



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Martin Veltmann

**SÄÄSTLIKUD SADEMEVEESÜSTEEMID PARKLATES
SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEMS IN PARKING LOTS**

Magistritöö

Linna- ja tööstusmaastike korralduse õppekava

Juhendaja: professor Valdo Kuusemets, *PhD*

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Martin Veltmann		Õppekava: LMm 80407	
Pealkiri: Säästlikud sademevee süsteemid parklates			
Lehekülgi: 50	Jooniseid: 13	Tabeleid: 5	Lisasid: 5
<p>Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut</p> <p>Uurimisvaldkond: Keskkonnahoid</p> <p>Juhendaja: PhD Valdo Kuusemets</p> <p>Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2017</p>			
<p>Sademeveega seonduvaid uuringuid ja põhjalikumaid töid on Eestis tehtud vähesel määral. Siiani ei ole keegi välja toonud täpsemaid andmeid selle kohta, kuidas on säästlikud sademeveesüsteemid tööle hakanud ja ennast õigustanud, ning milline on rajamisel kasutatud materjalide valik. Võttes aluseks eelnev informatsioon püstitati magistritöö eesmärgiks võrrelda traditsioonilist sademevee käitlemiseks mõeldud süsteemi ja pakkuda välja kaks säästlikku lahendust, mis peaks Eesti kliimas töötama.</p> <p>Magistritöö koostamisel 2016. ja 2017 aastal vaadeldi erinevaid traditsiooniliselt rajatud parklaid ja nende negatiivseid külgi, mida saab säästlike lahenduste puhul vältida. Eraldi käsitlust leidis erinevate lahenduste puhul mõju ümbritsevale keskkonnale ja kahjulikkuse võimalik vähendamine rajades säästlikke sademevee ära juhtimissüsteeme.</p>			
Märksõnad: Säästlik, parkla, sademevesi, loodushoid.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Martin Veltmann		Specialty: LMm 80407	
Title: Sustainable drainage systems in parking lots			
Pages: 50	Figures: 13	Tables: 5	Appendixes: 5
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research: Environmental protection Supervisors: PhD Valdo Kuusemets Place and date: Tartu 2017			
<p>There are not many detailed researches made about drainage systems in Estonia. The data about working sustainable drainage systems and the materials used for building are not specified so far. According to that the aim of the master's thesis is to compare traditional drainage system to two sustainable drainage systems that should work in Estonian climate.</p> <p>Different traditionally built parking lots were observed during 2016 and 2017 and pointed out negative sides that could be avoided when using sustainable systems. Extra attention was put on the influence of the environment and diminishing harmful effects in using sustainable drainage systems.</p>			
Keywords: Sustainable, parking lots, freshet, environmental protection.			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
1.1. Sademevesi	8
1.1.1. Sademevee käitlemine	9
1.1.2. Sademevee äravoolusüsteemid	9
1.1.3. Traditsioonilised sademeveesüsteemide lahendused.....	10
1.1.4. Drenaaž.....	12
1.1.5. Keskkonda säästvad sademeveesüsteemid	13
1.1.6. SUDS süsteemide eelised traditsiooniliste süsteemidega võrreldes.....	16
1.2. Seadusandlus	17
1.2.1. Sademevee strateegia.....	17
1.2.2. Parklate planeerimine ja projekteerimine	18
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	20
2.1. Erinevate parkla katendite tüüpide projekteerimise alused	22
2.2. Erinevate parameetrite hindamine parkla valikul	24
2.3. Säästliku sademevee süsteemiga parkla	24
2.3.1. Parkimiskohtade projekteerimise põhimõtted	25
2.3.2. Ehitusmaksumuse arvutamine	26
2.4. Tüüpparkla – asfaltbetoon	27
2.4.1. Asfaltbetoonist parkla ehitusmaksumus	27
2.4.2. Mõju keskkonnale	28
2.5. Dreenasfalt.....	30
2.5.1. Dreenasfaldi ehitusmaksumus	31
2.5.2. Dreenasfaldi eelised võrreldes tüüpparklaga.....	32
2.6. Murukivi katend	32
2.6.1. Murukivist katendi ehitusmaksumus	33
2.6.2. Murukivist parkla eelised	34
2.7. Keskkonnamõjude hindamine	35

3. TULEMUSED	36
3.1. Lisavõimalused säästlike sademevee süsteemidega parklate rajamisel	37
4. ARUTELU	38
KOKKUVÕTE	39
KASUTATUD KIRJANDUS	40
SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEMS IN PARKING LOTS	42
SUMMARY	44
LIHTLITSENTS.....	45
Lisa 1 Asfaltbetoon katend.....	46
Lisa 2 Dreenasfalt katend	47
Lisa 3 Murukivi katend	48
Lisa 4 Dreenasfalt PA 16.....	49
Lisa 5 Dreenasfalt PA20.....	50

SISSEJUHATUS

Eestis kliimas on aastane keskmine sademete hulk keskmiselt 550-750mm. Sellest tingituna on teed, tänavad ja parklad sageli halvast sademevee süsteemide olukorrast veega üle ujutatud.

Sademevesi nõuab eraldi käitlemist ja hetkel pole enamuses parklates olukord eriti säästlik. Vee ära juhtimisega on probleeme isegi siis, kui kasutatakse restkaevusid. Eksploatatsiooni käigus tekkinud vajumised ja muud deformatsioonid raskendavad antud olukorda veelgi.

Magistritöös tuuakse välja mujal maailmas kasutusele võetud parklate imbeesüsteemide lahendused, ning pakutakse välja mida neist võiks kombineerituna Eestis kasutusele võtta. Peamiselt uuritakse erinevaid konstruktsioonide lahendusi. Kaheks peamiseks uuritavaks kattematerjaliks on dreenasfaldist katend ja murukivi katend. Mõlemad materjalid lasevad vett läbi ja sellisel juhul ei ole tavapärased kaevu- ja torusüsteemid otseselt vajalikud.

Kaevudeta tehnoloogiat on Eestis juba kasutatud, kuid mitte asfaltkatte puhul. Näitena töötab murukivi kate samal põhimõttel ja seda on väiksemate parklate puhul korduvalt rakendatud.

Erilist tähelepanu nõuab Eesti kliima, sest talvisel perioodil tuleb silmas pidada külmumistsükleid, mis ummistavad materjalide poorid ja vesi ei saa piisaval määral filtreeruda. Positiivse näitena võib välja tuua selle, et parklate puhul reeglina kloriide ei kasutata, sellest lähtuvalt on materjalide eluiga oluliselt pikem kui linnale kuuluvates parklates.

Säästlikute sademevee süsteemide tehnoloogia eeliseks on see, et parkla vertikaalplaneerimise vajadus restkaevude nõudeid arvestades kaob ära. Õigusaktides ei ole eraldi säästlikke sademevee süsteeme käsitletud, sest siiani on puudunud otsene vajadus ja kohustus. Täpsemalt reguleerib parklate ehitust standard EVS 843:2016

„Linnatänavad“, kus on välja toodud parklate parameetrid üldisemalt. Lisaks sellele on igal omavalitsusel õigus kehtestada omapoolsed tingimused parklate rajamisel ja sademevee käitlemisel. Sealjuures on parklate ehitus ja projekteerimistingimused suhteliselt üldsõnalised ja konkreetseid juhiseid sademevee käitlemiseks ilma torusüsteemideta ei anta.

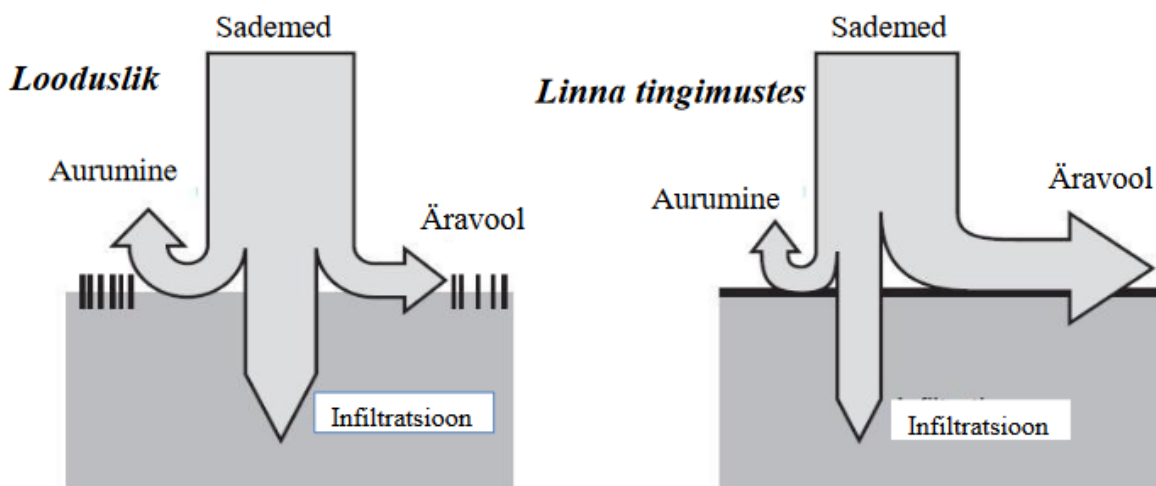
Käesoleva magistritöö peamine eesmärk on leida võimalikult optimaalne lahendus sademevee käitlemiseks parklates, millest võidaks eelkõige keskkond, parklate omanikud ja nende kasutajad. Erinevad innovaatilised ideed võiksid avardada silmaringi, et antud olukorda saab efektiivsemalt lahendada kui seni on harjutud.

Teema valiku tingis asjaolu, et magistritöö koostaja töötab igapäevaselt teedeehituse erialal objektijuhi/projektijuhina ja puutub töös välja toodavate temadega tihedalt kokku. Teades detailselt kõiki parkla rajamise protseduure ja kitsaskohti, tuuakse töös välja lahendused mis peaksid parklate rajamist oluliselt efektiivsemaks muutma.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Sademevesi

Sademevesi on vihma, lume või rahena taevast tulnud vesi. Sademetest pärinev vesi, mis koheselt ei aurustu, moodustab kas otsese maapealse äravoolu veekogusse või infiltreerub pinnasesse. Sademed liigitatakse kolmeks: vedelaks, tahkeks ja segatüüpi sademeteks. Väikese intensiivsusega sademete puhul liigub vesi otse pinnasesse suurendades selle niiskust ja imbudes omakorda pinnasevette, et toita pinnasevee äravoolu. Intensiivsete sademete korral langeb maapinnale rohkem vett kui pinnas jõuab sisse imada. Selle olukorra tulemusel tekib sademete jääk, mille ära juhtimisega tuleb eraldi tegeleda (Pachel 2014: 4).



Joonis 1. Sademevee kujunemine (Pachel 2014: 7).

Eestis on järjest sagedasemad talved kus sajab rohkem vihma kui lund ja temperatuurid püsivad 0°C juures, seetõttu tuleb enamus osa aastast tegeleda voolava veega. See

omakorda vähendab olukorda, kus külmunud pinnase tõttu pole sademeveel kuskile imbuda. Kanalisatsiooni juhitava sademevee puhul on torusüsteemid reeglina rajatud külmumispiirist sügavamale.

1.1.1. Sademevee käitlemine

Sademevee käitluses seostatakse probleeme peamiselt linnastumisega. See toob endaga kaasa rohkem vett mitteläbilaskvat pinda, takistab maha sadanud vee loomulikku imbumist pinnasesse (Sademevee käitlemine 2017). Linnalähedaste ja linnapiirkondade vähene taimestik, ehitamisest tingituna pinnase tihendamine, kõvakattega pindade suur hulk ning kuivendus- ja kanalisatsioonisüsteemid vähendavad selgelt sademe- ja sulamisvee imendumist. Seetõttu tekib vajadus luua liigse sademevee ning lume sulamisvee ära juhtimiseks sademevee kanalisatsioon või drenaažisüsteem.

Kui pinnase iseloom, sademevee kvaliteet, õigusaktid ja muud asjaolud seda lubavad, immutatakse sademevesi või vähemalt osa sellest samal alal, kus nad tekivad. Kui sademevett ei saa immutada, tuleb võimalusel sademete tekkekohas äravoolu aeglustada. Muul juhul tuleb sademevesi edasi juhtida tõkestava ja viivitava immutussüsteemiga, nt kraavide, lohkude jms kaudu, kus vesi saab imbuda pinnasesse ja seda takistab taimestik ning vesi saab aurustuda (Piirsalu 2016: 5).

Probleemideks võib lugeda sademevee tekkekohas sademevee immutamise ja loodusliku puhastamise võimaluse vähenemise. Sellest tulenevalt sademevee tippvooluhulgad suurenevad ja ühtlasi sagenevad, mis omakorda toob kaasa üleujutusohu suurenemise ja omakorda sademevee reostumise. Katuste, tänavate ja parklate “pesemiseks” piisab juba väikesest vihmahoost, mis võib kahjustada suublat ning reostada vett (Pachel 2014: 6).

1.1.2. Sademevee äravoolusüsteemid

Peamiselt kasutatakse pinnasevee suunatud ära juhtimiseks äravoolu- või drenaažitõusid. Detailsemalt võib sademevee kogumise jagada kaheks, avatud ja kinniseks süsteemiks.

Sademevee äravoolusüsteemid peavad tagama tänavamaalt sademevee ära juhtimise. Linnades või linnalistes asulates nõutakse suletud sademevee ära juhtimise süsteeme.

Suletud sademevee kanalisatsiooni puudumisel tuleb kavandada lahtine sademevee äravoolusüsteem. Lahtine süsteem peab olema ohutu ja avalikult käidavates kohtades tuleb voolukiirust üle 2 m/s vältida.

Küvettide ristumiskohta kvartali sissesõiduteedega, mahasõiduga ja ristmikega paigutatakse vähemalt 0,5 m läbimõõduga trüübid, erandina läbimõõduga 0,4 m, kui see tagab arvutusliku vooluhulga läbilaskvuse. Lahtise sademevee äravooluvõrgu pikikalle võetakse võrdseks tänava või sissesõidutee kaldega.

Juhul, kui sademevesi juhitakse küvetist või muust kraavist kanalisatsiooni, tuleb enne suubumist torustikku või veekogusse kavandada liiva- ja õlipüüdur ning neisse suubuva torustiku suudmele suuremate ujuvesemete püüdmiseks võre. Kraavidest vee suunamise avatud veekogusse võib kavandada kas loodusliku või poolloodusliku luha kaudu, kui see lahendus on kooskõlastatud keskkonnateenistusega.

1.1.3. Traditsioonilised sademeveesüsteemide lahendused

Traditsioonilisteks sademeveesüsteemideks nimetatakse torustike ja kaevude kogumit mille abil vesi juhitakse kattelt ära. Parklast kokku kogutud reostunud sadevesi puhastatakse vajalike õlipüüduritega enne veekogusse või torukollektoritesse jõudmist. Selliseid laialt levinud süsteeme kasutatakse ülekaalukalt enamuses Eesti linnades ja mujal maailmas.

Samas on traditsiooniliste lahendustega seotud mitmed probleemid. Suurema liiklusintensiivsusega linnas suureneb oluliselt sademevee reostatus, mis tähendab, et tekib vajadus sademevee puhastamiseks. Eraldi vajab käsitlemist sademevee ära juhtimine järvedesse, mille kohta on esitatud kõrgendatud nõuded vee kvaliteedile.

Lisaks sellele on puuduseks looduslike linna läbivate eesvoolude (vooluveekogud jõed, ojad ja kraavid) vähesus ja väiksus, mistõttu tuleb sademevee suunamiseks kasutada pikki torustikke. Sellega võivad kaasneda valingvihmadest tekkivad ajutised üleujutused, kui torustikud ei suuda korraga suurt kogust vett vastu võtta. Kanalisatsioonis voolavat

sademevett, mis on kogutud linna piirkondades vett mitte läbilaskvatelt pindadelt, nimetatakse valinguveeks. Olulisteks parameetriteks on vee kogus ja selle kvaliteet (Sademevee käitlemine 2017).

Kõvakattega parklate sademevee kogumiseks võib kasutada restidega varustatud sademeveerenne (joonis 2). Restkaevude (joonis 3) puhul peab resti pind teekattele toetuva resti puhul olema teekattega samal tasapinnal või katte pinnast madalamal, et tagada vee äravool. Veekihi sügavus rentsulis ei tohi ületada 3cm, samas on soovitatav sügavus 2cm.



Joonis 2. Äravoolurenn. Allikas: superceiling [www]



Joonis 3. Restkaev. *Allikas:* wordpress [www]

Ühe restkaevu valgala ei tohi ületada 600 m² asfalt- ja 1000 m² kruuskatendi korral. Sealjuures on keelatud ühendada reovett ega sügavdrenaaži. Juhul kui sademevesi juhatakse küvetist kanalisatsiooni, tuleb küvetile ennem suubumist torustikku rajada liivapüüdur ja torustiku suudme kindlustusele paigaldada suuremate ujavesemete püüdmiseks võre (Pipelife Eesti AS 2009).

1.1.4. Drenaaž

Katend peab kandevõime säilitamiseks olema kuiv vähemalt 0,5 m ulatuses. Pinnasevee taseme alandamiseks teekatendi all tuleb ette näha drenaaž. Dreenil peab olema kuivendatava kihiga vett läbilaskev side. Pinnasevee otsest sattumist dreeni saab tõkestada veetiheda kihi abil.

Ehitusdrenaaži ja teda ümbritseva materjali ülesandeks on koguda vett. Drenaaž rajatakse topeltseinaga gofreeritud torust, kuid erinevalt sajuveetorust on toru seinad lõhestatud, ning ühendused tihenditeta ehk liivatihedad. Drenaažitorustiku oluliseks osaks on kaevud, nende kaudu saab ummistuste korral dreene läbi pestes torustiku taas puhtaks ja töökorda.

Kontrollkaev tuleb rajada minimaalselt torustiku igas teises pöördepunktis, sest ühe kaevu kaudu saab hooldada mõlemat torustiku osa. Korralikul drenaazikaevul on kinnine kaas, settekott kaevu allosas liiva kogumiseks ning avatavad toruliitmikud (Vürmer 2017).

1.1.5. Keskkonda säästvad sademeveesüsteemid

Säästlikud sademeveesüsteemid - edaspidi *SUDS* (sustainable urban drainage systems) tööpõhimõte on vastupidine traditsioonilistele sademeveesüsteemidele. Säästliku sademeveekäitluse peamine eesmärk on vähendada sademevee kiiret jõudmist kanalisatsiooni, eelnevalt hajutada ning immutada sademevett niipalju kui võimalik selle tekke kohas. Selleks tuleb rajada immutusribasid, nõvasid, vett läbilaskvaid kõnniteid, parklaid, rohekatusid ja- seinu. Need erinevad lahendused kasutavad looduslikke taimedel baseeruvaid süsteeme, mistõttu tähendab säästlik sademevee käitus kogu ala tervikplaneerimist ja rohealade kujundamist laiemalt. Sellest tulenevalt suureneb loodusliku mitmekesisus, rohelus, multifunktsionaalsus ning esteetilise väärtus linnaruumis (4people OÜ 2017).

Drenaazi süsteemid saavad kaasa aidata säästlikule arengule ja parandavad keskkonda kus me elame ja töötame, palanseevades erinevaid võimalusi ning esitades uusi väljakutseid, mis kaasnevad linnastumise ja selle arenguga. Eesmärgiks on efektiivselt käidelda pinnasevett ja säilitada vee bioloogiline mitmekesisus, seda võib kokkuvõtlikult nimetada säästlikuks sademevee süsteemiks - SuDS.

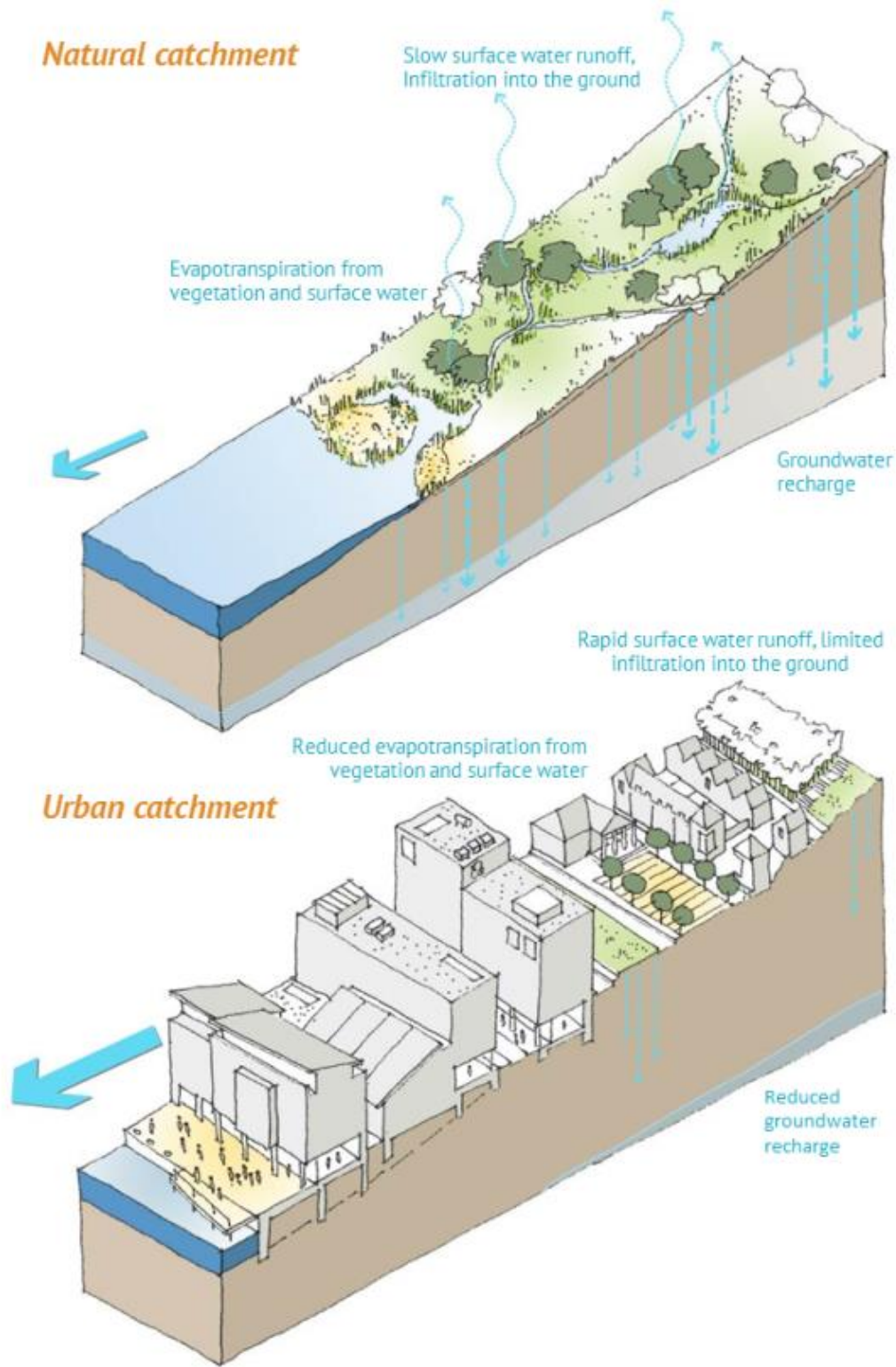
SuDS jälgendab loodust ja käitleb sademevett selle sadamise kohas või selle lähedal. SuDS süsteeme võib ka projekteerida transportimaks pinnasevett kaugemale, siis tuleb äravoolu vee kiirus aeglustada enne kui see torusüsteemi jõuab. Seda süsteemi saab kasutada kohtades kus on nn looduslikud imbalad, mis võimaldavad veel pinnasesse filtreeruda või aeglaselt aurustuda.

SuDS drenaazi süsteemid võimaldavad olla keskkonnasäästlikud põhjustades minimaalset või mitte pikaajalist kahjulikku mõju keskkonnale. Sageli käsitletakse seda kui mitmete süsteemide tervikut, kontrollides konstruktsioone ja drenides pinnasevett, vähendades reostumist ja käsitledes mõju veekogude vee kvaliteedile.

SuDS süsteemide peamiseks puudusteks on suurem ruumikasutus, seetõttu võib olemasolevatesse linnadesse selliste süsteemide rajamine esialgu praktiliselt võimatu tunduda. Juba planeeringu käigus tuleks linnapilti ette näha imbpeenraid, imbkraave, mahuteid, tiike ja muid vee kogumise kohti, mille detailne läbimõtlemine aitab lahendada mitmeid suuremaid probleeme viide?

Seda meetodit ei saa kasutada linna kompaktses keskkonnas, kus maa on kallid ja hoonetest vaba ala on reeglina teede või kommunikatsioonidega hõivatud. Sademevee vooluhulkasid on võimalik vähendada ja pikendada kokku voolu aega vabaplaneeringuga linnaosades. Samuti on sademevee immutamiseks sobivad uued individuaalelamurajoonid (Tallinna sademevee strateegia aastani 2030 2012: 4)

Järgnevalt on välja toodud kuidas säästlik sademevee süsteem linna tingimustes töötab (joonis 2), vähendades pinnasevee äravoolu hulkasid katte pinnalt. Võimaldades vett looduslikult käidelda kui torusüsteemid ei tule lühiajaliste üleujutuste korral sademeveega enam toime.



Joonis 2. Säätlik sademevee süsteem – SuDS

1.1.6. SUDS süsteemide eelised traditsiooniliste süsteemidega võrreldes

Maismaalt tulenevad liigveeprobleemid on enamasti seotud sademetega. Sademete ära juhtimiseks kasutatakse sademeveesüsteeme, mis jagunevad üldpildis kaheks: traditsioonilised sademeveesüsteemid ja SUDS süsteemid. Tänapäeval peame traditsioonilisteks sademevee süsteemideks sademeveetorustikke, või ka tavalisi kraave, mille eesmärgiks on vesi kiiresti ära juhtida. SUDS süsteemide põhimõte on üldjoontes vastupidine.

Maha sadanud vett kogutakse ning hoitakse ajaks, kui väliskeskkond on kuiv ja kuum. Tänaeni ei ole SUDS süsteemid Eestis väga laialt levinud, sest Eestis ületavad sademed aurumist ja kliima on üpriski niiske. Nimetatud süsteemid on üldjoontes ka kallimad ning seetõttu ei ole neid Eestis ka eelistatud. Erinevate prognooside kohaselt ennustatakse Eestisse sademete hulga suurenemist, kuid samas ka kuumapäevade arvu kasvu (Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid, Mait Sepp, 2015). Sisuliselt vihmajad intensiivistuvad, mis tähendab, et ajahetkes on vaja ära juhtida suuremaid vooluhulki ning samas on rohkem kuumi päevi, mil keskkond on kuiv ja kuum. Sellest tulenevalt on ka meie keskkonnas üha mõistlikum kasutada just SUDS süsteeme.

Hoides vett linnapildis kinni, muudab see õhu niiskust suuremaks, mis teeb kuumadel päevadel keskkonna elusolenditele sõbralikumaks, suurte sademete ajal võimaldab mahutada liigset vett, ning seeläbi vähendab võimalikke üleujutusi. Ka äsja valminud sademeveetorustike puhul võib tulevikus tekkida moment, et nende projekteerimisel ei ole arvestatud sademevee hulkade suurenemisest tingitud vooluhulkade suurenemisega.

Lähtuvalt piirkonna heakorrast ja vette sattuvast reostuskoormusest tuleb mõelda endiselt vee puhastamisele. Olemas on standardid ja seadused, mis annavad suublasse juhitava veele teatud tingimused, mis peavad olema täidetud. Seni kuni vett juhitakse ära torustikega läbi erinevate tehislake puhastite on asja kerge kontrollida. Kuid kuidas kontrollida seda vee immutamisel? Kui sademevett juhitakse ära reostunud aladelt, sisaldab see lisaks orgaanilisele reostusele ka raskemetalle ja paljut muud, mille lagundamisega loodus suurtes kogustes hakkama ei saa. Nimetatud osakesed tuleb keskkonnareostuse vältimiseks kokku koguda.

Erinevad uuringud näitavad, et SUDS süsteemides reostus väheneb oluliselt, kuid tõdetakse et otse maasse immutamisel tuleb siiski arvestada võimaliku põhjavee reostamisega. Selle riski maandamiseks tuleb vajadusel tehnilisi lahendusi modifitseerida tehnilike puhastitega. Tehnilise lahenduse valik sõltub konkreetsest keskkonnast ja piirkonna reostatuse tasemest. Immutamisele võib mõelda, kui on tegu näiteks katuselt koguneva veega. Kui vesi voolab kokku mööda asfaltkatteid ei ole otsejoones immutamine (nt imbkaevu kasutamine) siiski soovitatav. (Urmas Nugin 2016)

1.2. Seadusandlus

Liiklusseadus § 2 punkti 50 kohaselt on parkla sõidukite parkimiseks ettenähtud ehituslikult või liikluskorralduslikult kujundatud ala, mille moodustavad parkimiskohad ja neid ühendavad teosed. Parklad on mõeldud sõidukite juhuslikeks lühiajalisteks peatumisteks.

Parkla rajamisel tuleb esmalt taotleda kohalikult omavalitsuselt (KOV) projekteerimistingimused parkla rajamiseks. KOV projekteerimistingimuste väljastamisel otsustab kas anda ehitusõigus ja seejärel sätestab ehitusprojekti tingimused. Saanud projekteerimistingimused parkla laiendamiseks, tuleb tellida parkla laienduse ehitusprojekt ja hankida kooskõlastus tehnovõrkude omanikelt.

1.2.1.Sademevee strateegia

Sademevee strateegia on valdkonna arengu alusdokument, mis annab üldised meetmed linna arendamiseks. Strateegia sõnastab valdkonna arendamise põhilised eesmärgid ning sisaldab üldist tegevusplaani nimetatud eesmärkide saavutamiseks. Strateegia alusel koostatakse järgnevates etappides tegevuskava ja perspektiivskeem. Strateegia põhimõtteid arvestatakse üld- ja detailplaneeringute ning ehitusprojektide koostamisel (joonis 3).

Tegevuskavas tuleb välja tuua erineval lahendusalternatiivid, eelistama peab lokaalset sademevee käitlemist. Välja peab tooma ülevoolude kogused ühiskanalisatsioonist ja lahendusastme, mis peavad vastama Vabariigi Valitsuse määruse 269 „Heitvee

veekogusse või pinnasesse juhtimise kord“ nõuetele. Strateegia alusel koostatakse tegevuskava ja perspektiivskeem.

Üldplaneeringu eesmärk on kogu valla või linna territooriumi või selle osa ruumilise arengu põhimõtete ja suundumuste määratlemine. Üldplaneeringu koostamisel on kohustuslik keskkonnamõju strateegiline hindamine.

Detailplaneering koostatakse kohaliku omavalitsuse üksuse territooriumi osa kohta. Eelkõige on detailplaneeringu eesmärk üldplaneeringu elluviimine ja planeeringualale ruumilise terviklahenduse loomine (Planeerimisseadus 2015, § 124 lg 2). Ehitusprojekt on ehitise või selle osa ehitamiseks ja kasutamiseks vajalike dokumentide kogum, mis koosneb seletuskirjast, tehnilistest joonistest, hooldusjuhendist ja muudest asjakohastest dokumentidest (jooniseid selgitavad skeemid, tabelid, graafikud, ekspertiiside ja uuringute aruanded ja muud dokumendid) (Nõuded ehitusprojektile 2015, § 3)



Joonis 3. Strateegia põhimõtted (Tallinna sademevee strateegia aastani 2030 2012: 9).

1.2.2. Parklate planeerimine ja projekteerimine

Sõidukite parkimine lahendatakse koos tänava planeerimisega, sealjuures tuleb üldplaneeringuga määrata parkimispoliitika, parkimisnormatiivi rakendamise üldised põhimõtted ja parkimist käsitlevad nõuded ja soovitused.

Detailplaneeringu käigus tuleb täpsustada parkimisnormatiivi rakendamise põhimõtted, sobitada valitud lahendus keskkonda ja vajadusel näha ette parkla etapiviisilise ehitamise võimalus.

Ehitusprojekti tuleb määrata plaanilahendus ja vertikaalplaneerimine, parkla konstruktsioon. Lisaks sellele tuleb välja tuua parklaga seotud tehnovõrgud ja liikluskorraldusvahendid, ning haljastus (Tallinna sademevee strateegia aastani 2030 2012).

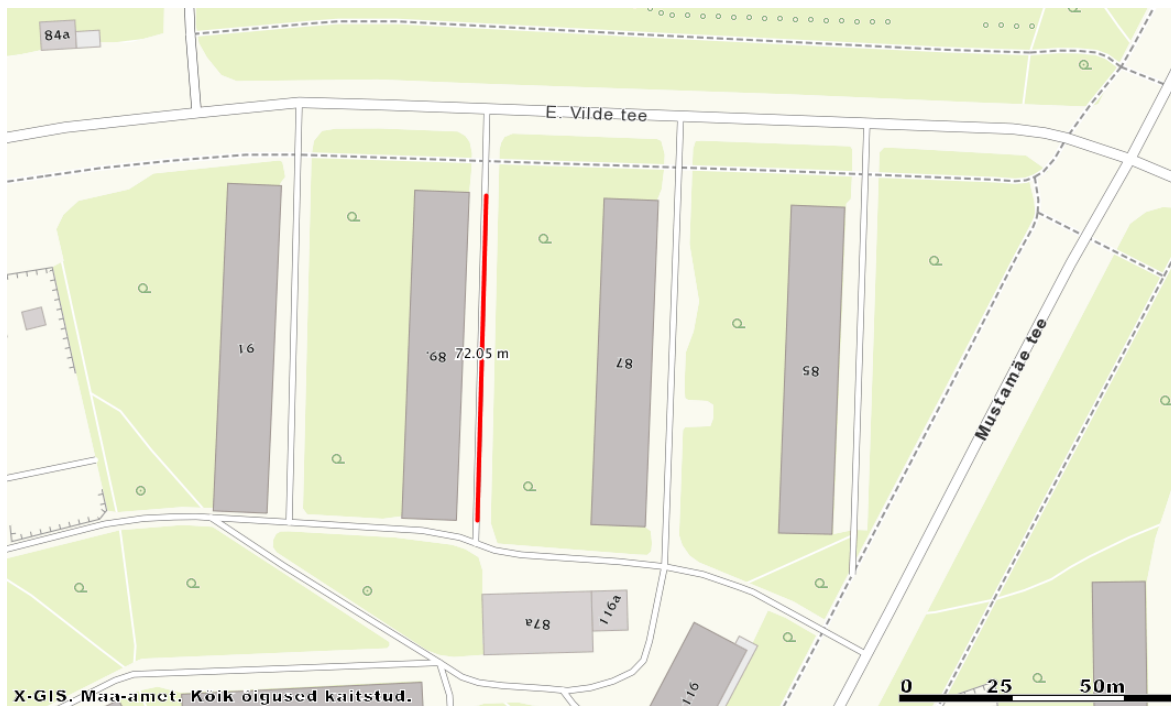
Parklate projekteerimist reguleerib standard EVS 843 „Linnatänavad“. Nimetatud standardit on soovitatav rakendada linnatänavate ja kõigi tiheasustusaladel paiknevate teede ja tänavate projekteerimisel ning nende alade planeeringute koostamisel. Linna äärealadel, kus asustus on hõre ja kus liikluskeskkond eeldatavalt jääb sarnaseks maantee tingimustega, võib seal paiknevate teede projekteerimisel lähtuda maantee projekteerimise normidest. Standardi EVS 843 „Linnatänavad“ kohaselt pole välja toodud milliseid sademevee juhtimiseks mõeldud süsteeme peaks parklates kasutama.

Standardis EVS 843 kasutatakse kolme projekteerimise lähtetasandit: hea (H), rahuldav (R), ja erandlik (E). Selline jaotus võimaldab paindlikult arvestada kohalike ehituslike-, liiklus- ja keskkonnatingimusi ning võimalusi. Standardis eristatakse nõudeid ja rakendusjuhiseid. Nõuded väljendavad kokkuvõtlikult üldisi seisukohti ja määratlusi, millel ei ole ilma eripõhjenduseta alternatiivi. EVS 843:2016 – Linnatänavad standardi järgi ühendustoru suurim pikkus ei tohi ületada 40m ja ühe restkaevu valgala ei tohi ületada 600 m² asfaltkatendi korral.

2. MATERJAL JA METOODIKA

Antud magistritöös võeti vaatluse alla Tallinnas Mustamäe linnaosas Vilde tee 89 sõiduautodele mõeldud olemasolev paneelmaja parkla rekonstrueerimine. Tegemist on tüüpprojekti järgi 1960' datel ehitatud kortermaja juurde kuuluva parklaga, kus parkla suuruse ja parameetrid määrab ära kinnistu pindala. Antud magistritöös välja toodud erinevaid parkla tüüpe ja suurust saab kasutada teiste sarnaste kortermajade parklate rekonstrueerimiseks, mida on aluseks oleva kortermaja naabruses mitmeid.

Parkimiskohtade arv 29 on maksimaalne, mis antud maja juurde võimalik rajada, sest säästlike sademevee süsteemide puhul peab olema tagatud imbalale vajalik kattevaba maa. Parkimiskohtade arv on arvutatud standardi EVS 843:2016 „Linnatänavad“ alusel, kus on valitud parkimine ühes reas 90° nurga all (joonis 6). Lähtudes eelnevalt välja toodud andemetest – kortermaja pikkus 72m ja vähim parkimiskoha laius 90° nurga all 2,6m, saab valitud alale rajada ühe reana 29 kohalise parkla. Kortermajas on ühtekokku 75 korterit, millest tulenevalt on tegelik parkimiskohtade vajadus suurem, kui magistritöös projekteeritud 29 kohta, kogupindalaga 440m². Rajatava parkla juurde kuuluv kortermaja on viie korruselise, viie trepikojaga, kogupikkusega 72m ja kokku 1600m² suuruse imbalaga (joonis 4, joonis 5). Kortermaja hoovi muutmist suureks parklaks ei peetud otstarbekaks, sest roheala olemasolu linna tingimustes on prioriteediks, ning imbala jaoks on see samuti äärmiselt vajalik.



Joonis 4. Vilde tee 89 plaan, Allikas: Maa-amet



Joonis 5. Vilde tee 89, Imbala. Allikas: Maa-amet

Parkimine 0° nurga all		Parkimine 30°, 45°, 60° ja 75° nurga all				Parkimine 90° nurga all		
Parkimisnurk α	B	L	A	D	D_1	D_2	L_1	L_2
0°*	2,5	5,0	3,5	2,0			6,0	
30°	2,5	5,0	4,0	5,0	8,1	12,4	4,7	7,2
45°	2,6	5,0	4,5	3,7	5,4	8,9	5,4	9,0
60°	2,6	5,0	5,0	3,0	3,3	5,7	5,6	10,0
75°	2,6	5,0	5,5	2,7	1,6	2,6	5,5	10,4
I 90°	2,6	5,0	7,5					
II 90°	2,7	5,0	7,0					

* Vähim parkimiskoha laius tänaväärstel parkimiskohal võib erandina olla 2,0 m.

Joonis 6. Parkimiskohtade asetus ja mõõtmed. *Allikas:* EVS 843:2016

2.1. Erinevate parkla katendite tüüpide projekteerimise alused

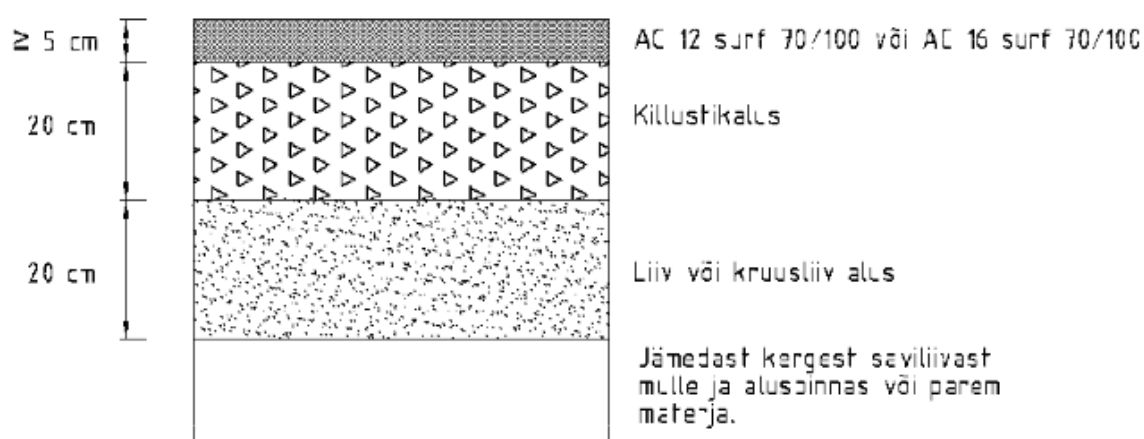
Projekteeritavateks katendi tüüpideks on asfaltbetoon-, drenasfalt- ja murukivi katend (lisa 1, lisa 2, lisa 3). Projekteerimisel aluseks võetud konstruktsiooni puhul tugineti Maanteeameti poolt välja töötatud „Elastsete teekatendite projekteerimise juhendile“ (joonis 7). ja „Ehitusseadustikule“

Katendi konstruktsioon on kõikide tüüpide puhul identne, erinedes ainult katte materjali poolest. Asfaltbetoonist katendi puhul on tegemist traditsiooniliselt kasutatava lahendusega, mille rajamisel kasutatakse vee ära juhtimiseks 3 restkaevu. Drenasfaldi ja murukivi katendi puhul on peamiseks eesmärgiks parkla projekteerida ilma restkaevudeta, sealjuures kasutada vee ära juhtimiseks ja immutamiseks kortermajade vahel asuvat looduslikku imbala.

Käesolevas magistritöös eraldi kandevõime arvutamist ei peetud vajalikuks ja kihipaksuste puhul lähtuti taaskord Maanteeameti poolt välja antud projekteerimisjuhendist. Parkla on mõeldud alla 3,5t mootorsõidukite parkimiseks. Kuna prügikastid asuvad maja otsas, siis

prügiautol puudub vajadus kortermaja juurde kuuluvat parkla läbisõiduteed kasutada, mis omakorda võiks kahjustada katendit.

TÜÜP II Eramute mahasõidud ja sõiduauto parklad



Minimaalsed kvaliteed nõuded asfaltsegude jämetäitematerjalidele:

AC surf: G 085/20, C 50/30, A 35, F 4, F 20, F 4

Joonis 7. Katendi tüüplahendus (Mäe 2011).

Parkla katendite tüübid:

Tüüp I – Tüüpkatend, asfaltbetoon

Tüüp II – Dreenasfaldist katend

Tüüp III – Murukivi katend

Katenditüübist olenemata võivad tulevikus teiste kortermajade projekteeritavate parklate konstruktsioonid erineda, tingituna looduslikust aluspinnasest, ehitusmaterjalide olemasolust ja ehituseelarvest.

2.2. Erinevate parameetrite hindamine parkla valikul

Keskkonnamõjude hindamise aluseks on võetud erinevate katendi tüüpide mõju ümbritsevale keskkonnale. Sealjuures kasutades 3 palli süsteemi, kus: 1 – halb mõju, 2 - keskmine ja 3 – hea. Lõpptulemusena liideti hindamisel antud punktide arv ja kõige kõrgema tulemuse saanud katendi tüüp on magistrandi hinnangul kõige keskkonnasäästlikum. Hindamisel käsitleti mitmeid erinevaid parameetreid, kus üheks peamiseks kriteeriumiks oli sademevee veekogudesse või kanalisatsiooni juhtimisel tekkiv mõju keskkonnale.

Tehniliste näitajate hindamisel tugineti samuti 3 palli süsteemile nagu keskkonnamõjude hindamise puhul. Sealjuures hinnati ehitusmaksumust, mis on peamine motiveerija säästlike sademevee süsteemidega parkla rajamisel. Lisaks eelnevale hinnati parkla rajamiseks vajamineva maa kasutust ja mitmeid teisi olulisi parameetreid.

2.3. Säästliku sademevee süsteemiga parkla

Käesolevas töös analüüsitakse ja kirjeldatakse kitsamalt kolme erineva katte materjaliga rajatavat parklat. Esimeseks uuritavaks on tavapärane asfaltbetoon kattega lahendus, kus kasutatakse restkaevusid, tuuakse välja negatiivsed küljed ja analüüsitakse mõju ümbritsevale keskkonnale. Teiseks uuritavaks katte materjaliks on dreenasfalt, mille puhul restkaeve ei kasutata, sest katte materjal tagab piisava drenivuse. Kolmandaks uuritavaks katte liigiks on murukivi kate, mille puhul restkaevude vajadus samuti puudub, sest kasutatakse looduslikku imbala.

Kõikide katte tüüpide puhul on valitud võrdsed konstruktsiooni kihipaksused, mis lähtuvad Maanteeameti projekteerimisjuhendist (joonis 7). Erinevate katte liikide puhul antakse hinnang keskkonnale ja nende mõju üldine analüüs.

Lähteandmetena kasutatakse standardis EVS 843:2016 „Linnatänavad“ esitatud nõudeid ja Maanteeameti projekteerimisjuhendis välja toodud katendite näidislahendusi väikese liiklussagedusega teedel (joonis 7). Näidislahenduste kasutamisel peab arvestama, et need

on kasutamiseks ainult väiksemate teede, tänavate ja parklate ehitamiseks ja võivad erineda kui projekteerija näeb ette teisiti.

2.3.1. Parkimiskohtade projekteerimise põhimõtted

Parkimiskohtade arv ja parkla alla jääv pindala on arvutatud lähtudes joonisel 6 välja toodud mõõtmetest. Läbisõidutee laius on valitud minimaalne 3,5m, sest parklasse saab siseneda mõlemast kortermaja otsast ja rajatava tee laius rahuldab piisavalt kõigi elanike vajadusi.

Proovisurfimise või puurimise teel määratakse ehituse aluseks olev geoloogiline ehitus, seda tuleb teha piisavas mahus mis võimaldaks eristada konstruktsiooni aluspinnased tüüpkatendite kasutamiseks.

Parkla andmed:

a parkimiskoha laius 2,6m

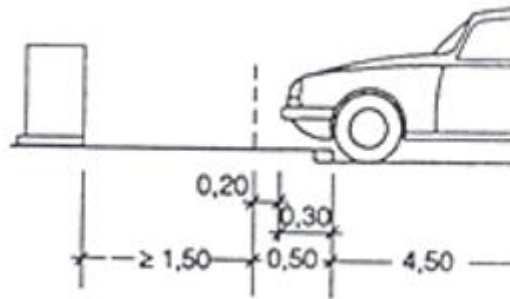
l parkimiskoha pikkus 4,5m

r parkimiskohtade arv 29

c läbisõidutee laius 3,5m

Parkimisriidade vahelise läbisõidutee laius (c) sõltub parkimisnurgast ja liikluse korraldusest (joonis 6).

Parkimiskoha pikkust võib vähendada 4,5 meetrini, kui parkimiskoha otsaserva piirab madal äärekivi (7,5 cm kuni 10 cm), millest sõiduauto üleulatuvad osad ulatuvad eraldusribale (joonis 7.). EVS 843:2016



Joonis 8. Parkimiskoha pikkuse vähendamine

2.3.2. Ehitusmaksumuse arvutamine

Maksumuse arvutamisel võetakse aluseks, et tööpäeva pikkus on 8 tundi. Masinate ja materjalide hindade puhul sõltub maksumus sellest, kus ja millistes tingimustes ehitatav objekt täpsemalt asub, ning kui kaugelt tuleb materjali hankida. Erinevates Eesti piirkondades võivad hinnad oluliselt üksteisest erineda, kuid arvutusel kasutatakse erinevatel objektidel kasutatud masinate ja tööjõu ühikhindasid, mida on erinevad alltöövõtjad varasematel magistrandi ehitatud objektidel pakkunud. Materjalide hinnad lähtuvad Eesti Killustik OÜ kodulehel välja toodud andmetest, sealjuures on kõigi kolme katendi tüübi puhul veohind arvutusest teadlikult välja jäetud. Sobimatu pinnase kaevandamisel on arvestatud Ragn-Sells AS kodulehel välja toodud hindadega, sealjuures kaevamiseks vajaminev tehnika on tabelis 1 eraldi real.

Konstruksiooni ristlõikes muutub materjalide valikus ainult pealmine katte kiht, vastavalt asfaltbetooni, drenasfaldi ja murukivi katendi puhul. Alumised konstruktsiooni kihid jäävad kõikidel katendi kihtidel samaks. Täpsemalt tuleb käsitleda tüüpparkla rajamisel kasutatavat asfalteerimise eritehnikat, mille jõudluse määramisel tuleb kriitilist tähelepanu pöörata. Sealjuures säästlike sademevee süsteemidega parklate rajamisel on kõige olulisemaks punktiks inimtööjõu täpne arvestus maksumuse kujunemisel.

Rajatava parkla pindala on kokku 440m^2 , mis on arvutatud järgmiselt $P = (a \times b) + (a \times c)$
 $= P = (72 \times 2,6) + (72 \times 3,5) = 439,2\text{m}^2$, kus

a = 72m - parkla pikkus

b = 2,6m - parkimiskoha laius

c = 3,5m - läbisõidutee laius

2.4. Tüüpparkla – asfaltbetoon

Tüüpkonstruksioone kasutades tuleb tagada veepinna tase 125cm allpool katendi pinda, see nõue on tingitud keskmisest külmumissügavusest. Tolmsete ja saviste pinnaste korral on vajalik katendikonstruktsioon eraldi arvutada, tagamaks tugevus ja külmakindlus. Täpse asfaldi valiku teeb projekteerija võttes arvesse kõiki objekti parameetreid ja sõidukite intensiivsust (Katendite näidislahendused väikese liiklussagedusega teedele 2011).

2.4.1. Asfaltbetoonist parkla ehitusmaksumus

Kõik andmed ja materjalide maksumus on välja toodud järgnevas tabelis 1. Täpsemad parameetrid, liiva filtratsioon ja killustiku fraktsioon võivad erineda kui parkla projekteerija on ette näinud teisiti või on oluliselt soodsam kasutada madalamate näitajatega materjale ning insener on selle heaks kiitnud loa andnud.

Tüüpkatendi puhul on sobimatu pinnase väljakaevamiseks vajaminev tehnika ja liiva ning killustiku tihendamiseks vajaminevad masinad asja lihtsuse huvides arvestatud ühe loendina. Osa sobimatu pinnasena väljakaevatavast materjalist tuleb jätta objektile, et hiljem kõrgemad asfaldi ääred haljasalaga sujuvalt kokku viia. See omakorda vähendab maksumust positiivselt ja muudab ehituse odavamaks.

Võttes arvesse magistrandi eelnev töökogemus ja masinate jõudlused, kujuneb tüüpkatendi ehituseks kuluvaks ajaks kokku 5 päeva. Inimtööjõu puhul on arvestatud, et kogu objekti ehituse jooksul viibib vähemalt üks inimene objektile, kes tegeleb parkla väljamärgkimise, haljastuse, dokumentide koostamisega ja muude tööde koordineerimisega. Lisaks eelnevale on asfalteerimise loendis kallis eritehnika m² hinna juures arvesse võetud.

Tabel 1. Tüüpparkla ehitusmaksumuse hind

Kululoend	Maht	Maksumus	Kokku
Ehituseks sobimatu pinnas	132t	18€/t	2376€
Ehitusliiv filtratsioon $\geq 2,0$ m/öp	141t	4,5€/t	634€
Paekivikillustik fr 0/63mm	158t	7€/t	1106
Asfaltbetoon	440m ²	5€/m ²	2200
Tehnika	40h	30€/h	1200€
Inimtööjõud	40h	10€/h	400€
Restkaevu süsteem	80m	20€/m	1600€
Kogumaksumus	-	-	9516€

Tabelis välja toodud andmetest nähtub, et tüüpparkla kogumaksumuseks kujunes ligikaudu 10000€ suuruseks. Sealjuures pole arvutuses arvestatud äärekivide hinda, sest otsene vajadus selleks puudub. Kanalisatsiooni rajamise juures on arvestatud kokku 3 restkaevuga.

2.4.2. Mõju keskkonnale

Traditsioonilise parkla rajamisel on kahjulik mõju ümbritsevale keskkonnale oluliselt suurem kui säästlike sademevee süsteemidega parklate puhul. Peamiseks negatiivseks küljeks on sademeveekanalisatsiooni rajamine, mille käigus tuleb rajada külmumispiirist sügavamad kaevikud kuhu torud paigaldada, see omakorda lõhub looduslikku geoloogiat ja koormab niigi ülekoormatud linna sademevee süsteeme.

Peamise negatiivse küljena võib välja tuua asjaolu, et asfaldi tootmine isenesest on keskkonda kahjustav tegevus. Asfaldisegus kasutatavat bituumenit valmistatakse naftast ja see on keskkonda äärmiselt kahjustav. Lisaks sellele eralduvad asfaldi toomisel kahjulikud keemilised elemendid (joonis 9), sest tootmisel tõuseb segu temperatuur ligikaudu 200°C'ni. Lisaks sellele tekivad asfaldisegu paigaldamisel kuumad bituumeni aurud joonis 10, mis omakorda saastab õhku ja häirib keskkonda.



Joonis 9. Asfalditehas (Mansfield plant, 2017).



Joonis 10. Asfaldi laotamine (Balticfloc 2017).

Kuigi tüüpparkla rajamisel tekkivad kahjulikud aurud on ajutised ja hiljem ei ole probleemiks, siis sademevee käitlemine toimub siiski sajukohast oluliselt kaugemal, mis muudab antud parkla ebaratsionaalseks ja üldises plaanis keskkonda häirivaks.

2.5. Dreenasfalt

Dreenasfalt e. poorne asfalt on kasutusel peamiselt tennisväljakute ja staadionite tartaankatte all. Eestis on eelpool nimetatud segu kasutatud tähise PA16 ja PA20 (Lisa 4, Lisa 5) nime all (*ing. porous asphalt*, kus tähise taga olev number näitab asfaldisegu oleva killustiku maksimaalset suurst millimeetrites).

Parkla katte ehituse puhul oleks soovitatav kasutada fraktsiooni 16/32mm, sest see tagab parema dreeneerimise ja parkla pinnale kogunenud vesi hajub kiirelt alumistesse kihtidesse. Sealjuures oleks otstarbekas kasutada paekivikillustikku, mis muudab ehituse oluliselt odavamaks võrreldes graniitkillustikuga. Otsene vajadus graniitkillustiku järele puudub, sest parklate lume ja jää tõrjumisel reeglina kloriide libedusetõrjeks ei kasutata. See omakorda vähendaks oluliselt paekivikillustikust tehtud asfaldisegu eluiga.

Peamiseks poorse asfaltbetooni eeliseks on tema eluiga, mis on minimaalselt 15a ja väiksem hooldevajadus võrreldes murukivisillutisega. Algne ehitusmaksumus on küll suurem, tulenevalt eritehnika vajadusest asfaldi paigaldamisel, kuid hiljem see tasub ennast ära.

Alumised konstruktsiooni kihid võivad jääda samaks, mis parkla ehituse tüüplahenduse puhul on välja töötatud, sest vee dreeneerimine mõlemal juhul on peamine probleem. Kui looduslik aluspinnas on vett hästi läbilaskev, siis eraldi torudreenaži rajamine pole vajalik. Sealjuures on väga oluline parkla rajamise ettevalmistus, kus tuleb peale kasvupinnase eemaldamist kaeviku põhjakalle rajada selliselt, et minimaalne kalle on 4% arvestades looduslike erisusi, et vesi imbalale ära juhtida.

Alustades alumistest kihtidest on konstruktsioon järgmine: looduslik aluspinnas, liiv 20cm, killustik 20cm, poorne asfaltbetoon 5cm. Vajadusel tuleb dreenažitoru paigaldada rajatava liivakihi alla, juhtimaks sademevett imbalale.



Joonis 9. Dreenasfalt (<https://i.ytimg.com/vi/Wj-ILKmJrh8/maxresdefault.jpg> 2017)

2.5.1. Dreenasfaldi ehitusmaksumus

Dreenasfaldist katte rajamine sõiduautodele mõeldud parklas on uudne lahendus, mis peaks pakkuma huvi kõikidele osapooltele. Antud parkla puhul jääb ära sademeveekanaliseerimise vajadus, sest sademevesi juhitakse mööda erinevaid konstruktsiooni kihte parkla kõrval asuvale imbalale.

Tabel 2. Dreenasfaldist parkla hind

Kululoend	Maht	Maksumus	Kokku
Ehituseks sobimatu pinnas	132t	18€/t	2376€
Ehitusliiv filtratsioon $\geq 2,0$ m/öp	141t	4,5€/t	634€
Paekivikillustik fr 0/63mm	158t	7€/t	1106€
Asfaltbetoon	440m ²	8€/m ²	2200€
Tehnika	40h	30€/h	1200€
Inimtööjõud	40h	10€/h	400€
Kogumaksumus	-	-	7916€

Eelnevast tabelist nähtub, et kogu parkla ehitusmaksumus on ca 2000€ madalam kui asfaltbetooni puhul, sest puudub vajadus rajada töömahukas ja kallis sademevee kanalisatsioon. Siiski jääb vajadus asfalteerimise eritehnika järele, kuid see on vajalik ka tüüplahenduse puhul.

2.5.2. Dreenasfaldi eelised võrreldes tüüpparklaga

Peamiseks eeliseks on restkaevude ära jäämine ja hilisem hooldus, mis muudab parkla ülalpidamise pikemas plaanis oluliselt soodsamaks. Lisaks sellele peaks kortermajade vahel asuv 1600m² imbala muutuma oluliselt rohelisemaks, sest kõik sademevesi juhitakse just sinna, mis omakorda kastab sealseid taimi.

2.6. Murukivi katend

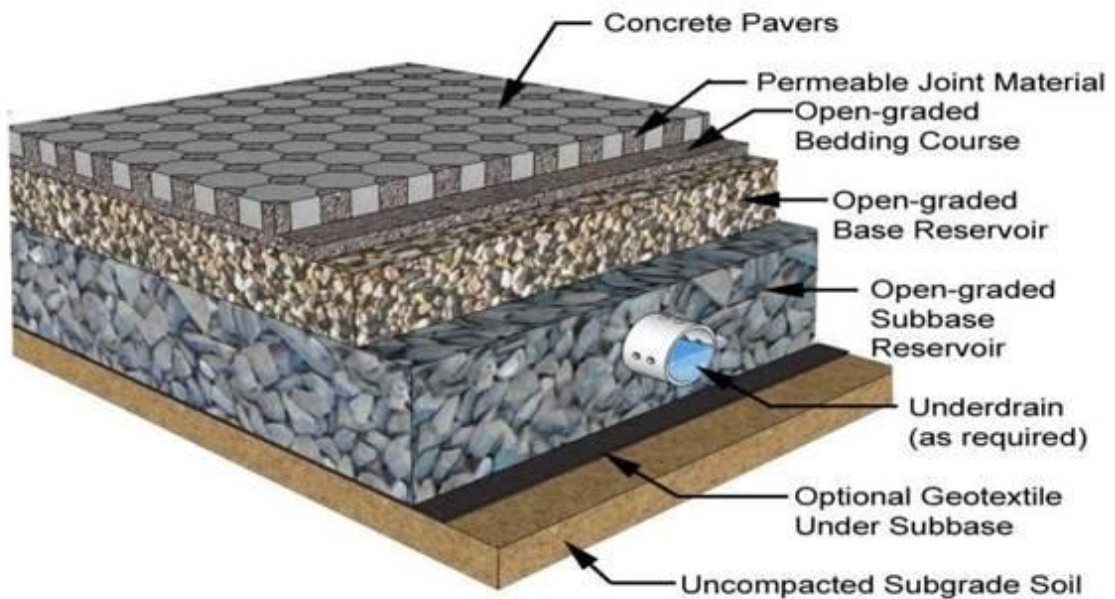
Üheks keskkonda säästvaks võimaluseks on parkla rajamine murukivi sillutisest. See annab ka visuaalselt parema väljanägemise kui asfaltkate ja on loodussõbralikum. Peamine erinevus on parkla hooldamine, mida tuleb teha regulaarselt, et see hiljem üle jõu ei käiks.

Murukivi sillutise ehitusmaksumus on oluliselt odavam kui asfaltkate rajamine, sest puudub vajadus kalli eritehnika järele. Sealjuures alumised konstruktsiooni osad võivad jääda samaks, mis parkla konstruktsiooni tüüplahenduse puhul. Murukivide kasutamine annab rohkem võimalusi erinevate parkla lahenduste jaoks, eriti kui on tegemist kitsaste oludega kuhu eritehnikaga ligipääs on välistatud. Eelisena võib välja tuua asjaolu, et hiljem erakorraliselt vajaminevate torutööde jms käigus tekkinud kate deformatsioonid saab kiirelt ja operatiivselt taastada.

Murukivi katend on vett hästi läbilaskev, tänu millele ei ole vajalik restkaevude või veerenide paigaldamine kate pinnale. Murukivi kate suurimaks eeliseks võrreldes muude kate liikidega on tema väike mõju keskkonnale ja lihtne ning kiire paigaldus. Lisaks asfaltkattele on murukivi kate eeliseks madal hind. Murukivi karg töötab iseeneslikult filtrina ja lausvee kihi tekkimine parklasse on praktiliselt välistatud, kui mitte võimatu.



Joonis 10. Murukivi sillutis (Benders Baltic Nord OÜ 2017).



Joonis 11. Murukivi konstruktsioon

(http://www.vwrrc.vt.edu/swc/NonPBMPSpecsMarch11/VASWMBMPSpec7PERMEABLEPAVEMENT_clip_image006.jpg 2017).

2.6.1. Murukivist katendi ehitusmaksumus

Murukivist parkla rajamisel puudub vajadus kalli eritehnika järele, mis on vajalik mõlema asfaltkatte puhul. Antud parkla on võimalik taaskord rajada ilma restkaevu süsteemideta. Suuremateks lisatöödeks on äärekivide paigaldus, hilisem murukivide täitmine kasvumullaga ja muruseemnete külvamine. Murukivist parkla rajamisel võib ehituseks kuluv aeg kujuneda veidi pikemaks, kui tegemist on väga halbade ilmaoludega vms ettenägematute seisakuteta. Eelpool loetletud lisatööde jaoks on kululoendis ette nähtud

kaks töolist, kes tegelevad nimetatud töödega. Vee ära juhtimiseks kasutatakse taaskord kortermajade vahel asuvad imbala.

Käesoleva parkla hoolduse juures on iga niitmiskorra ajal ka parkla pind vaja madalal kõrgusel üle niita, et vältida elanike pahameelt ja esteetilise pildi halvenemist. Olenemata sellest, et käesoleva parkla ehitusmaksumus on kõige kõrgem ja hilisem hooldus samuti kulukas on magistrandi eelistus rajada just antud parkla.

Tabel 3. Murukivist parkla hind

Kululoend	Maht	Maksumus	Kokku
Ehituseks sobimatu pinnas	132t	18€/t	2376€
Ehitusliiv filtratsioon $\geq 2,0$ m/öp	141t	4,5€/t	634€
Paekivikillustik fr 0/63mm	158t	7€/t	1106€
Murukivi	440m ²	8,5€/m ²	3740€
Inimtööjõud	120h	10€/h	1200€
Äärekivi	160jm	1,9€/m ²	304€
Tehnika	40h	30€/h	1200€
Kogumaksumus	-	-	10560€

2.6.2. Murukivist parkla eelised

Murukivist katendi ehitusmaksumus 10560€ on küll kõige kallim võrreldavate seas, aga tema esteetiline väljanägemine on magistrandi hinnangul kõige rentaablim. Hilisemate vajaminevate erakorraliste torutööde jms käigus on võimalik katend vajalikust kohast üles võtta ja hiljem murukivi sillutis tagasi laduda. Asfaldist katendite puhul selline võimalus puudub ja hilisemal katendi taastamisel jäävad kaeviku laiused koledad ribad, mis on esteetiliselt väga inetud.

Lisaks eelnevale on võimalik aastate möödudes murukivi katendi vajumised likvideerida, võttes kivid üles, seejärel korrastada alus ja samad kivid tagasi laduda. Vajadusel saab

purunenud kivid uutega asendada. Võrreldes dreenasfaldist katendiga on sademevee imbumine oluliselt kiirem ja parkla pinnale ei teki ajutisi veelompe.

Dreenasfaldiga võrreldes on suureks eeliseks ka see, et ajapikku ummistuvad dreenasfaldi poorid, mistõttu sademevesi ei saa enam nii vabalt aluskihtidesse imbuda. Murukivi katendi puhul selline probleem puudub ja hiljem kui vajumisi värskendatakse, saab murukivi avade täide samuti värskendatud.

2.7. Keskkonnamõjude hindamine

Asula kanalisatsiooni koormamine tähendab, et kaetud pindade puhul läheb kogu sademevesi otse kanalisatsiooni ja sealt reovee puhastisse mis põhjustab hüppelist reoveehulga suurenemist. See omakorda võib põhjustada aktiivmudapuhastist muda väljakande, mistõttu reovee puhasti puhastusefektiivsus oluliselt väheneb pikaks ajaks, põhjustades eesvoolu saastet. Mõnedes puhastites juhitakse liiga suure vooluhulga puhul reovesi otse eesvoolu et säästa aktiivmuda puhasti tööd, mis tähendab otsest eesvoolu reostamist. Samuti tähendab sademevee otse kanalisatsiooni juhtimine vajadust aina suurema läbimõõduga torustike, pumbajaamade ja kõigi tehnovõrkude järgi, samuti suurenevad hoolduskulud. Seega peaks olema eesmärk sademevee võimalikult suurel hulgal immutamise selle tekke kohas.

Jõgede vooluhulkade järsk kõikumine tuleneb samuti sademevee kiirest voolust eesvoolu, mis põhjustab jõgede veetaseme kiire tõusu ja üleujutusohu. Saastamine tuleneb nii reoveepuhasti töö rikkumisest kui ka otse eesvoolu voolamisest, läbi pinnase liikudes sademevesi puhastub.

Säästlike sademeveesüsteemide puhul torusüsteemide koormamine jääb ära ja võimaliku reostuse korral on see reeglina lokaalne, mis ei kujuta endast edaspidist ohtu teistele veekogudele. Kui väga täpselt parkla mõju ümbritsevale keskkonnale hinnata tahetakse peaks tegema pinnavee analüüsi ja võtma mullaproovid. Lisaks sellele tasuks vaatluse alla võtta imbalal asuv taimestik.

3. TULEMUSED

Tehniliselt on kõik parkla tüübid sarnased erinevas katte tüübilt ja sademevee kanalisatsiooni olemasolu poolest. Konstruksioon erineb ainult katte materjali poolest, ülejäänud kihid ristlõikes on kõigi parklate puhul samad. Murukivi katendi puhul on vajalik paigaldada äärekivi, mis kahe teise parkla puhul pole otseselt vajalik, kuid vajaduse korral võib rajada.

Tabel 1. Keskkonnamõjude hindamine

Hinnatud näitaja	asfalt	poorne asfalt	murukivi
Asula kanalisatsiooni ja reoveepuhastite hüdrauliline koormamine (järsud reovee koguste suurenemised)	1	3	3
Asula reoveepuhastite reovee lahjendamine (raskendab reovee puhastamist)	1	3	3
Jõgede vooluhulkade järsud kõikumised (suureneb sademevee kiire äravool jõgedesse)	1	3	3
Eesvoolude saastamine (eelmiste punktide põhjustatud reoveepuhastite töö halvenemise tõttu, otse eesvoolu juhivat sademevett tavaliselt ei puhastata)	1	3	3
Rohelus	1	1	3
Esteetiline	1	1	3
Linna keskkonna temperatuuri alandamine	1	2	3
Kokku	7	16	21

Tabel 2. Tehniliste näitajate hindamine

Hinnatud näitaja	asfalt	poorne asfalt	murukivi
Hooldatavus	3	3	3
Ummistumise/uputamise oht (võib põhjustada probleeme äravooluga)	3	2	2
Maapinnavajadus	3	3	3
Rajamise hind	3	2	2
Hooldamise hind	2	2	2
Taaskasutus	1	1	3
Eluiga	2	2	3
Kokku	17	14	18

3.1. Lisavõimalused säästlike sademevee süsteemidega parklate rajamisel

Innovaatilise lahendusena võiks tulevikus kaaluda veekogumissüsteemi rajamist parkla konstruktsiooni alla, et seda visuaalselt näha ei jääks. See annab hiljem võimaluse vihmavett nõ taaskasutada kas autode pesuks või põua perioodil imbalal olevate taimede kastmiseks. Lisaväljaminekuna pole see suur investeering, aga aitaks tulevikus vee arvetelt oluliselt raha kokku hoida. Siiski on antud lahenduse puhul vajalik rajada drenaažitorustik, tänu millele saab vett koguda ja hiljem seda kasutada.

Erilist tähelepanu nõuab talveperioodil vee kogumine, sest elame kliimas kus temperatuur langeb alla nulli ja toimub külmumine. Sellisel juhul tuleb rajada kogumismahutist möödaviik, mis juhib vee otse äravoolusüsteemi või mujale imbalale. Sellise lahenduse puhul pole vajalik veepumba eemaldamine talveperioodiks, et vältida külmumisel

tekkivaid deformatsioone. Katte tüübina võib kasutada taaskasutatavatest materjalidest tehtud sillutiskive, näiteks vanadest autorehvidest või purustatud klaasist.

4. ARUTELU

Magistritöö koostaja hinnangul on kõige otstarbekam lahendus valida parkla katte materjaliks murukivi katend. Olenemata sellest, et antud parkla ehitusmaksumus on teiste võrreldavatest parkla tüüpidest kõige kõrgem, peaks siiski pikema aja jooksul antud investeering ennast ära tasuma. Lisaks sellele lisavad erinevad hinnatud näitajad parklale positiivseid külgi valiku tegemisel.

Parimaks valikuks osutunud parkla puhul puudub vajadus rajada keerukaid sademevee süsteeme, mis koormavad asjatult linna kanalisatsiooni ja kahjustavad keskkonda. Enamuste Eesti suuremate linna nn magalarajoonide parklate ümbruses on piisavalt vaba ruumi, et rajada murukivi sillutis ja sademevee ära juhtimiseks imbala.

Keskkonnamõjude hindamise puhul on näha, et murukivi katend sai kõige kõrgemad punktid. Tehniliste näitajate hindamisel on murukivi katendi tulemus samuti kõige kõrgem.

Olenemata magistrandi välja pakutud parimast lahendusest teevad lõpliku valiku parkla omanikud ehk elanikud, sealjuures langeb peamine vastutus ühistu heale selgitustööle, milline lahendus oleks parim valik. Parklate erinevate parameetrite hindamine on subjektiivne, kuid annab aimu milline oleks võimalik parim valik.

Tulevikus tasub meeles pidada seda, et mida rohkem on hindajaid seda täpsem tulemus on võimalik saada. Olenemata kogunenud punktidest ja valituks osutunud parkla tüübist tasub otsida veelgi uuenduslikumaid lahendusi, ning pidevalt edasi arenenda.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärk oli analüüsida säästlike sademevee süsteemidega parklate rajamist, nende mõju keskkonnale, tehnilisi näitajaid, võrreldes kokku 3 erinevat katte tüüpi. Magistritöö tulemusel jõuti järeldusele, et sademevee ära juhtimiseks puudub alati vajadus rajada töömahukaid ja kalleid sademeveevsüsteeme, ning vett on võimalik ära juhtida ja immutada ka lokaalselt.

Ilma traditsiooniliste sademevee ära juhtimissüsteemidega parklaid on võimalik rajada kohtadesse, kus on piisav imbala ja kõigi majaelanike nõusolek säästlike lahenduste kasutamiseks. Magistritöös välja pakutud ja parimaks osutunud murukivi katendist parklat ei ole võimalik rajada piirkondadesse, kus maakasutus on äärmiselt kompaktne ja puuduvad vajaminevad rohealad.

Töö peamine eesmärk oli avardada inimeste silmaringi ja pakkuda välja alternatiivne lahendus mida saaks parklate rekonstrueerimisel kasutada. Teema päevakohasus on äärmiselt aktuaalne, sest algselt rajatud kortermajade parklad on ammu oma eluea minetanud ja vajavad viivitamatut renoveerimist.

KASUTATUD KIRJANDUS

Joonis 1. Sademevee kujunemine <https://i.ytimg.com/vi/Wj-1LKmJrh8/maxresdefault.jpg>
03.11.2016.

Joonis 2. Äravoolurenn.

http://superceiling.com/system/uploads/page_file/source/404/506/506404/ploshhadnyj-drenazh.jpg

Joonis 3. Restkaev https://theplaidguy.files.wordpress.com/2012/05/storm_drain.jpg

1. BENDERS MURUKIVI. (2017). Pärnu: BENDERS BALTIC NORD OÜ.
<http://www.benders.se/et-ee/tootevalik/maastikukujundus/plaadid/murukivi/>
(20.09.2016).
2. Mansfield plant. (2017). Kokosing Materials
<http://www.kokosingmaterials.com/locations/mansfieldplant.aspx> (11.12.2016).
3. Mäe, R. (2011). Katendite näidislahendused väikese liiklussagedusega teedele.
Maanteeamet. https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/projekteerimine/naidiskatendid_vaikese_liiklussagedusega_tee_dele_01_04_11.pdf (02.03.2017).
4. Nõuded ehitusprojektile (Vastu võetud 17.07.2015, jõustunud: 21.07.2015). - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/118072015007> (20.03.2016).
5. Piirsalu, A. (2016). Inseneri vaatevinkel sademevee majandamisel. Tartu: Eesti Veevarustuse ja Kanalisatsiooni Inseneride Selts. http://veeyhing.ee/wp-content/uploads/2016/04/Sademevesi_inseneeria-A.Piirsalu.pdf (11.11.2016).
6. Planeerimisseadus (Vastu võetud 28.01.2015, muudetud, jõustumine 01.07.2015). - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/104052017004> (15.01.2016).

SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEMS IN PARKING LOTS

The average annual precipitation in Estonia is 550–750 mm. As a result, roads, streets and parking lots are often flooded because of the inefficient drainage systems.

Drainage needs special management and the situation today in most parking lots is not very sustainable. There are problems in diverting the water even when using road gully. The subsidence and deformation when exploiting make the situation even more problematic.

Current master's thesis analyzes different drainage systems used in parking lots in the world and suggests which of them could be used in combination in Estonia. The main purpose is on the solutions of the construction. The research consists two main covering materials which are porous asphalt and turfstone. Both materials absorb water which make usual well and pipe systems unnecessary. The technology without wells has been used in Estonia before, but not in case of asphalt cover. For example, turfstone works in the same principles and it has been used multiple times in smaller parking lots.

Estonian weather needs special attention as winter period has freezing cycles that clog the pores of materials which makes the water impossible to filter. But positive fact is that usually chlorides are not used in the construction of parking lots and therefore the life-span of the materials are remarkably longer than in the parking lots under government's control.

Sustainable drainage systems' technology advantages include that the need for vertical planning according to gully requirements is not necessary. Sustainable drainage systems are not covered in legislation as there has not been any need or obligation so far. The construction of parking lots is regulated by the EVS 843:2016 standard "Linnatänavad" with parking lots parameters in general. In addition, every municipality has a right to establish their own regulations in construction of parking lots and handling drainage. Therefore, the constructing and developing conditions of parking lots are too general and specific instructions for drainage usage without piping systems are not given.

Current Master's of Science thesis main purpose is to find possible optimal solution for drainage usage in parking lots that could be useful for the environment, the owners of the parking lots and its users. Different innovative ideas are generated to broaden minds about more effective systems than the ones in usage so far.

The field of the thesis has been chosen according to the thesis writer's profession as a project manager in road construction and the constant contact of the theme. Knowing all the procedures and disadvantages, the solutions of constructing parking lots are given in the thesis that should alter the construction much more effective.

SUMMARY

The aim of the master's thesis is to analyze the construction of parking lots with sustainable drainage systems in three different coatings, their influence to the environment and technical data. As a result a conclusion was made that there is not always need for laborious and expensive drainage systems when water can be diverted and imbued locally.

Parking lots with sustainable drainage systems can be constructed to places where the ground can leach enough water and all the residents of the building have agreed to using sustainable solutions. The best solution offered in master's thesis, a turfstone coating cannot be constructed to areas where the usage of the land is extremely tight and there is short of necessary greenland.

The main aim of the thesis is to broaden people's mind and offer alternative solutions that could be used in reconstructing parking lots. This theme is highly topical as the parking lots that were originally built have lost their life-span and need immediate renovation.

LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Martin Veltmann sünniaeg 28.05.1989,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Säästlikud sademevee süsteemid parklates, mille juhendaja(d) on professor Valdo Kuusemets, PhD

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

Martin Veltmann, Tartu 22.05.2017

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Professor Valdo Kuusemets, Tartu 22.05.2017

LISA 1 ASFALTBETOON KATEND

LISA 2 DREENASFALT KATEND

LISA 3 MURUKIVI KATEND

LISA 4 DREENASFALT PA 16

LISA 5 DREENASFALT PA20