



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
EHITUSTEADUSKOND

Keskkonnatehnika instituut

Võõrvesi Rae valla reoveekanalisisatsioonis

Infiltration water in sewerage of Rae Parish

EKV60LT

Üliõpilane: Toomas Teesalu

Juhendaja: Prof. Karin Pachel

Tallinn 2016

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood:

EAKI 105186

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees (allkiri)

LÕPUTÖÖ LÄHTEÜLESANNE

Üliõpilase kood: 105186EAKI

Veetehnika õppesuuna üliõpilane: **Toomas Teesalu**

Lõputöö kood: **EKV 60 LT**

Lõputöö juhendaja: **professor Karin Pachel**

Lõputöö teema:

Eesti keeles: Võõrvesi Rae valla reoveekanaliseerimises

Inglise keeles: Infiltration water in sewerage of Rae Parish

Lõputöö teema kehtivusaeg: 31.01.2017

Lähteandmed:

1. Töö koostaja poolt teostatud välitööd uuringupiirkonnas ajavahemikul 04.2013- 05.2013.
2. AS ELVESO reoveepumplate- ning klientide andmestik uuringupiirkonnast ajavahemikul 04.2012- 04.2013.
3. Riigi Ilmateenistuse ilmavaatluste andmestik ajavahemikul 04.2012- 04.2013.
4. Teemakohane õigusloome ja kirjandus.

Lõputöö sisu:

1. Ülevaade ja analüüs valdkonda reguleerivatest õigusaktidest ning normdokumentidest.
2. Töö aluseks oleva uuringupiirkonna ning süsteemide andmete koondamine ja ülevaade.
3. Välitööde teostamine uuringupiirkonnas. Välitööde käigus avastatud probleemsete kohtade kaardistamine ning analüüs.
4. Arvandmete töötlus: reoveepumplate andmestik, klientide andmestik ja ilmavaatluste andmestik. Arvandmete sidumine töö probleemistikuga.
5. Reoveekanaliseerimise toimivuse parandamiseks ettepanekute tegemine.

Lõputöö väljaandmise kuupäev:

detsember 2015

Juhendaja: **Karin Pachel**

.....

Ülesande vastu võtnud: **Toomas Teesalu**

.....

Sisukord

Sissejuhatus.....	6
1. Sõnaseletused.....	8
2. Kanalisatsioonisüsteemide liigitamine	9
3. Kanalisatsioonisüsteemide käsitlevad normid, standardid, alusdokumendid.....	11
4. Võõrvee poolt põhjustatud probleemid lahkvoolses kanalisatsioonis	14
5. Uuringupiirkonna iseloomustus.....	18
5.1. Piirkonna üldkirjeldus	18
5.2. Infrastruktuuriettevõtte AS ELVESO kirjeldus	20
5.2.1. AS ELVESO veevarustussüsteemide kirjeldus	22
5.2.2. AS ELVESO reoveekanaliseerimise kirjeldus	23
5.3. Rae valla sademeveerajatiste kirjeldus.....	25
6. Uuringupiirkonnas asuva olemasoleva ühiskanaliseerimise uuring.....	27
6.1. Uuringu eesmärk ja -piirkonna kirjeldus.....	27
6.2. Välitööde teostamine uuringupiirkonnas	30
6.3. Välitööde käigus avastatud ühiskanaliseerimise puudused.....	33
6.3.1. Veenired kaevu teleskooptorul	34
6.3.2. Veenired kaevu kehal.....	38
6.3.3. Vee tilkumise jäljed kaevu põhjal.....	39
6.3.4. Katkine kaevukeha.....	40
6.3.5. Mittekorrektne kaevu eksploatatsioon	41
6.3.6. Probleemid reoveepumpla hermeetilisusega.....	42
6.4. Uuringupiirkonna arvandmete analüüs, veekoguste bilanss	43
7. Hermeetilisem ühiskanaliseerimine	57
7.1. Olemasolevate süsteemide parandusettepanekud.....	59

7.2. Uute reoveekanalisatsioonisüsteemide planeerimise ja ehitamise põhimõtted...	61
Kokkuvõte.....	68
Summary	70
Kasutatud kirjanduse loetelu.....	71
Lisad.....	73

Sissejuhatus

Ühisveevärk ja –kanalisatsioon on ehitiste ja rajatiste süsteem, mille kaudu toimub kinnistute veega varustamine või reovee ärajuhtimine ning mis on vee- ettevõtja poolt hallatav või teenindab vähemalt 50 elanikku [1]. Ühisvõrkude eesmärgiks on tagada elanikkonnale ühtne ning toimiv veevarustuse- ning kanalisatsiooni teenus. Vaatamata sellele esineb olukordasid, kus ilmneb, et süsteemide projektijärgne eesmärk ei ole toimivust halvendavate asjaolude tõttu igal ajal tagatud.

Ühiskanalisatsiooni reoveesüsteemi toimivuses põhjustab olulisi häireid ning suurendab oluliselt reovee käitlemisele tehtavaid kulutusi, süsteemi sattuv võõrvesi. Võõrveeks loeme reoveekanaliseerimise mõistes vett, mille esinemine süsteemis oodatud ei ole. Reoveekanaliseerimise mittekuuluva võõrvee hulka liigitub infiltratsioonivesi (põhjavee sissetungimine süsteemi) ning muu vesi, mis koosneb pindmisest äravooluveest (sademete poolt põhjustatud, pindmist äravoolu tekitav vesi) ja pinnaseveest (sademetest mõjutatud põhjavee ülemine kiht).

Lõputöö teema on aktuaalne, kuna reoveekanaliseerimise mittekuuluva vee probleemistikuga tegelevad igapäevaselt paljud ühisvõrkudega kaetud piirkondade vee- ettevõtted. Ühe näitena võib siinkohal tuua selle, et Eesti suurima omavalitsüksuse (Tallinna) reoveekanaliseerimise süsteemide arendamise kava lähtepunktides leiab süsteemi jõudva infiltratsioonivee vähendamise küsimus kajastamist ühena esimestest arengusuundadest [2].

Käesoleva töö eesmärk on välja selgitada reoveekanaliseerimise sattuva võõrvee sisseimbumise kohad, uurida võõrvee mõju süsteemi üldisele toimivusele, siduda võõrvee olemasolu süsteemis ilmastikuoludega ning tuua välja lahendusettepanekud reoveekanaliseerimise elementide veetihedamaks muutmiseks. Lõputöö on koostatud Rae valla vee- ettevõtte, AS ELVESO, tegevuspiirkonnas asuva olemasoleva ühiskanalisatsiooni uurimustulemuste baasil. Töö koostamise lähtepunktiks on vee- ettevõtte poolne taustinfo piirkonna olemasolevas lahkvooles reoveekanaliseerimise oleva võõrvee suurte vooluhulkade kohta.

Töö teoreetiline pool põhineb valdkonda reguleerival seadusandlusel, normdokumentidel ning erialasel kirjandusel. Praktiline osa on koostatud uuringupiirkonnas teostatud praktilise välitöö tulemuste baasil, millele lisaks on teostatud kliendiandmete, reoveepumplate andmete ning vaatlusperioodi ilmastiku andmete koondamine.

Töö on jaotatud seitsmeks peatükiks, millest esimene sisaldab kasutatavate mõistete kirjeldust. Teises peatükis kirjeldatakse kanalisatsioonisüsteemide liigitamise põhimõtteid. Kolmas peatükk keskendub töö temaatikat reguleerivatele seadustele, õigusaktidele ja normidele. Neljandas peatükis kirjeldatakse võõrvee mõju reoveekanaliseerimisele ning seda, miks on tarvis võõrvett kanalisatsioonist eemale hoida. Töö viies peatükk kajastab Rae valla üldist kirjeldust ning iseloomustab valla suurimat infrastruktuuriettevõtet - AS- i ELVESO. Lisaks tuuakse välja AS ELVESO teeninduspiirkonnas asuvate ühisveevärgi ja – kanalisatsioonirajatiste kirjeldus, seisukord ning olemasolevate süsteemide toimivuse parandamiseks vajalikud tegevused. Kuues peatükk keskendub AS ELVESO tegevuspiirkonnas, ühiskanalisatsiooniga kaetud alal, teostatud välitöödele ning hilisemale arvandmete analüüsile. Peatükis tuuakse välja uuringupiirkonna valik, välitööde teostamise põhimõtted, välitööde käigus avastatud puudused ning arvandmete sidumine välitööde tulemustega. Seistmes peatükk on jaotatud kaheks alaosaks, millest esimene kirjeldab olemasolevate reoveekanaliseerimise süsteemide parandamise võimalusi, teine annab soovitusi uutele projekteeritavatele rajatistele, eesmärgiga vähendada võõrvee koguseid reoveekanaliseerimises.

Autor soovib siinkohal tänada AS- i ELVESO kellele kuuluvate tehnovõrkude- ja kliendiandmestiku baasil käesolev töö koostatud on.

1. Sõnaseletused

Töös kasutatavate definitsioonide kirjeldus:

- **Vee- ettevõtja:** Vee- ettevõtja on eraõiguslik juriidiline isik, kes varustab kliendi kinnistu veevärki ühisveevärgi kaudu veega või korraldab kliendi kinnistu kanalisatsioonist reo-, sademe- ja drenaaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimist ja puhastamist. [1]
- **Vee- ettevõtte teeninduspiirkond:** kohaliku omavalitsuse poolt määratud konkreetse vee- ettevõtte tegevusala ulatus.
- **Kanalisatsiooni süsteem (kanalisatsioon):** torustikud ja rajatised reo- ja/või muu pindmise äravooluvee puhastisse või eelvoolu juhtimiseks.
- **Sademevesi:** sademetena langenud ja pindmist äravoolu tekitav vesi.
- **Dimensioonimine:** süsteemi vajalike parameetrite määramine ning parameetritele vastavate elementide valimine.
- **Eelvool (kanalisatsiooni):** kanalisatsioonivee liikumise sihtkoht (lõpp- punkt), teine torustik või reoveepuhasti.
- **Kanalisatsiooni elemendid:** rajatise osad, mis kokku moodustavad tervikliku süsteemi. Süsteemi elementideks on näiteks vaatluskaev, torustik, reoveepumpla, reoveepuhasti.
- **Vaatluskaev:** kanalisatsioonivõrgu inspekteerimiseks ja hooldustööde teostamiseks rajatud süsteemi element.
- **Kollektor:** peatorustik, mille kaudu juhatakse eelvoolu harutorustikega kogutud vesi.
- **Reoveepumpla:** süsteemi element, mille eesmärgiks on kokkukogutud reovee pumpamine eelvoolu.
- **Eksfiltratsioon (kanalisatsiooni):** kanalisatsioonivee sattumine süsteemist väljapoole - ümbritsevasse keskkonda.
- **Kanalisatsioonisüsteemi hermeetilisus (veetihedus, lekkekindlus):** kanalisatsiooni süsteemi (sh selle elementide) võime hoida süsteemis sinna kuuluvat vett ning tagada väljastpoolt tuleva vee eemalehoidmine.
- **Inimekvivalent:** ühe inimese keskmise ööpäevase reostuskoormuse tinglik mõõtühik.

2. Kanalisatsioonisüsteemide liigitamine

Kanalisatsioonisüsteemide liigitamine toimub erinevate parameetrite järgi. Üheks võimalikuks liigitamise viisiks on kanalisatsioonis oleva vedeliku liikumise põhjustajate järgi - st milliste mõjurite tõttu vedelik süsteemis liigub. Antud kirjeldusviisi järgi saab kanalisatsioonisüsteemid jagada isevoolseteks- ja survesüsteemideks (sh vaakumsüsteem).

Isevoolsete kanalisatsioonisüsteemide toimimine tagatakse raskusjõu toimel. Torustikud projekteeritakse ja rajatakse languga eelvoolu ehk sihtkoha suunas. Vajalikus suunas languga paigaldatud torustikus hakkab vedelik raskusjõu mõjul voolama, millest tuleb ka liigitusviisi nimetus - isevoolne kanalisatsioonisüsteem. Süsteemi dimensionimise aluseks on isepuhastusvõime tagamine torustikus. Isepuhastusvõime tagatakse projekteeritud vooluhulkadele vastava torustiku läbimõõdu valikuga, vedeliku voolukiirustele torustikus ning isepuhastust võimaldava torustiku langu valikuga.

Vastupidiselt eelpool kirjeldatud isevoolsetele kanalisatsioonisüsteemidele on survesüsteemides vedeliku liikumapanevaks jõuks pumbarajatiste poolt tekitatud jõud. Survesüsteemide projekteerimisel ei ole vedeliku eelvooluni toimetamiseks tarvis torustikule ilmtingimata anda kindlas suunas langu, kuna vedeliku paneb liikuma pumbarajatis ehk reoveepumpla. Survekanalisatsioonis tekitatakse pumbarajatistega vedelikku liikuma panev rõhujõud, mille abil vedelik liigub torustikus ettenähtud eelvoolu. Vaakumkanalisatsiooni korral tekitatakse pumpadega süsteemis alarõhk ehk vaakum, mille abil vedelik tõmmatakse tekkekohast sihtkohta. Survetorustike iseloomulikuks omaduseks on välise energiaallika, st elektrienergia kasutamise vajalikkus süsteemide töö tagamisel.

Terviklikus kanalisatsioonisüsteemis esineb reeglina kombinatsioone isevoolsetest- ja survesüsteemidest. Süsteemi liigi valikul tuleb muuhulgas arvestada nii lähtepunktide kõrgusmärkidega, maapinna kõrgusliku iseloomuga kui ka kanalisatsiooni mõjutavate väliste teguritega.

Lisaks eelpool kirjeldatud vedeliku liikumapaneva jõu liigitusele jagatakse kanalisatsioonisüsteeme ka nendes liikuva vedeliku järgi. Antud liigituse järgi võib

kanalisatsioonisüsteemid jagada suuresti kaheks - lahkvoolsed süsteemid ja ühisvoolsed süsteemid. Lahkvoolsete- ja ühisvoolsete kanalisatsioonisüsteemide kirjeldamise aluseks on süsteemides oleva vee erinevad tekkeallikad. Kanalisatsioonivesi võib olla: reovesi (olmereovesi, tootmisreovesi), sademe- ja drenaaživesi ning muu pinna- ja pinnasevesi.

Lahkvoolsete kanalisatsioonisüsteemide toimimise põhimõtteks on eraldada reovesi ja sademe-, drenaaži- ning muu pinna- ja pinnasevesi eraldi torustikesse. Seega kasutatakse reovee ärajuhtimiseks vaid reoveekanaliseerimise torustikku, sademe-, drenaaži- ning muu pinna- ja pinnasevee eelvoolu juhtimiseks kasutatakse kas torusüsteeme (sademevee kanalisatsioon, drenaažitorustik) või küvettide ja kraavide lahendust. Reovee ning muu kanalisatsioonisüsteemides voolata võiva vee segamist lahkvoolsetes süsteemides ei lubata. Süsteemid dimensionitakse vastavalt konkreetse kanalisatsioonivee projekteeritud vooluhulkadele. Lahkvoolse kanalisatsiooni alaosaks on veel mittetäielik lahkvooline kanalisatsioonisüsteem, mille korral sademeveekanaliseerimine ei ole täielikult torustiku kujul välja ehitatud, vaid on lahendatud kraavidena.

Lisaks eristatakse eraldi veel poollahkvoolset kanalisatsioonisüsteemi. Poollahkvoolse süsteemi tööpõhimõtte on eraldada sademevesi ja reovesi vastavalt vooluhulkade intensiivsusele. Väikeste sademevee koguste korral juhitakse peakollektoritel paiknevate eralduskambrite kaudu sademevesi koos reoveega reoveepuhastisse (st süsteem toimib ühisvoolse kanalisatsiooni tööpõhimõtte järgi), valingvihmade korral juhitakse sademevesi aga otse veekogusse.

Täielikult ühisvoolsetes kanalisatsioonisüsteemides on lubatud erinevat liiki kanalisatsioonivee segamine olenemata sademevee vooluhulkade suuruselt. Koos reoveega võib ühisvoolsete süsteemide korral samasse torusüsteemi juhtida ka sademe-, drenaaži- ning muud pinna- ja pinnasevett. Sademe-, drenaaži- ning muu pinna- ja pinnasevee koormused võivad muutuda suurtes piirides, olenevalt tekkepõhjustest (nt sademed, lume sulamine) intensiivsusest. Seega võib süsteemide projekteerimisel ära kasutada ülevoolu põhimõtet - st alates teatud lahjendusprotsendist võib süsteemis oleva vee juhtida otse loodusesse. Käesolevas töös võetakse uurimise alla mittetäieliku lahkvoollise kanalisatsioonisüsteemi toimivuse asjaolud.

3. Kanalisatsioonisüsteeme käsitlevad normid, standardid, alusdokumendid

Kanalisatsioonisüsteemide projekteerimise ja toimivuse tagamise kindlustamiseks on mitmeid seaduseid, normdokumente ning juhendmaterjale. Dokumendid võib jagada kolmeks: kogu riigi piires täitmiseks kohustuslikud (seadused), lisaks eelnevale täitmiseks kohustuslikud konkreetses piirkonnas (kohaliku omavalitsuse arengukavad ja eeskirjad) ning standardid ja paigaldusjuhendid millede järgimine aitab tagada kohustuslike dokumentide eesmärkideni jõudmise. Peamised kanalisatsioonisüsteemidega seonduvat reguleerivad normdokumendid:

- **Ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni seadus (vastu võetud 10.02.1999, redaktsiooni kehtivuse lõpp: 31.12.2017).**

Määratleb seaduslikud alused ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni (sh sademeveekanalisatsiooni) süsteemidele. Sätestab alused ühisveevärgi- ja kanalisatsiooni valdaja ja –kasutaja omavahelisteks suheteks.

- **Kohalike omavalitsuste ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arengukavad**

Kohaliku omavalitsuse ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arengukava paneb paika kinnistute ühisveevärgi ja –kanalisatsiooniga varustamise põhimõtted ning arengusuunad. Näiteks Rae valla ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava (2013- 2024) kehtib vaid Rae valla piires. Arengukava kehtestatakse valla volikogu otsusega ning muutub peale kehtestamist kohustuslikuks kõigile antud piirkonnas tegutsevatele osapooltele.

- **Kohalike omavalitsuste ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni kasutamise eeskirjad**

Eeskiri reguleerib ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni valdaja ning süsteemiga liitunud kinnistute suhteid kohaliku omavalitsuse piires. Eeskiri on vastavuses kehtivate õigusaktidega ning arvestab täiendavalt piirkonna iseärasustega. Eeskiri on kohustuslik kõigile omavalitsuse piires tegutsevatele juriidilistele- ja füüsilistele isikutele.

- **Kohalike omavalitsuste ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga liitumise eeskirjad**

Sätetavad kohaliku omavalitsuse piires ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga liitumise tingimused, liitumistasude korra ning muud nõuded, vastavalt millele toimub kinnistute liitumine ühisvõrkudega.

- **RIL 77- 2013- Pinnasesse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend.**

Paigaldusjuhend on tõlge Soomes koostatud plasstorude juhendmaterjalist, mis kirjeldab torustike käitlemise ja pinnasesse paigaldamise aluseid. Juhendmaterjali ja selle esmakordne tõlge (RIL 77- 1990) on projekteerijate ja ehitajate poolt laialdaselt kasutatav abimaterjal, mis lähtub hea ehitustava printsiibist.

- **EVS 846:2013- Hoone kanalisatsioon**

Standard kanalisatsioonivõrkude kohta hoones. Kirjeldab hoonesiseste kanalisatsioonivõrkude projekteerimise, ehitamise ja hooldamise alused, mille lõppeesmärgiks on süsteemi toimivuse kindlustamine. Standardi piiratluspunkti on hoonesisesed torustikud kuni hoone välisseinani. Alates välisseinast edasi reguleerib torustikke standard EVS 848:2013- „Väliskanaliseatsioonivõrk“.

- **EVS 848:2013- Väliskanaliseatsioonivõrk**

Standard kanalisatsioonivõrkude kohta hoone välisseinast kuni reoveepuhasti või heitvee väljalasuni. Standard kirjeldab nii süsteemide dimensioonimist kui ka toimivuse tagamise nõudeid.

- **EVS 843: 2016- Linnatänavad**

Standard kirjeldab liiklusalade (teed, tänavad, platsid) projekteerimise nõudeid. Lisaks annab standard suunised tehnovõrkude paiknemise kohta. Standard pöörab tähelepanu ka sademe- ja drenaaživee ärajuhtimise ning käitlemise nõuetele.

- **EVS- EN 124: 2015- Rest- ja kontrollkaevude luugid sõidu- ja kõnnitee aladele.**

Euroopa standard, mis käsitleb rest- ja kontrollkaevude luukidele, suurusega kuni 1000 mm, esitatavaid nõudeid. Standardiga kirjeldatakse kaevuluukide projekteerimise-, vastupidavuse- ning katsemeetodite nõudeid. Standard on jaotatud kokku kuueks eraldi

osaks, mis tervikuna katavad kogu sõidu- ja kõnnitee aladel olevate rest- ja kontrollkaevude luukidega seenduva.

- **EVS- EN 752: 2008- Dreenid ja kanalisatsioonisüsteemid väljaspool hooneid.**

Euroopa standard, mis on kohaldatav isevoolsetele dreenidele ja kanalisatsioonisüsteemidele alates hoone väljaviigust kuni puhastusseadmeteni või loodusesse väljalasuni.

- **EVS- EN 1401-1: 2009- Plasttorustikusüsteemid maa sees oleva isevoolse drenaaži- ja kanalisatsioonitorustiku jaoks. Plastifitseerimata polüvinüülkloriid (PVC- U). Osa 1: Tehnilised nõuded torude, liitmike ja süsteemi suhtes.**

Euroopa standard, mis kirjeldab maa sisse paigaldatavate täisseinaliste isevoolsete PVC materjalist drenaaži- ja kanalisatsioonitorustike nõudeid.

- **EVS- EN 13476: 2007- Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC- U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE).**

Euroopa standard mitmekihiliste maa sisse paigaldatavate isevoolsete PVC, PP ja PE plastiktorusüsteemide kohta.

- **EVS- EN 13598-2:2009- Maa- alused surveta drenaaži ja kanalisatsiooni plasttorustikud. Plastifitseerimata polüvinüülkloriid (PVC- U), polüpropüleen (PP) ja polüetüleen (PE). Osa 2: Liiklusalas olevate hooldus- ja kontrollkaevude ning sügavate maa- aluste rajatiste spetsifikatsioonid.**

Euroopa standard maa sisse (maapinnast kuni 6 m sügavuseni) paigaldatavate hooldus- ja kontrollkaevudele, mis on valmistatud PVC, PP ja PE materjalist.

- **HELCOM tegevus**

Helsingi komisjon ehk Läänemere merekeskkonna kaitse komisjon tegevuse eesmärgiks on rahvusvahelise koostöö edendamine Läänemere piirkonnas, tagamaks merekeskkonna kaitsmist reostusallikate eest. HELCOM-i 2000.a soovitus nr 23/5 kirjeldab asulate reostuskoormuse vähendamist sademevee nõuetekohase ärajuhtimise teel.

4. Võõrvee poolt põhjustatud probleemid lahkvoolses kanalisatsioonis

Reoveekanaliseerimise eesmärgiks on reovee kogumine ja juhtimine tekkeallika juurest puhastusseadmeteni ning sealt edasi väljalasuni loodusesse. Seejuures on torusüsteemi toimivuse aluseks süsteemi hermeetilisus. Hermeetilisus ehk veetihedus tagab olukorra, kus tekkeallikast väljutatav reovesi jõuab ettenähtud sihtkohta ilma kadude ehk leketeta (teisisõnu eksfiltratsioon). Selle vastupidiseks olukorraks on reoveekanaliseerimise mõistes antud süsteemi mittekuuluva vee (võõrvee) sissetung torustikku. Reoveekanaliseerimise torustikku jõudev, süsteemi mittekuuluv vesi, pärineb suuresti sademetest, pinnaseveest ning põhjaveest (infiltratsioonivesi).

Lahkvoolne reoveekanaliseerimine projekteeritakse eesmärgiga eraldada erinevatesse torusüsteemidesse reovesi ning sademe- ja drenaaživesi. Lahkvoolse reoveekanaliseerimise projekteerimise jões on tehtud juba esmane torustiku dimensionimine ehk süsteem projekteeritakse vaid tekkiva reovee koormustest lähtuvalt. Kuna lahkvoolse süsteemi aluseks on reovee ja muu vee eraldatus, siis peab tekkeallika juurest reoveekanaliseerimise juhitud vesi koguseliselt võrduma veevärgist võetava veega. Tegelik olukord näitab aga seda, et iseveolises lahkvoolses reoveekanaliseerimises on teatud olukordades lisaks reoveele ka arvestatav kogus vett, mis projekteerimise lähtealuste kohaselt sinna kuuluda ei tohiks.

Täpsete andmete puudumisel võetakse vanemate reoveekanaliseerimise torustikes lubatud võõrvee koguseks 3 l/s torustiku kilomeetri kohta, või 1 l/s valgala hektari kohta. Uute kollektorite korral ei tohi võõrvee kogus ületada aga 0,33 l/s 1 km torustiku kohta. [3]

Võõrvee vähene sissetung kanalisatsiooni ei mõjuta oluliselt süsteemi toimimist, kuid mida suuremaks kogused lähevad, seda suuremaks lähevad ka sellest tulenevad probleemid.

Võõrvee esinemist reoveekanaliseerimises on oluline uurida, kuna temaga kaasnevad süsteemi üldisele toimimisele mõju avaldavad tagajärjed. Esmalt tekivad probleemid süsteemi dimensionimisega. Nimelt projekteeritakse reoveekanaliseerimine (torustik ja

selle elemendid, pumplad, puhastid) vastavalt tekkivatele reovee kogustele. Koguste leidmise aluseks on seejuures piirkonna iseloom, keskmised veetarbimise normid ja tarbimise ebaühtlust kirjeldavad ebaühtlustegurid. Olmereovee tarbimisnormiks loetakse umbes 120 l/ööpäevas 1 inimese kohta [3]. Tootmisreoveele üheselt kasutatavat tarbimisnormi anda ei saa, kuna tootmisprotsesside iseärasustest tulenevalt võivad reovee koormused erineda suurtes piirides. Vastavalt reovee arvustuslikele vooluhulkadele dimensionitakse torustikud (sh isevooline reoveekanalisisatsioon, mis arvutatakse osalisele täitele), reoveepumplad (sh pumpade valik) ning puhastusseadmed. Kui reoveekanalisisatsiooni tungib vöörvesi, siis mõjutab see süsteemi toimimist, kuna lahkvoorse reoveekanalisisatsiooni nõuetekohaseks toimimiseks vajalikes arvutustes vöörviega otseselt ei arvestata. Vöörvesi (st sademe-, pinnase-, põhja- ja muu vesi reoveekanalisisatsiooni süsteemis) tekitab torustikus ületäitumist, mis halvendab reovee sihtkohta jõudmist. Kõige äärmuslikumas olukorras võib tekkida probleeme reovee torustikku mahtumisega, kuna vöörvete kogused võivad olla sedavõrd suured, et reovett torustik enam vastu võtta ei suuda. Vesi liigub aga sinna, kus takistus voolamisele on väiksem. Isevoollises reoveekanalisisatsioonis tähendab see veetaseme tõusu süsteemis ja torustikus oleva vastusurve korral liikumist vaatluskaevudest maapinnale. See omakorda põhjustab keskkonna võimalikku reostamist ja ebameeldivusi ümbruskonnale ning inimestele.

Nii nagu dimensionitakse torustik vastavalt reovee arvustuslikele vooluhulkadele, võetakse ka reoveepumplate projekteerimise aluseks vooluhulgad. Reoveepumpla projekteeritavad parameetrid on pumpla vastuvõtureservuaari suurus (läbimõõt, kõrgus, mahutavus) ning reoveepumpade parameetrid. Pumpla vastuvõtureservuaari suurusel on ka pumpade töötsükli arv, kuna reoveepumpla töö reguleerimine toimub vastuvõtureservuaaris oleva vee taseme muutuse järgi. Reoveepumbad valitakse vastavalt pumpla teeninduspiirkonna vooluhulkadele ja vajalikule tõstekõrgusele. Seejuures on oluliseks valikuparameetriks pumba võimalikult suur efektiivsus ehk reoveepumba tööpunkt valitakse pumbagraafiku optimaalseimasse piirkonda. Nii nagu torustikud projekteeritakse arvestades piirkonna iseärasustega ning vooluhulkadega, projekteeritakse ka reoveepumplad konkreetsesse projektialasse. Seega kindlasse piirkonda mõeldud süsteem ei pruugi efektiivselt toimida teises piirkonnas. Reoveepumpla korrektset töötamist saab hinnata pumpade töötundide järgi. Hermeetilises reoveekanalisisatsiooni süsteemis töötab reoveepumpla sagedusega, mis tagab võimalikult optimaalse reovee

ärापumpamise. Sellises olukorras ei tööta reoveepumbad kogu aeg, ega ei ole ka pikki vahesid töötsükli vahel (sellega kaasnev settimisprobleem). Kui aga reoveepumpla peab lisaks reoveele tegelema ka süsteemi mittekuuluva vee pumpamisega, siis on tagajärjeks nii pumpade suur töökoormus (sellest tulenevalt rikete sagenemine) kui ka pumpla võimalik uppumisoht. Pumpla uppumise juures on siinkohal peetud silmas olukorda, kus reoveepumplasse sisenev vooluhulk on sedavõrd suur, et pumbad ei jõua veetaset pumpla vastuvõttoreservuaaris hoida allpool kindlaksmääratud maksimaalset veetaset.

Lisaks eelpool vaadeldud reoveesüsteemi dimensionimisega seotud probleemidele suurendab võõrvesi ka reovee ärajuhtimisele tehtavaid kulutusi. Isevoolse reoveekanaliseerimise rajamise järgselt on ühiskanaliseerimise valdajale peamiseks süsteemi toimivusega seotud kuluallikaks reoveepumplatega seonduv. Reoveepumplad ja nende elemendid vajavad regulaarset hooldust ning pesemist. Täiendavalt on püsikuluks kulutused reoveepumplate elektrivarustusele. Pumpade võimsusest sõltub pumpade elektritarve, ulatudes mõnest kilovatist väiksemate pumpade korral kuni kümnete kilovattideni suurte pumpade korral. Iga üleliigselt pumpatud vee hulk suurendab kulutusi elektrienergiale. Summeerides kogu teeninduspiirkonna reoveepumplate üleliigse elektrienergia kulu kogu aasta lõikes, on suure võõrvee korral kulutused märkimisväärsed.

Ühiskanaliseerimise haldaja igapäevaseks ülesandeks on lisaks reovee kogumise korraldamisele ka reovee käitlemine ehk puhastamine. Käitlemine võib endas sisaldada nii reovee puhastamist kui ka reovee puhastamise teenuse sisseostmist. Olenemata sellest, kas reovee puhastamise teenus ostetakse sisse või kasutatakse selleks enda reovee puhasteid, on puhastusprotsessi läbiva vee hulkade suurus oluline kulu indikaator. Süsteemis olev võõrvesi suurendab märgatavalt puhastusprotsessi läbivaid vooluhulkasid, mis omakorda tähendab suuremat ressursikulu reovee puhastusprotsessile.

Reoveepuhasti projekteeritakse vastavalt teeninduspiirkonna reostuskoormustele ja vooluhulkadele. Elamupiirkondades saab reostuskoormuse arvutamise aluseks võtta inimekvivalendi ehk ühe inimese poolt põhjustatud keskmise reostuskoormuse. Tööstuspiirkondade reostuskoormuse leidmisel tuleb vaadelda tööstuse iseloomu ja analoogse piirkonna reaalseid mõõtmistulemusi. Sarnaselt torustiku ja selle elementide dimensionimise alustele ei arvestata reoveepuhasti projekteerimisel võõrvee puhastamise vajalikkusega. Reoveepuhasti protsessi toimimise oluliseks mõjutajaks on

puhastisse siseneva reovee iseloom (kontsentratsioon, temperatuur, vooluhulk). Puhastusprotsessi tõrgeteta toimimist aitab tagada reovee parameetrite võimalikult suur ühtlus. Parameetrite ebaühtlus raskendab puhastusprotsessi juhtimist ja üldist toimimist. Reoveepuhastis toimuvad puhastusprotsessid põhinevad elusorganismide (bakterite) elutegevuse ärakasutamisel. Bakterid vajavad elutegevuseks aga neile sobivate näitajatega elukeskkonda. Reoveepuhastisse jõudev võõrvesi ehk reoveega võrreldes tavapäraselt puhas vesi, mõjutab puhastis olevate bakterite elutegevust.

Võõrvesi lahjendab puhastisse jõudvat puhastamist vajavat reovett. Puhastisse jõudva vee lahjendus võib olla sedavõrd suur, et vee keemiliste omaduste pooltest on puhastisse sisenev vesi oluliselt puhtam kui tekkeallikast tulev vesi. Olenemata sellest läbib aga kogu vesi reoveepuhastis puhastustsükli. Reoveepuhastisse sisenevate vooluhulkade ebaühtlus paneb proovile puhasti projekteeritud jõudluse, kuna olenevalt väliste keskkonna tegurite (sademed, temperatuur, pinnasevee tase) koosmõjust võib võõrvee kogus reoveekanaliseerimise süsteemis ületada kordades reovee vooluhulkasid. See tähendab aga reoveepuhastile jõudvate koormuste tõusu.

Aastatel 2004- 2014 Euroopa Liidu ja Keskkonnainvesteeringute Keskuse abirahadega rajatud ja rekonstrueeritud reoveepuhastite tõhususe hindamise uurimustöö käigus uuritud reovee puhastitest (kokku 245 tk) kõigub rohkem kui pooltel (54,3%) siseneva reovee hulk rohkem kui 50% ulatuses, kusjuures olukord on eriti keeruline neil reoveepuhastitel, kus puuduvad möödaviigud ning ühtlustid [4]. Võõrvesi reoveekanaliseerimises põhjustab probleeme ka puhastisse siseneva vee temperatuurile. Tekkekohast ärajuhitava reovee temperatuur on reeglina oluliselt kõrgem süsteemi loodusest tulevast võõrveest, seega jahtub antud vee tulemusena reoveepuhastisse sisenev vesi. Kuna Eesti kliimas on välistemperatuurist põhjustatud mõju reovee temperatuurile niigi suure tähtsusega, siis võõrvesi süsteemis annab probleemile veelgi suurema löögi.

Kevadiste külmade lumesulavetega kaasneb aktiivmuda põhipuhastitest välja kandumine. Madala reovee temperatuuri tõttu langeb bioprotsesside aktiivsus ning tõuseb suublasse juhitud reostuskoormus. Aktiivmuda puudumisel langeb täiendavalt puhasti efektiivsus. Kirjeldatu juhtub siis kui on tegemist ühisvoolse kanalisatsiooniga või kui kanalisatsioonisüsteemid on nõ hõredad: lumesula ja intensiivsete saju perioodide ajal töötavad kanalisatsioonisüsteemid kuivendusdrenaažina ja kuival ajal niisutussüsteemina. [5]

5. Uuringupiirkonna iseloomustus

5.1. Piirkonna üldkirjeldus

Reoveekanaliseerimise torustiku toimivuse analüüsiks ning võõrvee poolt põhjustatud probleemide väljaselgitamiseks on töö autori poolt teostatud praktiline välitöö ja analüüs konkreetses ühisveevärgi- ja kanalisatsiooniga kaetud piirkonnas. Välitööde teostamise piirkonnaks on Rae vald.

Rae vald asub Põhja- Eestis, Harju maakonnas. Põhjast ja kirdest on Rae vald piiratud Tallinna linnaga, idast Jõelähtme vallaga, kagust Raasiku vallaga, lõunast Kose vallaga ning edelast ja läänest Kiili vallaga. Valla pindala on 206,8 km². Rae vallas on 5 alevikku (Peetri, Jüri, Lagedi, Vaida, Assaku) ning 27 küla. Suurim asula on Peetri alevik, kus elab 3862 inimest. Kokku elab Rae vallas 2016 a alguse seisuga 16069 inimest. [6]

Valla keskus on Jüris, kus asub ka Rae Vallavalitsus. Hea ühendus Tallinna ning teiste keskustega toetab valla kiiret arenemist, mille tõestuseks on vilgas elamu- ja tootmiskaare arendustegevus. Rae valla keskmine asustustihedus on 77,7 inimest 1 ha kohta, mis teeb temast ühe tihedamini asustatud valla Eestis. Rae valla suurimad tööandjad on AS Kalev, AS ABB, AS Uvic ning logistikakeskused (AS Smarten Logistics, Coop Eesti, AS Maxima Eesti).

Rae vald asub Põhja- Eesti lavamaal, Kesk- ja Ülem- Ordoviitsiumi lubjakivi alal. Valdava osa valla territooriumist asub savikatel lubjakividel, põhjaosas savikad lubjakivid kukersiidi vahekihtidega. Pinnakatte moodustavad lubjarikkad rähksed moreenid, mille paksus ulatub 2- 10 meetrini. Ülemiste järve piirkonnas esineb liiva ja kruusarikkaid setteid, Pirita jõe ümbruskonnas esineb ka pisi- ja peeneteraliste liivade setteid. Valla põhjaosas esineb lubjakivi paljandeid, kus pinnakatte paksus on alla 1 m. Maavaradest on esindatud turvas, ehitusliiv, kruus ja lubjakivi. Pinnamood on tüüpiliselt Põhja- Eestile tasane, kus pinnamoodi ilmestavad üksikud künkad. Absoluutkõrgused jäävad vahemikku 35 m kuni 50 m üle merepinna. Kõrgeim punkt asub valla lõunaosas (53, 4 m üle merepinna) ja madalaim punkt asub valla kirdeosas (33, 7 m üle merepinna). Valla territooriumist on haritava maa all 45%, metsamaa hõlmab 28%, looduslik rohumaa 10%

ning muu maa 17% pindalast. Kuivadel aladel esineb rohkem kase- ja männimetsi ning kase- ja kuuse segametsad, liigniisketel aladel lodu-, siirdesoo- ja rabametsi. Valla põhjaosa kuulub kõrge radoonisisaldusega pinnaste loetellu, mis toob hoonete ehitamisel kaasa täiendavate radoonitõrje meetmete rakendamise vajalikkuse. Rae valla territoorium kuulub Tallinna pinnaveehaarde vesikonda. Vesikonda kuuluvad Pirita jõgi, Jägala- Pirita ja Vaskjala- Ülemiste kanalid, Kurna oja ning teised väiksemad sissevoolud Ülemiste järve ja Pirita jõkke. Kuna Ülemiste järv on Tallinna ja selle lähivaldade peamine joogivee allikas, siis on olulisel kohal vooluveekogude ja pinnavee puhtuse tagamine. Tähtsateks valla sademeveesüsteemi kuuluvateks osadeks on Lehmja peakraav, Rae-Lagedi peakraav ja Soodevahe peakraav. Suurimad järved on valla keskosas asuvad Mädajärv ja Limu järv. Mõlema puhul on tegemist madalapõhjaliste rabajärvedega. [7]

Tänaseks on igas suuremas Rae valla asulas olemas ühisveevärk ja –kanalisatsioon. Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni laiendamise vajadus on aga jätkuvalt olemas suuremates elamuarenduspiirkondades. Rae vallas eksisteerib aga ka piirkondi, kus elamuarendus ja koos sellega ka ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni hulka kuuluvate torustike ehitus on lõpuni viimata (nt puudub ühendus eelvooludega või on rajatised väljaehitatud vaid osaliselt), peatunud, või eksisteerivad erinevad omandiküsimused ning vaidlused.

Ühisveevärk ja -kanalisatsioon rajatakse kohaliku omavalitsuse volikogu kinnitatud ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava alusel. Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava koostamist korraldab kohalik omavalitsus ning kava koostatakse ketivusajaga vähemalt 12 aastat, seejuures toimub arengukava ülevaatamine iga 4 aasta tagant. [1]

Rae valla piires on ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendustegevuse ja üldiste põhimõtete alusdokumendiks kehtiv arengukava, milleks käesoleval hetkel on: „Rae valla ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2013- 2024“.

5.2. Infrastruktuuriettevõtte AS ELVESO kirjeldus

Rae vallas tegutseb vee- ettevõtteid, millede teeninduspiirkonnad piirduvad mõne tänava või kvartaliga. Valla suurim vee- ettevõtte on aga infrastruktuuriettevõtte AS ELVESO. Käesolevas töös käsitletakse ühisveevärgi ja –kanalisatsioonisüsteemide kirjeldamisel vaid AS ELVESO tegevuspiirkondade andmeid ja alusmaterjale.

AS ELVESO on 100% Rae valla omandis olev elektri-, vee- ja soojusettevõtte, mille põhitegevusalad on: [8]

- vee- ja kanalisatsiooniteenuse osutamine
- elektrivõrguteenuse osutamine ja elektrienergia müük
- soojusenergia tootmine, jaotamine ja müük

AS ELVESO tegutseb Rae vallas vee- ettevõttena Rae Vallavolikogu otsusega nr 473 alates 09.12.2008 [9].

AS ELVESO tegevuspiirkonnad on:

- Pirita jõe tegevuspiirkond: Ülejõe küla, Lagedi alevik, Kopli küla, Kadaka küla, Tuulevälja küla, Karla küla, Pajupea küla, Vaskjala küla, Jüri alevik, Aaviku küla.
- Vaida tegevuspiirkond: Vaidasoo küla, Vaida alevik, Suuresta küla.
- Peetri tegevuspiirkond: Lehmja küla, Pildiküla küla, Soodevahe küla, Järveküla küla, Peetri alevik, Assaku alevik, Rae küla.
- Patika tegevuspiirkond: Kuremäe tee, Jõekääru tee, Roostiku tee, Hundinuia tee ja Paislehe tee.

Alates 2011 aastast reguleerib üle 2000 inimekvivalendiga reostuskoormusega reoveekogumisaladel ja nendega seotud asulatest moodustavates vee- ettevõtluspiirkondades vee- ja kanalisatsiooniteenuste hindu Konkurentsiamet. [7]

Vastavalt Konkurentsiameti poolt kooskõlastatud otsusele (29.05.2012 otsusega nr 9.1-3/12- 011) on Pirita jõe, Vaida ja Peetri tegevuspiirkonna veevarustuse ja reovee ärajuhtimise teenuse hinnad alates 01.10.2012: [8]

Füüsilised isikud:

Veevarustus-	1,334 eur/m ³ kohta
Reovee ärajuhtimine ja puhastamine-	2,183 eur/m ³ kohta
Kokku	3,517 eur/m ³ kohta

Juriidilised isikud:

Veevarustus-	1,987 eur/m ³ kohta
Reovee ärajuhtimine ja puhastamine-	3,070 eur/m ³ kohta
Kokku	5,057 eur/m ³ kohta

Eelpoolt toodud hindadele lisandub käibemaks 20%.

Vastavalt Rae Vallavalitsuse poolt kooskõlastatud otsusele (8.10.2013 määrus nr 36) on Kuremäe tee, Jõekääru tee, Roostiku tee, Hundinuia tee ja Paislehe tee Patika külas tegevuspiirkonna veevarustuse ja reovee ärajuhtimise teenuse hinnad alates 01.10.2013: [8]

Tasu võetud vee eest-	1,334 eur/m ³ kohta
Tasu reovee kogumise ja ärajuhtimise eest-	3,110 eur/m ³ kohta
Eelpoolt toodud hindadele lisandub käibemaks 20%.	

Veevarustuse ja reoveekanaliseerimise hindade suurust ning jõukohasust elanikkonnale on võimalik analüüsida inimeste keskmise netosissetuleku järgi. Rae vallas moodustab keskmine vee- ja kanalisatsiooniteenuse kulu umbes 7,3- 15 eur ühe leibkonnaliikme kohta kalendrikuus, mis on suurusjärgus 1,3- 2,8% keskmisest leibkonnaliikme netosissetulekust (andmed 2012 aasta baasil). Teenuste kulukuse näitajad jäävad rahvusvaheliselt aktsepteeritavast maksimaalsest piirmäärast 4% oluliselt allapoole. Arvestades, et alates aastast 2012 on suurenenud ka leibkonnaliikmete keskmine sissetulek, siis on vee- ja kanalisatsiooniteenuse kulumäära protsent veelgi alanenud. [7]

AS- le ELVESO kuuluvate ühisveevärgi ja –kanalisatsioonirajatiste kogupikkus on: veetorustik umbes 150 km, reoveekanaliseerimise torustik umbes 250 km (sh survekanalisatsioon torustike u 70 km) ning sademe- ja drenaaživee torustikud umbes 70 km. Sademe- ja drenaaživee süsteemide hulka ei ole arvestatud Nõukogude Liidu ajal ja Eesti Vabariigi taasiseseisvumise aja jooksul rajatud maaparandussüsteemide hulka kuuluvaid drenaažisüsteeme. Suurem osa torustikest on heas seisukorras, st torustikud on ehitatud või rekonstrueeritud viimase 10- 15 aasta jooksul. Torustikud on suuresti rajatud

majandusbuumi aegse elamuehituse ja arendustegevuse käigus, kuid vanemates elamupiirkondades (näiteks Assaku alevik, Lagedi alevik, Karla küla, Vaida alevik) on ehitatud ja rekonstrueeritud torustikke ka Euroopa Liigu Ühtekuuluvusfondi raames saadud toetuste baasil.

Ühtekuuluvusfond loodi 1993. aastal Euroopa Liidu Maastrichti lepinguga. Ühtekuuluvusfondi eesmärgiks on viia keskkonnasektori seisukord vastavusse Euroopa Liidu nõuetega ning saavutada hea transpordiühendus Euroopa Liidu liikmesriikide vahel. Ühtekuuluvusfondist toetatakse suuremahulisi investeeringuid transpordi- ja keskkonnaprojektidesse riikides, kus sisemajanduse kogutoodang on alla 90% Euroopa Liidu keskmisest. Keskkonnasektoris on prioriteetideks veevarustuse, heitvee puhastamise ning jäätmekäitluse infrastruktuuri kaasajastamine. [10]

5.2.1. AS ELVESO veevarustussüsteemide kirjeldus

Suur osa Rae vallast on läbi ühisveevärgi ühendatud Tallinna linna veevarustussüsteemiga. Umbes 45% tarbijatest saab joogivee pinnavee allikast ehk Ülemiste järvest. Ühisveevärgi süsteemis olevate puurkaevude baasil toimivates piirkondades kasutatakse joogivee allikana peamiselt Ordoviitsium- Kambriumi ja Kambrium- Vendi veekomplekside vett. Eravaldustes olevate puurkaevude korral kasutatakse ka Ordoviitsiumi ja Kvaternaari veekomplekside vett. Ühendus Tallinna linna veevarustussüsteemiga toimub 05.03.2016 seisuga läbi viie piiritluspunkti: Mõigu alevikus, Peetri alevikus, Uuesalu külas, Järveküla külas ja Soodevahe külas. Käesoleval ajal on AS ELVESO tegevuspiirkonnas ühisveevärki ühendatud kokku 16 puurkaevu, mis tagavad põhjavee toitel olevates piirkondades ühisveevärgi süsteemi veega varustatuse. [7]

Puurkaevudest juhitakse toorvesi veetöötlusjaamadesse, kus see puhastatakse joogivee nõuetele vastavaks. Valdav enamus veetorustikke on PE (polüetüleen) materjalist, läbimõõduga D110 mm ja D160 mm, kuid Jüri alevikus leidub üksikutes lõikudes ka vanemaid malmstorustikke. Vähesel määral on süsteemis ka PVC materjalist

muhvitorustikke. Rekonstrueerimiste käigus toimub järk- järgult varasematelt süsteemidelt üleminek PE keevissüsteemidele.

Olenemata sellest, et suurem osa AS ELVESO teeninduspiirkonnas olevatest ühisveevärgi rajatistest on kaasaegsed süsteemid, esineb jätkuvalt arenguruumi torustike paremaks muutmiseks. Võimaluste piires tegeletakse ühisveevärgi parendamisega järk- järgult. Kuna süsteem on võrdlemisi laiaulatuslik, siis kõigi probleemida üheaegselt tegelemine paratamatult võimalik ei ole. Iga- aastaste investeeringutega liigutakse aga järgemööda soovitava lõppresultaadi ehk võimalikult hästi ja ökonoomselt toimiva süsteemi poole.

5.2.2. AS ELVESO reoveekanaliseerimise kirjeldus

AS ELVESO tegevuspiirkonnades on 10.05.2016 seisuga kokku 147 reoveepumplat. Reoveepumplatega juhitakse reovesi reoveepuhastitesse ja eelvoolusüsteemidesse. Reoveepumplad on enamjaolt silindrilised, PE korpusega, märgasetusega, kahe pumbaga pumplad. Reoveepumplate kaevude suurus varieerub vahemikus D1200 mm kuni D1800 mm. Olenevalt pumpla konstruktsioonist ja piirkonnast eksisteerib ka teistsuguste mõõtmetega reoveepumplaid, kuid alla D1200 mm reoveepumplaid ei paigaldata. Süsteemis on töös ka varasemast ajast pärinevad klaasplastist korpusega pumplad. Reoveepumplad on ühendatud kesksesse kaugvalve ja –jälgimissüsteemi, mis võimaldab reaalajas jälgida reoveepumpla tööd ning vajadusel muuta tööparameetreid.

Tegevuspiirkonnas on 2 reoveepuhastit (Vaida reoveepuhasti ja Jüri reoveepuhasti), kus toimub antud asulate ja lähipiirkondade reovee puhastamine. Nimetatud kahe reoveepuhasti teeninduspiirkonnast väljapoolt tulev reovesi juhitakse survetorustike kaudu Tallinna linna reoveesüsteemi läbi viie piiritluspunkti AS- ga Tallinna Vesi. Sellisel juhul toimub reovee puhastamine Paljassaare reoveepuhastis. Reoveekanaliseerimise süsteem on täielikult lahkvoolne. Süsteemis on kasutusel PVC (polüvinüülkloriid) isevoolsed torustikud, PE (polüetüleen) survetorustikud ning vaatluskaevudena kasutatakse tehases valmistatud PE (polüetüleen) keeviskaevusid. Isevoolsed reoveekanaliseerimise torustikud on valdavalt läbimõõduga D160 mm ja D200

mm, üksikud kollektorid on ka läbimõõduga D400 mm. Survetorustike läbimõõt on valdavalt D110 mm, tähtsamate kollektoritena kasutatakse ka kuni D280 mm torustikke.

Reoveekanaliseerimise planeerimise aluseks on isevoolsete torustike eelistamine. Kui keskkonnatingimused (eelvoolude kõrgused ning maapinna reljeefi iseloom) lubavad, kasutatakse reovee kogumiseks isevoolseid torusüsteeme. Isevoolsete torustikega kogutakse reovesi kokku madalamatesse kohtadesse, kust reoveepumplatega juhitakse reovesi järgmisesse eelvoolu. Võimalusel lahendatakse piirkonna reovee kogumine arvestades kogu piirkonna arengusuundadega. Seega kui välistingimused nõuavad reoveepumplate rajamist, siis vaid mõne tarbija jaoks ühiskanaliseerimise hulka kuuluvaid reoveepumplaid ei rajata. Põhjuseks on reoveekanaliseerimise pumplatega kaasnevad kulud ning vooluhulkade väiksus. Olenevalt konkreetsest olukorrast on kasutusel ka survekanaliseerimise lahendused, kus igal tarbijal on kinnistusesed reovee väikepumplad ning reovesi juhitakse ühiskanaliseerimise (survekanaliseerimine või isevoolne kanalisatsioon) väikepumplate abil. Üldjuhul on sellised lahendused õigustatud vaid erandjuhtudel (nt maapinna reljeefi suured kõrguslikud vahed), kuid teatud piirkondades on vaid survekanaliseerimise eelistamise põhjuseks ka võõrvee (sademevesi, pinnavesi, pinnasevesi) süsteemi sissetungi ärahoidmine.

Piirkonna reoveekanaliseerimise süsteemide murekohtadeks on: [7]

- **Torustike toimivuse probleemid**- piirkonna torusüsteemid on rajatud valdavalt majandusbuumi aegse arendustegevuse käigus. Hoogne arendustegevus on põhjustanud aga olukorra, kus kontroll torustike ehituskvaliteedi üle on teinekord jäänud puudulikuks. Sellega kaasnevad aga torustike hilisemas eksploatatsioonis sellised probleemid nagu: toruummistused, läbivajumised, salaühendused ja võõrvee sissetung torustikku. Täiendavalt on probleemiks arendustegevuse käigus lõpuni väljaehitamata jäänud torustikud, millel puudub ühendus eelvooluga või on probleemiks teised torusüsteemi toimivust halvendavad asjaolud.
- **Salaühendused ühiskanaliseerimisega**- esineb omavolilisi kanalisatsioonide ühendusi ühiskanaliseerimise süsteemiga. Omavoliliste liitujate avastamiseks tehakse perioodiliselt objektide ülevaatusi ja tuvastatakse võimalikke liitujaid, kelle tegevus ei ole kooskõlas kehtivate nõuetega. Lisaks ebaseaduslikule reovee juhtimisele

ühiskanalisatsiooni esineb ka salaühendusi, mille eesmärgiks on sademevee ärajuhtimine selleks mitteettenähtud süsteemi - lahkvoolsesse reoveekanalisatsiooni.

- **Purgimine ühiskanalisatsiooni-** purgimise tarbeks on välja ehitatud tänapäevane purgimissõlm Vaida reoveepuhasti territooriumile. Purgimissõlm on avatud vaid lepingulistele klientidele. Olenemata sellest, et purgimine on lubatud vaid purglates, esineb ka ebaseaduslikku tegevust, mil tühjendus toimub otse reoveekanalisatsiooni-vaatluskaevudesse ja pumplatasse.
- **Suurvee ajal suured vooluhulgad reoveekanalisatsioonis-** veerohketel perioodidel (kevadine lumesulamine ja sademeterohked perioodid) on torustikud ülekoormatud. Probleemi põhjuseks on võõrvee ulatuslik sissetung reoveekanalisatsiooni.

Sarnaselt veevarustussüsteemi parendamisele, pööratakse tähelepanu ka reoveesüsteemi toimivuse parandamisele. Süsteem on tänu sellele pidevas muutumises ning käesoleval hetkel probleemiks olevad asjaolud võivad aja jooksul olla muutunud.

5.3. Rae valla sademeveerajatiste kirjeldus

Rae vallas olevate sademeveesüsteemide tähtsaimad eelvoolud on: Ülemiste järv (Tallinna joogivee haare, kuhu toimub sademevee juhtimine tänu looduslikele väljakujunenud kraavidele), Pirita jõgi (toimib sademevee eelvooluna tänu väljakujunenud kraavide võrgustikule), Soodevahe peakraav (eelvooluks on Pirita jõgi), Mõigu poldritiik (Peetri aleviku ja lähipiirkonna peamine sademevee eelvool), Vaskjala-Ülemiste kanal (nii vana kui ka uus kanal, sademevee eelvooluks tänu väljakujunenud kraavide võrgustikule), Rae peakraav ning Kurna oja. Eelvooludesse juhitakse kokkukogutud sademevesi kraavide või torusüsteemide kaudu. Mahutavuse ja vooluhulkade ühtlustamise eesmärgil kasutatakse võimalusel sademevee lahendustena kraave, kuid tiheasustusega aladel on tihti ainsaks võimalikuks lahenduseks torusüsteemide kasutamine. Sademevee torustikud on lahkvoolsed, kuid sademevee- ja drenaaživee süsteemid võivad töötada ka projekteeritud eesmärgist erinevalt (nt drenaažisüsteemidesse juhitakse ka sademevett ja vastupidi). Sademevee- ja drenaaživee torustikud on rajatud valdavalt lähimineviku (viimased 10- 15 aastat) tiheda arendustegevuse käigus ning on seega tänapäevased plastiktorusüsteemid.

Põllumajandusdrenaaži süsteemidena on siiaaani hajaasustatud piirkondades kasutusel toimivad savi ja betoon materjalidest valmistatud torusüsteemid, mis omavad tänaseni tähtsat rolli piirkondade kuivendamisel.

Probleemsed kohad sademeveesüsteemides: [7]

- **Ülemiste järve lähedus-** olulisim sademeveesüsteemide mõjutaja Rae valla põhjaosas. Kuna Ülemiste järve näol on tegemist Tallinna linna ja selle lähipiirkonna peamise joogiveehaardega, siis seab see täiendavad piirangud sademevee rajatiste toimimisele ja planeerimisele. Vaatamata sellele, et ajalooliselt toimub kraavide kaudu sademevee sissevool Ülemiste järve, ei ole tiheasustusega aladelt kogutava täiendava sademevee juhtimine Ülemiste järve toitekraavidesse ega järve endasse lubatud. Selle tõttu on vajalik kogutava sademevee käitlemine ja ärajuhtimine Ülemiste järve toitekraavidest eemale. Lisaks on probleemne Ülemiste järve kõrge veetase. Olenevalt sademete hulgast võib järve veetase tõusta sedavõrd kõrgeks, et hakkab toimuma järve niinimetatud tagasivoolamine naabruses asuva Peetri aleviku madalamatesse piirkondadesse.
- **Suuri koguseid vastuvõtivate eelvoolude puudumine-** kõvakattega aladelt torusüsteemidega eelvoolu juhitud sademevesi tekitab suuri hetkkoormuseid, mille vastuvõtmiseks on vaja suure mahutavusega kraave, tiike, või muid veekogusid. Sademevee eelvoolude vastuvõtuvõime muutub aktuaalseks tiheasustusega aladel, kus eelvoolude mahtuvuse küsimus on kõige probleemsem. Olukorra parendamise üheks võimaluseks on hetkkoormuste vähendamine. Lisaks tekitab probleeme Mõigu poldri ja Tallinna sademeveesüsteemi vastuvõtuvõime piiratus.
- **Rahastamisprobleemid-** sademeveesüsteemid vajavad hooldust ja arendamist sarnaselt ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni rajatistele. Kui vee ja –reoveekanaliseerimise rajatiste arendustegevuse ja hoolduse rahastamine toimub tarbijate poolt tasutava vee ja reovee hinna raames, siis sademevee rahastamine vee ja reovee teenuse hinna sisse ei kuulu.

Sademevee süsteem on pidevas muutumises, vastavalt sellele, milline on olemasolevate rajatiste olukord ja kui aktiivne on kinnisvara arendustegevus. Süsteemide toimivusele panevad aluse terviklik planeerimine, pidev kontroll ning korrektne ekspluatatsioon.

6. Uuringupiirkonnas asuva olemasoleva ühiskanalisatsiooni uuring

6.1. Uuringu eesmärk ja -piirkonna kirjeldus

Rae valla vee- ettevõtte, AS ELVESO, lähteandmete ja kogemuse põhjal on teada, et reoveekanaliseerimise tekitavad probleemid võõrvee suured kogused. Koostöös piirkonna vee- ettevõttega koostas töö autor reoveekanaliseerimise uuringute teostamise lähteülesande ning määrati uuringu teostamiseks konkreetne ühiskanaliseerimisega kaetud piirkond.

Reoveekanaliseerimise uuringu lähteülesanne kirjeldus:

Lahkvoolsesse isevoolsesse reoveekanaliseerimise toimuva võõrvee põhjuste väljaselgitamine, võimalike parendusettepanekute tegemine.

Uuringupiirkonna valik:

Uuringupiirkonna valikut mõjutas reoveekanaliseerimise iseloom (süsteemi vanus, liitunud kinnistute arv) ning süsteemi võimalik mõjutatus pinna- ja pinnaseveest (sh varasem kogemus suurveeaegsete üleujutustega). Valitud piirkonnaks on valitud Lagedi alevik, kuhu on 2010- 2011 aastatel Ühtekuuluvusfondi rahastuse toel rajatud kaasaegne ühiskanaliseerimise süsteem. Uuringupiirkonna ulatus on kajutatud joonisel 1 (punasega tähistatud ala).



Joonis 1. Olemasoleva reoveekanaliseerimise uuringupiirkond Lagedi alevikus.

Uuringupiirkonna üldine iseloomustus:

Lagedi alevik asub Rae valla põhjaosas. 2014. a. augustikuul seisuga elas Lagedi alevikus 859 inimest, millega on alevik rahvaarvu poolest suuruselt neljas Rae vallas. [6]

Lagedi aleviku peamise hoonestuse moodustavad vanemast ajast pärit hooned, mis on käesolevaks ajaks suuresti renoveeritud. Hoonestus on välja kujunenud peamiselt alevikku läbiva Pirita jõe äärsesse piirkondadesse. Pirita jõe lähedus mõjutab oluliselt piirkonna pinna- ja pinnasevee režiimi, st alad on suurveega kaasnevatest probleemidest kergesti mõjutatavad. Suur osa hoonestusest on kunagised suvilad, mis on tänapäevaks renoveeritud aastaringseks elamiseks mõeldud elamuteks. Uusarenduste peamised piirkonnad asuvad Lagedi aleviku Kopli küla piirkonnas ning tänava Põllu põik tänava piirkonnas, millede hoonestus on välja kujunenud viimase 10-15 aasta jooksul. Tööstus-

ja ärihoonete piirkond asub Lagedi alevikus Tallinna ringtee ja Tallinna- Narva raudtee vahelisel alal.

Lagedi aleviku ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni süsteemid on suuresti rajatud ning osaliselt ka rekonstrueeritud aastatel 2010- 2011 Ühtekuuluvusfondi rahastuse toel. Kopli küla arendusala piirkonnas esineb ka varasematel aastatel (2005) ehitatud torusüsteeme. Kuni ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni väljaehitamiseni kasutati piirkonnas vee- ja reovee lahendustena eraomandis olevaid puurkaeve ja kogumismahuteid. Vaatamata sellele, et ühisvõrkude rajamise järgselt on praktiliselt kõigile hoonestatud kinnistutele piirkonnas loodud ühisvõrkudega liitumise võimalus (liitumispunktid kinnistu piiril või vahetus läheduses), ei ole jätkuvalt kõik liitumise võimalust omavad kinnistud ühisvõrkudega liitunud. Selle põhjuseks on suuresti soovimatus vee- ja reovee teenuse eest tasu maksta. Kuna aga puurkaevude veekvaliteet on piirkonnas võrdlemisi madal ning kogumismahutite tühjendamise teenuse hind on kasvavas trendis, siis ühisvõrkudega liitujate koguarv tõenäoliselt järk- järgult suureneb.

Uuringupiirkonna ühiskanaliseerimise rajatiste iseloomustus:

Ühiskanaliseerimiseks oleva võõrvee probleemide analüüsiks tehtud välitöö teostati ühiskanaliseerimisega kaetud piirkonnas, mis hõlmas rajatise järgmistel tänavatel: Lagedi-Jüri tee, Kopli tee, Põllu tn, Liiva tee, Liiva põik, Kangilaski tn ning Papli tn. Reoveekanaliseerimine vaadeldavas piirkonnas on lahkvoolne. Reovesi kogutakse kinnistutelt enamasti iseoolsete torustikega (va Põllu põik tänav) ning juhitakse ühisreoveekanaliseerimise pumplasse, mille asukohad on valitud vastavalt maapinna kõrguslikule iseloomule. Reoveepumplate kaudu juhitakse reovesi Lagedi Keskasula peapumplasse, kust omakorda pumbatakse reovesi Loo alevikus asuvasse AS Tallinna Vesi poolt hallatavasse reoveekanaliseerimise süsteemi. Läbi AS Tallinna Vesi süsteemi juhitakse reovesi lõpuks Paljassaare reoveepuhastisse, kus toimub reovee puhastusprotsess.

Välitööde käigus uuritud ala reoveekanaliseerimise torustike kogupikkus on 9,4 km, sh iseoolne reoveekanaliseerimine kogupikkusega 4,2 km. Uuringualasse jääb 6 ühiskanaliseerimise hulka kuuluvat reoveepumplat ning uuringuala torustikult on liitumise võimalus liitumispunktidega ette nähtud kokku 104- l kinnistul.

6.2. Välitööde teostamine uuringupiirkonnas

Välitööde tegemise eelduseks on lähteülesande kokkupanek ja tööde teostamise metoodika koostamine, millede põhimõtted on järgmised:

Välitööde metoodika:

Välitööde eesmärgiks oli visuaalsel teel (vaatluste tulemusena) välja selgitada isevooles reoveekanalisisatsioonis vee voolamise iseloom ja võimalike süsteemi hermeetilisuse probleemide kaardistamine. Välitöö sisuks on valitud piirkonna isevoole reoveekanalisisatsiooni vaatluskaevude avamine ning visuaalse vaatluse teel reoveekanalisisatsiooni voolurežiimi ja vaatluskaevude seisukorra määratlemine. Tööde teostamise ajaks on valitud vahetult lumesulamise järgne aeg (aprilli lõpp- mai algus 2013 aastal), kus pinnasevee tase on veel lumesulamise järgselt kõrge, kuid samas ei sega lumekate enam vaatluskaevude inspekteerimist. Kuna uuringupiirkonnas esineb olukordi, kus kaevu kaaned on maetud pinnase alla, siis antud töö raames on uuritud vaid vaatluskaeve, mis on maapinnal nähtavad ning avatavad. Vaatluspiirkonna ühiskanalisisatsiooni torustik asub suuresti sõidutee kõrval ning kaevu kaante pinnase alla jätmine on antud piirkonnas vee- ettevõtte soov, vältimaks talvise teehoolduse käigus kaevude rikkumist. Pinnase all olevate vaatluskaevude omadusi võib antud süsteemi puhul võrrelda uuritud kaevude omadega, kuna tegemist on ühe objektiga, kus nii kasutatud materjalid kui ka ehitustegevus on sama.

Kõikide uuritud vaatluskaevude iseloomulikud omadused on kirja pandud ning avastatud puudused on pildistatud. Täiendavalt on vaatluste teel uuritud piirkonna reoveekanalisisatsiooni pumplate hermeetilisust.

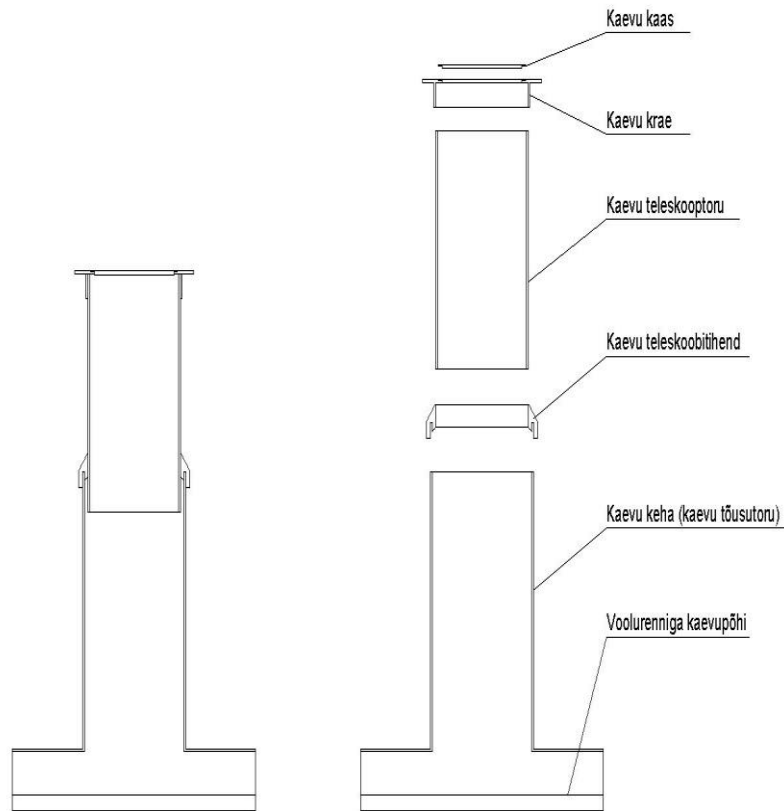
Välitöödel vaadeldud parameetrid:

Kõigi uuritud vaatluskaevude puhul on vaadeldud ja üles märgitud järgnevad parameetrid:

- **Kaevu number-** eristamaks hilisemas andmetöötluses vaatluskaeve, on kõigile vaatluskaevudele lisatud numeratsioon.

- **Kaane kõrgus-** kaevu kaane kõrgus ümbritseva maapinna suhtes. Näitab pinnavee sissetungi võimalikkust reoveekanaliseerimise läbi vaatluskaevude luukide.
- **Vee sissetung-** vaatluskaevude visuaalsel vaatlusel tuvastatud võõrvee sissetung või vee sissetungi jäljed.
- **Teleskoobi tihend-** kõikidel uuritud kaevudel on mõõdetud kaevu teleskoobi tihendi asukoht kaevu teleskoobi ääres suhtes ehk kui sügaval on kaevu teleskoop teleskoobi tihendi suhtes. Tihendi asukoha mõõtmise tarvis on valmistatud spetsiaalne mõõteskaalaga varustatud mõõteseade. Mõõdetud suuruse järgi saab muuhulgas vaadata ka, kui palju on kaevu teleskoopi võimalik teoreetiliselt veel tõsta (juhul kui vertikaalplaneering muutub) ilma, et oleks vajalik olemasoleva kaevu keha pikendamine.
- **Kaevu olukord-** antud parameeter näitab visuaalsel vaatlusel tuvastatud defekte.
- **Kaev vertikaalne-** visuaalselt on vaadeldud kaevu keha ja kaevu teleskoobi vertikaalsust. Näitab, kas kaevu teleskoobi tihendi tööolukord on tavapärane või raskendatud.
- **Muu-** vaatluste käigus avastatud muud asjaolud, mis eelpool toodud parameetrite alla ei käi (sh probleemide kirjeldus).
- **Tähelepanekud-** vaatluste käigus avastatud iseloomulikud omadused konkreetsete torustike lõikude kohta.

Tagamaks reoveekanaliseerimise uuringu käigus vaadeldud vaatluskaevude parameetrite ühese mõistmise, on järgnevalt kirjeldatud uuringupiirkonnas kasutatavate vaatluskaevude elemendid:



Joonis 2. Vaatluskaevu põhimõtteline skeem.

Joonisel 2 on toodud PE materjalist valmistatud reoveekanaliseerimise vaatluskaevu põhimõtteline läbilõike skeem. Vaatluskaevu elementide kirjeldus:

- **Voolurenniga kaevupõhi**- reoveekanaliseerimise vaatluskaevude põhjad on varustatud voolu suunas kaevu sisenevate ja väljuvate voolurennidega. PE materjalist reoveekanaliseerimise vaatluskaevu põhi on sile ning ilma kõrgemate ja madalamate osadeta.
- **Kaevu keha (kaevu tõusutoru)**- tehases valmistatud PE keeviskaevude korral on kaevu keha ühes tükis voolurenniga kaevupõhjaga. Kaevu keha annab kätte vaatluskaevu peamise kõrguse.
- **Kaevu teleskoobitihend**- kummist tihend kaevu keha ja -teleskooptoru vahel. Võimaldab kaevu kaane kõrguse reguleerimist (kaevu teleskooptoru koos -krae ja -kaanega liigub teleskoobi tihendi suhtes) ning tagab ühenduskoha veetiheduse.
- **Kaevu teleskooptoru**- diameetri poolest väiksem kui vaatluskaevu keha. Tegemist kaevu keha pikendusega, mille abil on võimalik kaevu kaane kõrguse reguleerimine. Materjaliks sarnaselt kaevupõhjale ja -kehale polüetüleen (PE).

- **Kaevu krae**- malmist kaevu element, millel olevasse õõnsusesse sobitub kaevu kaas. Kaevu krae on –teleskoopitoruga ühendatud poltliite abil. Kaevu krae on element, mis toetub ümbritsevale maapinnale, st hoiab kaevu kaant projekteeritud kõrgusel.
- **Kaevu kaas**- malmist valmistatav kaevu element, mis võimaldab vaatluskaevude inspekteerimist. Kaevu kaan sobitub kaevu kraes olevasse õõnsusesse.

Välitööde käigus uuritud süsteemi elementide kohta on kaardistatud kogu visuaalsel teel kogutud info. Välitööde käigus kogutud info baasil on koostatud tabelandmestik [vt Lisa , Tabel 2]. Välitööde käigus kogutud info on aluseks edasisele süsteemi toimivuse analüüsile.

6.3. Välitööde käigus avastatud ühiskanalisatsiooni puudused

Lahkvoolse reoveekanaliseerimise võõrvee probleemide uurimise välitöö käigus avastati mitmeid süsteemi hermeetilisust mõjutavaid probleeme. Kuna välitöö uuringu objektideks olid reoveekanaliseerimisele ligipääsu võimaldavad vaatluskaevud, siis avastatud puudused kirjeldavad ennekõike just vaatluskaevudega seonduvat. Lisaks vaatluskaevude enda seisundile ja toimivusele hinnangu andmisele saab vaatluskaevude uurimise läbi hinnata ka torustiku toimivuse asjaolusid. Välitööde käigus avastatud puudused kirjeldavad reoveekanaliseerimise üldiselt ning sama ülesehituse ja põhimõttega on praktiliselt kogu süsteem Rae vallas. Keskkond (nii pinnas kui ka ümbruskond), milles konkreetne torustik asub, mõjutab oluliselt süsteemi toimivust, kuid üldised parendamise põhimõtted saab avastatud puuduste baasilt laiendada ka teistes piirkondades asuvatele rajatistele.

6.3.1. Veenired kaevu teleskooptorul



Joonis 3. Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu krae ja –teleskooptoru vahelt. Katkine kaevu krae. Kaev L-J7.



Joonis 4. Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu krae ja –teleskooptoru vahelt. Kaevu krae sissevoolava vee kohalt terve. Kaev L-J8.



Joonis 5. Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu krae ja –teleskoopitoru vahelt. Kaevu krae sissevoolava vee kohalt terve. Kaev L-J8.



Joonis 6. Vee voolamise jäljed kaevu teleskoopitorul. Kaev L-J25.

Vee voolamise jäljed kaevu teleskoopitorul viitavad sellele, et teatud olukordades toimub võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise läbi vaatluskaevude. Teleskoopitorul olevate veejälgede tekkepõhjused võib jagada kolmeks:

- **Võõrvee sissetung kaevu krae ja teleskoopitoru vahelt:**

Joonistel 3- 5 on näha selged viited võõrvee sissetungist reoveekanaliseerimise läbi kaevu krae ja -teleskoopitoru vahe. Kaevu krae ja -teleskoopitoru on omavahel ühendatud vaid poltliitega ning tihendid nende vahel puuduvad. Selle tõttu on võõrveel võimalik jõudmine reoveekanaliseerimise süsteemi.

Rooste värvi jäljed kaevu teleskoopitorul viitavad sellele, et läbi kaevu krae ja -teleskoopitoru vahelise vahe toimub teatud asjaolude kokkulangemise korral intensiivne võõrvee sissetung kanalisatsiooni. Sellised vee jäljed tekivad pikaajalise pideva vee voolamise tagajärjel, seega on reoveekanaliseerimise tunginud vee kogused olnud suured.

Vaatlusperioodil uuritud vaatluskaevudes toimus sellisel viisil otsene vee sissevool vaid ühes vaatluskaevus. Teistel samalaadse probleemiga vaatluskaevudel olid näha vaid varasemad vee sissevoolu jäljed kaevu teleskoopitorul ja kaevu kehal (joonised 3- 5).

Joonistel 3- 5 olevad vaatluskaevud asuvad sõidutee äärest u 3 m kaugusel. Teepinna ja ümbritseva maapinna kõrguste vahed on väikesed. Reoveekanaliseerimise trassikoridor asub lõiguti kohtades, kus on teeäärne küvett ja on sademevee kogunemiseks soodsad lohud. Lumesulamise ajal ning paduvihmade perioodil voolab pinnavesi madalamatesse kohtadesse kokku. Reoveekanaliseerimise hermeetilisuse probleemide korral ja maapinna ebaõige planeeringu korral tekivad olukorrad, kus vesi pressib ennast vaatluskaevude avaustest ka kanalisatsiooni sisse.

Joonise 6 järgi on näha, et võõrvee sissetung vaatluskaevu võib toimuda ka väiksema intensiivsusega, kuna veenired on ühtlaselt kogu kaevu ulatuses ja nende suurus viitab väiksematele veekogustele.

- **Võõrvee sissetung vaatluskaevu kaevu kaane vahelt:**

Veenired kaevu teleskoopitorul on põhjustatud ka vee sissetungist reoveekanaliseerimise läbi kaevu krae ja –kaane vahe. Kasutatavate vaatluskaevude luugid ei ole hermeetiliselt suletavad- st tihend kaevu kaane ja –luugi vahel puudub. Antud asjaolu võimaldab pinnaveel ebaõige maapinna planeeringu korral voolata kanalisatsioonisüsteemi ka läbi kaevu luukide. Luugi vahelise tihendi rolli hakkab eksploatatsiooni käigus etendama vahesse kogunev tolm, pinnas ning taimestik, kuid täielikult hermeetiliseks sellist lahendust pidada ei saa.

Hermeetilise ühenduse puudumise tõttu saab joonistel 3- 6 toodud veenirede üheks võimalikuks tekkekohaks pidada ka kaevu krae ja –kaane vahelise ebatiheduse.

- **Niiskuse kondenseerumine vaatluskaevus:**

Reoveekanaliseerimise süsteemi puhul on tegemist keskkonnaga, kus temperatuuride vahed väliskeskkonna ja süsteemis oleva vahel võivad kõikuda suurtes piirides. Väliskeskkonna temperatuur kõigub olenevalt aastaajast, kuid reovee keskmine temperatuur on aasta ringi suurusjärgus 6- 10 °C. Keskkonna niiskuse ja temperatuuri koosmõjul tekib olukord, kus niiskus kondenseerub külmemale pinnale, tekitades intensiivse kondenseerumise korral ka kondensvee voolamist. Joonisel 6 olevate veenirede üheks tekkepõhjuseks saab lisaks võõrvee voolamisele pidada ka kaevu sisest niiskuse kondenseerumist.

Veenired kaevu teleskoopitorul esinesid uuritud vaatluskaevudes väga paljudel juhtudel. Mõningate uuritud kaevude teleskoopitorude veenirede järgi on näha, et võõrveesissetung vaatluskaevu on toiminud väga intensiivselt.

6.3.2. Veenired kaevu kehal



Joonis 7. Veenired kaevu kehal. Kaev L-J28.

Joonisel 7 nähtav olukord kirjeldab uuritud vaatluskaevudes avastatud probleemi, kus on nähtavad vee jäljed kaevu teleskoobist allpool ehk kaevu kehal. Vaatluskaevude konstruktsiooni tõttu (kaevu teleskoop, -krae ja -kaas on väiksema läbimõõduga kui kaevu keha) on ainsaks võimalikuks probleemi põhjuseks kaevu keha ja -teleskoobi liitekoha piirkond -st kaevu teleskoobi tihendi piirkond. Vaatluskaevudes, kus esinesid joonisel 7 nähtavad ilmingud, on näha jälgi nii varasemast vee voolamisest (kaevu keha kuiv, kuid nähtavad veejäljed) kui ka pidevast vee voolamisest (kaevu keha märg). Sarnasel joonisel 6 toodule on veejälgede üheks põhjuseks kanalisatsioonisüsteemis oleva niiskuse kondenseerumine kaevu kehale. Kui aga kaevu teleskoop ise on kuiv ja kaevu kehal on nähtav vöörvee sisseimbumine vaatluskaevu, siis on selgelt tegemist kaevu teleskoobi tihendi piirkonna ebatihedusest põhjustatud probleemiga.

6.3.3. Vee tilkumise jäljed kaevu põhjal



Joonis 8. Vee tilkumise jäljed kaevu põhjal. Kaev L-J7.

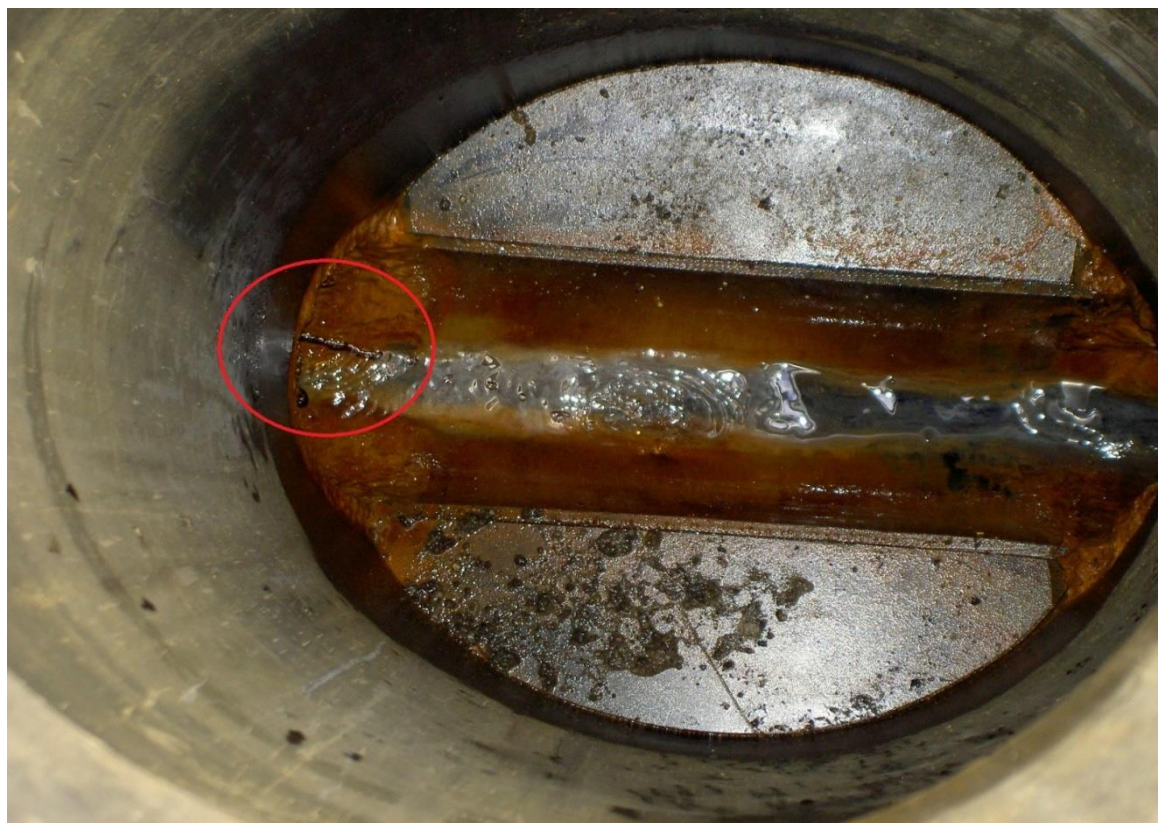
Mitmetes uuringualas vaadeldud vaatluskaevudes on kaevu põhjal näha joonisel 8 punase ringiga tähistatud alas olev võõrvee sissetungi kirjeldav olukord - vee tilkumise jäljed kaevu põhjal. Jäljed asuvad kaevu kehast u 2- 5 cm kaevu sissepoole, mis vastab kaevu teleskoobi tihendi kaugusele kaevu kehast. See viitab kaevu teleskoobi tihendi mittehermeetilisusele. Nii nagu eelpool toodud probleemide korral, on ka antud juhul olukordi, kus on näha varasemat võõrvee sissetungi ning leidub ka selliseid vaatluskaeve, kus toimus joonisel 8 kirjeldatud viisil nähtav võõrvee sissetung vaatluskaevu uuringute teostamise ajal - st kaevu teleskoobi tagant (ehk kaevu teleskoobi tihendi vahelt) tilkus vesi vaatluskaevu. Juhul kui lisaks joonisel 8 toodud vee sissetungi viitele esineb samas vaatluskaevu ka joonisel 6 kirjeldatud olukord, siis võõrvee ühe konkreetse sissetungi kohana kaevu teleskoobi tihendit välja tuua ei saa. Kui on aga näha, et kaevu teleskoobil puuduvad vee sissetungi viited ning esineb joonisel 8 nähtav olukord, siis on võõrvee sissetungi põhjustajaks kaevu teleskoobi tihendi probleemid. Võõrvee sissetung kaevu teleskoobi tihendi vahelt viitab ka kõrgele pinnasevee tasemele kaevu piirkonnas.

Teleskoobi tihendi hermeetilisuse probleemide põhjustena võib välja tuua:

- Teleskoobi tihend ei ole korrektselt paigaldatud või on kaevu paigalduse käigus paigast nihkunud.
- Kaevu teleskoop ei ole ümar, vaid on deformeerunud - ellipsis.

Kirjeldatud probleemid viitavad asjaolule, et plastikust torusüsteem ja –elemendid on äärmiselt nõudlikud nii pinnase mõjutustele kui ka paigalduse käigus ehitustegevuse teostamisele.

6.3.4. Katkine kaevukeha



Joonis 9. Katkine kaevukeha. Kaev Ka7.

Uuringute käigus avastati vaatluskaev, millesse toimus pidev võõrvee sissetung. Vesi tungis vaatluskaevu kaevu keha ja kaevu väljavoolutoru liitekohast. Joonisel 9 on punase ringiga tähistatud alas näha kaevu ebatiheduse asukoht. Võõrvee sissetung vaatluskaevu oli võrdlemisi intensiivne, mida näitab ka asjaolu, et põhjarennis on nähtav ainult puhas, kaevu sissetungiv vesi. Arvestades, et uuringute teostamise perioodil oli süsteemis, kus

asub ka kaev Ka7, vaid mõni üksik reoveekanaliseerimisega liitunud kinnistu, siis moodustas suurem osa antud süsteemi osa reoveekanaliseerimise vooluhulgast just konkreetse vaatluskaevu võõrvesi.

Vaatluskaev asub sõidutee alal, asfaltkatte all. Kaev on läbimõõduga D400/315 mm. Peale joonisel 9 nähtava probleemi on vaatluskaev heas korras ning puuduvad muud viited võõrvee sissetungile.

6.3.5. Mittekorrektne kaevu ekspluatatsioon



Joonis 10. Mittekorrektne kaevu parandamine. Kaev L-J4.

Vaatluskaevude vale ekspluatatsioon suurendab võimalikku võõrvee sissetungimise riski oluliselt. Juhul kui on vajalik kaevu remontimine, muutmine või asendamine, siis tuleb seda teha vastavalt tootjapoolsetele nõuetele. Joonisel 10 on näha, et kaevu teleskoop ja/või –krae ei ole pärit ühest komplektist. Kuna kaevu teleskoobi ja –krae mõõdud

(läbimõõdt) ei ole vastavuses, siis tõenäoliselt on kaevu hilisema eksploatatsiooni käigus parandatud. Tööd on aga teostatud viisil, mis ei ole kooskõlas kaevule esitatavate nõuetega. Joonisel on näha, et kaevu teleskoop ja krae omavaheline ühendus on teostatud kõveraks väänatud lattrauaga, mitte poltliitega nagu ettenähtud on. Lisaks on läbimõõtude erinevusest tingitult kaevu teleskoobi ja –krae vahel suur tühimik. Selline ebakvaliteetne parandustöö tekitab olukorra, kus niigi mittehermeetiline ühendus kaevu teleskoobi ja –krae vahel on veelgi vastuvõtlikum võimalikule võõrvee sissetungile vaatluskaevu. Võõrvee sissetungi joonisel 10 toodud vaatluskaevu kinnitab vee jälgede olemasolu kaevu teleskooptorul.

6.3.6. Probleemid reoveepumpla hermeetilisusega



Joonis 11. Võõrvee sissetung reoveepumplasse. Kangilaski reoveepumpla.

Reoveepumpla kest on kokkukeevitatud ühtne tervik, mis tagab pumpla hermeetilisuse. Vaadates võõrvee võimalikku sissetungi reoveepumplasse, siis on see terve reoveepumpla

kesta korral teoreetiliselt võimalik vaid kolmest kohast: reoveepumpla luugist, tuulutustorudest või kaabli läbiviikudest. Kaks esimest võib korrektse ehitustegevuse korral välistada, kuna reoveepumpla luuk ja tuulutustorud asuvad ümbritsevast maapinnast oluliselt kõrgemal. Kaabli läbiviikude probleem on aktuaalne piirkondades, kus veerohkel perioodil (nt suurvihmad, lumesulamine, üleujutused) võib maapinnale tekkida veekogumeid. Läbi pumpla juhtimiskilbi ja pumpla kesta vaheliste kaabliläbiviikude on üleujutuse korral võimalik võõrvee sissetung reoveepumplasse.

Joonisel 11 on näha võõrvee sissetungi jäljed reoveepumpla siseseinal. Antud reoveepumpla asub Pirita- Jõe vahetus läheduses, kus pinnasevee tase on kõrge ning suurvee perioodil on võimalik ka jõe veetaseme tõus sellisele kõrgusele, et ümberkaudsed piirkonnad ujutatakse üle. Joonisel 11 toodud võõrvee sissetungi põhjuseks võib olla nii pumpla kesta purunemine kaabli läbiviikude piirkonnast kui ka vee sissetung läbi kaabli läbiviikude endi. Kuna kollakat- pruuni värvi vee jäljed reoveepumpla seinal katavad võrdlemisi suure ala, siis võõrvee sissetung on teatud perioodil olnud väga intensiivne.

6.4. Uuringupiirkonna arvandmete analüüs, veekoguste bilanss

Välitööde käigus uurimise alla võetud reoveekanaliseerimise kohta on peale visuaalsete vaatluste teostatud ka vooluhulkade analüüs. Vooluhulkade analüüs näitab arvuliselt, kui suur on võõrvee kogus vaadeldavas reoveekanaliseerimise osas. Arvandmete analüüsi on kaasatud andmed ühe aasta pikkuse perioodi kohta. Kuna välitööd on teostatud aprill- mai 2013 aastal, siis vooluhulkade analüüsi on võetud andmed ajavahemikus 04.2012 kuni 04.2013. Ühe aasta pikkune periood on antud analüüsi teostamiseks minimaalne ajavahemik, kuna sealäbi on võimalik reoveekanaliseerimises toimuv siduda muuhulgas ka ilmastikuga ja erinevate aastaaegade.

Mõningane võõrvee esinemine reoveekanaliseerimises on tavapäraselt torustiku mittetäieliku hermeetilisuse tõttu ootuspärane kogu aasta vältel, seda olenemata konkreetsest aastaajast. Kuna võõrvee sissetung süsteemi on otseselt mõjutatud pinnasevee taseme ja sademete koguste kõikumisest, siis reoveekanaliseerimise jõudva

võõrveevee kogused muutuvad olenevalt aastaajast. Tavaliseks nähtuseks on suuremad vooluhulgad süsteemis kevadel ja väiksemad vooluhulgad suvel. [11]

Jagades võõrvee võimalikud põhjustajad eraldi alaosadeks ilmneb asjaolu, et pinnasevee sissetungist põhjustatud vooluhulgad käituvad aastaaegade ja isegi aastate pikkuse variatsiooni järgi, samas kui sademete poolt (eriti intensiivsete sadude) põhjustatud vooluhulgad muudavad üldist süsteemis voolava vee kogust oluliselt järsemate kõikumistega, mis kattuvad ajaliselt sajuperioodiga. [12]

Analüüsi andmed:

Analüüsi aluseks olevad, süsteemi kirjeldavad arvanded jagunevad kaheks. Esiteks on uuringusse kaasatud klientide andmed ning teiseks reoveekanaliseerimise andmed (ehk reoveepumplate andmed).

Klientide andmed sisaldavad endas uuringupiirkonnas ühisveevärgi ja –kanaliseerimisega liitunud kinnistute, ehk vee- ettevõtte jaoks tarbimislepingut omavate kinnistute (klientide) poolt tarbitud vee koguseid.

Ühiskanaliseerimise lastav vesi võrdsustatakse koguseliselt ühisveevärgist või muudest veeallikatest võetud veega - st tavaklientide reoveekanaliseerimise koguste arvestus toimub veearvestite näitude alusel [13]. Olenevalt veekasutuse iseloomust võib erandkorras reoveekanaliseerimise juhitava reovee koguste arvestus toimuda ka reoveearveti näidu alusel. Kliendiandmete analüüsis on seega vaatluse alla võetud klientide poolt vee- ettevõttele esitatud tarbimisandmed. Analüüsi on kaasatud kõik tarbimisandmeid esitavad vaadeldava piirkonna kliendid seisuga kuni 04.2013. Hilisemalt tarbimislepingu sõlminud kinnistuid käesoleva analüüsi hulka ei kaasata. Kuna vaadeldav andmestik kirjeldab vaid korrektselt veearvestite näite esitavate klientide andmeid, siis omavoliliselt ühisveevärgi ja –kanaliseerimise teenuseid tarbivad kinnistuid antud arvandmete analüüsis kajastatud ei ole. Tarbimisandmete analüüsi juures tuleb arvestada ka teoreetilise võimalusega, et kogu klientide poolt ühisveevärgist võetav vesi veearvesteid ei läbi või on veearvestite mõõtetulemustel vead sees. Kuna viimati kirjeldatu esinemise tõenäosus on tänu järelevalvele väike, siis võib selle analüüsitulemuste vaatlemise juures arvestamata jätta.

Reoveepumplate andmed kajastavad reoveepumplate poolt pumbatud reovee koguseid. Kõik reoveepumplad on ühendatud kaugjälgimise ja –juhtimise süsteemi, mis võimaldab

nii pumplate tööparameetrite jälgimist kui ka -juhtimist. Vooluhulkade analüüsiga seoses on kaugjälgimissüsteemist teostatud uuringupiirkonda jäävate reoveepumplate pumbatud reovee koguste väljavõtted ühe aasta pikkusest perioodist (04.2012- 04.2013). Andmete väljavõttesse on salvestatud andmed ühe ööpäeva täpsusega (m^3/d).

Uuringupiirkonna reoveepumplate pumbatud reovee koguste arvestus käib pumpla aktiivse mahu järgi. Reoveepumplatel puudub survetorustikul induktiivne kulumõõtja, kuid vooluhulkade andmed salvestatakse pumpla töömahu järgi. Süsteemi on seadistamise käigus sisestatud reoveepumpla andmed (pumpla läbimõõt ja aktiivse mahu suurus) ning ühe töötsükli läbimisel arvutatakse pumbatud reovee hulk (m^3). Antud mõõtmisviis ei ole niivõrd täpne, kui seda kulumõõtja järgi tehtav analüüs on, kuid esmase ülevaate olukorrast see annab. Reoveepumpla vooluhulkade arvutamine mahu järgi annab arvestatavaid tulemusi niikaua, kui ei ole probleeme reoveepumplate uppumisega, ehk olukorraga, kus reoveepumpla ei suuda toime tulla sissetulevate vooluhulkadega. Uuringupiirkonna reoveepumplatega uppumise probleeme ei esine, kuna pumplate teeninduspiirkonnad on väikesed ning liitunud klientide arv ei ole suur. Seega võib arvutuslikul teel antavaid pumplate vooluhulkasid kasutada analüüsi tegemiseks.

Reoveepumplate andmete uurimisega seoses on vaadeldud ka ilmastiku (sademed, temperatuur, aastaaeg) mõju infiltratsioonivee kogustele. Kogu uuringuperioodi päevade kohta on teostud ilmaandmete väljavõtte ning üles on märgitud sademed ja temperatuur. Ilmastikuandmed pärinevad Riikliku Ilmateenistuse Harku mõõtejaamas perioodil 04. 2012- 04. 2013 mõõdetud andmestikust [14]. Harku mõõtejaam on uuringupiirkonnale (Rae vald, Lagedi alevik) lähim meteoroloogiajaam, kus teostatakse perioodilist ilmaandmete jälgimist. Ilmastikuandmete kirjeldamiseks tuleb valida lähim võimalik vaatlusjaam, kuna isegi väikeste vahemaade korral võivad sademed ja nende intensiivsus erineda suurtes piirides. Sademete ja temperatuuri koosmõju mängib olulist rolli võõrvee koguste analüüsimisel. Talve perioodil on oluliseks näitajaks temperatuur ja selle muutumise intensiivsus, mille tulemuseks on lume sulamise kiirus. Kevadest sügiseni on ennekõike aktuaalne sademetega seonduv.

Analüüsi metoodika:

Reoveepumplate teeninduspiirkonda jäävad, ühiskanalisisatsiooniga liitunud kinnistute tarbimisandmed on kokku liidetud. Vastava ajavahemiku klientide tarbimisandmed on kõrvutatud konkreetse reoveepumpla pumbatud vee kogustega. Tarbimisandmete summa ja reoveepumpla poolt pumbatud koguste vahe annab võõrvee hulga süsteemis. Kliendiandmete ja reoveepumplate andmestik on koondatud ühtseks tabeliks [vt Lisa, Tabel 3].

Bilansitulemused

Kinnistute poolt tarbitud ning reoveepumplate poolt pumbatud vee koguste analüüsi andmete põhjal on nähtav olukord, et kõikide reoveepumplate valgalades toimub võõrvee, voolamine süsteemis [vt Lisa, Tabel 3]. Võõrvee sissetungi kohad süsteemi on kaardistatud välitööde käigus. Võõrvee kogus sõltub konkreetse reoveepumpla valgala suuruselt ning ühiskanalisisatsiooniga liitunud kinnistute tarbimisest. Vaadeldaval ajavahemikul iseloomustab uuringupiirkonna valgala liitunud kinnistute väike arv ja sellest tulenevalt liitujate poolt tarbitava vee väike kogus. Seega on suurem osa reoveekanalisisatsioonis voolavast veest võõrvesi.

Tabel 1. Uuringupiirkonna reoveepumplate teeninduspiirkondade võõrvee kogused.

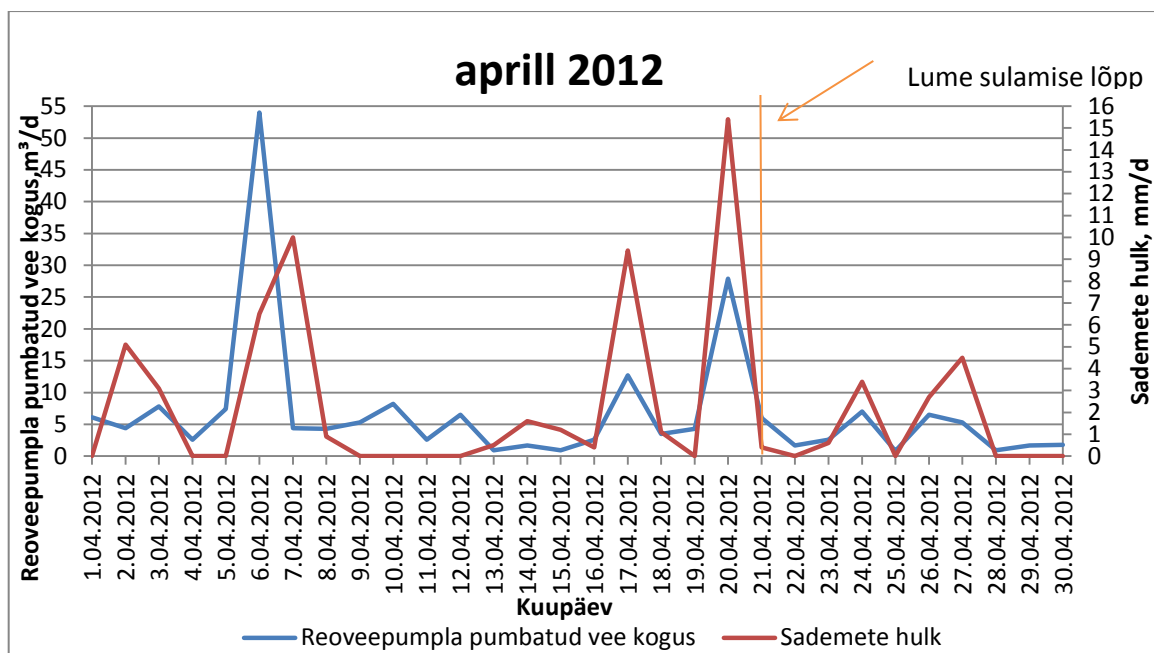
	Reoveepumpla, l/s*1/km				
	Jüri tee I RVP	Tehase RVP	Kopli RVP	Põllu RVP	Kangilaski RVP
apr.12	0,17	0,06	0,020	0,56	0,56
mai.12	0,06	0,04	0,006	0,28	0,28
juuni.12	0,06	0,04	0,005	0,15	0,23
juuli.12	0,10	0,06	0,008	0,13	0,20
aug.12	0,12	0,07	0,008	0,11	0,04
sept.12	0,17	0,14	0,004	0,21	0,15
okt.12	0,24	0,11	0,007	0,38	0,26
nov.12	0,28	0,09	0,017	0,42	0,25
dets.12	0,13	0,01	0,006	0,05	0,13
jaan.13	0,18	0,07	0,012	0,22	0,18
veebr.13	0,09	0,01	0,007	0,21	0,14
märts.13	0,09	0,02	0,008	0,67	0,60
apr.13	-	0,08	0,020	0,67	1,89
Isevoolse torustiku pikkus (km)	1,4	1	0,45	0,44	0,2

Reoveekanaliseerimiseks oleva võõrvee hindamise mõõduks on vooluhulk süsteemi sekundis ühe torustiku kilomeetri kohta. Vastavalt standardile loetakse uute kollektorite maksimaalseks võõrvee koguseks 0,33 l/s 1 torustiku kilomeetri kohta [1]. Kuna uuringuperioodiks on vaadeldavate torustike vanus u 2 aastat, siis võib ka need lugeda uuteks torustikeks ja kohaldada neile standardis uutele torustikele toodud nõudeid. Tabelis 1 on toodud kõigi reoveepumplate valgalades olevate isevoolsete torustike vastavad näitajad. Tulemustest on näha, et paljudel perioodidel ületab tegelik võõrvee kogus standardis toodud nõudeid. Kuna tegemist on suhteliselt väikeste valgaladega reoveepumplatega, siis sellistel juhtudel peaksid võõrvee kogused olema etteantud normidest oluliselt väiksemad.

Ilmastiku mõju võõrvee kogustele

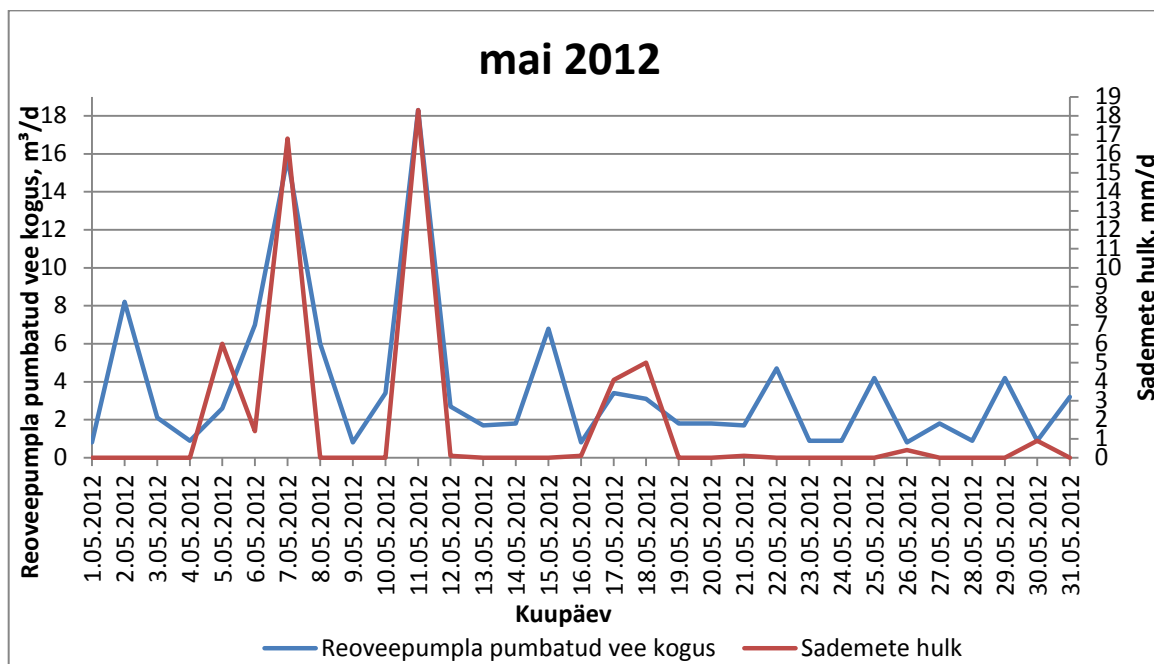
Uuringupiirkonna reoveepumplate tööandmete (st pumbatud reovee koguste) analüüsist järeldub asjaolu, et sademed ja temperatuur (lume sulamise perioodil) mõjutavad oluliselt reoveepumplate poolt pumbatava reovee koguseid. See tähendab aga jällegi, et võõrvesi satub reoveekanaliseerimise suuressti just läbi vaatluskaevude.

Reoveepumplate poolt igapäevaselt pumbatava reovee kogused käituvad kuival perioodil teatava ühtlase rütmi järgi, varieerudes järjestikustel päevadel mõne kuupmeetri ulatuses. Sademete esinemise korral ning talvisel perioodil ka temperatuuri muutumise korral hakkavad reoveepumplate töögraafikutes toimuma aga suuremad kõrvalekalded tavapärasest töösüklist. Ilmastikuandmete vaatlemisel on kogu vaatlusperioodi kohta uurimise alla võetud järgnevad parameetrid: igapäevane sademete hulk (mm), maksimum temperatuur ning lume sulamise perioodi kestvus. Järgnevalt on vaatlusperioodi kohta koostatud joonised Tehase reoveepumpla andmetest koos ilmastiku parameetrite võrdlemisega. Tehase reoveepumpla andmestik on ilmastikuandmetega võrdlemise analüüsi võetud, kuna: uuringuperioodil oli reoveepumpla teeninduspiirkonnas väike süsteemiga liitunud kinnistute arv, isevoolse torustiku pikkus on teistest vaadeldud reoveepumplatelt kõige suurem ning välitööde käigus olid paljud avastatud puudused seotud antud reoveepumpla teeninduspiirkonna torustikuga.



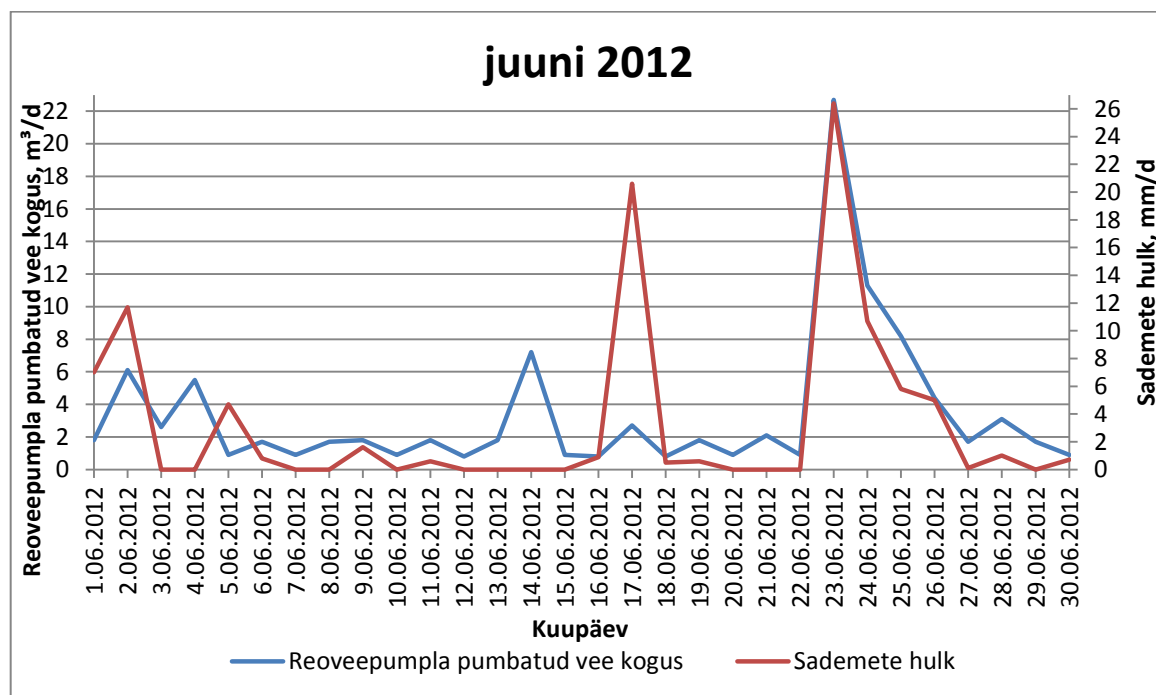
Joonis 12. Tehase reoveepumpla 2012 a aprillikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Joonis 12 kirjeldab 2012 a aprillikuu Tehase reoveepumpla pumbatud vee koguste muutumist seoses sademetega ning lume sulamisega. Lume sulamise perioodi lõpp on 21.04. Ajavahemikul 01.04 kuni 21.04 esineb süsteemis võõrveena lume sulamise tagajärjel tekkinud liigvett, alates 21.04 on võõrvee allikaks vaid sademevesi.



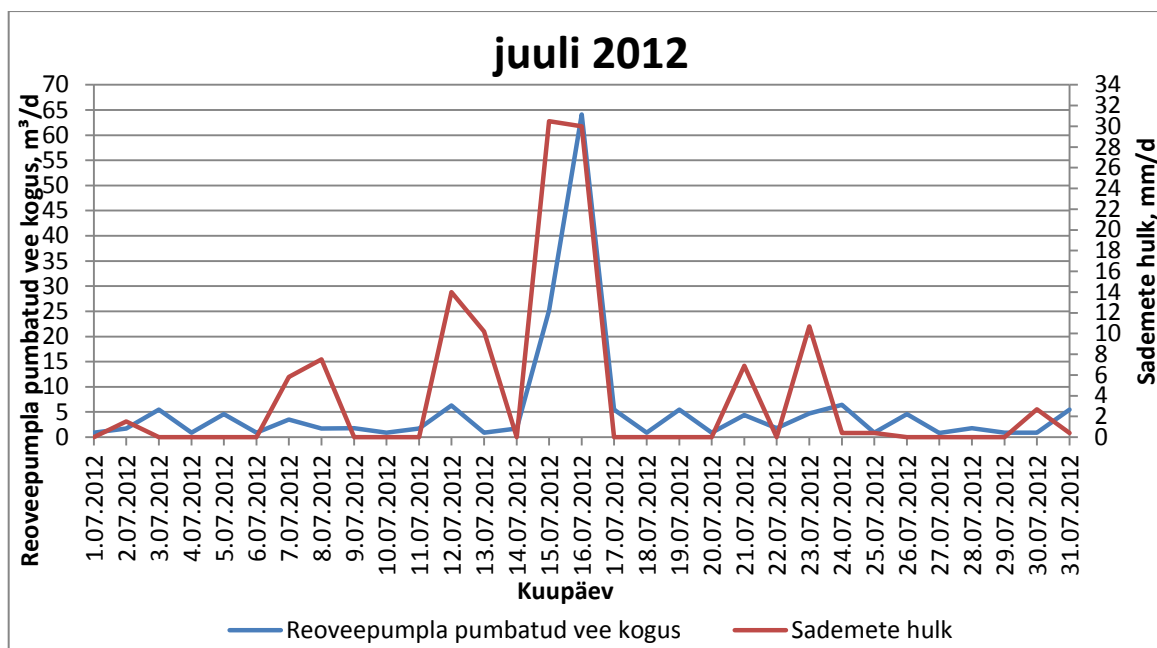
Joonis 13. Tehase reoveepumpla 2012 a maikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

2012 a maikuu ilmastikku iseloomustab 2 suuremat sajuperioodi: 04.05 kuni 07.05 ning 11.05. Joonisel 13 esitatud andmete järgi on näha, et antud perioodidel on muutused ka reoveepumpla poolt pumbatud vee kogustes. Muudel perioodidel käitub reoveepumpla vooluhulk ühtlase rütmi järgi.



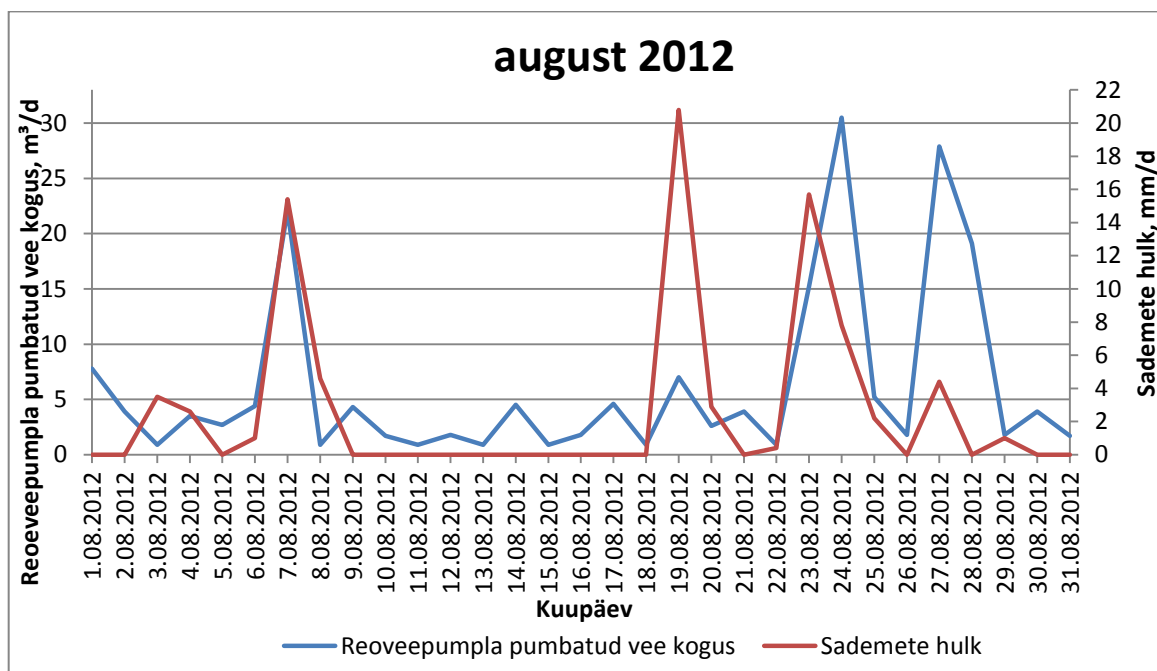
Joonis 14. Tehase reoveepumpla 2012 a juunikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

2012 a juunikuus on esinenud 3 suuremat sademete perioodi: 02.06, 17.06 ja 23.06. Joonisel 14 esitatud andmete järgi on reoveepumpla vooluhulkadele enim mõju avaldanud sademed perioodidel 02.06 ning 23.06.



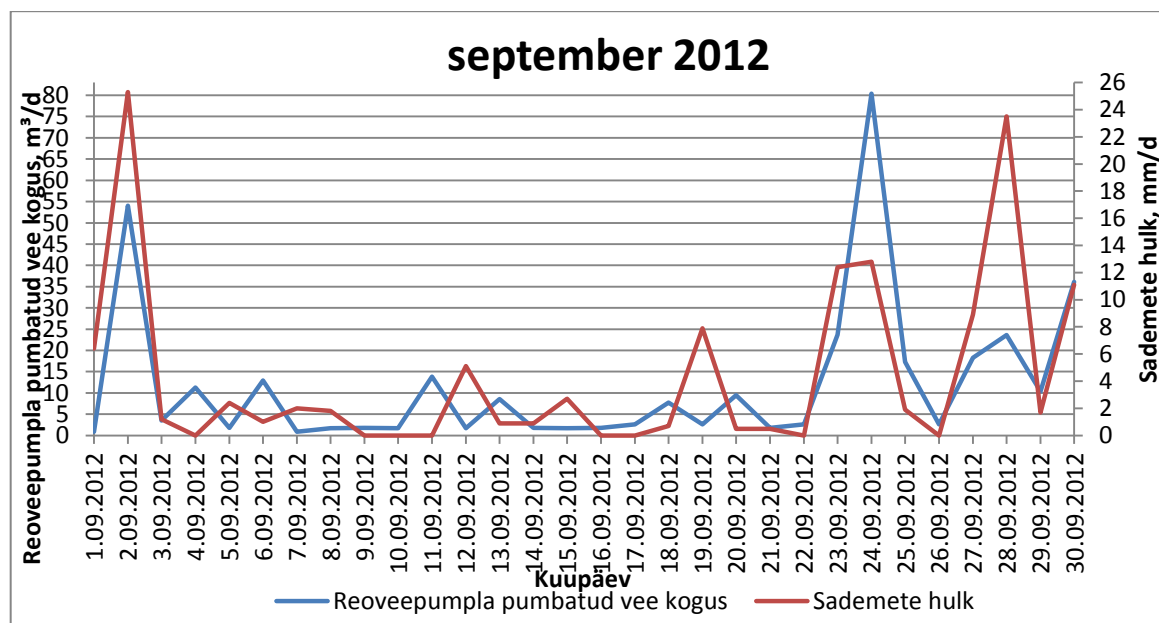
Joonis 15. Tehase reoveepumpla 2012 a juulikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

2012 a juulikuu kõige suuremaks sajuperioodiks on joonisel 15 esitatud andmete järgi periood 15.07 kuni 16.07, mil sademete hulk ööpäeva jooksul ulatus 30 millimeetriteni. Antud sadu on olulist mõju avaldanud ka reoveepumpla vooluhulkadele.



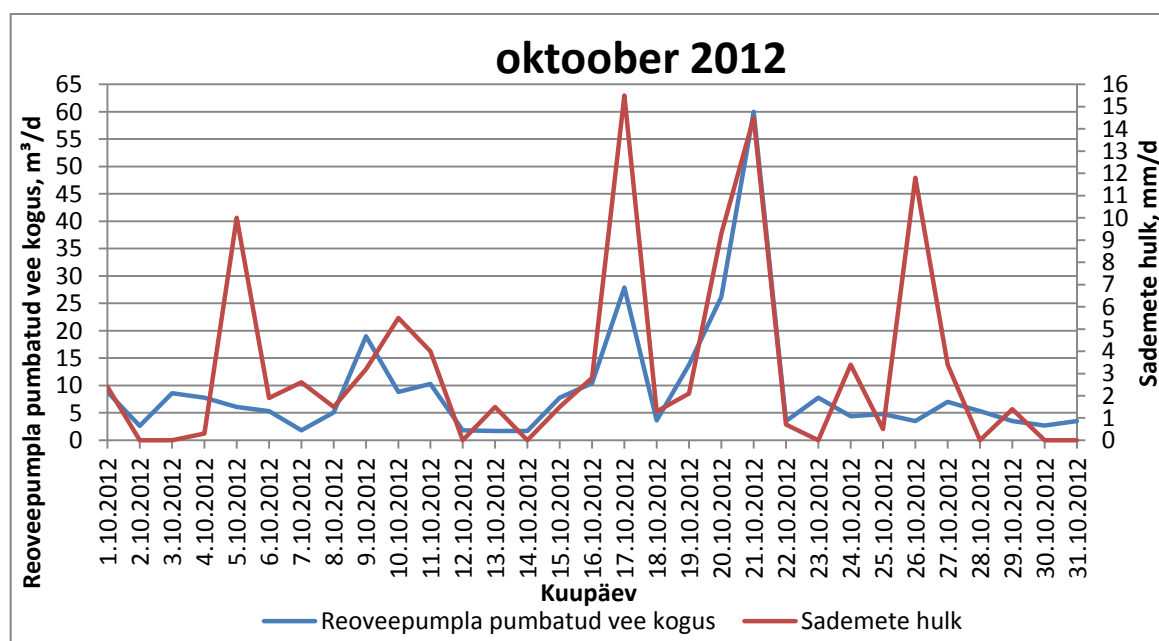
Joonis 16. Tehase reoveepumpla 2012 a augustikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Joonis 16 näitab, et 2012 a augustikuus on sademeterohkeid perioode olnud 4: 07.08, 19.08, 23.08 ning 27.08. Reoveepumpla kogustele on mõju olnud kõigil neljal päeval.



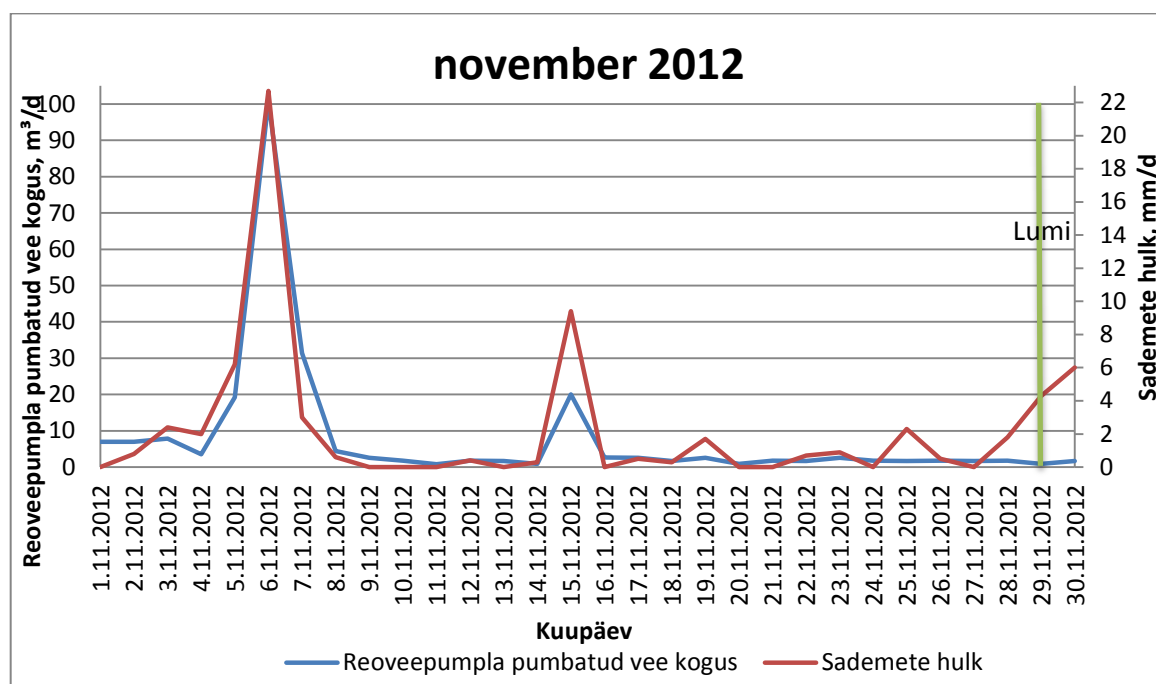
Joonis 17. Tehase reoveepumpla 2012 a septembrikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

2012 a septembrikuu ilmastikku iseloomustab sajupäevade rohkus. Suuremate sadude korral on reoveepumpla töögraafiku põhjal näha ka mõju pumbatud vee kogustele - joonis 17.



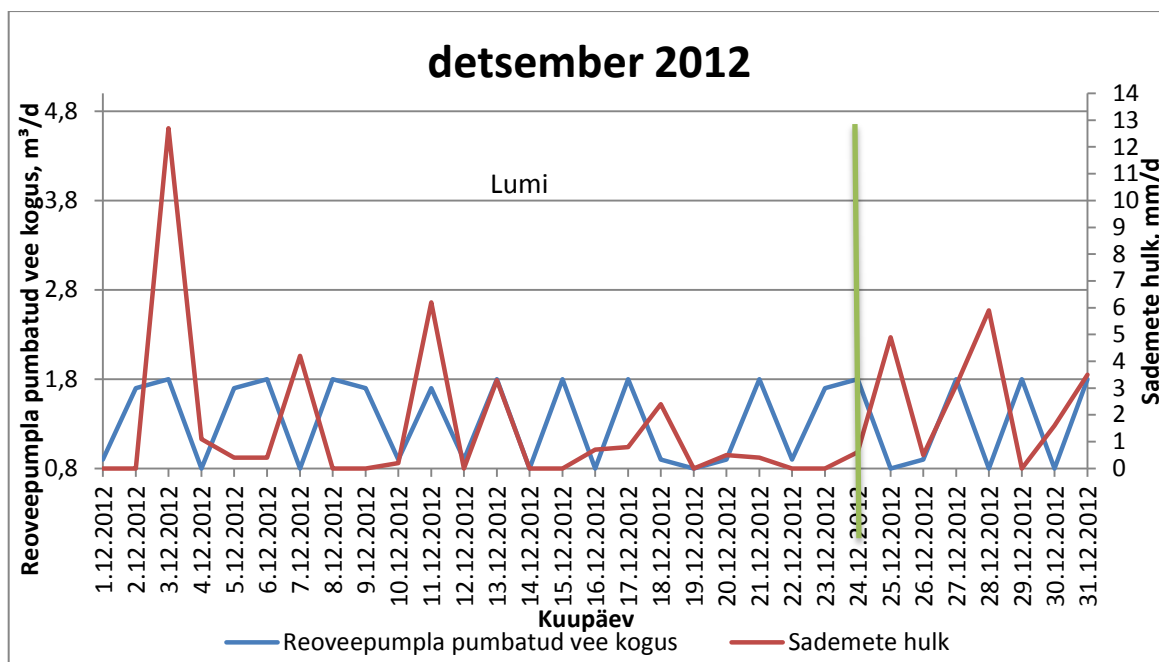
Joonis 18. Tehase reoveepumpla 2012 a oktoobrikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Sarnaselt septembrikuule on ka 2012 a oktoobris (joonis 18) näha mitmeid reoveepumpla tööd mõjutavaid sajupäevasad. Lisaks esineb pikem sajuperiood ajavahemikul 04.10 kuni 11.10.



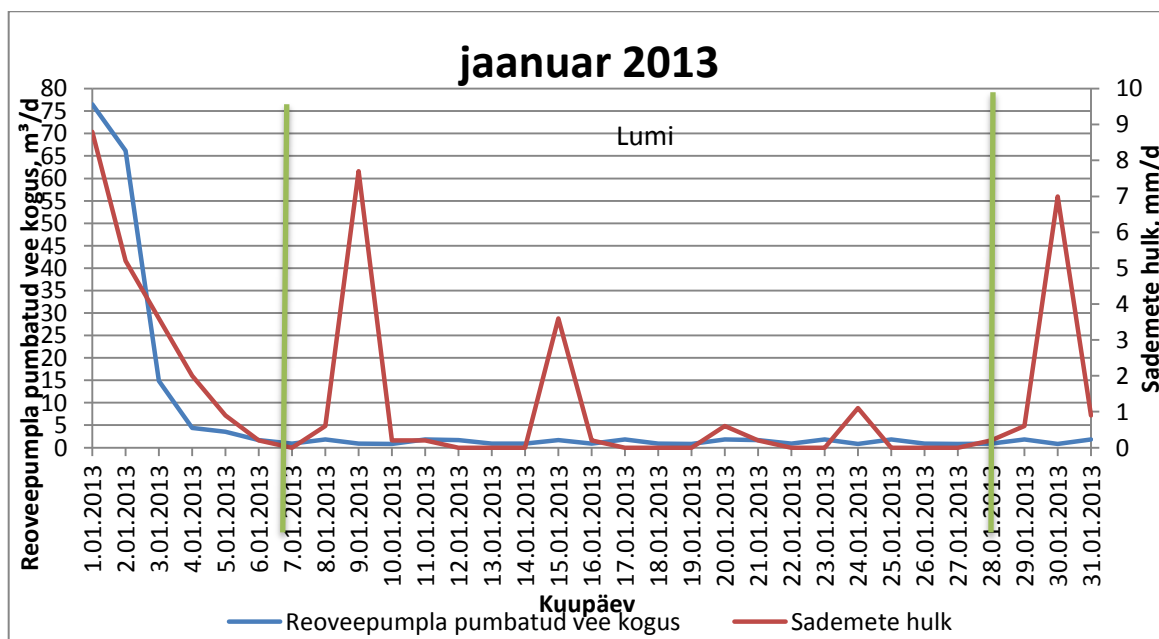
Joonis 19. Tehase reoveepumpla 2012 a. novembrikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Võrreldes eelnevate kuudega (september ning oktoober) on novembris 2012 oluliselt vähem sajuperioode. Joonisel 19 esitatud andmete järgi on suurimad sajupäevad 06.11 ja 15.11. Novembrikuu iseloomulikuks näitajaks on kuu lõpupoole (alates 29.11) õhutemperatuuri langemine alla 0 °C (roheline joon joonisel 19), mistõttu on sademed ajavahemikul 29.11 kuni 24.12 (joonis 20) lume kujul ning reoveepumpla pumbatud vee kogustele seega mõju ei avalda.



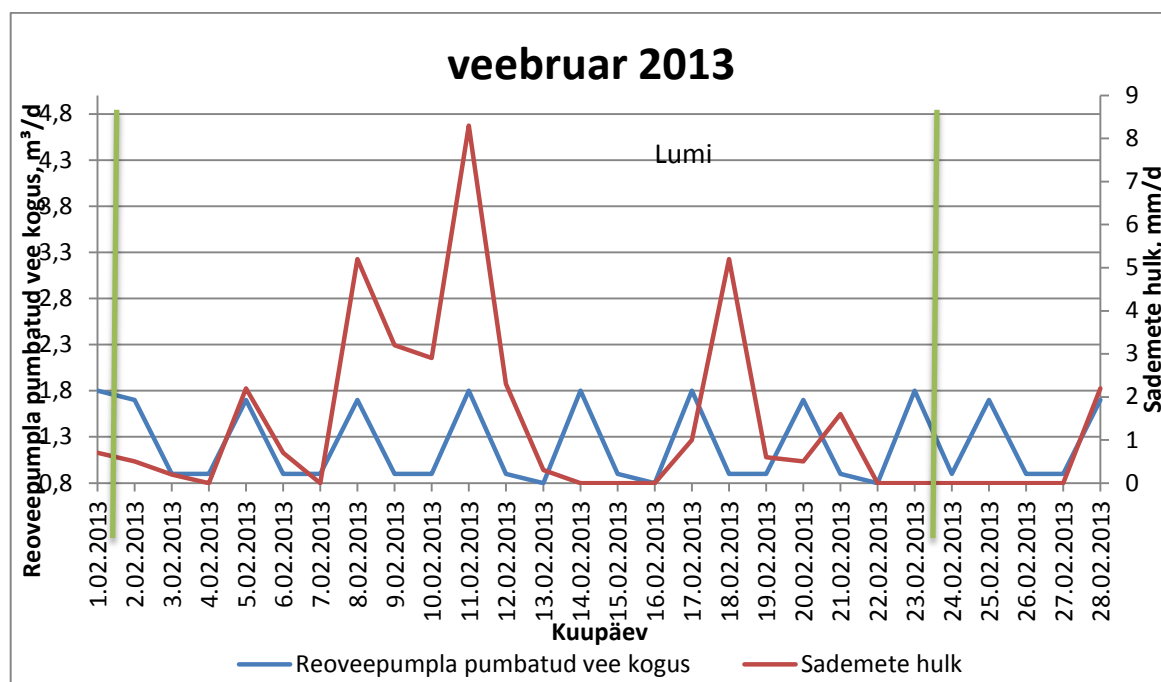
Joonis 20. Tehase reoveepumpla 2012 a detsembrikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Alates 29.11 (joonis 19) kuni 24.12 on sademed lume kujul, seega on nende mõju süsteemi võõrvee kogustele olematu. Joonis 19 järgi on alates 24.12 (roheline joon joonisel 20) õhutemperatuur üle 0 °C, seega on taas võimalik mõju võõrvee kogustele süsteemis.



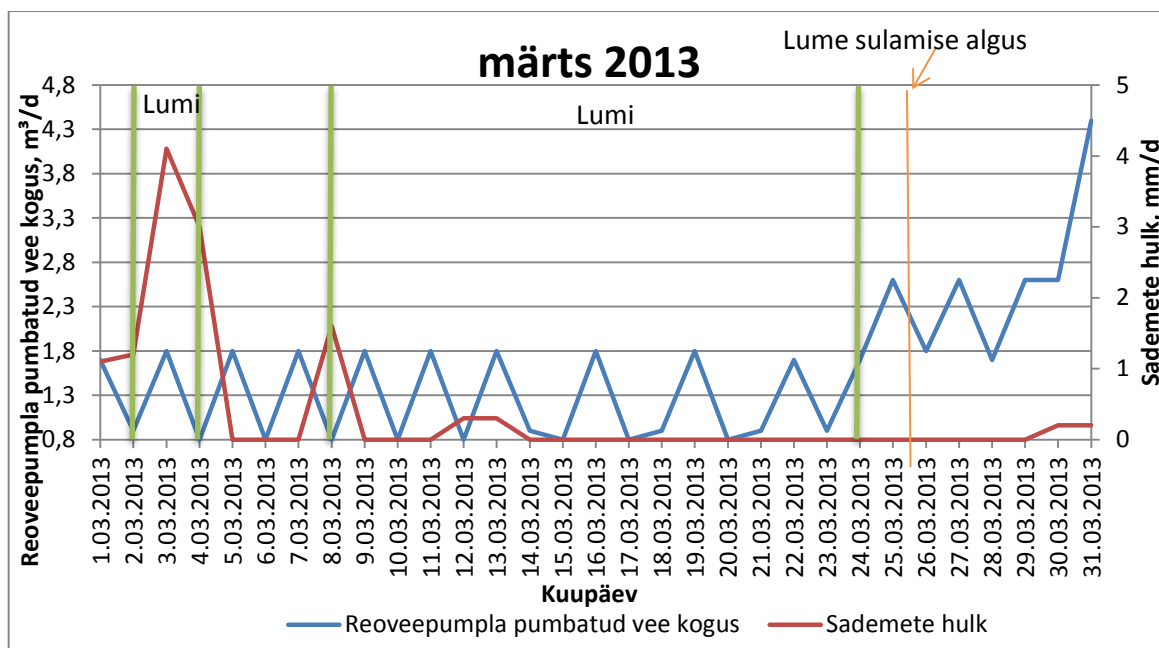
Joonis 21. Tehase reoveepumpla 2013 a jaanuarikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Joonis 21 järgi on 2012- 2013 aastavahetuse perioodil olnud väga intensiivne vihmase periood, mille tõttu on suur ka reoveepumpla pumbatud vee kogus. Perioodil 07.01 kuni 28.01 (roheliste joonte vaheline ala joonisel 21) on temperatuur alla 0 °C ning sademed reoveepumpla kogustele mõju ei avalda.



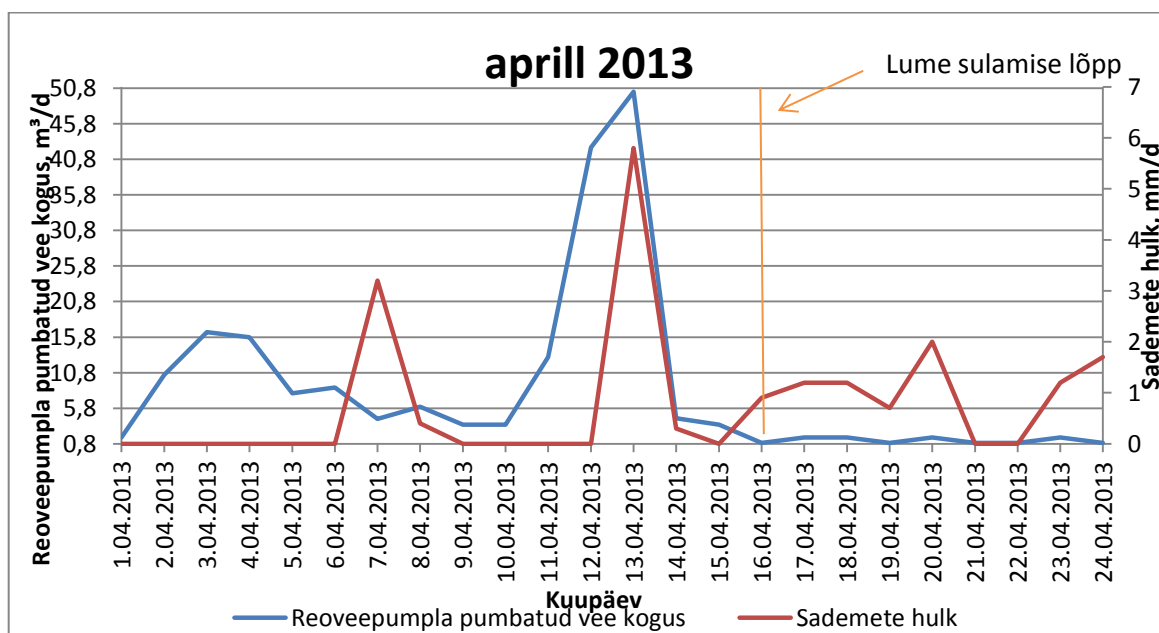
Joonis 22. Tehase reoveepumpla 2013 a veebruarikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

2013 a veebruarikuu ilmastik on valdavalt talvine ning ajavahemikul 01.02 kuni 23.02 (roheline joone vaheline periood joonisel 22) on sademed lume kujul. Joonis 22 järgi ei avalda antud perioodi sademed mõju reoveepumpla pumbatud vee kogustele.



Joonis 23. Tehase reoveepumpla 2013 a märtsikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Joonis 23 järgi on 2013 a märtsikuu võrdlemisi sademetevaene ning sademed esinevad vaid perioodidel: 03.03, 08.03 ja 12.03- 13.03. Sademed esinevad valdavalt lumena. Alates 25.03 tõuseb temperatuur üle 0 °C ning lumekatte sulamise tõttu jõuab vöörvesi ka reoveekanaliseerimisele. Astud asjaolu tõestuseks on reoveepumpla pumbatud vee koguste järsk tõus alates 25.03.



Joonis 24. Tehase reoveepumpla 2013 a aprillikuu pumbatud vee koguste muutus seoses sademete esinemisega.

Joonis 24 järgi toimub lume sulamine kuni 16.04. Antud perioodi jäävad ka 2 suuremat sajuperioodi: 07.04 ja 13.04. Lisaks avaldab aprillikuu reoveepumpla pumbatud vee kogustele mõju süsteemi sattuv lumesulamisvesi. Joonisel 24 toodud 2013 aprillikuu andmed on antud perioodi kohta 01.04 kuni 24.04, kuna reoveepumpla tööandmete väljavõtted on teostatud 24.04 kuupäevaga.

Joonised 12- 24 näitavad uuringuperioodi reoveepumplate pumbatud vee koguste sõltuvust sademetest ja temperatuurist. Perioodil kui ööpäeva keskmine temperatuur on üle 0 °C (st mai- november) on reoveepumpla pumbatud vee koguste suurenemine ja vähenemine seotud sademete hulgaga. Antud asjaolu on nähtav joonistel 13- 19, kus sademete graafiku tipud ühtivad (või asetsevad lähestikustes piirkondades) reoveepumpla poolt pumbatud vee koguste graafiku tippudega. Teatavaid hüppeid reoveepumplate andmetes esineb ka perioodidel, mil sademed puuduvad, kuid sellistel juhtidel on tegemist reoveepumpla andmete salvestamise iseärasustega.

Perioodil detsember- märts (joonised 20- 23), mil temperatuur on valdavalt alla 0 °C ning sademed esinevad lume ning lörtsina, on näha, et sademete mõju reoveepumpla pumbatud vee kogustele on väiksem kui soojal perioodil aastast (joonised 13- 19). Selle põhjuseks on asjaolu, et sademed moodustavad lumekatet ning vee kujul sademete sissetung reoveekanaliseerimisele praktiliselt puudub. Võõrvee koguste suurenemine (hüpped reoveepumplate andmestikus) on nähtavad vaid pikemate sulaperioodide jooksul (joonised 20- 21). Suuremad võõrveele viitavad asjaolud ilmestavad reoveepumplate andmestikku märtsi ja aprilli kuus. Selle põhjuseks on temperatuuri tõusust tingitud lume sulamine ja sademete vihma kujul esinemine. Kuna hüpped graafikutel on märtsi lõpu- ning aprilli alguse perioodil suured, siis reoveepumplate andmestikust ilmneb, et lume sulades tekkiv äravoolu vesi leiab üldjuhul tee ka reoveekanaliseerimisele.

7. Hermeetilisem ühiskanalisatsioon

Lagedi alevikus asuvas reoveekanaliseerimise süsteemis teostatud välitööd ja vooluhulkade analüüs ilmestab võõrvee probleemi olulisust ning toob välja mitmeid iseoolse reoveekanaliseerimise puuduseid.

Võõrvee probleemi suurus sõltub väga mitmetest süsteemi parameetritest ja väliskeskkonnast, mistõttu on iga piirkonna probleemid iseloomulikud vaid konkreetsele alale. Kuna aga uuringupiirkonnaga sarnaseid süsteemialasid leidub paljudes iseoolse ühiskanalisatsiooniga kaetud piirkondades, siis saab leitud puudused edasi kanda ka muudesse aladesse, sh reoveekanaliseerimise süsteemidele väljaspool Rae valda. Võõrvee probleemide uurimisel ja ennetamisel tuleb tähelepanu pöörata alates projekteerimisest, planeerimisest ja materjalide valikust kuni ehitustegevuse ning hilisema eksploatatsioonini välja.

Süsteemi eesmärgipärase töö tagamine hakkab pihta varajases planeerimise ja projekteerimise faasis. Välitöö tulemuste analüüs näitab, et iseoolse reoveekanaliseerimise süsteem on äärmiselt vastuvõtlik sademevee ja pinnavee mõjutustele. Avastatud tunnuste järgi toimub suurim võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise just sademeterohketel perioodidel (sh lume sulamise aeg). Maapinna vertikaalplaneeringu või siis selle puudumise tõttu on maapinna madalamatesse kohtadesse tekkivatest veeloikudest vaatluskaevude olemasolu korral veel vaba sissepääs reoveekanaliseerimise. See asjaolu näitab, et lisaks reoveekanaliseerimise enda projekteerimisele tuleb rõhku panna ka maapinna vertikaalplaneeringule ja sademevee lahendustele nagu näiteks sademevee- ja drenaažitorustikud ning kraavid.

Teiseks kanalisatsioonide toimivusele probleeme tekitavaks asjaoluks on süsteemi elementide (vaatluskaevud, reoveepumplad) mittehermeetilisus. Uuringutulemuste põhjal võib süsteemi elementide probleemid jagada suuresti kaheks: elementide ebaõige käitlemise tulemusel tekkinud probleemid ning kasutatud elementide iseärasused. Ebaõige käitlemise probleemide alla võib liigitada sellised puudused, mille puhul on näha, et element on ära rikutud, purunenud või on tegemist toodangu praagiga. Selliste näidetena tulid uuringust välja katkine kaevukrae, rikutud kaevu teleskoop ning

purunenud kaevu keha. Sellised probleemid näitavad ilmekalt seda, et nii tootmisprotsessis kui hilisemas paigalduses ja eksploatatsioonis tuleb elementidega hoolikalt ümber käia ja jälgida nende vastavust kvaliteedi- ning paigalduse nõuetele.

Elementide iseärasused süsteemi hermeetilisuse probleemide põhjustena on kõige keerulisemad probleemid, kuna nende puhul ei ole üldjuhul võimalik probleemide likvideerimine. See tähendab seda, et elementide juures ei eksisteeri tootmise- ega ehitamise käigus tekkinud puuduseid, kuid oma tehnilise lahenduse poolest ei taga nad süsteemi oodatavat hermeetilisust. Sellise asjaolu näiteks on vaatluskaevude luugid ning kaevu teleskoobid ja -krae, mis toodetakse selliselt, et nad ei ole tihendite või muude lahendustega hermeetiliselt tehtud - st ühenduskohad ei ole veetihedad.

Ehitustegevuse kvaliteet avaldab hilisemas eksploatatsioonis olulist mõju süsteemi elementidele ja nende projekteeritud toimivusele. Uuringu käigus avastatud puudused nagu näiteks kaevu teleskoopide mittevertikaalsus ning kaevu kehade ja -teleskoopide ovaalsus viitavad sellele, et ehitustegevuse järgselt ja/või ajal on tagasitäide mõjutanud kaevuelemente. Selle tagajärjeks on probleemid kaevu teleskoobi tihendi hermeetilisusega.

Reoveekanalisatsiooni uuringute ja analüüsi tulemused näitavad, et võõrvee sissetung süsteemi on oluline probleem, mille tagajärjed põhjustavad nii süsteemi toimivuse probleeme kui ka võrguvaldaja kulude kasvu. Olemasoleva süsteemi, mis on teatud perioodi (vähemalt 1 aasta) juba igapäevases töös olnud, analüüsimine annab hea ettekujutuse probleemidest ja nende põhjustajatest. Pealtnäha korras ja ajalises mõttes eluea alguses olev süsteem võib lähemal uurimisel olla võõrvee seisukohalt mitterahuldavas seisukorras. Osad probleemide allikad on seotud tootmise-, ehitamise- ja eksploatatsiooni ebaõige teostamisega, teised põhjused on jällegi seotud konkreetse süsteemi ülesehituse põhimõteteliste iseärasustega, mis konkreetsetesse keskkonda sobituda ei pruugi või siis sobivad vaid teatud tingimustel. Väljaehitatud süsteemi analüüsimine aitab kaardistada probleemsed kohad süsteemis, mille põhjal saab planeerida nii olemasolevate rajatiste parendamist kui ka tulevaste projekteerimist.

Varasemalt väljaehitatud rajatiste muutmise või täiendamisega kaasneb oluliselt keerulisem tegevus, kui alles projekteerimise faasis olevate rajatiste korral. Konkreetsete veakohtade likvideerimine on mõistlik ja puuduse kõrvaldamisega kaasnev võit kaalub üles tööde teostamiseks kuluvad ressursid. Paljud probleemid korduvad aga erinevates

süsteemi lõikudes ning seega tähendaks paranduste tegemine töömahukuse poolest sisuliselt juba uue süsteemi rajamist.

Reoveekanalisisatsioonis olev võõrvesi võib kaasa tuua ka positiivset kõrvalmõju, mis seisneb selles, et: suurema vooluhulga tõttu suureneb reovee transpordivõime, mis toob omakorda kaasa settimise vähenemise, madalama reostuskontsentratsiooni, anaeroobse protsessi aeglustumise ning lõhna vähenemise. [15]

Vaatamata sellele on aga võõrvesi reoveekanalisisatsioonis vaadeldav kui süsteemi toimivust halvendav asjaolu, mille koguste piiramine loob vajalikud eeldused korrektselt toimivaks süsteemiks.

7.1. Olemasolevate süsteemide parandusettepanekud

Olemasolevates reoveekanalisisatsiooni süsteemides on võõrvee koguste vähendamine oluliselt keerulisem protsess, kui alles projekteerimisfaasis olevate süsteemide korral. Sellest hoolimata on juba väljaehitatud rajatiste juures võõrvee koguste vähendamiseks võimalik teha järgnevad toimingud:

- **Vaatluskaevude piirkonnas maapinna planeerimine ja kaevukaante tõstmine**

Haljasalade all paiknevad ning maapinnaga samas tasapinnas asuvad isevoolse reoveekanalisisatsiooni vaatluskaevude kaaned tuleb tõsta ümbritsevast maapinnast kõrgemale ning vertikaalplaneeringuga anda kalle vaatluskaevudest eemale. Sellega väheneb võimalust, et maapinna madalamatesse kohtadesse ja lohkudesse kogunev vesi saaks läbi vaatluskaevude kaante reoveekanalisisatsiooni suunduda. Kaevukaante tõstmisega võivad kaasneda probleemid, mis on seotud teehooldusega (st teehooldusmasinate poolt kaevude lõhkumine), kuid maapinna ühtlase planeerimise korral on ka antud ohud kõrvaldatavad. Olenevalt olukorrast võib kaevukaante tõstmisega kaasneda kaevu teleskoobi lühikeseks jäämine - st kaevu kaane reguleerimisel tuleb kaevu teleskoop teleskoobi tihendist välja.

- **Sademeveesüsteemide väljaehitamine**

Piirkondades, kus puuduvad sademevee süsteemid toimub intensiivsel sadamete perioodil (sh lumesulamise periood) ajutiste liigniiskete alade tekkimine. Kui sellistesse piirkondadesse jääb ka reoveekanaliseerimisega kaetud ala, siis läbi vaatluskaevude on võõrveel soodus juurdepääs reoveekanaliseerimisele. Lisaks tekitab samalaadseid probleeme kõvakattega aladelt haljasaladele juhitud ja seal immutatav sademevesi. Uute teerajatisete projekteerimisel on üheks oluliseks osaks ka teemaa ja lähipiirkonna sademevee küsimuste lahendamine, kuid varasemal ajal ehitatud rajatisete puhul ei pruugi sademevee küsimustega arvestamine olla piisaval tasemel. Sademeveerajatisete (kraavid, küvetid, torustikud) väljaehitamine tagab selle, et sademevesivesi juhitakse eelvooluni, või sellistesse piirkondadesse, kus see ei tekita teistele rajatisetele (sh reoveekanaliseerimise süsteem) probleeme. Sademeveerajatisete rajamine ning ka olemasolevate süsteemide rekonstrueerimine on oluline ka seetõttu, et see aitab parandada üldist keskkonna elukvaliteeti.

- **Süsteemi hermeetilisemaks muutmine**

Isevoolne reoveekanaliseerimise süsteem on hermeetiline või vähemalt on projekteeritud hermeetiline olema, alates kaevu teleskoobi tihendist allapoole. See tähendab aga seda, et vaatluskaevude luukide piirkonnast on konstruktsioonilise eripära tõttu võõrveel asjaolude kokkulangemise korral vaba juurdepääs süsteemi. Uuringutulemuste põhjal on eriti probleemseks kohaks kaevu krae ja –teleskoobi vaheline ava, mis olenevalt vaatluskaevust oli isegi kuni 1 cm suurune. Haljasalade all asuvate vaatluskaevude korral on mõistlik nimetatud ebatiheduse likvideerimine pinnasesse sobiva ilmastikukindla mastiksiga. Seeläbi saab eemaldada ühe peamise süsteemi mittekuuluva vee sissetungi allika.

PE materjalist vaatluskaevude korral raskendab mastiksiste kasutamist materjali mittenakkuv pealispind. PE materjali pealispind on sile ning libe, seega on mastiksiste nakkuvus pinnaga raskendatud ja paigalduse järgselt on oht paigaldatud hermeetiku mahakoorumiseks. Üheks võimalikuks pinnasesse paigaldatavaks hermeetikuks on rahvusvahelise ettevõtte Soudal poolt toodetav, bituumenil põhinev ühekomponentne kasutusvalmis ühendushermeetik Soudafalt.

Antud toode on kirjeldatud kui: lihtne kasutada (pasta kujul), nake enamuse materjalidega (isegi vee all) ning minimaalne kokkutõmbuvus. Kasutusvaldkondadena on tootekirjelduses välja toodud: ühendused maksimaalse liikuvusega kuni 10%, remonditööd lekete likvideerimiseks nii katuseelementidel kui ka vihmaveetorudes ja kanalisatsioonisüsteemides. Võimaldab teha kiirparandustöid ka märjas keskkonnas. [16]

- **Katkiste elementide asendamine või parandamine**

Kanalisatsioonisüsteemi elementidel võib esineda vigastusi, mis on tingitud nii tootmispraagist, mittekorrektsest paigaldamisest kui ka ebaõigest ekspluatatsioonist. Vigastatud element on oluliselt suurem potentsiaalne võõrvee süsteemi sissetungi koht, kui seda on terve element. Seega on oluline selliste elementide avastamine ning parandamine või vajadusel asendamine. Parandamise juures tuleb arvestada, et toimivuse ja omaduste poolest peab parandatud element vastama uue toote tingimustele, vastasel korral ei täida parandamine oma eesmärgi ning mõistlikum oleks juba elemendi uue vastu väljavahetamine.

Olemasolevate rajatiste muutmise või ümberehitamine võib mahu poolest võrduda uue süsteemi rajamisele kulutatava ressursikuluga. Konkreetse rajatise asukohast ja eripäradest sõltub ka rajatise parendamisele kulutatav ressursside vajadus. Olemasoleva süsteemi parendamine suurendab nii süsteemi efektiivsust kui ka teadmistebaasi uute rajatiste projekteerimiseks.

7.2. Uute reoveekanalisationisüsteemide planeerimise ja ehitamise põhimõtted

Uute reoveekanalisationisüsteemide rajamisel hakkab võõrvee koguste vähendamine või sootuks eemaldamine pihta juba projekteerimise faasis ning eesmärgi saavutamisele suunatud tegevus kandub edasi kuni ehitustegevuse ja ekspluatatsioonini välja. Uute reoveekanalisationide puhul saab võõrvee koguseid vähendada:

- **Sademe- ja pinnasevee süsteemide ning vertikaalplaneeringu lahendamine koos reoveekanalisatsiooni projekteerimisega**

Reoveekanalisatsiooni projekteerimisel tuleb arvestada võõrvee võimaliku jõudmisega süsteemi. Sellest tulenevalt tuleb näha ette meetmed selle vältimiseks või vähendamiseks. Võimalikud lahendused selleks on kraavide, küvettide ning drenaaži- ja sademevee torustike rajamine.

Liiklusalade piirkonnas (sõiduteed, kergliiklusteed) rajatakse tee muldkeha kaitseks uhtumise, üleniiskumise, muldkeha ehitustööde võimaldamiseks, sademe- ja sulavee ärajuhtimiseks (suletud sademevee kanalisatsiooni puudumisel) lahtised veejuhtmed, milleks on: rennid, küvetid, nõvad, teega paralleelsed kraavid, teelused truubid ning imbkaevud. [17]

Sademe- ja pinnasevee süsteemide ehitamisega tagatakse vee kokkukogumine ning ärajuhtimine eelvooludesse. Laiemas plaanis ei mõjuta sademe- ja pinnasevee rajatiste projekteerimine ning rajamine mitte ainult reoveekanalisatsiooni toimivust, vaid mõjub positiivselt ka kogu inimtegevusele antud piirkonnas. Eriti tähtsat rolli mängivad sademevee rajatised tiheasustusega piirkondades, kus kõvakattega alade suure osakaalu tõttu tekivad suured hetkkoormused ärajuhtimist ja/või käitlemist vajavat sademe- ja pinnasevett.

Lisaks sademevee rajatiste projekteerimisele on oluline tähelepanu pöörata vertikaalplaneeringule reoveekanalisatsiooni süsteemi piirkonnas. Vertikaalplaneeringuga tuleb anda lang reoveekanalisatsioonist eemale (sademevee süsteemide poole), millega vähendatakse võõrvee reoveekanalisatsiooni sattumise võimalust. Vaatluskaevude hoolikas asukoha valik (pinnavee äravoolupiirkondade vältimine) aitab oluliselt minimaliseerida läbi kaevukaante toimuvat võõrvee sissetungi. [18]

- **Reoveekanalisatsiooni süsteemi valik**

Reoveekanalisatsiooni tehnilise lahenduse väljatöötamise juures tuleb arvestada muuhulgas ka konkreetse piirkonna iseärasustega. Süsteemi mittek kuuluva vee seisukohast tähendab see ilmastiku (sademed, temperatuur), pinnamoe ning pinnase- ja pinnaveega arvestamist. Ilmastikuga arvestamine ei mängi Eesti oludes rolli, kuna ilmastikuolud on väga muutuvad ja üheseid, reoveekanalisatsioonile konkreetset mõju avaldavaid, seaduspärasusi piirkondade lõikes üldiselt välja tuua ei saa. Küll on aga oluline arvestada

pinnase- ja pinnaveega ning maapinna eripäradega. Piirkondades, kus on teada sademerohkelt perioodil ja lumesulamise ajal üleujutuste tekkimise oht, tuleb rakendada teisi projekteerimise põhimõtteid kui kuivemates piirkondades. Uuringutulemustele põhinedes ei ole iseoolse reoveekanaliseatsiooni projekteerimine ja rajamine eelpool kirjeldatud piirkonda vöörvee seisukohast öigustatud.

Öheks vöimalikuks iseoolse reoveekanaliseatsiooni alternatiiviks on kogu süsteemi ulatuses survekanaliseatsiooni kasutamine. Kui iseoolne reoveekanaliseatsioon vajab teatud löikudes paratamatult ka survekanaliseatsiooni kasutamist (reoveepumplatega ölepumpamine), siis alternatiivina tasub kaaluda kogu ulatuses survekanaliseatsiooni lahendust. Survekanaliseatsiooni eeliseks on asjaolu, et torusüsteem on öhtne tervik, kus puuduvad vöörvee sissetungi vöimaldavad elementide liited ja avad. Tänu sellele on vörreldes iseoolse reoveekanaliseatsiooniga vöimalik tagada suurem süsteemi hermeetilisus.

Survekanaliseatsioonil on aga iseoolse kanaliseatsiooniga vörreldes ka halvemaid omadusi. Esmalt on survekanaliseatsiooni süsteem oluliselt suurema elektrienergia vajadusega kui seda iseoolne on. Survekanaliseatsiooni toimiva panevaks jõuks olevad reoveepumplad (ehk pumbasüsteemid) vajavad toimimiseks elektrienergiat. Kui iseoolsetes süsteemides kasutatakse vöimalikult suures mahus ära raskusjöu mõju ning elektrienergiat vajavad reoveepumplad on vaid süsteemi vajalikes punktides, siis täies ulatuses surveksena toimiv kanaliseatsioon vajab oluliselt rohkem reoveepumplaid ja sellega seoses ka rohkem elektrienergiat.

Teiseks survekanaliseatsiooni puuduseks on toimivuse öle järelevalve teostamise keerukus. Iseoolse torustiku korral on vöimalik vaatluskaevude abil teostada vaatlusi süsteemis toimiva öle. Lisaks on vöimalik läbi vaatluskaevude süsteemi sisestada kaameraid, puhastusseadmeid ning isegi vajadusel teostada parandustöid. Survekanaliseatsiooni süsteem on öhtne torustik ning seega on süsteemi inspekteerimise vöimalusi oluliselt vähem. Lisaks on survekanaliseatsiooni torustikud reeglina väiksema läbimööduga kui seda iseoolse süsteemi torustikud on.

Vaatamata eelpool toodud survekanaliseatsiooni probleemsetele kohtadele on ta jätkuvalt hea alternatiiv vöörvee koguste vähendamiseks reoveekanaliseatsioonis. Kuna survekanaliseatsiooni torustik on öhtne tervik, siis korrektse projekteerimise ja

ehitustegevuse järgselt võib nimetatud võimalikud probleemsed asjaolud praktiliselt välistada.

Lisaks survekanalisatsiooni (ülerõhul töötav süsteem) lahenduse eelistamisele on üheks võimalikuks isevoolse süsteemi alternatiiviks veel ka vaakumkanalisatsioon. Vaakumkanalisatsiooni süsteem sarnaneb omaduste poolest survekanalisatsiooniga, vaid tööpõhimõtte on vastupidine. Kui survekanalisatsioon töötab ülerõhu all, siis vaakumkanalisatsioon toimib alarõhu all. Sarnaselt survekanalisatsioonile on ka vaakumkanalisatsiooni süsteem ehitusliku põhimõtte järgi ühtne torusüsteem, kuhu võõrveel põhimõtteliselt juurdepääs puudub.

- **Korrektne ehitustegevus**

Peale projekteerimise faasis tehtava süsteemi põhimõtteliste aluste valiku ja toimivuse viisi valiku aitab eesmärgipärase lõpptulemuseni jõuda ehitustegevuse korraldus ja – kvaliteet. Süsteem võib olla projekteeritud vastavalt kõikidele nõuetele ja selliselt, et võõrvee kogused torustikus oleksid võimalikult väikesed, kuid kui süsteem rajatakse mittekorrektseid töövõtteid kasutades, siis muutub seatud eesmärgi (toimiva ja hermeetilise süsteemi) saavutamine oluliselt keerukamaks, kui mitte võimatuks. Ebakorrektne ehitustegevus toob endaga kaasa hilisemas ekspluatatsioonis tagajärjed, millede likvideerimine on ehituse järgses faasis juba oluliselt keerukam, kui oleks probleemide allikate elimineerimine korrektse ehitustegevusega.

Korrektne ehitustegevus hakkab pihta projektile vastavate omadustega elementide ja materjalide tarnimisega, seejärel kandub rõhk edasi transpordile ning vaheladustusele ja lõpuks konkreetsele ehitustegevusele objektil. Kõik eelpool mainitud etapid tuleb teostada vastavalt materjali tootjapoolsetele juhenditele ning kehtivatele normidele. Kõige suuremad eksimisvõimalused on seotud just ehitusobjektile tööde teostamisega. Torustike paigaldamise ja pinnasetööde teostamise põhimõtete järgimine aitab kaasa eesmärgipärase (sh hermeetilise) torusüsteemi rajamisele, mille projekteeritud toimivus on tagatud ka ehitustöödejärgses ekspluatatsioonis.

Torustike ja teiste rajatiste pinnasesse paigaldamine algab kaeviku rajamisega ning selle aluspõhja ettevalmistamisega rajatiste paigaldustöödeks. Kaeviku põhja rajatakse tasanduskiht, mille kihipaksus toru sirge osa põhjast mõõdetuna on vähemalt 150 mm. Tasanduskihi materjalina kasutatakse liiva, kruusa või killustikku, mille suurim lubatud

fraktsioon on alla 200 mm torustike korral 20 mm ning 200 mm kuni 600 mm torustike korral 0,1 torustiku läbimõõtu. Vaadeldava uuringupiirkonna kirjeldamise korral suurema läbimõõduga torustike vaatlemine oluline ei ole, kuna ka suurimate kollektorite läbimõõdud jäävad eelpool toodud läbimõõtude piiridesse. Tasanduskihi rajamisel tuleb arvestada sellega, et kaeviku põhi oleks võimalikult tasane (st ilma suurte konarusteta) ning tasanduskihi tihedusaste peab olema vähemalt 90%. Järgmise etapina toimub rajatiste paigaldamine kaevikusse ning esmase tagasitäite (ehk algtäite) tegemine. Algtäide on esmane täitekiht torusüsteemi vahetus ümbruses, mis kaitseb torustikku ümbritseva pinnase mõjutuste eest. Algtäide peab omadustelt vastama tasanduskihile esitatud nõuetele ning minimaalne kihipaksus on ettenähtud 300 mm torusüsteemi pealispinnast mõõdetuna. Erilist tähelepanu tuleb algtäite teostamise juures pöörata pinnase tihendamisele, kuna seeläbi tagatakse torusüsteemi projekteeritud paiknemine kaevikus. Pinnase tihendamine toimub kihtide kaupa, mille teostamisel mehhanismidega tuleb tagada torustiku mittevigastamine. Kaeviku lõplikus tagasitäites kasutatakse väljakaevatud pinnast (haljasalade piirkonnad) ja mineraalset, hästi tihendatavat pinnast (liiklusalade piirkondades). Tagasitäites ei tohi olla üle 300 mm läbimõõduga kive ega pinnase tükke, sealhulgas kivi suurim lubatud läbimõõt lõpptäite ülakihi on 2/3 korraga tihendatava kihi paksusest. Liiklusaladel asuv tagasitäide tihendatakse mehaaniliselt 90 protsendini või vastavalt teekatte konstruktsioonile. [19]

Kaeviku konstruktsiooni põhimõtete järgimine on eriti oluline vaatluskaevude piirkonnas, kuna olemasoleva torusüsteemi uuringute tulemuste järgi on osade vaatluskaevude piirkonnas hilisema ekspluatatsiooni käigus toimunud pinnaseomaduste muutused, mille tulemusena ei ole vaatluskaevud enam vertikaalsed ning esineb kaevude ovaalsust. Selliste olukordade vältimiseks tuleb ehitustegevuses erilist tähelepanu pöörata kaeviku tagasitäite tegemisele, mille üle teostab objektil kontrolli objekti järelevalve.

- **Hermeetilisemad süsteemi elemendid**

Isevoolse reoveekanaliseerimise vaatluskaevudena kasutatavad PE keeviskaevud on omaduste poolest projekteeritud hermeetilisteks teleskoobi tihendist allapoole. Kaevu kaane piirkond on aga üldiselt tihenditega varustamata ning see asjaolu muudab vaatluskaevud mittehermeetilisteks. Muutes tihenditega hermeetiliseks ka kaevu kaane piirkonna, väheneb vöörvete sissetungi oht süsteemi oluliselt. Haljasalade piirkondades asuvate vaatluskaevude korral on vajalik nii kaevu kaane ja –krae vaheline tihend kui ka

kaevu krae ja –teleskoopтору vaheline tihend. Kõvakattega teede all paiknevate vaatluskaevude korral piisab vaid kaevu kaane ja –krae vahelisest tihendist. Kaevu kaane ja –krae vahele tihendi lisamisega kaasneb aga oht võimalikeks kaante avanemisega seotud probleemideks - kaevu kaaned võivad aja jooksul kinni jääda ja avamine on raskendatud. Antud lahenduse kasutamisel tuleb vaadelda konkreetse toote iseärasusi ning kasutusmugavust.

Alternatiiv kaevu teleskoopтору ja –krae vahelise ala hermeetiliseks muutmiseks tihendiga on sarnaselt käesoleva töö punktis 7.1 kirjeldatud hermeetikute kasutamine ebatiheduse kohas juba uute kaevude korral.

Lisaks hermeetilisemate vaatluskaevude kasutamisele tuleb vaadelda ka teiste elementide hermeetilisuse küsimusi. Isevoolse reoveekanaliseerimise puhul on sellisteks elementideks reoveepumplad. Reoveepumplate juures tuleb jälgida reoveepumpla kaane kõrgust ümbritsevast maapinnast, mis peaks olema vähemalt 300 mm. See välistab vöörvete sattumise reoveekanaliseerimise läbi reoveepumpla kaane. Lisaks tuleb tähelepanu pöörata reoveepumpla kaabli läbiviikude ja kaablikõrde paiknemisele. Sarnaselt reoveepumpla kaane kõrgusele maapinnast peavad ka reoveepumpla automaatikakilpi tulevad kaablikõrid olema ümbritsevast maapinnast kõrgemal. Võimalusel tuleb reoveepumpla ümbrus planeerida kaldega pumplast eemale, kuid kui vertikaalplaneeringu tegemine sellisel viisil võimalik ei ole, siis tuleb reoveepumpla ja selle lisaelemendid tõsta ümbritsevast maapinnast kõrgemale.

- **Alternatiivsete materjalide kasutamine**

Lisaks laialdaselt kasutatavatele plastikust reoveekanaliseerimise elementidele toodetakse ka teistest materjalidest (nt betoon) valmistatud elemente. Plastikust elementide kasutamine on hoogustunud just viimastel aastakümnetel tänu paigaldusmugavusele. Kuna aga tehnoloogia arenguga on paranenud ka betoonist elementide kvaliteet, siis on nende kasutuselevõtt muutunud taas aktuaalseks.

Reoveekanaliseerimise süsteemi juures on betoonist elementide kasutamine õigustatud ennekõike vaatluskaevude korral. Uuringutulemuste põhjal on vöörvete sissetungile soodsaimad kohad just plastikust vaatluskaevude liitmike ja tihendite kohad, mis võivad eksploatatsiooni käigus kaotada oma projekteeritud omadused ning seega ka hermeetilisuse. Betoonkaevude kasutamise korral on aga pinnase mõju kaevu elementidele

oluliselt väiksema tähtsusega, kuna kaev on ehituslikult olulisel massiivsem kui seda plastikust vaatluskaev on. Betoonkaevude ehituslik eripära (kaev koosneb üksteise peale paigaldatavatest kaevurõngastest, millede vahel on tihendid) tagab selle, et pinnasesse paigaldatud kaev muutub tänu oma massiivsusele ühtseks tervikuks. Kaevu rõngad suruvad vahetihendid enda raskusega kokku ning korrektselt valmistatud ja paigaldatud vaatluskaev on seega ka veetihe tervik.

Lisaks alternatiivsete lahenduste kasutamisele on oluline tähelepanu pöörata ka juba kasutusel olevate süsteemi elementide analoogide kvaliteedile ja materjalide omadustele.

Iga süsteem projekteeritakse konkreetsesse keskkonda, seega peab arvestama ka kohaliku piirkonna eripäradega. Ühte piirkonda projekteeritud reoveekanaliseerimine ei pruugi toimida teises asukohas, kuna rajatiste toimivust tagavad asjaolud on erinevad. Seega on oluline muulhulgas ka alternatiivsete lahenduste kasutamine.

Kokkuvõte

Lõputöö teemaks on: Võõrvesi Rae valla reoveekanaliseerimiseks.

Töö eesmärgiks on välja selgitada reoveekanaliseerimiseks sobiva võõrvee sisseimbimise kohad, uurida võõrvee mõju süsteemi üldisele toimivusele, siduda võõrvee olemasolu süsteemis ilmastikuoludega ning tuua välja lahendusettepanekud reoveekanaliseerimise veetihedamaks muutmiseks. Reoveekanaliseerimiseks oleva võõrvee koguste minimaliseerimine on kasulik süsteemi haldajale ning vooluhulkade vähenemine mõjub positiivselt torustiku ja üksikute elementide toimivusele.

Eesmärgideni jõudmiseks teostati töö autori poolt piirkonna vee- ettevõtte, AS ELVESO, olemasoleva reoveekanaliseerimise rajatiste uuring, mille käigus kaardistati võõrvee sissetungi kohad süsteemi. Välitööde baasil koostati reoveepumplate andmestiku võrdlus klientide tarbimisandmestikuga ning vaadeldava perioodi meteoroloogiliste parameetritega.

Olemasoleva lahkvoolse reoveekanaliseerimise uuringu käigus avastati järgnevad võõrvee sissetungi soodustavad süsteemi murekohad:

- Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu krae ja –teleskooporu vahelt.
- Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu kaane vahelt.
- Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise kaevu teleskoobi tihendi vahelt.
- Võõrvee sissetung reoveekanaliseerimise läbi defektse kaevu keha.
- Võõrvee sissetung süsteemi läbi reoveepumpla ebatiheduste.
- Ebakvaliteetne ehitustegevus.

Reoveekanaliseerimiseks voolava vee vooluhulkade andmete võrdlusest klientide tarbimisandmestikuga ilmneb süsteemis voolava võõrvee koguste suurus.

Reoveepumplate andmestiku võrdlemisel vaadeldava perioodi meteoroloogiliste andmetega (sademete hulk, temperatuur, lume esinemine) nähtub ilmastiku otsene mõju reoveekanaliseerimiseks voolava vee kogustele.

Lõputöö eesmärk täideti ning autor tegi omapoolsed ettepanekud, mis aitavad ennetada ja vähendada võõrvee süsteemi tungimise ohtu. Autori poolsed ettepanekud olemasolevate süsteemide parandamiseks on:

- Vaatluskaevude piirkonnas maapinna planeerimine ja kaevukaante tõstmine.
- Sademeveesüsteemide väljaehitamine.
- Süsteemi hermeetilisemaks muutmine.
- Katkiste elementide asendamine või parandamine.

Vähendamaks uute süsteemide rajamisel võõrvee sissetungimist reoveekanaliseerimise süsteemi teeb autor ettepaneku arvestada järgnevaga:

- Sademe- ja pinnasevee süsteemide ning vertikaalplaneeringu lahendamine koos reoveekanaliseerimise projekterimisega.
- Reoveekanaliseerimise süsteemi hoolikam valik.
- Korrekse ehitustegevuse teostamine ja järelevalve.
- Hermeetilisemate süsteemi elementide kasutamine.
- Alternatiivsete materjalide kasutamine, näiteks betoonkaevud.

Töö tulemustest lähtuvalt on teostatud uuringupiirkonna probleemsete elementide võimalustekohane remontimine ja lekkekohtade likvideerimine. Täiendavalt on uute ühiskanaliseerimise süsteemide planeerimisel ja projekterimisel hakatud oluliselt rohkem tähelepanu pöörama sademevee küsimuste terviklikule lahendamisele.

Lõputöö loob aluse käsitletava probleemistiku edasiseks uurimiseks, leidmaks võimalikult veetihte reoveekanaliseerimise lahendus. Süsteemide veetihedamaks muutmiseks vajab edasist uurimist järgnev: laialdaselt kasutatavate süsteemi elementide vastavus normdokumentidele, normdokumentide täiendamise vajalikkus, elementide toimimine Eesti kliimatilistes tingimustes ning erinevates geoloogilistes oludes, teiste reoveekanaliseerimisega kaetud alade toimivuse hinnang.

Summary

The current diploma work focuses on infiltration and inflow (extraneous water) in separate sewerage based on Rae parish. The title of the diploma work is: Infiltration water in sewerage of Rae Parish. Work involves seven chapters and the total length of the work is 80 pages, including 3 tables, 24 figures and 19 sources. The diploma work is written in Estonian.

The first chapter describes the terms that are used in current work. The second chapter is about different types of sewerage systems. The third chapter focuses on laws, standards and other documents, that regulate sewerage. The fourth chapter is about problems in sewerage that are caused by extraneous water. The fifth chapter describes the sewerage research area- Rae parish. This chapter also gives an overview about public water supply, sewerage and rainwater systems in Rae parish. The sixth chapter focuses on fieldwork on an existing sewerage in Rae parish, Lagedi borough. During fieldwork, possible extraneous water entry places are mapped. In addition infiltration and inflow rates are linked with current area sewerage pumping stations data, customers data and climate data (temperature and rainfall). The seventh chapter gives recommendations for existing sewerage and systems that are designed in the future to make pipelines more resistant to extraneous water.

Extraneous water in sewerage causes problems for the overall performance of the system. The work gives an overview about possible problems and sideeffects caused by extraneous water. In addition the research gives suggestions on how to lower extraneous water rates in sewerage. The diploma work is based on the data from local water company- AS ELVESO.

To decrease infiltration and inflow to sewerage, author recommends: soil planning near manholes and manhole cover raising, rainwater systems planning and construction, making existing systems more hermetic, defective elements replacement, sewerage type selection according to the environment, proper construction rules and using alternative system elements (more hermetic elements and elements made from other materials) that are not very commonly used.

Kasutatud kirjanduse loetelu

1. Ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni seadus. – Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/123122014023> , 25.04.2016.
2. Tallinna ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava 2010-2021. – Kättesaadav: https://oigusaktid.tallinn.ee/?id=3001&aktid=118953&fd=1&q_sort=elex_akt.akt_vk_p , 01.05.2016, lk 112.
3. Väliskanalisatsioonivõrk: EVS 848:2013. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013, lk 23, 25.
4. Aastatel 2004-2014 EL ja KIK abirahadega rajatud ja rekonstrueeritud reoveepuhastite tõhususe hindamine. Lõpparuanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2016, lk 95.
5. Reovee väikepuhastite tehnoloogiliste ja tehniliste lahenduste soovitude ja juhendmaterjalide koostamine kohalike omavalitsuste tarbeks. Tallinna Tehnikaülikool, 2011.
6. Rae vald. - Kättesaadav: <http://www.rae.ee/tutvustus-ja-asukoht>, 28.02.2016.
7. Rae valla ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2013- 2024. – Kättesaadav: http://iseteenindus.elveso.ee/admin/upload/Dokumendid/Arendamise_kava.pdf , 20.04.2016, lk 7- 12, 31- 35, 43, 106, 111, 116, 141.
8. AS ELVESO. – Kättesaadav: <http://elveso.ee/ettev%C3%B5ttest/tegevusvaldkonnad/>, 28.02.2016.
9. Vee- ettevõtja tegevuspiirkonna kehtestamine. Rae Vallavolikogu otsus nr 473, 09.12. 2008. – Kättesaadav: [http://iseteenindus.elveso.ee/admin/upload/Dokumendid/473\(1\).pdf](http://iseteenindus.elveso.ee/admin/upload/Dokumendid/473(1).pdf) , 28.03.2016.
10. Ühtekuuluvusfond. - Kättesaadav: <http://www.struktuurifondid.ee/uhtekuuluvusfond/> 28.04.2016.
11. Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses And Sewer System Evaluation Survey. – Kättesaadav: <http://www.mass.gov/eea/docs/dep/water/laws/i-thru-z/iiguidln.pdf>, 2013, lk 16- 17.
12. Staufer, P. Scheidegger, A. Rieckermann, J. Assessing the performance of sewer rehabilitation on the reduction of infiltration and inflow. - Water Research, 2012,

- Volume 46, Issue 16, 2012, lk 5185- 5196. – Kättesaadav: <http://www.sciencedirect.com/>, 15.10.2012, lk 5187.
13. Rae valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskiri. – Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/1011650> , 05.05.2016.
14. Riigi Ilmateenistus. – Kättesaadav: <http://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/oopaevaandmed/>, 28.04.2016.
15. Karpf, C. Krebs, P. Quantification of groundwater infiltration and surface water inflows in urban sewer networks based on a multiple model approach.- Water Research, 2011, Volume 45, Issue 10, 2011,lk 3129- 3136. – Kättesaadav: <http://www.sciencedirect.com/> , 05.2011, lk 2.
16. Soudal Soudafalt. - Kättesaadav: http://soudal.ee/index.php/roofingproducts/item/download/248_27848222877c4292588424719a63c554 , 08.05.2016.
17. Linnatänavad: EVS 843: 2016. Tallinn, Eesti Standardikeskus, 2016, lk 249.
18. Gravity Sanitary Sewer. Design and Construction. Second Edition. The American Society of Civil Engineers and the Water Environment Federation. The United States of America, 2007, lk 180.
19. Pinnasesse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend. RIL 77-2013. Tallinn: ET INFOkeskuse AS, 2015, lk 24- 28.

Lisad

Tabel 2. Välitööde tulemuste tabel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jrk nr	Kaevu nr	Kaane kõrgus (cm)	Vee sissetung	Teleskoobi tihend (cm)	Kaevu olukord	Kaev vertikaalne	Muu	Tähelepanekud
1	L-J1	+10	ei	-	terve	ei	-	Vaatlusperioodil reoveekanalisisatsioon vähene (puhas) vesi niriseb (vaatlusperioodil liitunud torulõiguga vaid 1 eratarbija). Osades kaevudes tilgub vesi teleskoobi tihendi vahelt sisse, teistes on näha veenired kaevu teleskoobil ja -kehal (st niiskuse kondenseerumine või otsene võõrvee sissetung). Torustik tee kõrval küvetisvihmavesi valgub tee pealt trassi peale- osades kaevudes näha vee sissetungi jäljed kaevu krae ja kaane vahelt .
2	L-J2	+10	ei	-	terve	ei	-	
3	L-J3	0	varasemalt	60	katki	ei	teleskoop ära vajunud, krae katki	
4	L-J4	0	jah	30	terve	jah	teleskoobi tihend	
5	L-J5	0	ei	10	terve	jah	-	
6	L-J6	0	jah	-	terve	jah	krae ja teleskoobi vahe	
7	L-J7	0	varasemalt	-	terve	jah	krae ja teleskoobi vahe	
8	L-J8	0	varasemalt	-	terve	jah	krae ja teleskoobi vahe	
9	L-J9	0	jah	30	terve	jah	teleskoobi tihend	
10	L-J10	0	varasemalt	-	terve	jah	teleskoobi tihend	
11	L-J11	0	varasemalt	60	terve	ei	teleskoobi tihend	
12	L-J12	0	varasemalt	-	terve	jah	teleskoobi tihend	
13	L-J13	0	varasemalt	30	terve	jah	teleskoobi tihend	
14	L-J14	0	ei	50	terve	ei	-	
15	L-J15	0	ei	-	terve	jah	-	
16	L-J16	0	ei	50	terve	ei	-	
17	L-J17	0	ei	-	terve	ei	-	
18	L-J18	0	ei	30	terve	ei	-	
19	L-J19	0	ei	40	terve	ei	-	
20	L-J20	0	ei	40	terve	ei	-	
21	L-J21	0	ei	30	terve	jah	-	
22	L-J22	0	ei	-	terve	jah	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	L-J23	0	ei	-	terve	jah	-	
24	L-J24	0	ei	10	terve	jah	-	
25	L-J25	0	varase malt	30	terve	ei	veenired kaevus	
26	L-J26	0	ei	30	terve	jah	-	
27	L-J27	0	ei	30	terve	jah	-	
28	L-J28	0	jah	30	terve	ei	teleskoobi tihend	
29	L-J29	0	ei	30	terve	jah	-	
30	L-J30	0	ei	30	terve	jah	-	
31	L-J31	0	ei	30	terve	jah	-	
32	L-J32	0	ei	30	terve	jah	-	
33	L-J33	0	ei	20	terve	jah	-	
34	Pa1	0	ei	-	terve	jah	-	
35	Pa2	0	ei	-	terve	jah	-	
36	Pa3	0	ei	-	terve	jah	-	
37	Ka1	0	ei	30	terve	jah	-	
38	Ka2	0	ei	-	terve	jah	-	
39	Ka3	+10	ei	-	terve	jah	-	
40	Ka4	0	ei	20	terve	jah	-	
41	Ka5	0	ei	-	terve	jah	-	
42	Ka6	0	ei	10	terve	jah	-	
43	Ka7	0	jah	10	katki	jah	kaevu põhi katki	
44	Ka8	0	jah	10	terve	jah	-	Reoveekanaliseerimis onis pidev puhta vee voolamine. Põhjustatud kaev nr Ka7 võõrvee sissetungist. Pirita jõe äärne madal ala- kõrge pinnasevee tase.
45	Ka9	0	jah	20	terve	ei	-	
46	Ka10	0	ei	20	terve	jah	-	
47	Ka11	0	ei	20	terve	jah	-	
48	Ka12	0	ei	-	terve	jah	-	
49	Ka13	0	ei	-	terve	jah	-	
50	Ka14	0	ei	-	terve	ei	-	
51	Ka15	+10	jah	-	terve	jah	-	
52	Ka16	0	jah	-	terve	ei	-	
53	Ka17	0	jah	-	terve	ei	-	
54	Lp1	+50	ei	-	terve	jah	-	
55	Lp2	+50	ei	-	terve	jah	-	
56	Lp3	+50	ei	-	terve	jah	-	
57	Lp4	+10	ei	-	terve	jah	-	
58	Lp5	+50	ei	-	terve	jah	-	
59	Lp6	+10	ei	-	terve	jah	-	
60	S1	+40	-	-	-	-	kaev ääreni vett täis	
61	L-J34	0	ei	-	terve	jah	-	
62	P1	0	ei	10	terve	ei	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
63	P2	0	ei	-	terve	ei	-	Reoveekanaliseerimis näha vähesel määral puhta vee voolamist. Vaatluskaevudes näha võõrvee (sh vee tilkumise) jälgi.
64	P3	0	ei	10	terve	ei	-	
65	P4	0	ei	-	terve	ei	-	
66	P5	0	ei	10	terve	jah	-	
67	P6	0	ei	-	terve	jah	-	
68	P7	0	ei	-	terve	jah	-	
69	P8	0	ei	-	terve	jah	-	

Tabelis 2 toodud lühendite ja märksõnade kirjeldus:

1 (Jrk nr): Kaevude numeratsioon tabelis.

2 (Kaevu nr): Kaevude numeratsioon seotud kaevu asukohaga (katastriüksusega).

Tähekombinatsioon on lühend katastriüksuse nimest.

- L-J: 11112 Lagedi-Jüri tee (65301:003:0264)
- Pa: Papli tn (65301:001:3527)
- Ka: Kangilaski tn (65301:003:1186)
- Lp: Liiva põik (65301:003:0822)
- S: Sauna tn (65301:003:0832)
- P: Põllu tn (reformimata riigimaa)

3 (Kaane kõrgus, cm):

- 0: Kaevu kaas on ümbritseva maapinnaga ühel tasapinnal.
- +: Kaevu kaas on ümbritsevast maapinnast väärtuse võrra kõrgemal.

4 (Vee sissetung):

- Jah: Vaatluste tegemise ajal nähtav võõrvee sissetung vaatluskaevu (tilkumine või voolamine).
- Ei: Puudub võõrvee sissetung.
- Varasemalt: Vaatluste teostamise ajal puudub otsene vee võõrvee sissetung vaatluskaevu, kuid on näha varasemad ilmingud (veenired kaevu seinal ja/või vee tilkumise jäljed kaevu põhjas).

5 (Teleskoobi tihend, cm):

- Arvuline väärtus: Kaevu teleskoop on toodud väärtuse võrra teleskoobi tihendi sees.
- -: Teleskoobi tihendi asukohta ei ole võimalik mõõta, kuna: a) kaevu konstruktsioonilised iseärasused, b) Kaevu teleskoop on pikem, kui mõõteriist mõõta võimaldab, c) Mõõteriist ei mahu kaevu keha ja kaevu teleskoobi vahele.

6 (Kaevu olukord):

- Terve: Visuaalsel vaatlusel puuduvad nähtavad kaevu purunemisele viitavad asjaolud.
- Katki: Kaev on purunenud. Nt: kaevu keha defekt, kaevu teleskoobi defekt, kaevu krae ja kaane defekt.

7 (Kaev vertikaalne):

- Jah: Kaev on silmnähtavalt vertikaalne, puuduvad vajumise ilmingud.
- Ei: Vaatluste tulemusel on näha, et kaevu teleskoop või kaevu keha on paigalduse järgselt ära vajunud.

8 (Muu):

- Teleskoobi tihend: Võõrvee sissetung kaevu teleskoobi tihendi vahelt.
- Krae ja teleskoobi vahe: Võõrvee sissetung kaevu krae ja -teleskoobi vahelt.
- Veenired kaevus: Nähtavad veenired kaevu seintel. Võimalikeks põhjusteks nii võõrvee sissetung kui ka niiskuse kondenseerumine.
- Kaev ääreni vett täis: Üldise ühiskanalisatsiooni süsteemiga ühenduses mitteolev reoveekanaliseerimise lõik. Vee tõttu kaevus ei ole võimalik vaadeldavate parameetrite kirjeldamine.

9 (Tähelepanekud): Üldine info vaatlustulemuste ja reoveekanaliseerimise süsteemi kohta.

Tabel 3. Uuringupiirkonna kinnistute ja reoveepumplate bilansitabel.

1	2						3	4	5
Kuupäev	Teeninduspiirkonnas liitunud kinnistute tarbitud kogused (m³/kuus)						Kinnistute koguste summa (m³/kuus)	Reoveepumpla pumbatud vee kogus (m³/kuus)	Pumbatud ja tarbitud koguste vahe (m³/kuus)
Jüri tee I RVP									
	Papli tn 1	Jüri tee 31a	Jüri tee 31b	Jüri tee 31	Jüri tee 33	Jüri tee 45			
apr.12	-	-	1	-	-	-	1	625,3	624,3
mai.12	-	-	1	-	-	-	1	230,9	229,9
juuni.12	-	-	1	-	-	-	1	211	210
juuli.12	-	2,3	1	6	3	2	14,3	368,2	353,9
aug.12	-	2,3	1	7	1	7	18,3	450,3	432
sept.12	-	2,3	1	6	2	7	18,3	620,5	602,2
okt.12	2	2,6	0,3	7	1	3	15,9	874,8	858,9
nov.12	2	2,6	0,3	6	0	7	17,9	1019,9	1002
dets.12	14	2,6	0,3	7	5	8	36,9	499,1	462,2
jaan.13	9	2,3	1	5	0	9	26,3	676,9	650,6
veebr.13	7	2,3	1	5	1	7	23,3	351	327,7
märts.13	10	2,3	1	8	1	6	28,3	364	335,7
apr.13	14	2,6	0,6	6	0	7	30,2	-213,1	-243,3
Tehase RVP									
	Jüri tee 1								
apr.12	-						-	153,8	153,8
mai.12	-						-	117,1	117,1
juuni.12	-						-	100,4	100,4
juuli.12	-						-	167,8	167,8
aug.12	-						-	190	190
sept.12	-						-	359,1	359,1
okt.12	1						1	285,1	284,1
nov.12	2						2	238,8	236,8
dets.12	2						2	41	39
jaan.13	2						2	198,8	196,8
veebr.13	1						1	34,2	33,2

1	2				3	4	5
märts.13	2				2	47,3	45,3
apr.13	2				2	203,4	201,4
Kopli RVP							
	Kopli tee 2	Kopli tee 5	Jüri tee 9				
apr.12	8	5	3		16	38,8	22,8
mai.12	5	5	3		13	20,5	7,5
juuni.12	7	5	4		16	21,8	5,8
juuli.12	5	3,3	4		12,3	21,7	9,4
aug.12	8	3,3	4		15,3	25,2	9,9
sept.12	6	3,3	3		12,3	17,3	5
okt.12	6	3,3	3		12,3	20,6	8,3
nov.12	6	3,3	3		12,3	32,1	19,8
dets.12	7	3,3	3		13,3	20,6	7,3
jaan.13	6	3,3	3		12,3	26,4	14,1
veebr.13	7	3,3	3		13,3	20,5	7,2
märts.13	7	3,3	3		13,3	22,8	9,5
apr.13	6	3,3	3		12,3	35,8	23,5
Põllu RVP							
	Vaadeldaval perioodil liitunud kinnistuid ei ole						
apr.12						639,9	639,9
mai.12						333,1	333,1
juuni.12						173	173
juuli.12						157,1	157,1
aug.12						128,3	128,3
sept.12						239,1	239,1
okt.12						442,4	442,4
nov.12						480,2	480,2
dets.12						62,5	62,5
jaan.13						256,6	256,6
veebr.13						224,6	224,6
märts.13						789,2	789,2
apr.13						758,7	758,7
Kangilaski RVP							
	Kangilaski tn 14						
apr.12	-				-	289,4	289,4

1	2				3	4	5
mai.12	-				-	151,9	151,9
juuni.12	-				-	120,8	120,8
juuli.12	1,3				1,3	107,8	106,5
aug.12	1,3				1,3	22,1	20,8
sept.12	1,3				1,3	80,6	79,3
okt.12	2				2	143,7	141,7
nov.12	2				2	132,1	130,1
dets.12	2				2	73,5	71,5
jaan.13	2				2	99,4	97,4
veebr.13	2				2	68,5	66,5
märts.13	2				2	324,2	322,2
apr.13	2				2	979,4	977,4
Jüri tee II RVP							
	Põllu tn 1	Põllu tn 5	Põllu tn 6			*	*
apr.12					-		
mai.12					-		
juuni.12					-		
juuli.12					-		
aug.12			0		0		
sept.12	0		3		3		
okt.12	0		3		3		
nov.12	0		3		3		
dets.12	0		4		4		
jaan.13	0		3		3		
veebr.13	0		2		2		
märts.13	0	0	3		3		
apr.13	0	0	3		3		

Tabel 3 andmete kirjeldus:

1 (Kuupäev): Vaadeldav periood. Reoveepumpla nimi.

- Vaadeldav periood hõlmab ajavahemikku alates aprill 2012 a kuni aprill 2013 a.
- Tabelis on kajastatud kõik reoveepumplad, mis asuvad uuringupiirkonnas.

2 (Teeninduspiirkonnas liitunud kinnistute tarbitud kogused, m³/kuus):

- Kinnistu nimi näitab konkreetse reoveepumpla teeninduspiirkonnas olevat, ühiskanalisisatsiooniga liitunud kinnistut.
- Arvuline väärtus: näitab kinnistu poolt antud kuus tarbitud veekogust (m³/kuus).
- -: kinnistu ei olnud vaadeldavaks ajaks veel ühiskanalisisatsiooniga liitunud.

- Tühi tabel: uuringuperioodil puudusid reoveepumpla teeninduspiirkonnas ühiskanalisatsiooniga liitunud kinnistud.

3 (Kinnistute koguste summa, m³/kuus):

- Liitunud kinnistute tarbitud veekoguste summa (m³/kuus). Näitab reoveepumpla teeninduspiirkonna liitunud kinnistute igakuise veetarbimise summat.

4 (Reoveepumpla pumbatud vee kogus, m³/kuus):

- Reoveepumpla igakuine pumbatud vee kogus.
- - märgiga kogus: Reoveepumpla pumbatud koguste määramise tehnoloogia poolt põhjustatud viga. Kuna pumpla poolt pumbatud vee kogus ei saa olla negatiivne, siis miinus märgiga tulemused ei ole analüüsis arvesse võetavad.
- Jüri tee II RVP andmete mitteesitamine on põhjustatud samuti sellest, et reoveepumpla poolt pumbatud igakuised veekogused on kogu uuringuperioodi ulatuses negatiivsed. Seega ei saa antud reoveepumpla andmeid uuringutulemuste analüüsi kaasata.

5 (Pumbatud ja tarbitud koguste vahe, m³/kuus):

- Kinnistute poolt tarbitud veekoguste ja reoveepumplate poolt pumbatud vee koguste vahe. Näitab reoveekanaliseerimise süsteemi mittekuuluva vee (st võõrvee) hulka.
- - märgiga tulemus: Mõõtmisviisi eripära tõttu ei ole andmed analüüsi kaasatavad.

* Jüri tee II reoveepumpla pumbatud koguste andmestik ei ole analüüsi läbiviimiseks usaldusväärne, kuna reoveepumplate kaugjälgimissüsteemist teostatud mõõtmistulemuste väljavõtte kohaselt on vaadeldaval ajavahemikul pumbatud vee kogused negatiivsed.