



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

SINDI SADEMEVEESÜSTEEMIDE INVENTAR

INVENTORY OF RAINWATER SYSTEMS IN SINDI AREA

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Helena Tsõbulski

Üliõpilaskood: 144536 EAKI

Juhendaja: Karin Pachel, professor ja
uurimisrühma juht

Tallinn 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

06. jaanuar 2020

Autor: Helena Tsõbulski

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

06. jaanuar 2020

Juhendaja: Karin Pachel

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

06. jaanuar 2020

Kaitsmiskomisjoni esimees:

/ nimi ja allkiri /

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Helena Tsõbulski, 144536EAKI

Õppekava, peeriala: EAKI – Veetehnika

Juhendaja: Karin Pachel, professor, +372 620 2504

Konsultant: Helena Metspalu, juhatuse liige
AS Infragate Eesti, +372 5164 794,
helena.metspalu@infragate.ee

Lõputöö teema: **Sindi sademeveesüsteemide inventar**
Inventory of rainwater systems in Sindi area

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Sindi linnas sademevee valgalade määramine koos suublate määramise ja sademevee hulkade arvutamisega
2. Sindi linna sademeveesüsteemide analüüs
3. Perspektiivsed lahendused olemasolevatele probleemidele
4. Ülevaade sademeveesüsteeme puudutavast seadusandlusest ja muudest materjalidest

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Alusmaterjalide kogumine.	01.06.2019
2.	Kraavide seisukordade uurimine (paikvaatlus)	17.12.2019
3.	Alusmaterjalide analüüs ning geodeetilise lähteülesande koostamine.	01.09.2019
4.	Voolusuundade määramine kõrgusandmete alusel ja võimalike kõrguslike ebakõlade tuvastamine	15.11.2019

5.	Valgalade ja suublate määramine voolusuundade alusel.	15.11.2019
6.	Valgalade arvutused.	15.11.2019
7.	Probleemide välja toomine ja nende kirjeldamine koos potentsiaalsete lahendustega.	15.12.2019
8.	Nutikate lahenduste leidmine vastavalt Sindi linna geoloogilisele ja hüdrogeoloogilisele ehitusele.	15.12.2019

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 06. jaanuar 2020

Üliõpilane: Helena Tsõbuslki 6. jaanuar 2020

/allkiri/

Juhendaja: Karin Pachel 6. jaanuar 2020

/allkiri/

Konsultant: Helena Metspalu 6. jaanuar 2020

/allkiri/

Programmijuht: 6. jaanuar 2020

/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS	8
1. PÕHIOSA	9
1.1 Sindi linna tutvustus	9
1.1.1 Asukoht	9
1.1.2 Ajalugu	9
1.1.3 Valdade ühinemine	10
1.1.4 Geoloogia	10
1.1.5 Põhja- ja pinnasevesi	11
1.2 Sademeveesüsteemidele esitatavad nõuded	13
1.2.1 Üldist	13
1.2.2 Kraavid	13
1.2.3 Truubid	15
1.2.4 Sademeveekanaliseerimine	16
1.2.5 Drenaaž	18
1.3 Sademeveesüsteemide hindamise meetoodika	20
1.3.1 Ratsionaalne meetod	21
1.3.2 Hüdroloogiline meetod	22
1.3.3 Hüdroloogilise meetodi lihtsustatud versioon	24
1.1 Olemasoleva olukorra kirjeldus	27
1.2 Analüüsi etappide kirjeldus	28
1.3 Valgalade ja suublate määramine ning selle meetoodika	30
1.3.4 Varasemalt määratud valgalade kontrollimine	30
1.3.5 Valgalade ja suublate määramise meetoodika	30
1.3.6 Määratud valgalad	31
1.4 Valgalade sademevete arvutused	53
1.3.7 Arvutusmeetoodika	53

1.3.8 Arvutustulemused	55
1.5 Probleemide analüüs ning lahendused	58
1.4 Sademevee kohtkäitlemine ja nutikad lahendused	59
KOKKUVÕTE	66
SUMMARY	67
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	68
LISAD	70

EESSÕNA

Käesoleva uurimuse teema on oma alge saanud AS Infragate Eesti juhatuse liikme Helena Metspalu initsiatiivil, kes pakkus võimalust teha koostööd Tori vallavalitsusega, koostamaks sademeveesüsteemide hinnang Sindi linnale, koos valgalade määramisega ning ettepanekutega erinevateks lahendusteks.

Uurimuse alusmaterjalid on suures osas pärit nii Tori vallavalitsuselt, AS Sindi Veelt ning AS Infragate Eesti arhiividest. Tori vallavalitsuselt ja AS Sindi Veelt on saadud Sindi linna topograafiline alus seisuga 2014 aasta september. Lisaks lingid ja kontaktid arengukavade ja detailplaneeringute kättesaadavuse kohta. AS Infragate arhiividest on saadud fragmente topograafiliste aluste ja koostatud tööde kohta. Kõik alusmaterjalid ning kasutatud andmed loetletakse töö lõpus. Ühtlasi on AS Infragate Eesti toetusel saadud ligipääs töös kasutatud standarditele, mille nimistu on samuti loetletud töö lõpus. Lisaks teostati töö käigus ELKER RMT OÜ poolt mõõdistused määratud sademeveesüsteemide osale, kus info oli kas puudulik ja/või kriitilise tähtsusega ning mida ei olnud võimalik tuletada.

Uurimuse koostamisel soovin tänada järgnevaid inimesi toetuse, juhendamise ja materjalide abistamisega:

- Helena Metspalu, kes abistas mind töö teema leidmisel, materjalide hankimisel, suhtlemisel Tellijaga ning kes võimaldas minul kasutada AS Infragate Eesti materjale töö koostamisel. Tänu temale ei oleks mul olnud võimalik selle töö koostamine.
- Karin Pachel, töö juhendaja, ilma kelleleta ei oleks ma kõikidele oma küsimustele vastuseid saanud.
- Jüri Puust ja Ants Tormilind – käesoleva töö Tellijad, kelle lahke loaga oli mul võimalik seda tööd kasutada Tallinna Tehnikaülikooli lõpetamiseks lõputööna.

Projektis on teostatud analüüs Sindi linna sademeveesüsteemide olukorra ja nende toimimise seisukohalt. Esmalt määrati kõrgusandmete alusel sademeveesüsteemides voolusuunad, millele toetudes määrati valgalad. Määratud valgaladega teostati arvutused, milledega selgitati keskmised vooluhulgad ja äravoolutegurid. Töö teostamise käigus tuvastati ka mõningad kitsaskohad, probleemid ning konfliktid, millele pakuti lahendused. Lisaks on töös välja toodud ka teoreetiline materjal, arvutusmetoodika ning perspektiivsed lahendused (nn rohelised süsteimid).

Lisadena on töös eraldi välja toodud ka pildid, mis on saadud Sindi linna külastustest (paikvaatlus).

SISSEJUHATUS

Tänases arenevas maailmas, kus esiteks linnastunud alade ja teiseks tööstuste osakaal on pidevas kasvusuunas, on sademevee ärajuhtimise vajadus järjest suurem. Linnastumine toob endaga kaasa kõvakattega pindade osakaalu suurenemise, mis omakorda resulteerib sademevee akumul eerumises teatud kohtadesse. Lisaks on järjest kasvavaks murekohaks tööstuste areng ja laienemine, mis on alates tööstusrevolutsioonist tähendanud heitgaaside hulga suurenemist atmosfääris, mis on põhjustanud kiire kliima soojenemise. Keskkonnaministeeriumi 2017. aasta kliimaaruandes on kõne all oleva keskkonnaprobleemi kohta viidatud, et kuigi kliima soojenemine-jahtumine on loomuliku protsessi osa, siis inimtegevus on seda mõjutanud selle protsessi kiirendamise näol.

Keskkonnaagentuuri 2014. aasta väljaanne „Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100“ ja 2019. aasta väljaanne „100 aastat Eesti ilma(teenistust)“ ning Keskkonnaministeeriumi 2017. aasta „Eesti seitsmes kliimaaruanne“ viitavad asjaolule, et tegelikult ei ole sademete hulk Eestis otseselt suurenenud, kuid on tihenendud ekstreemsete nähtuste esinemine. See tähendab äärmuslikke pöödasid madalvee perioodil ning seevastu äärmuslikke pinnaseveetaseme tõuse kõrgveeperioodil.

Sindi linn on ehe näide linnastumisest, kus on kõvakattega pindade osakaal järkjärgult suurenenud. Käesoleval ajal esinevad seal sademevee ja pinnaseveega seotud probleemid, näiteks sademevee akumul eerumine teatud kohtades (ei voola ära ega ei imbu) ning pinnasevee tungimine elanike keldritesse.

Käesolev töö käsitlebki Sindi linna sademevee süsteemide olemasolevat olukorda. Uurimus hõlmab materjalide kogumist ja läbi töötamist, vajadusel täiendavate uuringute tegemist ja välitöid, valgalade määramist ning vastavate arvutuste teostamist. Uurimusega antakse hinnang süsteemidele, tuvastatakse vead ning pakutakse võimalikud lahendused. Lisaks on üheks eesmärgiks ka kokku koguda maksimaalselt olemasolevaid materjali ning koostada ülevaade ja kokkuvõtte nende sisust antud teema kohta.

Linna sademeveesüsteem on oma olemuselt keerukas, mitmete hargnemiste-ühinemiste, kõrguslike erinevuste ning mitmekesisuse poolest. Käesoleval ajal on suurimateks lahendust vajavateks probleemideks sademeveesüsteemides esinevad takistused (sete, taimestik), kõrguslikud konfliktid ning mingil määral ka sademevee juhtimine reoveekanaliseerimise kaudu.

1. PÕHIOOSA

1.1 Sindi linna tutvustus

1.1.1 Asukoht

Sindi on linn Pärnu maakonnas Tori vallas Pärnu jõe vasakul kaldal jõe ning Lanksaare raba vahelisel tasandikul 14 km kaugusel Pärnust.



Joonis 1 Sindi linna asukohaskeem (1)

1.1.2 Ajalugu

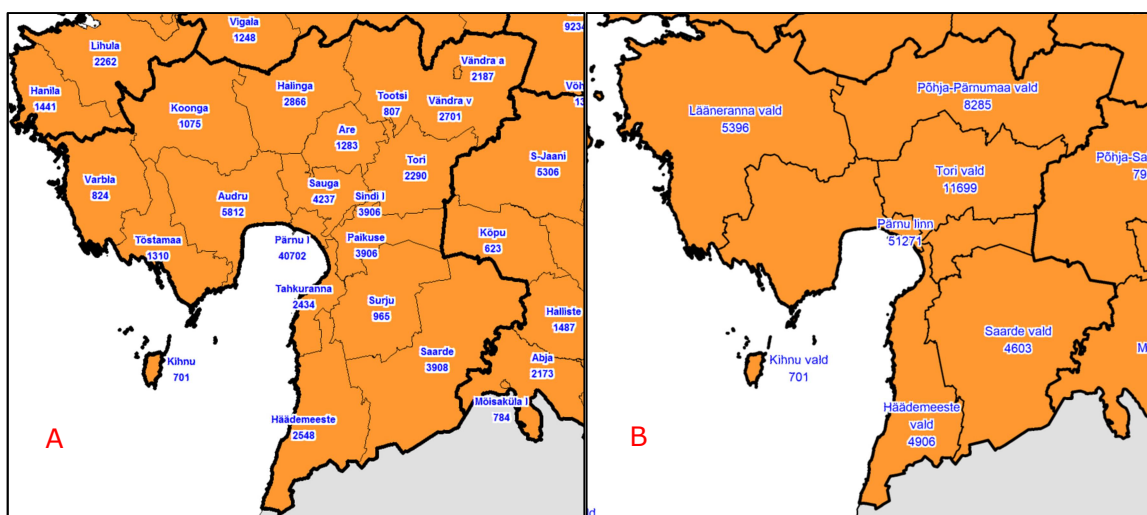
Sindi linna on esmalt mainitud 1833. aastal kui töölisasulat. See asutati mõisale kuulunud Saia ja Tõela külade alale rajatud kalevivabriku ümber. Ettevõtja oli Riia tulundustegelane ja tööstur J. C. Wöhrmann, kes asus siia pärast oma Poola ettevõtte maha põlemist 1831. aastal. Praeguse vabriku vanimad hooned ja ka mõned endised meistrite majad ning ametnike klubi "Harmonie" hoone on säilinud tänaseni. 19. sajandi keskel rajati vabriku juurde mehaanikaosakond ja gaasivabrik. Need olid esimesed selletaolised ettevõtted Pärnumaal. (2)

Aastal 1921 sai Sindi alevi õigused. 1928. aastal rajati asulasse raudteejaam, koos seda läbiva raudteega, mis oli tegevuses kuni 1970. aastani. Tänu raudtee ja

raudteejaama asutamisele sai 1. mail 1938 Sindi kolmanda astme linnaks. See andis asulale tõsise tõuke oma arengus. Aastatel 1957–1991 kuulus Sindi veel Pärnu linna koosseisu, kuid sai peagi iseseisvaks omavalitsusüksuseks. See juhtus 1991. aasta 26. septembril. (2)

1.1.3 Valdade ühinemine

2017. aastal moodustati Are valla, Sauga valla, Sindi linna ja Tori valla ühinemise teel uus haldusüksus, mille nimeks sai Tori vald. (3)



Joonis 2 Pärnu maakonna haldusüksuste jaotus enne ja pärast haldusreformi (4)

1.1.4 Geoloogia

Sindi linn asub Lääne-Eesti madalikul, Pärnu jõe vasakul kaldal. Pinnamood on tasane, ühtlase tõusuga edelast kirde suunas. Geoloogilisest perspektiivist kuulub Sindi linn Pärnu viirsavibasseini, kuid on samas Pärnu linnaga võrreldes mitmekesisema geoloogilise ehitusega. (5)

Aluspõhjaks (sügavusel ca 20...30m) on keskdevoni Pärnu lademe liivakivi; pinnakate koosneb liustiku-, jääjärve-, soo- ja meresetetest ning katvaks kihiks on tehispinnased. (5)

Kõige alumiseks (sügavusel ca 30...60m) kihiks siluri dolomiidi-lubjakivi kihid, millest edasi on juba ordoviitsiumi lubjakivi ja kambriumi liivakivi. Üldjoontes on ala alumiseks kihiks savimõllmoreen. Moreeni kiht kõrgeneb ida suunas ning selle pinnal on tema ümbersetttimisel tekkinud kuni 0,4 m savimõlli. Moreen on omakorda veel kaetud viirsaviga, mis jaguneb kaheks kihiks, millest alumine koosneb savist ja pealmine mõllsavist. Viirsavi kihi kogupaksus on kuni 6 m. Viirsavi kiht kahaneb ida suunas, kuni see kohati täielikult puudub. Mõnedes piirkondades on viirsavid vooluvete

poolt täielikult erodeeritud. Kui jääjärv taandus, hakkasid madalamad alad soostuma. Sellega kaasnes turba tekkimine. Turvas leidub peamiselt Tõela tänava piirkonnas, kus selle paksus ulatub kuni 1,5 meetrini. (5)

Ülemine pool koosneb põhiliselt merelist päritolu liivpinnastest, mis on omakorda veel kihtideks jaotunud. Liivapinnase alaosas on õhukesed kruusliiva ja orgaanilist ainet sisaldava peenliiva kihid, kuid valdav osa liivapinnasest koosneb peenliivast. Kogu liivakihi paksus enamasti 1-1,5 m, kuid kihi maksimaalne läbilõige on kirdeosas, kus see ulatub kuni 3,4 meetrini. Looduslikke kihte katavad juba tehispinnased. (5)

Sindi pinnastes asub vabapinnaline kvaternaari veelade, mis toitub põhiliselt sademetest. Pinnasevee äravool toimub loode suunas ning suubub Pärnu jõkke. Veepind asub orienteeruvalt 1...1,8 m sügavusel maapinnast, kuid sademeterikkamal perioodil ulatub pinnasevesi vaid kuni 0,3 m sügavusele maapinnast. (5)

1.1.5 Põhja- ja pinnasevesi

Vastavalt Sindi linna geoloogilisele ehitusele (kajastatud Sindi 2001-2018 arengukavas), eksisteerivad siin maapõues üksikud jääajajärgsed puhta vee kihid, mis vahelduvad moreeni, liiva ja savi kihtidega. Sindi linnas ja selle ümbruses oleks teoreetiliselt võimalik eksploateerida alljärgnevaid põhjaveekihte:

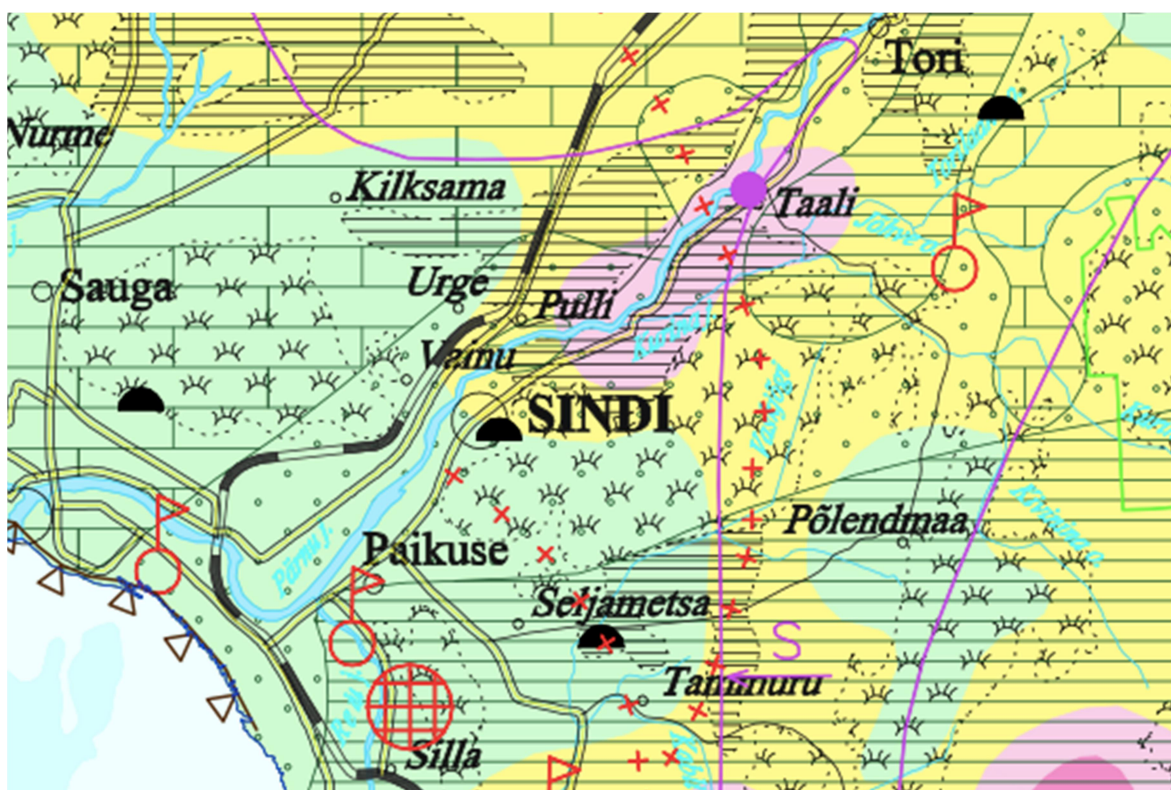
Kesk-Alam-Devoni veekihid, mis ulatuvad Lõuna-Eestist, Pärnu ja Rezekne-ni (linn Lätis). Nende lademetes peeneteralises ja nõrgalt tsementeerunud liivakivis ja aleuroliidis esineb savikaid ja dolomiitse tsemendiga liivakivi vahekihte. Kesk-Alam-Devoni põhjavesi on surveiline, ning survepind ulatub madalamatel aladel isegi üle maapinna, põhjustades kaevudel ülevoolu. Vesi liigub vettandvate kivimite poorides ja lõhedes. Käesoleval ajal kasutatakse Kesk-Alam-Devoni veekihti Pärnu ühisveevarustuses ning seda ammutatakse Reiu ja Vaskräama puurkaevudest. Kesk-Alam-Devoni põhjavesi vastab oma keemiliselt koostiselt suuresti joogivee normidele. Eranditeks on raua ja kloriidide sisaldused. Nende kogust aga on võimalik vähendada erinevate veepuhastuse tehnikate abil. (5)

Siluri-Ordoviitsiumi veekihid, mis on veevarustuse allikaks peaaegu terves Eestis. Siluri-Ordoviitsiumi veekiht, nagu nimigi ütleb, asub Siluri ja Ordoviitsiumi ladestu lubjakivis ja dolomiidis, milles esinevad savikama koostisega vahekihid. Seetõttu on ka veel endal savikad omadused. Kuna karbonaatkivimite ülemine osa on lõheline ja karstunud, siis põhjavee liikumistee on põhiliselt nendes esinevates lõhedes. Umbes 100-120 m sügavusel kivimi lõhelisus väheneb ning seega väheneb ka põhjavee hulk. Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekiht saavad oma toite sademeveest ning esineb kergesti

reostumise oht (eriti õhukese pinnakattega aladel). Kuigi üldiselt Siluri-Ordoviitsiumi põhjavesi on vabavoolne, siis madalamatel aladel võib see olla survealine. Siluri-Ordoviitsiumi vees on kõige suuremaks probleemiks rauasisaldus. Oma keemiliselt koostiselt on kõne all olev põhjavesi veel ka nitraadirohke, mille keskmine sisaldus maapinnalähedases põhjavees on suurem kui teistes veekihtides. Mereäärsetes piirkondades, kus põhjavett kasutatakse joogiveena on sageli probleemiks suur kloriidsisaldus. Esineb ka fluoriidi. (5)

Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht, mis on levinud praktiliselt kogu Eestis. See paikneb Alam-Ordoviitsiumi ja Alam-Kambriumi kihtide liivakivis ja aleuroliidis. Kuna veekiht asub vettkandvate kihtide vahel, on see maapinnalt lähtuva reostuse eest kaitstud. Vesi liigub ja lõhedes. Umbkaudu 80% kihi veest on iseloomult pehme (üldkaredus 1,5–5 mg/l). Üldjoontes vastab Ordoviitsiumi-Kambriumi vee keemiline koostis joogivee nõuetele, kuid probleemid on kõrge rauasisaldusega (kohati ka mangaani), mistõttu tuleb põhjavett joogiveeks kasutamisel käidelda vastavate vahenditega. (5)

Vastavalt Eesti Geoloogiakeskuse poolt koostatud kaardile asub Sindi keskmiselt kaitstud põhjaveega alal.



Joonis 3 Sindi põhjavee kaitstus (6)

1.2 Sademeveesüsteemidele esitatavad nõuded

1.2.1 Üldist

Vastavalt standardile EVS 843:2016 „Linnatänavad“, peavad sademevee ärajuhtimise süsteemid tagama tänavamaalt sademevee ärajuhtimise.

Sademevee ärajuhtimise süsteem võib olla:

- **Suletud** sademevee kanalisatsioon koosneb restkaevudest, ühendustorudest ja kollektoritest koos vastavate hooldus- ja kontrollelementidega;
- **Lahtine** sademevee kanalisatsioon kujutab endast küvette, äravoolukraave, tiike, avatud kanaleid, kaetud ja katmata renne ning truupe. (7)

Ühtlasi tuleb vastavalt standardile EVS 843:2016 linnades või linnalistes asulates üldjuhul kavandada suletud sademevee ärajuhtimise süsteem ning lahtise äravoolusüsteemi ümberehitamine suletud süsteemiks peab toimuma kooskõlas valgalast lähtuva vooluhulga arvutusega, kusjuures tuleb arvestada võimaliku drenaaži väljaehitamise vajadusega.

1.2.2 Kraavid

Kraavide projekteerimise, rajamise ja ekspluateerimise kohta leidub ulatuslikult materjali T. Metsavahi ja I. Romandi õpikus „Veeristsete projekteerimise meetodiline juhend“.

Kraav on korrapärane süvend, mis on mõeldud sademete vee ärajuhtimiseks. Vesi voolab vabapinnaliselt, ehk vee pealispind on avatud õhule ning sellel puudub täiendav surve peale õhurõhu. (8)

Üldiselt eristatakse kolme liiki kraave:

- külgekraavid;
- mäekraavid;
- põikkraavid.

Külgekraavid ehk küvetid on vajalikud sademevee ja sulavete äravoolu tagamiseks. Mäekraavid kavandatakse teedest kaugemale, mäe nõlvale ning nende otstarve või eesmärk vähendada küveti valgala. Põikkraavid seevastu on küvettidele eesvooluks ning on vajalikud vee ärajuhtimiseks. (8)

Võimalusel tuleb sademevee ärajuhtimiseks eelistada kraavide ja tiikide rajamist. Sellega on võimalik suurte vihmade korral vooluhulka ühtlustada, vähendada kokkuvooluaega ja võimalikku reostust lokaliseerida. (8)

Kuna vesi jälgib voolamisel kergemat vastupanuteed ehk voolab sinna, kuhu tal on kergem voolata, siis vee paneb voolama eelkõige sängi põhja kalle ning vedelikus endas esinev surve (veeosakeste vaheline rõhk). Sademevee äravooluteede rajamisel (ja ka eksploateerimisel) on oluline jälgida, et ei tekiks takistusi ja/või ummistusi. Kraavide efektiivsus ongi tagatud üksnes siis, kui on tagatud vee äravool kraavist. Kui vesi jääb kraavi seisma, hakkavad kraavi põhi ja küljed niiskuma ning see võib põhjustada probleeme kandevõimes. Viimane on oluline teeäärsete kraavide puhul, kuna kandevõime vähenedes võib hakata tee vajuma. (8)

Kraavide projekteerimine

Traditsiooniliselt kavandatakse kraavid trapetsikujulisena, kusjuures nõlvuseks peaks olema 1:1,5. Selleks, et vähendada kraavi märgperimeetrit ja ülemist laiust, on kasutusel ka ebasümmeetrilise ristlõikega kraavid, st et kraavi nõlvad on erineva kaldega. Kraavi põhja laiused arvestatakse alates 0,4m. Sellest kitsamate kraavide puhul on suurem ummistuste tekkimise oht ning need vajavad tihedamat hooldamist, mis toob endaga kaasa suurenenud ekspluatatsioonikulusid. (8)

Küvettide pikikalle on üldjuhul 0,5% ja mäe- ning põikkraavidel 0,3%. Väiksema pikikalde korral ei küündi voolukiirus vajaliku piirini ning esineb intensiivne settimine, mis võib omakorda viia ummistusteni ja selline kraav nõuab tihedat hooldust. Samas aga suuremate kallete puhul tõuseb voolukiirus ning kiire vool toob endaga kaasa kraavi nõlvade uhtumise. Kui on vajadus juhtida vett suurema kaldega pinnalt, tuleb kavandada kas kaskaad või kiirvoolurenn. (8)

Kraavide läbilaskevõime hindamise eelduseks on andmete olemasolu vooluhulkade kohta. Vooluhulgad on võimalik leida kas arvutuslikult (kasutades EVS 848:2013 „Väliskanaliseerimisvõrk“ toodud metoodikat) või vaatlusandmete alusel. Kui kraavid kavandatakse tee äärde, siis tuleb olenevalt tee klassist arvestada vastava valingvihma esinemise tõenäosusega ning sellele vastavate vooluhulkadega. Kui on teada vooluhulgad, on võimalik hinnata kraavis kujunevat voolusügavust ning seeläbi ka vajalikku vooluristlõiget. Huvitaval kombel peavad arvutuslikud vooluristlõikeid olema väiksemad kui projekteeritavate kraavide ristlõiked. Arvutuslike vooluhulkade ja voolukiiruste kasutamine kraavi parameetrite määramisel tagab kraavi põhja ja nõlvade püsivuse uhtumisele. (8)

1.2.3 Truubid

Sarnaselt kraavidele, leidub truupide projekteerimise, rajamise ja eksploateerimise kohta leidub ulatuslikult materjali T. Metsavahi ja I. Romandi õpikus „Veeristsete projekteerimise metoodiline juhend“.

Truubid rajatakse, kui kraavis voolava vee teekonnale jääb ette tee, olgu selleks kas maantee, kõnnitee või sissesõidutee. Truubid tuleb rajada ka, kui on soov kraav kinni ehitada näiteks sissesõidutee rajamiseks või tee rajamiseks üle kraavi.

Truubid on põhiliselt kas ümara profiiliga plast- või terastruubid või siis ellipsikujulise profiiliga terastruubid. Võimalik on projekteerida ja rajada ka raudbetoonist karpprofiiliga truupe. Truubi kuju ja materjali valik sõltub vooluhulkadest, projekteeritava truubi pikkusest ning kavandatava tee muldkeha kõrgusest truubi kohal. Üheks valiku aluseks võib olla ka esteetika. Suuremate vooluhulkadega kraavide puhul on võimalik kavandada ka väikeseavaliste sildade asemel teraskaari, mis toetuvad vundamentidele. (8)

Reeglina tuleb truubid projekteerida teega risti, see tagab nende lühema pikkuse ning on ka tehniliselt lihtsam paigaldada. Samas ei ole looduslikke või väljakujunenud voolusänge soovitatav muuta. Sellistel juhtudel võib paigaldada truubi tee telje suhtes täisnurgast erineva nurga all. Väikseim tee ja truubi telgede vaheline lõikumisnurk võib olla 55°. (8)

Juhul kui peaks olema vajadus mitme truubi kõrvuti paigaldamiseks, tuleb kinni pidada minimaalsest truupidevahelisest kaugusest. Näiteks suurvee perioodil, suurenenud vooluhulkade läbilaske tagamiseks, oleks otstarbekas täiendavate läbilasketruupide paigaldamine. Neid aga rajatakse põhitruubist kõrgemale. Sellise süsteemi korral töötab üldjuhul alumine truup ning lisatruubid rakenduvad alles veetaseme tõusmisel. (8)

Truubid töötavad põhiliselt kolmel režiimil:

- rõhuta;
- osaliselt rõhu all;
- rõhu all.

Rõhuta režiim on kõige levinum variant ning sobib eelkõige teetruupide tarbeks. Seetõttu kavandatakse truubid reeglina töötama ilma rõhuta režiimiga. Sellisel töörežiimil ei tohi truubi veega täituvus ületada 75% tema läbimõõdust (kõrgusest) Rõhuga või osalise rõhuga truupide kavandamiseks linnas ja maantee tingimustes

peab olema ilmtingimata tagatud, et tee muldkeha ei niiskuks. Ainult sellisel juhul on lubatud rõhuga ja osalise rõhuga truupide rajamine. (8)

Tihti esineb olukordi, kus veetase muutub kraavis nii madalaks, et truubile ei ole tagatud piisav läbilaskvus. Sellistel puhkudel tuleb kaaluda, kas on võimalik tekitada paistiik truubi ees. Paistiik tekib, kui valgala vooluhulk on suurem valitud truubi läbimõõdust ja veetasemele vastavast läbilaskevõimest. Paistiigi võimalikku ulatust saab hinnata topo-geodeetilise plaani alusel. Kuna sademeveesüsteemide üldiseks eesmärgiks on elanikele ja/või põllumajandusele tekitatavat kahju vältida, siis tuleb seda ka siinpuhul rakendada – paistiik ei tohiks tekitada sellist üleujutust, millega kaasneks kahju. (8)

Truupide paigaldamissügavused sõltuvad suuresti nende tootjatest ning vastavatest juhistest. Samas aga tuleb truupide kavandamisel kindlasti silmas pidada pealiskonstruksiooni (teekatte) paksust. Seda on eriti oluline järgnevatel põhjustel:

- a) Kui konstruksiooni paksus jääb alla lubatava, siis ei suuda pinnas ning toru vastu võtta liikuvkoormusest (autod, veoautod jms sõidukid) tekkivaid pingeid ning toru võib deformeeruda.
- b) Kui aga konstruksiooni paksus ületab lubatavat, siis toru ei suuda vastu võtta pealiskonstruksioonist tekkivat survet ning toru võib hakata deformeeruma pealiskonstruksiooni omakoormuse all. (8)

1.2.4 Sademeveekanaliseatsioon

Erinevalt truupide ja kraavide projekteerimise nõuetest, on sademeveekanaliseatsioonile esitatavad nõuded hõlpsasti kättesaadavad standarditest EVS 848:2013 „Väliskanaliseatsioonivõrk“ ja EVS 843:2016 „Linnatänavad“.

Vastavalt EVS 848:2013 võib sademevee kanalisatsioonivõrku defineerida kui ehitiste ja seadmete süsteemi, mille kaudu toimub sademe-, drenaaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimine. Sademevee ärajuhtimist tuleb kavandada terviklikult (ühtse süsteemina toimivana), sealjuures arvestades nii sademevee kvaliteedi kui ka vooluhulga mõjuga suublale. Selle eesmärgiks on suunata sademevesi võimalikult kiiresti tagasi loodusesse. (9)

Standart „Väliskanaliseatsioonivõrk“ annab selge ülevaate toimingute prioriteedijärjestusest sademevee käitlemisest lähtuvalt.

Toimingute järjestus on esitatud järgnevalt:

- Esmalt tuleb hinnata pinnase iseloomu, sademevee kvaliteeti ja omavalitsustes kehtivaid õigusakte. Kui eelmainitud ja ka muud asjaolud seda lubavad, võib sademevett (või vähemalt osa sellest) immutada samas kohas, kus nad tekivad.
- Juhul, kui sademevett ei saa immutada, tuleb võimalusel tekkekohas äravoolu aeglustada – viibeaega pikendada enne selle ära juhtimist.
- Juhul, kui sademevett ei saa immutada, või selle viibeaega tekkekohas pikendada, siis tuleb see juhtida edasi tõkestava ja viivitava immutussüsteemiga (kraavid), kus vesi saab imbuda pinnasesse. Lisaks takistab seal vee liikumist taimestik, mis annab veel aega aurustuda.
- Kui eelnevad variandid on mingil põhjusel ebasobivad, siis juhitakse vesi edasi toruga, rakendades vajadusel enne suublasse juhtimist aeglustust (tiigid) ja ka puhastust.
- Kui sademevett ei saa immutada ega ei ole ka võimalik pikendada viibeaega enne suublasse juhtimist, siis suunatakse sademevesi lahkvoolsesse ühiskanalisatsioonivõrku (see tähendab, et sademevee- ja reoveekanalisatsioon eksisteerivad eraldi). **Sademevee kanalisatsiooni ei tohi juhtida reovett.**
- Kõige äärmine juhtum on see, kui piirkonnas ei eksisteeri lahkvoolset kanalisatsiooni. Sellisel juhul võib kinnistu kõik kanalisatsiooniveed juhtida ühisvoolsesse kanalisatsioonivõrku. Seda aga vaid vee-ettevõtja loal. (9)

Kui ülal kirjeldatuga piirnevad EVS 848:2013 nõuded sademeveekanalisatsioonile, siis standardis EVS 843:2016 „Linnatänavad“ on toodud selle projekteerimise üldpõhimõtted:

- Sademeveekanalisatsiooni restkaevud tuleb paigaldada sõidutee rentslisse või neeluluugi korral äärekivi joonele. Paigutamisel peab kindlasti arvestama ka nende hilisema remontimise ja hooldamise vajadusega.
- Restkaevu resti pind tuleb projekteerida teekattega samale tasandile.
- Ühe restkaevu valgala suurus sõltub valitud restkaevu suurusest, kuid ei tohi ületada 600 m² asfaltkatendit ja 1000 m² kruuskatendit.
- Sademevee restkaevud tuleb projekteerida pinnakatendi madalamatesse kohtadesse; enne ristmikke, väljasõite ja jalakäijate ülekäiguradasid, sademevee pealevoolu suunas; ristmike vahele sammu järgi, mis on kooskõlas valgala suurusega.
- Restkaevu vähim läbimõõt võib üldjuhul olla 0,5 meetrit, kergliiklusteel 0,3 meetrit. Restkaevu vähim sügavus restist äravoolutoru põhjani ei tohi olla alla 1,2 m ning ühendustoru pikkus ei tohi ületada 40 meetrit.

- Restkaevud ja vaatluskaevu vahelise ühendustoru läbimõõt peab olema vähemalt 200 mm. Ühendustoru optimaalne lang ei tohi jääda alla 0,5%, kusjuures soovituslik on 2 - 3%.
- Restkaevu settepesa maht ei tohi olla alla 100 liitri, kusjuures soovituslik maht on 200 – 300 liitrit.
- Restkaevu on keelatud ühendada reovee kanalisatsiooniga, ning seda ei tohiks ühendada ka pinnasevee taset alandava drenaažiga.
- Parklates ja platsidel võib kaks restkaevu paigaldada järjestikku ühe toru peale vaid juhul, kui läbivooluga restkaevu settepesa maht on vähemalt 250 liitrit.
- Üldjuhul ei tohi veekiht voolata piki sõiduteed, ainult rentslis. Voolava vee kihi sügavus rentslis ei tohi ületada 3 cm, kusjuures soovituslikult on see 2 cm.
- Kõvakatetega väljakutel ja linnakeskustes võib kasutada ka restidega varustatud sademeveerenne. (7)

1.2.5 Drenaaž

Drenaaži üldpõhimõtted on toodud EVS 843:2016 „Linnatänavad“. Need on järgnevad:

- Kui on vajadus pinnasevee taseme alandamiseks, tuleb vastavasse kohta ette näha drenaaž.
- Drenaaži projekteerimisel on oluline võtta arvesse pinnase külmumissügavust. See tuleks rajada kas külmumissügavusest allapoole või näha ette soojustus.
- Oluline on ka külmumiseelse kõrgveetaseme jälgimine. Kui see jääb katendi pinnale lähemale kui 1,25 meetrit, siis on tõenäoline, et drenaažitoru on tarvis soojustada.
- Drenaažitoru tuleb kaitsta settimise eest.
- Drenaaž on mõeldud eelkõige pinnasevee juhtimiseks, seega tuleb takistada pinnavee sinna sattumist. Seda tehakse kas veetiheda kihi abil või suunatakse vesi drenaažisüsteemi läbi filtersüsteemi. Viimast nimetatakse filterdreeniks.
- Kui drenaaž projekteeritakse mõne teega paralleelselt, siis tuleks arvestada, et tee serva ja dreeni vahekaugus oleks 0,5 – 1,5m või rajada see tänava rentslis alla.
- Juhul kui drenaaž on ühendatud sademevee kanalisatsiooniga, peab olema tagatud, et sademevesi ei voolaks tagasi drenaaži.
- Drenaažitorud ühendatakse sademevee äravoolusüsteemi või mõnda veekogusse. Seda tehakse kas otse või drenaažikollektorite abiga.
- Kui drenaaž on ühendatud näiteks kraavi või tiiki, peavad nende suubumiskohtade nõlvad olema kindlustatud. (7)

Kogu muu metoodika ning nõuded tulenevad väljaannetest A. Vaimeli, T. Timmuski ja K. Alekandi juhendmaterjalist „Teealade kuivenduse projekteerimise juhend“ ning T. Metsavahi ja I. Romandi õpikust „Veeristsete projekteerimise metoodiline juhend“.

Näiteks on toodud drenaažitorudele teealade kuivenduse projekteerimise juhendis järgnevad parameetrid.

Minimaalsed sügavused:

- mineraalpinnastel 1 meeter;
- varem kuivendatud soodes 1,3 meetrit;
- kuivendamata ja keskmiselt lagunenud turbaga soodes 1,5 meetrit;
- vähelagunenud turba puhul 1,7 meetrit. (10)

Ehituslikud parameetrid:

- minimaalne läbimõõt 100mm;
- minimaalne lang 2,5‰
- materjaliks üldiselt plast (PE või PVC).
- pikkus 6 – 200 meetrit
- perforeeritud torude puhul võivad avade mõõtmed olla 1,5x5mm või 2,5x5mm, ümmarguste avade puhul ($D=3,5\text{mm}$), mis paiknevad ühtlaselt jaotatuna või 2x30...50mm, kui avad paiknevad toru ühel küljel. (10)

Plasttorude tüübid:

1. lainelise ja õhukese seinaga torud (nimiläbimõõt 40...160mm), mida kasutatakse põllumajandusliku drenaažina;
2. kahekordse seinaga torud, kusjuures sisepind on sile (välisläbimõõt 110...315mm), mida kasutatakse ehitiste ja teede kuivendamisel (10).

Vee voolukiirus:

- Ei tohiks olla väiksem kui 0,6 m/s. Sellest väiksem voolukiirus on ebapiisav ning võib põhjustada setete ladestumist, mis võib omakorda tekitada ummistusi.
- Ei tohiks olla suurem, kui toru kohal asetseva dreni kihi uhtekindel voolukiirus. (10)

Pinnasevee taset alandavate drenide variandid on järgnevad:

- Kinnine – on kasutuses üldjuhul; torud paigaldatakse pinnasesse rajatud kraavi, ning vesi pääseb torusse selles olevate avade kaudu.
- Lahtine – on kasutuses, kui kraav on rajatud vett halvasti juhtivasse pinnasesse; kraav täidetakse jämeda ja hästi dreniva materjaliga, mis tagab seal veel liikumiseks vajalikud tingimused. (10)

Ühtlasi on toodud veeristsete projekteerimise metoodilises juhendis välja ka asjaolu, et drenaaži võib rajada nii haardedreenina ehk pinnasevee taset alandavana või kogu muldkehast ja teega külgnevalt alalt imbuva vee kinni püüdmiseks. (8)

Kui tegemist on külgkraavide all paiknevate drenidega, peavad need olema paigutatud sellisele sügavusele, et tekiks soovitud pinnasevee taseme alanemine. Üldjuhtudel rajatakse drenid sümmeetriliselt kahele poole teed, kus kumbki alandab vee taset. Erandjuhtudel, kui planeeritavate drenide all asub vettpidav kiht, millel on olemas põikkalle, võib piirduda ühe dreniga. (10)

Ummistuste vältimiseks tuleb drenaažitoru ümbritseda geotekstiilkangaga. (10)

1.3 Sademeveesüsteemide hindamise metoodika

Kuna eestikeelsetest materjalidest leidub hindamise metoodika ehk arvutuste teostamise kohta informatsiooni põhiliselt vaid standarditest, siis tuli antud juhul pöörduda välismaise perioodika ja uurimuste poole. Allolevate meetodite sisu on leitud Columbia osariigi sademeveesüsteemide projekteerimise juhendist („Columbia County Stormwater Management Design Manual. Methods for estimating stormwater runoff“) ning kontrollitud John Poullani veebikursuse („Estimating Storm Water Runoff“) ning A.Campisano, D. DI Liberto, C. Modica ja S. Reitano artiklist „Potential for Peak Flow Reduction by Rainwater Harvesting Tanks“

Esimene samm igasuguse hüdroloogilise analüüsi teostamiseks on sademete hindamine uuritavas kohas, teatud aja jooksul. Sademete hulga saab määrata järgmiste karakteristikute abil:

- Kestvus (tundides) – ajaperiood, mil vihm esineb.
- Sügavus (millimeetrites) – ajaperioodil langenud sademed.
- Intensiivsus (millimeetrit tunnis) – sügavus jagatud kestvusega. (11)

Vihma hoo esinemissagedus on korduvuste intervall sadude puhul, millel on sarnane kestus ja sügavus. Seda saab väljendada järgmiste terminitega:

- Ületustõenäosus – tõenäosus, et sajuhoo kestvus ja sademete sügavus ületatakse teatud aja jooksul (tavaliselt 1 aasta).
- Korduvusperiood – keskmine aeg mitme sajuhoo vahel, mis on sama kestvuse ja sademete sügavusega. (11)

Seega kui ühel konkreettsel vihmavalingul, millel on teatud kestvus ja sademete hulk, on 1% tõenäosus, et see juhtub ükskõik millisel aastal, siis sellel on ületustõenäosus 0,01 ja korduvusperiood 100 aastat. (11)

1.3.1 Ratsionaalne meetod

Põhiline valem maksimaalse sademeveeäravoolu määramiseks on „Ratsionaalne Valem“. Seda iseloomustavad järgnevad punktid:

- Võtab arvesse kogu valgala kui ühte tervikut
- Vooluhulga hindamine toimub ainult valgala kõige madalamas punktis
- Eeldus, et vihmavaling on jagatud ühtlaselt üle kogu valgala ja jääb konstantseks üle aja. (11)

Ratsionaalne valem põhineb järgmistel eeldustel:

- Leitud maksimaalsel arvutusäravoolul ($Q_{\max}$) on sama korduvusperiood, mis arvutustes kasutatud saju intensiivsuselgi (I).
- Vihmavee vooluhulga koefitsient (C) on konstantne kogu vihmahoo vältel. (11)

Ratsionaalse meetodi kasutamisel tuleb kindlasti kasutusele võtta järgnevad abinõud:

- Valgala vooluhulga koefitsiendi (C) leidmisel peaks hüdroloogiliste analüüside teostamisel arvesse võtma ka perspektiivseid muudatusi antud maa-alal (uued ehitised, teed, jms).
- Kuna ratsionaalne meetod kasutab konstantset C väärtust ning ühte ainsat t_c väärtust (aeg, mis kulub sademevee liikumiseks valgala kõige kaugemast punktist kuni suublani) kogu valgala jaoks, siis tuleks jagada valgalad alavalgaladeks. (11)

Ratsionaalse meetodi valemi üldkuju:

$Q = C * I * A$ (Võrrand 1) (11) (12) (13), kus

Q – maksimaalne sademevee vooluhulk (l/s)

C – vihmavee vooluhulga koefitsient (iseloomustab sadanud vihma hulga ning suublasse jõudva vooluhulga suhet) (-)

I – keskmine sajuvee intensiivsus, aja t_c jooksul, mis sõltub meteoroloogilisest vööndist (*Joonis 5*) (mm/d)

t_c – aeg, mis kulub sademevee liikumiseks valgala kõige kaugemast punktist kuni suublani

A – valgala pindala (ha)

Võimsamate vihmasadude (tormide) korral kasutatakse modifitseeritud valemit, mille puhul tuleb maksimaalse vooluhulga leidmiseks see läbi korrutada sagedusfaktoriga (vt. Tabel 1).

$Q = C_f * I * A$ (*Võrrand 2*), (11) (12) (13) ,kus

C_f – ratsionaalse valemi sagedusfaktor tormide puhul.

Tabel 1 Ratsionaalse valemi sagedusfaktorid (C_f) (11)

Korduvusperiood (aastates)	C_f
≤ 10	1,00
25	1,10
50	1,20
≥ 100	1,25

Ratsionaalset meetodit kasutatakse valgalade arvutamiseks, mis on kuni 4 hektari suurusel.

1.3.2 Hüdroloogiline meetod

Hüdroloogilise meetodi aluseks on samad lähteandmed mis ratsionaalse meetodi aluseks (valgala suurus, äravoolukoefitsient, kokkuvooluaeg ja vihmavalingu kestvus). Küll aga on hüdroloogiline meetod põhjalikum selle poolest, et arvesse võetakse ka vihmahoo ajalised jaotused, vihmavee kogunemist nõgudesse ning infiltratsiooni vähenemist sajuperioodil. (11)

Hüdroloogiline meetod koosneb järgnevatest sammudest:

- Valgala kinnistute sihtotstarvete ning nende äravoolutegurite määramine
- Kokkuvooluaaja arvutamine
- Sademevee vooluhulkade (kogu ja üleliigse vooluhulga) arvutamine, vastavalt vihmavalingu jaotusele
- Suubla vooluhulga hüdrograafi koostamine, võttes aluseks ühikhüdrograafi (11)

Hüdroloogilise meetodi abil sademevee vooluhulga arvutamiseks suublas kasutatakse valemit:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \text{ (Võrrand 3) (11) , kus}$$

Q – vooluhulk suublas (mm)

P – potentsiaalne maksimaalne vooluhulk suublas (mm)

I_a – esmane lihtsustus, mis hõlmab pinnase võimet pidada ja akumulierida vett, aurustumist ja infiltratsiooni (mm)

S – pinnase maksimaalne veepidavus (mm)

Käesolevas meetodis kasutatakse I_a leidmiseks empiirilist suhet:

$$I_a = 0,2S \text{ (11)}$$

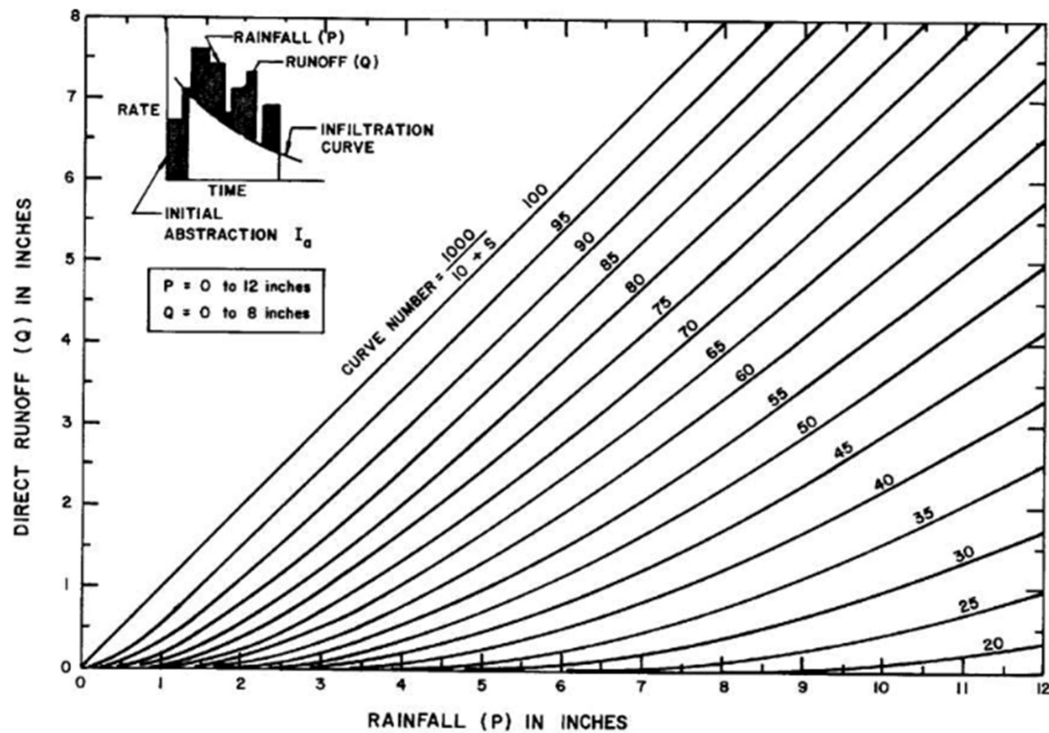
See on keskmine väärtus, mida saab mugandada tasaste pindade jaoks, kus on rohkem nõgususi, juhul kui selleks eksisteerib piisavalt kalibreerimise infot.

Asendades võrrandis 3 I_a väärtusega 0,2S saame:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \text{ (Võrrand 4) (11), kus}$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ (Võrrand 5) (11), kus}$$

CN on hüdroloogilise meetodi hüdrograafi kõvera number (Joonis 4)



Joonis 4 Võrrandi 4 graafiline lahendus (11)

Hüdroloogilist meetodit on võimalik kasutada mistahes suurusega valgala arvutamiseks.

1.3.3 Hüdroloogilise meetodi lihtsustatud versioon

Kui tegemist on arenenud piirkonnaga (linnad), mis on oma olemuselt võrdlemisi keerukad ning arvesse tuleb võtta mitmeid faktoreid (eelkõige asjaolu, kas sademevee äravool kõvakattega pinnaselt toimub otse süsteemi või mitte), võib kasutada arvutuste lihtsustamiseks modifikatsioone.

Selleks on toodud äravoolutegurite empiirilised väärtused Tabel 2 Äravoolutegurid

Siin on jaotatud äravoolutegurid gruppideks, lähtuvalt pinnase iseloomust:

A – kõrge filtratsiooniga pinnad, mis esinevad paksu kihina ning on väga halva veepidavusega (nt liiv, muld, kruus)

B – keskmise filtratsiooniga pinnad, mis esinevad paksu kuni keskmise kihina ning on keskmise veepidavusega (peene kuni keskmise läbimõõduga osakesed)

C – keskmise filtratsiooniga pinnad, mis esinevad õhukese kihina kõvakattega pinna lähedal ning on keskmise veepidavusega (peene kuni poolpeene läbimõõduga osakesed)

D – halva filtratsiooniga pinnad, mis esinevad kas maapinnal või maapinnale lähedal ning on hea veepidavusega (nt erinevad savid).

Tabel 2 Äravoolutegurid (11)

Cover description		Curve numbers for hydrologic soil groups			
Coverage Type	Average Percent impervious area ²	A	B	C	D
Cultivated land:					
without conservation treatment		72	81	88	91
with conservation treatment		62	71	78	81
Pasture or range land:					
poor condition		68	79	86	89
good condition		39	61	74	80
Meadow:					
good condition		30	58	71	78
Wood or forest land:					
thin stand, poor cover		45	66	77	83
good cover		25	55	70	77
Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.)³					
Poor condition (grass cover <50%)		68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%)		49	69	79	84
Good condition (grass cover > 75%)		39	61	74	80
Impervious areas:					
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-way)		98	98	98	98
Streets and roads:					
Paved; curbs and storm drains (excluding right-of-way)		98	98	98	98
Paved; open ditches (including right-of-way)		83	89	92	93
Gravel (including right-of-way)		76	85	89	91
Dirt (including right-of-way)		72	82	87	89
Urban districts:					
Commercial and business	85%	89	92	94	95
Industrial	72%	81	88	91	93
Residential districts by average lot size:					
1/8 acre or less (town houses)	65%	77	85	90	92
1/4 acre	38%	61	75	83	87
1/3 acre	30%	57	72	81	86
1/2 acre	25%	54	70	80	85
1 acre	20%	51	68	79	84
2 acres	12%	46	65	77	82
Developing urban areas and newly graded areas (pervious areas only, no vegetation)					
		77	86	91	94

Hüdroloogilise meetodi lihtsustatud valem on esitatud kujul:

$$Q_p = q_u * A * Q * F_p \text{ (Võrrand 6) (11) (12) (13), kus}$$

Q_p – maksimaalne arvutusäravool (l/s)

q_u – ühikarvutusäravool (l*ha*mm/s)

A – valgala pindala (ha)

Q – sademete hulk (mm)

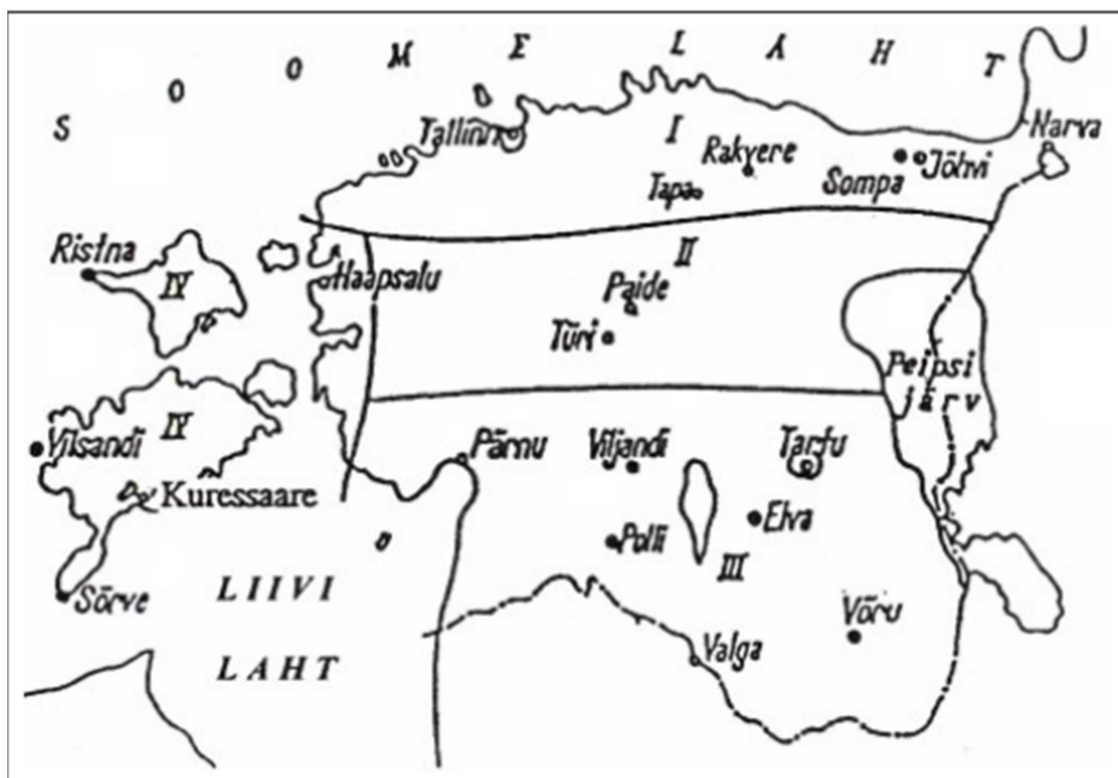
F_p – märgalasid arvestav faktor (Tabel 3)

Tabel 3 Märgalasid arvestav faktor (F_p) (11)

Märgala osakaal valgala (%)	F_p
0,0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0	0,72

Selleks, et kasutada lihtsustatud meetodit, on vaja järgmisi andmeid:

- t_c – kokkuvooluaeg (h)
- Valgala pindala (ha)
- Keskmise sajuvee intensiivsus, aja t_c jooksul, mis sõltub meteoroloogilisest vööndist (Joonis 5)
- CN väärtus (Joonis 4)
- Märgalasid arvestav väärtus (Tabel 3)



Joonis 5 Eesti meteoroloogilised vööndid (9)

Hüdroloogilise meetodi lihtsustatud versiooni kasutatakse kuni 810 hektari suuruste valgala arvutamiseks.

1.1 Olemasoleva olukorra kirjeldus

Sindi linna piirkonna võib jaotada sisuliselt neljaks:

- Esimene elamupiirkond (Kalda tänava ja Linnu tee ümbrused)
- Teine elamupiirkond (Tõela peakraavi ümbrus)
- Kolmas elamupiirkond (Pärnu mnt ümbrus, eraldatud ülejäänud linnast Silla tänavaga)
- Keskuse piirkond (Sindi linna keskuse ümbruses asuvad ühiskasutuslikud ning elamuhooned).

Sindi linnas on sademevee äravool lahendatud kahte viisi:

- 1) Kraavide põhine (~80%)
Selliselt on lahendatud enamasti elamupiirkondade ning osaliselt ka kesklinna sademevee äravool.
- 2) Sademevee kanalisatsioon (~20%)
Sademevee kanalisatsiooniga on lahendatud hetkel ainult linna keskuse piirkond.

Sademevee kanalisatsioon on välja ehitatud põhiliselt linna keskuses. Mujal, st elamupiirkondades on sademevee äravool lahendatud kraavidega. Osaliselt on kinnistuti välja ehitatud ka drenaaži.

Käesoleval ajal on suurimateks probleemideks järgnevad asjaolud:

- Ummistunud kraavid (kasvav taimestik ja võsa)
- Kinnistuomanike isetegevus (kraavide ja truupide kinniehitamine)

Suuremalt jaolt esinevad ülaltoodud probleemid Linnuriigi ja Tõela peakraavi elamupiirkondades, kus kinnistuomanikud on kraave ning truupe kinni ehitanud, mistõttu sademevee liikumisteed on takistatud ning vesi akumuleerub teatud kohtades.

1.2 Analüüsi etappide kirjeldus

I ETAPP – alusandmete kogumine

Alusandmed saadi Tori vallavalitusest, AS Sindi Vesi-lt ning AS Infragate Eesti varasematest projektidest. Lisaks uuriti iseseisvalt kehtivaid ja tühistatud arengukavasid, seadusandlust ning standardeid. Läbi töötati ka erinevaid sademeveelahendusi puudutavaid teadusartikleid.

Kõik alusandmed ning kasutatud materjalid on välja toodud **töö lõpus**.

II ETAPP – materjalide analüüs

Materjalide analüüsi käigus selgitati täiendava informatsiooni vajadus. Selleks töötati läbi kogu olemasolev info üksikasjalikult, mille käigus määrati kõrguste järgi voolusuunad. Tehti kindlaks kitsaskohad (vähese informatsiooniga kohad) ning märgistati möödistusteks vajalikud kohad.

Lisaks täiendati olemasolevat joonist Maa-ameti portaalist saadud ortofoto ning välitööde alusel (näidati ära likvideeritud kraavid-truubid ning lisati puuduolevad kraavid-truubid).

III ETAPP – möödistused.

Kuna aastal 2014 oli teostatud Sindi linna topograafiline uuring, ei nähtud vajadust suurteks täiendavateks möödistusteks. Möödistus teostati ELKER OÜ poolt ning möödistati truupide parameetrid ja kõrgused mööda Tõela peakraavi ja osaliselt kesklinna sademeveekanalisatsiooni trassid.

IV ETAPP – valgalade määramine

Siin kasutati II etapis määratud voolusuundasid ning III etapis tehtud möödistusi, et määrata valgalad. Valgalade määramisel lähtuti loogikast, et ühe valgala kraavid/sademeveetrassid suubuvad ühte suuremasse kraavi, mis omakorda suubuvad Pärnu jõkke.

Valgalad on lahti kirjutatud peatükis 1.3.6.

V ETAPP – arvutuste tegemine.

Moodustatud valgalade põhjal teostati arvutused:

- Maapinna katete (haljasalad, asfalt, kruusateed, jms) osakaalud valgalades

- Valgalades vastavad äravoolutegurid
- Valgalade arvutusäravoolud

Arvutuskäigud ja tulemused on välja toodud peatükis 1.4

VI ETAPP – analüüs, kokkuvõte ja ettepanekud.

Antud etapis võetakse arvesse kõikides eelnevates etappides käsitletu, tehakse järeldused, tuuakse välja probleemsed kohad ning pakutakse lahendused.

Käesoleva projekti eesmärk oli uurida Sindi linna sademeveesüsteeme, anda olukorrale hinnang ning pakkuda võimalikke lahendusi.

Kolmandas peatükis on kirjeldatud töö sisu ning vastavaid arvutusmeetmeid, välja toodud probleemsed kohad konkreetsete näidete näol ning pakutud lahendused.

1.3 Valgalade ja suublate määramine ning selle metoodika

1.3.4 Varasemalt määratud valgalade kontrollimine

Varasemalt määratud sademevee valgalad konkreetselt Sindi linna jaoks puuduvad. Selles aspektis eksisteerivad vaid Pärnu jõe valgalad, kuid need on määratud laiemal alusel. Käesolevas projektis tehakse mõningad ettepanekud nende valgalade piiride määramiseks.

Kuigi sademevee valgalasid Sindi linna piires varasemalt ei ole määratud, said seatud **AS Eesti Veevõrk Konsultatsioon tööga nr K-110-02** reoveekanaliseerimise valgalad Sindi linna piires. Antud valgalad on seatud selliselt, et ühe valgala alla kuulub iseäranis torustikuga reoveekanaliseerimise piirkond, kust edasi pumbatakse. Need valgalad on kontrollitud käesoleva projektiga ning ettepanekuid muudatusteks ei ole.

Kui Sindi linnas soovitakse rajada laiemalt sademeveekanaliseerimise, võib valgalad muuta vastavaks eelnimetatud töös määratud valgaladega.

1.3.5 Valgalade ja suublate määramise metoodika

Vastavalt definitsioonile on valgala maa-ala, millelt veekogu või selle osa saab oma vee ning suublast nimetatakse veekogu või maapõue osa, millesse voolab heitvesi. (14)

Antud juhul määrati esialgu kõrguste alusel voolusuunad, millede abil oli võimalik kindlaks teha üldine sademete liikumisteed. Voolusuundade määramiseks kasutati Tori Vallavalitsuse ja AS Sindi Vesi poolt saadud geoalust, mis sai mõõdistatud aastal 2014. Vaatamata asjaolule, et geoalust määratud kõrgused on vanas geodeetilises süsteemis, oli võimalik leida põhimõttelised voolusuunad. Selle juures olid abiks ka Maa-ameti kodulehelt saadavad kõrgusmudelid.

Esmalt määrati detailsed valgalad, mille suublasteks olid suuremad kraavid / peakraavid. Seejärel määrati valgalad Pärnu jõkke suubumise järgi. Valgalad määrati põhimõttel, et iga valgala kohta on üks suubumine suuremasse kraavi / peakraavi.

Antud töös on valgalad jaotatud järgnevatel:

- 1 järgu valgalad, mis on seatud vastavalt kinnistute sademevee (potentsiaalsetele, perspektiivsetele) juhtimisele lähimatesse kraavidesse.
NB! Seda tehti ainult Tõela peakraavi juures, mujal ei nähtud vajadust.

- 2 järgu valgalad, mis on kokku pandud 1 järgu valgalade alusel, suubumise järgi mõnda suuremasse kraavi. Kõik esimese järgu valgalad on omavahel ühendatud 1-3 truubiga. Tõela kraavi ümbruses ei õnnestunud määrata valgalasid selliselt, et igal valgalal oleks üks suubumine Tõela peakraavi, kuna seal on suuresti „ringistatud“ sademevee süsteem.
- 3 järgu valgalad, mis on kokku pandud 2 järgu valgalade alusel, millel on kõigil 1 suubla Pärnu jõkke. Need on kõik eraldiseisvad süsteemid, millel kõigil on üks suubumine Pärnu jõkke. Linnuriik on selles osas erand – seal on kogu süsteem omavahel seotud.

Suublaid on Sindi linnas kokku 11. Allolevad nimed on määratud käesoleva projekti käigus, sõltuvalt nende paiknemisest.

Loendades Pärnu poolt:

1. Lõokese
2. Auli
3. Kalda
4. Tõela
5. Kalmistu
6. Laululava
7. Pärnu mnt
8. Keskuse
9. Tehase
10. Supluse
11. Silla

1.3.6 Määratud valgalad

Käesolevas projektis on määratud valgalad järgnevalt (vastavalt punktis 3.1.2 esitatud mõttekäigule):

Esimese järgu valgalad

On seatud vastavalt kinnistute sademevee juhtimisele lähimatesse kraavidesse. Esimese järgu valgalad on seatud põhiliselt Tõela peakraavi ümbruses, kuna tegemist on keeruka süsteemiga, milles esineb rohkelt hargnemisi, ühinemisi ning kõrguserinevusi. Valgalade piiritlus on määratud lähtuvalt kõrguslikest erinevustest, millest tulenevad voolusuundade muutused kraavides.

Valgala 1

Koosneb seitsmest kinnistust Paide mnt ääres, mis 2014 aasta mõõdistatud kõrguste ning ka Maa-ameti kõrgusandmete järgi juhivad oma sademevee kraavi, mis paikneb mööda linnapiiri. Siit liigub sademevesi edasi Tõela peakraavi, mis suubub viimaks Pärnu jõkke.

Valgala 2

Koosneb kinnistutest Paide mnt ja Aru tee vahel, mille sademevesi juhitakse Aru teega paralleelsesesse kraavi. Sealt edasi juhitakse sademevesi Tõela peakraavi.

Valgala 3

Siin on juba tegemist kraavide süsteemiga kinnistute vahel, millega kogutakse kokku valgala sademeveed ning juhitakse Tõela peakraavi.

Valgala 4

Neljanda valgala moodustavad kinnistud, mille sademevesi juhitakse mööda valgalasisest kraavide süsteemi Tõela peakraavi. Kraav, mida mööda sademevesi saab Tõela kraavi, saab alguse Metsa tänava lõpus asuvast tiigist.

Valgalad 5, 6, 7, 8 ja 9

Siin asuvad põhiliselt tühjad maalapid (nn karjamaad), milledele on rajatud kuivenduskraavid. Esineb ka üksikuid hoonestatud kinnistuid. Üks valgala koosneb ühest kraavisüsteemist, kus kraavid on omavahel ühendatud.

Valgaladel 5 ja 7 on 2014 aasta mõõdistuse ning maa-ameti andmete alusel rohkem kui üks suubla Tõela peakraavi, kuid kõrguslikult ning ühenduste poolest moodustavad nad kumbki siiski ühe valgala.

Valgaladel nr 8 ja 6 on seevastu kummalgi üks suubla Tõela peakraavi.

Valgalalt nr 9 suubub sademevesi kraavi, mis asub paralleelselt Rohelise tänavaga. Sealt edasi ühineb üheksanda valgala sademevesi kümnenda ja üheteistkümnenda valgala sademevetega, kust selle edasine teekond on ebaselge (probleemid ning selgitused on toodud vastavate valgalade kirjelduses). Teoreetiliselt peaks valgala nr 9 sademevesi suubuma Tõela peakraavi, kuid kohtvaatluse käigus ei tuvastatud antud kohas truubi olemasolu.

Lisaks ülevaltoodud probleemile näib Rohelise tänavaga paralleelses kraavis olev sademevesi liikuvat hoopis teisele poole (Tõela kraavi suunas liikumise asemel hoopis Pohla tänavaga poole).

Valgala 10

Siia kuuluvad kinnistud, mis jäävad Tõela peakraavi ja Kanarbiku tänavaga vahelisse alasse. Ühelt poolt on valgala piiratud Rohelise tänavaga ning teiselt poolt Kesktänavaga.

Kõne all olev valgala on määratud eraldi, kuna seal puudub konkreetset määratletud sademeveesüsteemi. Lisaks ei ole kinnistud ka osaliselt ühendatud näiteks Valgala 11 süsteemi.

Siin on esimene valgala, kus esineb Sindi linnas üsna levinud probleem sademeveesüsteemide juures. Nimelt on suure tõenäosusega kinnistuomanikud kraave ja truupe kinni ehitanud. Samas on ka võimalus, et kraavid on ajaga lihtsalt kinni kasvanud ja truubid ummistunud, mistõttu ei pruugi olla geodeetidel neid võimalik tuvastada.

Valgala nr 10 sademevesi voolab teoreetiliselt valgala nr 11 süsteemi.

Valgala 11

Siia kuuluvad Rohelise, Pirni, Ploomi, Mureli, Kirsi ja osaliselt Kesktänavaga tänavate kinnistud. Üheteistkümnenda valgala kraavisüsteem koosneb suurelt omavahel ühendamata kraavidest, suure tõenäosusega seetõttu, et kinnistuomanikud on rajanud sissesõiduteed kinnistutele ilma truupideta.

Aastal 2014 koostatud geoalusel on näha, et sellel ajal veel mõningad truubid eksisteerisid, kuid kõndides piirkonda läbi nähtub, et paljud nendest varasematest truupidest on kas likvideeritud või on need niivõrd setet täis, et neid ei ole enam võimalik tuvastada.

Teoreetiliselt peaks kogu piirkonna kraavisüsteem olema ehitatud selliselt, et sademevesi suubuks Kanarbiku, Rohelise ja Pohla tänavatega paralleelsetesse kraavidesse. Sealt edasi peaks sademevesi jõudma Tõela peakraavi. Käesoleva projekti koostamise seisuga aga sellist olukorda ei teki, mistõttu võib esineda olukordi, kus kinnistutele akumulereb sademevesi ning hakkab tungima keldritesse.

Perspektiivis oleks vaja rajada truupe ning süvendada kraave selliselt, et süsteem võimaldaks antud valgala sademevete voolamist Tõela peakraavi.

Valgala 12

Koosneb kinnistutest Kesktänavaga ja Muraka tänavate vahel, millele lisandub Lauka tn 1 kinnistu. Erinevalt teistest valgala kinnistutest on Lauka tn 1 jällegi nn karjamaa (kinnistul puudub hoonestus), millele on rajatud kuivenduskraavid.

Valgalal on kaks suubumist Tõela peakraavi, üks Kesktänavaga paralleelsest kraavist ning teine Muraka tänavaga paralleelsest kraavist. Hinnates valgala kõrguslikult ning kraavide-truupide olemasolu poolest, ei tundu siin suuri probleeme olevat.

Valgala 13

Antud valgala on Tõela peakraavist lõuna poole jäävast piirkonnast viimane valgala ning on eraldatud valgala nr 12 Muraka tänavaga.

2014 aasta geodeetilise plaani, ortofotode ning piirkonna külastuse tulemusena ei täheldatud selles valgalas kraavisüsteemi. On võimalik, et Muraka tänavaga poolsed kinnistud juhivad kinnistult sademevett Muraka tänavaga paralleelselt olevasse kraavi.

Valgala 14

Esimene valgala Tõela peakraavist põhja poole. Asub Paide maantee ääres ning on eristatud valgala nr 15 ja 16 vastavalt Eha ja Jalaka tänavatega. Valgalal on üks suubla Tõela peakraavi. Vaatluste tulemusena tundub, et siin suuri probleeme tekkida ei tohiks. Kraavid on heas seisukorras ning truubid kinnistuomanike poolt hooldatud.

Valgala 15

Moodustavad kinnistud, mis on piiratud Eha ja Jalaka tänavatega. Siin on valgalal kolm suublat Tõela peakraavi: kraavidest, mis on paralleelsed Eha, Sireli ja Jalaka tänavatega.

Kraavide ja truupide üldine seisukord on hea, kinnistuomanike poolt korras hoitud.

Valgala 16

Paide maantee ja Tõela peakraavi vaheline ala, mis on piiratud Jalaka ja Piiri tänavaga. Valgalal on tõenäoliselt 1 suubla Tõela kraavi.

Kraavide ja truupide üldine seisukord on hea, kinnistuomanike poolt korras hoitud.

Kohati esineb kõrguslikult ebakõlasid, kus kraavides on kõrgemad kohad, mis takistavad vee liikumist seni, kuni veetase tõuseb piisavalt kõrgele ülevooluks. Samas esineb ka kohtasid, kus kõrguslikult voolusuunad saavad kokku (sademevesi akumuleerub). Sellised kohad on joonisel tähistatud punaste ringidega ja/või nooltega (vastupidine voolusuund üldisele).

Valgala 17

Siin on tegemist n-ö abivalgalaga, mis koosneb üksikutest kinnistutest, millest kõik juhivad oma sademevee otse Tõela kraavi. Seetõttu on see ka välja toodud eraldi valgalana. Eraldatud valgalast 18 Lõuna tänavaga. Kokku on siin 4 suublat Tõela peakraavi, milledest 2 võtavad vastu ka 18-nda valgala sademevett (äärmised kraavid, Karja ja Piiri tänavatega paralleelsed).

Valgala 18

Valgala nr 18, esimeses järgus on piiratud Piiri ja Karja tänavatega. Sellel on kaks suublat Tõela peakraavi, mööda mõlemat tänavat ja läbi valgala nr 17.

Kohati esineb kõrguslikult ebakõlasid, kus kraavides on kõrgemad kohad, mis takistavad vee liikumist seni, kuni veetase tõuseb piisavalt kõrgele ülevooluks. Samas esineb ka kohtasid, kus kõrguslikult voolusuunad saavad kokku (sademevesi akumuleerub). Sellised kohad on joonisel tähistatud punaste ringidega ja/või nooltega (vastupidine voolusuund üldisele).

Kraavide ja truupide üldine seisukord on hea, kinnistuomanike poolt korras hoitud.

Valgala 19

Moodustub elamumaa sihiga kinnistutest, mis on piiratud Rohelise, Pika ja Karja tänavatega.

Valgalal on üks põhiline suubla Tõela peakraavi, st et eksisteerib ka teine, kuid see on vaid kahe kinnistu sademevee juhtimiseks.

Võrreldes eelnevate valgaladega, esineb siin rohkem kõrguslike ebakõlasid. Kohati esinevad olukorrad, kus kraavides on kõrgemad kohad, mis takistavad vee liikumist seni, kuni veetase tõuseb piisavalt kõrgele ülevooluks. Samas esineb ka kohtasid, kus kõrguslikult voolusuunad saavad kokku (sademevesi akumuleerub). Ning eksisteerib ka mõni olukord, kus sademevee liikumistee on ära lõigatud (puudub truup, mis

ühendaks kraavi ülejäänud süsteemiga). Kõik sellised kohad on joonisel tähistatud punaste ringidega ja/või nooltega (vastupidine voolusuund üldisele).

Kraavide ja truupide üldine seisukord on hea, kinnistuomanike poolt korras hoitud.

Valgala 20

Tõela kraavist põhjas asuv valgala, mis on piiratud Rohelise, Mänguvälja ja Kesktänavaga. On arvestatud eraldi valgalana, olukorra lihtsustamiseks (analoogselt 17-nda valgalaga), seetõttu et siin puudub otseselt kraavide-truupide süsteem ning kinnistute sademevesi juhitakse piki tänavaid otse Tõela kraavi.

Kokku on siin neli suublat, milledest kaks (keskmised, paralleelsed Mänguvälja põigu ja Sambla tänavaga).

Kraavide ja truupide üldine seisukord on hea, kinnistuomanike poolt korras hoitud. Ning kõrguslikult ei tohiks ka probleeme esineda. Küll aga, kuna 2014 aastal teostatud geoalusel puuduvad siinkohal osaliselt kõrgusmärgid, siis on voolusuuna määramise aluseks võetud Maa-ameti kõrgusinfo.

Valgala 21

Piiratud igast küljest tänavatega: Pikk tänav, Roheline tänav, Mänguvälja tänav ja Kesktänav.

Siinne süsteem on võrreldes eelnevate valgaladega keerulisem. Osalt juhitakse vesi läbi valgala nr 20 Tõela peakraavi, ning osaliselt läbi valgala nr 22 Paide maantee äärsesse kraavi, mida mööda liigub sadevesi Tõela peakraavi.

Kuigi süsteem on keeruline ning esineb hulganisti kõrguslike ebakõlasid, on kraavid ja truubid üldises plaanis heas seisus.

Valgala 22

Asub Paide maantee ääres ning on piiritletud Pika tänav, Kesktänav ja Karja tänavaga. Kinnistute sademevesi kogutakse kokku ning juhitakse piki Paide maantee äärt kulgevat kraavi Tõela peakraavi.

Ka siin esineb üsna suurel hulgal kraavide ebatasasusi, mistõttu võib vihmavesi teatud punktides kogunema hakata. Kuna aga otseselt takistused (ummistunud kraavid ja/või truubid) puuduvad, siis ei tohiks siin piirkonnas kriitilisi olukordasid tekkida. Sellegi poolest on soovitatav eelmainitud ebakõlad lahendada. Kõik probleemsed kohad on

joonisel tähistatud punaste ringidega ja/või nooltega (vastupidine voolusuund üldisele).

Valgala 23

Piiritletud Tiigi tänava, Tiigi põigu ja Kesktänavaga, on valgala nr 23 määratud eraldi valgala samadel põhjustel, mis valgala 17 ja 20.

Valgalal on kolm suublat Tõela peakraavi, milledest ühel peab tulevikus olema valmidus osaliselt võtta vastu ka Valgala 24 sademeveett (käesoleval ajal suubub osa valgala 24 sademeveest läbi valgala nr 26).

Valgala 24

Piiritletud Kesktänav, Pika, Soo ja Tiigi tänavatega ning jäädes valgala 25, 26 ja 23 vahele, puudub sellel valgalal otse suubumine Tõela peakraavi. Küll aga on võimalik sademeveett juhtida Soo tänava kraavi, kust see hiljem liigub edasi Tõela kraavi.

Kuna selles piirkonnas asuvad kinnistud niivõrd tihedalt ja avalikke tänavaid on sisuliselt vaid kaks (Kevade ja Suve tänavad), siis on kinnistuomanikele jäänud ruumi isetegevuseks. Seetõttu puudub siin piirkonnas ka terviklikult töötav sademevee äravoolusüsteem.

Valgala pinnast ligi kolmandiku hõlmab kinnistu, mille piires asub Sindi suurim tiik. Käesoleval ajal jääb selgusetuks, kas tiigist on veel võimalik ka välja voolata (vältimaks üleujutust). Vaatluste tulemusel on võimalik järeldada, et selline võimalus siiski eksisteerib. Juhul, kui peaks ilmnema et taolist võimalust siiski ei ole, tuleb see tulevikus projektiga ette näha.

Lisaks on soovituslik rajada sademevee ärajuhtimiseks Tõela peakraavi truup ka Tiigi tänava alt, Kesktänav 2 kinnistu nurgal.

Valgala 25

On piiritletud Paide maantee, Pika tänava, Kesktänav ja Soo tänavaga. Kinnistutelt kogutakse sademevesi kokku ning juhitakse Paide maantee paralleelses kraavi, kust edasi juhitakse vesi Tõela peakraavi piki Paide maanteed.

Tegemist on võrdlemisi väikese valgalaga, seega suuremaid murekohti siin ei esine. Aasta 2014 geodeetilisel plaanil määratud kõrguste alusel leidub, et eksisteerib üksikuid punkte, kus kraavi põhjas on kas kõrgemad või madalamad kohad.

Valgala 26

Piiritletud Tiigi tänava, Tiigi põigu ja Soo tänavaga, on valgala nr 26 määratud eraldi valgalaks samadel põhjustel, mis valgalad 17, 20 ja 23. Kinnistutelt juhitakse sademevesi otse Tõela peakraavi.

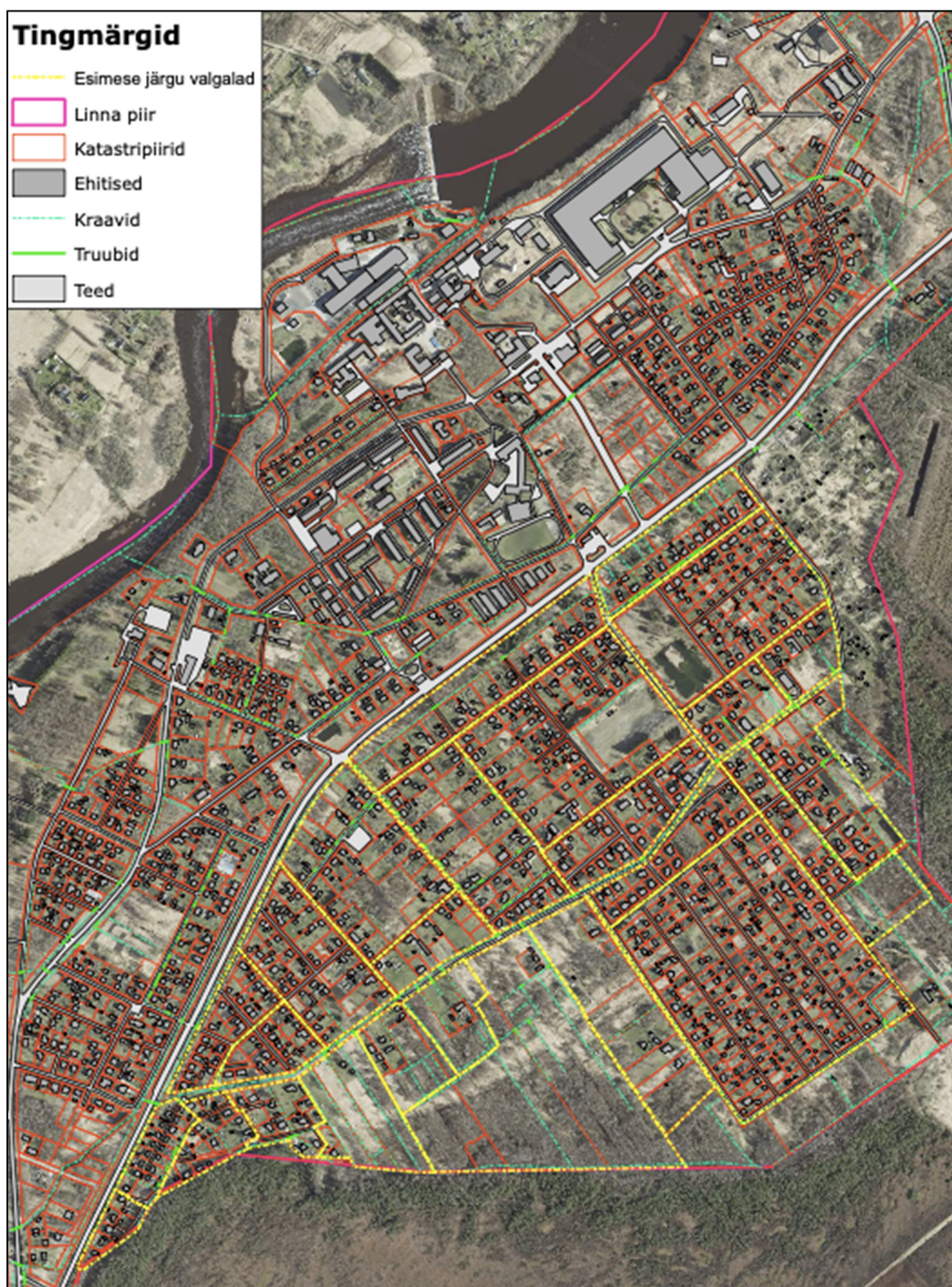
Tiigi tänava poole jäävate kinnistute sademevesi juhitakse küll Tiigi tänava kraavi, kuid käesoleval ajal sealt kraavist äravoolu ei toimu. Suure tõenäosusega on varasemalt olemasolev truup/kraav kinni ehitatud kinnistuomaniku poolt.

Tõela piirkond

Antud juhul ei ole tegemist otseselt valgalaga, vaid rohkem alaga (Tõela peakraav ja selle ümbrus), kuhu koguneb ülalmainitud valgaladelt kokku sademevesi ning liigub edasi Pärnu jõe suunas. Kõne all olev ala arvutati eraldi ning seda kasutati kolmanda järgu valgalade arvutustes.

Tõela peakraav on oma valgala kõige probleemsem koht järgnevatel põhjustel:

- Tihedalt esinevad kõrguslikud ebakõlad;
- Ummistunud truubid;
- Kraavides vahav võsa.



Joonis 6 Esimese järgu valgalade joonis

Teise järgu valgalad

Teise järgu valgalad on Sindi linna sademeveevalgalade moodustamise järgmine vaheetapp. Kuna Sindi linna sademeveesüsteem on aja jooksul välja kujunenud ja keerukalt toimiv, oli tarvilik leida lahendus olukorra selgitamiseks.

Kui esimese järgu valgalade eesmärgiks oli lihtsustada süsteemi selgitamist Tõela peakraavi ümbruses, mis jääb Paide maanteest lõuna suunas, siis teise järgu valgalade eesmärk on eristada läbi Tõela peakraavi Pärnu jõkke suubuvat süsteemi teistest.

Valgala 1

Moodustatud kaheksast esimese järgu valgalast (Valgalad 1 – 8), mis moodustavad tervikliku (omavahel ühenduses oleva) süsteemi. Kuna Tõela peakraavi on enam kui üks suublat, siis nähtigi vajadust ala-valgalade moodustamiseks. See lihtsustab arvutuste tegemist ning annab selgema ülevaate.

Ala-valgalade kirjeldused on toodud peatükis 3.2.2.2 (punktid 1 – 8) ning iseloomustavad ka teise järgu esimest valgala üldises plaanis.

Valgala 2

On moodustatud viiest esimese järgu valgalast, mis jäävad Tõela kraavist põhja suunas (Valgalad 14 – 18). Kuigi kõne all olev valgala on tehniliselt võttes ühenduses tema kõrval paikneva valgalaga nr 4 (truubid risti Karja tänavaga), moodustab see kõrguslikult eraldi töötava süsteemi.

Ala-valgalade kirjeldused on toodud peatükis 3.2.2.2 (punktid 14 – 18) ning iseloomustavad ka teise järgu esimest valgala üldises plaanis.

Valgala 3

On moodustatud viiest esimese järgu valgalast (Valgalad 9 – 13), mis moodustavad Tõela peakraavist lõunasse jäävas piirkonnas teise tervikliku süsteemi. Ka siin on Tõela peakraavi enam kui üks suubla, mistõttu oli vajalik ala-valgalade moodustamine.

Ala-valgalade kirjeldused on toodud peatükis 3.2.2.2 (punktid 9 – 13) ning iseloomustavad ka teise järgu esimest valgala üldises plaanis.

Valgala 4

Moodustatud neljast esimese järgu valg alast (Valgalad 19 – 22). Kuigi kõne all olev valgala on tehniliselt võttes ühenduses tema kõrval paikneva valg alaga nr 2 (truubid risti Karja tänavaga), moodustab see kõrguslikult eraldi töötava süsteemi.

Ala-valgalade kirjeldused on toodud peatükis 3.2.2.2 (punktid 19 - 22) ning iseloomustavad ka teise järgu esimest valgala üldises plaanis.

Valgala 5

Moodustatud neljast esimese järgu valg alast (Valgalad 23 – 26), mis töötavad teistest valg aladest eraldi seisva süsteemina.

Ala-valgalade kirjeldused on toodud peatükis 3.2.2.2 (punktid 23 – 26) ning iseloomustavad ka teise järgu esimest valgala üldises plaanis.

Valgala 6

Esimene teise järgu valgala, mis ei ole moodustatud esimese järgu valg aladest, vaid on eraldiseisev. On ühest küljest piiritletud Pärnu maantee, Karja tänav ja Paide maanteega ning hõlmab suures osas Raudtee tänavat ja selle ääres paiknevaid kinnistuid.

Sarnaselt esimese järgu valg alade määramisele on siin määratud valgala kinnistute sademevee juhtimise järgi, kuid ühtlasi ka tänaväärsete kraavide järgi. Antud juhul juhivad kinnistud oma sademevee Raudtee ja Karja tänav kraavidesse, mida mööda koguneb sademevesi Pärnu maantee äärsesse kraavi, kust liigub läbi sellega risti oleva truubi edasi ning viimaks suubub läbi valg alade 7 ja 8 Pärnu jõkke (Laululava suubla).

Siin tekivad kohati kõrguslikult teatud ebakõlad, mis võivad tähendada sademevete akumuleerumist teatud ajani (kuni veetase tõuseb piisavalt kõrgeks et ületada kõrgemad kohad kraavi põhjades).

NB! Raudtee ja Piiri tänavate ristil esineb kõrguslikult probleemne olukord. Nimelt on selles kohas kõrguslikud erinevused truupide ja kraavide põhjades, mistõttu jääb arusaamatuks vee voolusuund. Seepärast on kõne all olev koht määratud ka valg alade 6 ja 9 üheks lahknemiskohaks, et perspektiivselt oleks võimalik sealsele olukorrale lahendus leida ning valg alad täpsustada. **Käesoleva tööga pakutakse potentsiaalseks lahenduseks üks raudtee tänavaga ristuv truup likvideerida (betoonist, Ø40) ning teine (betoonist, Ø45) asendada uuema vastu.**

Lisaks soovitatakse tulevikus lahendada olukord kõrguslikult selliselt, et sademeveel oleks võimalus äravooluks piki Piiri tänavat kuni Pärnu maanteeeni.

Käesoleval ajal suubub kuuenda valgala kinnistute sademevesi osaliselt Pärnu mnt truubi äärde, kuid samas osaliselt ka Paide maantee äärsesse kraavi, kust edasi liigub vesi Tõela peakraavi.

Kraavide üldine seisukord on hea, kinnistuomanikud ning valla töötajad on kraavide seisukorra hoidnud puhtana. Samas aga on vaatluste tulemusel näha, et mõnedesse truupidesse on kogunenud setet.

Valgala 7

Valgala nr 7 määramine teises järgus on käesolevas projektis üks keerukamaid. Siin on tegemist nn ringistatud süsteemiga. Piiritletud külgedelt Pärnu maantee ja Uue tänavaga, ühelt poolt otsast Karja tänavaga ning teiselt poolt määratud piir Niidu ja Pargi tänavate kinnistute vahelt. Viimane põhjusel, et arvestades kraavipõhja ja maapinna kõrgusmärke, toimub selles alas voolusuundade lahknemine. Alates sellest piirist valgub sademevesi mööda Pärnu maantee ja Uue tänava kraave Karja tänava suunas kuni Sõpruse tn pargini. Karja tänava poolt aga alates valgub sademevesi mööda Uue tänava kraavi samuti Sõpruse tn pargi suunas, kust edasi liigub vesi Uue tänavaga risti olevasse truupi ja Laululava suublasse.

Kraavide üldine seisukord on hea, kinnistuomanikud ning valla töötajad on kraavide seisukorra hoidnud puhtana. Samas aga on vaatluste tulemusel näha, et mõnedesse truupidesse on kogunenud setet.

Valgala 8

Teise järgu kaheksas valgala on sisuliselt abivalgala. Kuna selles piirkonnas kraave ei eksisteeri ning ka elamuhooned puuduvad, siis sai see ka selguse mõttes vormistatud eraldiseisvana. Piirkonnas asub vaid Laululava, mistõttu võiks seda valgala ning vastavat suublat kutsuda Laululava nimetusega.

Valgala nr 8 võtab vastu Valgalade 6 ja 7 sademevee ning juhib Laululava suublasse.

Valgala 9

Piiritletud Pärnu ja Paide maanteedega ning Piiri ja Raudtee tänavatega, on valgala 9 puhul samuti tegemist keeruka süsteemiga, mis on ühenduses valgala nr 6, kuid

mis on olukorra selguse huvides siiski eraldatud sellest (vt olukorra ja põhjuste kirjeldust Valgala 6 peatükist).

Suuremalt kinnistutelt kogutakse sademevesi kokku tänavaäärsetesse kraavidesse, milledega juhitakse vesi edasi Pärnu maanteeeni, kust see lõpuks liigub läbi kümnenda valgala Kalmistu suublasse.

Valgala 10

Analoogselt valgalale 8 ei ole siin ei ole tegemist otseselt valgalaga, vaid abistava alaga, mis on liigitatud valgalaks lihtsustamise eesmärgil.

Valgala nr 10 võtab vastu sademevee valgaladelt 7 ja 9 ning juhib vee Pärnu jõkke läbi Kalmistu suubla. Suubla sai oma nimetuse sellest, et asub Vana Kalmistu läheduses. Kalmistu asub iseenesest kahel valgalal ning seda on kasutatud valgalade 10 ja 13 piiritluseks, kõrguslikel põhjustel (on näha, et kõrgus langeb graduaalselt mõlemas suunas alates Kalmistu keskel asuvast teest.

Valgala 11

Valgala 11 on Väike-Põllu tänava ääres seitsmest kinnistust koosnev väike valgala, mis on määratud eraldi seisvana, kuna piirkonda ei olnud võimalik otseselt liigitada ühegi teise valgala alla.

Siinsed kinnistud juhivad oma drenaaživett Väike-Põllu tänava kraavi. Selles kraavis aga toimub kõrguslik muutus (kõrgem punkt) kohas, kus risti Väike-Põllu tänavaga on tõmmatud piir Valgalade 11 ja 9 vahel. Väike-Põllu tänava kraavist (alates valgala piirist) liigub vesi Tõela kraavi.

Valgala 12

Ka siin (sarnaselt valgaladele 8 ja 10) ei ole tegemist otseselt valgalaga, vaid pigem abistava alaga, mis on liigitatud valgalaks lihtsustamise eesmärgil.

Ala on piiratud ühest küljest Pärnu maanteega ning teisest Paide maanteega ja koosneb põhiliselt haljasalast, üksikute hoonetega.

Selles piirkonnas asub Tõela peakraavi kaks haru, mis kumbki liigub läbi Pärnu maantee aluste truupide ning edasi suubla suunas. Valgala nr 12 võtab vastu kogu Tõela peakraavi ülemjooksu kinnistute sademeveed.

Valgala 13

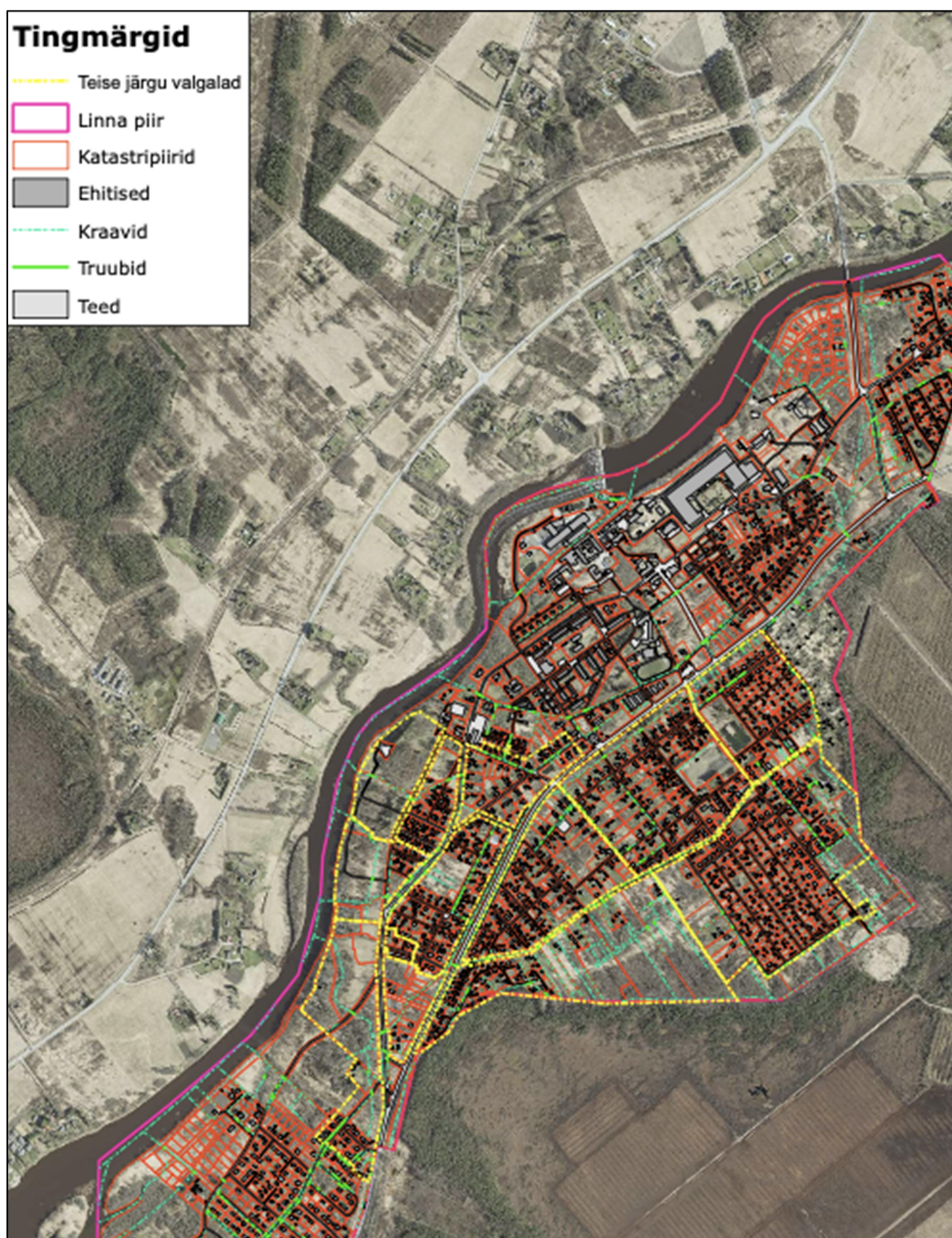
Teise järgu valgala nr 13 (sarnaselt valgaladele 8, 10 ja 13) ei ole tegemist otseselt valgalaga, vaid pigem abistava alaga, mis on liigitatud valgalaks lihtsustamise eesmärgil.

Valgala asub Pärnu jõe ja Pärnu maantee vahelisel alal, hõlmates enda alla väikese osa Linnu teest, Tiiru tänava ja osa Kauri tänavast, koos neid ümbritsevate kinnistutega. Lisaks hõlmab valgala ka osa Kalda teest.

Siin saavad kokku Tõela peakraavi kõik harud ning suubuvad Pärnu jõkke, Tõela suubla kaudu.

Paide mnt ja Pärnu mnt piirkonnad

Analoogselt esimeses järgus toodud Tõela kraavi piirkonnale, ei ole tegemist otseselt valgalaga, vaid rohkem aladega, kuhu koguneb ülalmainitud valgaladelt kokku sademevesi ning liigub edasi mööda kraave oma suublate suunas. Kõne all olevad alad arvutati eraldi ning neid kasutati kolmanda järgu valgalade arvutustes.



Joonis 7 Teise järgu valgalade joonis

Kolmanda järgu valgalad

Kolmanda järgu valgalad on valgalade moodustamise viimane aste. Need on moodustatud selliselt, et igal valgalal oleks üks suubumine Pärnu jõkke (kolme erandiga). Valgalade nimetused tulenevad vastavate suublate nimetustest.

Valgala 1 – Linnuriigi

Tegemist on ca 30ha valgalaga, kus hoonestus puudub ning üle 90% pinnast moodustab võsastunud ala, mida võib klassifitseerida kui metsa. Valgala kogupinnast vaid 1% moodustab seda läbiv Kalda tee.

Linnuriigi valgalal puudub konkreetset määratletav suubla. See asub niivõrd võsastunud ja madalal alal (märgala), et konkreetset suublat on raske määratleda.

Valgala 2 – Lõokese

Lõokese valgala hõlmab Lõokese, Tihase ja Leevikese tänavaid, Kotka Puiesteed osa Linnu teest, Kalda teest ja Kuldnoka tänavast ning nende ümbruses paiknevaid kinnistuid.

22,5 hektarilisest valgalast moodustab 6% katuste pinnad, 5% asfaltkattega teepinnad ning ülejäänud on 89% jääb haljasalade alla.

Võrreldes Tõela kraavi piirkonnaga (välja arvatud Tõela kraav), on siinsetes valgalades (sh. Lõokese, Auli ja Kalda) suureks probleemiks ummistunud kraavid. Kohati hoiavad kinnistuomanikud enda kinnistute eest paiknevad kraavid ja truubid puhtana, kuid suuresti on kraavides siiski kasvamas taimestik ning truupides paks kiht setet ja/või taimestik on ette kasvanud. Üldises plaanis on väiksemate tänavate kraavid (Leevikese, Lõokese Tihase ja Kotka tänavate) kraavid korras, kuid Linnu- ja Kalda tee kraavides esineb ülalmainitud ummistusi.

Positiivsest poolest aga Lõokese valgalas kõrguslikult konflikte ei tohiks olla.

Käesoleval ajal Lõokese valgalal suubla puudub. Seda tõenäoliselt arendustegevuse tõttu Pärnu jõe kaldal. 2014 aasta geodeetilise plaani alusel peaks Tihase tn 26 ja Kalda tee 19 kinnistute vahel paiknema truup, Kalda tee alt. 2019 aasta geodeetilise uuringu kohaselt seda truupi seal ei eksisteeri, vaid truup asub hoopis ca 55m mööda Kalda teed Paikuse poole. Projekti koostamise ajal juhitakse kõne all oleva truubiga kogu valgala sademevett praktiliselt olematusse kraavi, kus vesi valgub pinnasesse.

Projektiga tehakse ettepanek rajada uus kraav mööda perspektiivset Lõokese tänavat kuni olemasoleva kraavini (ristumisel Auli tänavaga).

Valgala 3 – Auli

Auli valgala hõlmab Luige, Kure, Rähni, Pardi tänavat, osaliselt Kauri, Kuldnoka ja Auli tänavaid ning osa Kalda ja Linnu teedest ja nende ümber paiknevatest kinnistutest.

13,2 hektarilisest valgalast moodustavad 2% katusepinnad, 7% betoon- või asfaltkattega pinnad ja ülejäänud 91% on haljasala.

Ka siin valgala on suureks probleemiks ummistunud kraavid. Kohati hoiavad kinnistuomanikud enda kinnistute eest paiknevad kraavid ja truubid puhtana, kuid suuresti on kraavides siiski kasvamas taimestik ning truupides paks kiht setet ja/või taimestik on ette kasvanud. Üldises plaanis on väiksemate tänavate kraavid (Luige, Kure, Rähni ja Pardi tänavate) kraavid korras, kuid Linnu- ja Kalda tee kraavides esineb ülalmainitud ummistusi.

Kõrguslikult esinevad mõned konfliktid (Kuldnoka tänav ja Linnu tee ristis ja Rähni tn 4 kinnistu ees), kus kraavi põhjas on kerkinud kõrgem koht.

2019 aasta mõõdistuste ning vaatluste tulemusena selgus, et Pardi tn 1 esine kraav on kinni ehitatud ning selle asemele on rajatud sademeveekanaliseerimise trass, truubiga Rähni tänav kraavi ja Pardi tänav kraavi. Kõrguslikult Rähni tänav kraavi sademevett juhtida ei ole mõistlik, kuna valgala sademevesi voolab just sinna ning sellel peab olema võimalik edasi voolata Pardi tänav poole. Käesoleval ajal seda aga ei eksisteeri.

Projektiga tehakse ettepanek rajada uus truup Rähni tänav alt, piki Kalda teed Sindi linna keskuse suunas uus kraav, truup Kalda tee alt läbi, ning kraav Kalda tee 3 kinnistu piiri äärest kuni olemasoleva kraavini.

Valgala 4 – Kalda

Kalda valgala on 2019 aasta seisuga arendamisel olev ala, kus hetkeseisuga funktsioneeriv sademeveesüsteem puudub.

12 hektarilisest valgalast moodustab kõigest 1% betoon- või asfaltkattega pind ning ülejäänud ala on umbkaudu pooleldi haljasala, pooleldi metsa ala.

Siin on jäetud võimalus arendustöödeks, millega juhtida sademevesi Kalda suublasse.

Projektiga on ette nähtud ka uus truup Kalda tee alt, mis võimaldaks piirkonna sademeveel liikuda Kalda suublasse.

Valgala 5 – Tõela

Tõela valgala on Sindi linna suurim valgala (144ha) ning koosneb teise järgu valgaladest nr 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12 ja 13.

Kogu valgala pinnast moodustavad katusepinnad ning betoon- ja asfaltkattega pinnad kumulatiivselt 7% kumbki. Kruusa- ja killustikkattega pindade alla jääb ca 1% valgalast (teede äärtes), mis jätab ca 85% haljasalade alla.

Tõela peakraavi suubuvate piirkondade üldine kraavide ja truupide seisukord on hea ning üldjoontes ei täheldatud ka erilisi kõrguslike konflikte. Küll aga on Tõela peakraav ise võrdlemisi halvas seisukorras.

Individuaalsete alamvalgalade iseloomustused on toodud eelnevates peatükkides.

Valgala 6 – Kalmistu

Koosneb teise järgu valgaladest nr 9 ja 10 ning on pindalalt 20.2 hektari suurune ala. 10% valgala pindalast moodustavad katused, 4% asfalt- või betoonkattega pinnad, 0,8% kruusa- või killustikkattega pinnad ning 0,2% katteta pinnad. Sellest tulenevalt jääb rohelade alla ca 85%.

Üldjoontes on tegemist võrdlemisi korras hoitud piirkonnaga. Sellegi poolest esineb kohati truupe, mis vajavad setetest puhastamist ning kõrguslike konflikte, mis vajavad lahendamist.

Individuaalsete alamvalgalade iseloomustused on toodud eelnevates peatükkides.

Valgala 7 – Laululava

Koosneb teise järgu valgaladest nr 6, 7 ja 8 ning on pindalalt 23,3 hektari suurune. Katusepindade osakaal on ca 6,3%, betoon- või asfaltkatete pindade osakaal 6,5%, mis jätab rohealade alla 86,4% valgalast.

Tegemist on piirkonnaga, kus kraavid ja truubid on suhteliselt hooldatud.

Individuaalsete alamvalgalade iseloomustused on toodud eelnevates peatükkides.

Valgala 8 – Pärnu maantee

Pärnu maantee valgala on piiritletud Jaama tänavaga, aga ka Raudtee ja Karja tänavate kinnistutega (valgala piir asub tänavate piirnevate kinnistute taga).

Valgala kogupindala on ca 14 hektarit, millest 9,4% on hoonestatud (katuste kumulatiivne pindala) ja 11,2% on asfalt- või betoonkattega pindade all. See jätab rohealade alla 79,5%.

Kraavid ja truubid valgala piires on enamasti korras ning ka erilisi konflikte kõrguslikult ei täheldatud. Sellegi poolest tuleks truubid tulevikus (ja edaspidi regulaarselt) kindlasti setetest puhastada.

Valgala 9 – Keskuse

Keskuse valgala on piiritletud Jaama tänava, Pärnu maantee ja Hariduse tänavaga.

Valgala kogupindala on 17,6 hektarit. Sellest 11,4% on hoonete katuste pinda ja 14,3% kõvakattega teede pinda. 74,3% valg alast on roheala.

Tegemist on piirkonnaga, mille sademevee äravool on osaliselt lahendatud sademeveekanaliseerimisega. Kraavide seisukord on hea ning ka sademeveekanaliseerimise trassidega kriitilisi probleeme ei täheldatud. Mõõdistatud piirkonnas ei suudetud tuvastada mõningaid kaeve, kaevudes esineb setet ning kohati on kaevud vett täis (kuski esineb ummistus). Kõik sellised kohad on joonisel tähistatud vastavate märkustega.

Truubid, sademeveetorustikud ja kaevud on tarvis settest puhastada.

Valgala 10 – Kanali

Vastavalt nimele on tegemist kanali ääres oleva piirkonnaga. Kinnistute sademevee juhtimine toimub korrapäraselt, juhitakse kanalis, puudub terviklik süsteem. Seetõttu on selguse huvides see ala vormistatud eraldiseisvaks valgalaks.

Pindala kokku on ligikaudu 13 hektarit, millest 19% moodustavad hoonete katuste pinnad; 5% kõvakattega (asfalt- või betoonkattega) teed ja 76% roheala.

Perspektiivselt tuleks piirkonna sademeveesüsteem lahendada terviklikult ning vajadusel on võimalik liita Kanali valgala kas Keskuse või Tehase valgalaga.

Valgala 11 – Tehase

Tehase piirkonna valgala on piiritletud lõunast Pärnu maantee ja põhjast Pärnu jõega. Vahepealne piiritlus on sätestatud lähtuvalt kõrguslikust seisust ja süsteemide ühendustest.

Tehase valgala pindala on 41ha, sellest 14,4% katuseid, 14,6% kõvakattega teid ja 71% roheala.

Siin on sademevee äravool lahendatud suurelt jaolt (ca 60% ulatuses) sademevee kanalisatsiooniga ning ülejäänu (ca 40%) kraavide baasil.

Kraavide seisukord on hea, kuid sademeveekanalisatsiooniga täheldati mõningaid kohti, mis võivad osutada probleemseteks. Mõõdistatud piirkonnas on suurimaks probleemiks setet ja vett täis kaevud ning suure tõenäosusega ka torustikud. Esinevad olukorrad, kus kaevude andmetel peaks teoreetiliselt suubuma sademevesi teatud suunas, kuid sama toru otsa on ühendatud restkaev. Sademeveel ei ole võimalik kuhugi suunda voolata ning vesi akumuliseerub kaevus. Kõik sellised kohad on joonisel tähistatud vastavate märkustega

Truubid, sademeveetorustikud ja kaevud on tarvis settest puhastada ning teostada täiendavad mõõdistused probleemsetes kohtades.

Tehase piirkonnas on üheks probleemiks ka sademevee juhtimine reoveekanalisatsiooni. Kuna süsteem ei toimi terviklikult (ei ole kogu valgala ulatuses omavahel ühendatud), on mure allikat keeruline määratleda. Geodeetistelt plaanidelt ei ilmne, et sademevett juhitakse reoveekanalisatsiooni, kuid ometi kulub reovee pumpamiseks rohkem energiat, kui teoreetiliselt peaks. On võimalik, et näiteks tehase territooriumil (või ka hoone siseselt) on ühendatud sademevee kanalisatsioonitorud reoveekanalisatsioonikaevudesse. Samas on ka võimalik, et sademevesi imbub reoveekanalisatsiooni amortiseerunud torustike ja/või kaevude tõttu. Ning et sademeveekanalisatsiooni setete rohkuse tõttu ei ole võimalik veel ära voolata.

Kuna probleemi allikat on raske tuvastada, tuleks esialgu korrastada olemasolevad sademeveesüsteemid (setetest puhtaks) ja vajadusel täiendada süsteemi.

Valgala 12 – Supluse

Supluse valgala on idast piiratud Silla tänavaga ning hõlmab enda alla ka osa Pärnu ja Paide maanteedest.

Pindalaga 38 ha, on Supluse valgalast 3,7% katuseid, 5,9% kõvakattega teid, 15,2% metsa ja 75,2% roheala.

Supluse valgala uurides kriitilisi probleeme sademeveesüsteemide hulgas ei leitud. Vaatluse tulemusel jõuti järeldusele, et kuigi truupides esineb setteid, on üldine olukord hea.

Truubid, sademeveetorustikud ja kaevud on tarvis settest puhastada.

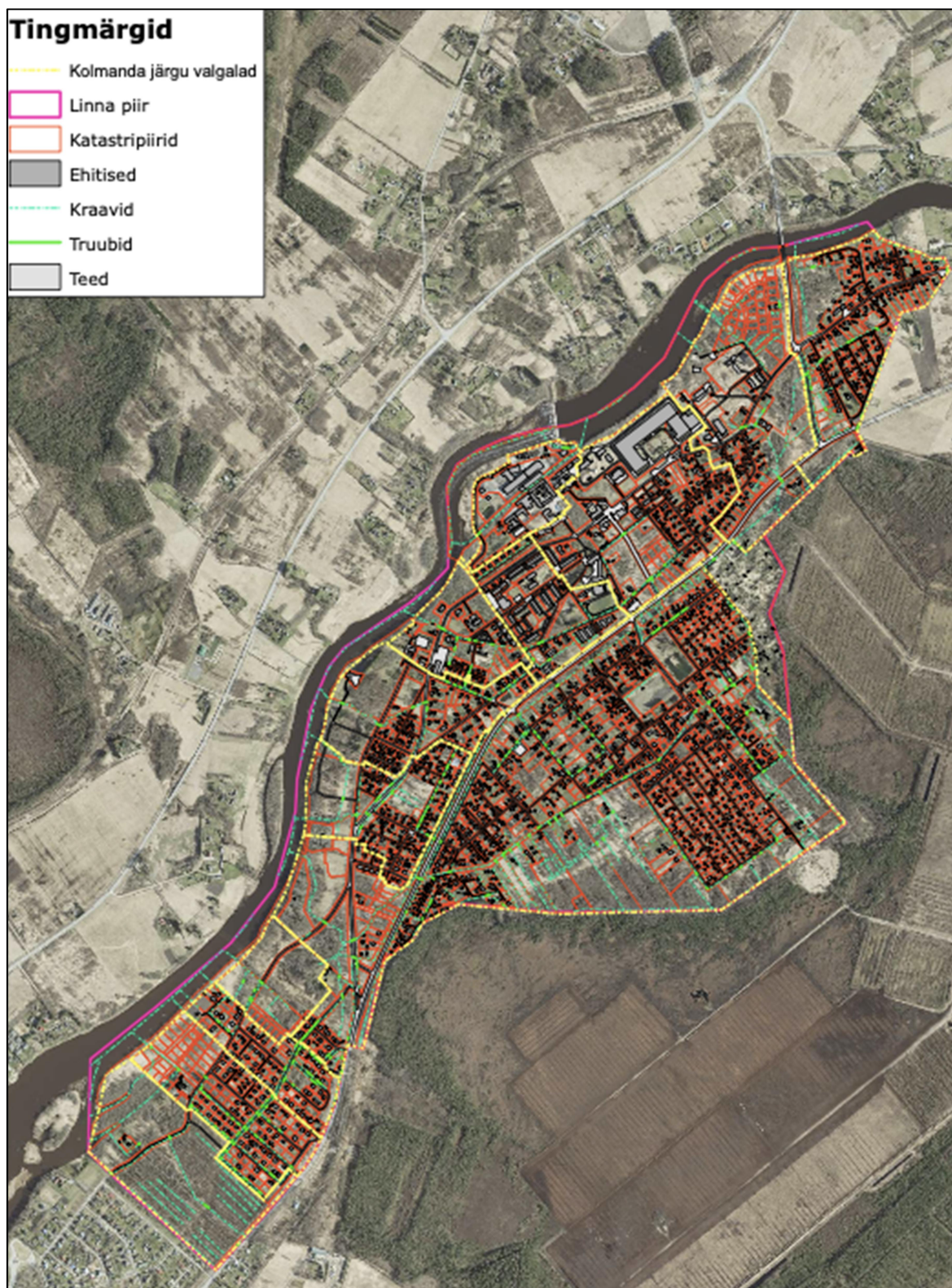
Valgala 13 - Silla

Silla valgala on Sindi linna viimane määratud valgala. Selle paiknemine ulatub Silla tänavast kuni linna piirini ning hõlmab osa Pärnu maanteest ja ka Paide maanteest.

Pindalalt 34 hektari suurune valgala, millest 6% on hoonete katused, 7,3% kõvakattega teid, 1,4% kruusa- või killustikkattega teid ja 85,2% roheala.

Supluse valgala uurides kriitilisi probleeme sademeveesüsteemide hulgas ei leitud. Vaatluse tulemusel jõuti järeldusele, et kuigi truupides esineb setteid, on üldine olukord hea.

Truubid, sademeveetorustikud ja kaevud on tarvis settest puhastada.



Joonis 8 Kolmanda järgu valgalade joonis

1.4 Valgalade sademeveete arvutused

Valgalade sademeveete arvutusel on lähtutud eelkõige standardis EVS 848:2013 „Väliskanaliseerimisvõrk“ toodud valemitest. Standardi valemid on kontrollitud erinevate alusmaterjalidega, mis on toodud välja ka kasutatud materjalide all. Projekti koostamise käigus on koostatud MS Exceli arvutustabel, mis on sätestatud sedasi, et seda oleks võimalik kasutada ka edaspidistes töodes äravoolutegurite ning arvutusäravoolude määramiseks.

Käesolevas peatükis tuuakse välja kasutatud valemid ning selgitused ja põhjendused nende kasutamisele. Lisaks on esitletud ka arvutustulemused valgalade kaupa.

Projektis käsitleti keskmise äravooluteguri ja arvutusvooluhulkade leidmisel pindasid, mida ei saanud liigitada kõvakattega pindade, katuste, kruusa/killustikuga ega muu sarnast liiki pinna alla, kui parki/aeda (äravoolutegur $k_{\psi}=0,15$). Neid alasid ei liigitatud otseselt muru alla, sellel põhjusel, et valdavalt on tegemist mittehomoogeensete pindadega (rohealad) - kinnistute hoovides erinevad maastikukujunduselemendid, võsa, üksikud rajad, jms.

1.3.7 Arvutusmetoodika

Käesolevas projektis on arvutusmetoodika aluseks võetud standardis EVS 848:2013 toodud valemid ning arvutuskäik.

Pindmise äravooluvee vooluhulka väikestelt valglatelt, mille suurus on kuni 200 ha ning millelt kokkuvooluaeg ei ületa 15 minutit, arvutatakse järgneva valemiga:

$Q_{a,s} = q \times k_{\psi} \times A_a$ (Võrrand 7) (9), kus

$Q_{a,s}$ on pinnale langeva ja sealt ärajuhitava sademevee arvutusäravool $[l/s]$

q on arvutusvihma intensiivsus $[l/(s \cdot ha)]$

k_{ψ} on keskmine äravoolutegur (Tabel 4) $[-]$

A_a on valgala suurus $[ha]$

Arvutusvihma intensiivsus sõltub vihma kestusest T. Arvestades vihma kestuseks 10...60min, võib intensiivsuse arvutada valemiga:

$q = \frac{B}{T^n}$ (Võrrand 8) (9), kus

B on muutuja, mis arvutatakse valemiga 3

n on astendaja, mis sõltub geograafilisest asukohast (

Tabel 5)

T on vihma kestus [min]

Muutuja B arvutusvalem:

$$B = 20^n \times q_{20}(1 + c \times \log p) \text{ (Võrrand 9) (9), kus}$$

q_{20} on 20 minutit kestva ja üks kord aastas sadava vihma intensiivsus $\left[\frac{l}{s} * ha\right]$

n, c on empiirilised tegurid, mis sõltuvad geograafilisest asukohast (Tabel 5)

p on arvutusvihma korduvuse periood aastates (Tabel 6)

Erinevate parameetrite leidmiseks vajalikud tabelid on toodud all.

Tabel 4 Äravooluteguri k_ψ määramine (9)

Pind	k_ψ
Katus	0.90
Betoon- või asfaltkate	0.80
Tihedate vuukidega kivisillutis	0.80
Liivvuukidega kivisillutis	0.70
Kruus- või killustikkate	0.30
Muru	0.20
Aed, park	0.15
Katteta maapind	0.10
Mets	0.05

Tabel 5 Arvutusvihma parameetrite q_{20} , n ja c määramine (9)

Asukoht	q_{20}	n	c
Tallinn	69.50	0.72	0.80
Tartu	81.20	0.66	0.92
Pärnu	80.00	0.67	0.76
Kuressaare	65.00	0.67	0.67
Võru	81.70	0.67	0.74

Asukoht	q ₂₀	n	c
Paide	80.00	0.68	0.88
Ida-Virumaa	77.30	0.69	0.84

Tabel 6 Arvutusvihma korduvuse p määramine (9)

Piirkonna kirjeldus	p
Suhteliselt suurte kruntidega väikeelamupiirkond, milles on lahkvoolukanalisatsioon ning kus ajutine sademeveeuputus olulist majanduslikku kahju ei põhjusta	1 aasta
Muud lahkvoolukanalisatsiooniga piirkonnad, sealhulgas korruselamupiirkonnad	2 aastat
Ühisvoolukanalisatsiooniga piirkonnad	3 aastat
Ühisvoolukanalisatsiooniga linnasüdamed	5 aastat

1.3.8 Arvutustulemused

Valgalade arvutustulemused on toodud tabelites 7 - 9.

Tabel 7 Esimese järgu valgalade arvutustulemused

	Keskmine äravoolutegur	Keskmine arvutusäravool	Max arvutusäravool	Max maht
	k _{ψ,kesk.}	l/s	l/s	m ³
Valgala 1	0.09	2.73	18.84	83.95
Valgala 2	0.10	4.79	37.75	153.06
Valgala 3	0.09	5.44	37.47	166.77
Valgala 4	0.09	5.50	40.12	171.94
Valgala 5	0.08	21.77	45.86	353.58
Valgala 6	0.06	8.09	32.19	211.17
Valgala 7	0.08	12.61	27.48	206.74
Valgala 8	0.08	79.43	160.74	1275.16
Valgala 9	0.08	34.84	76.92	573.38
Valgala 10	0.10	8.71	71.68	278.77
Valgala 11	0.09	57.03	370.64	1738.56
Valgala 12	0.08	13.41	75.56	391.00
Valgala 13	0.08	14.81	93.64	442.35
Valgala 14	0.12	7.14	68.07	228.12

	Keskmine äravoolutegur	Keskmine arvutusäravool	Max arvutusäravool	Max maht
	$k_{\psi, \text{kesk.}}$	l/s	l/s	m^3
Valgala 15	0.11	5.37	45.39	170.80
Valgala 16	0.10	15.25	117.76	485.31
Valgala 17	0.08	6.88	38.25	200.10
Valgala 18	0.15	30.87	249.17	655.57
Valgala 19	0.08	20.18	128.50	611.29
Valgala 20	0.15	13.37	135.87	363.93
Valgala 21	0.07	35.65	158.52	966.71
Valgala 22	0.11	16.20	149.46	521.96
Valgala 23	0.09	6.39	45.54	199.01
Valgala 24	0.09	25.93	171.13	794.42
Valgala 25	0.08	10.84	64.12	319.23
Valgala 26	0.10	5.34	41.53	170.28

Tabel 8 Teise järgu valgala arvutustulemused

	Keskmine äravoolutegur	Keskmine arvutusäravool	Max arvutusäravool	Max maht
	$k_{\psi, \text{kesk.}}$	l/s	l/s	m^3
Valgala 1	0.31	160.18	400.44	2622.37
Valgala 2	0.31	207.46	518.65	1739.90
Valgala 3	0.31	275.37	688.44	3424.07
Valgala 4	0.31	228.94	572.34	2463.89
Valgala 5	0.31	128.93	322.32	1482.94
Valgala 6	0.31	72.34	180.86	833.34
Valgala 7	0.31	53.76	134.40	560.38
Valgala 8	0.31	40.07	133.58	844.30
Valgala 9	0.31	113.79	284.48	1188.51
Valgala 10	0.31	28.84	120.18	747.32
Valgala 11	0.31	11.16	27.89	91.54
Valgala 12	0.31	28.13	70.32	494.69
Valgala 13	0.31	73.70	245.67	1529.62

Tabel 9 Kolmanda järgu valgalade arvutustulemused

	Keskmine äravoolutegur	Keskmine arvutusäravool	Max arvutusäravool	Max maht
	$k_{\psi, \text{kesk.}}$	l/s	l/s	m ³
Valgala 1	0.01	28.81	131.67	2824.47
Valgala 1	0.02	28.90	148.60	2849.86
Valgala 2	0.08	73.46	417.97	2154.65
Valgala 2	0.08	73.84	427.87	2169.50
Valgala 3	0.07	45.28	221.34	1267.31
Valgala 4	0.04	15.74	106.44	1162.41
Valgala 5	0.06	344.19	2846.08	13849.03
Valgala 6	0.05	38.27	404.66	1935.83
Valgala 7	0.06	55.51	448.84	2238.03
Valgala 8	0.10	41.87	326.62	1338.65
Valgala 9	0.11	51.91	461.55	1685.71
Valgala 10	0.11	41.57	339.78	1240.83
Valgala 11	0.12	122.07	1160.61	3947.69
Valgala 12	0.05	68.91	614.90	3674.51
Valgala 13	0.06	78.21	657.43	3220.36

1.5 Probleemide analüüs ning lahendused

Valgaladele iseloomulikud probleemid ja potentsiaalsed lahendused on üksikasjalikult kajastatud punktis 1.3.6, vastavalt valgaladele.

Käesolevas peatükis antud probleemid üldistatakse, tuuakse välja olulisema tähtsusega kohad ning pakutakse perspektiivsed lahendused.

Projekti koostamise käigus (probleemide tuvastamine ning lahenduste pakkumine) on lähtutud põhimõttest säilitada võimalikult palju olemasolevat kraavide paigutust ning optimeerida süsteemi tasandustöödega ja truupe lisamise/eemaldamisega.

Põhiliseks murekohaks Sindi linna sademeveesüsteemides on kraavide kinnikasvamine, truupe, sademeveetorude ja -kaevude settimine. See põhjustab takistusi sademevee äravoolul, mistõttu võivad tekkida teatud kohtades uputused.

Teiseks probleemiallikaks on kraavide kõrguslik lahendus. Tõela peakraavi näitel esineb Sindi linna kraavisüsteemis situatsioon, kus kõrguste erinevuse tõttu tekib vee liikumine üldisele voolusuunale vastupidises suunas. See omakorda põhjustab jällegi takistusi sademevee äravoolul, mistõttu võivad tekkida sellistes kohtades uputused.

Kolmandaks on kinnistuomanike isetegevus. Võrreldes 2014 aasta geodeetilist plaani reaalse olukorraga, täheldab et kraave ja truupe on kinnistuomanike poolt likvideeritud. Tüüpiline põhjus on, et rajatakse või laiendatakse sissesõiduteid et tekitada juurde ruumi autode parkimiseks. Põhiline koht siin on, et kraavide kinni ehitamisel sissesõidutee rajamiseks on jäetud truubid rajamata.

Üldises plaanis tuleks esmajärgus tegeleda kraavide, truupe ja sademeveekanaliseerimise süsteemide puhastamise ja korrastamisega. Kõige kriitilisem on olukord Tõela peakraavi ning nn Linnuriigi piirkonnas, kus kinnistuomanikud kurdavad, et sademevesi tungib keldritesse.

Lisaks ülaltoodud probleemidele on mureks ka sademevee juhtimine/imbumine reoveekanaliseerimise süsteemi. Seda eelkõige Tehase piirkonnas. Täpsem kirjeldus punktis 1.3.6.

1.4 Sademevee kohtkäitlemine ja nutikad lahendused

Säästlike sademeveesüsteemide peamisteks eesmärkideks on sademevee hulga vähendamine ja kokkuvooluaja pikendamine.

- Sademevee hulga vähendamine, kõvakattega alade minimeerimise ja vett läbilaskvate pinnakatete osakaalu suurendamine teel (immutamine).
- Sademevee hulga vähendamine selle kogumise ja taaskasutamise (nt kastmisveeks, WC-s) teel.
- Sademevee kokkuvooluaja pikendamine (äravoolu aeglustamine, viivitamine) enne selle ärajuhtimist pinnakatte kareduse tõstmise teel:
 - Asfaltkattega parklate/platside asendamine karedamate või vett läbilaskvate pinnakatetega
 - Murukatuste ja haljaskatuste rajamine
- Sademevee kokkuvooluaja pikendamine tõkestava ja viivitava immutussüsteemi (nt tiigid) või ühtlustusmahutite abil (äravoolule puhverdavate rajatiste lisamine). (15)

NB! Kui soovitakse kasutada immutamise meetodit, peavad olema selleks täidetud tingimused – piirkonna geoloogia ja hüdrogeoloogia peab seda võimaldama:

- Kas pinnakate on piisava paksusega;
- kas põhjavesi paikneb piisavalt sügaval;
- kas pinnase omadused on sobivad immutamiseks;
- kas sademevee kvaliteet vastab õigusaktides kehtestatud normidele, st ei ole reostunud;
- kas esineb kohtspetsiifilisi keskkonnapiiranguid, mis võivad takistada sademevee immutamist;
- kas immutamine võib halvendada kõrvalasuvate hoonete olukorda;
- kas immutamine võib kaasa tuua niiskusraja muutust kõrvalasuva tee vms rajatise konstruktsioonis? Kindlasti tuleb vältida olukordi kus vett nõ immutatakse kõrval asetseva tee konstruktsiooni. (15)

Kui planeeritakse sademevee immutamist/puhverdust olemasolevas linnalises keskkonnas, tuleks kaaluda kahte varianti:

1. Kas esmalt immutada ning seejärel puhverdada ja ära juhtida
2. Või esmalt juhitakse vesi ära ja kui see pole enam võimalik, toimub vee kokkuvooluaja pikendamine ja immutamine.

Viimane neist on mõistlik variand juhul kui ei ole teada, millist mõju võib niiskusrežiimi muutus avaldada lähedalasuvatele ehitistele ja rajatistele. Seepuhul soovitatakse tagada esmalt vee äravool ning kui on saavutatud maksimaalne lubatud äravool, tagada piisav puhverdusvõime mahutite, immutusplokkide, vms abiga. (16)

Säästlikud sademeveesüsteemide võimalikud variandid ning nende kirjeldused on toodud tabelis 10.

Eesti Veeprojekt OÜ koostatud töös „Kombineeritud sademevee strateegia projekt“ on mainitud, et Eesti oludes tuleb sademevee ärajuhtimise kavandamisel alati meeles pidada, et looduslähedased sademeveesüsteemid ei asenda tavapäraseid sademevee kanalisatsioonilahendusi, vaid leevendavad olemasolevaid probleeme ja vähendavad sademetega seonduvaid riske.

„Vesi, mis ei auru ega imbu pinnasesse, peab saama ära voolata.“ (16)

Kõne all oleva töö koostajad on meelt, et sageli piirduakse põhilahenduste koostamisel erinevate komponentide lisamise või komponentide üksteisega asendamisega, kuid praktikas oleks siiski tarvis kasutada eri rajatise kombineerituna.

Näide tuuakse kõrghaljastusest – puud, põõsad, jms, mida käsitletakse looduslähedase sademeveesüsteemi meetmena. „See on aga praktiliselt alati kasutatav koos muude äravoolu aeglustamiseks kavandatavate ehitistega ja sel on oluline mõju ka elukeskkonna kujundamisel (sh nt linnaruumi jahutamisel).“ (16) Koostajate sõnul on praktiliselt kõik lahendused võimalik kujundada eriilmeliseks maastikuks pelgalt taimestiku valiku ja hooldusega.

Sarnaselt kombineeritud sademevee strateegia koostajatele, leiavad projekti „Sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linnas“ koostajad, et põhimõtteliselt kõik sademevee säästlikud lahendused on suunatud sademevee äravoolu reguleerimisele ning et sademevee säästvate lahenduste planeerimisel tuleks kaaluda erinevaid variante kombineeritult. (15)

Tabel 10 Looduslähedaste sademeveesüsteemide üldkirjeldus (16)

Termin		Olemus
Eesti keel	Inglise keel	
Sademevee kasutus	Rainwater harvesting	Krundi sademevesi kogutakse ja kasutatakse (nt kastmiseks), vajadusel ka töödeldakse eelnevalt.
Haljaskatus	Green roof	Kasvupinnase ja taimestikuga kaetud katus.
Ekstensiivne haljaskatus	Extensive roof	Õhukese (5...15 cm) kasvupinnase kihi ja madalakasvulise taimestikuga katus.
Intensiivne haljaskatus, katusaed	Intensive roof, roof garden	Paksu (20...60 cm) kasvupinnase kihi ja kõrge taimestikuga (sh puud ja pöõsad) katus.
Katusbassein	Blue roof	Katuse osa, millele kogutakse ja säilitatakse sademevesi kasutamise eesmärgil.
Haljassein	Green wall	Ronitaimedega kaetud sein. Taimed kasvavad vahetult seinal või seina jalamile rajatud kasvualal.
Imbsüsteem	Infiltration system	Rajatis, kus juhitava sademevee mitteauruv osa imbub pinnasesse.
Imbkaev	Soakway	Kaev, immutusplokk vms mahuti, millesse juhitud vesi imbub pinnasesse.
Imbkraav	Infiltration trench	Poorse materjaliga täidetud kaevik, millesse juhitud vesi imbub pinnasesse. Poorsesse tädisesse võib olla paigaldatud jaotustoru vee ühtlasemaks jaotamiseks.
Imbväljak, immutusala	Infiltration basin	Reljeefi madalam ala, millele juhitud vesi imbub pinnasesse. Alalt võib olla ka väljavool liigvee ärajuhtimiseks. Ala võib olla ajutiselt üleujutatud.
Immutuskiht	Infiltration blanket	Õhuke, suure poorsusega kiht, millesse juhitud vesi imbub pinnasesse, tavaliselt mõne rajatise (parkla, mänguväljak, vms) all.
Sademevee puhastusseadmed	Proprietary treatment system	Seadmed ja tooted, mis on valmistatud spetsiaalselt sademevee puhastamiseks (liiva- ja õlipüüdur, jms). Suure vooluhulga korral võivad olla ka ehitised, mis täidavad ühtlasi ka äravoolu aeglustamise eesmärki. Sageli rajatakse kombinatsioonis muude äravoolu aeglustamiseks rajatavate ehitistega, näiteks vee puhastamine liiva- ja õlipüüduriga enne immutusväljakule juhtimist.
Puhverriba, haljasriba	Filter strip	Taimestikuga kaetud kaldega ala laiusena >2,5 m, millele vesi juhitakse mitteläbilaskva kattega alalt.

Termin		Olemus
Eesti keel	Inglise keel	
Täidisdreen	Filter drain	Poorse materjaliga (killustik, kivid vms) täidetud kaevik, milles tavaliselt paikneb ka drenaažitoru. Olemuselt sarnane imbkraaviga, kuid erinevalt imbkraavist on arvestatud liigvee väljavooluga.
Viibekraav	Swale	Madal, laugete nõlvadega taimestikuga kaetud kraav (nõva), millesse juhitud vesi, olenevalt vooluhulgast, imbib pinnasesse või voolab ära. Võib olla alalise või ajutise veetäitega. Äravool toimub olukorras kui vee tase kraavis tõuseb lubatust kõrgemale. Võib olla ülevoolude abil jagatud lõikudeks, milles lubatud veetaseme kõrgus määratakse ülevooluga. Ülevoolu kõrgus võib olla ka reguleeritav.
Kuiv viibekraav	Dry swale	Viibekraav, mille põhja on rajatud täidisdreen.
Püsiva veetäitega kraav	Wet swale	Viibekraav, milles on põhjaveetasemest sõltuv püsiv veetäide ja kus kasvab veetaimestik. Erinevalt kuivenduskraavist püütakse vett kraavis võimalikult kaua kinni hoida.
Taimestatud viibeala	Bioretention system	Valitud taimestikuga kaetud reljeefi madalam ala, millele juhitud vesi olenevalt vooluhulgast imbib pinnasesse või voolab ära. Võib olla ajutiselt üle ujutatud.
Vihmaed	Rain garden	Valitud taimestikuga ala või alade kaskaad, kuhu juhatakse sademevesi isevoolselt.
Kasvukast	Raised planter	Olemuselt vihmaaed, kuid on rajatud maapinnast kõrgemale ja on mõõdetult väiksem. Pinnasest läbifiltreerunud vesi kogutakse drenaažiga ja juhatakse ära.
Kõrghaljastuse kasvukast	Bioretention tree pit	Puude ja põõsaste kasvuala kõvakattega ala sees. Kasti võib olla torustikuga juhitud ümbritsevate hoonete katustelt ja vett mitteläbilaskva katendiga aladelt kogutud vesi. Niisugusel juhul on kastist või selle lähialalt rajatud ka väljavool.
Valitud taimestikuga viibekraav	Bioretention swale, bioswale	Olemuselt sarnane ilma drenita viibekraavile. Erinevuseks on valitud taimeliikide kasutamine, sarnane juurekihtpuhastile.
Uputatud väljavooluga	Anaerobic bioretention	Taimestatud viibeala, mille alumine osa paikneb püsivalt põhjaveetasemest allpool. Veetaseme

Termin		Olemus
Eesti keel	Inglise keel	
taimestatud viibeala	system	minimaalne kõrgus alal on määratud uputatud olekus töötava drenaažitoruga.
Puu, kõrghaljastus	Tree	Vt kõrghaljastuse kasvukasti kirjeldus eespool
Vett läbilaskev kate	Pervious pavement	Suure veejuhtivusega tehiskivist maapinna kate, millest enamus sademeveest nõrgub läbi. Katteid võib omakorda liigitada selle järgi, kas vett juhib katte materjal ise (sõelmed) või moodustub kate vett juhtivatest ja mittejuhtivatest pindadest (kivisillutis). Läbinõrguv vesi imbib katte all pinnasesse või kogutakse drenaažisüsteemiga ja juhitakse ära.
Kivisillutis	Modular permeable paving	Tehiskivist või looduslikust kivist katend.
Dreenasfalt	Porous asphalt	Suure veejuhtivusega asfaltbetoon, millest enamus sademeveest nõrgub läbi.
Armeeritud kasvualusega muru	Grass reinforcement	Murukividest sillutise või murukärjega tugevdatud muru, samuti killustiku ja kasvupinnase segust kate.
Puistematerjalidest kate, sideainega töötlemata kate	Bulk material (gravel, crushed stone) pavement	Kruusast, sõelmetest vms materjalist kate.
Polüuretaanvaiguga töödeldud puistematerjalist kate	Resin bound gravel	Polüuretaanvaiguga kaetud killustikust kate. Tuleb eristada vett läbilaskmatu aluse karestamiseks kasutatavast polüuretaanvaigust kihile kantud kivi purust katet (resin bonded gravel), mille eesmärk on pinna karestamine.
Poorne betoon	Porous concrete	Suure veejuhtivusega betoon, milles täiteaineks on liiva asemel kasutatud väikese terasuurusega graniitkillustikku (näiteks Topmix Permeable) ja millest enamus sademeveest nõrgub läbi.
Sademevee mahuti	Attenuation storage tank	Maa-alune mahuti (sh moodulitest ehk immutusplokkidest koostatav), millesse sademevesi ajutiselt kogutakse. Mahuti on osa sademevee kasutamist, immutamist, äravoolu aeglustamist, sh ka puhastamist võimaldavast sademevee käitlemise süsteemist.
Puhverala	Detention basins	Reljeefi madalam ala, millele juhitud osa veest imbib pinnasesse ja osa voolab ära. Alalt on väljavool liigvee ärajuhtimiseks. Enamusel ajast on

Termin		Olemus
Eesti keel	Inglise keel	
		ala kuiv, valingvihmade korral on ala ajutiselt üle ujutatud. Olemuselt sarnane imbväljakule ja immutusalale.
Tiigid ja märgalad	Ponds and wetlands	Alalise veetäitega veekogu või liigniiske ala. Võib olla nii tehislik kui looduslik.
Viibetiik	Retention pond	Alalise veetäitega veekogu.

Järgnevas peatükis on lühidalt kirjeldatud ühte võimalikku lahendust Sindi linna sademevee süsteemi säästlikumaks muutmises. Lähtuvalt Sindi linna geoloogilisest ehitusest (kirjeldatud Sindi linna arengukavas ja ka üldplaneeringus), on kõige mõistlikumaks tekkekoha põhiseks lahenduseks mahutite ja viibeaja pikendamiseks viibetiikide/märgalade rajamine. Põhjus seisneb Sindi linna võrdlemisi kõrges pinnaseveetasemes, mistõttu on immutamine raskendatud ning kõrgveeperioodil praktiliselt kasutu võte.

Sademevee kasutamine olmeveena

Sademevee kogumine ning selle kasutamine olmeveena on üheks potentsiaalseks lahenduseks sademevee hulga vähendamiseks. Tegemist on kinnistu-/hoonepõhise lahendusega, kus sademevesi kogutakse mahutisse ning kasutatakse majapidamises erinevatel otstarvetel (näiteks WC-des loputusveena, pesupesemise veena või kastmisveena).

Sademevee kasutamine olmeveena kujutab endast sademeveemahuti rajamist ning kinnistule ja/või hoone katusele langevate sademete juhtimist sinna mahutisse. Lahendus vajab kindlasti mahuteid ning tavaliselt ka pumpasid ja filtreid.

2014 aastal teostatud uurimus „Potential for Peak Flow Reduction by Rainwater Harvesting Tanks“ järeldeb, et kinnistupõhised sademeveemahutid on võrdlemisi hea lahendus sademeveevooluhulkade puhverdamiseks. Samas leiti et see ei anna soovitud tulemust ekstreemsetes oludes, kus sademete vooluhulk ületab veetarbimise kordades. (13)

Vastavalt 2016 aastal koostatud uurimusele „Reliability Analysis of Rainwater Harvesting Systems in Southern Italy“ on antud lahendus kasulik vaid alates 300m² suuruse alaga kinnistutel, mille puhul on vee kokkuhoiu efektiivsus ca 85%. (17)

Tabel 11 Sademeveemahuti kasutamine elamuhoonetes (18)

Alasüsteem	Potentsiaalne oht
Asukoht	Mikrobioloogiline saastatus Tolm Põud
Torustik	Ekspluatatsioonikulud
Filtrid	Ekspluatatsioonikulud
Mahuti	Üledimensioneerimine Aladimensioneerimine Mikrobioloogiline saastatus Ekspluatatsioonikulud
Pump	Ummistused
WC	Mikrobioloogiline saastatus, mis võib resulteerida ohtlike mikroobide sisse hingamises

KOKKUVÕTE

Käesolev projekt käsitleb Sindi linna sademevee süsteemide olemasolevat olukorda. Uurimus hõlmas materjalide kogumist ja läbi töötamist, vajadusel täiendavate uuringute tegemist ja välitöid, valgalade määramist ning vastavate arvutuste teostamist. Uurimusega anti hinnang süsteemidele, tuvastati vead ning pakuti võimalikud lahendused.

Sindi linna sademevee valgalade määramiseks töötati süvitsi läbi piirkonna kõrguslik olukord. Seda tehti 2014. aastal teostatud geodeetilise plaani ning Maa-ameti kõrgusandmete alusel. Nende materjalidega oli võimalik määrata voolusuunad kraavides ning seeläbi ka sademevete üldine liikumistee. Viimane andis omakorda võimaluse valgalade määramiseks. Tõela peakraavi ümbruses jagati piirkond esialgu alamvalgaladeks, lihtsustamaks süsteemi mõistmist. Nii jõuti viimaks määratud valgaladeni. Voolusuundade määramine ja üksikasjalik läbitöötamine andis ühtlasi võimaluse probleemsete kohtade tuvastamiseks.

Linna sademeveesüsteem on oma olemuselt keerukas, mitmete hargnemiste-ühinemiste, kõrguslike erinevuste ning mitmekesisuse poolest. Käesoleval ajal on suurimateks lahendust vajavateks probleemideks sademeveesüsteemides esinevad takistused (sete, taimestik), kõrguslikud konfliktid ning mingil määral ka sademevee juhtimine reoveekanalisatsiooni.

Ning viimaks koostati ülevaade kättesaadavatest materjalidest sademevee teema kohta. Selleks töötati läbi hulgaliselt perioodikat, õpikuid, juhendeid ning seadusandlust ja toodi välja teemakohane informatsioon. Peab tõdema, et kuigi kättesaadav on võrdlemisi palju sademevee teemalist materjali, on see siiski kohati puudulik ning üldjoontes korduv. Käesoleva töö koostamise käigus leiti vaid mõningad eestikeelsed ja mõningad inglisekeelsed väljaanded, mis andsid tõsiselt hea ülevaate ning aitasid tutvuda süstemaatikaga.

SUMMARY

The aim of this thesis is the inventory of the stormwater systems of Sindi. The research included gathering and working through existing materials, obtain additional inquiries and doing field work if necessary, determining rainwater catchment basins and making according calculations. With this research, an assessment of the current systems was given, problems were identified, and some possible solutions were provided.

In order to determine the catchment basins, the altitudes of the area were thoroughly elaborated. This was done on the basis of the geodetic plan carried out in 2014 and the height data of Maa-amet. With these materials, it was possible to determine the flow directions in the ditches and thus the general path of the rainwater. The latter, in turn, provided the opportunity to designate catchment areas. The area around the Tõela main trench was initially divided into sub-basins to facilitate understanding of the system. Following that logic, the final catchment areas were formed. The determination of flow directions and detailed elaboration also provided an opportunity to identify problematic areas.

The city's rainwater system is complex in nature, with multiple divergements, elevation differences, and diversity in general. Currently, the biggest problems that need to be addressed are the obstacles formed in stormwater systems (mostly sediment and vegetation), height conflicts and, to some extent, directing stormwater into the sewage system.

Lastly, an overview of available materials on the topic of rainwater was compiled. To this end, a great deal of periodicals, textbooks, manuals and legislation were elaborated, and relevant information was provided in this thesis. It has to be acknowledged that although there is a relatively large amount of rainwater related material available, it is somewhat incomplete and generally repetitive. In the course of compiling this work, only a few publications in Estonian and a few in English were found, which gave a very good overview and helped to get acquainted with the systematics.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

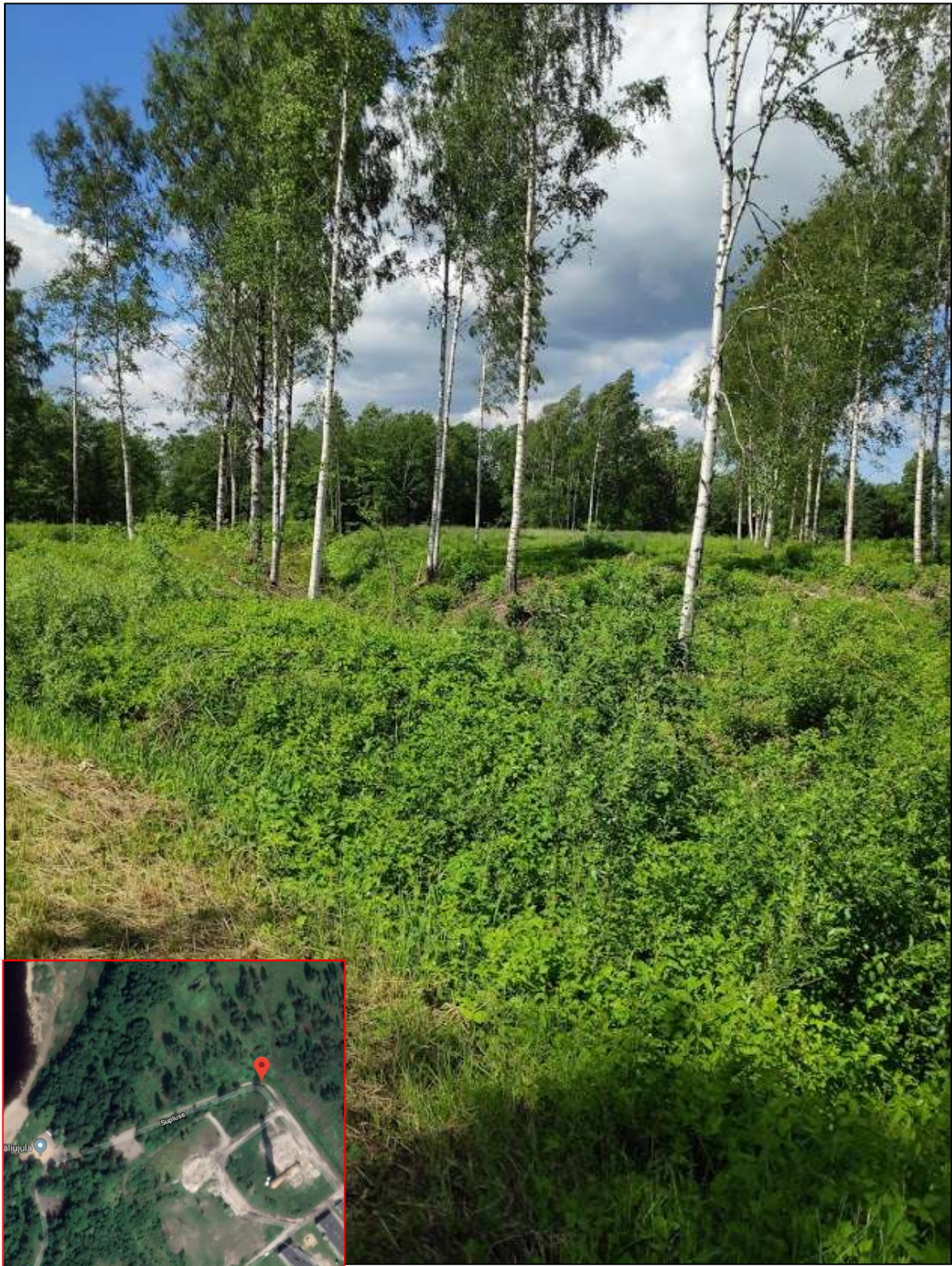
1. Maa ameti geoportaali kaart. [Võrgumaterjal] <https://xgis.maaamet.ee>.
2. Sindi linna üldplaneering.
3. Pärnumaa omavalitsuste liit. [Võrgumaterjal] <http://pol.parnumaa.ee/haldusreform>.
4. Haldusreformi kodulehekülg. [Võrgumaterjal] <https://haldusreform.fin.ee/>.
5. Sindi linna arengukava aastateks 2007-2018.
6. Eesti geoloogiakeskus. Põhjavee kaitstuse kaart. [Võrgumaterjal] <https://www.envir.ee/sites/default/files/kaitstusekaart400.pdf>.
7. EVS 843:2016 „Linnatänavad“.
8. Tiit Metsavahi, Inna Romandi. „Veeristete projekteerimise metoodiline juhend“. 2016. a.
9. EVS 848:2013 "Väliskanalisatsioonivõrk". 2013. a.
10. Vaimel, Ants. "Teealade kuivenduse projekteerimise juhend". 2002. a.
11. Columbia County. „Columbia County Stormwater Management Design Manual. Methods for estimating stormwater runoff“. 2009. a.
12. Poullain, John. „Estimating Storm Water Runoff“. 2016. a.
13. Campisano, A., et al., et al. „Potential for Peak Flow Reduction by Rainwater Harvesting Tanks“. 2014. a.
14. Riigi Teataja. Veeseadus. [Võrgumaterjal] <https://www.riigiteataja.ee/akt/22283>.
15. Eesti Veeprojekt OÜ töö nr 14-17. „Kombineeritud sademevee strateegia projekt“ . 2017. a.
16. Kobras AS töö nr 2018-004. "Sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linnas" . 2018. a.
17. Notaro, V., Liuzzo, L. ja Freni, G. „Reliability Analysis of Rainwater Harvesting Systems in Southern Italy“. 2016. a.
18. Kaposztasovaa, D., et al., et al. „Rainwater Harvesting, Risk Assessment and Utilization in KosiceCity, Slovakia“. 2014. a.
19. AS Eesti Veevõrk Konsultatsioon töö nr K-110-02. Sindi linna kanalisatsioonitrasside renoveerimise eelprojekt.
20. Coleman, Sarah, et al., et al. "From the household to watershed: A cross-scale analysis of residential intention to adopt green stormwater infrastructure.". 2018. a.
21. Reiha, Alvina. Hüdroloogia kursuse (EKE3050) loengumaterjal.
22. Pachel, Karin. Sademevee äravoolukorralduse (EKV0130) kursuse loengumaterjalid.
23. Äripäev. [Võrgumaterjal] <https://www.aripaev.ee/uudised/2013/08/27/ehitus-vihmavett-saab-targalt-kasutada>.

24. Sademevee kohtkäitlemise võimalused. [Võrgumaterjal]
<https://www.esf.edu/ere/endreny/GICalculator/TechniquesHome.html>.
25. 4people. [Võrgumaterjal] <http://www.4people.ee/gallery/vihmapeenar.pdf>.
26. Teeregister. [Võrgumaterjal] <https://teeregister.mnt.ee/reet/map>.
27. Keskkonnaamet. [Võrgumaterjal] <https://eteenus.keskkonnaamet.ee>.
28. Keskkonnainfo. [Võrgumaterjal]
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTPV9Ifw5B1XWjjUYuJZ3IOYfvK7o5J59>.
29. Sciencedirect. [Võrgumaterjal] <https://www.sciencedirect.com/browse/journals-and-books?subject=engineering>.
30. PRIA. [Võrgumaterjal] <https://kls.pria.ee/kaart/>.
31. Georgia County. „Georgia County Stormwater management manual” . 2016. a.
32. CRIA. The SuDS manual. 2015. a.
33. Keskkonnaagentuur. "100 aastat Eesti ilma(teenistust)". 2019. a.
34. Keskkonnaministeerium. „Eesti seitsmes kliimaaruanne”. 2017. a.
35. Keskkonnaagentuur. „Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100”. 2014. a.
36. Davies, Mackenzie L. „Water and wastewater engineering: design principles and practice”.
 37. Haestad Methods. „Advanced water distribution modeling and management”. Kd. 1.
38. A. Maastik, H. Haldre, T. Koppel, L. Paal. „Hüdraulika ja pumbad”. 1995. a.
39. AS Infragate Eesti töö nr SI6/148-16. Sindi linna jalg- ja jalgrattateede põhiprojekt.
40. OÜ ELKER RMT töö nr Tori 4/19. Sindi linna sademeveeuuring.
41. Sindi linna topo-geodeetiline uuring aastast 2014.
42. Tori Valla arengukava aastateks 2018 - 2030.
43. Määrused. [Võrgumaterjal] <https://www.riigiteataja.ee/index.html>.

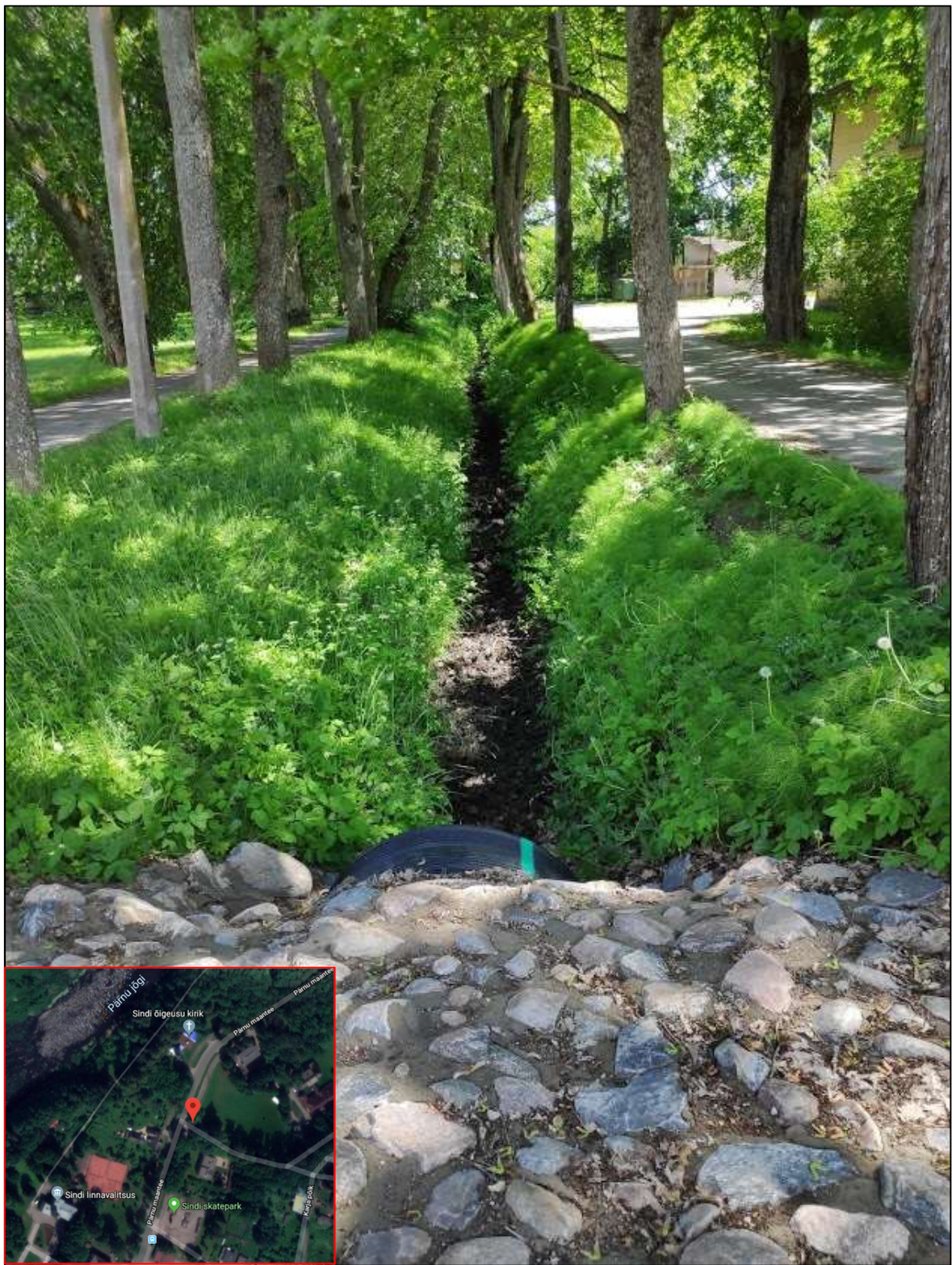
LISAD



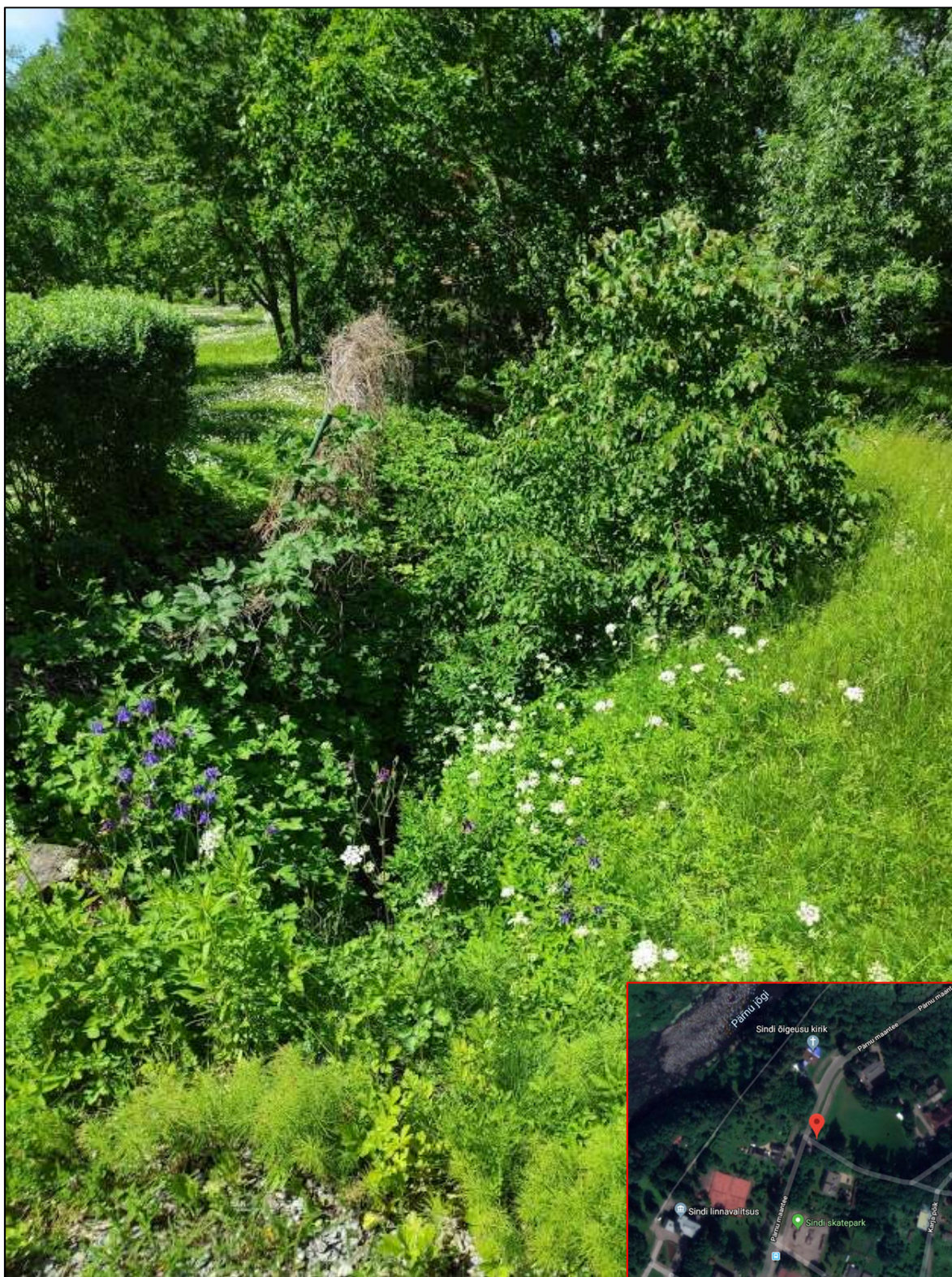
Pilt 1 Kesktänava tänava kraav (juuni, 2019)



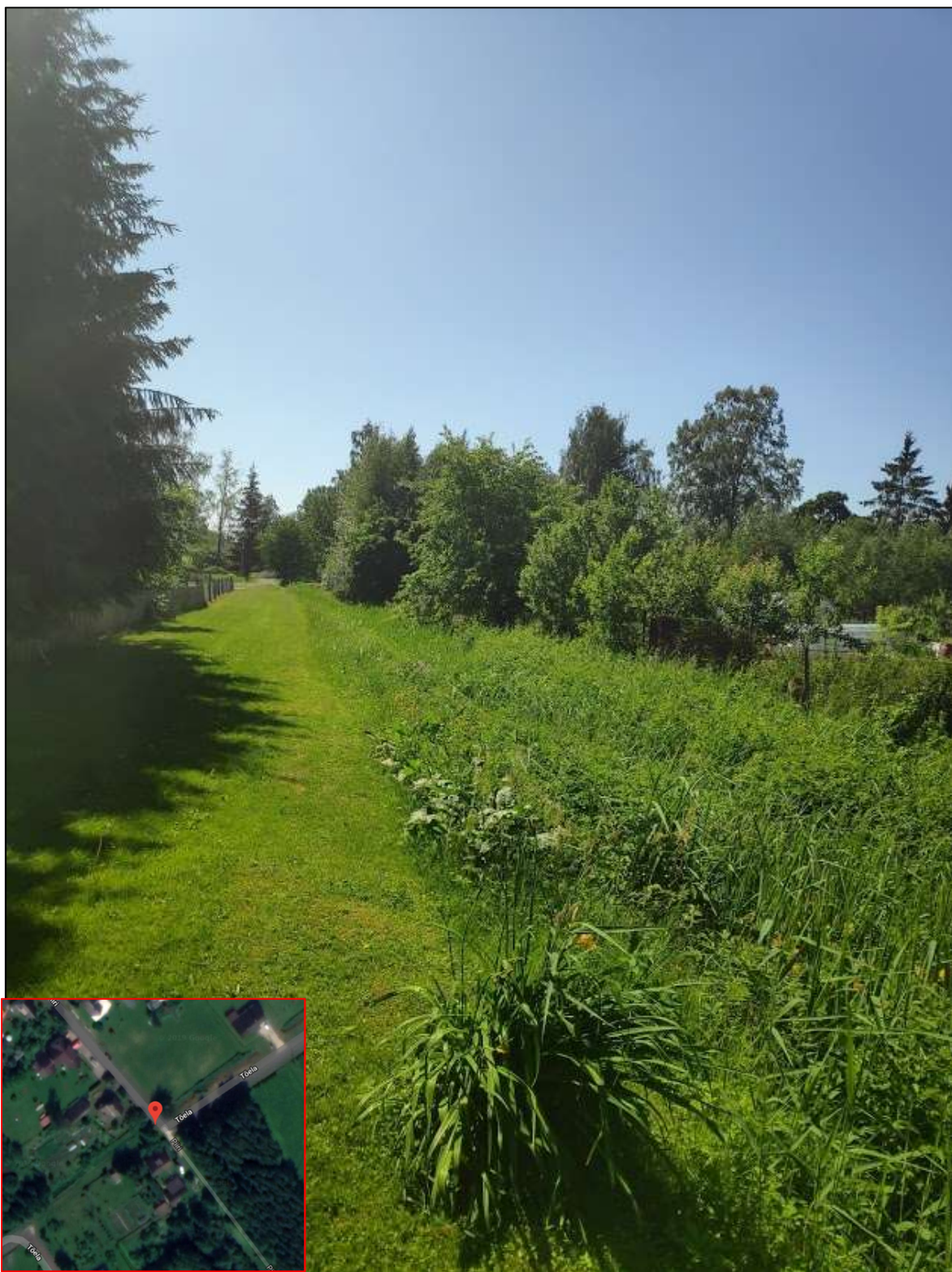
Pilt 2 Supluse tn kraavide lahknemine (juuni, 2019)



Pilt 3 Pärnu mnt kraav vaade (ülesvoolu; juuni, 2019)



Pilt 4 Pärnu mnt kraav vaade (allavoolu; juuni, 2019)



Pilt 5 Tõela peakraav Tõela ja Piiri tänavate ristis (allavoolu; juuni, 2019)



Pilt 6 Tõela peakraav Tõela ja Jalaka tänavate ristis (allavoolu; juuni, 2019)



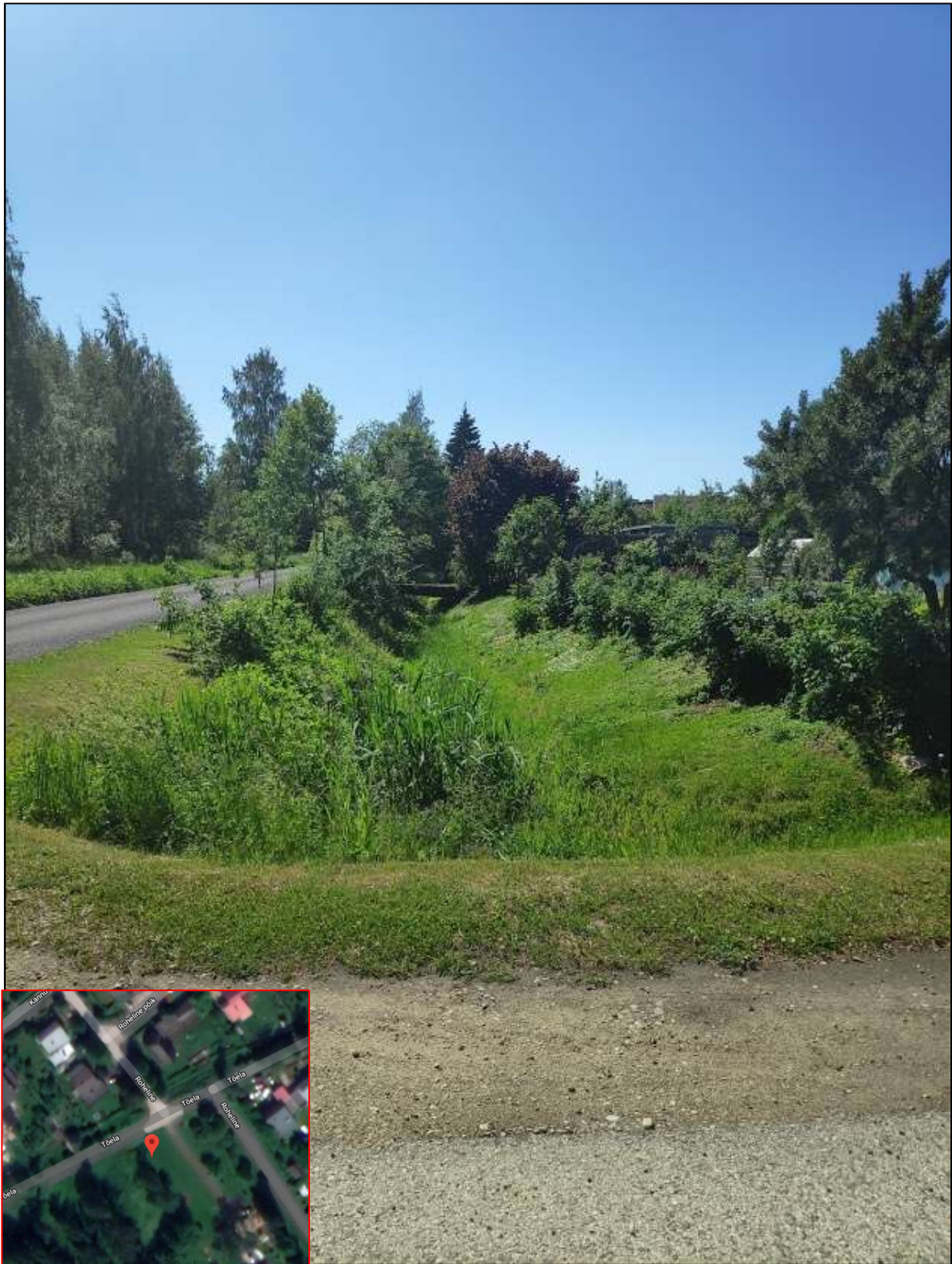
Pilt 7 Tõela peakraav Tõela ja Sireli tänavate ristis (allavoolu; juuni, 2019)



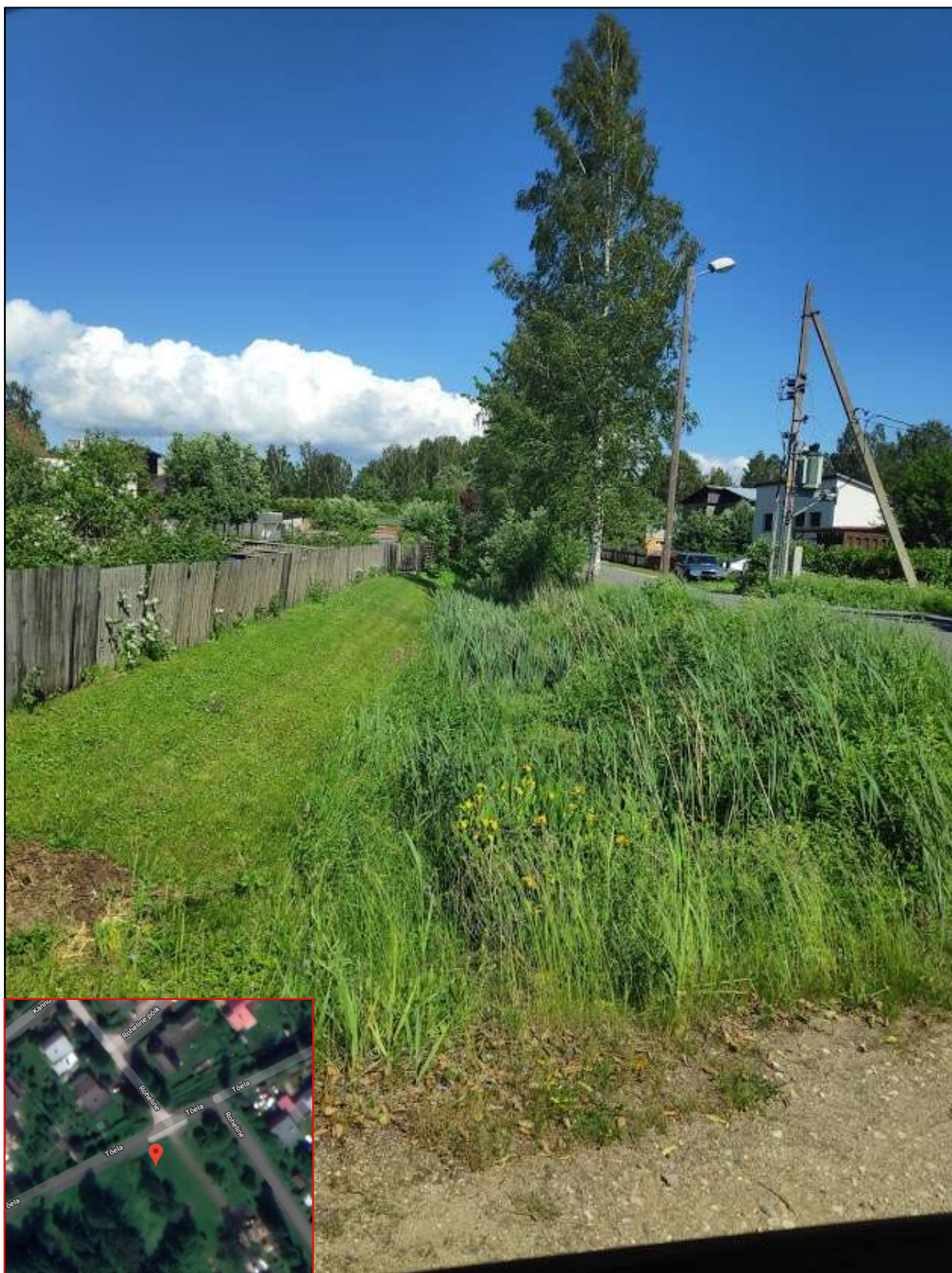
Pilt 8 Tõela peakraav Tõela ja Karja tänavate ristis (ülesvoolu; juuni, 2019)



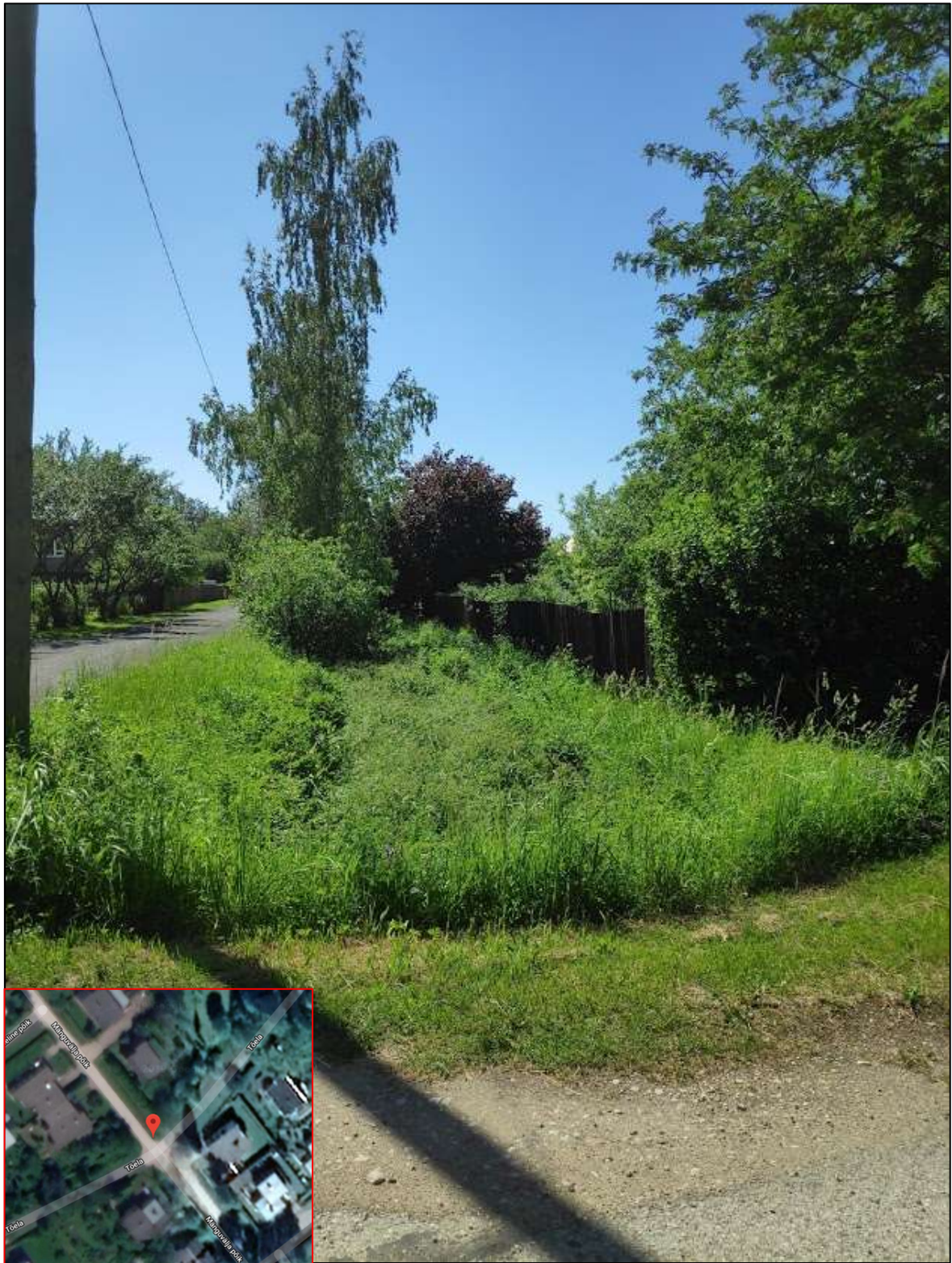
Pilt 9 Tõela peakraav Tõela ja Karja tänavate ristis (allavoolu; juuni, 2019)



Pilt 10 Tõela peakraav Tõela ja Rohelise tänavate ristis (allavoolu; juuni, 2019)



Pilt 11 Tõela peakraav Tõela ja Rohelise tänavate ristis (ülesvoolu; juuni, 2019)



Pilt 12 Tõela peakraav Tõela tänava ja Mänguvälja põik ristis (allavoolu; juuni, 2019)



Pilt 13 Tõela peakraav Tõela tänava ja Mänguvälja põik ristis (ülesvoolu; juuni, 2019)



Pilt 14 Tõela peakraav Mänguvälja põik ja Sambla tänava vahelisel alal (ülesvoolu; juuni, 2019)



Pilt 15 Tõela peakraav Tiigi põik lõpus (allavoolu; juuni, 2019)



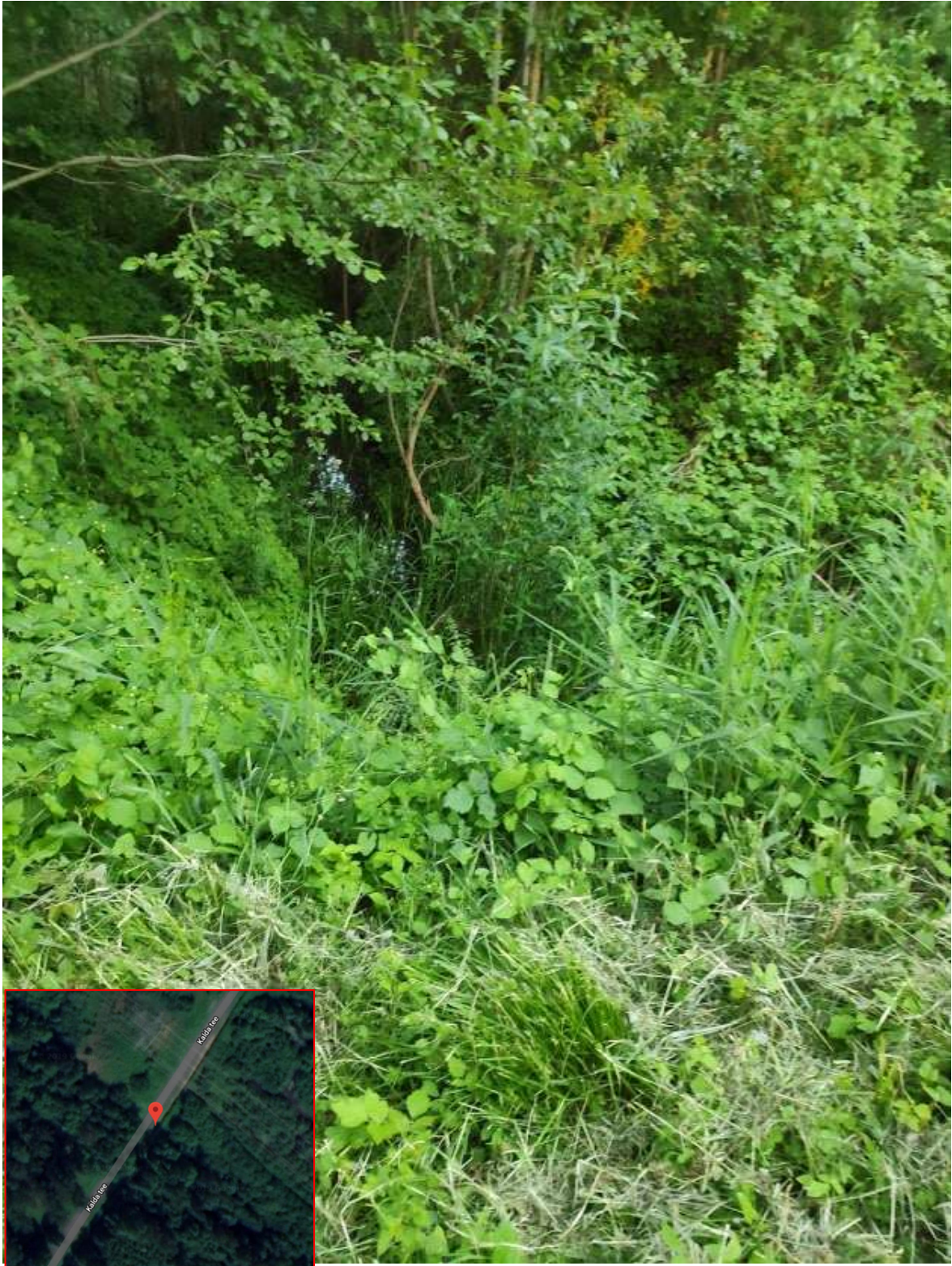
Pilt 16 Tõela peakraav Tiigi põik lõpus (ülesvoolu; juuni, 2019)



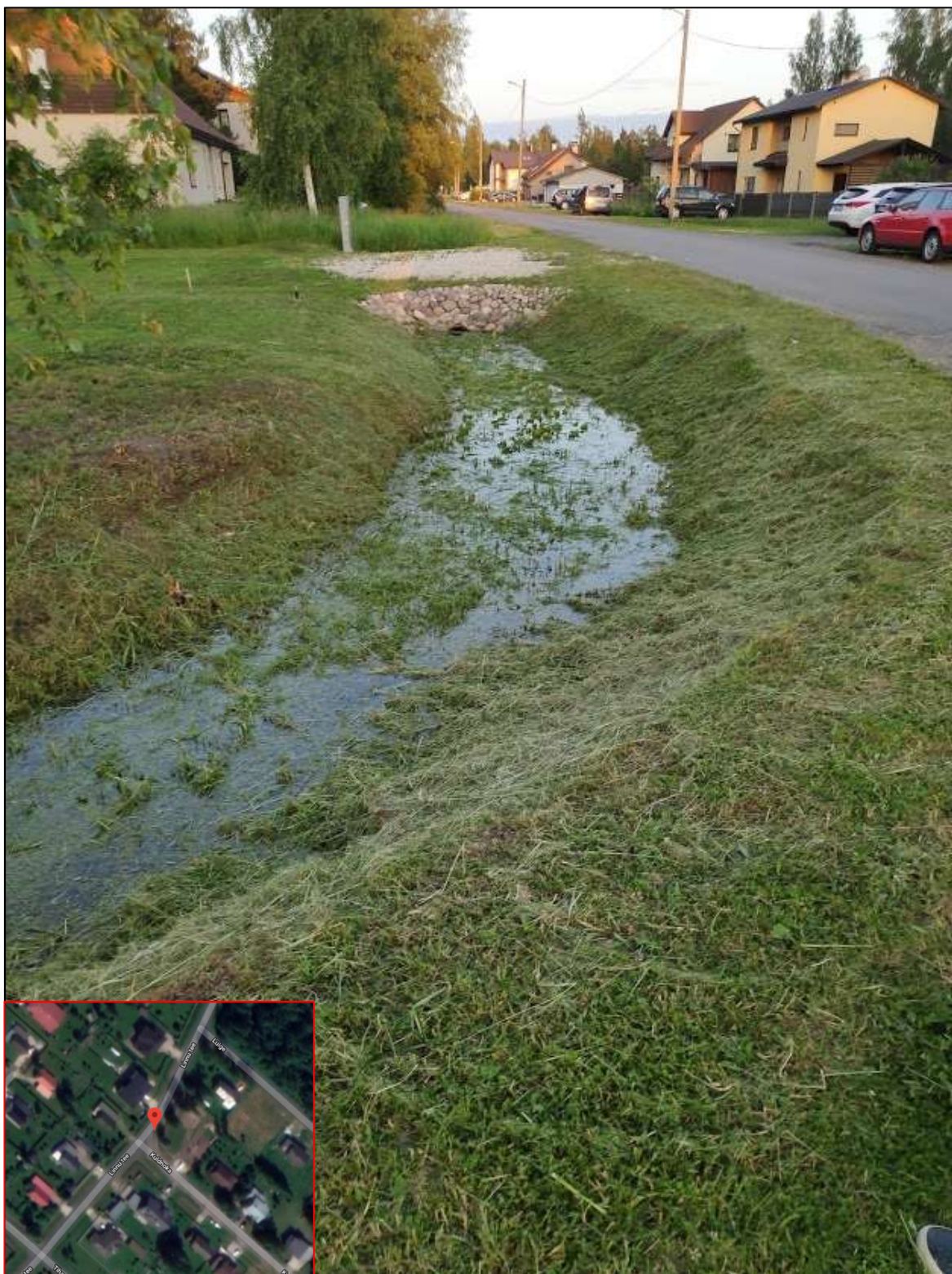
Pilt 17 Tõela peakraavi üks truupidest (Tiigi põik tänava alt; juuni, 2019)



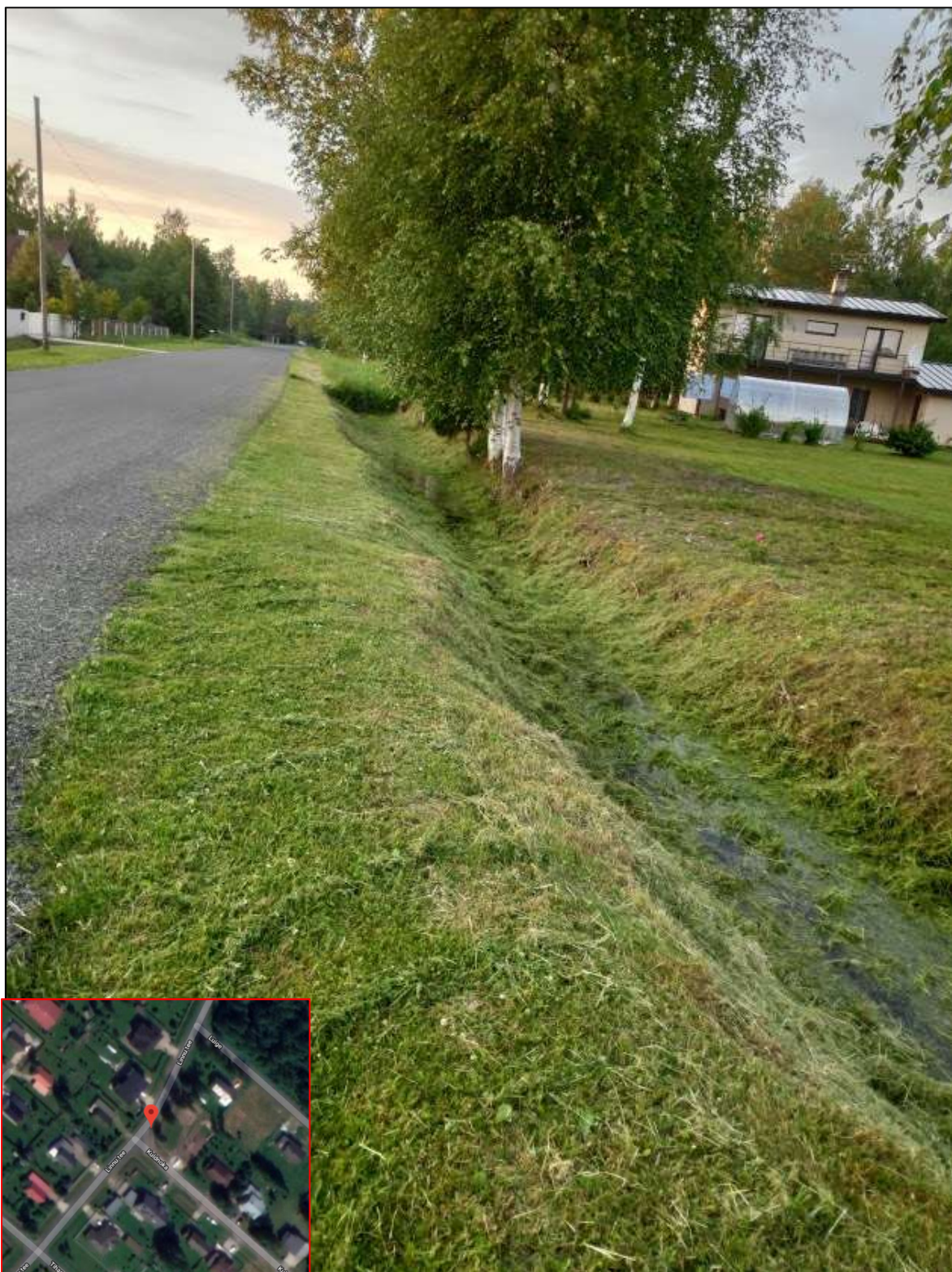
Pilt 18 Tõela peakraavi üks truupidest (Kalda tee alt), allavoolu (juuni, 2019)



Pilt 19 Tõela peakraavi üks truupidest (Kalda tee alt), ülesvoolu (juuni, 2019)



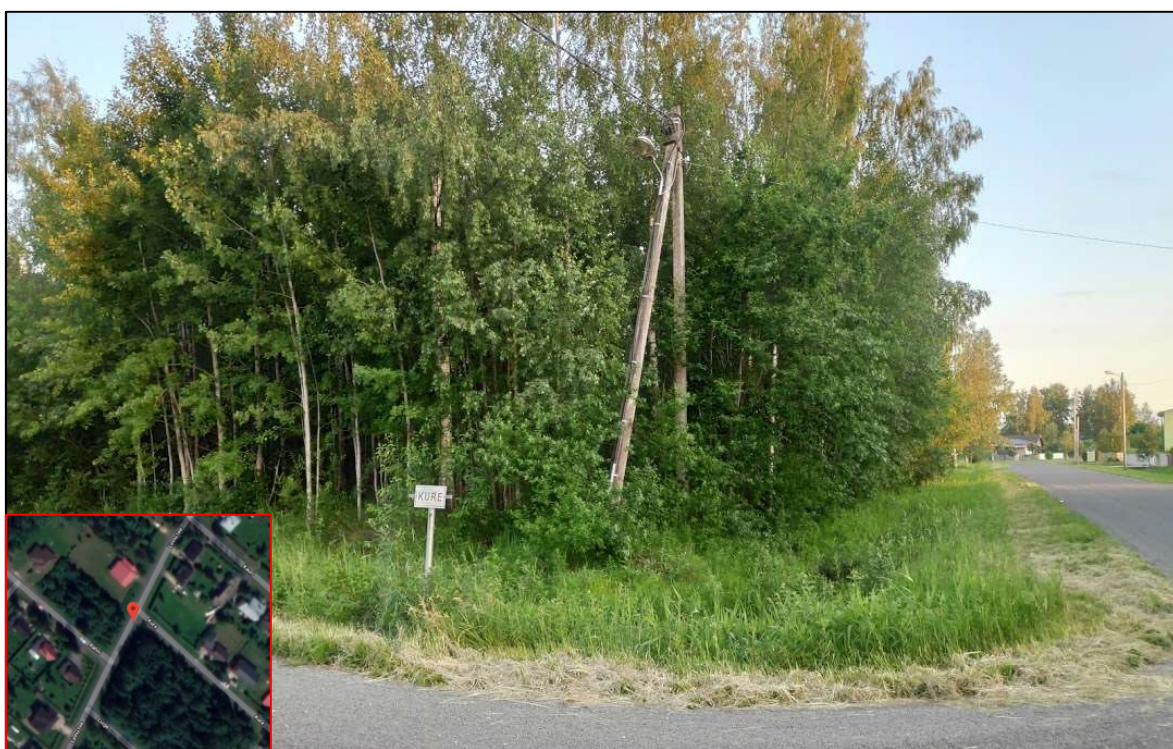
Pilt 20 Seisev vesi kraavis Linnu tee ja Kuldnoka tänava ristil (juuni, 2019)



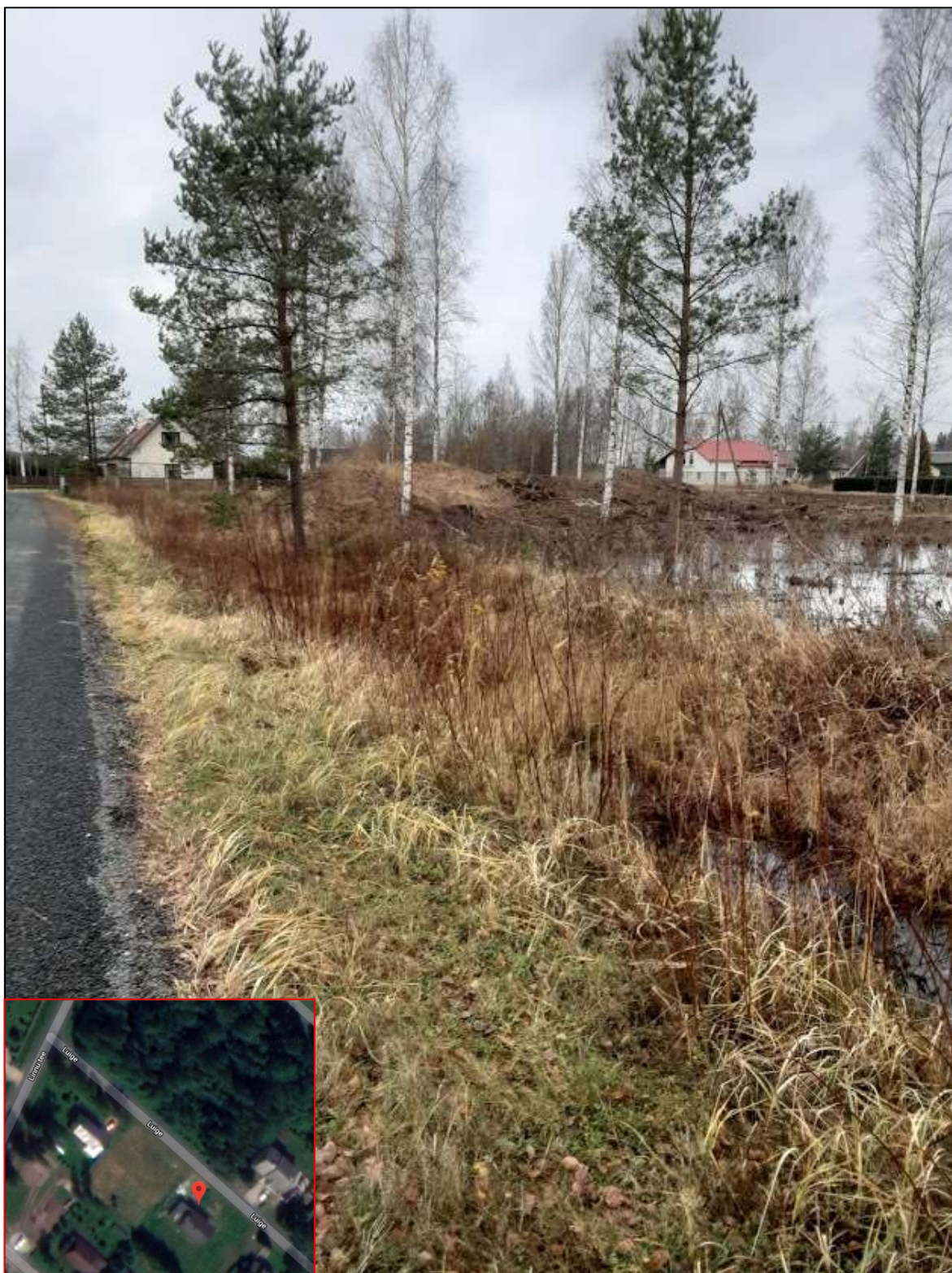
Pilt 21 Seisev vesi kraavis Linnu tee ja Kuldnoka tänava ristil (juuni, 2019)



Pilt 22 Vett täis kraav Kotka puistestel (juuni, 2019)



Pilt 23 Taimestikuga ummistunud kraav Linnu tee ja Kure tänava ristil (juuni, 2019)



Pilt 24 Taimestikuga ummistunud kraav Luige tänaval (november, 2019)



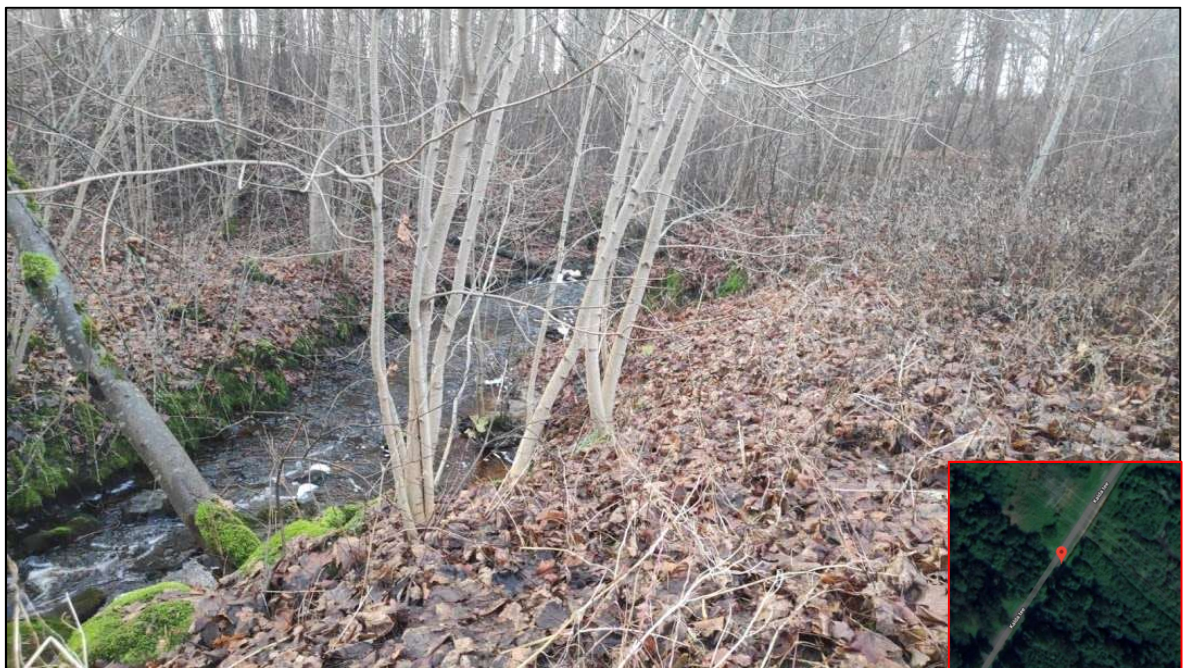
Pilt 25 Tõela peakraavi üks truupidest Kalda tee alt (ülesvoolu; novemver, 2019)



Pilt 26 Tõela peakraavi üks truupidest Kalda tee alt (ülesvoolu; novemver, 2019)



Pilt 27 Tõela peakraavi üks truupidest Kalda tee alt (allavoolu; november, 2019)



Pilt 28 Tõela peakraavi üks truupidest Kalda tee alt (allavoolu; november, 2019)



Pilt 29 Taimestikuga ummistatud Kraav ja truup Kalda tee alt, suunaga Kalda suublasse (ülesvoolu; november, 2019)



Pilt 30 Kalda tee aluse truubi ots suunaga Kalda suublasse (allavoolu; november, 2019)