
Fenool	STJnrU12D	<0,3	µg/l

2. Reoveepuhastusprotsess ja selle modelleerimine

Reoveepuhastust saab lugeda suurimaks tööstusharuks kui võtta arvesse töödeldud toormaterjali massi. Euroopas tuleb igapäevaselt töödelda ca $40 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ reovett. [14] Aastast 1920 kuni 1960 püstitati erinevaid hüpoteese selgitamiseks, kuidas toimib orgaanilise aine eemaldamine aktiivmuda abil. Ardeni ja Lockett'i originaal töös on esitatud näiteks teooriad, mida tänapäeval tuntakse koagulatsiooni-, adsorptsiooni- ja kolloidosakeste teooria nime all. Uued reoveepuhastuse protsessi lahendused, näiteks toitainete eemaldamine, on tinginud opereerimise keerukuse kasvu ja see omakorda on soodustanud üha keerukamate mudelite kasutusele võttu. [15]

Reoveepuhastite modelleerimise juured ulatuvad kolme aastakümne tagusesse aega. Selle ajaga on modelleerimine tõestanud, et tegemist on vajaliku abivahendiga reoveepuhastusjaamade projekteerimisel, opereerimise, kontrollimise ja koolituse juures. Modelleerimine on selle ajaga kasutust leidnud reoveepuhastusjaamades üle kogu maailma. [16] Modelleerimine on näidanud, et RVP opereerimine, kulu-tõhusus ja disaini täiustamine võivad märgatavalt paraneda kasutades saadud infot praktikas. Espoo reoveepuhasti näitel tehti modelleerimise abil märgatavad täiendused RVP opereerimise optimeerimisel. Tähtsaim avastus seisnes süsiniku doseerimise peatamises viimasesse anoksilisse tsooni, et vältida kergesti biolaguneva keemilise hapniku ülekandumist aeroobsetesse reaktoritesse. [17]

Mudelit saab defineerida kui matemaatilist esitlust või kirjeldust uurimisobjektiks olevast süsteemist. Mudel ei peegelda alati täpset olemasolevat olukorda reaalsuses. Ei ole võimalik koostada mudelit, mis kirjeldaks täpselt igat reoveepuhastussüsteemi organismi ja molekuli. Seevastu on võimalik koostada mudeleid teatud protsessi etappide kohta nii, et mudel annab lihtsustatud ülevaate reaalsest protsessist. Samuti aitab mudelite koostamine kokku hoida aega ja raha nii protsessi tehnoloogiate valikul, kui ka protsessi dimensioneerimisel. Lisaks on võimalik protsessi uuendamisel mängida mudelis eelnevalt läbi erinevaid stsenaariumeid, mis annavad edasiste otsuste tegemiseks väärtuslikku informatsiooni. [18]

Modelleerimise juures on tähtsaimateks aspektideks aja ja mastaabi mõõde. Aja perspektiivis saab jagada protsessi kolmeks. Esimene neist on nn statsionaarne olek. Teiseks dünaamiline mudel ning kolmandaks püsiv olek. Mudeleid kasutatakse sageli selleks, et kirjeldada protsessi dünaamilises olekus. Nii on võimalik jälgida mudeli muutumist ajas. Õige skaala määramine loob eeldused selleks, et saadud tulemused oleksid tõepärased. [18]

Modelleerimise eesmärgiks on [18]:

- saada ülevaade reoveepuhasti jõudlusest;
- läbi mängida võimalikud stsenaariumid reoveepuhasti uuendamiseks;
- hinnata uusi reoveepuhasti projekteerimise elemente;
- juhtkonna otsuste lihtsustamiseks ja toetamiseks;
- töötada välja uusi juhtimise skeeme;
- tagada operaatorite väljaõpe;
- anda kasutajale lihtsustatud ülevaade protsessi toimimisest.

Mudelite kasutamine loob võimalused parimate võimalike lahenduste loomiseks ning annab eeldused protsessi paremaks mõistmiseks. Uuringute tegijatel võimaldab mudelite kasutamine testida erinevaid hüpoteese ning seeläbi juhtida tähelepanu probleemidele, mis võivad tekkida teatud stsenaariumite korral. [18]

2.1 Anaeroobne töötlus

Lõputöö raames käsitletav sademevee pumpamise ja puhastamise protsess algab aerotankist, kuid vajalik on vaadelda ka anaeroobset reovee töötlust, mis asetseb EC-s enne aerobset puhastit. Aerotanki jõudev reovesi on eeltöödeldud ning reoainete kontsentratsioone reovees on enne aerotanki vähendatud.

Reovee töötlemise esimene aste on mehaaniline võretamine. Nii eemaldatakse liigsed kiud ja tahked ained reoveest, mis võivad kahjustada seadmeid. Seejärel toimub flotatsioon, mille eesmärgiks on eemaldada reoveest liigsed tahked osakesed. See saavutatakse reovette koagulanti ja polümeeri lisades. Tekivad flokid ning moodustunud helveste kogumid tõstetakse pinnale õhu ja vee segu abil. Veepinnale kergitatud helveste kogumid eemaldatakse kettkraabiga. Lisaks sellele tuleb reovesi enne anaeroobset töötlust jahutada, et temperatuur oleks mesofiilse anaeroobse töötluse jaoks sobiv. [19]

Anaeroobse protsessi eelduseks on hapnikuvaba keskkond, õige temperatuur, õige pH tase, piisav toitainete kontsentratsioon ning toksiliste ühendite puudumine, mis võiksid protsessi takistada. Tähtis osa protsessist on ka anaeroobsel biograanulil, mis sisaldab erinevaid tüüpi baktereid. Bakterid lagundavad orgaanilist ainet etappide kaupa lõpp-produktideks. Anaeroobse töötluse käigus väheneb reovees orgaanilise aine sisaldus mitmekordselt. See teeb hilisema aerobse töötluse oluliselt energiat säästvamaks, sest aereerimisele ei ole vaja nii suurt kogust energiat kulutada. Lisaks sellele kulub hiljem aerobse töötluse käigus vähem kemikaale vee

puhastamiseks. Aeroobne töötlus muudab kogu reoveepuhastusprotsessi kiiremaks. Väheneb ka reovee töötlemisel tekkiv liigkmuda kogus. [20] Kokku suudetakse anaeroobse töötluse käigus vähendada KHT-d kuni 75%. Lisaks sellele annab reovee anaeroobne töötlus EC-s biogaasi, mille metaani sisaldus on 76%-79%. Energeetiline väärtus on EC biogaasil 60 GWh aastas. Aastaseks biogaasi toodanguks on 7 400 000 m³ biogaasina. EC on valitud Keskkonnaministeeriumi poolt Eesti kõige keskkonnasõbralikumaks ettevõtteks just tänu biogaasi tootmiskompleksi käivitamisele ning samuti on see innovatiivne lahendus auhindu pälvinud ka mujal maailmas.

2.2 Aeroobne puhasti

Töös vajaminev ja modelleerimises käsitletav EC reovee puhastusprotsess koosneb aeroobsest puhastist ja järelsetitist. Edasi suunatakse heitvesi suublasse.

Eeltöödeldud ja jahutatud heitvesi voolab raskusjõu mõjul õhustamisbasseini (aeroobne puhasti). Aeroobses puhastis eemaldatakse eelnevast anaeroobsest vee töötlustest vette alles jäänud BHT₇ ja KHT, et suublasse juhitud vesi vastaks keskkonnakompleksloas sätestatule. Sissevoolav reovesi sisaldab lämmastikku ja fosforit, kuid sellest ei piisa mikroorganismide kasvuks. Aeroobsesse puhastisse tuleb lisada täiendavalt toitaineid (fosforhape ja karbamiid). Karbamiidipulbri lahjendamiseks kasutatakse puhastatud heitvett. Segamiseks kasutatakse mikserit. Õhustamisprotsess on aktiveeritud settevooluprotsess selektoritega. Esmalt siseneb reovesi kahte selektorisse. Selektorid on betoonseintega. Sisenevat reovett saab suunata käsitsi juhitava lüüsiga vastavalt esimesse või teisse selektorisse. Tavapäraselt on kasutusel mõlemad selektorid. Õhku lisatakse aeroobsesse puhastisse nelja puhuriga. Hapniku mõõtmisel tulev signaal kontrollib puhurite võimsust. Maksimaalse KHT koormuse puhul töötavad kolm puhurit ja üks on ootel. Järelsetitisse pumbatakse heitvesi edasi kahe pumba abil. [19]

Olemasoleva reoveepuhasti aeroobne puhastusprotsess koosneb ligi 50 000 m³ mahuga aeratsioonimahutist, mis omakorda jaguneb selektoriteks 1 ja 2. Mahuti kõrgus merepinnast on 44 meetrit ning sügavus 6,5 meetrit, nõlvusega 1/1,5. Protsessimahutid on ehitatud muldesesse rajatud HDPE geomembraan kattega basseinidena. Basseinidel on raudbetoon postidest ja elementidest vaheseinad, mis toetuvad mahuti põhja. Selektorite vaheseinad on osaliselt puidust. Kõik vaheseinad on mõeldud kahepoolsele koormusele ning on alt avatud. Mahuti ääres paiknevad õhutorustike vundamendid ning reovee kanalid ja rennid. Difuuserite kõrgus mahuti põhjast on 0,5 meetrit. Mahuti keskmisel vaheseinal paikneb ka käigutee, mis on rajatud kuumtsingitud metallist. Lisaks vaheseinale on mahuti põhjas killustikalusel ka teisaldatavad betoonblokid, mille külge on kinnitatud aeratsioonisüsteem. [21] Alfa faktor on 0,4. Alfa on üks

muutuvamaid faktoreid reoveepuhastuses, mis iseloomustab hapniku ülekannet. Ä mõjutab heljum, puhastisse juhitud reovee kogused, segamine, aereerimine jne. Alfa faktorist oleneb aereerimise efektiivsus. [22]

2.3 Aktiivmudaprotsess

Aktiivmudaprotsessi on süsiniku eemaldamiseks edukalt kasutatud peaaegu kogu sajand. Üldsuse teadlikkuse kasvamine ja avalik huvi keskkonnakaitse vastu on tinginud aja jooksul üha karmimad nõuded heitvee keemilistele karakteristikutele. Sellest on tingitud ka üha enam komplitseeritumad reoveetöötuse meetodid.

Aktiivmuda on mikroorganismide helbeline mass. Peamiselt koosneb see aktiivmuda bakterite ja ainuraksete kogumeist, orgaanilisest heljumist ning kolloidosakestest. Eelpuhastatud ja eelsetitatud reovesi juhatakse aerotanki, kus satuvad omavahel kontakti reovesi ja aktiivmuda. Vajalik on pidev õhuvool aerotanki, et garanteerida aeroobsetele organismidele eluks vajaliku hapniku koguse olemasolu. Aeratsiooniga tagatakse aktiivmuda pidev liikumine, nii välditakse aktiivmuda settimist reaktori põhja. Ülemäärane hapnik aktiivmuda ei riku, tekib ainult liigne energia ülekulu. Hapnikusisaldus on aktiivmudasegus kõige tähtsam näitaja. See ei tohi langeda alla 0,7 mg/l, kuid soodne vahemik on 1-2 mg/l. Kui reovee temperatuur on üle 20 °C, siis bakterite elutegevus intensiivistub. See toob endaga kaasa hapnikutarbimise suurenemise, kuid samas hapniku lahustuvus vees väheneb. [23]

2.4 Järelsetiti

Järelsetitis lahutatakse aktiivmuda aktiivmudapuhasti väljavooluveest. Protsess toimub raskusjõu abil. Kuna järelsetiti on viimane puhastusprotsessi komponent süsteemis, seetõttu järelsetiti töökindluse tagamine on väga oluline. Vastasel juhul suunatakse heitvesi koos eemaldamata või osaliselt eemaldatud aktiivmudaga suublasse. Järelsetiti ja suubla vahel enam puhvertsoone ei ole. Heitvesi juhatakse läbi torustiku ja pumplate otse suublasse. Samuti on järelsetiti opereerimisel suur töö operaatoril, kes peab jälgima, et sete ei viibiks järelsetiti põhjas liiga kaua. [24]

Maksimaalne tunnine vooluhulk EC järelsetitisse on 460 m³/h. Järelsetiti pindala on 2700 m². Sügavuseks on olemasoleval järelsetilil 4 meetrit. Teisene setitamine on imur-tihendusega selitusprotsess. Tihendusseade on kesksamba ümber. Pöörleval sillal on sagedusmuundur ja jõumomendi ning kiiruse lülitid. Olemas on ka pinnasette eraldamise süsteemid. Pinnasepuhastuslaba on kinnitatud pöörleva silla külge. [19]

2.5 Tagastusmuda

Aktiivmuda langeb selitusseadme põhja. Nelja imitoru kaudu imetakse sete põhjast seadme keskele olevasse settesalve. Sealt edasi voolab aktiivmuda raskusjõu mõjul tagastusmudana tagasi õhustusbasseini. Veetase settesalves on madalam kui teises basseinis ning selle mõjul liigub sete edasi. Iga aktiivmudaimemistoru saab avada ja sulgeda eraldi. Tavalise töörežiimi käigus on kõik torud täielikult avatud. Tagastusmuda voolab esimese selektoribasseini algusesse. Tagastusmuda voolu kontrollitakse lüüsi abil. [19]

2.6 Liigmuda eemaldamine

Liigmuda langeb järelsetiti tihendusosasse. Tihendusosa kesksamba ümber olev 10 meetrise läbimõõduga sügavam osa. Põhjas on settinud sette kuivaine ca 2-3%, mis soodustab allavoolu toimuvat tahendusprotsessi. Liigsete pumbatakse settemahutisse. Pumba võimsus sõltub settepaagi vedelikutasemest. Kui tase settepaagis väheneb, siis pumba võimsus suureneb ja vastupidi. Kui liigmuda tihendusosast ei eemaldata, siis võib sette juhtida tagasi õhustusse. See aitab vähendada sette ladestamist basseini põhja ning vähendada anaeroobsete tingimuste teket. Liigmuda kogus on eeldatavalt 10-25 % õhustuses vähendatud KHT-st. [19]

2.7 Reoveepuhasti optimeerimise tarkvara

Töös on kasutatud ettevõtte *Dynamita SARL* arvutiprogrammi SUMO 19 beta versiooni. Ettevõtte kirjeldab antud programmi kui kõige uuemat ja mitmekülgsemat dünaamilise simulatsiooni paketti, mis hetkel jaemüügis saadaval on. SUMO suudab väidetavalt pärast sisendparameetrite andmist kirjeldada täpselt väljundi kvaliteeti. Seejuures suudab SUMO arvestada koormuste kõikumistega ja hüdrauliliste piikidega. SUMO võimaldab kasutajal läbi mängida erinevaid töö ja kontrollimise stsenaariumeid lühikese aja jooksul. Probleeme ei tohiks tekkida ka kõige komplitseeritumate süsteemidega ja reoveepuhastite skeemidega. Modelleerida saab tööstuse- ja munitsipaal reoveepuhasteid. Programm on kasutusel üle kogu maailma. Sobib kasutamiseks nii reoveepuhastite projekteerijatele, ülikoolidele kui ka hiljem reoveepuhastite töötajatele. [25]

Peamised SUMO rakendusvaldkonnad on järgmised [25]:

- reoveepuhastite projekteerimine;
- puhastusprotsesside ning ressursside optimeerimine;

- modelleerimine kasutades innovaatilisi tehnoloogiaid ja protsessi skeeme.

SUMO programm on saadaval inglise, prantsuse, hispaania, korea, hiina ja jaapani keeles. Programmi meeskond on rahvusvaheliselt tuntud ja tunnustatud. Litsentsiga saab kaasa põhjalikud kasutusjuhendid koos abistavate näidetega. [25]

3. Sademevee juhtimine Estonian Celli reoveepuhastisse

Sademevee kvaliteedi uuringud näitasid, et kõige mõistlikum lahendus oleks halvema kvaliteediga sademevee (eelnevalt territooriumi põhja osa kraavidesse juhitud sademevee) puhastamine EC reoveepuhastis. Samuti on antud lahendus parim ka Lontova elanike jaoks, kes kurtsid lõhnahäiringu üle. Valitud sademevee puhastamise stsenaariumit kasutades ei jõua kompostväljaku nõrgvesi ja sademevee poolt kaasa uhutud kompost EC platsilt välja loodusesse ja Lontova asula kraavidesse. Pumpla ja survetorustiku ehitamise jaoks projekteeris Olio Projekt OÜ sademevee ülepumpamise projektlahenduse ning seejärel ehitati pumpla, mis juhib ühe osa sademeveest EC varu reservuaari (joonised lisades, leht 2, 3, 4 ja 5). Sealt edasi suunatakse kogutud sademevesi aeroobsesse puhastisse. Ehitustööde kogumaksumus oli 110 000 eurot. Ehitustööde mahutabel on toodud välja tabelis 3.1. Eelnevad uurimused ei sisaldanud infot puhastusprotsessi suunatud sademevee mõjust reoveepuhastile. Sademevee mõju reoveepuhastile on modelleerinud lõputöö autor ning tulemused on välja toodud järgmises peatükis.

Teostatud ehitustööd olid järgmised [26]:

- Olemasolevad sademeveekraavid puhastati setetest (sette orienteeruv maht 600 m³).
- Rajati sademevee pumpla ja torustikud. Kuivenduskraavist rajati pumplasse sissevoolutoru DN315 ja pumplast survetorustik De200 olemasolevasse puhasti settebasseini. Pumpla võimsus 20 l/s.
- Kuivenduskraavi betoonpaisudele paigaldati toruülevool. Kasutatud De315 sademeveetoru. Toru sissevool suunatud alla. Nii saab vältida ujuvprahi voolamist järgmisesse kuivenduskraavi osasse ja toru ummistumist. Ujuvprahi eemaldamist teostatakse vastavalt vajadusele visuaalsel monitooringul.
- Kuivenduskraavi väljavoolul likvideeritud. Toru sissevoolud kuivenduskraavist betoneeritud.
- Äärekivi paigaldus ca 260 m.
- Paigaldatud restkaevu luugid platsi äärde (De560).

- Paigaldatud sademevee äravoolutorud. Kasutatud De400 pooltorusid. Torudel ühendus restkaevust suubumisega olemasolevasse kuivenduskraavi. Torud kindlustatud erosiooni vältimiseks.

Tabel 3.1 Peamised ehitusmaterjalide ja –tööde mahud [26]

jkn.	Materjali nimetus	ühik	kogus
1	Torustiku ja trasside mahamärkimine	m	168
2	Kuivenduskraavi puhastamine ja pinnase planeerimine	m ³	600
3	Pinnase kaevemaht torustiku rajamisel	m ³	1370
4	Sademevee pumpla De2500 ja paigaldamine	kmpl	1
5	Sademeveetoru De315 ja paigaldamine	m	6
6	Sademeveetoru (surve) De200 ja paigaldamine	m	440
7	Hoolduskaev De1200	kmpl	1
8	Äärekivi paigaldus	jm	260
9	Sademevee restkaevude luukide paigaldus	tk	8
10	De400 pooltoru ja selle paigaldus	m	64
11	Torustiku suublate kindlustamine	kmpl	9
12	Ülevoolude rajamine betoonpaisudele	kmpl	4
13	Kuivenduskraavi väljavoolude likvideerimine	kmpl	5



Joonis 3.1 Autori foto, tehtud 26.03.2019. Rajatud sademevee pumpla

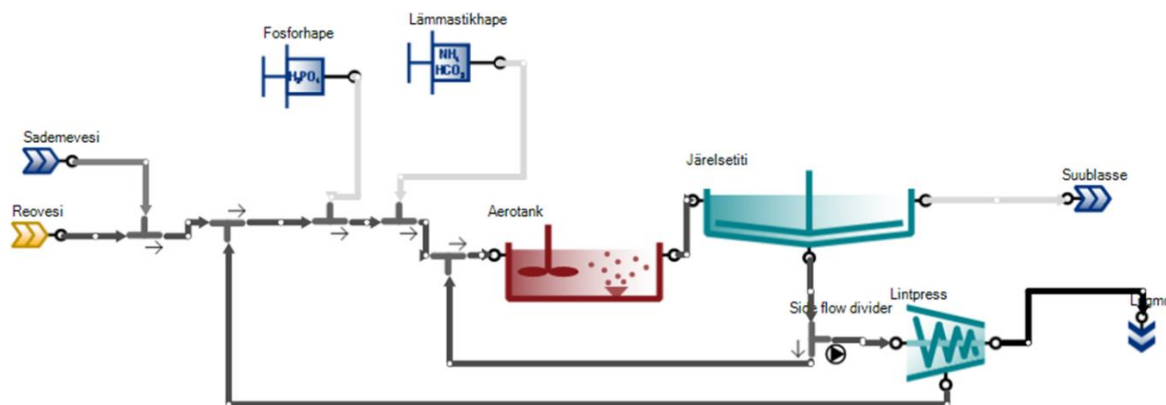


Joonis 3.2 Autori foto, tehtud 26.03.2019. Pumplast juhitakse sademevesi sademevee hoidlasse

Fotod on tehtud sademete rohkel perioodil. Jooniselt 3.1 on näha, et pumpla on sademevett täis ning vahutab (joonis 3.1). Samuti vahutab sademevee hoidlasse pumbatud sademevesi (joonis 3.2). Vahutamine annab märku sellest, et EC sademevesi sisaldab suures koguses heljumi. Kompostimisala lähedal asuvatest kraavidest võetud proovid on näidanud heljumi kogust ka 190 mg/l kohta. Kuna EC sademevette kandub suurel hulgal territooriumi kompostimisala komposti ja selle nõrgvett, siis mõjutab see omakorda ka sademevee kvaliteeti. Joonisel 3.1 nähtavat olukorda ei tohiks ideaalis veepuhastusjaama operaatorid lasta tekkida. Pumpla täitumisel võib tekkida olukord, kus reostunud sademevesi koguneb ja piisava koguse tekkimisel leiab väljapääsu EC territooriumilt. See omakorda tähendab seda, et reostunud sademevesi jõuab Lontova kraavidesse ja sealt edasi Kunda jõkke. Sademete rohkel perioodil peaks pumpla töötama nii, et EC põhjapoolse territooriumi osa sademevesi ei jõuaks territooriumilt välja. Kõik põhjakraavidest kogutud sademevesi tuleks pumbata koheselt sademevee hoidlasse. Hoidlas saab sademevett koguda ning hiljem juhtida edasi aeroobsesse puhastisse.

4. Estonian Celli reoveepuhastusprotsessi modelleerimine

Kasutades olemasolevat infot on võimalik modelleerida puhastusprotsessi töö vastavalt uutele reostuskoormustele. Selle jaoks on kasutatud reoveepuhastite simulatsiooniprogrammi Sumo, et koostada protsessi dünaamiline simulatsioon. Simulatsiooni käigus on võimalik teada saada rahalised lisa kulutused, mis tekivad sademevee juhtimisel reoveepuhastusprotsessi (näiteks lisa kulu aeratsioonile). Samuti on võimalik teada saada sademevee optimaalsed kogused, mida oleks mõistlik korraga juhtida reoveepuhastisse ühes ajaühikus. Samuti on võimalik hinnata, kas sademevee juhtimisega puhastisse kaasneb üldse mingisugune mõju protsessile. Töös modelleeritava EC puhastusprotsessi osa on toodud välja joonisel 4.1.



Joonis 4.1 Modelleeritav puhastusprotsess [13]

Kuna sademevesi suunatakse projekti järgi EC puhastis otse aerotanki, siis eelnevat anaeroobset töötlust modelleerida ei ole vaja. Vajalik on teada reovee omadusi enne aerotanki suunamist. Lisaks tavapärasele EC reoveepuhastusprotsessile sai mudelisse lisatud ka puhastusprotsessi stsenaarium kogutud sademevee lisamise korral EC puhastisse. Tabelis 4.1 on välja toodud EC reovee parameetrid antud etapid faasis, mahutite suurused, kemikaalide doseerimise parameetrid ja juurde lisatava sademevee parameetrid. Modelleerimisel ei kasuta töö autor SUMO tarkvara arvutatud fosfori ja lämmastiku koguseid süsteemis, sest antud parameetrid ei kattu reaalse olukorraga. Tegemist on tarkvara puudusega, mida tarkvara loojad võiksid tulevikus võimalus arendada. Küll aga on tähtis sisestada süsteemi doseeritavad fosfori ja lämmastiku kogused. Kuna EC näol on tegemist puidutööstusega, siis toitainete (fosfor, lämmastik) sisaldus reovees on piiratud. Neid lisatakse kunstlikul teel protsessi karbamiidi ja fosforhappe näol. Fosforit ja lämmastikku on vaja puhastusprotsessi lisada, sest vastasel juhul ei oleks seal piisavalt toitaineid bakteritele ja puhastusprotsess ei toimiks efektiivselt. Seega ei ole suublasse juhitud heitvees probleemiks lämmastiku ja fosfori kõrge sisaldus. Võrreldes näiteks olmereovee

puhastitega, siis Tallinna ORVP suublasse juhitud heitvees on 20 t fosforit aastas ja 376 t lämmastikku aastas [27]. EC puhul on vastavad näitajad 1 t/aastas ja 19 t/aastas [28].

Tabel 4.1 EC reoveepuhastus protsessi karakteristikud

Parameeter	arv	ühik
Mahutite suurused	arv	ühik
aerobne	3x1200 selektorid,3x8000 ASR	
anaerobne	4700	m ³
aerotankide sügavus	6,5	m
aerotanki maht	51191	m ³
järelsetiti	diameeter	33 m
	sügavus	4 m
	pindala	2700 m ²
	liigmuda	4300 m ³ /d
Anaerobne	arv	ühik
biograanulite kontsentratsioon	93	kg/m ³
tsirkulatsiooni vooluhulk	17	m ³ /min
P _{üld}	ca 0,2	m ³ /päevas
N _{üld}	6	m ³ /päevas 20 % lahus
PIX- Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,3	m ³ /d
biogaasi kogus aastas	7 400 000	m ³ , biogaasina
Aerotank	arv	ühik
aktiivmudakontsentratsioon	3,4	g/l
KHT enne aerotanki	3 000-5000	mg/l
KHT peale aerotanki	700-1000	mg/l
temperatuur aerotanki	35	°C
vooluhulk aerotanki	6000	m ³ /d
Kjeldahli lämmastik enne aerotanki	47	mg/l
P _{üld} enne aerotanki	7,7	mg/l

leelisus enne aerotanki	4,192	mg CaCO ₃ /l
suspendeeritud tahkised enne aerotanki	0,1	g TSS/m ³
filtreeritud KHT fraktsioon enne aerotanki	68	%
$\bar{\alpha}$	0,4	
kõrgus merepinnast	44	m
difuuserite kõrgused pörandast	0,5	m
difuuserite tihedus (difuuserite pindala/mahuti pindala)	0,24	m ² /m ²
Toitainete doseerimine aerotanki	arv	ühik
fosfori mass	69,9	kg/d
fosforhappe % lahuse massist	0,72	g·g ⁻¹
fosforhappe lahuse tihedus	1620	kg·m ⁻³
ammoonium bikarbonaadi mass	388	kg/d
ammoonium bikarbonaadi kontsentratsioon	1620	g/m ³
Sademevesi	arv	ühik
vooluhulk	163	m ³ /d
KHT	203	mg/l
Kjeldahli lämmastik	13,8	mg/l
P _{üld}	1,43	mg/l
H.a	3	g TSS/m ³
temperatuur	10	°C
filtreeritud KHT osakaal	84	%
Lintpress	arv	ühik
liigmuda kogused	20-23	t DS/d
liigmuda kuivaine sisaldus	80	%

Lämmastiku ja fosfori lisamiseks reovette kasutatakse karbamiid (NH₂CONH₂ 98 % sisaldus) ning fosforhappe (H₃PO₄ 72 % sisaldus, tihedus 1,62 g/l). Kemikaalid doseeritakse puhasti sissevoolu algusesse (enne mahuti sissevoolu).

4.1 Aerotanki parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite korral

Aereerimine on protsess, mis kujutab endast õhu juhtimist reovette. Protsess on vajalik selleks, et võimaldada mikroorganismidel läbi viia bioloogilist puhastust lagundades orgaanilisi ühendeid ja toitaineid ning moodustada uusi mikroorganisme. Toitainete eemaldamine reoveest on tähtis, sest toitainete rikka reovee (fosfor, lämmastik) juhtimine loodusesse võib viia tasakaalust välja ökosüsteemi. Toitainete rikkas vees võivad looduses hakata vohama vetikad, mis tekitavad veekogudes hapnikuvaeseid „surnud tsoone“. Kui vetikate kasv väljub kontrolli alt ning vetikad hakkavad kõdunema, siis ei ole võimalik vees elavatel organismidel kasutada piisavalt eluks vajalikku hapnikku ja nad surevad. [29] Bioloogilisel puhastamisel tuleb jälgida mitmeid parameetreid. Tähtis on näiteks pH tase aerotankis. See peab jääma vahemikku 6,5-8,5. Vastasel juhul ei suuda antud keskkonnas mikroorganismid ellu jääda. Samuti on bioloogilisel puhastamisel tähtis aeratsiooni süsteemi ühtlane jaotus, temperatuur (mikroorganismid on temperatuuritundlikud) õhumulli suurus, õhumulli liikumise teekonna pikkus (difuuserite asetus, aerotanki sügavus).

Alljärgnevas tabelis 4.1.1 on tulpadena välja toodud modelleeritud stsenaariumid aerotankis.

Tabel 4.1.1 Aerotanki parameetrite võrdlus

Parameeter	Tavapärase režiimi	Protsessi lisatud kogutud sademevesi
MLSS	3509 g TSS/m ³	3487 g TSS/m ³
KHT	6556 g KHT/m ³	6457 g KHT/m ³
BHT ₇	4669 g O ₂ /m ³	4594 g O ₂ /m ³
Hapniku omastamise kiirus	0,050 mg/O ₂ /l/h	0,15 mg/O ₂ /l/h
Õhu-kulu normaaltingimustel	44 382 m ³ /h	46 080 m ³ /h
Hapniku sisaldus õhumullides	19,1 %	19,1 %
Temperatuur	35 °C	34,34 °C

Modelleeritud tulemustest võib järeldada, et aerotanki lisatud sademevesi lahjendab tehasest tuleva reovee reoainete kontsentratsiooni. Antud mudelis on määratud sademevee hulgakas päevas EC territooriumi aasta keskmine sademevee kogus 163 m³. Tegemist on kogu EC territooriumi aastase sademevee kogusega, mis on jagatud 365 päeva peale. Pumplast sademevee

hoidlasse suunatakse ainult territooriumi põhja kraavide sademevesi (hinnanguliselt 3/5 kogu territooriumi sademevee mahust). Kui päevas lisada 163 m³ sademevett aerotanki, siis väheneb KHT ja BHT₇ kontsentratsioon reovees. Suurimaks protsessi töö mõjutajaks saab antud stsenaariumi korral lugeda temperatuuride erinevust ja temperatuuride erinevuse mõju protsessile. Kuna sademevee temperatuur on eeldatavalt keskmiselt 10 °C aastas [30], siis aerotanki juhitud sademevee kogus (163 m³/d) mõjutab kogu protsessis osaleva reovee temperatuuri 0,66 °C võrra jahedamaks. Kui tegemist on lume sulamise ajaga ja sademevee temperatuur on 0 °C lähedane ning sademevee kogused on suuremad, siis võib see temperatuuri aerotankis mõjutada kuni 1 °C. Seda juhul kui sademevesi juhitakse otse sademevee hoidlast aerotanki. Madalama temperatuuriga reovee aereerimine on efektiivsem, mida näitab tabelis ka hapniku omastamise kiirus. Temperatuuri muutus võib antud stsenaariumi puhul mõjutada negatiivselt aerotanki bakterite elutegevust.

Aereerimiseks kasutatava õhu-kogus EC-s on 45 000-56 000 m³/h. Ühe aereerimiseks mõeldud õhupuhuri jõudlus on 22 500 m³/h. Kokku on EC-s 4 õhupuhurit, millest 3 töötavad korraga 25% aastast ja 2 õhupuhuriga režiim on kasutusel 75% aastast. Ühe õhupuhuri tootlikkus on 22 500 m³/h. Kokku on võimalik puhastusprotsessi juhtida 90 000 m³/h. Ühe õhupuhuri võimsus on 550 kW. [21] Mudeli järgi sai autor aereerimiseks kuluva õhu arvutamisel piisavalt sarnased kogused võrreldes reaalse situatsiooniga, et teha järeldused aereerimiseks kuluva õhu koguste kohta eri režiimidel. Modelleerimise käigus selgus, et kui juhtida iga päev reoveepuhastisse 163 m³ sademevett (aastane sademevee kogus on jagatud ära päevade peale), siis tunnis kulub aereerimiseks õhku 1698 m³ rohkem. Protsentuaalselt suureneb õhu-kulu aereerimisel 3,68 %.

4.2 Liigmuda parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite

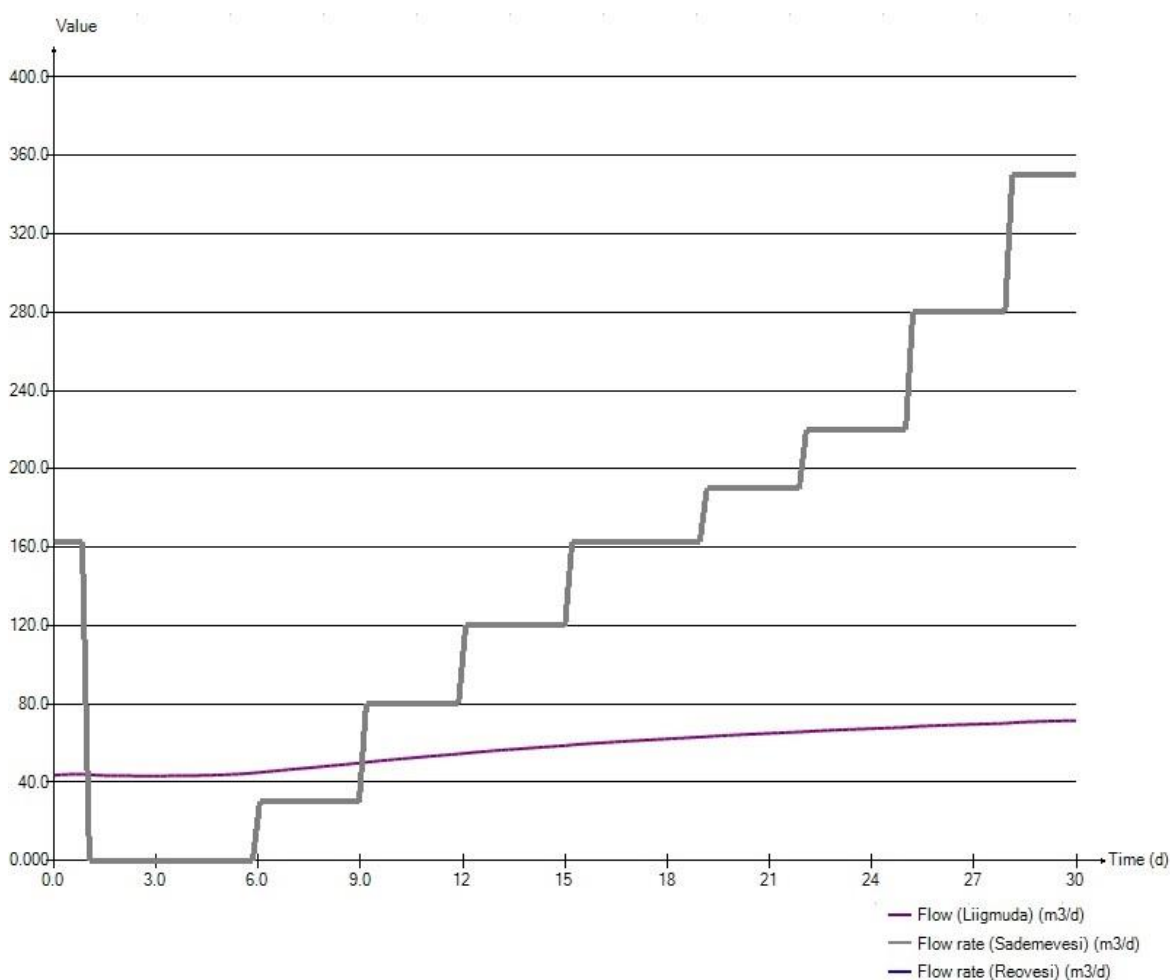
Alljärgnevas tabelis 4.2.1 on tulpadena välja toodud modelleeritud stsenaariumid liigmuda kohta.

Tabel 4.2.1 Liigmuda parameetrite võrdlus

Parameeter	Tavapärane režiim	Protsessi lisatud tekkiv sademevesi
H.a	150000 g TSS/m ³	150000 g TSS/m ³
KHT	248666 g KHT/m ³	248621 g KHT/m ³
BHT ₇	181776 g O ₂ /m ³	181894 g O ₂ /m ³
Vooluhulk	77 m ³ /d	78 m ³ /d

Modelleeritud tulemuste põhjal võib järeldada, et liigmuda hulk suureneks päevas 1 m³ võrra. Samas KHT kogus liigmudas väheneks. BHT₇ kogus seevastu suureneks. Liigmuda koguse suurenemine on loomulik nähtus, kuid samas ei ole tegemist märkimisväärse muutusega. Ühes kalendrikuus teeb see ca 30 m³ liigmuda lisaks. See omakorda muudab liigmuda lõppkäitlust kallimaks segamiseks mõeldud materjali (saepuru) kulu suurenemise võrra ning samuti lisandub komposti põldudele vedamise hind. Komposti veetakse põldudele 45 m³ haagistega. Ühes kalendrikuus tähendab see ca ühte lisakoormat komposti põldudel, mis oleks täiendav lisakulu.

Joonisel 4.2.2 on välja toodud liigmuda kogused 30 päeva lõikes. Puhastisse sisenevad sademevee kogused on määratud ajas muutuvaks (kogused suurenevad päevade lõikes). Puhastisse siseneva reovee hulk on jäetud päevade lõikes konstantseks (6000 m³/d).



Joonis 4.2.2 Liigmuda kogused erinevate sademevee hulkadega [31]

Jooniselt 4.2.2 on näha, et suurendades puhastisse suunatava sademevee hulka, suureneb ka liigmuda kogus. Samal ajal tehase reovee sissevool puhastisse on mudelis konstantne. Sarnast katset erinevate stsenaariumitega tehes selgus, et sademevee suunamine puhastisse suurendab

alati liigmuda kogust. Sademevee teke sõltub aastaajast ning antud protsessi modelleerimise käigus on läbimängitud hooaeg, kus sademeid on palju. Kuigi mudelis on päevaseks sademevee koguseks märgitud 163 m^3 (aasta keskmine päevade lõikes), siis puhastisse suunatav territooriumi põhjakraavi sademevesi moodustab sellest kogusest hinnanguliselt 3/5. Sademevee puhastisse juhtimise koguselise loogika peavad välja töötama reoveepuhastusjaama operaatorid. See sõltu eelkõige aastaajast (kui palju tekib sademevett), tehases tuleva reovee kvaliteedist (vastavalt sellele, millise kvaliteediga haavapuitmassi tehases toodetakse), reovee koormusest jne.

4.3 Suublasse juhitava heitvee parameetrite võrdlus erinevate stsenaariumite

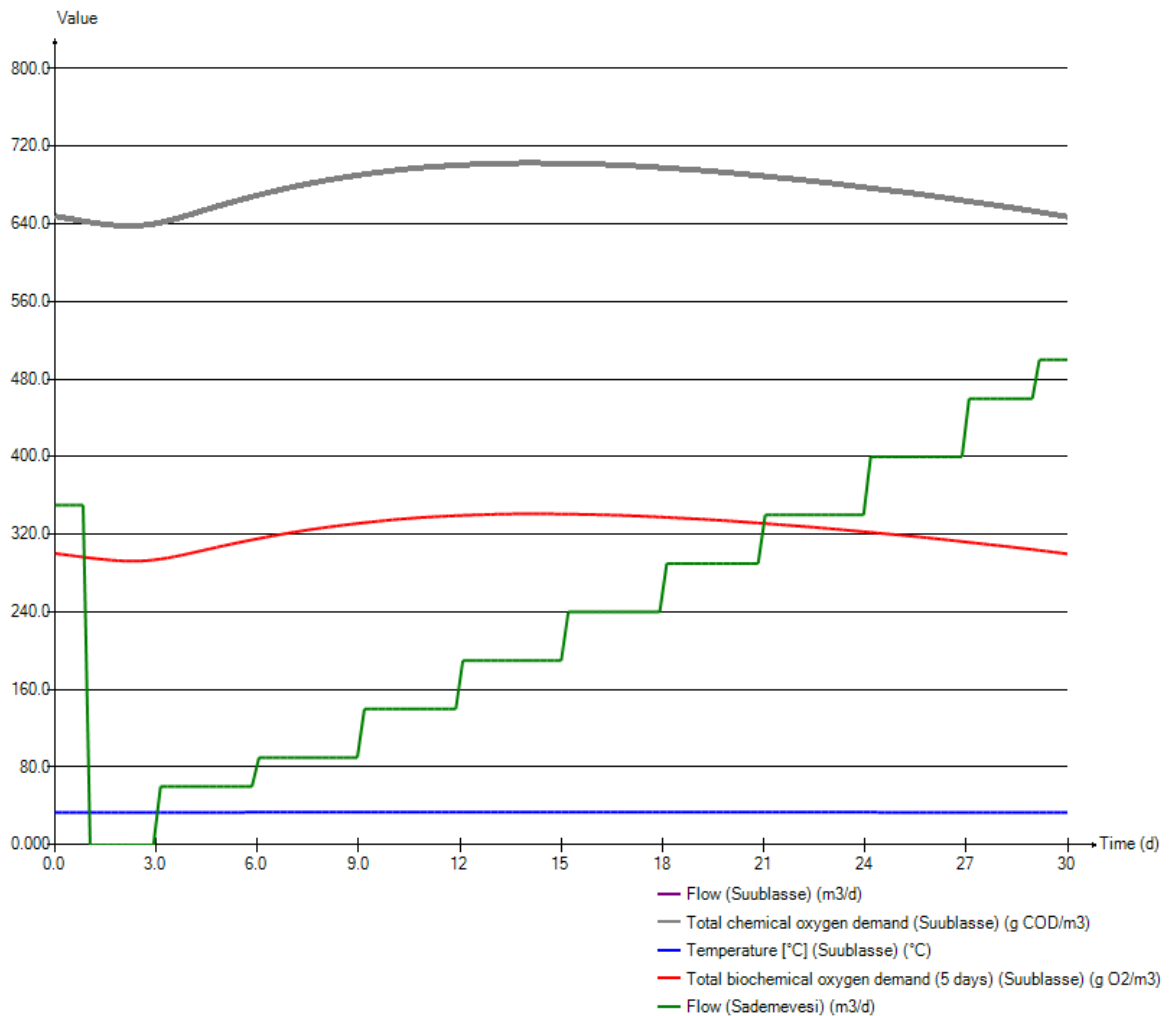
Alljärgnevas tabelis 4.3.1 on tulpadena välja toodud modelleeritud stsenaariumid heitvee väljundis.

Tabel 4.3.1 Suublasse juhitava heitvee parameetrite võrdlus

Parameeter	Tavapärase režiim	Protsessi lisatud tekkiv sademevesi
H.a	3,5 g TSS/m ³	3,5 g TSS/m ³
KHT	763 g KHT/m ³	704 g KHT/m ³
BHT ₇	432 g O ₂ /m ³	382 g O ₂ /m ³
Vooluhulk	6162 m ³ /d	6325 m ³ /d
Temperatuur	34,428 °C	33,802 °C

Ka antud tabelist on näha, et protsessi lisatud 10 °C sademevesi mõjutab protsessi temperatuuri. Väljundi KHT väheneb. Sellest võib järeldada, et sademevesi lahjendab puhastisse tulevat reovett. Samuti väheneb suublasse juhitava heitvee BHT₇.

Joonisel 4.3.1 on modelleeritud stsenaarium, kus sademevett pumbatakse aerotanki kolmekümne päeva jooksul erinevate koormustega. Koormused varieeruvad 0-500 m³/d. Antud stsenaariumi puhul on maksimaalne päevane puhastisse suunatav sademevee hulk 500 m³/d, see ületab keskmist päeva sademete kogust kolmekordselt.



Joonis 4.3.1 Liigmuda kogused erinevate sademevee hulkadega [31]

Joonisel 4.3.1 põhjal võib järeldada, et puhastisse pumbatav sademevesi lahjendab tehast tulevat reovett. Mida suuremad on puhastisse pumbatavad sademevee kogused, seda rohkem tasakaalustub BHT₅ ja KHT kontsentratsioon reovees. Pärast anaeroobset töötlust on aerotanki siseneva tehase reovee KHT 3000-5000 mg/l, see sõltub haavapuitmassi kvaliteedist, mida antud ajahetkel tehases toodetakse. Puhastisse pumbatava sademevee KHT on kogus on kuni ~550 mg/l. BHT₅ ja KHT tase saavutab puhastis maksimaalse taseme antud stsenaariumi korral 240 m³/d sademevee koguse juures. BHT₅ ja KHT kontsentratsioon reovees muutub joonise põhjal samasuguste suuruste võrra ning on teineteisest sõltuvad.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks püstitas autor AS Estonian Celli territooriumi sademeveega seotud küsimuste tehniliste probleemide lahendamise. Samuti on töö tähtsaks osaks Estonian Celli aeroobse reoveepuhasti modelleerimine. Modelleerimine andis võimaluse teada saada, kuidas mõjutaks puhastisse suunatud sademevesi puhasti tööd nii bioloogilisel tasemel kui ka majanduslikult.

Lõputöö autor leidis töö käigus, et EC sademeveest tulev spetsiifiline lõhn on tingitud kraavidesse kandunud reoveepuhasti kompostist ja selle nõrgveest. Kraavidesse sattudes kompost settib. Komposti ning selle nõrgvee KHT on piisavalt kõrge, et koosmõjul kraavis oleva anaeroobse keskkonnaga saaks tekkida H_2S . Samuti kurtsid Lontova küla elanikud pikalt lõhnahäiringu üle nii Viru-Nigula vallavalitsusele kui ka muudele ametkondadele. Sademevee puhastisse ümberpumpamine lahendaks Lontova külas lõhnahäiringu probleemi.

Uuringute käigus selgus, et EC territooriumi põhja osas paiknevates kraavides on fosfori ja KHT näitajad kõrged. Töö autor leidis, et antud probleem tuleneb sellest, et põhja poolsetesse kraavidesse juhitud sademevesi korjab kompostimisväljakult kaasa komposti ja selle nõrgvett. Komposti ja selle nõrgvee nimetatud näitajad on kõrged. Leiti, et mõistlikum lahendus antud olukorras on territooriumi põhjapoolse kraavi sademevee juhtimine Estonian Celli aeroobsesse puhastisse. Selle jaoks koostati vastav projekt. Käesoleva töö käigus modelleeriti puhasti tööd erinevate stsenaariumite korral (ilma sademeveeta ja koos sademeveega), et teada saada puhastisse suunatava sademevee mõju puhastusprotsessile.

Lõputöö autor leidis, et puhastusprotsessi suunatud sademevesi lahjendaks tehasest tuleva reovee kontsentratsiooni ning alandaks puhastusprotsessi temperatuuri. Madalam temperatuur võimaldab efektiivsemalt aeratsioonil toimida. Seda teooriat toetas ka mudel, näidates reovee hapniku omastamise kiiruse kasvu. Samas võib temperatuuri muutus pärssida bakterite tegevust puhastis. Mudelist võib järeldada, et liigmuda kogus kasvaks päevas ühe kuupmeetri võrra. Aereerimisel suureneks õhukulu 3,68 % võrra. See omakorda tähendaks EC-le kulutuste kasvu, kuid sademevee puhastisse suunamine on parim võimalik lahendus antud olukorras.

Tulevikus saaks täiendavalt tegeleda ka Lontova asula amortiseerunud ja lagunemisohtliku sademeveesüsteemiga, mida on selgelt negatiivselt mõjutanud EC suur sademevee kogus ning ka aeg. Kui lähitulevikus peaks Lontova külas esinema lõhnahäiringuid, mida põhjustab kraavides tekkinud väävelvesinik, siis saaks korraldada kraavide settest puhastamise. Aja jooksul on kraavide põhja tekkinud setet, mis võib lõhnahäiringut tekitada, kuid ei pruugi seda teha.

Autori arvates on lõputöö täitnud oma eesmärgi. AS Estonian Cell on välja ehitanud toimiva pumpla reostunud sademevee puhastisse suunamiseks. Samuti on välja selgitatud Lontova asulas tekkinud lõhnaäiringu põhjused ning antud hetkeks on probleemne olukord likvideeritud. Autori arvates oleks saanud töö käigus veel täiuslikumalt kasutada SUMO programmi Estonian Celli reoveepuhasti modelleerimiseks. Kui lõputöö autor oleks omanud eelevalt rohkem kogemusi ja teadmisi modelleerimise tarkvaraga töötamiseks, siis oleks lõputöö käigus saanud suuremal hulgal infot vastavast tarkvarast.

SUMMARY

The purpose of this thesis is to solve the problems and questions with AS Estonian Cell's stormwater. Modeling Estonian Cell's aerobic wastewater treatment plant is important part of the thesis as well. Modeling gives the opportunity to find out the impact that stormwater has for the wastewater treatment plant (biologically and economically).

The author of this thesis found out that Estonian Cell's stormwater has specific smell because of the compost and its leachate what is carried to the ditches with stormwater. Compost settles in the ditches. COD of compost and its lint is high enough to to form H₂S in the ditches. The anaerobic environment in the ditches affects the H₂S formation positively as well. This is confirmed by the fact that for many years the people of Lontova village complained the H₂S specific smell coming from the ditches. They informed Viru-Nigula rural municipality government and also environmental inspection for this disturbance. Pumping and redirecting Estonian Cell stormwater to the wastewater treatment plant solves the smell problems in Lontova village.

Studies showed that these ditches that are in the North side of Estonian Cell's territory have high concentration of COD and phosphorus. The author of this thesis found out that the problem is caused by the compost and its leachate that is carried away by the stormwater. The company team decided that the best solution in this situation is to lead the stormwater into the wastewater treatment plant. So the project was launched for the pumping station of the territory's North side collected stormwater. Present work includes the waste water treatment plant modeling for the different scenarios (with stormwater and without stormwater) to find out the impact of stormwater which is leaded to the treatment plant.

The author of this thesis found out that stormwater, which is leaded into an Estonian Cell's wastewater treatment plant, would dilute pulp factory's wastewater concentration. The stormwater would also lower the temperature of aerobic tank. Lower temperature makes better condition for the work of aeration. This theory is supported by SUMO software that showed better oxygen uptake rate in lower temperature. At the same time, the temperature change can inhibit bacterial activity in aerotank. Model studies showed that excessive mud amount would grow 1 cubic meter per day. Air amount needed in aerotank would increase 3,68 %. That means increase in spending for Estonian Cell but pumping stormwater into wastewater treatment plant is the best solution in this situation.

In the future there can be more action with ramshackle stormwater drainage which is located in Lontova settlement. Poor condition of this part's drainage is caused by heavy load of stormwater and also time. If there is any problem with bad odor in Lontova settlement that is caused H_2S (which is formed in ditches) then there can be arranged ditch cleaning works. Over time the sediments have formed on the bottom of ditches, which may cause hydrogen sulphide odor.

The author of this thesis thinks that this thesis is fulfilled the goal. AS Estonian Cell has built functioning pump station for pumping polluted stormwater into wastewater treatment plant. Also the problem with bad odor in Lontova settlement has been identified and the problem is solved. Author of this thesis thinks that the use of SUMO software would have been better during the work if previous knowledge of modeling would have been better.

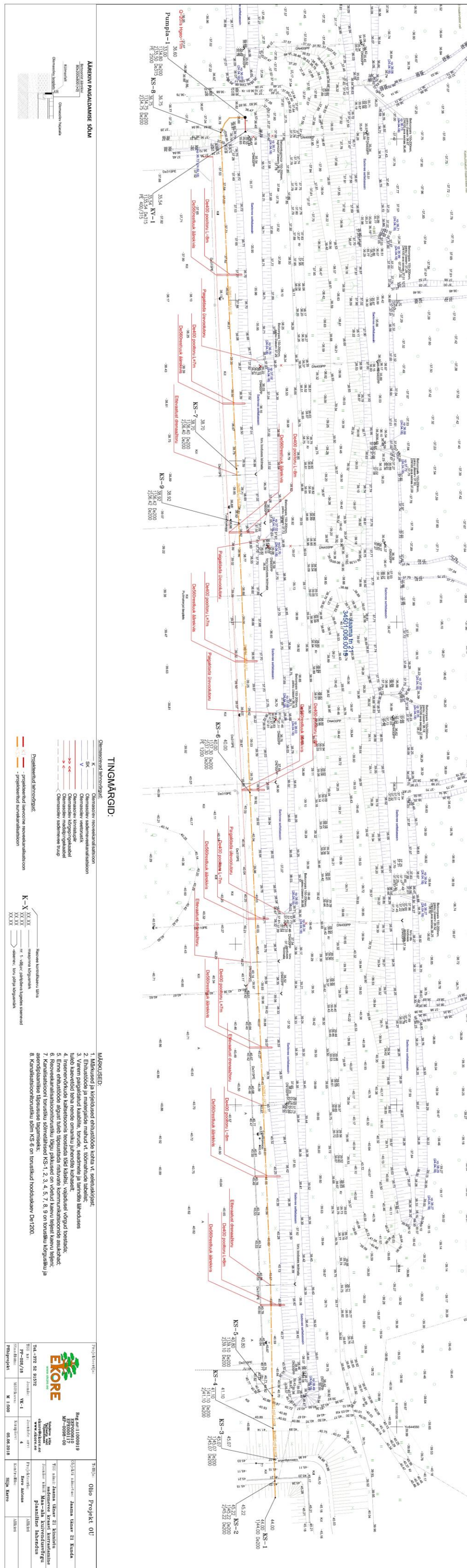
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] EC, "Estonian Cell," 2018. [Online]. Available: <http://www.estoniacell.ee/>.
- [2] EVS, "Väliskanalisatsioonivõrk EVS 848:2013," 2013. [Online]. Available: <https://www.evs.ee/tooted/evs-848-2013-ac-2013>.
- [3] T. Toomsoo, A., Astover, A., Leedu, E., Rossner, H., Teesalu, "Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu mõju kartuli saagile," 2012.
- [4] Estonian Cell, "Kompostikäitlus." [Online]. Available: <http://www.estoniacell.ee/ee/1341/kompostikaitlus>.
- [5] M. Jackson and M. Line, "Organic Composition of a Pulp and Paper Mill Sludge Determined by FTIR, 13C CP MAS NMR, and Chemical Extraction Techniques," 1997.
- [6] AS Estonian Cell, "EC Keskkonnaleht," vol. 1, 2013.
- [7] T. Teesalu, H. Rossner, A. Toomsoo, E. Leedu, and A. Astover, "Haava puitmassi jääkmuda ja selle klinkritolmuga segu mõju suviteraviljade saagile ja kvaliteedile," 2012.
- [8] Põllumajandusuuringute keskus, "KATSEPROTOKOLL nr 18-015631 AKL," 2018.
- [9] "Riigi Ilmateenistus." [Online]. Available: <https://www.ilmateenistus.ee/>.
- [10] Keskkonnaagentuur, "Kunda jõgi Estonian Cell-i pais," 2015. [Online]. Available: <https://www.keskkonnaagentuur.ee/et/kunda-estonian-cell>.
- [11] T. Nuum, M. Kangur, and V. Puik, *Lõhe Eesti jõgedes*. Eesti Roheline Liikumine, 2006.
- [12] Keskkonnaamet, "Vee erikasutusluba nr L.VV/329233," 2017.
- [13] EKUK, "Analüüsiakt VI18000192- Pinnavesi," 2018.
- [14] P. Lens and V. Willy, *Aerobic and anaerobic treatment of municipal wastewater*. 1993.
- [15] U. Jeppsson, "Modelling Aspects of Wastewater Treatment Processes," Lund University, 1996.
- [16] T. Imre, "EXPERIMENTS IN ACTIVATED SLUDGE MODELLING," Ghent University, 2008.
- [17] W. B. H. M. Phillips, K. E. Sahlstedt, K. Frank, J. Bratby and J. B. C. and N. S. S. Rogowski, D. Pier, W. Anderson, M. Mulas, "Wastewater treatment modelling in practice: A collaborative discussion of the state of the art," 2009.
- [18] M. C. W. Mark C.M. van Loosdrecht, George A. Ekama and D. B. and C. M. Hooijmans, "Modelling Activated Sludge Processes," 2008.
- [19] YIT Environment LTD, "BCTMP-i puitmassitehase projekt," 2005.
- [20] AS Estonian Cell, "EC Keskkonnaleht," vol. 2, 2014.
- [21] aqua consult baltic OÜ, "AS Estonian Cell-i materjalid," 2017.

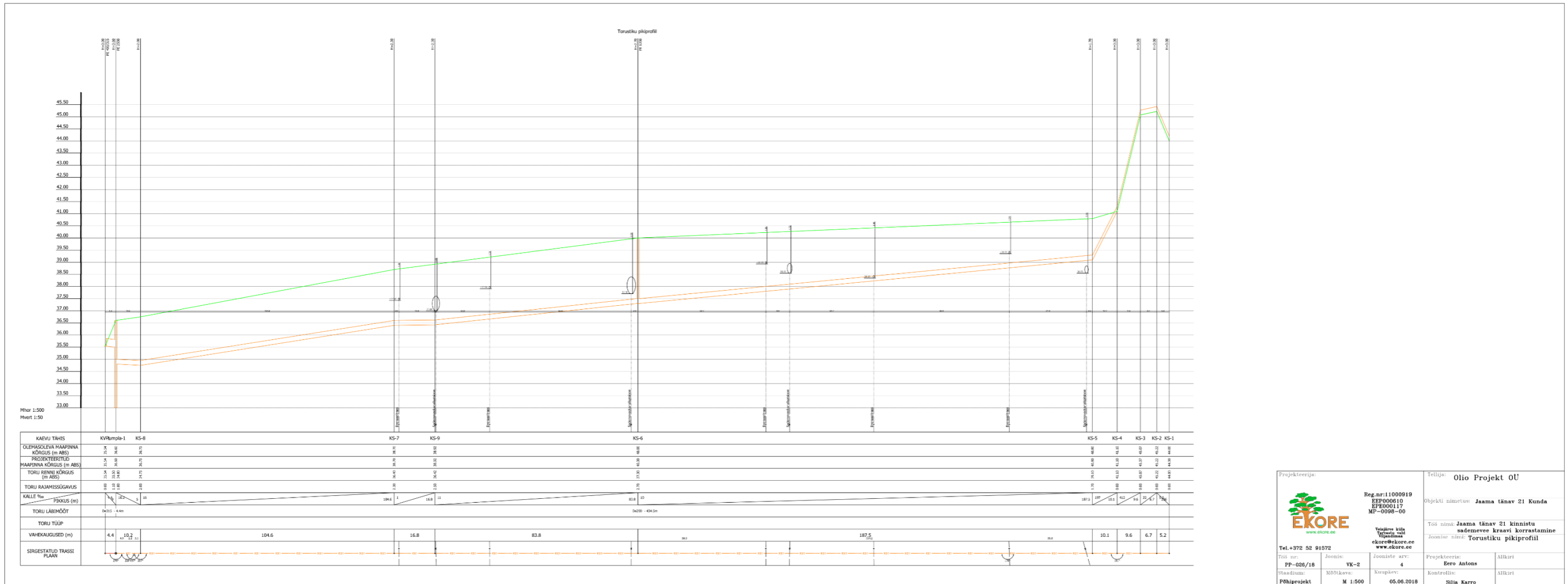
- [22] M. Rhodes, "Design and Operation of Hybrid Aeration System," 2005.
- [23] M. C. M. van Loosdrecht, "Innovative Nitrogen Removal," 2008.
- [24] Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, aqua consult baltic OÜ, Eesti Maaülikool, Infragate Eesti AS, Entec Eesti OÜ, and Alkranel OÜ, "Juhend reoveepuhasti rajamise või ümberehitamise korraldamiseks," 2016.
- [25] Dynamita SARL, "Dynamita." [Online]. Available: <http://www.dynamita.com/>.
- [26] Olio Projekt OÜ, "Estonian Cell AS Jaama tn 21 kinnistu sademevee kanalisatsiooni ülepumpamise projektlahendus," 2018.
- [27] "Tallinna Vesi," 2014. [Online]. Available: <https://klient.tallinnavesi.ee/aastaraamat2014/kka14.html>.
- [28] "Keskkonnainfo." [Online]. Available: <http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTTP6iG5O6YRImCX9jWMR7o1Bs5EGcn5J>.
- [29] Sensorex, "Understanding Aeration Wastewater Treatment." [Online]. Available: <https://sensorex.com/blog/2016/05/20/aeration-water-treatment/>.
- [30] T. Kakum and Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, "Tallinna linna sademevee kvaliteedi seire," 2018.
- [31] medienwerkstatt.cc, "SUMO." Dynamita SARL, Nyons, France, 2019.

LISAD

1. Lisa 1. Estonian Celli territooriumilt sademevee kogumise joonis
2. Lisa 2. Maa-ala kuivendusvõrgu plaaniline lahendus
3. Lisa 3. Survetorustiku pikiprofiil
4. Lisa 4. Sademeveepumpla skeem
5. Lisa 5. Survetorustiku hoolduskaevu skeem

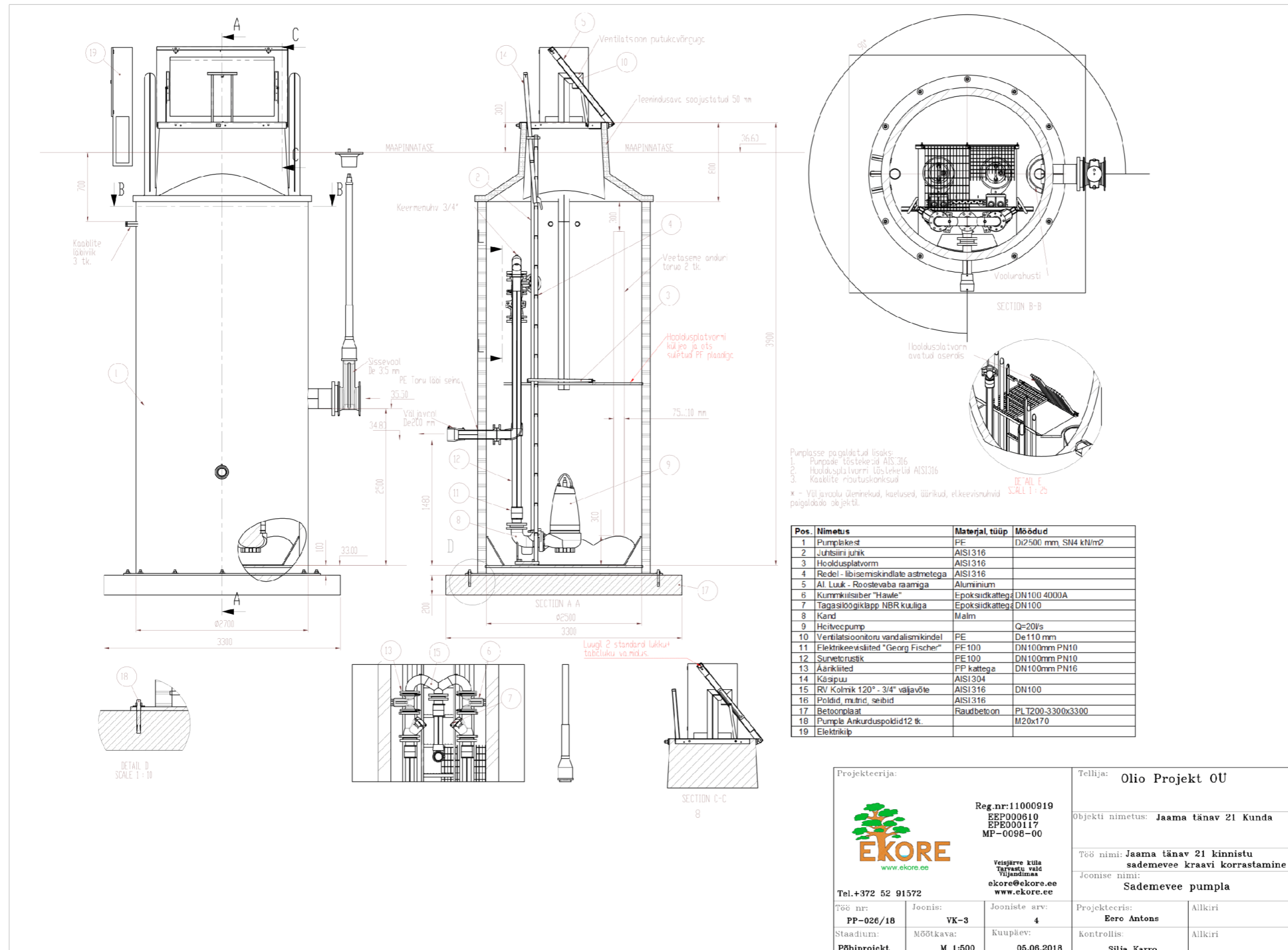


Lisa 3 Survetorustiku pikiprofiil

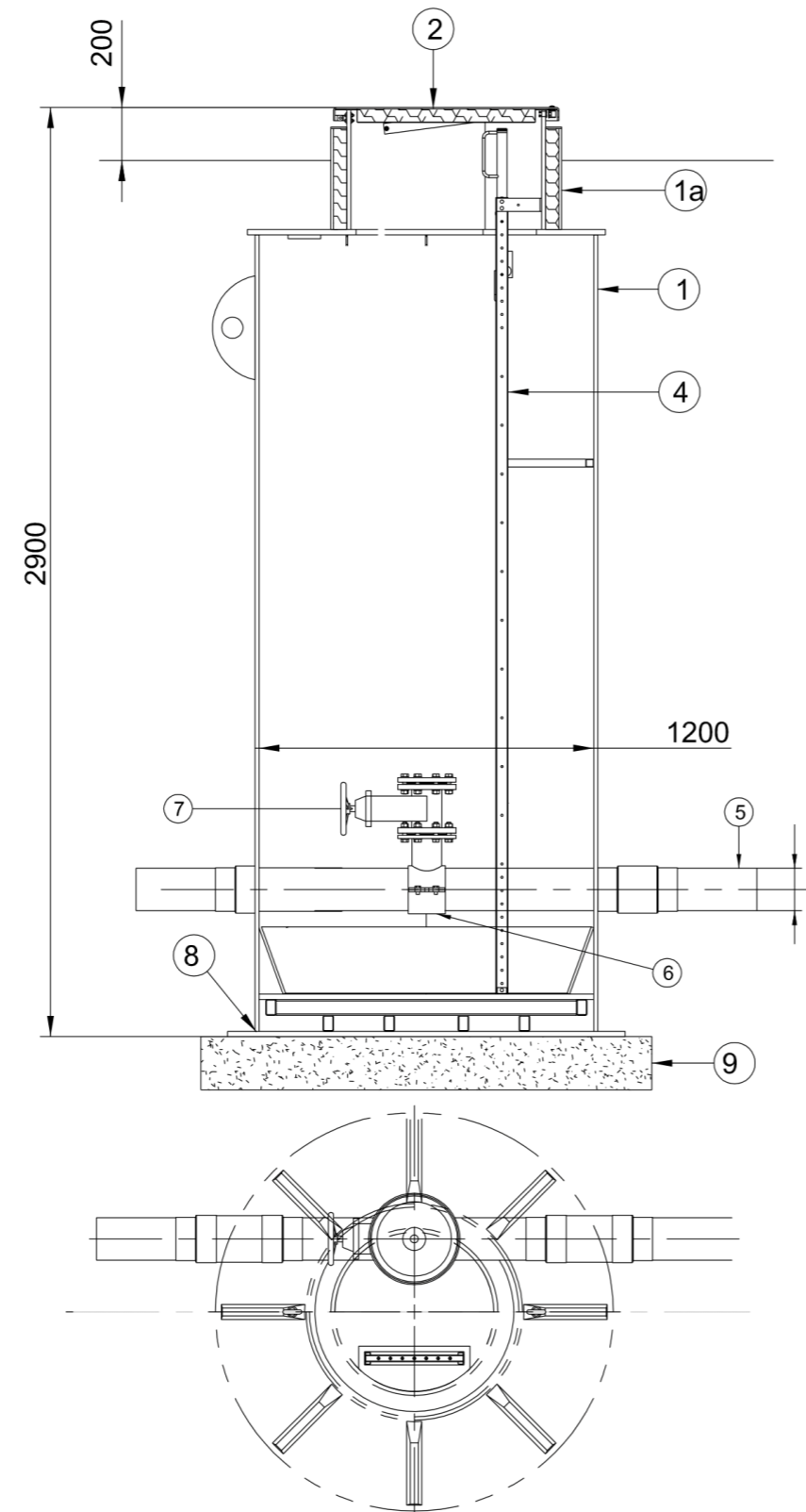


Projekteerija:	Reg.nr: 11000919 EPP000610 EP0000117 MP-0098-00	Tellijä: Olio Projekt OÜ
	Objekti nimetus: Jaama tänav 21 Kunda	
Töö nr: PP-020/18	Jooniste arv: 4	Töö nimi: Jaama tänav 21 kinnistu sademevee kraavi korraldamine
Standard: MBR-kava	Projekteeris: Eero Antons	Joonise nimi: Torustiku pikiprofiil
Põhiprojekt	M 1:500	05.06.2018
	Kontrollis: Sija Karro	Allkirj: [Signature]

Lisa 4 Sademeveepumpla skeem



Lisa 5 Survetorustiku hoolduskaevu skeem



Torustiku läbimõõt C= De110
 Torustiku kõrgus maapinnast H=1900mm
 Kaevu läbimõõt D=1000mm

Pos.	Nimetus	Tehnilised andmed	Kogus
1	Korpus	PE	1
1a	Soojustatud teeninduskaev	PE	1
2	Luuk	Malm / PE	1
3	Soojustusluuk	Styrofoam	1
4	Redel, libisemiskindel	AISI316	1
5	Torustik	De200, PE	kompl.
6	Sadul torustikule	Malm	1
7	Kummikiilsiber	DN200,GGG	1
8	Ankurdusplaat Ø1600	Betoon	1
9	Ankurdusklambrid koos kiilankrutega	AISI304	6

Projekteerija:		Tellija: Olio Projekt OÜ	
 Reg.nr:11000919 EEP000610 EPE000117 MP-0098-00 www.ekore.ee		Objekti nimetus: Jaama tänav 21 Kunda	
		Töö nimi: Jaama tänav 21 kinnistu sademevee kraavi korrastamine	
Tel.+372 52 91572		Joonise nimi: Survetorustiku hoolduskaev	
Töö nr: PP-026/18	Joonis: VK-4	Jooniste arv: 4	Projekteeris: Eero Antons
Staadium: Põhiprojekt	Mõõtkava: M 1:500	Kuupäev: 05.06.2018	Kontrollis: Silja Karro
		Allkiri	
		Allkiri	