



Ehituse- ja arhitektuuri instituut

VOOLUVEEKOGUDE KALDAKINNITAMISMEETMED

MEASURES OF STABILISATION OF WATERCOURSE SHORE

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Anastasia Böstrova

Üliõpilaskood: 176692BAAM

Juhendaja: Ülle Grišakov, MSc

Kaasjuhendaja: Kristi Grišakov, MSc

Tallinn 2019

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

“24.” mai 2019

Autor: Anastasia Bõstrova

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“24”. mai 2019

Juhendaja: Ülle Grišakov

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”2019 .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

*„Nüüd rabad sulavad lahti
ja rõskust auravad ööd.
Kuula lindude kisavat jahti,
vaata punavat ehavööd...“*

August Sang „Rabalaul“

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. METODOLOOGIA.....	6
1.1 TÖÖ KIRJANDUSEGA.....	6
1.2 TÖÖ KAARDIMATERJALIGA.....	6
1.3 PUITTAIMESTIKU JA HALJASTUSE HINNANGU JA ANALÜÜSI METOODIKA	6
1.4 VAATLUSUURINGU METOODIKA.....	7
2. KALDAEROSIOONI PÕHJUSTAVAD TEGURID.....	8
3. TÄNAPÄEVAL MAAILMAS KASUTATAVAD KALLASTE KINNITAMISMEETMED	11
3.1 ELAVA TAIMMATERJALIGA KINDLUSTAMISMEETMED.....	11
3.1.1 Hüdrokülv	12
3.1.2 Puittaimede istutamine.....	12
3.2 PUITMATERJALIST KONSTRUKTSIOONID	15
3.2.1 Punatud kaldatugisein	15
3.2.2 Palksein.....	15
3.3 LOODUSKIVIST KONSTRUKTSIOONID.....	16
3.3.1 Looduskivipuiste.....	16
3.3.2 Gabioonitarind.....	16
3.4 BETOON KALDAKINDLUSTAMISEL	17
3.4.1 Kangasraketisega valatud betoonkate	17
3.4.2 Betoonkivi matid.....	18
3.5 PUNNSEINAD	18
3.6 AJUTISED BIOLAGUNEVAID MATERJALID KALDAKINDLUSTISES.....	19
3.6.1 Taimsematerjalist matid.....	19
3.6.2 Taimmaterjalist võrgud.....	19
3.7 PÜSIVAD GEOSÜNTEETILISED MATERJALID KALDAKINDLUSTISES	20
3.7.1 Geovõrgud	20
3.7.2 Geokärjed	20
3.7.3 Geomatid.....	21
3.7.4 Geotekstil.....	21
3.8 JÄRELDUSED	22
4. KALDAKONSTRUKTSIOONI PROJEKTEERIMISE ÜLDISED EELDUSED JA PIDEPUNKTID	23
5. KALLASTE SEISUKORD JA KALDAKINDLUSTAMISMEETMETE VALIK PÄRNU LINNA NÄITEL.....	24

5.1	VÄLISVAATLUSE TULEMUSED	24
5.1.1	<i>Pärnu jõe vasak kallas</i>	24
5.1.2	<i>Pärnu jõe parem kallas</i>	26
5.1.3	<i>Sauga jõe vasak kallas</i>	27
5.1.4	<i>Sauga jõe parem kallas</i>	27
5.2	VÄLISVAATLUSE JÄRELDUSED	28
6.	PROJEKTALA KIRJELDUS JA ANALÜÜS	30
6.1	VANA-PÄRNU KALMISTUALA AJALOOLINE LÜHIÜLEVAADE.....	30
6.2	SAUGA JÕE ISELOOMUSTUS	30
6.2.1	<i>Üldinfo</i>	30
6.2.2	<i>Reljeef</i>	31
6.2.3	<i>Geoloogia</i>	31
6.2.4	<i>Hüdroloogia</i>	32
6.3	PROJEKTALA PUITTAIMESTIKU HINNANG JA ANALÜÜS	33
6.3.1	<i>Liigiline koosseis</i>	33
6.3.2	<i>Puittaimede tervislik seisund</i>	33
6.3.3	<i>Ettepanekud olemasoleva haljastuse käsitlemiseks</i>	34
6.4	VAATED (LISA 5)	34
6.4.1	<i>Vaated vastaskaldast projekteeritavale maa-alale</i>	34
6.4.2	<i>Vaated projekteeritavast maa-alast jõe ja vastaskaldale</i>	34
6.5	PROJEKTALAGA SEOTUD PIIRANGUD	35
6.6	PROJEKTALAGA SEOTUD KINNISMÄLESTISTE VÄÄRTUS JA KAITSEVAJADUS	36
6.7	PROJEKTALA ANALÜÜSI JÄRELDUSED.....	37
7.	PROJEKTLAHENDUS	38
7.1	KONTSEPTSIOON.....	38
7.2	PROJEKTEERITAVATE KALDAKINDLUSVARIANTIDE LÜHISELOOMUSTUS	39
7.2.1	<i>Variant 1: Punnsein</i>	39
7.2.2	<i>Variant 2: Pinnasekihid</i>	39
7.3	PROJEKTEERITAV TEE	40
7.4	PROJEKTEERITAVATE PEATUMIS- JA MÖTISKLEMISKOHTADE LÜHISELOOMUSTUS	40
7.5	PROJEKTEERITAV HALJASTUS (LISA 6)	41
7.6	PROJEKTEERITAVAD VÄIKEVORMID (LISA 8).....	42
7.6.1	<i>Projekteeritavad pingid ja prügikastid (Lisa 8)</i>	42
	KOKKUVÕTE	43
	SUMMARY	44
	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	45

LISAD	48
LISA 1 VANA-PÄRNU KALMISTU KVARTALITE SKEEM	49
LISA 2 PUUDE HALJASTUSLIKU VÄÄRTUSE HINDAMISE SKAALA.....	50
LISA 3 PÕÖSASTE HALJASTUSLIKU VÄÄRTUSE HINDAMISE SKAALA.....	50
LISA 4 VANA-PÄRNU KALMISTU KALDA PROJEKTALA DENDROLOOGILISE MATERJALI INVENTEERIMISTABEL	51
LISA 5 PROJEKTALA VAATED	54
LISA 6 PROJEKTEERITAVA HALJASTUSE KOONDTABEL.....	55
LISA 7 PROJEKTEERITAVAD VÄIKEVORMID	56
GRAAFILINE OSA	58
PLAAN 1. PÄRNU LINNAPIIRIS ASUVATE JÖEKALLASTE SEIS M 1:15 000 A2.....	58
PLAAN 2. ASENDIPLAAN M 1:500 A2	58
PLAAN 3. DENDROHINNANG M 1:500 A2	58
PLAAN 4. ASENDIPLAANI LAHENDUS M 1:500 A1.....	58
PLAAN 5. PUNNSEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE A-A´ M 1:10, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 6. PUNNSEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE B-B´ M 1:10, 1:50, M 1:100 A3.....	58
PLAAN 7. PUNNSEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE C-C´ M 1:10, 1:50, M 1:100 A3.....	58
PLAAN 8. PUNNSEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE D-D´ M 1:10, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 9. PUNNSEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE E-E´ M 1:10, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 10. PINNASKIHTIDEST KALDATUGISEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE A-A´ M 1:20, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 11. PINNASKIHTIDEST KALDATUGISEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE B-B´ M 1:20, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 12. PINNASKIHTIDEST KALDATUGISEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE C-C´ M 1:20, 1:50, M 1:100 A3	58
PLAAN 13. PINNASKIHTIDEST KALDATUGISEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE D-D´ M 1:20, 1:50, M 1:100 A3.....	58
PLAAN 14. PINNASKIHTIDEST KALDATUGISEINA ARHITEKTUURNE LÕIGE E-E´ M 1:20, 1:50, M 1:100 A3.....	58
PLAAN 15. KESKTREPI ARHITEKTUURNE LÕIGE 1-1´ M 1:20, M 1:100 A3	58
PLAAN 16. LAPSEIGA MÖTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE M 1:50, M 1:200 A3.....	58
PLAAN 17. KULDIGA MÖTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE M 1:150, M 1:200 A3.....	58
PLAAN 18. VANURIIGA MÖTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE M 1:50, M 1:100 A3	58

SISSEJUHATUS

Veel on tohutu mõju inimese tervisele ja meeleolu kujunemisele, seega vee ääres olemine võib pakkuda palju rohkem kui tavaline füüsiline puhkamine. Eestis ja mujal maailmas on väga palju kohti, kus inimese tee kulgeb ühel või teisel põhjusel mööda veekogu kallast, olgu see linna jõepromenaad, matkarada, golfiväljaku tehiseveekogu või hoopis mingi sadamakoht - see tee peab olema turvaline ja esteetiline.

Pinnase ja kallaste erosioon ja lihked on alati suuremal või väiksemal määral aktuaalne probleem asustatud piirkondade jaoks. Linnades, kus iga ruutmeeter on arvel, jõe- või muu veekogu kaldale lähedaste alade kasutus on eriti intensiivne tänu nende alade kõrgemale rekreatiiv- ja logistikaväärtusele. Looduslikust intensiivsema kasutuse ja kaasnevate protsesside tõttu aga võivad käivituda või kiirenedä olemasolevad kallaste destruktiivsed protsessid. Linnades ja asustatud piirkondades veekogude kaldad sageli mõistlik ja otstarbekas kindlustada ja kujundada külgnivate infrastruktuuride kahjustamise ennetamiseks. Selleks on mitu erinevat meetodit ja viisi, kuid kohaspetsiifika mängib olulist rolli kindlustuskonstruksiooni ja materjalide valikul.

Jalutades mööda jõe kallast võib kohati näha olemasolevaid kuid oma funktsioone mittetäitvaid amortiseerunud kaldakindlustisi. Konstruksiooni mittetoimivuse põhjusi võib olla mitu, nad võivad olla seotud nii loomuliku kulumisega ja puuduliku hooldamisega, kui ka konstruksiooni ehituslike möödalaskmistega. Mõlemal variandil võib juhtuda, et projekteeritud ja rajatud kaldakindlustis ei täida oma funktsioone ja kipub olema loodusprotsesside ja jõudude mõjul kergemini kahjustatav. Kaldakonstruksiooni valiku möödalaskmised põhjustavad omaette materjalide raiskamist, keskkonnareostust, potentsiaalselt suurendavad eksisteerivat kaldaerosiooni ja/või muid kulutusprotsesse. Veel üks potentsiaalne probleem on projekteeritava konstruksiooni välimuslik ebasobivus ümbritsevasse keskkonda ja projekteeritud objektile avanevate vaadete rikkumine. Kolmandaks probleemiks on teatud harjumispäraste kaldakindlustamismaterjalidega ja -tehnikatega kuritarvitamine, mis viib ühenäolise ja ilmetu kaldamaastiku kujunemiseni. Kalda- ja kaldapealsete alade projekteerimisega tegelevad spetsialistid peavad omama ettekujutust maailmas kallaste kujundamisel ja kaitsmisel kasutatavatest materjalidest ja olla valmis kaalutlema nende rakendamist Eestis.

Lõputöö autor pani eesmärgiks magistritöö mahu piires anda ülevaadet erinevate kaldakonstruksioonivõimalustest ja materjalidest, tänapäeval kasutatavatest kaldakindlustistehnoloogiateest ja valmistoodetest, rakendada omandatud teadmisi eelmainitud projektala kaldakindlustisvaliku tegemisel.

Lõputöös käsitletud teoreetilise materjali ja erispetsialistidega konsultatsioonidel saadud teave põhjal tuuakse välja üldist veega piirnevate maa-alade peamised probleemid ja nende tekkepõhjused, uuritakse ja võrreldakse erinevaid maailmas rakendatavaid kaldakindlustiskonstruksioone, ja -materjale. Pärnu linna piires kulgevate

kahe jõe kallastel leiduvate kaldakindlustiste alusel antakse tinglik ülevaade Eestis linnapiirkonnas levinumatest kaldakindlustamismaterjalidest ja -viisidest.

Projekteerimiseks valitud Sauga jõe kaldalõigu tõsiseks probleemiks on püsiv ja kestev kaldapinnase erosiooni mõjul järk-järguline kalda peal olevate Vana-Pärnu kalmistu haudade alla vajumine. See protsess kiireneb eriti jää liikumise ja suurvee ajal. Enamasti juhtub see kevadel, kuid ka juhul kui sademete rohkuse tõttu jõeveetase kerkib ja voolukiirus suureneb. Probleemi olemasolu tunnistati juba 1930. aastatel, kuid tollest ajast olukord ei ole läinud paremaks. Viimase 10 aasta jooksul on tähelepanu sellele probleemile korduvalt juhitud. Ajakirjanduse vahendusel – aastatel 2012 ja 2018 ajalehes „Pärnu Postimees“ ilmus mitu artikli (Kann 2012a, 2012b, 2018; Hindriks 2018), kus oli rõhutatud probleemi pikaajaline süvenev aktuaalsus, muinsuskaitsealuse objekti kaitsmise ja ohtliku kalda kindlustamise vajadus.

Käesolev Pärnu linna Vana-Pärnu kalmistuga piirneva Sauga jõe paremkalda lõigu kaldakindlustamisprojekt on koostatud Tallina Tehnikaülikooli maastikuarhitektuuri eriala magistri astme lõputööna. Kaldakindlustisprojekt koostatakse eesmärgiga kaitsta Vana-Pärnu kalmistuga piirnevat Sauga jõe paremkalda lõigu edasisest kulumisest ja kaasnevast haudade alla varisemisest. Eesmärk on lihtsustada kalmistu jõeäärse ala hooldust ja parandada kalda esteetilist välimust.

Projekteeritav ala (Vana-Pärnu kalmistu) asub Pärnu linna läänepoolses osas (vt. Joonis 1.1), ja kulgeb kalmistu põhjakülje piirides mööda Sauga jõe paremkaldajoont (vt. Joonis 1.2). Kogu projekteeritava kalmistu kaldajoone pikkus on ca 375 m.

Projekteeritava kaldalõigu kohta on viimase 30 aasta jooksul erinevatel aegadel tehtud geoloogilisi uuringuid ja koostatud mitmeid dokumente ja aruandeid, mida hoitakse Pärnu linnavalitsuse planeerimisosakonnas. Sai tutvutud Riikliku Ehitusuuringute Instituudist poolt 1991. aastast pärit ehitusgeoloogia aruandega, mis koostati Pärnu Lille- Rõugu -Põllu tänavate veemagistraali projekteerimise käigus; 1998. aastal Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo poolt tehtud ehitusgeoloogilise uurimustöö aruandega Sauga jõel jalakäijate silla ehitamise tarbeks; 2003. aastal AS Geotehnika Inseneribüroo tegi Pärnu ja Sauga jõe kallaste püsivuse geotehnilise uuringu. Aastal 2004 OÜ PG Projekti poolt on valminud Sauga jõe paremkalda kindlustuse eelprojekt, mida rahastamise puuduse tõttu ei realiseeritud. 2010. aastal koostöös Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudiga Keskkonnainvesteeringute keskuse toetamisel valmis projekt nr 58 „Pinnase ja põhjavee surve mõju pinnase tugevusele ja lihkeohtlike nõlvade püsivusele“, kus kajastatakse Pärnu jõe Pärnu linna piires paiknevate kallaste iseloomu. 2013. aastal Margit Milleri poolt valmis Tartu Ülikooli ökoloogia ja

maateaduse instituudi geoloogia osakonna magistri astme lõputöö teemal „Maapinna vertikaallikumise iseloom Pärnu linnas perioodil 1987 – 2010 põhjavee survetaseme muutuste taustal“, kus vähesel määral mainitud ka Sauga jõe kaldaid puudutavad protsessid.

Projektala lahenduse koostamisel aluseks võeti 2004. aastal OÜ PG Projekti poolt koostatud Sauga jõe paremkalda kindlustuse eelprojekti (töö nr. 586-04). Geodeetilise alusplaanina kasutati Pärnu Linnavalitsuse linnaplaneerimise osakonna poolt väljastatud maa-ala ja tehnovõrkude plaani, mille on koostanud OÜ Pärnu Maamööduteenistus 12. augustil 2003 (töö nr. TM-136/03). Väljastatud geodeetiline alusplaan oli Linnavalitsuse poolt kokku pandud kahest eraldi failist: Haapsalu mnt-Põllu tänava vahelise ala ja Vana-Pärnu kalmistu maa-ala ja tehnovõrkude plaanist. Mõlemad mõõdistused valmisid ühe tööna 2003. aastal (töö nr. TM-136/03)¹.

Magistritöö esimeses peatükis sai kirjeldatud materjali kogumise ja töötlemise protsess.

Teises peatükis seletatakse lahti veerosiooni olemust ja selle protsessiga kaasnevaid probleeme.

Kolmandas peatükis on kokkuvõtlikult kirjeldatud enamlevinud traditsioonilised ja mõned uuemad kallaste kindlustamisel kasutatavad materjalid ja tehnikad, on lisatud valitud konstruktsioonide lõiged ja skeemid.

Neljandast peatükist saab lugeda, millega tuleb arvestada kaldakonstruktsiooni projekteerimisel, milliseid uuringuid ja samme planeerida.

Viiendas peatükk kirjeldab Pärnu linna piires asuvate kahte jõgede kaldaid eesmärgiga tuvastada nende seis ja kaldakindlustamise vajadust.

Peatükid kuus ja seitse on pühendatud projektalale, milleks on Vana-Pärnu kalmistu probleemne kallas. Antakse ülevaadet projektalaga piirneva maa-ala ajaloo, Sauga jõest, alal kehtivatest seaduslikest aspektidest, kultuurpärandi kaitsevajadusest. Seitsmendas peatükis on kirjeldatud projektala lahendus – kontseptsioon, projekteeritud meetmed kaldakindlustamiseks, ette nähtud haljastus, väikevormid.

Kõige lõpus on tekstiosa toetavad lisad ja graafiline materjal (joonised).

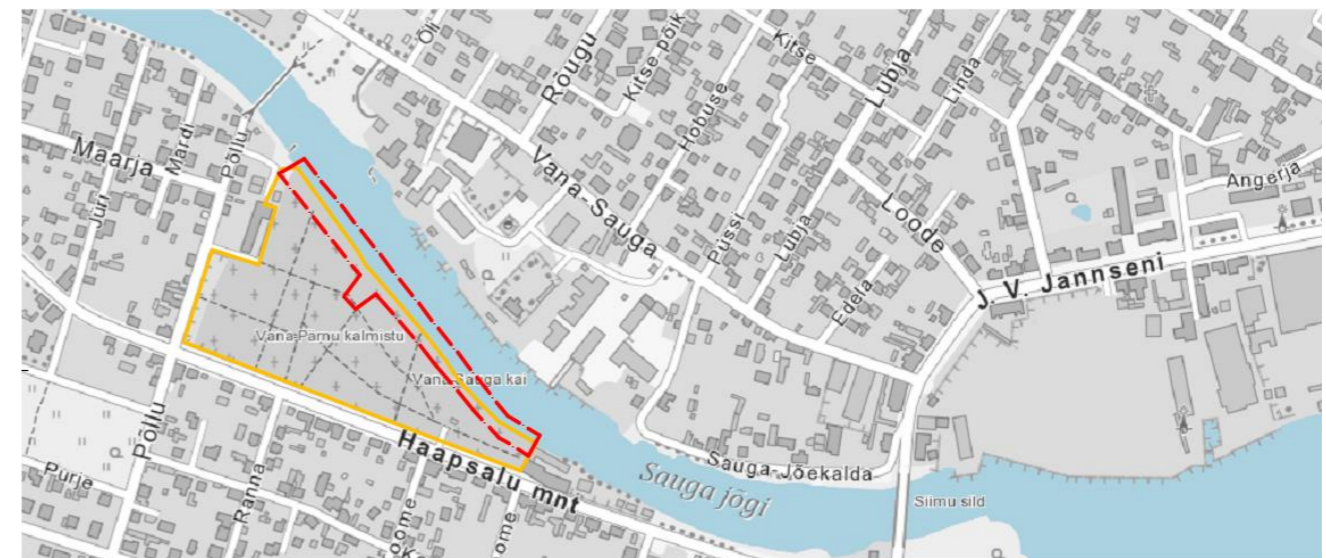
¹ Geodeetilised mõõdistused tehtud vanas kõrgussüsteemis (BK77, Kroonlinna nulli järgi). Vastavalt keskkonnaministri 26. oktoobri 2011. aasta määrusele nr. 64 „Geodeetiline süsteem“ 1. jaanuarist 2018 Eesti läks üle Euroopa vertikaalsele referentsüsteemile (EVRS, Amsterdami nulli järgi). Eestis tähistatakse EVRS-i kõrgusi lühendiga EH2000. Seoses uuele



★ Vana-Pärnu kalmistu

Joonis 1.1 Vana-Pärnu kalmistu asukohaskeem

Allikas: Autori koostatud



--- Projekteeritava ala piir
 — Kalmistu krunt (katastritunnus 62501:022:0001)

Joonis 1.2 Vana-Pärnu kalmistu krundi ja projektala piirete skeem

Allikas: Autori koostatud

süsteemile ülemineku praeguste kõrgusväärtuste arvulised väärtused suurenesid keskmiselt 15–24 cm võrra. (Lühiülevaade: Eesti..., 21.03.2019)

1. METODOLOOGIA

1.1 Töö kirjandusega

Kasutatavate erosioonitõkkematerjalide kohta saadakse teabematerjale valdavalt Internetist, tootjate veebilehekülgedest, teoreetilise ülevaade koostamiseks hangitakse teabeteadusartiklitest ja -töödest, raamatutest, temaatilistest ajakirjadest. Allikaid leitakse raamatukogudest, nt. TalTech raamatukogu, Eesti Rahvusraamatukogu; Interneti vahendusel, k.a. elektroonsetest andmebaasidest: *EBSCO*, *OpenAIRE*, *DOAJ*, *ResearchGate*. Valik tehti eelkõige nende allikate kasuks, mille sisu andis põhjalikumalt ülevaadet käsitletava aspekti kohta (materjalid, nende kasutus, eelised ja puudused), pöörati tähelepanu konstruktsioonide skeemide olemasolule, nende detailsusele ja loetavusele. Vajadusel, käesoleva lõputöö lugeja huvides, illustreeriti tabelite võrreelset teksti tõlgiti eesti keelde.

Projekteeritava objekti otsimiseks võeti ühendust Audru, Rapla, Pärnu, Rakvere linna- ja omavalitsustega. Kogutud informatsioonist ja välja pakutud kohtadest oli valitud osa Pärnu Vana-Pärnu kalmistuga piirnevast Sauga jõe paremkalda lõigust. Valik sai langetatud just selle ala kasuks tänu reaalse probleemi olemasolule ja autori isiklikule soovile panustada olukorra muutmisele ja Eesti kultuurpärandi säilitamisele.

Teooriaosa ja projektala konstruktsioonipõhise konsultatsiooni saamiseks võeti ühendust vesiehitiste projekteerimise ja rajamisega tegelevate ja erosioonitõkkematerjalide tootvate ja edasi müüvate ettevõtetega, näiteks Hydroseal LCC, Synthetex LCC, projekteerimisbüroo Maa ja Vesi jt.

Projektala kohase informatsiooni saamiseks konsulteeriti Pärnumaa muinsuskaitseametiga, Pärnu linnavalitsuse planeerimisosakonnaga, Vana-Pärnu kalmistuvahiga.

1.2 Töö kaardimaterjaliga

Analüüsi- ja illustreerivate skeemide aluseks kasutati Eesti Maa-ameti kaardirakendusest (18.02.2019) saadud kaarte. Pärnu ja Sauga jõe akvatooriumi kallaste analüüsiplaani koostamisel aluseks oli kasutatud Pärnu linnavalitsusest saadud kaartmaterjali.

1.3 Puittaimestiku ja haljastuse hinnangu ja analüüsi meetoodika

Välitööde teostamisel ja töö vormistamisel on lähtutud Tallinna Linnavalitsuse määrusest nr.34 3. maist 2006 „Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise kord“ modifitseeritud meetoodikat.

Töö käigus identifitseeriti Vana-Pärnu kalmistu kinnistu projektala piires kalda peal ja lähedal kasvavad üksikud puud, põõsad ja põõsaste rühmad. Välitööd teostati 7. aprillil 2019. Välitööde käigus anti igale puu/puude grupile ja põõsarühmale unikaalne järjekorranumber, mille järgi puu on tuvastatav plaanil. Puude kõrgust hinnati visuaalselt, hiljem täpsustati kõrgusi kasutades Maa-ameti XGis-i maainfo kaardirakendust.

Tehtud mõõdistused ja vaatlemisandmed sisestati välipäevikusse. Kõigepealt tuvastati puu liik teatud tunnuste (pungad, tüvekoor, võrakuju, kasvutingimused jne) järgi, seejärel mõõdeti puu ümbermõõt 1,3 m kõrguselt, määrati mõõtlindiga maapealt ligikaudne võra diameeter ja kirjeldati puu seisundit: puu kalle, kuivanud oksad, haiguste tunnused, tüve kahjustused ebatüüpilised tunnused jne) ja nende alusel määrati puu väärtusklass lähtudes Tallinna Linnavalitsuse määrusest 3. maist 2006 nr. 34 “Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise kord” (vt. Lisa 2 ja 3). Iga haljastusliku objekti andmed kanti algul välipäevikusse, seejärel toimus omandatud informatsiooni töötlemine sisetingimustes ja arvutiprogrammi sisestamine: täideti elektroonset Excel tabel (Lisa 4). Selles tabelis järgneb igale numbrile puittaimetaksoni nimi; puu diameeter 1,3 m kõrgusel sentimeetrites (kui on tegemist mitmetüveliste puude eritüvede diameetrid eraldati sümboli “ / “ abil); puude kõrgus meetrites ja suurim võra läbimõõt meetrites; haljastusliku väärtuse hinne ja vajadusel puu seisundi või kasvutingimusi puutuvad märkused. Nimede lühendamiseks tähistati epiteeti “harilik” lühendiga “h.”, kus ümbermõõdust valemite kasutamisel tuletati puu tüve diameeter, ja AutoCad programmis joonestati puude võrade või võrastike olemasolevad kontuurid kaardile, millele lisati iga objekti unikaalne number. Vastavalt Tallinna Linnavalitsuse “Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise korra” 3. maist 2006 nr. 34 määruse §9, kontuuride ja viirutuse värv vastab objekti väärtusklassile:

I klass - punane

II klass - sinine

III klass - roheline

IV klass - kollane

V klass – pruun

1.4 Vaatluuringu meetoodika

Käesoleva teema raames oli tehtud Pärnu linna kahte: Pärnu (Joonis 1.1) ja Sauga (Joonis 1.2), - jõgede kallaste seisukorra analüüs eesmärgiga hinnata olemasolevate kaldakindlustuste kasutuskõlblikkust ja esteetilisust, tuvastada kaldalõike, mis vajavad kindlustamist, aga ka lõike, mis omavad head, kuid seni kasutamata rekreatiivset potentsiaali (vt. Plaan 1). Pärnu linn sai valitud tänu oma pikale linnasisesele jõekaldajoonele, mitmekesiste kaldakindlustuste rohkusele ja autori isiklikule tutvusele (seosele) selle linnaga.

Kallaste vaatlust viidi läbi 06. mail 2019. Analüüsi tehti välisvaatluse põhjal – lõputöö autor võttis ette jalutuskäigu mööda Pärnu ja Sauga jõgede kaldaid ja visuaalselt hindas olemasolevate kaldakindlustiste seisukorda ja kaldakindlustiseta kallaste erosiooni esinemist. Vaatluse tulemusena nähtud kaldalõigud olid jagatud kolme tingliku kategooriasse: 1. Kasutuskõlblikud ja esteetiliselt (s.h. silmaga nähtavate defektideta, äsja valminud jne); 2. Amortiseerunud ja esteetilise väärtuse kaotanud kaldakindlustised (s.h. silmaga nähtavate lagunemistunnustega); 3. Kindlustamata kaldaerosioonitunnustega tiheasustatud piirkonna lähedal olevad kaldad.

Kindlustamata kaldalõikude välisvaatlusel keskenduti Pärnu linna piirides olevatel tiheasustuspiirkondadega külgnevatele kallastele, kus pinnase erosioon ja potentsiaalsed pinnase lihked võivad tekitada kahju ühis- või eravalduses olevale varale, näiteks kommunaaltrassid, hoonete vundamendid, hauaplatsid, kallasteed jne.



Joonis 1.1 Pärnu jõe vaade

Allikas: Autori tehtud foto



Joonis 1.2 Sauga jõe panoraam

Allikas: Autori tehtud foto

2. KALDAEROSIOONI PÕHJUSTAVAD TEGURID

Enne konkreetsete kaitsemeetodite ja -lahenduste juurde astumist tuleb selgeks teha, mis on (kalda-) erosioon ja millised tegurid seda põhjustavad. Põllumajandustermine sõnaraamat seletab erosiooni kui pinnase või kivimite ära viimist või välja uhtumist sademete, tuule, mere (lainetuse) ja/või toksiliste ainete mõjul (Dictionary..., 1990).

Kaldaerosioon on looduslik kompleksne protsess, mis käivitub ja toimib vee-, setete liikumisega ja kalda iseloomustavate tegurite koosmõjul. Lisaks eelmainitule kaldaerosiooni kontrollis osaleb ka kaldapealne haljastus. Üldiselt, vool üle pinna avaldab pinnale hõõrdejõudu (või nihkejõudu, s.t. nihkejõudu ühiku pindala kohta). Juhul kui kallas koosneb erodeerivast materjalist, nagu see on näiteks, liiv ja teised puistematerjalid, teatud tingimustel vool võib avaldada piisavalt suurt jõudu pinnale ja need pinnase osakesed hakkavad liikuma. Seda protsessi nimetatakse pindmiseks või hüdrauliliseks erosiooniks. Teine kalda allavajumise põhjustav protsess on pinnase lihked, mis võivad toimuda nii eraldi pinnasplokide, kui tervete pinnasmassiivide mööda sügaval asetsevate lihkepinnaste liikumise näol. (Lyn ja Newton 2018, 1)

Astover jt (2012) nimetas ajutiste ja alaliste vooluvete tegevust kaldaerosiooni kaheks olulisemateks teguriteks. Ajutised vooluveed tekkivad pärast intensiivset sademete langemist ja pärast lume sulamist, alaliste vooluvete all mõeldakse soodest, liustikest, järvedest jm alguse saavaid jõgesid (Kask jt 1987).

Ajutiste tegurite mõjul võib kallakulistel aladel ja nõlvadel tekkida ulatuslik pindmise pinnasmaterjali ärakanne ehk vee-erosioon. Ajutise vooluvee mõju on seda tõhusam, mida järsem on nõlv ja mida vähem on sellel taimkattet. Alalise vooluvee juhul jõesängis voolava vee uuristamisjõud haarab nii kaldaid kui põhja. Kui põhjaerosiooni täheldatakse jõe ülemjooksul, kus on voolukiirus suurem ja pikiprofiil valdavalt järsem, siis kallaste lõhenemine ja setete kuhjumine toimub rohkem kesk- ja alamjooksul, kus pikiprofiil muutub laugemaks ja jõesäng muutub looklevamaks. (Astover jt 2012, Doll et al. 2003)

Pinnaslihetegurite põhjusteks võivad olla nõrgad omavahelised sidemed sügaval asuvate pinnasekihtide vahel (Doll et al. 2003), st ammendatud hõõrdejõuvõime ja pinnase tugevus, vertikaalne lisakoormus nõlvale, destabiliseerivate lisategurite ilmumine, näiteks vibratsioon või üleujutus. Lihete või kaldapragude tekke viidab kalda geotehnilisele ebastabiilsusele ja sel juhul on nõutavad lisaurimised, et tuvastada probleemi tekkepõhjust ja erosiooni soodustatavaid tegureid (Doll et al. 2003).

Vello Kala ja Gabriela Kotsulim vesiehitisi puudutavat õpikus on välja toodud, et suviti on maksimaalne voolukiirus jõgedes pinna ligidal, enamasti jõe sügavamas kohas. Vesi ise voolab aga raskusjõu mõjul, voolamise kiirus aga sõltub veepinna kallest, s.t. väikestel kalletel ja kiirustel on tegemist laminaarse, suuremate

kiiruste aga turbulentse vooluga. Turbulentne vool tingib omapärase jõesängi uhtumise, kus madalikud jäävad käänanaku siseserva ja süvikud – välisserva. (Kala ja Kotsulim, 2010)

1996. aastal Dave L. Rosgen töötas välja kaldaerosiooni riskiindeksi (inlg. *Bank Erosion Hazard Index*), mille arvutamise protseduur hõlmab 5 mõõdet (vt. Joonis 2.2):

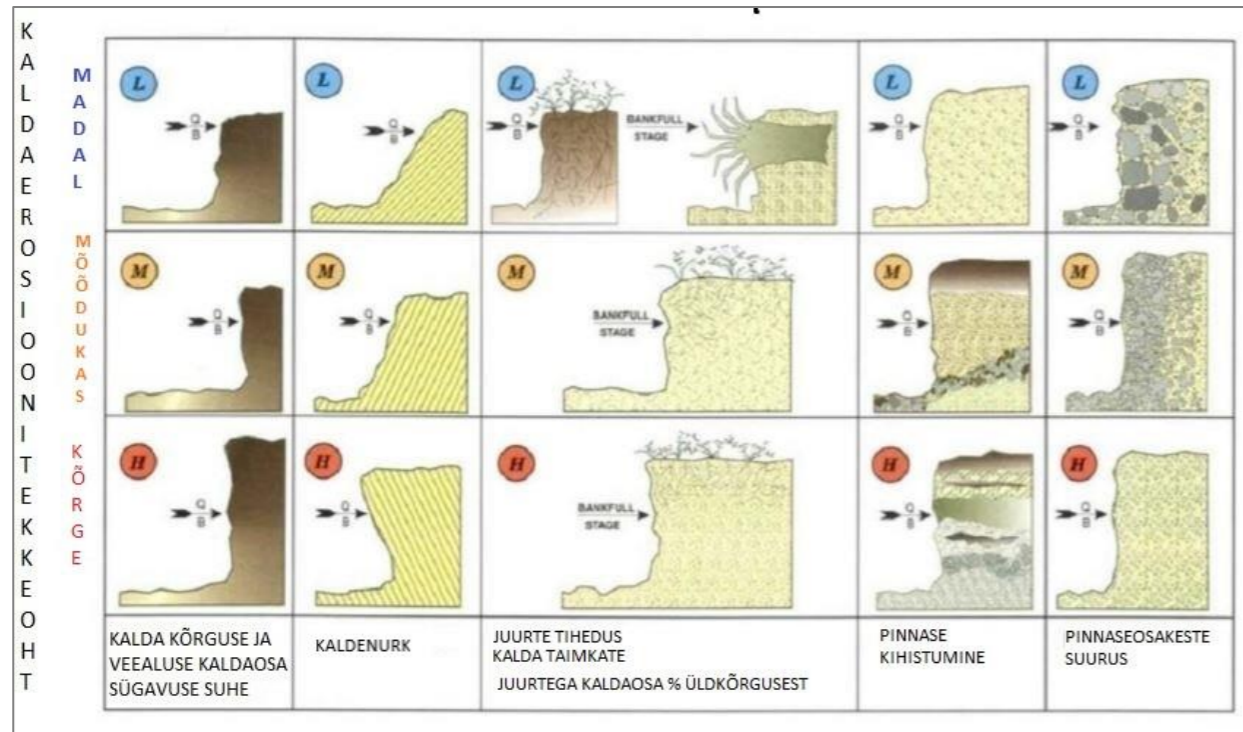
- 1. Kalda kõrguse ja veealuse kaldapinna kõrguse (sügavuse) suhe;**
- 2. Juurte sügavuse ja kalda kõrguse suhe;**
- 3. Juurte tihedus, %-des.** Täheb maapealsete, kalda kaitsvate, juurte tihedust (näiteks poolevõrra juurtega kaetud kallas annab ca 50%);
- 4. Kalda kaldenurk, kraadides.** Kaldenurka mõõdetakse reegline veepiirist kalda kõrgema punktini. Kaldanurgad, mis on >90 ° kohtuvad õnestatavatel kallastel. Kaldanurk võib olla mõõdetud inklinomeetriga ehk kaldemõõturiga, kuid arvestades suht suuri antud kaldanurkade vahemikke, tavaliselt piisab silmaga mõõtmist;
- 5. Pinnase kaitsev (taim)kate, %-des.** Haljastusega, kannudega, langenud puudega, okstega, kividega ja muu erosioonist kaitsva kraamiga kaetud kaldapindala protsentides. Paljude objektide puhul juurte tihedus ja pinnase kaitsev (taim)kate võivad ühtida.

Vastavalt eelmainitud mõõdetele on võimalik arvutada kaldaerosiooni riskiindeksi (vt. Tabel 2.1). Mida kõrgem on indeks, seda suurem on risk erosioonitekkteks või erosiooniprotsesside süvenemisele ja seda kiirem peab ette võtma kalda kaitsvaid meetmeid.



Joonis 2.1 Kaldaerosioon

Allikas:PMF IAS veebilehekülg



Joonis 2.2. Vooluveekogu kaldaerosiooni tegurid

Allikas: Rosgen 1996¹

Adjective Hazard or Risk Rating Categories	Bank Height/ Bankfull Height	Root Depth/ Bank Height	Root Density %	Bank Angle (Degrees)	Surface Protection %	Totals
VERY LOW	Value Index 1.0-1.1 1.0-1.9	1.0-0.9 1.0-1.9	100-80 1.0-1.9	0-20 1.0-1.9	100-80 1.0-1.9	5-9.5
LOW	Value Index 1.11-1.19 2.0-3.9	0.89-0.5 2.0-3.9	79-55 2.0-3.9	21-60 2.0-3.9	79-55 2.0-3.9	10-19.5
MODERATE	Value Index 1.2-1.5 4.0-5.9	0.49-0.3 4.0-5.9	54-30 4.0-5.9	61-80 4.0-5.9	54-30 4.0-5.9	20-29.5
HIGH	Value Index 1.6-2.0 6.0-7.9	0.29-0.15 6.0-7.9	29-15 6.0-7.9	81-90 6.0-7.9	29-15 6.0-7.9	30-39.5
VERY HIGH	Value Index 2.1-2.8 8.0-9.0	0.14-0.05 8.0-9.0	14-5.0 8.0-9.0	91-119 8.0-9.0	14-10 8.0-9.0	40-45
EXTREME	Value Index >2.8 10	<0.05 10	<5 10	>119 10	<10 10	46-50

Adjust points with respect to the specific nature of bank materials and stratification, as follows:
 Bank Materials: bedrock (very low rating), boulders (low rating), cobble (subtract 10 points unless gravel/sand >50 percent, then no adjustment), gravel (add 5-10 points depending on percentage sand), sand (add 10 points), silt/clay (no adjustment).
 Stratification: Add 5-10 points depending on the number and position of layers.

Tabel 2.1. Kaldaerosiooni riskiindeksi arvutamine

Allikas: Rosgen 2001

¹ Joonise pealkirjad on autori poolt tõlgitud eesti keelde.

3. TÄNAPÄEVAL MAAILMAS KASUTATAVAD KALLASTE KINNITAMISMEETMED

Kallaste ja nõlvade kindlustamiseks ja erosioonitõkkeks kasutatavad materjalide valik on küllaltki lai ja vastavalt omadustele, päritolule ja kasutamistarbele jaguneb sünteetilisteks ja biolagunevateks, püsivateks ja ajutisteks jne materjalideks. Käesolevas töös keskendutakse peamiselt materjalidel ja konstruktsioonidel, mis on võimelised tagama vastupanu hüdrauilisele survele ja pidada vastu kokkupuutes veega.

Kaldakindlustis konstruktsioonides reeglina kasutatakse mitu erinevat materjali kombineeritult, et tagada parimat vastupidavust ja kestvust. Iga konkreetse probleemse koha kindlustamismeetodi valik sõltub omajagu mitmetest teguritest – probleemi tõsidus, nõlva kalle, pinnase geoloogiline koosseis, piirneva veekogu omadustest tulenevad piirangud, eeldatav tulevane kalda kujundus ja funktsioon.

Sõltuvalt eelistatumale kaldakindlustismeetodite ja -materjalide valikule kaldakindlustiskonstruktsioone võib jaotada nn. „pehmeteks“ (ingl. *soft engineering*) ja „kõvadeks“ (ingl. *hard engineering*) insenerilähemisviisideks. „Pehme“ tehnika puhul eelistatakse looduslähedasemat probleemi lahendamisi - kasutatakse elavaid taimi ja/või taimse päritoluga materjale ja vahendeid. „Kõvade“ tehnikate puhul panustatakse valdavalt kunstmaterjalidesse, konstruktsioonid on reeglina robustsemaid ja looduse suhtes invasiivsemaid, kuigi võimaldavad tagada suuremat vastupanuvõimet aktuaalsetele ja/või potentsiaalsetele

3.1 Elava taimmaterjaliga kindlustamismeetmed

Elav taimmaterjal kasutatakse laialt inseneride poolt n.n. „pehmete“ (ingl. *soft engineering*) lähenemisviiside juhul.

Allen ja Leech (1997) viidates varasematele allikatele toovad välja viis mehhanismi, tänu millistele taimed võivad olla abiks kaldaerosiooni taltsutamiseks: taimede juured kindlustavad kaldapinnast oma juurte abil, summutavad lainetust ja hajutavad laineenergiat, peetavad sademevett, parendavad veeinfiltratsiooni ja vähendavad pinnase veesisaldust, kasutades vett kasvu- ja transpiratsiooniprotsessiks.

probleemaatilistele mõjuteguritele. Kahe eelmainitud lähenemisviisi olulisemaks valiku langetamise teguriks on aeg konstruktsiooni valmimisest täie efektiivsuse saavutamiseni. Kui tehnilikud konstruktsioonid on efektiivsed kohe peale rajamist siis looduslike materjalide kasutamise puhul on vaja aega taimede tärkamiseks, juurdumiseks ja haljasmassi kasvatamiseks. (Managing bank... 2019, 1)

„Pehmed“ inseneritehnikad omakorda jaotuvad bio-, biotehniliseks ja biostruktuurseks projekteerimiseks. Bioprojekteerimisel erosiooni peatamisel ja pinnaste stabiliseerimisel panustatakse täies mahus taimedele (näiteks pajuokstest punutud tugiseinad, kookoskiust matid jne). Biotehnilisel lähenemisel taimedele luuakse konstruktiivset tugi kasutades „kõvasid“ tehnikaid (näiteks haljastatud, geotekstiiliga tugevdatud, pinnas). Biostruktuursel projekteerimisel „kõvas“ tehnikas rajatud konstruktsioonile antakse „pehme“, ehk looduslik, ilme (haljastatud gabioonid). (Managing bank... 2019, 1)

Nii ühel kui teisel lähenemisviisil on oma pooldajad ja vastased. Oleks õiglane arvata, et mõlemad lähenemisviisid õigustavad ennast teatud asjaoludel, sõltuvalt projekteeritava koha omapärasest. Valik langetatakse kaalutletult ja meetoodiliste eeluuringute põhjal, kuna igal loodusesse sekkumise juhul oleks hea järgida kuldreegli ja sekkuma nii palju kui vajalik ja nii vähe kui võimalik.

Peab olema mainitud, et taimed kui sellised üksi ei saa olla imeravim kaldaerosiooni protsessi peatumisel. „Pehmete“ meetodite ja materjalide valik sõltub suure osas konkreetsest juhtumist ja lähteülesandest, kuid kombineerides teiste säästlike materjalidega (geovõrgud, geotekstiilid jne) saavad võimalikuks mitmed ja mitmed kaldaerosioonikontrolli konstruktiivsed lahendused. (Allen & Leech 1997)

3.1.2 Hüdrokülv

Hüdrokülv (ingl. *hydroseeding*) on nõlvade ja muu alade haljastusmeetod (Joonis 3.1), mis kujutab endast muru külvamist nn „märjal meetodil“. Pinnasele kandmiseks kasutatakse spetsiaalses masinas segatud kokku segu veest, muruseemnetest, multšist, väetisest ja lisanditest, mis seejärel survega ettevalmistatud kasvupinnale pihustatakse. Reeglina massile lisatakse ka rohelist värvainet, et jälgida pihustatava segu ühtlast jagunemist pinnale (Hüdrokülv 3, 18.03.2019). Heade ilmastikutingimuste korral kasvab seal juba mõne nädala möödudes niidetav muru. (Hüdrokülv 1, 2 18.03.2019)

Hüdrokülvi kõige suuremateks eelisteks on ökonoomsus ja erosioonikindlus. Sõltuvalt masinast on ühe päevaga võimalik katta kuni üle 10 000 m² suurune ala, millega seoses kulud jäävad ka väiksemad. Enne hüdrokülvi tegemist ei ole tingimata vaja kasvumullast aluspinda, mistõttu jäävad ära mulla sõelumise, laotamise ja transpordi tööd. Erosioonikindlaks teevad hüdrokülvi segus kasutatavad materjalid (multš, liimaine ja fiiberkiud), mis moodustavad pinnale pihustatult seotud kihi. Pihustatud segu, tänu liimainele, näitab paremat vastupidavust tuule ja vee-erosioonile, ka pärast vihma suurem osa seemnetest jääb paigas. Sobib kasutamiseks väga erineva pinnamoega ja otstarbega objektidel, k.a. maanteeäärsete kraavide ja nõlvade haljastamiseks. (*Ibid.* 18.03.2019)

3.1.3 Puittaimede istutamine

Kallaste kindlustamisel kasutatakse ka loodusest endast pärinevaid võtteid, ehk kinnitatakse erodeeriva kalda pinnast puittaimede, enamasti põõsaste, juurte abil. Tõsi küll, ainuüksi põõsaste istutamisest pole suurt kasu, kuna taimede kasvamisele kuuluva aega jooksul erosioon jätkub ja kogu töö võib osutuda mõtetuks. Küll aga see on efektiivne viis varjata massiivset tugevdatud kaldakindlustamiskonstruktsiooni, näiteks n.n. pinnastrepistiku või eelnevalt sünteetilise või taimmaterjalist võrguga kaetud pinnase stabiliseerimiseks.

Elavate pistokstega (ingl. *live stakes*) kaldakindlustamine on mõistlik kui (Wilderness..., 135-136):

- On vaja kiirelt ja säästlikult kindlustada mõnda kergelt kuni mõõdukalt erodeeruvat kallast;
- On vaja kindlustada väiksemaid pidevalt üleujutatavaid kaldaid;



Joonis 3.1 Hüdrokülvi tegemine (üleval) ja eeldatav tulemus (all)

Allikas: TurcoGolf Inc veebilehekül

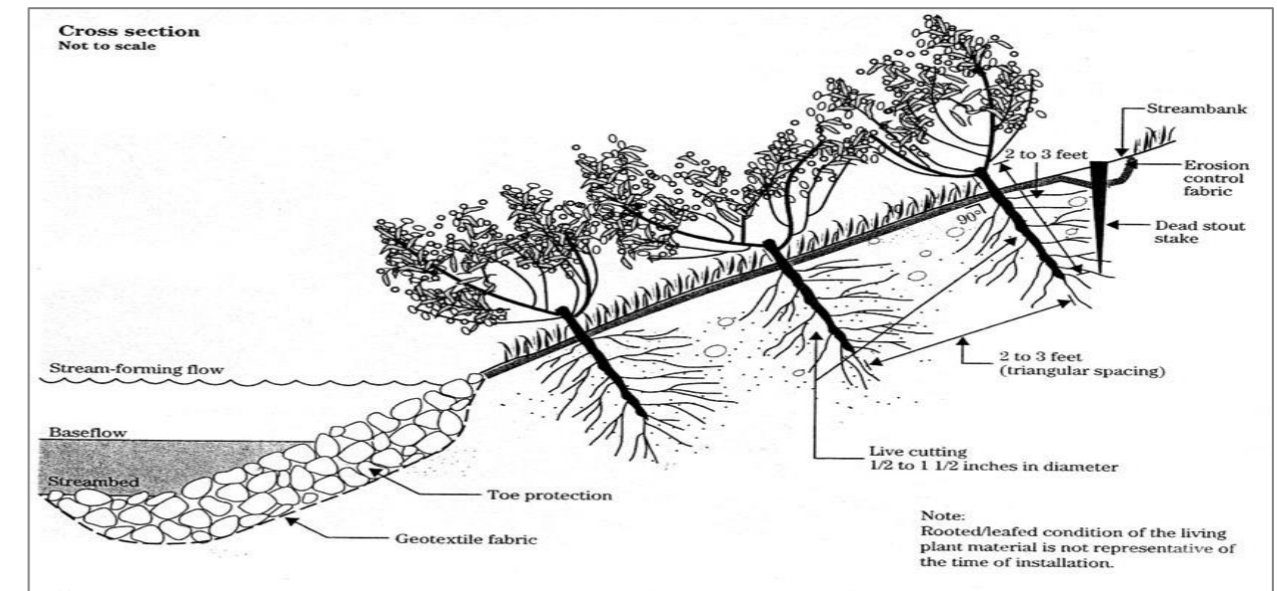
- On eesmärgiks aidata kaasa kohaliku taimliigi levimisele;
- On eesmärgiks aidata kaasa elurikkuse tõstmisele ja taastamisele;
- On vaja lisakinnitust geotekstiilile või mõningale teisele kaldapinnast kaitsvale materjalile, kuna siis pistoksad mängivad naelte rolli;
- On vaja tagada lisastabiliseerimisteguri rajavale konstruktsioonile.

Väärrib mainimist, et puittaimede kohale „istutamine“ oluliselt erineb tavapärasest taimede istutamise protsessist. Sisuliselt tulevased taimed kohale paigutamise hetkeks kujutavad endast ca Ø2.5-5 cm ja 60-90 cm pika¹ värskest lõigatud oksatüki, mida torgatakse kindlustatavasse kaldasse malekorras 60-90 cm vahedega reeglina läbi geotekstiili või muu pinnast tugevdava materjali (Wilderness..., 136) (Joonis 3.2).

¹ Oksalõigete suurus sõltub konkreetsest konstruktiivsest lahendusest ja lõikematerjali saadavusest.

Pistokste abil kaldakindlustamisel reeglina kasutatakse selliseid taimliike, mis taluvad niiskust ja on võimelised üle elada ajutist üleujutust. Tallina botaanikaia peadendroloogi Olev Abneri sõnul, Eesti floorast sellega edukalt saavad hakkama pajuliste perekonnast taimed ja mõned kontpuu liigid, näiteks suuremate jõgede kallaste kindlustamises reeglina kasutatakse vitspaju (lad. *Salix viminalis*, h=6-10 m) ja vesipaju (lad. *Salix triandra*, h=2-10 m) oksalõikeid, harvem on kasutatud punapaju (lad. *Salix purpurea*, h=2-5 m, aretatud ka kuni 1.5 m kõrgused sordid) (Joonis 3.3). Kui pajupõõsad on liiga suureks saanud ja vaateid varjama hakanud, siis neid saab tagasi lõigata, taimed taastuvad ilusti ajades juurdekasvu. Dekoratiivsemad on õitsemisajal isastaimed. Üleujutatavatele aladele sobiksid ka kahevärviline paju (lad. *Salix phylicifolia*, h=2-3 m) ja tuhkur paju (lad. *Salix cinerea*, h=2-5 m), kuid neil põõsastel on harude eluiga lühem ja nad kipuvad juba 10-aastasena külili vajum.

Kuna kaldaerosioon võib juhtuda ka nõrgema vooluga või vooluta veekogudel, võib mõelda kontpuuliste perekonda esindajate kasutamist. Kontpuu, eriti siberi kontpuu (*Cornus alba*) ja võsund-kontpuu (*Cornus sericea*) (Joonis 3.4) sobivad tiikide ja järvede kallastele, kus voolukiirus on väike, aga üleujutusi esineb.



Joonis 3.2 Näide kalda kindlustamisest pistokste abil¹²

Allikas: Mainspring conservation trust veebilehekülg

¹ Oksalõigete paigutamine ajal juured ja lehed veel puuduvad.

² 1 inch=2.54 cm; 1 foot=30.48 cm

Vitspaju (*Salix viminalis*)



Vesipaju (*Salix triandra*)



Punapaju (*Salix purpurea*)



Kahevärvine paju (*Salix phylicifolia*)



Tuhkur paju (*Salix cinerea*)



Joonis 3.3 Eesti oludes kaldakindlustamisel kasutatavad pajude liigid

Allikas: Eesti E-flora veebilehekülg

Siberi kontpuu (*Swida alba*)



Võsund-kontpuu (*Swida sericea*)



Joonis 3.4 Eesti oludes kaldakindlustamisel kasutatavad kontpuude liigid

Allikas: Zahradnictví puukooli veebilehekülg

Allikas: SA Järvelja veebilehekülg

3.2 Puitmaterjalist konstruktsioonid

3.2.1 Punutud kaldatugisein

Paju vitstest punutud kaldatugisein (ingl. *Willow spiling*) on üks traditsioonilisteks „pehme“ tehnika näidetest, mida kasutatakse erodeeruvate kallaste kinnitamisel (Joonis 3.5). Konstruktsioon kujutab endast värskeid pajuvitse punutakse ümber 50-70 mm diameetriga pajutüve lõiketest tehtud vaiu, mis on löödud kaldapinnasesse võrdsete vahedega mööda erodeeruva kallast. Ruumi, mis moodustub tugiseina ja erodeeruva kalda vahel täidetakse pinnasega, millesse tulevikus hakkavad juurduma selle sama tugiseina pajuviitsad ja oksalõiged (Joonis 3.5). Lõpptulemusena moodustub elav roheline sein. (Managing bank... 2019, 2)

Eelistatav pajuliik materjali saamiseks on vitspaju (*Salix vitaminialis*). Parim aeg konstruktsiooni rajamiseks on pajude kasvuperiood. Konstruktsioon peab valmima maksimaalselt 3 nädala jooksul vitste lõikamise päevast. (Managing bank... 2019, 2)

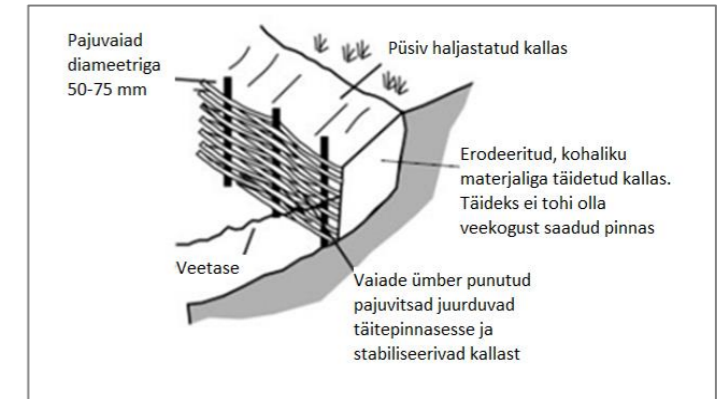
Punutud seinu võib efektiivselt kasutada enamiku vooluveekogude äärtel, järsude kallaste kuni järsakute puhul, v.a. kivise põhjaga kanalid, mille voolukiirus võib osutada liiga suureks (Managing bank... 2019, 2).

3.2.2 Palksein

Traditsiooniliselt palkseinte (ingl. *Log walling*) rajamisel oli kasutatud jalakast palke, kuid tänapäeval selle materjali nappuse tõttu võetud kasutusse standartiseeritud mass-toodetud immutatud palke pehmematest puuliikidest. Nad lubavad ehitada sama head kaldakindlustist, kuigi kaotavad looduslikule palgile oma ühesuguse masintöödeldud magedama välimuse tõttu. (Fortlage & Phillips 2017, 82-83)

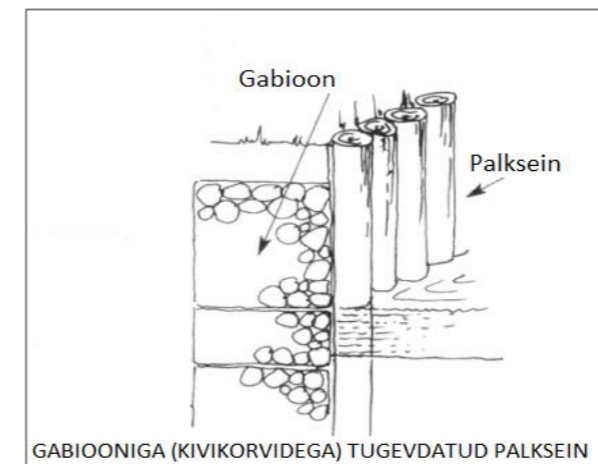
Palkseinu kasutatakse enamasti väiksemate veekogude kaldakindlustamisel. Kuigi traditsiooniliselt palke lüüakse pinnasesse püstiselt, betoon või terastalade abil võib rajada tugiseina ka serviti asetatud palkidest (Joonis 3.6). Viimane on massiivsem palkseina versioon, mida kasutatakse, näiteks kallasradade ehitamisel. (Fortlage & Phillips 2017, 83)

Korralikult surveimmutatud puit võib magevee veekogu kaldakonstruktsioonis vastu pidada kuni 30 aastat tingimusel, et vees ei ole agressiivseidkemikaale. Seda enam, puit säilib paremini kas tingimisi täielikult märjas või kuivas keskkonnas, kuna vahelduvad kuivamise-märjaks minemise tsüklid soodustavad puitu lagunemist. (Fortlage & Phillips 2017, 83)



Joonis 3.5 Skeem Kalda kindlustamine pajuokstest punutud tugiseina abil: rajatud tugisein (vasakul) ja skeem (paremal).

Allikas: Environment agency veebilehekülg



Joonis 3.6 Kaldakindlustamine kasutades palke. Püstpalkidest kaldakindlustise skeem (vasakul), serviti paigaldatud palkidest kaldakindlustis Pärnu jõe vasakul kaldal(paremal)

Allikas: Fortlage & Phillips 2017

Allikas: Autori tritud foto

3.3 Looduskivist konstruktsioonid

3.3.1 Looduskivipuiste

Kivipuiste (ingl. *Rip-rap*) kujutab endast valitud fraktsiooniga murtud/murdmata nurgelise kujuga kiviaknakaid, mida paigaldatakse erodeerivale kaldale masinabiga (Joonis 3.7). Õigesti paigaldatud kivid „juurduvad“ kaldale ja loovad vastupidavat erosioonibarjääri. Konstruktsiooni projekteerimisel peab hoolega arvestama voolukiirusega, kaldenurgaga, kasutatavate kivide suurusega ja korraliku järelvalvega. Täpsemad kivipuiste arvutamise ja rajamise juhised võib leida CIRIA Water Engineering Report'ist „Protection of river and canal banks“. (Fortlage & Phillips 2017, 124-125)

Nagu igal kaldakindlustamismeetmel kivipuistekonstruktsioonil on teatud ebaõnnestumise risk. Äpardumise neli peamist põhjust on osiste erosioon, alla libisemine, osaline ja täielik varisemine. Erosioon väljendub erikivide nihkumisel oma paigast, mille põhjuseks võib olla ebapiisav kivide suurus, prahti või tugeva veevoolu mõju. Allalibisemise on konstruktsiooni kaldenurgaga paralleelne alla vajumine, mida põhjustab toetuse kaotamine/puudumine konstruktsiooni jalamil. Osaline varing haarab konstruktsioonijalamist ülespoole paigaldatud kive ja võib tekkida allahinnatud järsudel kallastel. Täielik varing võib juhtuda järsudel ebastabiilsetel kallastel. (Riprap design....2000, 3)

3.3.2 Gabioonitarind

Gabioon (ingl. *Gabion*) kujutab endast reeglina ristkülikukujulise, mida valmistatakse tsingitud või PVC-ga kaetud mitmekordselt keeratud terastraadi võrkudest (Kivikorvid ja..., 18.02.2019) ja täidetakse maakividega (Joonis 3.8). Kivide suurus jääb vahemikku 10-20 cm, lamedatel kivimadratsitel kasutatakse kive suurusega ca 7.5-15 cm (Fortlage & Phillips 2017, 74).

Gabioonide rakendamiseväli on küllalt suur, nende abil saab kindlustada veekogude kaldaid erosioonist ja lihetest, toetada kaldaradasid, teekonstruktsioone, kaitsta kaldapealseid asustusalasid, teostada metsandus- ja põllumajanduslike töid (näiteks parandada kraave). Kasutades kõrge vastupidavusega traatidest korve kaitstakse kaljuallused teed kivide kukumisest. (Matić 2009, 317)

See kindlustamismeetod on loodussõbralik – aegamööda tarind kattub haljastusega, sulandub loodusega. Haljastus omakorda lisab konstruktsioonile tugevust (Majorošová et al 2018, 3462). Gabioonid ei avalda mõju veekogu elustikule ja võib tagada uute kudemiskohtade moodustumist (Sealsamas, 3470).



Joonis 3.7 Kivipuistega kaldakindlustise näide. Pärnu jõe vasakkalda tervisespordirada
Allikas: Autori tehtud foto

Gabioonid võivad olla rajatud nii vertikaalse, nn. sein-, kui ka mööda nõlva nn madratskonstruktsioonina. Eelisteks on paindlikus, tugevus, vastupidavus veeoludes, suhteline säästlikus, kerge hooldus, sobivus järsude nõlvade ja vertikaalsete kallete kindlustamiseks (Kivikorvid ja..., 18.02.2019).



Joonis 3.8 Gabioontarind kaldakindlustamisel: rajamine (vasakul) ja korvi näide (paremal)
Allikas: Hydroseal OÜ veebilehekül

3.4 Betoon kaldakindlustamisel

Tsementi ja sellest valmiva betooni kui vastupidavat ja kättesaadavat materjali laialt rakendatakse kaldakindlustamisel, kaitstes kaldaid tsmentpinnas seguga, valatud tihendatud ja armeeritud betooniga, kasutades betoonist valmistooteid, näiteks betoon plaate, plokkide, mooduleid. Tsementtoodete rakendamiseväli veekogude kaldakindlustamisel ja kaitsmisel on lai – tammid, kaldapealsed, kanalid, rannikualad, maanteede ja raudteede nõlvad, veehoidlad. (Bank protection... 10.05.2019)

3.4.1 Kangasraketisega valatud betoonkate

Kasutades kangasraketist betoonist pinnaskate (ingl. *Fabric-formed concrete revetment*) rajamisel võib saavutada nii korraliku nõudvat ja kestvat kaitset erosiooni eest, kui ka ainulaadset ja väljapaistvat tulemust (Joonis 3.8).

Konstruksioon koosneb spetsiaalsest tugevast kangasraketisest, mida võib võrrelda tühjaks lastud kummimadratsiga. Sõltuvalt kindlast töödest ja soovitud tulemusest raketis võib olla läbi ömmeldud hulga erineva moega. Kangasraketis on väiksekaaluline ja rullitav, mis lubab seda väga kerge vaevaga transportida ja paigaldada kohale. Pinnas tihendatakse, kaetakse geotekstiiliga, mille peale käib kangasraketis. Peale paigaldamist seda pumbatakse täis betooniseguga, mis jaguneb raketise sees vastavalt ette nähtud mustrile ja peale tardumist moodustab tugevat ja nägusat pinnasekatet. Taolised konstruktsioonid võivad olla armeeritud ja haljastatavad. (Products..., Hydrotex... 10.05.2019)

Lähtuvalt põhimaterjalist – betoonist, valmis kaldakindlustis on tugev ja vastupidav isegi suurele veekiirusele. Lisaks eelmainitule see kohandub paremini olemasoleva pinnasmoega, vähendab poorivee poolt tekitatavat survet ja tänu ehituslikule eripärale aeglustab voolukiirust, vähendades sellega hüdraulilist survet. See teeb seda tüüpi kaldakindlustisviisi hüdrauliliselt efektiivsemaks kui, näiteks, kivipuiste või valatud betoonseinad. (Hydrotex... 10.05.2019)

Käesoleva töö raames keskendutakse Eestis seni vähe levinud betoonist kaldakindlustamismeetmete tutvustamisel.



Joonis 3.8 Kangaraketise abil valminud betoonist kaldakindlustis: valmis kallas (üleval vasakul), kangasraketise paigaldamise ja betooniseguga täitmise protsess (ülral paremal), betooniseguga täispumbatud kangasraketiste 3D lõiged (all vasakul ja paremal)

Allikas: Synthetex, LLC veebilehekülg

3.4.2 Betoonkivi matid

Betoonkivi matid (ingl. *Articulated concrete blocks (ACBs)*) kujutavad endast paindliku kaabelsidemega omavahel ühendatud betoonkividest koosnevat „madratsi“, millega kaetakse probleemset piirkonda (Joonis 3.9). Betoonkivi mati alla tavaliselt käib isoleeritav geotekstiili kiht. Kivide omapärane kuju lubab taimedele kasvada läbi mati, mis lubab konstruktsioonile aegamööda sulanduda loodusesse, tagades vajaliku kaitset erosioonist. Peamiselt rakendatakse kanalite ja kallaste kindlustamisel ja taastamisel, lauterite rajamisel. (Articulated concrete blocks, 07.05.2019)



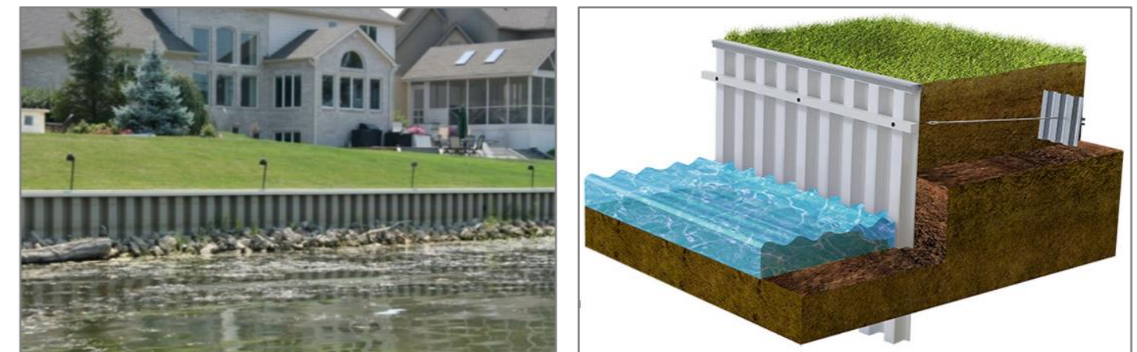
Joonis 3.9 Betoonkivi matt: paigaldatud kohale (vasakul) ja paigaldamisprotsessis (paremal)

Allikas: Nilex Inc. veebilehekül

3.5 Punnseinad

Metallist või plastikust punnseinad (ingl. *Sheet piling*) on üks tehisliku kaldakindlustamisviisi näide (Joonis 3.10). Selle ülesandeks on, nagu teistelgi kaldakindlustamismaterjalidel, olla barjääriks vee ja pinnase vahel, takistades lainete või intensiivse voolu poolt tekitavat pinnaseerosiooni. (Punnsein... 10.05.2019)

Ennem kasutatavale teraspunnseintele asemele tulevad uue põlvkonna materjalid – alumiinium ja komposiitplastikud, nende hulgas klaaskiuga tugevdatud plastik (ingl. *Fiberglass reinforced polymer, FRP*) ja taaskasutatav PVC, ehk vinüül. Kaasaegsete materjalide eeliseks on nende kergsus, vastupidavus korrosioonile ja UV-kiirgusele, võrdlemisi lihtne paigaldus, hea välimus, loodussõbralikkus. Tellija seisukohast oluliseks teguriteks on ruumisäästlikus ja võimalus kujundada punnseina välimust – valida seina ribilisuse aste, plastikute puhul ka värvi ja dekoratiivviimistust (Learn about...10.05.2019)



Joonis 3.10 Punnsein: paigaldatud kohale (vasakul) ja konstruktsiooniskeem (paremal)

Allikas: CMI Corporate Headquarters veebilehekül

3.6 Ajutised biolagunevad materjalid kaldakindlustistes

Biolagunevate erosioonitõkkematide (ingl. *biodegradable erosion control mat*) kasutamise mõte nõlvade ja kallaste kindlustamisprotsessis seisneb nende kasuliku omadusega hoida pinnast kinni piisavalt kaua selleks, et kindlustamist vajava ala peal jõuab kasvada ja areneda külvatud/istutatud haljastus (Khan 2016). Seemnete tärkamise ajal biolagunevad matid hoiavad niiskust ja mängivad multši rolli. On olemas matid, mis juba sisaldavad muruseemned (Erosioonitõkkematid, 18.04.2019).

Sõltuvalt materjali tüübist taoline biolagunev matt võib püsida rajataval alal kuni 3 aastat aegamööda kõdunedes ja lõpuks muutudes huumuseks (Erosioonitõkkematid(2), 19.04.2019). Kaldakindlustistes

3.6.1 Taimsematerjalist matid

Kookoskiudmatid on tiheda struktuuriga looduskiust vilditud matid, mis lubavad hoida pinnast paigal takistades erosiooni kuni 1:1 ja järsematel nõlvadel. Sobivad kasutada ka kiire vooluga kanalite kallastel. Peab vastu kuni 36 kuud, mis on piisav haljastuse kasvuks (Erosioonitõkkematid (2), 19.04.2019)

Põhu-kookoskiudmatides olevaid kiude kasutatakse erinevates proportsioonides, ajutistes matides levinud on 50% põhu ja 50% kookoskiu sisaldus. Sobib kõige paremini erosiooni tõkestamiseks 1:1 – 1:2 nõlvustel ning keskmise vooluga kanalites. Võrreldes kookoskiumatiga on lühiealisem ja peab nõlval vastu kuni 24 kuud. (Erosioonitõkkematid (2), 19.04.2019)

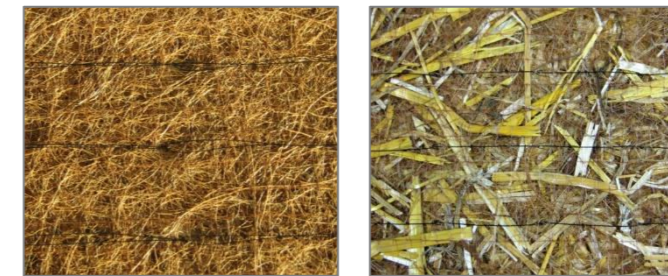
3.6.2 Taimmaterjalist võrgud

Kookoskiust ja džuudivõrgud (Joonis 3.12) võrgud on kerge ja loodussõbralikud. Leiab kasutust nõlvade ja kallaste ajutisel kindlustamisel ja pinnase stabiliseerimisel põhilahendusena mõeldud taimestiku arengu perioodiks. Shukla ja Yin annavad head tagasisidet džuudivõrgule, kui pinnase stabiliseerimise abimaterjalile, tuues välja selle võrdlemisi madalat omahinda, ohutust keskkonnale ja võimet rikastada pinnast huumusega kõdunemisel.

Džuudivõrgul on ka teatud puudused, näiteks see ei kaitse pinnast välismõjuritest ja pinnase orgaaniline osa võib paisuma ja kahanema sõltuvalt välistingimustest, lisaks võrk on tuleohtlik. (Shukla & Yin 2006, 138)

kasutatavate matide valmistamiseks kasutatakse, näiteks kookoskiude, põhku (õlgu) (vt. joonis 3.11), mida õmmeldakse kas ühe- või kahepoolsest PP-võrguga või džuudivõrguga (Sealsamas, 19.04.2019). Loodusliku päritoluga erosioonikontrolli võrke tehakse valdavalt džuudivõrgust ja kookoskiust. Nii erosioonikontrollivõrgud, kui -matid peavad vastu voolukiirusele 1-2 m/s (Shukla & Yin 2006, 140).

Katsetatud on ka materjalidega lambavillast. Villal on head termilised omadused ja see hoiab niiskust. Matide/tekstiilide valmistamiseks saab kasutada, näiteks mittekvaliteetset villa, kuid laia kasutust see materjal seni ei leia. (Broda 2019)



Joonis 3.11 Biolagunevad erosioonitõkkematid: 100% kookoskiudmatt (vasakul), 50% põhu ja 50% kookoskiudmatt (paremal)

Allikas: Roadservice OÜ veebilehekül,



Joonis 3.12 Džuudivõrk.

Allikas: Greenfix veebilehekül,

3.7 Püsivad geosünteeetilised materjalid kaldakindlustuses

Geosünteeetideks üldiselt nimetatakse laia peamiselt kunstlikest materjalidest, peamiselt naftaderivaatidest, aga ka vähemal määral kummist ja kiudklaasist, tehtud toodete valikut. Geosünteeetilisi materjale kasutatakse erinevat sorti maotöodes, k.a. erosioonitõkke(abi)materjalina. Tuntumad kasutatavad geosünteeetid on, näiteks geotekstiilid, geovõrgud, võrkmatid, maakärjed jne. (Shukla & Yin 2006, 1)

Võrreldes loodusliku päritoluga materjalidega geosünteeetidel on oluliselt pikem eluiga, mis arvestades korrektset rakendamist ja rajamist võib kesta üle 100 aastat. (Sealsamas, 105)

3.7.1 Geovõrgud

Erinäolisi geosünteeetilisi võrke ja kärjeid (Joonised 3.13, 3.14) efektiivselt kasutatakse nii ajutise kui püsiva erosiooni kontrolliks. Need tooted kaitsevad pinnast tuule- ja vee-erosiooni eest, aidates kaasa taimestiku kiiremale arengule. Saadaval on võrgud või kärjed, mis sisaldavad lagunemist kontrollivaid UV stabilisaatoreid. Vaatamata kõikidele kasulikele omagustele, keskkonناسäästlikuses geosünteeetid ikkagi annavad alla looduslikele materjalidele. (Shukla & Yin 2006, 137)

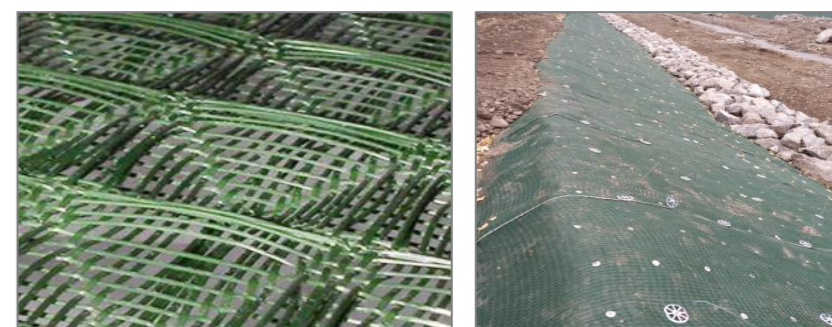
3.7.2 Geokärjed

Geokärjed (ingl. *Geocell*) on kolmemõõtmeline (3D) geosünteeiline materjal (Joonis 3.15), mida kasutatakse k.a. kalda kindlustamisel. Kärjede sügavus võib olla kuni 20 cm. Tänu oma ehitusele kärjed on võimelised füüsiliselt hoida enda sees pinnast, niiskust ja seemneid, ei anna pinnasele kaduda, hoides soodsaid tingimusi taimestiku arengule ja kasvule. Hilisemal etapil geokärg ja haljastus toimivad käsikäes - taimestik kindlustab nõlva juurestikuga ja geokärg kaitseb juurestiku pinnaseerosioonist ja tagab kalda drenimist. (Shukla & Yin 2006, 137)



Joonis 3.13 Kolmesuunaline geovõrk(vasakul) ja näide selle kasutamisest pinnase tugevdamisel (paremal).

Allikad: Roadservice OÜ, Tensar Inc koduleheküljed



Joonis 3.14 3D geovõrgusüsteem(vasakul) ja näide selle kasutamisest kalda kindlustamisel (paremal).

Allikas: Nilex Inc kodulehekülg



Joonis 3.15 Näide 3D geokärjete kasutamisest kalda kindlustamisel. 3D kärje paigaldamine elus (vasakul) ja skemaatiline konstruktsioon 3D kärjega (paremal)

Allikas: Hydroseal OÜ kodulehekülg (vasakul), Roadservice OÜ veebilehekülg (paremal)

3.7.3 Geomatid

Geomatid võivad olla kas täielikult sünteetiliselt, või koosneda ajutise ja püsiva geomati kombinatsioonist (Joonis 3.16). Ajutine biolagunev kiht võib koosneda põhust või kookoskiust või mõlemast, mis püsib taimestiku arenguetapil ja hiljem laguneb, püsiv kiht koosneb sünteetilisest võrgust ja jääb paigal peale ajutise kihi kõdunemist tagades taimkattega nõlvale/kaldale lisatugevust. (Erosioonitõkkematid (2), 19.04.2019)



Joonis 3.16 Näide 100% sünteetilisest geomatist (vasakul) ja kombineeritud biolagunevast ja püsivast materjalist geomatist (paremal)

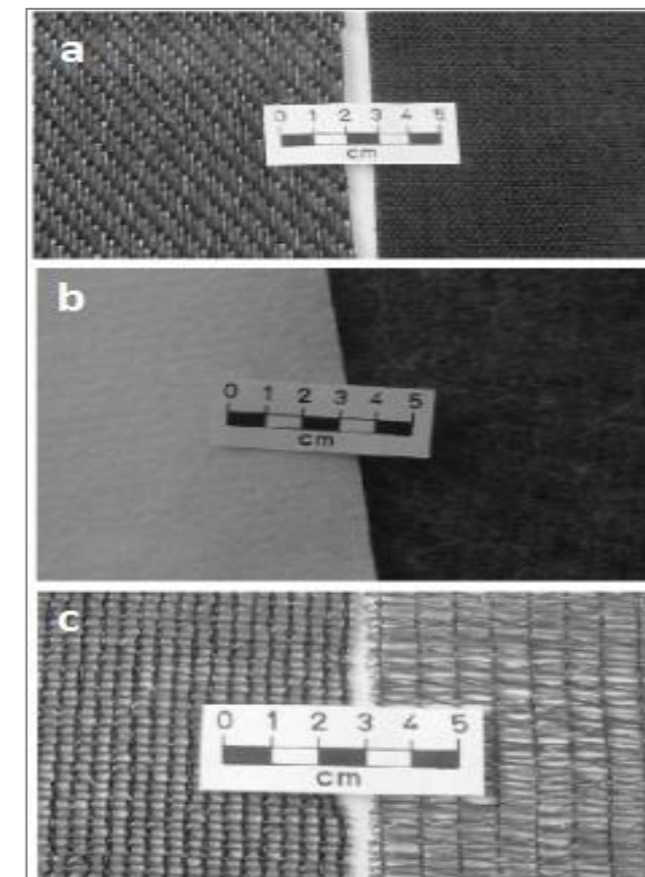
Allikas: Roadservice OÜ veebilehekül

3.7.4 Geotekstiil

Geotekstiiliks nimetatakse lamedat, vee poolt läbistatavat, polümeerset kangast, mis kujutab endast paindliku lehe. Vastavalt tootmistehnoloogiale geotekstiile jagatakse kootud, mitte kootud ja punutud geotekstiilideks (Joonis 3.17). (Shukla & Yin 2006, 2).

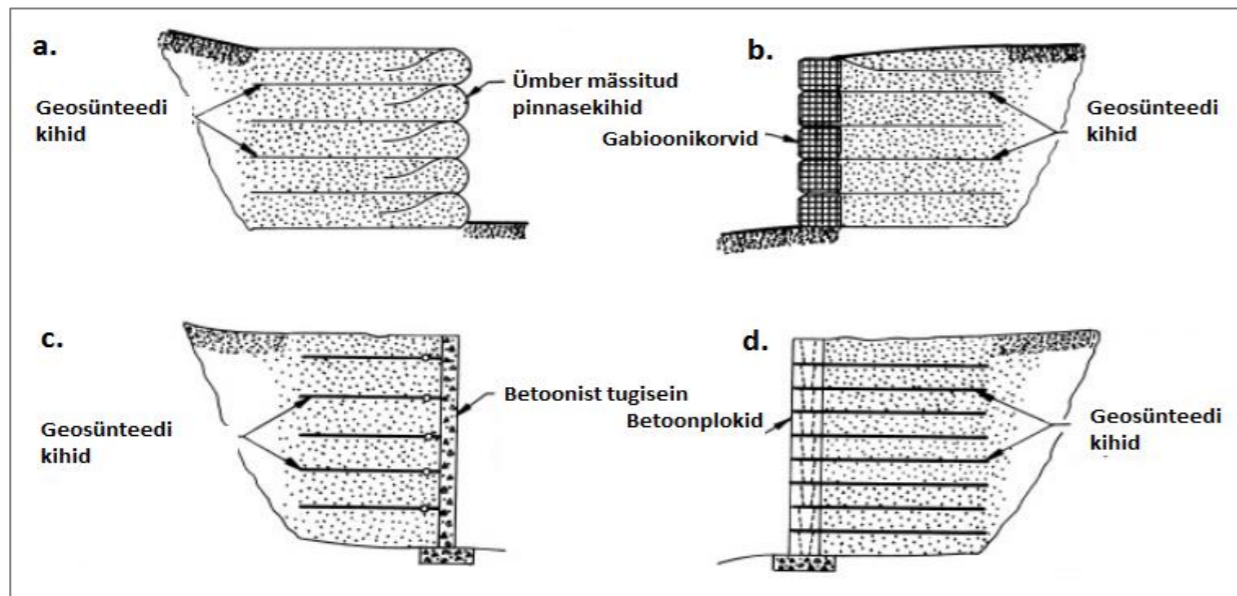
Kootud geotekstiili tootmine sisuliselt ei eristu tavalise kanga tootmisest, kus kiudeid põimutatakse täisnurga all. Mitte kootud tekstiilide kiude seotakse omavahel kas osalise kokku sulatamise, kasutades keemilisi lisaaineid või viltimise teel. (Sealsamas, 2).

Geosünteetidel on lai kasutusväli teede, vundamentide, reservuaaride ehitusest kuni kalda- ja nõlvakindlustuste, k.a. tugiseinte rajamiseni (Joonis 3.18). Kaldapealsete ehitamises saab nende abil eraldada kaldapealse konstruktsiooni pehmest aluspinnasest, tagada lisatugevust kaldapealse konstruktsioonile, kujundada järsu nõlva, tagada vee äravoolu kaldapealse konstruktsiooni alusest eemale. Nõlva ja kaldakindlustamisel geosüntetid aitavad ennetada pinnaseerosiooni ja pinnasekihtide liikumist ja lihet, tagades samas vajaliku vee ära juhtimist (Joonis 3.19). (Sealsamas, 105-108)



Joonis 3.17 Geotekstiilid: a - kootud, b-mitte kootud, c - punutud

Allikas: Shukla & Yin 2006, 3.

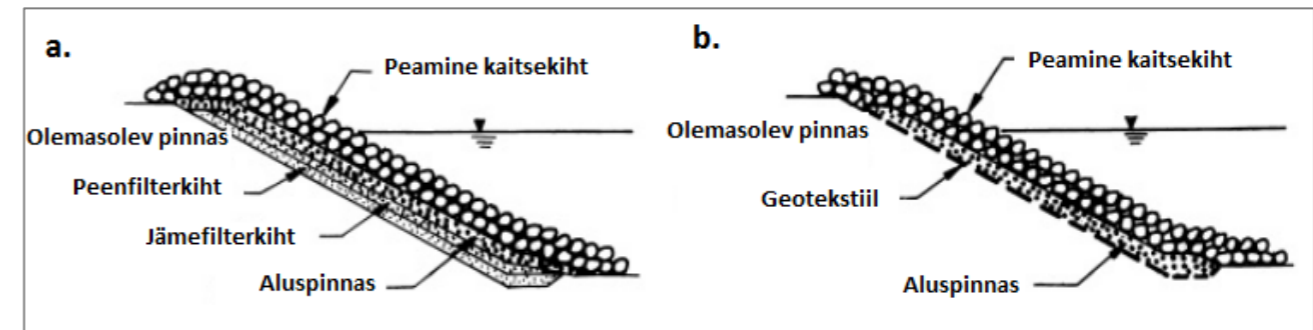


Joonis 3.18 Külgvaade erinevatest tugiseinte konstruktsiooni lahendustest

Allikas: Shukla & Yin 2006, 110

3.8 Järeldused

Maailmas kaldakindlustamiseks kasutatavate materjalide ja rajamistehnikate valik on äärmiselt suur. „Kõvades“ lahendustes kasutatavad tehnilikud materjalid ja projekteeritavate konstruktsioonide viimistlusviisid lubavad luua funktsionaalset ja vaatleja jaoks huvitavat vaadet pakkuvaid kaldakonstruktsioone, mis on eriti oluline linnaruumi planeerimisel, kus on tähtis nii lahenduse toimivus kui ka valmisrajatise esteetilisus. Tehnilikud materjalid jagunevad toimemehhanismi, põhifunktsiooni, välimuse, eksponeeritavuse, kestvuse ja veel paljude aspektide poolest. Kahjuks, magistritöö raames ei ole võimalik detailselt kirjeldada kõiki eksisteerivaid kaldakindlustamiseks kasutatavaid tehnilike materjale. Peamiste materjalidena sai käsitletud betoon- ja looduskivid, betoon, plastiktooted (vinüül), toetava funktsiooniga geosünteedid. Enamus käsitletud materjalidest võib leida ka Eestis, kuid, näiteks kangasraketistega valminud kaldakonstruktsioonid vooluveekogude kallaste kinnitamisel autori teada laia kasutust veel ei leidnud.



Joonis 3.19 Külgvaade kivipuistega kaldakindlustisest: a. täies mahus teraselisest materjalist; b. geotekstiili filtriga. Materjalide sääst ja konstruktsiooni mahu vähenemine on ilmselge

Allikas: Shukla & Yin 2006, 136

Palju erinevaid kaldakindlustamise näiteid sai uuritud ka „pehmete“ ehk looduskesksemates tehnikate rakendamise puhul. Biokonstruktsioone rajatakse reeglina käepäraselt saadavatest materjalidest, k.a. looduslike kohalike taimede liike, kasutades valdavalt lihtsa tuntud tehnikat (v.a. hüdrokülv). Rajamismaterjali kättesaadavuse ja kohaliku elurikkuse toetamise poolest „pehmed“ lahendused ja materjalid on väga säästlikud, kuid võrreldes „kõvade“ konstruktsioonidega taluvad vähem koormust ja nõuavad rohkem aega taimestiku arenguks. Valmiskonstruktsiooni ilme on üldjuhul looduslik ja hooajati muutuv. Eelmainitud asjaolude tõttu, arvestades veekogu eripära, täies mahus looduslikud kaldakindlustusmeetmed on sobilikumad kasutada väiksemate või mõõduka vooluga veekogude kallastel, äärelinnas või väljaspool linna.

Võimaliku kompromissina tehnilike ja bioloogilise lahenduse vahel võivad olla biotehnilised ja biostuktuursed konstruktsioonid, mida projekteeritakse kombineerides omavahel tehnilike ja looduslike materjale.

4. KALDAKONSTRUKTSIOONI PROJEKTEERIMISE ÜLDISED EELDUSED JA PIDEPUNKTID

Olemasoleva olukorra uurimine on üks oluline samm kaldakindlustiste projekteerimis- ja voolusängi taastamisprotsessis. Kogutud teave olemasoleva olukorra kohta aitab tuvastada probleemi ja selle (nende) päritolu, kallaste kaitsmise ja kindlustamise vajadust ja ulatust, tulevikus aitab kaasa tegevuste planeerimisel. Tavaliselt olemasoleva olukorra analüüsi jooksul hinnatakse voolusängi ja valgalast tulenevate kvalitatiivsete ja kvantitatiivsete tegurite mõju. Vooluveekogu morfoloogiline uuring on tuleneva analüüsi võtmetegur ja koosneb voolusängi kuju, profiili aga ka substraati uurimist. (Doll et al. 2003)

Olemasoleva olukorra analüüsiks peab läbima vähemalt neid samme (Doll et al. 2003):

- **Mõõta uuritava vooluveekogu valgala:** Andmete saamiseks reeglina on efektiivne kasutada geograafilist infosüsteemi (GIS).
- **Maakasutuse uuring:** Praegune olukord, kui ka võimalusel maakasutusviisid minevikul. Info korjamiseks võib kasutada aerofotosid, erinevaid ajaloolisi, topo- ja tsoneeringu kaarte.
- **Kallaste uurimine:** Hõlmab kallaste ja kaldapelsete kasutusviisi.
- **Möödistamine:** Voolusängi möödud (laius, sügavus, märgperimeeter), vooluhulk, erimöötmeliste pinnaseosakeste esinemine jne.
- **Veesängi kuju tuvastamine:** Pealtvaade analüüs – sinusoidsus, keskmine jõekääru pikkus ja laius, käärude raadiused võimalusel kasutades abiks aerofotosid.
- **Pikiprofiili koostamine:** Näitab olemasoleva voolusängi kõrguselist ulatust, veepinna kõrgust, veeäärset rada, kaldanõlva, kalda- või terrassipealset pinda.
- **Substraadi- ehk pinnase analüüs:** Kallaste ja sängi lõimise on tihtipeal otsustava tähtsusega. See määrab sängi kuju ja hüdraulikat, erosioonikiirust (-esinemist), setete päritolu jne. Iga projekteeritava lõigu kohta peab olema sängi ja kallaste lõimise iseloomustus.
- **Määratata vooluhulk ja -kiirus:** Vooluhulgaks nimetatakse vooluveekogu ristlõiget ajaühiku jooksul läbiva vee kogust. Vooluhulga (Q) võib arvutada näiteks Manningi valemiga.
- **Kallaste seisundi hindamine:** Üleujutatava ala topograafia, pinnase tekstuur ja tüüp. Huvi vivid pakkuda kraavide, vanade põldude asukoht, juurdepääsud veele, basseinid, paisud, künkad, järsud kaldad, jõeoru pikkus ja laius. Linnatingimustes pöörata tähelepanu hoonete, infrastruktuuri ja trasside paigutusele.

5. KALLASTE SEISUKORD JA KALDAKINDLUSTAMISMEETMETE VALIK PÄRNU LINNA NÄITEL

Eestis on suhteliselt palju suuremat ja väiksemat tüüpi vooluveekogusid. Ajalooliselt paljud asustused tekkisid ja arenesid veekogude, s.h. suuremate vooluveekogude, vahetuses läheduses ja tänasel päeval jõed endiselt kulgevad läbi mitmeid laiaks kasvanud Eesti linna ja asustuspiirkondi. Suuremates jõgedest sellisteks on näiteks, Narva jõgi, mis kulgeb mööda samanimelise linna kaldaid ja Emajõgi, mis läbib Tartut. Väiksematest jõgedest Pärnu jõgi kõverdab ümber Paidet ja lõikab pooleks Pärnu linna, Vigala jõgi läbib Rapla linna, Pedja jõgi - Jõgeva linna, Pirita jõgi - Tallinnat.

5.1 Välisvaatluse tulemused

5.1.1 Pärnu jõe vasak kallas

Alustades Pärnu jõe vasakkaldast, Papiniidu sillast, ja minnes mööda vasakkalda tervisespordirada kesklinna poole võib täheldada, kui vahelduvad ja katkendlikud on kaldakindlustised. Tervisespordiraja jätku rajamisega mööda vasakut kallast mitmes kohas moodustati jõkke välja astuvaid kindlustatud pinnasvaateplatvorme, millistest saab püüda kala või imetleda avanevaid jõepanoraamvaateid, kuid need on pigem tehnilikud punktobjektid ja üldist kaldajoont erosioonist ei kaitse.

Papiniidu sillast kuni endise Pärnu Kalatööstuse territooriumi mõttelise keskjoonepunktini kallas on kindlustamata, esineb looduslik kõrghaljastus valdavalt kõrgekasvuliste pajuliste näol. Sellel lõigul kallas on suhteliselt lauge, lähimad hooned Bauhof ehituspoe ja laohoone näol asetsevad ca 76 m, tervisespordirada ≥ 9 m kaugusel jõest. Vähesed erosioonitunnused on loomulikud ja ei ohusta vara.

Esimene kaldakindlustis kohtub ca 600 m pärast endise Pärnu Kalatööstuse poollagunenud kai näol. Kai kujutab endast ca 150 m pika ja 2 m kõrgust betoonseina, pealt moodustatud kunagi asfaldiga kaetud plats. See koht on harrastuskalameeste üheks lemmikpaigaks, kuigi konstruktsioon näeb kahtlaselt välja. Betoonseina ülemosa ja asfaltkatte ühenemiskohal on näha küllaltki sügavaid auke asfaldikattes, mille alt on aluskiht kohati välja uhtunud.

300 m peale kaid kallas on jälle loodusliku ilmega, kuid kaldenurk muutub järsemaks - 1:4 kuni kohati $>1:2$. Kallasrada kulgeb siin lõigul ≥ 11 m veepiirist, AS Pärnu Fortumi territooriumil kaldale kõige lähemal paiknev rajatis (veemahuti) on ca 27 m ja hooned ≥ 40 m veepiirist.

Kindlasti on veel hulgaliselt väiksemaid asustusi, mis on läbitavad ühe või teise jõe juurdevoolu poolt. Vooluveekogude rohkus omakorda vihjab potentsiaalselt ohustatud/probleemsete kallaste suurele hulga. Eestis võib kohtuda esindatult nii nn. "Kõvasid", kui ka "pehmeid" konstruktsiooni võtteid. Kuna "kõvad" tehnikad ja konstruktsioonid eeldavad suuremaid investeeringuid, neid reeglina võib kohtuda avalikutel või industriaalaladel, nt. kaldapromenaadid ja sadamad. "Pehmed" tehnikad õigustavad ennast avalikus ruumis seal, kus koormus kaldale on minimaalne või hoopis looduslähedastes tingimustes ja erakruntide kallastel.

Peale eelmainitud lõigu algab Pärnu Kalevi spordiseltsi sõudebaas. Siin on näha kahte tüüpi betoonkaldakindlustisi: vanad kandilised betoonplokid, mis on paigutatud mööda ligi 42 m kaldajoont ja püstine ca 1.5 m kõrgune ja ca 120 m pikkune betoonsein. Peale sportlasi, kes hooajal aktiivselt kasutavad kalda külge ankurdatud ujuvkaid, see koht on väga populaarne suviste suplejate, aga ka harrastuskalameeste hulgas. Territooriumil asub ka suvikämping, nii et hooajaline rahvamassiliiklus siin on päris suur. Kallasrada kulgeb siin väga lähedal, piirnedes püstise betoonseina konstruktsiooniga. Betoonseina jalamil on kohati näha auke, pragusid, materjali kulunemist ja armatuurivardaid. Taoline kontrollimatu kulumine nõrgestab konstruktsiooni ja seob ohtu selle ja selle peale toetuvate konstruktsioonide terviklikkust. Mööda kallast kulgevad betoonplokid on ilmselgelt juba amortiseerunud ja näevad välja nagu igaveseks jäänud ajutine lahendus – betoon kohati allavarisenud, paljastades armatuuri. Plokkide vahel on korralikud pilud, mille kaudu uhub välja kaldapinnas ja kus elavad rotid.

Järgmine kalda lõik on umbes 75 m pikk, siin on näha murusse kasvanud kivipuiste kaldakindlustis. Mõned üksikud kivid veepiiril on juba konstruktsioonilt eraldunud. Lisaks kivipuistele ülemine osa on kallasraja rajamise ajal kindlustatud horisontaalsete immutatud palkidega, mis näevad suhteliselt korralikud välja, kuigi selle tüüpi kindlustus on ainult 20 m pikk.

Järgmisel 150 m pikkusel lõigul Vikerkaare ja Kastani tänavate vahel kaldakindlustis praktiliselt puudub, välja arvatud kuni 20 m pikkused episoodilised horisontaalsetest palgitest kaldatugiseinad. Peab täheldama, et kaldal on silmaga nähtavad erosioonitunnused ja kõrghaljastus praktiliselt olematu. Lisaks sellele sai kombeks lükata

kaldast alla igasuhust taimsest kraami, nagu selleks on riisunud lehed ja niidetud muru. Kaldenurk siinkohal on ca 1:3-1:2, kallasrada kulgeb praktiliselt kohe nõlva peal ja erakruntide aiavundamendid jäävad < 10 m kalda ülemisest piirist.

Kastani tn lõpus on järjekorde jõkke välja astuv platvorm, kuid võrreldes teistega siin on tegemist kallasrada rajamise ajal alles jäetud vanadest betoonplokidest ja taladest kunagi rajatud konstruktsioonga. Seda kohta kasutatakse kalapüügiks, muidu see reostab vaadet. Sellele järgneb ca 140 m kallast, kus on spordiraja kõige madalam koht ja mis kevadeti võib näha korralikult üleujutatuna. Skano Grouer AS mööblivabriku territooriumi taga asub pisike liivane paljand, mida mõned kohalikud kasutavad suvel ujumiseks. Kallas on madal, ehkki on näha erodeerivaid pindu ja „ära rebitud“ murukamara ääri. Järgmine 120 m pikkune kaldalõik on kallasrada rajamisel kaitstud kivipuistega, kuid on näha, et see meetod ei ole efektiivne - kivid hakkavad eralduma, paljastades rebitud geotekstiili ja spordirada asfaltkatte jõepoolsel äärel saab näha kahtlaseid moondumisi, mis viidavad aluskihtide vajumisele.

Edasi järgneb ca 50 m kallast, mis on kunagi kindlustatud pikali paigaldatud betoontaladega, mis omaette on toetatud nüüdseks juba poolmädanenud ja küsitava vastupanujõuga vertikaalsete rammitud palkidega. Kuigi taoline konstruktsioon on huvitav ja Pärnu linna piires harva esinev, peab kontrollima selle usaldusväärsust. Kallas jätkub uuema, 40 m pikkuse, horisontaalsetest immutatud palkidest kaldakindlustisega, millele kuni Liiva tänavani järgneb kindlustamata tugevalt erodeeruv kivine kaldalõik.

Liiva-Pilli tn ca 500 m lõik on valdavalt kindlustamata, kuid loomulik erosioon hetkel midagi ei ohusta. Konse käämpingu territooriumi (Suur-Jõe 44a) taga on veel üks ca 50 m rammitud palkidele toetuv betoontaladest kaldakindlustis ehk maabumiskoht ja üks järjekordne näotu ja purunev, vanadest betoonplokkidest kokku pandud jõevaateplatvorm, mis iseenesest asub heal kõrgel kohal, kuid kasutada seda tuleks ettevaatusega, et väljauhutud aukudesse mitte astuda.

Pilli ja 4.Jõe tänavate vahelisel 130 m pikkusel lõigul spordirada kulgeb mööda tehnilikult juurde kasvatatud ca 1 m kõrget betoonkonstruktsiooni. Kallas nagu selline siin puudub, konstruktsiooni jalamil on perioodiliselt üleujutatav lauge jõepõhi.

Järgmist 150 m spordirajast ühtivad Väike-Jõe tänavaga ja kallas on niidetud ja kena. Lõigul asub 30 m pikkune, Pärnu linnapiiris ainulaadne, mõrditud maakividest laotud püstine kaldatugisein, mis paikneb erakrundil. 3.Jõe kuni peaaegu Vingi tänavani kallas on suhteliselt korralik, erosiooni hoiab taga murukamar ja kaldataimed.

Järgmist 55 m kaldajoonest olid kunagi kaitstud juba kirjeldatud viisil analoogselt sõudeklubi betoonplokkidega.

Siin „konstruktsioon“ sammaldunud nii palju, et peaaegu sulandus maastikusse. Silmaga nähtavad lagunemisprotsessi tunnuseid ei olnud täheldatud, mida ei saa öelda järgmistest 140 m, mis on küll tervisespordirajalt ≥ 8 m kaugusel. Siin erosiooni mõnevõrra summub kaldapealne haljastus, kuid võsa vahelt on näha üpris palju suuri betoonkamakaid, mis reostavad kallast, ka mõnedes haljastusvabades kohtdes murukamar on jõe poolt korralikult „näritud“.

Orienteerivalt Decora ehituspoe taga kallasrada on jällegi kaitstud ca 125 m pikkuse horisontaalpalkidest tugiseinaga, mille mõned ülemised palgid küll annavad alla, kuid nende välja vahetamise lihtsuse tõttu see ei peetud probleemiks. Kallasrada siin kohal külgneb vahetult tugiseinaga, erosioonitunnusi ei täheldata. Ka ligi 100 m, mis järgnevad palkseinale ei tekita muret.

Sellele järgnevaid 150 m kaldast on kunagisest ajast jällegi kaitstud nüüdseks osaliselt sammaldunud, lagunenu, paigast ära nihkunud massiivsete betoonplokkidega. Spordiraja kasutajatest neid mõnevõrra varjab kaldapealne mõõdukas haljastus kidurate pihlakate ja pajuliste näol, kuid nad oluliselt reostavad vaadet mööda vett liiguvate ja teisest kaldakohast vaatlejate jaoks.

Mööda viimast lõigu, kuni Pärnu Kesklinna silda, rajatud kapitaalne ca 2-2.5 m kõrgune püstine betoonist kaldakindlustis, mida iseenesest oleks ka tänapäeval võimalik kasutada väiksemate laevade sildumiseks, kuid nüüdseks selleks kaldalõigust sai populaarne jõeäärne istumis- ja aega veetmisala. Kaldapealse betoonseina ülemist otsa katva puitplatvormi tõttu betoonseina seisundi hindamine osutus võimatu, kuid sillast vaadatuna see ala mõjub hästi ja omab kasutust. Vahetu 20 m kuni Kesklinna silda on hiljuti rajatud kivipuiste kivipuistekonstruktsiooni näide. Selle tõhusust näitab aeg, kuigi juba nüüd on näha kivide vahelt välja ulatuvaid geotekstiili ääri.

Jätkates kõndimist mööda Pärnu jõe vasakkalda peale Kesklinna silda algab renoveeritud (restaureeritud?) reisisadama massiivne rammitud ja betooniga kaetud kaldakindlustis. Ligi 344 m sadamaseina ulatub kuni üle vallikraavi rajatud kergliiklussilda. Sellelt sadama kohalt väljuvad katamaraanparvlaevad Ruhnu ja Kihnu saartele.

Pärnu Vallikraavis viidi läbi ulatusliku rekonstrueerimistööd, kindlustades vallialameid rammitud, pealt betooniga kaetud punnseinaga. Tööd alustati 2009. aasta novembris ja lõpetati kahe aasta pärast novembris 2011. Vallikraav ja kõrval asuv Tallina värav on tähtis turismiobjekt ja vaatamisväärsus. Kraavi ümber korraldatakse menukaid üritusi, laadasid, näiteks Hansa päevi, Grillfest, paljud suvekontserte, see koht tõmbab jalutajaid ligi ka olmpäevadel. Ligi 7 aastat möödudes rekonstrueeritud Vallikraavikindlustus peab edukalt vastu ja näeb välja viisakalt ja esinduslikult.

Üle Vallikraavi kallas kulgeb Jahisadama poole. Vallikraavi silla ja jahisadama vahelise 75 m kaldalõigu seisund on nutuväärne – peaaegu täiesti pehkinud kunagine puitkai ja selle taha rajatud pudisevad vanad betoonosad jätavad väga rusuva mulje.

Jahisadama kallas on kindlustatud jällegi suuremas osas betooniga, mis on õigustatud suurte koormustaluvuse vajadusega. Betoonseinad ei ole nii massiivsed nagu kesklinnas ja teisel kaldal sadamates, mitmes kohas on tehtud lauged laskumisteed veeni, mille kaudu jahte kevadel veesatakse ja sügisel tõmmatakse veest välja. Kalda betoonkonstruktsiooni külge ankurdatud ka mitu maabumissilda laevade sildumiseks. Betoonpinnad on

5.1.2 Pärnu jõe parem kallas

Pärnu jõe parema kalda seis on äärmiselt kontrastne. Alustades Papiniidu sillast kuni paremkalda sõudeklubi (Pärnu Rowing Club) territooriumi, ehk ligi 2.5 km kallas on kindlustamata ja on oma loomulikus seisundis. Mööda kallast kulgeb paremkalda tervisespordiraja osa, kohati ulatuslikud pilliroo kasvualad. See kaldalõik on peaaegu terves pikkuses kaetud loodusliku kõrghaljastusega – valdavalt pajuliste perekonnast puudega ja põõsastega, loomulik mõõdukas erosioon ei ole ohtlik.

Paremkalda sõudeklubi territooriumil algab rajatud ligi 60 m pikkune betoonseinalaadne kaldakindlustis, mis pealt oli kunagi kaetud betoonplokkidega, nüüdseks jäid ainult lõhutud betoonkamakad. Betoonseina ja vee vahel on pinnasriba, mille peal kasvavad juba täiskasvanud puud. Maabumiskohal on samuti vana betoontugisein, milles on kohati suured praod. Sõudeklubi teinel pool on kindlustatud juba tuntud betoonplaatidega, mis siin näevad välja palju paremini kui teist poolt jõge. Erosiooni tunnusi silmaga näha ei ole. Sellele lõigule järgneb ca 500 m loodusliku kaldajoont, mis on kaitstud vaid pajupuude juurtega ja vees kasvavate kõrkjate massiiviga.

Peale loodusliku lõigu lõpu on ca 250 m pikune paljas kallasriba. Kaldenurk on lauge, kallasrada siin kulgeb ≥ 12 m veepiirist, erahoonete aiade vundamentid ligi ≥ 17 m veepiirist. Igasugune haljastus praktiliselt puudub, pinnas on kivine, täidetud on näha erosiooni.

Järgnevat ligi 245 m kaldajoont endise lammutatud masintehase territooriumi taga on kaitstud 1,6 m kõrguse betoonseinaga ja kohati lisaks ka kivipuistega. Selle konstruktsiooni vastupidavust ja toimivust on veel raske

kohati kulumistunnustega, kuid täidavad oma funktsiooni. 90 m jahtklubi territooriumi kaldajoone on kaitstud maakividega, mis siin peavad hästi vastu ja näevad välja võrdlemisi orgaaniliselt.

Maakividest kaldakaitse ulatub kuni 50 m jahisadamast edasi ja najatub äsja rekonstrueeritud betooniist avalikule paatide veeskumisplatvormile. Uele veeskumiskoha kõrvale jäetud vana ja ilmetu, betoonplokkidest ja taladest kokku kuhjatud platvorm, mis kuulus kunagi vana veeskumiskoha juurde. Veeskumiskohtadest algab juba sanatoorium Tervise tagune Rannapargi osa, mille lauge jõekallas on küllaltki kindlalt kaitstud pilliroomassiiviga.

hinnata, kuid sellel on hea potentsiaal ja seda on meeldiv vaadata. Ainuke mure tekib, arvestades seina kõrgust, igasuguste piirete puudumise pärast.

Peale ca 100 m loodusliku ilmeka kaldajoont algab ja ulatub Kesklinna sillani äsja rajatud 50 m kivipuiste kaldakaitse, millest, arvestades selle värskust, on raske midagi öelda peale seda, et see on vasakkalda sillaga külgneva lõigu pikem analoog.

Kaldaseisund peale Kesklinna silda kuni Suur Jõekalda 2 kõrghooneni oli kunagi kindlustatud madalate rammitud puitpalkide reaga, millest on näha vaid jäänuseid. Nüüdseks see lõik muutub tagasi hooldatud looduslikuks, näha on kõrkjate kasvualasid ja vana täiesti lagunenuid ja kasutuskõlbmatuid põhja rammitud puitkai vaiade jäänuseid.

Korrushoonetest kuni JAPSi sadamani on ehitatud 150 m pikkune betoontugisein, mille jalamiit kindlustavad nurga all paigutatud betoonplokid. JAPSi sadamast kuni Sauga jõe suubumiskohani oli ja osaliselt jääb sadam, millele vastavalt kallas on kindlustatud monumentaalse betoonseinaga. Seda kaldalõigu kasutatakse vajadusel suurte raskete laevade sildamiseks. Sadama kaldakindlustise seisund silmaga hinnates ei tekita muret. Teist poolt Sauga jõge, Vana-Pärnu linnaosas, Pärnu jõe parem kallas on praktiliselt kuni parempoolse muulini kapitaalsete sadamaehitiste all. Seda osa saab vaadelda teiselt poolt jõge, näiteks, jahisadamast või sanatoorium. Tervise tagusest jõeäärsest pargiosast. Muulile lähemale randuvad peamiselt suured rasked veolaevad. Tavaline inimene ilma asjata siia tavaliselt ei sattu.

5.1.3 Sauga jõe vasak kallas

Sauga jõgi on Pärnu jõest keskmiselt ligi 4 korda kitsam, omades sellele vaatamata valdavalt järseid kaldaid.

Kohe Siimu silla kõrval on näha vana, pragunenud betoonplokkidest rajatud ca 5 m pika kaldakonstruktsiooni, mille otstarve on autorile teadmata. Mööda Sauga-Jõekalda tänavat kulgeb kallas on peaaegu täies ulatuses järsak. On näha lõike, kaitstud kohalike elanike poolt betoonkividest laotud tugiseinaga. Tänav kulgeb veepiirist ≥ 11 m, pealt kallas on ilus ja hooldatud, siin-seal on näha rajatud lillepeenraid ja üksikud õitsvaid tulpe. Mitemetes kohtades kaldale on ühendatud isetehtud puitkaid.

Püssi tänava pärast on 60 m pikkune võsastunud kindlustamata kaldalõik, mis läheb üle endisele Pärnu Kalurile kuuluvale paadisadamasse. Paadisadama 180 m pikkune kallas on vee poolt betoonseinaga, nagu ka sadama kaldapealne maa kaetud mitmes kohas tugevalt lõhustunud betoonplaatidega. Vee poolt vaadatuna tugisein ei tekita muret.

Edasised 80 m peal on üpris korratu kallas, mida kindlustatakse ja kohandatakse oma vajadustele kohati väga läbimõtle mata ja vägivaldsel moel. Pilliroos on näha hulgaliselt kinni jäänud olme- ja kalandusest tulenevast prahti: plastikpudelid, rehvid, vanad kalavõrgud, penoplastitükid jne. Kalda peal on mitmed hooletusse jäänud väikerajatist, kuhu samamoodi kuhjatakse prahti. Mitmes kohas on suuremat laadi puitkaid.

Vana-Sauga tn 26 ja 28 kruntide taga jõekallas on 60 m ulatuses kunagisest ajast kindlustatud püstiste betoonplokkidega, mis nüüdseks näevad välja mitte väga esinduslikult, kuigi täidavad oma funktsiooni. Kuni vantsillani on looduslik kindlustamata pillirooga kinni kasvanud kallas.

5.1.4 Sauga jõe parem kallas

Sauga jõe paremal kaldal, Pärnu jõkke suubumiskohal, leidub vana, ilmselt Nõukogude Liidu aegne püstistest moodulbetoonplokkidest laotud ligi 1.3 m kõrgune ja 40 m pikkune tugisein, millele järgneb ca 80 m pikkune rammitud metallpunnseina jäänus. Muutes välimuselt inetuks, need konstruktsioonid ikkagi säilitavad oma funktsiooni ja kaitsevad kallast, näiteks kevadel liiguvast jääst.

Siimu sillast edasi, vastuvoolu, on ligi 50 m pikune eramaa krunt, mille jõepoolne kallas on esinduslikult kindlustatud osaliselt kiviplokk-, osaliselt betoontugiseinaga, mille jalamil on kivipuiste.

Erakrundist kuni Haapsalu mnt 9 hooneni on 170 m pikkune loodusliku ilmega kaldaosa, mida osaliselt kindlustavad mööda kallast kasvavad tamme ja pajude juured. Kalda peal kulgeb osa kergliiklusteest.

Vantsillast edasi Sauga jõe vasak kallas on jätkuvalt kitsas, 270 m kulgeb mööda Pomarfin AS jalatsivabriku tagumist aiapiiret. Kallas on järsk, kuid jalamist veeni on ligi 10 m, mis on tihedalt kaetud pillirooga. Niigi peaaegu olematut kaldaruumi rada teevad veel kitsamaks hiiglased, rinnasümberrõõduga üle 3 m, harulised pajud.

Ka edasi kalda seisukord oluliselt ei muutu, kuigi Scanfil OÜ elektroonikasedamete tootmishoone taga kallas läheb laiemaks ja avaramaks. Ühes kohas võib näha ilmselt endisest kalatööstusest pärimuseks jäänud igeriku 30 m pikkust kaid, mille betoonplats jõe poolt oli kindlustatud puitvaidega.

Edasine kallasrada kuni Ehitajate tee sillani oli piiratud aiaga, kuid üldiselt selle seis on analoogne tootmishoonete tagumistele kaldalõikdele – järsud kaldad, isekülvanud pajuliste võsa ja pilliroomassid mööda kallast madalvees.

Peale Ehitajate tee silda algab endise nõukogude aegse sõjaväelennuvälja teenindusterritoorium, mis on küllatki perspektiivne ja omamoodi võrgutav alles jäänud kerge militaarmekiga ala, mis juba 25 aasta vältel ei leia kasutust. Nüüdseks kõik sõjaväeosa hooned on lammutatud, jäi vaid kunagise Sauga mõisa peahoone ja aida varemed. Kalda esimesed sillajärgset 200 m on valgusrohked ja avarad, haljastuses domineerivad vaid põõsad ja harv kaldapealne võsa, mööda kallast laiutab pilliroog. Edasi ja praktiliselt kuni Sauga mõisa varemeteni on üks tihe padrik murtud ja langenud kaldapealsetest puudest ja nende jäänustest, mis täielikult varjab jõevaateid kalda kõrgematest osadest.

Haapsalu mnt 9 kuni 11 hoonete taga kulgev kallas on küllaltki järsk, kuni 1:2 kallega, on näha väljendunud pinnaseerosiooni tunnusi. Haapsalu mnt 11 hoone taga kallas juba praktiliselt täielikult kulunud, jäi vaid ca 0.5 m lauged märja pinnast, hoone vundament on sammaldunud, vundamendis on praod, mis viitavad aluspinnase vajumisele.

Järgmist ligi 380 m kallast kuuluvad Vana-Pärnu muinsuskaitsealusele kalmistule. Kaldenurkade variatsioon on siin küllaltki lai, kohtuvad nii 2 m kõrgused järsakud kalmistu idaosas, kui ka alla 1:4 kaldega lõigud keskel ja 1:2 kalmistu lääneosas. Kaldal on näha tugevaid erosioonitunnusi, väidetavasti üks jõepoolne rida haudasid on juba varisenud jõkke. Kaldajalamil on hulgaliselt betoonkarmakaid. Kallast mõnevõrra hoiavad paigal isekülvanud

puude juured, kuid on näha, et suuremad puud kalduvad jõe poole, ehk pinnas ei ole piisavalt tugev ja aegamööda tulevad uued lihked, tekitades järjekordse kahju kalmistul asetsevale varale.

Kalmistust kuni vantsillani on valdavalt looduslik kallas, v.a. üks betoneeritud 3 m laiune paadi veeskamise koht. Mööda seda kaldalõigu kasvavad pajud ja vahtrad, veest lainetest kallast kaitseb pilliroog. Peab ikkagi täheldama, et mõned puud on tugevalt jõe poole kaldu, mis võib viidata pinnase nõrkusele.

Vantsillast edasi mööda Sauga jõe paremat kallast on 65 m ilusat hooldatud sujuvalt astmelise haljasala, millele

5.2 Välisvaatluse järeldused

Vaatluse tulemuse põhjal saab teha mitu järeldusi olemasoleva Pärnu linnapiiris olevate kallaste seisundist. Vastavalt kaldakonstruktsioonitüübile kaldalõigud said jagatud 9 kategooriaks: rammitud ja betooniga viimistletud sadamakaldakindlustis, rammitud ja betooniga viimistletud puhkeala kaldakindlustis, rammitud viimistlemata kaldakindlustis (punnsein), valatud tugevdatud betoontugisein, betoonplokkidest (Joonis 5.1) ja/või -taladest rajatud kaldakindlustis, kivipuistega kaitstud kallas (Joonis 5.1), gabiooniga (kivikorviga) tugevdatud kallas, horisontaalsetest immutatud palkidest kaldakindlustis, vertikaalsetest palkidest ja betoontaladest kombineeritud kaldakindlustis. Kindlustamata kaldad olid jagatud erodeerivateks kaldadeks (Joonis 5.1), erodeerivateks järsakuteks ja hooldamata erodeerivateks kaldadeks.

Pärnu linnapiires domineerivad „kõvad“, tehnikud, kaldakindlustamismeetmed – peamine materjal on betoon, mis on õigustatud, arvestades Pärnu jõe suurust ja vastavate kallastelõigudele rakendatavat koormust. „Pehmeid“ ehk looduslike kaldakindlustisi ei kohtu üldse. Siin juures üllatavalt palju on küsitava ohutuse ja välimusega üle 30 aasta vanuseid betoonkonstruktsioone ja nende jäänuseid. Kui Kesklinna piirkonnas tähtsamad kaldakindlustised on tehtud korda ja näevad esinduslikult välja, siis mida kaugemale liikuda Kesklinna sillast Papiniidu silla poole, seda rohkem kohtub inetuid, amortiseerunud, vanadest, kohati pudisevatest ja armatuuri paljastavatest betoonplokkidest ja -taladest rajatud kaldakindlustisi. On selge ja arusaadav, et kogu kallast ei ole võimalik ega mõistlik varjata tugiseinte taga, kuid need konstruktsioonid, mis juba tükk aega omavad kohta, peavad olema hooldatud, ohutud, esteetilised ja kasutuskõlblikud.

Tähtsuset teine kasutatav materjal on puitpalgid – vana moe järgi rammitud püstised palgid ja uuemad, serviti laotud, rammitud terasraamidele toetuvad palktugiseinad. Geotekstiili peale laotud kivipuiste on kolmas esinemissageduse järgi kohtuv kalda kinnitamisviis, mis, kahjuks, ei täida oma ülesannet päris mitmetes vaadeldud kohtades – kivid kipuvad oma raskuse all ja/või vee ja jää mõjul omadest kohtadest libisema ja laialiveerema, paljastades geotekstiili ja muutes kallast kergelt haavatavaks. Pärnu on sadamalinn, rammitud ja betooniga viimistletud massiivsete sadamakaldakonstruktsioonide osakaal on suur, seda eriti just Pärnu jõe

kuni Mõrra tänavani järgneb eramurajooni kallas, mis kujutab endast ca 380 m pika ja 2 m kõrget järsakut. Kalda mitmetes kohtades on isetehtud ligipääsu trepid veele, järsakust lükatakse alla aia taimseid jäänuseid, nagu niidetud muru, tuhk, riisunud lehed jne. Kaldal kasvavad vanad, kohati korralikult haiged ja osaliselt kuivanud puud, kohtuvad ka uued istutused valdavalt põõsaste näol. Kalda peal kulgeb pinnasrada, millele jäi keskmiselt ligi 3 m laiune ala eramute aedade ja järsaku ääre vahel. Mõrra tänav lõpus saab näha järjekordset vana lagunevat betoonplokkidest ja taladest laotud platvormilaadset moodustist, kust teadlikud inimesed püüavad kala.

paremal kaldal, Keskstillast pärnu jõe merre suubumiskohani. Pärnu ja Sauga jõe vasakutel kallastel paiknevad sadamad ja maabumiskohad, välja arvatud Kesklinna juures asuv reisisadam, jätavad üdiselt pehmema mulje, nad on inimhõõtmelisemad. Jahisadam, endine maabumiskoht vasakul kaldal enne Keskilda on adapteeritud rekreatiivseks ajaveetmiseks. Ka rekonstrueeritud reisisadama kahele krundile nähakse tulevikus uue elamukvartali ja tervikliku eluruumi loomist, millele aastast 2016 sai korraldatud ka vastav arhitektuurivõistlus (Pärnu reisisadama..., 2019).

Nagu sai juba mainitud, kõige korralikumad ja külastatavamad kindlustatud jõeäärsed kohad Pärnu linnapiires paiknevad Pärnu jõe vasakul kaldal, Kesklinnas – jõeäärne endine maabumiskoht läände Keskstillast, Pärnu Vallikraav, jahisadam. Kõik need kohad pakuvad lisaks turvatunnele ja kohavaimuga seonduva ainulaadset elamust. Naabumiskohast avaneb vaade Keskstillale, Pärnu jõe akvaatoriumi, suviste ja talviste jõepealsete ürituste juhul sellel on, lisaks stillale, tähtis vaatamiskoht. Vallikraav on Pärnu ajaloo särav killuke, see on hubane ja sajandite tuultega paitatud koht, kus korraldatakse palju suviseid üritusi. Jahisadamas valitseb seikluste ja romantika atmosfäär – siit on tore vaadata loojangut, mis peegeldub jõelainetes ja jahtide lumivalgetes parrastes. Tegelikult neid kohti on Pärnu jõel veel, kuid vajaliku infrastruktuuri ja korraliku turvalise kaldakindlustise puudumise tõttu need alad jäävad valdavalt transiitaladeks ja on tuntavad heal juhul vaid kohalikele.

Nii uute kui vanade kaldakindlustisega korrastatud ja istumispinkidega varustatud kaldaalad on väga populaarsed ja leiavad kasutust nii pärnakate kui ka linna külaliste poolt. Mööda kallast mõlemat poolt Pärnu jõge kulgev tervisespordirada on vaidlematu oluline ja aktiivset kasutust leiduv rekreatiivne joonobjekt – seda küll kasutatakse aktiivsemalt jäävabal aastaajal jalutamiseks, rulluisutamiseks, jooksmiseks, jalgrattaga sõitmiseks jne, kuid ka talvel ilusa ilmaga leiab palju inimesi, kes eelistab liikumist mööda jõekalda. Uute peatumiskohtade loomine tekitab huvi ja pakub kasutajatele avastamisrõõmu.

Uuematest kaldakindlustamisviisidest, Pärnu jõel mitmes kohas kohtuv horisontaalsetest immutatud palkidest tugiseinad peavad üpris hästi vastu. Nende vaidlematu eeliseks on konstruktsiooni lihtsus ja seinaelementide võrdlemisi kerge ja säästlik välja vahetamise/uuendamise võimalus, mida ei või öelda teistest kasutusel olevatest konstruktsioonidest.

Suur osa kaldajoonest nii Pärnu kui Sauga jõel on seni kindlustamata. Siin juures kui Pärnu jõel probleemsed, erodeerivad, kalda peal oleva ühis- või eravara ohustavad kaldalõigud pigem üksikud, siis Sauga jõel, eriti just paremal kaldal, erosioonitunnusi märgata palju kergem, kaldad on valdavalt järsu kaldenurgaga või juba kujunenud liheohtlikud järsakud. Nii see on, näiteks Vana-Pärnu muinsuskaitsealusel kalmistul ja ka vastuvoolu, pärast vantsilla oleva elamurajooni kaldal.

Üleüldse mööda kallast kohtub palju lõhustunud betoonplaate ja muid betoontoodete jäänuseid, seda eriti palju endiste tehasterritooriumide lähedal – Pärnu jõe paremal kaldal Rääma, siin-seal kogu vasaku kalda mööda Papiniidu sillast kuni kesksillani. Sellist sorti betoonprahti on palju ka Sauga jõe kallastel, seal lisandub veel olmeprügi. Arvestades eelmainitud, tulevikul uute jõeäärsete arenduste planeerimisel ja vanade hoonete/rajatiste utiliseerimisel ja lammutamisel tuleb hoolega jälgida, et uute hoonete alla käiv täide ja utiliseeritud hoonetest alles jääv praht oleksid võimalikult kaugel potentsiaalselt pidevalt erodeerivast jõekaldalt.

On märgata tendentsi jõekalda kergliiklustee järjepidevas pikendamises, andes võimalust liikuda tervislikumalt ja meeldivalt üha kaugemale mööda Pärnu jõe kallast. 2015.aastal sai käivitatud Loode-Pärnu tööstusala moodustamise projekt, mis hõlmab ka endist sõjaväelennuvälja teenindusterritooriumi. Selle käigus suuremal osal endisest sõjaväeterritooriumist luuakse uut tänavavõrgu, uusi ärikrunte, muutes seda piirkonda ettevõtluskeskkonnaks. Arvestades, et mööda Sauga jõe kallast saab ligi Eametsa elamurajoonile, võib kaalutleda Sauga jõe sõjaväe territooriumi kalda korrastamist perspektiiviga projekteerida ja rajada uut mööda kallast kulgevat kergliiklus- ja/või tervisespordirada. Sauga jõekalda kergliiklustee võib olla täiesti loogiline Pärnu jõe tervisespordirada jätk, moodustades ühtse tervikliku kergliiklussoonestiku.



Joonis 5.1 Kallaste seisuga uuringu ajal tehtud fotod: amortiseerunud kaldakindlustus betoonplaatidest (üleval vasakul), uus kivipuiste (üleval paremal) ja erodeeriv kindlustamata kallas (all)

Allikas: Autori tehtud fotod

6. PROJEKTALA KIRJELDUS JA ANALÜÜS

Valitud projektala, Sauga jõe paremkalda lõik, piirneb lõunast Pärnu linna vanima kalmistuga. Põhja küljest projektala piiratud Sauga jõega, mis on suviti aktiivses kasutuses (mootor-) paatidega liiklevate kalurite ja nn. lõbusõitjalte poolt.

Peatükis antakse lühiülevaadet projektalaga piirnevast maa-alast (Vana-Pärnu kalmistu) ja veekogust (Sauga jõgi).

6.1 Vana-Pärnu kalmistuala ajalooline lühiülevaade

Pärnu linna Vana-Pärnu kalmistu ajalugu algab 15. sajandist, kui Pärnu eeslinnas asustati talupoegliku kalmistu ajastu tüüpilise inventaariumiga. Korduvate juurde- ja ülematmistega kalmistu on kasutusel ka tänapäeval, kuid pindala piiratuse tõttu vähemal määral kui varem. Aastast Alates 23.01.2015 Vana-Pärnu kalmistu on Pärnu Linnavolikogu kantselei valduses (Vana-Pärnu kalmistu, 28.02.2019)

Pärnu linna Vana-Pärnu kalmistu (62501:022:0001) kuulub Eesti Vabariigi kultuurimälestiste riiklikku registrisse kui ajaloomälestis (reg.nr. 8319). Kalmistu asub 3,8 ha suurusel maa-alal, piiratud põhjast Sauga jõega, idast endise Kollisti nahavabriku hoonega, lõunast Haapsalu maantee (Revalsche Poststrasse) ja läänest Põllu tänavaga. Haapsalu maantee poolset külge piirab kalmistut tellispostidele toetuv puidust lippaed. Põllu tänava poolset külge eraldav lippaed kinnitub metallpostidele. (Vana-Pärnu kalmistu, 28.02.2019)

Vastavalt HAUDI kalmistute registri veebileheküljel toodud skeemile (vt. Lisa 1), on kinnistu jagatud 30 kvartaliks 26. kvartalis paiknevad 5 kultuuriloolist hauda, kuhu on maetud Elmar Peterson, Aleksander Nõmm, Martin Hilberg, Mihkel Tannebaum ja Johann Lasn. 21. kvartalis paikneb riiklike kultuurimälestiste hulka kuuluv luuletaja ja tõlkija August Sanga (1914-1969) haud (reg.nr. 8332) (August Sanga..., 28.02.2019). August Sanga ja Johann Lasna hauad asuvad kohe kaldajoonest esimeses reas ja arvestades aktiivseid kaldakulumisprotsesse on potentsiaalses ohus. (Kultuuriloolised hauad, 28.02.2019)

6.2 Sauga jõe iseloomustus

6.2.1 Üldinfo

Sauga jõgi (registrikood VEE1148700) on Pärnu jõe parempoolne lisajõgi ning suubub Pärnu jõkke 1.3 km kauguselt viimase suubumist merre. Sauga jõe valgala suurus on 576.5 km²; pikkus 78.4 km, pikkus lisaharudega 79.2 km (Sauga jõgi, 15.04.2019). Jõgi saab alguse Järvakandi ja Eidapere vaheliselt alalt, läbides Pärnjõe,

Sauga jõe puhul lähimalt uuritud reljeefi, geoloogia, kalda püsivus ja hüdrooloogilised eripärad. Projektala piires tehtud dendrooloogiline inventuur, olemasoleva haljastuse tervisliku seisundi ja liigilise koosseisu hinnang, ettepanekud olemasoleva haljastuse käsitlemiseks lähtuvalt projektlahendusest. Hinnatud said projektalalt ja -alale avanevad vaated.

Kalmistu peavärava teljel asub historitsistlik telliskabel (1874). Kalmistu on koosnenud luterlikust Eliisabeti koguduse maasurnuaiast ja AÕ Issandamuutmise koguduse surnuaiast, mis tänaseks on ühte kasvanud, selgelt eristatav piir on kadunud ja kogupindala moodustab koos teede ja kabelialuse pinnaga 3,8 ha. Tähelepanuväärsemad vanemad hauatähised on klassitsistlik dolokivist hauamonument ja paar dolokiviristi.

Kalmistu on inventariseeritud 1980.a. (U.Selirand, K.Lange) Samal ajal koostatud ka kalmistu plaan. Kalmistu märgistatud ka vastava nimega infotahvliga. (Vana-Pärnu kalmistu, 28.02.2019)

Vana-Pärnu kalmistu kirjeldamisel mainitakse, et Vana-Pärnu linna koos katedraali ja toomkooliga asutas 1251.aastal Saare-Lääne piiskop Henricus, kuid pärast leedulaste poolset rüüstamist 1263. aastal, kodanikud viisid linna jõe teisele kaldale, kus rüütliordul ei olnud nii kerget ligipääsu (Sakk 2014, 279).

Lisaks August Sanga ja tema matuseplatsil maetud abikaasa, luuletaja Kersti Merilaasi, haudadele kalmistul asub vanema põlve kirjaniku Elisabeth Aspe haud monumendiga, pedagoogi ja NKK esinaise Elsa Lippmaa haud monumendiga, näitleja J.Küütsi haud, 31 Vabadussõjas langenute ja VR kavaleride hauda. (Vana-Pärnu kalmistu, 28.02.2019)

Mördama soo ja Suigu (Pärnumaa 1 2008). Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (Sauga jõgi, 15.04.2019).

6.2.2 Reljeef

Sauga jõgi voolab moreentasandikul, looduslikult tasasel maa-alal. Jõe vasakkaldal paikneb valdavalt tööstustsoon, paremkaldal on eramute piirkond ja Vana-Pärnu kalmistu. Jõe kallaste looduslik reljeef sai nende tsoonide arengu käigus muudetud ja kohandatud. Kaldad on järsemad pörkeveerudel, kus toimub intensiivne erosioon (valdavalt paremal kaldal). Jõe sügavus projektala lõigus on 3-3,5 m, Pärnu jõega ühinemiskohas süvendatud kuni abs.-5,0 m. (Nelke 2002)

Projekteeritav Sauga jõe paremkaldalõik on oluliselt kõrgem, järsem ja aegamööda välismõjurite poolt märgatavalt rohkem mõjutatud kui vastaskallas, mis on kooskõlas Baeri-Babinet' seadusega, mille järgi põhjapoolkera jõgede paremkaldad on kõrgemad, järsemad ja tugevamini uuristatavad ja mis on tingitud Maa pöörlemisest (Astover jt 2012, 50).

6.2.3 Geoloogia

AS Geotehnika Inseneribüroo poolt 2002. aastal tehtud uuringute järgi projekteeritava maa-ala ja sellega piirnevate jõelähedaste alade pealmine pinnaskiht koosneb kasvupinnasest või orgaanikarikasest pinnasest paksusega kuni 1 m. Sellele järgneb täitepinnase kiht, mis tööstusalal kujutab endast kohevast kuni kesktihedat mullast liiva, milles esineb vähesel määral ehitusprahti. Parempoolsel kaldal täitekiht sisaldab kohati rohkem orgaanilist ainet. Täitekihipaksus paremal kaldal ulatub kuni 2,6 m. Täitekihile järgneb möllika peenliiva horisont, mis koosneb valdavalt jõetekkelisest möllakast hallist kuni mustjashallist kohevast peenliivast. Kihis kohtub rohkelt orgaanilist ainet, hajutataud taimejäänuste või eraldi mulla ja turba pesadena. Kiht levib jõe lammialal ja jõe vasakkaldal. Paksus maksimaalselt 3,4 m. Möllika peenliiva horisondile järgneb muda kiht, mis kujutab endast orgaanikarikast jõe põhjasetet Sauga jõe sängi praeguses ja varasemas asukohas. Jõe põhjas muda on poolheljundunud seisundis, jõe kaldatsoonis esineb ta hilisemate setete all maetuna, eraldiste läätsedena. Kiht levib jõe lammialal ja jõe vasakkaldal. Paksus maksimaalselt 3,4 m. Mudahorisondi järgi on jällegi möllika peenliiva horisont, mis sel juhul koosneb merelisest möllakast hallist kesktihedast kuni tihedast peenliivast. Maksimaalne kihipaksus on 5,0 m. Edasi läheb savi horisont, mille juhul tegemist on valdavalt viirsaviga ja möllsaviga, mis on voolava kuni plastse konsistentsiga. Kihi paksus varieerub 10-13,6 meetrini. (Nelke 2002)

Projekteeritava kaldakalle ei ole ühtlane, ilmselt jõe poolt põhjustatud pinnaseerosiooni tõttu. Mõõda kallast võib näha lõike, mille kaldakalle varieerub ca 20° kuni 85°, ehk kus aegamööda moodustus korralik järsak. On ka lõike, näiteks kalda kaguosas, kus pinnaselihete tagajärjel kaldal moodustusid „astmed“, mis kuigi täidavad loomuliku veemõju puhveri rolli.

Arvestades projekteeritava kalda pikkust, kaldaanalüüsi hõlpsustamiseks oli tehtud 5 lõiget. Uuriti võimalikult erinevaid möõda kallast esinevaid tingimusi, näiteks oli tehtud lõige kohas kalmistu kõige madalama kaldaga kalmistu loode osas, lõige kohas kalmistu kõige laugema kaldakallega, lõige kohast istutatud pöõsahekiiga, lõige järsakust ja lõige nn. „astmelisest“ kalda kaguosas.

Pinnase füüsikalised omadused muutuvad põhiliselt vertikaalsuunas veesisaldus $W_n = 30-66\%$, voolavuspiir $W_L = 30-60\%$, plastsuspiir $W_p = 19-27\%$ piires. Sügavuse suunas eelnimetatud parameetrite näitajad vähenevad. Ka savi nihketugevus sügavuse suunas kasvab. Eelmainitud kihtide all paikneb savimöll moreeni horisont, kus on rohkelt liiva ja konsistents on plastne. Pinnas sisaldab jäme purdmaterjali 15-25%. Kihi pealispind asub maapinnast 14,2-17,7 m sügavusel, absoluutkõrgusel -11,7 kuni -15,1 m. Kihi paksus on kuni 2,2 m. Keskmine veesisaldus $W_n = 12,4\%$, voolavuspiir $W_L = 13,1\%$, plastsuspiir $W_p = 9,4\%$. (Sealsamas 2002)

Viimasena kirjeldatud kõva savimöll moreeni horisont, mis sisaldab jäme purdmaterjali 30-35%. Kihi pealispind lasub maapinnast 14,3-18,8 m sügavusel, absoluutkõrgusel -12,0 kuni -16,0 m. Keskmine veesisaldus $W_n = 8,3\%$, voolavuspiir $W_L = 13,9\%$, plastsuspiir $W_p = 10,9\%$. (Sealsamas 2002)

Vastavalt Peeter Talviste poolt 2000. aastal teostatud Pärnu- ja Sauga jõe kallaste püsivuse geotehnilisele analüüsile, Vana-Pärnu kalmistu kaldalõik kuulub püsivuskategoriasse E, mis tähendab, et kaldatsooni tuleb täita abs. kõrguseni 2.5 m ja ehitada gravitatsioonilist kaldakindlustist, samuti ehitiste rajamine lähemale kui 70 m kaldajoonest nõuab pinnase tugevusparameetrite täpsustamist ja püsivuse kontrolli (Talviste 2000). Kuna antud töö fookuses on toimiva kalmistu kallas, hoonestamist puutuvad soovitusi arvesse ei võeta.

6.2.4 Hüdroloogia

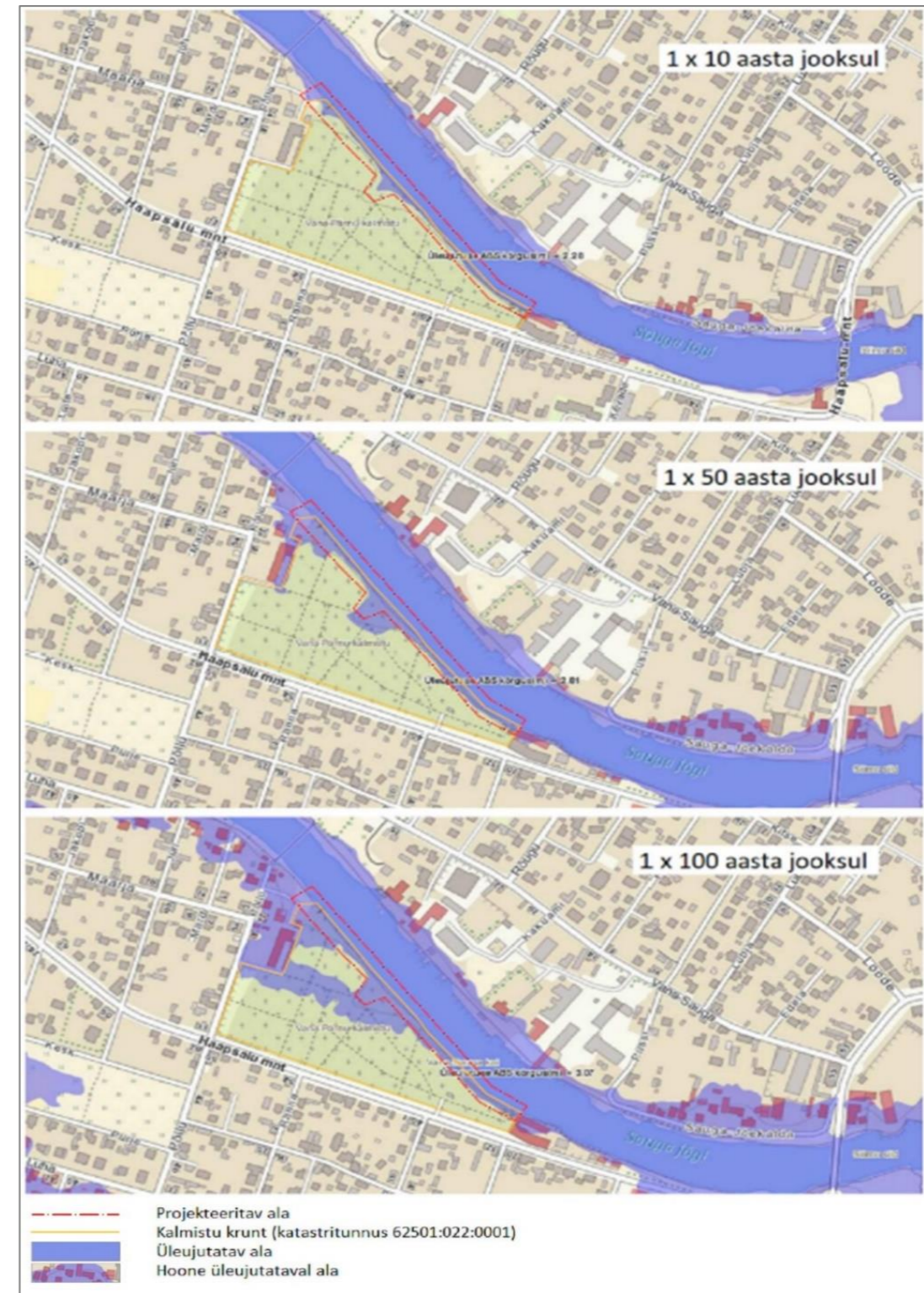
Eesti keskkonnaagentuuri riigi ilmateenistuse veebilehel leiduvate ajalooliste vaatlusandmete järgi vaatlusperioodil 2007-2017 Sauga jõe pikaajaline keskmine vooluhulk oli 6.22 m³/s. Ajalooline minimaalne vooluhulk 0.054 m³/s oli mõõdetud juulis 2013 ja ajalooline maksimaalne vooluhulk 95 m³/s registreeriti märtsis 2012 (Ajaloosid..., 15.04.2019). Juunis 2002 pinnaseveenivoo asus abs. +0.09 kuni + 1.55 m. Sadude perioodil võib pinnaseveetase kerkida ca 1 m võrra (Nelke 2002).

Vastavalt Maa-ameti inforakenduses toodud teabele, projekteerimisala piirkonnas kord 10 aasta jooksul Sauga jõe üleujutuse absoluutkõrgus võib ulatuda 2.28 meetrini (Joonis 6.2), mis sisuliselt tähendab kogu esimese kaldapealse haudade rida ohustatust ja osa haudadest veega katmist. Kord 50 aasta jooksul jõenivoo võib tõusta absoluutkõrguseni 2.81 m ja kord 100 aasta jooksul kuni 3.07 m. (Üleujutusosalad, 10.03.2019)



Joonis 6.1 Sauga jõe hooajalised ilmed: talvel (üleva vasakul), varakevadel (üleva paremal) ja hiliskevadel (all)

Allikas: Autori tehtud fotod



Joonis 6.2 Vana-Pärnu kalmistu üleujutatavad alad

Allikas: Maa-ameti geoportaali veebilehekülg

6.3 Projektala puittaimestiku hinnang ja analüüs

Projekteeritava kaldaosa dendroloogilise uuringu välitööde käigus esmajärguliselt pöörati tähelepanu kõrghaljastuse, eriti just kalda peal kasvavate puude mõõtmisele. Kalda peal kasvavad puud on projekteeritud kaldakindlustise rajamisalal, seega neid suuremas osas tuleb likvideerida. Põõsastest ja istutatud puudest

6.3.1 Liigiline koosseis

Projekteeritava kalmistuosa puittaimestiku liigiline koosseis on küllaltki kirju. Pärnu linna kalmistu kasutamise eeskirjaga hauaplatsile lubatud istutada ainult madalhaljastust ja puude minivorme. Sellest võib järeldada, et kogu kalmistu, k.a. kaldaosa, kõrghaljastus moodustub valdavalt isekülvanud puudest, kuigi tuleb tähele panna, et mõned kõrged puud kasvavad reas, näiteks harilikud kuused (*Picea abies*, nr. 17-21) ja arukased (*Betula pendula*, nr. 22-25), ja ilmselgelt on istutatud eeskirja jõustumise eelneval perioodil. Ka mõnede üksikute võimsate puude-liigiesindajate - hariliku saare (*Fraxinus excelsior*), hariliku pärna (*Tilia cordata*) päritolu on küllaltki ebaselge.

Kokku oli mõõdetud 108 puud ja 5 põõsasridu. Liigiliselt uuritud kalmistuosal domineerib harilik vaher (*Acer platanoides*), mille osakaal on ca 42% (50/108) kogu mõõdetud puude arvust. Teisel kohal on harilik elupuu

6.3.2 Puittaimede tervislik seisund

Kalmistu puistu on valdavalt vana, siin-seal on märgata kuivanud oksid ja ära murdunud puude harusid. Kuna ohtlikus seisundis puud ja nende osad võivad ebasoodsamate ilmastikuolude tagajärjel tekitada kahju nende jalamil ja ümber asetsevatele hauaplatsidel olevale varale, kalmistul regulaarselt teostatakse vanade puude sanitaarhooldus ja vajadusel -raie.

Kalda peal kasvavad puude - valdavalt isekülvanud vahtrade, rabadate remmelgate ja sanglepade tervislik seisund küllaltki varieerub, kuid kaldapealset kõrghaljastust eelistatakse mitte puutada, kuna see hoiab juurtega lihkeohtliku kaldapinnast ennetades suurema kahju tekkimist. Üldiselt kalmistu puistu juhtivaks probleemiks on kasvuruumi puudus – isekülvanud puud ise võitlevad ruumi eest ja tulemusena on palju ühepoolseid võrasid ja laasunud tüvesid.

mõõdeti vaid suuri e. ümber istutamist välistavaid eksemplare ja kaldakindlustise rajamisala potentsiaalses mõjutsoonis kasvavaid taimi, ehk ca 2-5 m kalda ülemisest piirist kasvavaid taimi, mis ei pruugi, aga vajaduse korral võib, hua omaniku loaga, ümber istutada.

(*Thuja occidentalis*), mis on küll 100% istutatud, kuid omab haljasväärtust. Elupuude osakaal on ca 15% (16/108). Osakaalult kolmas koht on arukasel (*Betula pendula*) – 9% (10/108). Teistest liikidest sagedamini kohtuvad harilikud jalakad (*Ulmus glabra*) – 7/108 ehk 6.5%, harilikud kuused (*Picea abies*) – 8/108 ehk ca 7%, ja valdavalt kalda all peaegu horisontaalselt kasvavad rabadad remmelgad (*Salix fragilis*) - 7/108 ehk 6.5%. Vähemuses on sanglepp ja harilik toomingas, igäühest liigist on 3 esindajat, mis moodustab natuke alla 3% liigi kohta. Üksikutest liigiesindajatest, nagu oli juba mainitud on harilik saar (*Fraxinus excelsior*), harilik pärn (*Tilia cordata*) ja harilik tamm (*Quercus robur*). Viimase päritolu ei tekita küsimusi, kuna ülejäänud kalmistualal tammed on küllaltki levinud, lisaks sellele kalmistu pühapuu on samuti harilik tamm (*Quercus robur*). Põõsasliikidest oli mõõdetud ainult 3 liiki: läikiv tuhkpuu (*Cotoneaster lucidus*), jaapani enelas (*Spiraea japonica*) ja magesõstar (*Ribes alpinum*).

Kõige võimsamad (Ü > 200 cm, d > 64 cm), k.a. väärtuslikumasse II klassi liigendatud puud asuvad projektala idapoolsemas, ehk kalmistu vanemas osas. Kokku oli mõõdetud 11 puud, mille ümbermõõt oli 200-290 cm ja rinnasdiameeter vastavalt 64-92 cm. Nendest neli puud olid liigendatud II väärtusklassi: kolm hariliku vahtra (*Acer platanoides*) ja üks hariliku saare puu (*Fraxinus excelsior*).

Põõsaste tervislik seisund üldiselt on hea, need on püगतud ja annavad juurdekasvu. Muret tekitab ainult hooldamata ja pusa meenutav magesõstra põõsasrida (nr. 72), mis vajab hooldusloikust.

6.3.3 Ettepanekud olemasoleva haljastuse käsitlemiseks

Lähtuvalt kalmistu kaldakindlustamise vajadusest ja sellega seotud ehitustöödega on otstarbeks eemaldada kõik puud rajamispiirkonnast, ehk siis kalda nõlva peal ja jalamil kasvavaid puid. Enamus kalda peal kasvavatest puudest on isekülvanud ja liigendatud IV ja V väärtusklassi. Likvideerida tuleb puude maapealset osa, saagimisjoon peaks olema võimalikult maapinnale lähedal. Puujuurte välja juurutamise vajadus sõltub kaldakindlustistüübi valikust – rammitava kaldakindlustise valikul juured võivad jääda ja olla maetud täitepinnasesse. Tugevdatud pinnaskihtidest kaldakindlustis vajab kaeve tegemist nõlva jalamil, sel juhul juured võivad segada ja neid tuleb eelnevalt eemaldada.

6.4 Vaated (Lisa 5)

6.4.1 Vaated vastaskaldast projekteeritavale maa-alale

Sauga jõe vastaskaldal, jõe ja Vana-Sauga tänava vahelisel alal puuduvad eluhooned, sellel maa-alal paiknevad valdavalt vanad plekist garaažid ja ühekorruselised laohooned, kus hoitakse paate ja töödeldakse kalasaaki. Arvestades eelmainitud asjaolu, teistpoolt jõge kalmistuvaateid „nautivate“ inimeste ringkond pole arvatavasti eriti suur. Tuleb siiski mainida, et jõe juurde on tehtud mitu ligipääsu ja võib oletada, et suvisel ajal mööda tallatud kitsa kaldarada võib kõndida mõni jalakäija.

Tänu kalmistu tihedale ja vanale kõrghaljastusele vaade objektile teistpoolt Sauga jõge olulisel määral erineb hooajati: suvel projektkaldapealne ja osaliselt ka kallas ise upub rohelusse ja kui mitte teda või väga hoolikalt

6.4.2 Vaated projekteeritavast maa-alast jõele ja vastaskaldale

Projekteeritavast maa-alast avanevaid vaateid ei või tänapäeva seisuga nimetada maalilisteks. Vastaskaldal paiknevad valdavalt tootmis-, laohooned ja ajutised ilmselt väikesemahulise kraami hoidmiseks kasutatavad või maha jäetud rajatised, näiteks plekkgaraažid. Ainuke suhteliselt tähelepanuväärne vaateobjekt on ülesvoolu rajatud Põllu ja Vana-Sauga tänavaid ühendav punane metallist jalakäijate vantsild, mis on aktiivses kasutuses ja on kohaliku piirkonna tähtsaks maamärgiks ja jõe ületamise kohaks.

Eemaldada tuleks ka teisi V klassi liigendatud puid, mida kaldapealsel projekteeritava ala osal on vaid üks: kuivanud harilik vaher (*Acer platanoides*) nr.33. Kaalutleda tuleb ka kaldapealsete IV kategooriasse liigendatud puude välja raiumist puistu harvendamise ja üldise tervisliku seisundi parendamise eesmärgiga. Esteetiliselt mittetäiuslike, kuid üldiselt terveid puid soovitatakse siiski jätta pidades silmas elurikkuse säilitamist.

silmitseda, kalmistu kui sellise olemasolu võib jääda märkamatuks. Talvel vastupidi, varjava lehemassi puudumise tagajärjel projektala on üsnagi hästi vaadetele avatud ja tänu iseloomulike hauakivide ja -monumentide siluettide nähtavusele on kohe selge, mis otstarbe maa-alaga on tegemist. Eriti õõvastav ja rõhuv tunne loodetavasti tekib lumevaesel talvel vaadates, kui kaldaalusel alal jää alt kerkivad maha paiskunud haudade jäänused.

Teisel pool jõge, silla massiivi tagant paistab välja Pomarfin AS jalatsivabrikuhoone jõepoolne lausfassaad ja seda suvel peiduv paplirida. Otse ja alavoolu vaadates saab näha eelmainitud lahoonete ja teiste rajatiste silikaattellis- ja plekkfassaade, mis suviti mõnevõrra peidetud mööda kallast vohava roostikuga. Mõningat maalilisust lisavad suviti põhjaga ülespoole pööratud paadid ja mõned üksikud mööda kallast kasvavad höheremmelgad, kuid üldist pilti see ei päästa.

6.5 Projektalaga seotud piirangud

Projektala asub muinsuskaitse objektide territooriumil ja kaitsevööndis, olles ühtlasi ka vooluveekogu ääres, seega käsitletaval alal toimuvat reguleerivad mitu õigusakte:

1. Kalmistuseadus
2. Pärnu linna kalmistute kasutamise eeskiri (määrus)
3. Muinsuskaitseadus¹
4. Keskkonnaseadusliku üldosa seadus
5. Looduskaitseadus
6. Ranna ja kalda kaitse seadus

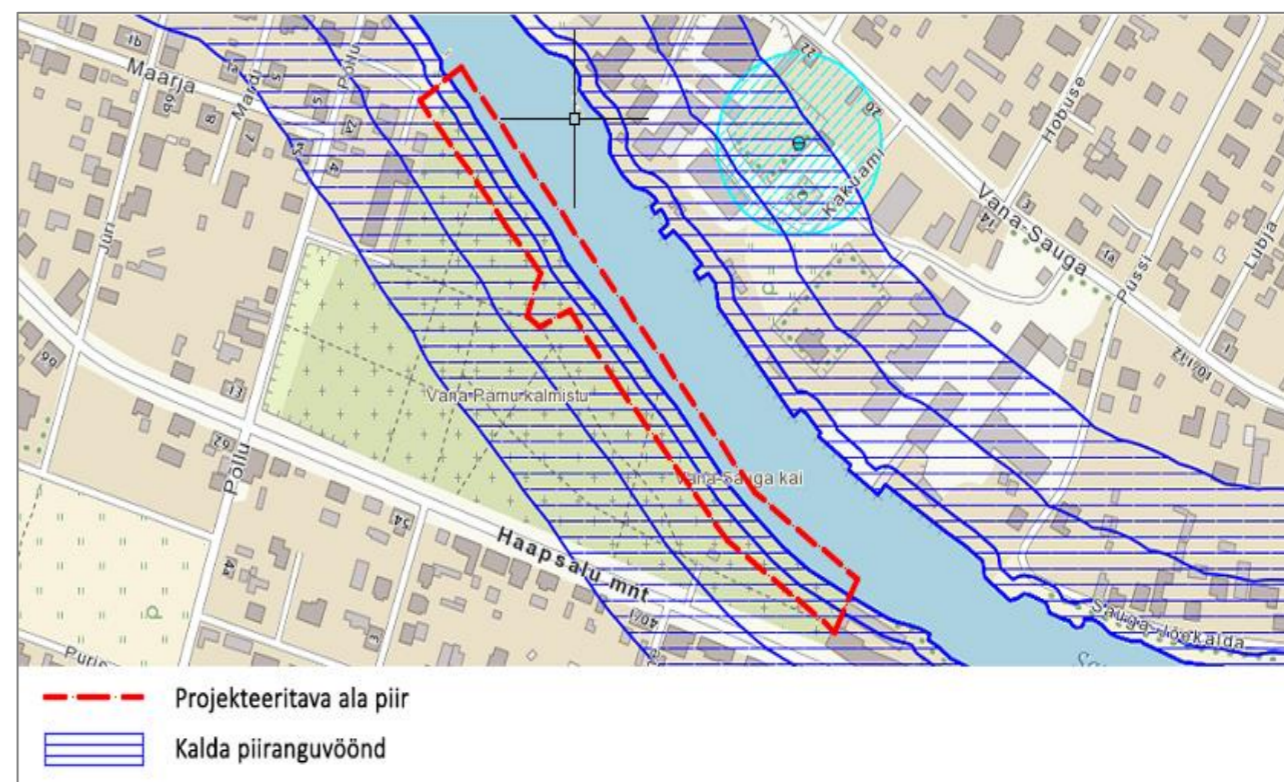
Juhul, kui ehitustööde käigus osutub vajalikuks mõnda haua ümber matta, liivapinnase puhul tohib kirstuga maetud surnu ümber matta pärast ühe aasta möödumist ja niiske pinnase puhul pärast kolme aasta möödumist surnu eelmisest matmisest (Kalmistuseadus, § 9 lg 16). Säilmete ümbermatmiseks kultuurimälestiseks tunnustatud hauaplatsilt on vajalik muinsuskaitseameti nõusolek (Pärnu linna kalmistute..., § 15 lg 7).

Ühtegi hauaplatsipiiret ega piirdeaeda ei tohi paigaldada, ümber paigaldada ja eemaldada ilma kalmistu haldaja kooskõlastuseta. Muinsuskaitsealusel kalmistul lisaks eelmainitule keelatud ka hauatähiste ja -rajatiste paigaldamine, ümber paigaldamine ja eemaldamine ilma muinsuskaitseameti kooskõlastamiseta. (Pärnu linna kalmistute..., § 5 lg 2).

Arvestades sellega, et Sauga jõgi on laevatatav veekogu, selle kaldale rakendub keskkonnaseadusliku üldosa seaduse nõue, millega nähakse ette kümme meetrilist kallasraja olemasolu (Joonis 7.1). Kallasraja laiust arvestatakse lamekaldal põhikaardile kantud veekogu piirist ja kõrgkaldal kaldanõlva ülemisest servast, arvates viimasel juhul kallasrajaks ka vee piirjoone ja kaldanõlva ülemise serva vahelise maariba. (Keskkonnaseadusliku üldosa seadus, § 38 lg 2)

Planeeritav alal jääb Sauga jõe kalda piiranguvööndisse, mille laius on 100 m (Joonis 6.3) (Looduskaitseadus, § 37 lg 2).

Ranna- ja kalda ehituskeeluvöönd on tiheasustusega alal 50 m (Ranna ja kalda kaitse seadus, § 38 lg 1 punkt 3), mis ei laiene kallaste kindlustamisele ja heakorrastamisele juhul, kui eelmainitud toimingud on ette nähtud üld- ja detailplaneeringuga (Ranna ja kalda kaitse seadus, § 10 lg 2).



Joonis 6.3 Kalda piiranguvööndi ulatus

Allikas: Maa-ameti geoportaali veebileheküljel

¹ Vaata peatükk 8 „Projektalaga seotud kinnismälestiste väärtus ja kaitsevajadus“

6.6 Projektalaga seotud kinnismälestiste väärtus ja kaitsevajadus

Projektala asub kahe omavahel territoriaalselt kattuvate kinnimälestise muinsuskaitsealal ja kaitsevööndis (Joonis 6.4):

1. **Asulakoht** (arheoloogiamälestis, registri number 11791), kaitsevöönd 50 m
2. **Vana-Pärnu kalmistu** (reg. nr. 8319)

Lisaks eelmainitule projektala piiride sisse jääb ka luuletaja ja tõlkija **August Sanga (1914-1969) haud** (ajaloomälestis, reg. nr. 8332).

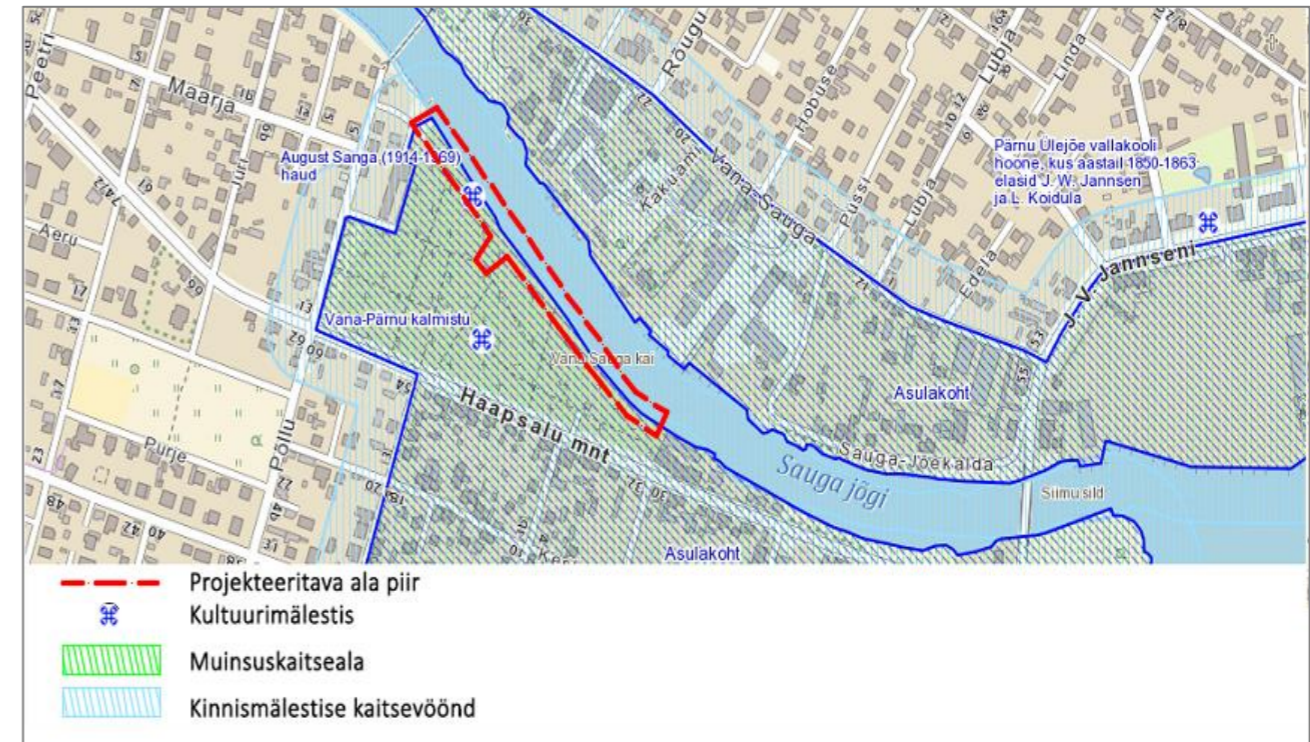
Seoses projektala paiknemisega kinnismälestiste reg nr. 11791 ja 8319 territooriumil ja nende kaitsevööndi alal, igasugune ehitustegevus, haljastus-, raie- ja maaparandustööd peavad olema kooskõlastatud muinsuskaitseametiga ja toimuma selle ametliku kirjaliku loaga. Muinsuskaitsealal ehitades, konserveerides, restaureerides ning selleks ehitusmaterjale valides tuleb arvestada nii ehitise kui ka muinsuskaitseala arhitektuurilist ja ajaloolist väärtust. (Muinsuskaitseadus § 24 lg 1, 10.03.2019)

Vastavalt muinsuskaitseaduse § 25 lg 1 toodud teabele kinnismälestise kaitsevööndi moodustab 50 meetri laiune maa-ala mälestise väliskontuurist või piirist arvates, kui mälestiseks tunnistamise õigusaktis ei ole ette nähtud teisiti. Kinnismälestise kaitsevööndi ulatust võib muuta. August Sanga (1914-1969) hauale kaitsevööndit ei kehtestata (Sealsamas, § 25 lg 6).

Kaldakindlustise projekteerimisel arvestatakse muinsuskaitsealuste objektide kultuurväärtusega ja seatakse eesmärgiks koostada lahendus, mille rajamisel tungimine muinsuskaitsealuste objektide territooriumile oleks minimaalne, juhindudes kullareeglina „nii vähe kui võimalik ja nii palju kui vajalik“.

Peab rõhutama, et kaldakindlustise projektikaust¹ peab sisaldama ka pädeva arheoloogiaspetsialisti hinnangut ja aruannet, mille eesmärk on säilitada muinsuskaitse alal paiknevaid esemeid (antud juhul haudu ja nende

juurde kuuluvat inventari ja säilmeid) esialgsel kujul. Hinnangu maht sõltub projekteeritud kaldakindlustise tüübist ja ehitustööde mahust ja ulatusest. Kuigi sel konkreetsel objektil kaldakindlustis on hädavajalik ja aitab peatada muinsuskaitsealuse objekti kestva lagunemist, arvestades mõnede haudade kriitilist lähedust kaldajärsakule, peab jälgima, et ehitustööde käigus haudadesse, nendele kuuluva inventarisse ja säilmetesse suhtutakse hoolega ja austusega ja mitte ühtki eelmainitust ei lähe kaduma ega saa rikutud.



Joonis 6.4 Projektalaga seotud muinsuskaitse objektide paiknemise skeem

Allikas: Maa-ameti geoportaali veebilehekülj

¹ Käesoleva lõputöö suhtes seda nõuet rakendatud ei olnud.

6.7 Projektala analüüsi järeldused

Lähtuvalt projektala ja sellega piirneva maa-ala ja veekogu analüüsist sai tehtud järgmised järeldused, mida arvestatakse lahenduse valmimisel:

- Vana-Pärnu kalmistu vanadus, selle ainulaadne asukoht jõeääres, mitmete kultuurilooliste haudade olemasolu nõuab rohkemat tähelepanu juhtimist. Vana-Pärnu kalmistu on, sisuliselt, ainuke kesklinnaväline muinsuskaitsealune koht Pärnus, mis teeb temast huvitavat ja omaette paiknevat külastamast väärt kohta.
- Sauga jõe poolt tekitavad hooajalised üleujutused ja igaaastased kõrgveeperioodid intensiivselt kulutavad niigi haprast materjalist koosneva kalmistu kallast. Tulevikus kalda problemaatiline seisund ja lihked võivad suure tõenäolisusega korduma ja tuua kaasa uut kahjumit. Seda vältimiseks on vaja mõelda asjakohasest kaldakindlustamisest.
- Sauga jõe olemasolu ja sellele kergelt ligipääsetavust kalmistu keskosas tuleb arvestada lahenduse valmimisel luues uusi ala kasutamise võimalusi seni suures osas kasutamata olnud looduslike vaatamisväärsuste eksponeerimiseks ja passiivseks puhkuseks.
- Kalmistu puistu on suuremas osas vana. Noori isekülvanud puid leidub vaid kaldal ja vähestes kohtades haudadel. Haigeid ja ohtlikuid puid tuleb likvideerida. Isekülvanud puud on valdavalt mitmetüvelised ja omavad madalat haljastusliku väärtust. Praegu nad täidavad kaldapinnase kinnitavat funktsiooni, kuid asjakohase kaldakindlustamise rajamisel vajadus nendes kaob. Igal juhul kaldakindlustamise protsessis kaldapealseid puid tuleb likvideerida ja selle tulemusena kogu kalda ulatuses avanevad vaated jõele ja teisele kaldale.

Mööda kallast erinevatest kohtadest avanevad omamoodi huvi pakutavad kohati maalilised vaated jõele ja vastaskalda juures maabunud paatidele, mida saab suhteliselt harva näha nii lähedalt ja tuleb kindlasti kasutada projektala lahenduses.

- Arvestades kalmistu kujunenud radade võrgustiku ja uute radade rajamise võimatus olemasolevate haudade tiheduse pärast, olemasolevad rajad tuleb võimalusel säilitada ja korrastada, tagades külalistele mugavat ja turvalist ligipääsu haudadele.
- Projektalal kehtivad piirangud ei laiene kaldakindlustistele, seega seadus ei seo takistusi kalmistu kalda korrastamiseks.
- Projektala ja sellega piirnev ülejäänud kalmistu osa muinsuskaitsealune staatus nõuab äärmiselt delikaatset, hooliva ja säästliku lähenemist nii projekteerimis- kui rajamis- ja hooldusprotsessil. Lähtuvalt valitud lahendusest tuleb hoolega läbi mõelda rajamisetappe ja rajamisel kasutatava tehnika ligipääsu alale. Kõik võimalikud hauatähiste ja piirete koha muutmine peab kooskõlastama kalmistu haldajaga.
- Rajamisprotsessis võimalike arheoloogiliste leidude, s.h. säilmete, kahjustamise ja kaotamise vältimiseks on vaja teha koostööd muinsuskaitse spetsialistiga.

7. PROJEKTLAHENDUS

7.1 Kontseptsioon

Käesoleva projekti kontseptsioon jälgib kahte eesmärki. Esimene on pakkuda sobilikku varianti kalmistu kalda kindlustamiseks, võidelda kaldaerosiooniga ja selle tagajärgedega. Teine eesmärk on kasutada kaldakindlustise rajamise järgi tekkinud lisaruumi ja avanenud jõevaateid, korrastada olemasolevat kaldarada, luues kolm kaldapealset peatumis- ja mõtisklemiskohta.

Et ilmestada kogu käesolevas lõputöös käsitletavat teooriamaterjali on pakutud kahte varianti kaldakindlustist – üks on tehislik, rajatav n.n. „kõvade“ võtetega, mis sisuliselt on veidi modifitseeritud 2004. aastal valminud eelprojekti pakutud lahenduse tõlgendus, teine on looduspärasem ja toetab „pehmete“ insenerivõtete rakendamist. Esimene variant on kindlustada kalmistu jõekallast vinüülist punnseinaga, teine on kasutada kaldaerosiooni peatamiseks geotekstiili „mähitud“ pinnasekihtidest rajatud haljastatud gravitatsioonilist kaldakindlustist.

Mõlemal lahendusel on omad arvestatavad poolt- ja vastuargumendid. Lõpliku projekti koostamisel peaks arvestama ümbritsevate kallaste ilmega, mis on projekti piirkonnast vastaskaldal ja jõe ülesvoolu valdavalt looduslik, v.a. kalmistu idaosa vastaskaldal rajatud poollagunenud betoonpalkidest ja -plaatidest endise “Pärnu Kaluri” kolhoosi lauter.

Kuigi tehislik variant võib esmapilgul tunduda ahvatlevam oma materjalide saadavuse ja tuntud teostamistehnika poolest, lõputöö autor pooldab parema meelega looduslikumat varianti, kuna see nõuab oluliselt vähem tehislike materjalide kasutamist. Korrektse rajamise puhul on kaldaerosiooni peatamisel sama tõhus. Kaldapealne haljastus kasvab aastatega suuremaks ja omab head potentsiaali toetada elurikkust, näiteks pakkudes uusi pesitsemiskohti lindudele. Kalmistu kallast ei ole plaanis kasutada kaikhana, seega üleni tehislik, suuremale koormusele mõeldud kaldakindlustis ei pruugi ennast õigustada.

Samas, Sauga jõgi on siin kohal keskmiselt ca 55 m lai ja tehismaterjalidega liialdamine kaldakindlustisel võib aegamööda viia visuaalselt kitsama, tööstusaladele iseloomulikuma, kanalitaolise jõelõigu kujunemiseni.

Projektala piires kaldakindlustises on ette nähtud trepp – ligipääs veele kalmistu keskosas, loodusliku endise oja madaliku kohal.

Eesmärgiks, sõlumata kaldakindlustise variandi valikust, on tagada kalmistukülastajatele - maetud inimeste omakestele, kalmistu töötajatele, teematuristidele jne, võimalust kasutada läbi kalmistut kulgevat kallasrada ohutult ja mugavalt, igal aastaajal ja iga ilmaga.

Arvestades projekteeritava ala kohaspetsiifikat on kallasraja kontseptsioon seostatud elu kulgemisega ja iga elueaga kujunenud sümboolikaga ja tajumismustritega. Projekteeritav (korrastatav) kallasrada on justkui Elu tee. Rada algab kalmistu põhja nurgast, kus asub kalmistu laiem ja kronoloogiliselt noorem osa ja kulgeb mööda kogu kalmistu kallast, Sauga jõega päri voolu. Rada jõuab lõpuks kalmistu kitsama idaosani, kus teadaolevalt asuvad kalmistu kõige vanimad säilinud hauad. Sealt kunagi alustati matmisega. Vaadates piki kalmistut tagasi võib hirmutavalt selgelt tunda aja halastamatut kulgu. Vana-Pärnu kalmistu ainulaadne jõeäärne asukoht kutsub seostamist kreeka mütoloogia allmaailma jõgedega. Juba ammu ajast veele omistatakse tugevat energeetilist potentsiaali, voolava vee silmitsemine on iseenesest tõhus viis sisemiste pingete rahustamiseks ja mõtete korrastamiseks.

Kõndides mööda projekteeritud kallasrada on külastajatel võimalus teha peatusi ja istumispause kolmes kindlast elueast inspireeritud mõtisklemiskohas. Igalt kolmelt kohalt avaneb vaade Sauga jõe, on võimalus võtta aega ja korrastada tundeid.

Kogu rada ja selle osana projekteeritud istumiskohtad on lahendatud tagasihoidlikus, diskreetses võtmes. Eesmärgiks on teha kergelt leitav rada, kuid hoiduda silmatorkavatest ja ärritavatest kujundusvõtetest säilitades ja toetades üldist kalmistule omast väarikat rahu.

7.2 Projekteeritavate kaldakindlusvariantide lühiiseloostus

7.2.1 Variant 1: Punnsein

Punnsein on tehisk, „kõvas“ tehnikas (*hard engineering*) rajatud kaldakindlustis. Antud lahenduses on ettenähtud kasutada vinüülpunnseina, kuna see materjal võrreldes metalliga on esteetilisem, väidetavasti loodusneutraalsem, kergem, odavam, vastupidavam korrosioonile, olles samal ajal kauakestev. Kuna kalmistu kaldarajale ei ole ette nähtud suurt koormust, nagu , näiteks raskete koormate ladustamine, mootorsõidukite liiklus jne, suurema koormustaluvusega metallist punnseina kasutamine ei osutu otstarbeks.

Kokkuhoiu eesmärgiga punnsein on projekteeritud ühe sirge joonena mööda kogu kalmistukaldajoone, ainult jõesängi loomuliku kerge keeramise tõttu punnseina viimased ca 43 m kalmistu idapoolsemas osas on kerge nurga all eelneva seiniosa suhtes. Arvestades eelmainitu asjaolu ja kalmistukaldajoone ja -nõlva eripära punnseina kaugus kaldanõlva jalamist varieerub. Kooskõlas 2004. aasta valminud Sauga jõe paremkalda kindlustuse eelprojektis antud soovitusetega, punnseina rammitakse sügavusele abs. -5.3 m, kaldalihkejoonest sügavamale. Punnseina kõrguseks on ette nähtud ühtlaselt abs. 2.0 m, seega punnseina moodulite pikkus on 7.3 m.

7.2.2 Variant 2: Pinnasekihid

Pinnaskihtidega kaldakindlustis on üks, „pehme“ tehnika (*soft engineering*) rakendamise näidetest, olles sisuliselt gravitatsiooniline, ehk oma kaaluga nõlva kindlustatav konstruktsioon. Kaldakindlustisel kasutatakse geotekstiili „mähitud“ täitepinnasekihte, mida ladustatakse üks teise peale, kasvatades neid ühtlaselt kihiti mööda kogu kaldajoont nii kaua, kui saavutatakse soovitud kõrgust. Pinnaskihikindlustuse rajamine on suhteliselt paindlik ja olemasoleva situatsioonile adapteeruv konstruktsioon. Võrreldes punnseinaga seda on, üldmulje rikkumata, väiksema vaevaga võimalik kasvatada erikõrgusteni kalda erinevatel lõikudel. Selle tulemusena saame loomuliku ja looduslähedast kallast.

Antud konstruktsiooni alumine tugikiht on ette nähtud olla ca 1.0 m paks ja ulatuma min 0.5 m maa alla, mis eeldab teatud ulatuses kaldanõlva alumist kaeve tegemist. Ülejäänud kihid on ca 0.5 m paksud. Kihid ladustatakse üks teise peale tehes iga järgmine kiht 0.3 m kaugemal alumise kihi ülemise servast – kujuneb omataoline reljeefne trepistik. Lähtuvalt olemasoleva kaldajoone ja kaldenurkade ebaühtlusest, pinnase kihtide laius samuti varieerub, olles mitte kitsem kui 2.0 m.

Punnseina ankurdatakse alumiiniumivarraste ja klaaskiuga tugevdatud plastikust liistu abil plastikkihiga kaetud puitpostide külge, poste rammitakse nõlva poolt pinnasesse min. 3.0 m kaugusel punnseinast, sügavusele abs. -5.6 m. Ankurposte samm on 4.0 m. Rammitud ankurdatud punnseina kaetakse pealt spetsiaalse klaaskiuga tugevdatud plastikust (FRP) kattega. Punnseina tagune nõlvapoolne ruum täidetakse täitepinnasega, modelleerides vajadusel ühtlast sujuvat ülemineku olemasoleva kalda ülemise pinna ja punnseina vahel. Drenaaž on tagatud punnseinast tehtud avauste kaudu. Täitepinnase väljauhtumise ennetamiseks avased on nõlva poolt kaetud geotekstiiliga.

Lähtuvalt välja käidud kaldapealsest lahendusest, punnseinast tehakse kaks vahet: üks suurema ja ukse väiksema trepi jaoks. Mõlemal korral katkemise kohtades punnseina keeratakse 90 ° all nõlva suunas ja kinnitatakse trepide betoontugiseina külge. Kalmistu otstel punnseina keeratakse ca 90 ° all nõlva suunas ja rammitakse kalda ülemise pinna jõudmist.

Iga pinnasekiht on „mähitud“ geotekstiili. Alguses, geotekstiili rullitakse lahti ja laetakse välja kaevatud min. 0.5 sügavusse „kraavi“ nii, et geotekstiili serv ulatuks olemasoleva nõlvajalamini. Selle järgi geotekstiili peale ladustatakse täitepinnas ette nähtud kõrguseni, tihendades iga 0.5 m paksuse kihi järgi. Kihi soovitud paksuseni jõudes, geotekstiili rullitakse üle pinnasekihi serva, ca 1.0 m nõlva poole ja lõigatakse ära. Siis rullitakse lahti ja laetakse järgmist geotekstiilikihti ja kirjeldatud protsess kordub. Pealiskihi peale läheb veel ca 0.3 m paksune täitepinnase kiht, et tasandada pinnast ja varjata ümber keeratud ja lõigatud geotekstiili serva.

Pinnasekihtide „astmestiku“ haljastatakse, kasutades elavaid pajuoksalõikeid (vt. peatükk „Elava taimmaterjaliga kindlustamismeetmed“). Liigiliselt on ette nähtud kasutada punapaju, kui teadaolevalt kõige kompaktsemat liiki, mis saab hakkama üleujutatavatel aladel haljastuses ja looduses. Siin juures peab pöörama tähelepanu, et vaadete varjamise vältimiseks oksalõigete asetamist tuleb alustada ülevalt, esimene oksalõigeterida torgitakse kõige viimase ja eelviimase pinnaskihtide vahele, ja jätkatakse üle astme.

7.3 Projekteeritav tee

Olemasolev mööda kallast kulgev tallatud pinnasrada on paljudel lõikudel puujuurte ja pinnase alla vajumise/varisemise tõttu muutunud väga ebatasaseks ja kohati päris kitsaks ja ohtlikuks.

Olukord süveneb veelgi talvisel ajal, kui jää on maas ja lume tõttu pole rada nähtav. Siiski see juurdepääs on paljude kalmistu külaliste jaoks logistiliselt kõige mugav ja seda kasutatakse aktiivselt. Eesmärgiks on tagada kalda peal maetud inimeste omastele ohutu ja mugav ligipääs kalda pealsete haudade juurde, aga ka

võimaldada teistele kalmistukülalistele turvalist ligipääsu kaldale jõe vaatlemiseks ja soovi korral omaette mõtisklemiseks.

Projektlahendusega on ette nähtud parandada olemasoleva kallasraja seisukorda, laiendades seda ühtlaselt kuni 1.5 m, mis on tingitud juba kujunenud haudade vahelise laiusga.

7.4 Projekteeritavate peatumis- ja mõtisklemiskohtade lühiiseloostus

Igal eluperioodil inimestele on omased teatud käitumismustrid, eelistused, igaühega on seotud teatud tõesed ja ka hulgaliselt sümboleid.

Lapseea peatumiskoha vaim vihjeb elu algusele, kõik on veel ees, väike inimolend on nõrk ja haavatav, samas loov ja „tahumata“. Lapseiga möödub tajutavalt väga kiiresti, see on elu algus, kevad. Kujunduses loobutud sirgejoonelistest vormidest, istumiseks kasutatakse vaba vormiga, voolavate joontega suuri lapikkive meenutavaid pinke. Pinkide omapärane „mänguline“ vorm lubab kasutajale endale valida, kuhupoole näoga tema eelistab istuda.

Kuldea peatumispaik paikneb Elu tee peaaegu keskel. Kuldikka jõudnud inimene on reeglina juba midagi elus saavutanud, kogunud võite ja kaotusi. Inimene on oma elu aktiivses faasis – kasvatab lapsi, keskendub

perekonnale, tööle, oma huvidele vaatab kindlalt oma sihide suunas. Peatumiiskoht kujundatud rahulikus võtmes. Pingid on minimalistlikud, funktsionaalsed ja piisavalt laiad, et sobida lühiajaliseks peatumiseks 1-2 inimesele pingi kohta. Selle mõtisklemiskoha eripäraks on 10 m lai veeni laskuv trepp, mille astmetel võib samamoodi istuda ja vaadeldes voolavat vett mõtiskleda ja puhata vaimselt ja füüsiliselt.

Vanuriea peatumiskoht asub loogiliselt Elu tee lõpus, kalmistu kõige vanimas ja kõrgemas osas. Selles väarikas eluperioodis inimene on rahulik ja elutark, vaatleb eelnenud eluetappe kõrgelt, filosoofiliselt. Kiirustada pole kuskile, võib rahulikult suunata tähelepanu oma sisemaailmale. Massiivsed, seljatoega, jõe poole suunatud istmega pingid annavad võimalust vajadusel teha pikemat peatust.







7.5 Projekteeritav haljastus (Lisa 6)

Lapseea peatumiskohas haljastuses panustatud kevadel ja varasuvel õitsevatele taimedele: krookused (*Crocus*), harilikud lumekellukesed (*Galanthus nivalis*), suvised märtsikellukesed (*Leucojum aestivum*). Sügispiltil elavdavad sügislilled (*Colchium*) (Tabel 9.2). Kõrghaljastusel aktsentpuuna valitud tömbilehist viirpuud (*Crataegus laevigata* 'Pauls' Scarlet') – puhtuse ja kasinuse sümboli (Tabel 9.1).. Värvidest valitsevad õrn valge, kollane, akvarellsed toonid – helesinine, roosa, lillakas.

Kuldea peatumiskohas haljastuses valitsevad värskendava kuldroheline lehestikuga puittaimed ja kollaste õitega püsililled. Juhivaks puittaimeks on kask – viljakuse sümbol (Tabel 9.1). Liigiliselt esindatud kõrgema soo- (*Betula pubescens* 'Aurea') ja puhmikulise vaevakasena (*Betula nana* 'Golden treasure').

Vanuriea peatumiskohta sisustavad hingerahu, vastupidavuse puuna sümboliseerivad männid - kääbus- (*Pinus mugo pumilo*) ja mäгимänd (*Pinus mugo* 'Laurin')(Tabel 9.1).. Värviahtsenti lisavad sügisel õitsevad kaunid astrid (*Aster nõva-angliae* 'Purple dome')(Tabel 9.2). Haljastusest tulenevad värvid – lilla ja tume roheline on ausad ja enesetäiuslikud.

Tugevdatud pinnaskihtidega kaldakindlustise haljastamiseks on ette nähtud kasutada punapaju (*Salix purpurea* 'Nana') pistoksi (Tabel 9.1).

<p>Kääbus-mäгимänd <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 	<p>Mäгимänd 'Laurin' <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 	<p>Tömbilehine viirpuu 'Pauls' Scarlet' <i>Allikas: Seedri puukool</i></p> 	<p>Sookask 'Aurea' <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 	<p>Vaevakask 'Golden treasure' <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 	<p>Punapaju 'Nana' <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 
--	---	---	--	--	--

Tabel 9.1 Projekteeritavate puistaimede liigid ja sordid

<p>Harilik lumikelluke <i>Allikas: Helga taimeaed</i></p> 	<p>Kaunis aster 'Purple dome' <i>Allikas: Juhani puukool</i></p> 	<p>Krookus <i>Allikas: Garden.ee veebikataloog</i></p> 	<p>Suvine märtsikelluke <i>Allikas: Helga taimeaed</i></p> 	<p>Sügislill <i>Allikas: Helga taimeaed</i></p> 
---	---	--	--	---

Tabel 9.2 Projekteeritavate rohttaimede liigid ja sordid

7.6 Projekteeritavad väikevormid (Lisa 8)

Istumisvahendite valiku tegemisel võeti tähele kalmistu kaldaäärsete alade potentsiaalset ajutist üleujutusohu. Lisaks looduslikele mõjuritele oli pandud eesmärk valida pinke nii, et nad seostaksid Elu tee üldkontseptsiooniga, sobitaksid iga konkreetse mõtisklemiskoha temaatikasse, aga ka kalmistu üldpilti. Kõik

7.6.1 Projekteeritavad pingid ja prügikastid (Lisa 8)

Lapseea mõtisklemiskohta on projekteeritud vaba vormiga **pink „Stone“**, mis tänu iseloomulikule lapiku kivi meenutavale ehitusele ei sea kasutajale piire istumissuuna valikul – inimene saab istuda näoga igas suunas. Pingi (HPC betoon graniitkivitäidega, poleeritud) istumiskõrgus on 515 mm, laius ca 1550 mm ja pikkus ca 2000 mm.

Kuldea mõtisklemiskohta on projekteeritud lakoonilised ja diskreetsed **pingid „Giada“** (taastatud kivi: graniitkivi, puidist istumisalus), mille kõrgus ja laius on 450 mm ja kogupikkus 2407 mm.

valitud istumispingid ja prügikastide peamaterjal on betoon, kuldea ja vanuriea pinkidel on puidust istumisalus (Tabel 9.3).

Vanuriea mõtisklemiskohta on projekti järgi ette nähtud seljatoega massiivsemad **moodulpingid „Lorenz“** (taastatud kivi: graniitkivi, puidist istumisalus), mille istekõrgus on 460 mm, pikkus 2200 mm.

Kõikidesse peatumiskohtadesse on ette nähtud paigaldada 50 l prügikast „8.50“ (betoon) mõõtmetega D630x600 mm



KOKKUVÕTE

Kallaste kindlustamise eesmärk on kaitsta ebastabiilset kallast looduslike või inimtekkeliste mõjutegutite poolt tingitud kaldapinnase vajumisest ja lihetest ja sellega kaasnevast kahjumist. Peamine looduslik vooluveekogude kaldakindlustamise vajaduse põhjus on kaldapinnase erosioon, inimtegevusega võib kaasned ka suurenev koormus kaldale.

Peamisteks probleemideks kaldakindlustamisel võib nimetada kindlustatava ala puuduliku eeluuringut ja puudulike teadmisi projekteeritavate kaldakindlustamiskonstruktsiooni rajamisest, mille tagajärjel konstruktsioonid kaotavad efektiivsuses, turvalisuses ja esteetilisuses. Eelmise probleemi tulemusena saadakse linnaruumi välimuslikult ebasobilike ja vaateid rikkuvaid kaldakindlustisi. Kolmas probleem on toimivate kaldakindlustiste vähene välimuslik mitmekesisus, mille tagajärjel moodustub igav ja ühenäoline kaldamaastik.

Eesmärgiga pöörata rohkem tähelepanu kallaste korras hoidmisele ja erinevatele kaldakujundamisviisidele, lõputöös sai tutvustatud suur osa valitud mitmekesiseid maailmas kaldakindlustamisel kasutatavaid põhi- ja tugimaterjale, mida rakendatakse nii „pehmete“ kui „kõvade“ tehnikate puhul. Kahjuks magistritöö mahu raames ei osutunud võimalikuks mahutada kõike maailmas kaldakindlustamisel ja erosioonitõkestamiseks kasutatavaid materjale, tehnikaid ja valmistooteid, kuna nii looduslike kui tehnilike tehnikate valik on väga lai. Sai käsitletud vaid peamised traditsioonilised ja autori arvamusel huvi pakutavad uue ajastu materjalid.

Läbiviidud Pärnu linnapiires kulgevate kahte jõgede kallaste seisuga vaatlusuuringuga saadi teada, et kõik linnapiires kasutatavad kaldakindlustised on rajatud „kõva“ tehnikaga, tehnilike võtetega ja materjalidega. Valdav enamik kasutusel olevatest kaldakindlustamistest on betoonist või betoonviimistlusega, leiduvad ka üksikud palktugiseinad ja kivipuistega kaitstud lõiged.

Vaatlusuuringu alusel saadi tõestust, et suur osa kasutusel olevatest kaldakindlustistest ei ole täida oma funktsiooni täies mahus ja omavad madalat esteetilist väärtust. See tähendab, et ainuüksi Pärnu linnas on piisavalt kindlustamisvajavaid kaldalõike, kus vanade, amortiseeritud ja uuemate ebaõnnestunud kaldakindlustiste asemele saab projekteerida uut, linnaruumi rikastavat ja välimuse poolest eristatavat turvalist kaldakindlustist. Arenguruumi on nii „kõvas“ kui „pehmes“ võtmes lahendatud kaldakindlustiste jaoks. „Pehmeid“ ehk bio-, biotehnilisi ja biostruktuurseid kaldakindlustisi Pärnu linna piires avastatud ei olnud, kuigi seda sorti rajatised oleks küll võimalik ja vajalik katsetada teatud väiksemate jõgede kallaste kindlustamisel. Selliseid kaldalõike võib leida hulgaliselt nii Sauga kui ka, näiteks Reiu jõel. Oma võrdlemisi aeganõudva täieliku valmimisfaasi jõudmise tõttu „pehmes“ insenerivõtmes rajatavad kaldakindlustised sobivad paremini loodslähedastesse kohtadesse. Linnapiires nendeks võivad olla, näiteks metsapargid, parkmetsad, hoialad,

ka kalmistud. Arvestades vooluhulgasid ja hooajalisi veenivoo kõikumisi, tõenäoliselt Pärnu jõe kallastel korralikud „kõvas“ tehnikas ja materjalides rajatud konstruktsioonid õigustavad ennast paremini kui „pehmed“ lahendused.

„Kõvad“ kaldakindlustised jõuavad kiiremini oma täisfunktsionaalsuseni, need on võimelised võtma suuremat koormust peale, nõuavad vähem hooldust, kuid on kulukamad rajamise etapis ja üldjuhul ei toeta elurikkust. „Pehmete“ lahenduste eelis on nende võrdlemisi säästlikum rajamine, kohalike ja kergelt saadavate materjalide kasutamine, eritehnika vajaduse puudus, elurikkuse toetamine. „Pehmed“ rajatised võrreldes „kõvadega“ ei oma jäiga struktuuri, on paindlikumad ja keskkonnale ja selle jooksvatele muutustele paremini adapteeruvad. „Kõvas“ tehnikas rajatisi on võimalik ehitada täiesti vertikaalse tugiseinana, mida bioprojekteerimise (100% looduslik) käigus saavutada praktiliselt võimatu, kuid kaalutletav biotehnilise (looduslik materjal kunstmaterjaliga tugevdatud struktuuril) ja biostruktuurse (sisuliselt „kõva“ rajatis looduslike materjalide kasutades loodud välisilmega) projekteerimise puhul. „Pehmes“ võtmes konstruktsioonide rajamine on üldiselt jõukohasem ka erakrundi omanike jaoks, juhul kui tehnika ja rajamisetapid on korralikult paika pandud. Täiesti võimalik, et kui omavalitsus või kutsehariduskeskused korraldaksid kursusi, kus soovijad saaksid teavet ja oskusi „pehmete“ kaldakindlustamistehnikate ja -viiside kohta, huvi oleks päris suur. Toimekad inimesed juba praegu rajavad kallast toetavaid konstruktsioone käepärastest materjalidest, seda on näha, näiteks Pärnu linna Sauga jõe vasaku kalda näitel. Siimu silla lähedal kaldalõik sai kindlustatud käsitsi laotud „tugikonstruktsiooniga“ telliskividest ja väiksemate betoonplokkidest, kuid selle rajatise vastupidavus tekitab kahtlus.

Lõputöös kirjeldava teooria ilmestamiseks oli lahendatud üks probleemne kallas. Projekt on koostatud Pärnu linnas asuva Vana-Pärnu kalmistu kaldaala kohta.

Projektlahendusena ca 375 m pikkusele kaldale pakuti kaks alternatiivset kaldakindlustamisvarianti – tehnilik vinüülpunnsein ja haljastatud, geotekstiiliga tugevdatud pinnasekihtidega biotehniline kaldakindlustis. Lähtuvalt projektala spetsiifikast ja looduslikest tingimustest sai käsitletud kaks võimalikult erinevat kaldakindlustamisvarianti. Erinevus seisneb mitte ainuüksi kasutatavates materjalides ja potentsiaalsetes rajamise ja hoolduse kuludes, vaid laiemas laastus linnaruumi kaldamaastiku kujundamisvõtmes, elurikkuse toetamises. Mõlema variandi puhul on ka teatud väljakutsed, näiteks kaldale ligipääsu raskendavad asjaolud haudade näol, mis nõuab erilahendust rajamise ja tehnika ligipääsu jaoks. Kuigi projekteerimisel oli seotud eesmärk sekkuda kalmisturahule nii vähe kui võimalik, mõlemad variandid näevad ette suuremas või väiksemas mahus kalda kaevetööd, mis nõuab kooskõlastamist muinsuskaitseametiga ja vastava spetsialisti hinnangut ja juuresolekut.

SUMMARY

The purpose of watercourse shore retaining constructions is to protect the unstable shore from sinking and landslides, caused by natural or anthropogenic influences and the associated losses. The need for a watercourse shore protection is mainly due to natural soil erosion of the shoreline. In addition to that, increasing shore load can be caused by human activity.

The main problems concerning shore-based insurance are the inadequate preliminary study of the insured area and the lack of knowledge of the construction of the shore stabilisation structure, which results in the loss of efficiency, security and aesthetics. As a result, the urban space is rendered with inadequate shore constructions, spoiling the view. In addition to that, the lack of exterior diversity of functional shore insurances results in a dull and one-dimensional shoreline.

With the aim of paying more attention to shore maintaining and various shore stabilization construction designs, the selected diversity of world-wide exploited materials for shore stabilization, used in soft and hard techniques were introduced in the thesis. Unfortunately, the current thesis does not allow to accommodate all the materials, techniques and the finished products used in the world for shore-proofing and erosion prevention, as the selection of both natural and artificial techniques is very wide. Only the main traditional materials and some new era materials, which the author of the thesis contemplated interesting, were considered.

A survey of the banks of the two rivers conducted in Pärnu revealed that all shore insurances used in city limits are based on hard engineering techniques and of basically artificial materials. The vast majority of shore reinforcements used are made of concrete or have concrete finishes. In addition to that, it is also possible to find sections with log walls and rip-rap constructions.

On the basis of the observational study, it was proved that a large part of the shore insurances in use are not fully functional and have low aesthetic value. This means that there are enough shore sections in the city of Pärnu alone, where old, amortized and newer unsuccessful shore insurances can be replaced with the shore insurances, that would enrich the urban space, be safe and distinguishable in appearance. There is enough developmental space for both hard and soft shore stabilization constructions. Soft or bio-, biotechnical and biostructural shore insurances were not found within the city of Pärnu at all, although facilities of this kind could and should be tested on the shores of certain smaller rivers. Such shoreline sections can be found in a variety of both the Sauga and, for example, the Reiu river. Due to their relatively time-consuming full completion phase, shore guards built in a soft engineering key are better suited to natural surroundings. These may include, for example, forest parks, park forests, natural reserve areas and cemeteries. Considering the flow rates and

seasonal natural river level fluctuations, the shore stabilization structures built on hard techniques and materials along the banks of the Pärnu river justify themselves better than soft solutions.

Hard engineering shore constructions get faster to their full functionality, they are able to take on more load, require less maintenance, but are more expensive at the construction stage and generally do not support biodiversity. The advantage of soft engineering solutions is their relatively more sustainable construction, the use of local and affordable materials, the lack of special technology and support for biodiversity. A soft engineered facility compared to a hard one does not have a rigid structure, is more flexible and adapts better to the environment and its current changes. Hard engineering shore stabilization structures can be built as a fully vertical retaining wall, what is virtually impossible to achieve in case of 100% bioengineered solutions, but likely considered in case of biotechnical (natural materials on reinforced structure) and biostructural (essentially hard structures with soft face) constructions. Soft-technique solutions are generally more affordable for the owners of a private plot, if the engineering and construction stages are properly set up. It is quite possible that if the local government or vocational education centers would organize courses for everybody who wishes to receive information and skills on soft shore-insuring techniques and possibilities, it would be of great interest. Active people are already building up shore-supporting structures from handy materials, as seen in the example of the left bank of the river Sauga in Pärnu. The shoreline near the Siimu bridge was stabilized by hand-stacked 'support' bricks and smaller concrete blocks, but the durability of this facility raises doubts.

One problematic shore was solved in order to support the theory described in the thesis. The projects have been prepared for the shore area of Vana-Pärnu Cemetery in Pärnu.

As a project solution, two alternative shore retaining variants were offered on an approximately 375 m long shore - an artificial vinyl bulkhead and a biotechnical, geotextile-reinforced and vegetation-covered soil retaining wall. Based on the specificity of the project area and its natural conditions, two possibly different options of shore stabilization were considered. The difference lies not in the materials and potential cost of building and maintenance alone, but in the broader sense of the urban landscape design and availability to support biodiversity. There are also some challenges for both variants, such as aggravating circumstances on the shore caused by tombs, what requires a special solution for access and construction. Although the aim of designing was to interfere as little as possible in cemetery skewers, both variants provide for larger or smaller volumes of shore excavation, which requires coordination with the local Heritage Board and the assessment and presence of the respective specialist.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Ajaloolised vaatlusandmed. – Keskkonnaagentuuri Riigi Ilmateenistuse veebilehekülg. <http://www.ilmateenistus.ee/siseveed/ajaloolised-vaatlusandmed/> (15.04.2019)
- Allen, H.H., Leech, J.R. (1997). Bioengineering for streambank erosion control: Technical report EL-97-8. – Colorado State University. http://www.engr.colostate.edu/~bbledsoe/CIVE413/Bioengineering_for_Streambank_Erosion_Control_report1.pdf (14.04.2019)
- Articulated concrete blocks. - ACF Environmental veebilehekülg. <https://acfenvironmental.com/products/erosion-control/hard-armor/articulated-concrete-blocks/> (07.05.2019)
- Astover, A., Kölli, R., Roostalu, H., Reintam, E., Leedu, E. (2012). Mullateadus. Tartu: Eesti Maaülikool.
- August Sanga (1914-1969) haud.-Kultuurmälestiste riikliku registri veebilehekülg. <https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=8332> (28.02.2019)
- Bank protection. – Portland Cement Association. <https://www.cement.org/cement-concrete-applications/water-resources/bank-protection> (10.05.2019)
- Broda, J. (2019). Biodegradation of Sheep Wool Geotextiles Designed for Erosion Control. - Environmental Chemistry and Recent Pollution Control Approaches, DOI:10.5772/intechopen.84334
- Dictionary of agriculture. (1990). / ed. Stephens, A. Milldesex: Peter Collin Publishing Ltd.
- Doll, B. A., Grabow, G. L., Hall, K. R., Halley, J., Harman, W. A., Jennings, G. D., Wise, D. E. (2003). Stream Restoration: A Natural Channel Design Handbook. - North Carolina Stream Restoration Institute. <https://semispub.epa.gov/work/01/554360.pdf> (14.03.2019)
- Eesti e-Floora veebilehekülg. - Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. <http://eseis.ut.ee/efloora/efloora/e-Floora.html> (02.04.2019)
- Erosion control products. - Nilex Inc. veebilehekülg. <http://nilex.com/slopes-erosion-control> (19.04.2019)
- Erosioonitõkkematid (2). - Roadservice OÜ veebilehekülg. <http://www.roadservice.ee/tootekataloog/haljastus/erosioonitokkematid/> (19.04.2019)
- Erosioonitõkkematid. - Hydroseal OÜ veebilehekülg. <https://www.hydroseal.ee/erosioonitokkematid/>(18.04.2019)
- Fortlage, C. A., Phillips, E.T. (2017). Landscape Construction: Volume 3: Earth and water retaining structures. Abingdon: Routledge.
- Garden.ee taimeäri veebilehekülg. - <https://garden.ee/> (19.04.2019)
- GeoJute. - Greenfix veebilehekülg. <http://greenfix.co.uk/product/geojute/> (19.04.2019)
- Helga taimeäri veebilehekülg. - <http://www.helga.ee/> (19.04.2019)
- Hindriks, A. (2018). Volikogu liige vastutab. – Pärnu Postimees, 26. september. <https://parnu.postimees.ee/6413683/volikogu-liige-vastutab> (05.03.2019)
- Hüdrokülv (1). - Roadservice OÜ veebilehekülg. <http://www.roadservice.ee/tegevusalad/haljastus/hudrokulv/> (18.03.2019)
- Hüdrokülv (2). – Hüdrokülv OÜ veebilehekülg. <https://www.hudrokulv.ee/hudrokulv/> (18.03.2019)
- Hüdrokülv (3). – SIA Balticfloc veebilehekülg. <http://www.balticfloc.lv/ee/tooted/huedrokuelv> (18.03.2019)
- Hydroseeding. – TurcoGolf Inc website. <http://www.turcogolf.com/hydroseeding> (18.03.2019)
- Hydrotex fabric-formed concrete revetement system. - R. H. Moore & Associates, Inc. <https://www.rhmooreassociates.com/products/erosion-control/hydrotex-fabric-formed-concrete-revetment-systems.html> (10.05.2019)
- Juhani puukooli veebilehekülg. - <http://juhanipuukool.ee/et/> (19.04.2019)
- Järvselja õppe- ja katsemetskonda kodulehekülg. - <http://jarvselja.ee/> (19.04.2019)
- Kaart.- HAUDI kalmistute registri veebilehekülg. <https://www.kalmistud.ee/g869/haudi?action=kaart&kalmistu=128> (28.02.2019)
- Kala, V., Kotsulim, G. (2010). Vesiehitised: Ehitusuuringute alused. Tallinn: TTÜ kirjastus.

Kalmistuseadus. (Vastu võetud 23.02.2011, viimati jõustunud 01.01.2012). – Elektrooniline Riigi Teataja <https://www.riigiteataja.ee/akt/KalmS> (10.03.2019)

Kann, T. (2012). Vana-Pärnu kalmistu on katastroofi äärel. – *Pärnu Postimees*, 22. august. <https://parnu.postimees.ee/946400/vana-parnu-kalmistu-on-katastroofi-aarel> (05.03.2019)

Kann, T. (2012). Vana-Pärnu kalmistu on servapidi jökke vajumas. – *Pärnu Postimees*, 21. juuli. <https://parnu.postimees.ee/914008/vana-parnu-kalmistu-on-servapidi-jokke-vajumas> (05.03.2019)

Kann, T. (2018). Kalmistu vajub jökke, linn kehitab õlgu. – *Pärnu Postimees*, 24. juuli, 3.

Kask, R., Tõnisson, H. (1987). Mullateadus. Tallinn: Valgus.

Keskkonnaseadusliku üldosa seadus. (Vastu võetud 16.02.2011, viimati jõustunud 01.08.2017). – Elektrooniline Riigi <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014006> (10.03.2019)

Khan, A. J. (2016). Efficacy of jute geotextiles for hill slope erosion control, rural road construction and river bank protection. - *6th Asian Regional Conference on Geosynthetics - Geosynthetics for Infrastructure Development, 8-11 November 2016, New Delhi, India*

Kivikorvid ja -madratsid. - *Hydroseal OÜ veebilehekülj.* <https://www.hydroseal.ee/kivikorvid/>(18.02.2019)

Kultuuriloolised hauad.- *HAUDI kalmistute registri veebilehekülj.* https://www.kalmistud.ee/g869/haudi?action=malestised&filter_malestised_kalmistu=128 (28.02.2019)

Learn about the seawall. – *CMI Corporate Headquarters.* <http://cmiwaterfront.com/learn-about-seawalls/#expandText> (10.05.2019)

Linnamööbel. – Geos Nordic OÜ. <http://www.geosnordic.com/et/produkcija/ulichnaja-mebel> (10.04.2019).

Live staking workshop reschedule. - *Mainspring conservation trust webpage.* <http://www.mainspringconserves.org/event/live-staking-workshop-reschedule/> (02.04.2019)

Looduskaitseadus. (Vastu võetud 21.04.2004, jõustunud 13.03.1995). – Elektrooniline Riigi <https://www.riigiteataja.ee/akt/126012018010> (10.05.2019)

Lühiülevaade: Eesti hakkab kõrgusi arvutama Kroonlinna nulli asemel Amsterdami nulli järgi. – *Maa-ameti uudiste veebilehekülj.* <https://www.maaamet.ee/et/uudised/luhiulevaade-eesti-hakkab-korgusi-arvutama-kroonlinna-nulli-asetel-amsterdami-nulli-jargi> (21.03.2019)

Lyn, D. A., Newton, J. F. (2015). *Approaches to the design of biotechnical streambank stabilization: Volume I—A guide to the literature.* - *Joint Transportation Research Program Publication No. FHWA/IN/JTRP-2015/14.* West Lafayette, IN: Purdue University. <http://dx.doi.org/10.5703/1288284315998> (05.03.2019)

Majorošová, M., Štefunková, Z., Belčáková, I., Škrinár, A., Macura, V. (2018). The effect of gabions on the quality of a stream habitat. - *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(3) 3461-3472. DOI: 10.15666/aeer/1603_34613472

Managing bank instability and erosion. – *Environmental Agency.* <http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/en/SC060065/MeasuresList/M5/M5T6.aspx> ((14.05.2019)

Matić, V. (2009). Use of gabions and vegetation in erosion-control works. – *Archives of Biological Sciences*, 61(2) 317-322. DOI:10.2298/ABS0901317M

Muinsuskaitseadus. (Vastu võetud 27.02.2002, viimati jõustunud 01.04.2002). – Elektrooniline Riigi Teataja <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015128> (10.03.2019)

Nelke, P. (2002). Pärnu linnas ja Sauga jõe kallaste geotehniline uuring ja püsivuse hinnang: geotehnika aruanne. Töö nr. 1230. Tallinn: AS Geotehnika inseneribüroo.

PMF IAS veebilehekülj. <https://www.pmfias.com/soil-erosion-wind-water-erosion-desertification/> (16.05.2019)

Products. – Metalco urban furniture. <http://www.metalco.it/products-list/?lang=en> (10.04.2019).

Products. – *Synthetex LCC veebilehekülj.* <http://www.synthetex.com/products> (10.05.2019)

Punnsein – mis see täpselt on?. - *Hydroseal OÜ veebilehekülj.* <https://www.hydroseal.ee/sulundsein/> (10.05.2019)

Pärnu linna kalmistute kasutamise eeskiri. (Määrus. Vastu võetud 15.12.2011, viimati jõustunud 01.01.2012). – Elektrooniline Riigi Teataja <https://www.riigiteataja.ee/akt/429122011094> (10.03.2019)

Pärnu reisisadama ala arhitektuurivõistlus. – *Pärnu linna ametlik veebilehekülj.* <https://parnu.ee/index.php/linnakodanikule/areng-ja-planeerimine/arhitektuurikonkursid/211-arhitektuurivoistlused-ja-ideekonkursid/621-parnu-reisisadama-arhitektuurivoistlus> (07.05.2019)

Pärnumaa 1: Loodus, aeg, inimene. (2008). / toim. Kalm. V., Pae, T., Sillaots, A., Tamla, T. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus.

Ranna ja kalda kaitse seadus. (Vastu võetud 22.02.1995, välja kuulutatud 13.03.1995). – Elektrooniline Riigi
<https://www.riigiteataja.ee/akt/33702> (10.03.2019)

Riprap design and construction guide. (2000). – *British Columbia. Water management branch.*
http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/riprap_guide.pdf (07.05.2019)

Rosgen, D. L. (1996). *Applied river morphology.* Pagosa Springs: Wildland Hydrology Books.

Rosgen, D.L. (2001). A practical method of computing streambank erosion rate. - *Proceeding of the seventh international sedimentation conference, vol.2: 25-29th March, Reno, Nevada, 4.*
<https://semspub.epa.gov/work/01/554370.pdf> (14.03.2019)

SA Järvelja veebilehekülg. <https://jarvelja.ee/>(02.04.2019)

Sakk, I. (2014). *Eesti kirikud.* Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.

Sauga jõgi. – *Keskkonnaministeeriumi keskkonnaregistri avalik teenus.*
http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main?reg_kood=VEE1148700&mount=view#HTTP13iPQvGbsm5mkzsMbkeI86smpVeH8O (15.04.2019)

Seedri puukooli kodulehekülg. - <https://www.seedripuukool.ee> (19.04.2019)

Shukla, S.K., Yin, J.H. (2006). *Fundamentals of Geosynthetic Engineering.* London: Taylor and Francis/Balkema, pp. 135-142.

Süsteemid ja tooted. - *Tensar Inc. veebilehekülg.* <https://www.tensar.ee/Systems-Products> (19.04.2019)

Zahradnictví puukooli veebilehekülg. https://www.havlis.cz/index_en.php (02.04.2019)

Tallinna Linnavalitsuse „Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise korra“ määrus nr. 34. (Vastu võetud 03. 05.2006, jõustunud 08.05.2006). Elektrooniline Riigi Teataja
<https://www.riigiteataja.ee/akt/407082013054> (16.04.2019)

Talviste, P. (2000). Pärnu ja Sauga jõe kallaste püsivus: geotehniline analüüs. Töö nr. 00-05-0001. Tallinn: IPT Projektijuhtimine. – *Pärnu Linnavalitsuse arhiiv.*

Vana-Pärnu kalmistu. - *Kultuurmälestiste riikliku registri veebilehekülg.*
<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=8319> (28.02.2019)

Wilderness and Backcountry Site Restoration Guide. – *Official webpage of the US Forest Service.*
<https://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf06232815/pdf06232815dpi72pt09.pdf> (02.04.2019)

Üleujutusosalad.- *Maa-ameti geoportaali veebilehekülg.* <https://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis> (10.03.2019)

LISAD

Lisa 1 Vana-Pärnu kalmistu kvartalite skeem

Lisa 2 Puude haljastusliku väärtuse hindamise skaala.

Lisa 3 Põõsaste haljastusliku väärtuse hindamise skaala.

Lisa 4 Vana-Pärnu kalmistu kalda projektala dendrooloogilise materjali inventeerimistabel.

Lisa 5 Projektala vaated

Lisa 6. Projekteeritava haljastuse koondtabel.

Lisa 7. Projekteeritavad väikevormid.

Lisa 1 Vana-Pärnu kalmistu kvartalite skeem



Allikas: HAUDI kalmistute registri veebilehekülg

Lisa 2 Puude haljastusliku väärtuse hindamise skaala¹

- 1) Eriti väärtuslik puu (I väärtusklass) – dekoratiivsete ja/või pikaealiste ning haigustele ja kahjuritele vastupidavate puuliikide eriti suured ja elujõulised eksemplarid. Puud, mis on dendroloogilised haruldused või mis omavad ajaloolist või kultuuriloolist väärtust. Samuti looduskaitse all olevad puud. Kindlasti säilitada.
- 2) Väärtuslik puu (II väärtusklass) – dekoratiivne, pikaealine ning mehhaanilistest vigastustest, haigustest või kahjuritest kahjustamata (või väikese kahjustusega) puu. Dekoratiivsete, haigus- ning kahjurikindlate ja pikaealiste puuliikide noored elujõulised eksemplarid. Haljastusplaani (istutusskeemi) järgi istutatud puu. Omab olulist maastikulist ja ökoloogilist tähtsust. Säilitada.
- 3) Oluline puu (III väärtusklass) – dekoratiivne või pikaealine ning väheste mehhaanilistest vigastustest, haiguste- või kahjuritetunnustega, kuid veel elujõuline (juurdekasvu omav) puu. Puu, mis on osa ökoloogiliselt efektiivsest haljastusega kohast. Võimalusel säilitada.
- 4) Väheväärtuslik puu (IV väärtusklass) – puu, mis kahjustab või tulevikus hakkab kahjustama liigiliselt või asukohalt ala väärtuslikumat puud. Puu, mis on oma eluea lõpul kas vanuse või kahjustuste tõttu. Puu, mis on allasurutud seisundis. Linnahaljastuse seisukohalt väheväärtuslik puu, mida võib säilitada kui biomassi, kuid mis on soovitatav likvideerida või asendada väärtuslikumate puuliikidega. Võib likvideerida.
- 5) Likvideeritav puu (V väärtusklass) – haige elujõuetu, ohtlik puu, ning millel on antud kohal väike ökoloogiline tähtsus. Puu, mis on kuivanud, tugevasti kahjustunud varju, linnatingimuste, põlemise, mehhaaniliste vigastuste jms. tõttu. Puu, mis varjab ja kahjustab I ja II väärtusklassi puid või muud haljastust. Kuulub väljaraiumisele.

Lisa 3 Põõsaste haljastusliku väärtuse hindamise skaala²

- 1) Eriti väärtuslik põõsas (I väärtusklass) - dekoratiivsete ja/või pikaealiste ning haigustele ja kahjuritele vastupidavate põõsaliikide eriti suured (ja elujõulised) eksemplarid. Looduskaitsealune põõsaliik ja dendroloogiline haruldus. Kindlasti säilitada.
- 2) Väärtuslik põõsas (II väärtusklass) – elujõuline ja/või tähelepanuväärsete dekoratiivsete iseärasustega põõsas; haljastusplaani (istutusskeemi) järgi istutatud leht- või okaspõõsas. Omab ökoloogilist ja ruumilist väärtust. Säilitada samas seisundis. Rühmad säilitada tervikuna või suurte rühmadena.
- 3) Oluline põõsas (III väärtusklass) – haljastusplaani (istutusskeemi) järgi istutatud või linnatingimustele vastupidav ja talvekindel ala ilmestavat ja keskkonda parandavat tähtsust omav leht- või okaspõõsas, mille dekoratiivsed omadused on vähenenud. Võimalusel säilitada ja noorendada..
- 4) Väheväärtuslik põõsas (IV väärtusklass) – lühiealine isekülvne või võsundiliselt levinud põõsas, mis kahjustab või tulevikus hakkab kahjustama liigiliselt/sordiliselt või asukohalt ala väärtuslikumat haljastust. Linnahaljastuse seisukohalt väheväärtuslik põõsas, mida soovi korral võib säilitada kui biomassi. Võib likvideerida.
- 5) Likvideeritav põõsas (V väärtusklass) – põõsas, mis on tugevasti kahjustunud varju, kahjurit, põlemise, mehhaaniliste vigastuste jms. tõttu. Samuti põõsas, mis on haige, elujõuetu ning omab väikest ökoloogilist tähtsust. Põõsas, mis varjab ja kahjustab I ja II väärtusklassi põõsaid või muid haljastust. Võib likvideerida.

¹ Tallinna Linnavalitsuse määrus 3. maist 2006 nr. 34 "Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise kord", §7 lk 2

² Tallinna Linnavalitsuse määrus 3. maist 2006 nr. 34 "Puittaimestiku ja haljastuse inventeerimise kord", §7 lk 4

Lisa 4 Vana-Pärnu kalmistu kalda projektala dendroloogilise materjali inventeerimistabel

Nr	Liik eesti keeles	Liik ladina keeles	Haljast. objekt	D, cm	H, m	Võra D, m	Väärtus - klass	Märkused
1	Harilik vaher	<i>Acer platanoides</i>	Üksikpuu	38	16	6	III	võra läände
2	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	23	16	3	IV	
3	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	16	16	3	IV	
4	Harilik toomingas	<i>Prunus padus</i>	Üksikpuu	24	17	5	IV	võra läände
5	H. toomingas	<i>Prunus padus</i>	Üksikpuu	25	17	5	III	võra läände
6	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	66	16	17	III	suur lõhe idapool, h 1,7-ni
7	Rabe remmelgas	<i>Salix fragilis</i>	Üksikpuu	26	6	10x6	IV	horisont. kasvav, 2. haru ära
8	Rabe remmelgas	<i>Salix fragilis</i>	Üksikpuu	17	15	2	IV	võra läände
9	Rabe remmelgas	<i>Salix fragilis</i>	Üksikpuu	51	6	10x5	IV	horisont. Kasvav
10	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	45	20	8	III	lõhe idapool, h 2,3-ni
11	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	16	15	2	IV	pole kasvuriimi, võra läände
12	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	2-tüveline	7/6	15	2	IV	pole kasvuriimi, võra läände
13	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	3-tüveline	8/7/1 1	15	2	IV	pole kasvuriimi, võra läände
14	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	19	10	4	IV	kõver, võra läände
15	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	29	17	6	IV	jõe poole kaldu
16	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	61	25	5	III	lõhe idapool
17	Harilik kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	19	20	7	III	võra läände
18	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	23	20	4	III	võra läände
19	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	11	5	3	V	pole kasvuriimi
20	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	20	15	4	IV	võra läände, haavand lõunap.h 1,6 m
21	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	5	2	2	IV	pole kasvuruumi
22	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	26	20	4	IV	võra jõe poole, lõhe läänes h 1,6 m
23	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	10	15	2	V	pole kasvuruumi
24	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	42	25	6	IV	latv kaheks
25	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	32	25	5	IV	latv kõver
26	Harilik elupuu	<i>Thuja occidentalis</i>	Puude grupp (2)	-	1,3	1	III	istutatud, peeneharulised

Nr	Liik eesti keeles	Liik ladina keeles	Haljast. objekt	D, cm	H, m	Võra D, m	Väärtus - klass	Märkused
27	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	53	30	10	III	võra läände
28	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	41	15	7	IV	latv kõver, lõhed ü/tüve h 1,6 m
29	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	64	30	10	III	
30	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Üksikpuu	19	15	3	III	istutatud
31	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	2-tüveline	11/9	10	2	IV	istutatud, pole kasvuruumi
32	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude grupp (2)	-	1,5; 2	1; 1	IV	istutatud, peeneharulised
33	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	34	15	7	V	kasvab hua peal, latv, oksad kuiv
34	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	13	10	6	IV	kalda peal
35	Sanglepp	<i>Alnus glutinosa</i>	Üksikpuu	6	10	2	IV	kalda peal
36	Sanglepp	<i>Alnus glutinosa</i>	Üksikpuu	16	10	-	V	kuiv
37	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	6	7	4	IV	kalda peal
38	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	44	25	10	III	veidi kaldu jõe poole, võra jõe poole
39	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	53	25	10	IV	võra väike, kuivad oksad
40	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	20	20	4	V	pole kasvuruumi
41	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	3-tüveline	9/7/7	16	4	IV	kalda peal, pole kasvuruumi
42	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	2-tüveline	13/8	10	4	IV	pole kasvuruumi
43	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	33	20	8	IV	
44	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	2-tüveline	7/11	5	2	III	hua peal, istutatud
45	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	43	20	10	III	kalda peal, võra itta
46	Sanglepp	<i>Alnus glutinosa</i>	Üksikpuu	25	10	10	III	kalda peal, võra itta, tüvi kõver
47	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	46	25	8	III	
48	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	75	25	15	III	
49	Arukask	<i>Betula pendula</i>	Üksikpuu	64	30	10	IV	
50	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	51	25	10	IV	2-haruline latv
51	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	54	20	15	IV	ca h 2m läheb 5-ks
52	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Üksikpuu	-	2	1,5	III	
53	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	31	20	6	IV	võra läände

Nr	Liik eesti keeles	Liik ladina keeles	Haljast. objekt	D, cm	H, m	Võra D, m	Väärtus - klass	Märkused
54	Harilik tamm	<i>Quercus robur</i>	Üksikpuu	49	20	10	IV	2-harune latv, võra jõe poole
55	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	61	30	15	III	
56	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	45	30	15	IV	võra on nr 55 poolt surutud
57	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude rida (6)	-	2	1,5	III	
58	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	83	25	15	II	ilus, ca h 2,5 m läheb 2-ks
59	Jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	Põõsasrida	-	1,3	-	II	istutatud
60	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	3-tüveline	3/4/3	8	5	III	istutatud
61	Harilik jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	6	8	3	V	kalda peal, võra jõe poole, ühest kohast kasvavad
62	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	5	8	5	V	kalda peal, võra jõe poole, ühest kohast kasvavad kalda peal
63	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	6	9	5	IV	
64	vajalik dendroloogi konsultatsioon		Üksikpuu	-	10	5	IV	kalda peal
65	Läikiv tuhkpuu	<i>Cotoneaster lucidus</i>	Põõsasrida	-	1,5	-	II	Istutataud, lõigatud
66	Jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	Põõsasrida	-	1	-	II	Istutataud, lõigatud
67	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude rida	-	1,3	-	II	Istutataud, lõigatud
68	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude grupp (2)	10;10	8;8	3;3	III	Istutataud, lõigatud
69	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Puude rida (7)	-	1,3	-	III	Istutataud, lõigatud
70	Jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	Põõsasrida	-	1,3	-	III	Istutataud, lõigatud
71	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	92	30	15	II	ca h 1,8 m haruneb 2-ks
72	Magesõstar	<i>Ribes alpinum</i>	Põõsasrida	-	1,6	-	IV	Istutatud, hooldamata
73	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude grupp (2)	-	1,7	3;3	III	Istutatud, peeneharulised
74	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	3-tüveline	10/8/5	8	8	IV	Kalda peal
75	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	5-tüveline	-	5	4	III	istutatud
76	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	üksikpuu	25	10	8	IV	kalda peal

Nr	Liik eesti keeles	Liik ladina keeles	Haljast. objekt	D, cm	H, m	Võra D, m	Väärtus - klass	Märkused
77	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	üksikpuu	10	10	3	V	Pole kasvuruumi, jõe poole kaldu
78	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	61	20	9	IV	jõe poole kaldu
79	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	üksikpuu	18	15	4	IV	jõe poole kaldu
80	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	19	15	5	IV	jõe poole kaldu
81	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	üksikpuu	25	20	8	IV	kalda peal, latv 2-haruline
82	Harilik pärn	<i>Tilia cordata</i>	Üksikpuu	86	30	10	III	võra itta
83	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	üksikpuu	62	25	9	III	võra itta
84	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	54	30	10	III	
85	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	25	15	8	IV	
86	Rabe remmelgas	<i>Salix fragilis</i>	Üksikpuu	25	8	10	V	kõver, jõe poole kaldu
87	Rabe remmelgas	<i>Salix fragilis</i>	Üksikpuu	22	8	3	V	kõver
88	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	76	20	8	IV	võra itta, kuivanud oksad ladvas
89	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	7-tüveline	kõik 10	5	3	III	istutatud
90	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	35	20	10	III	kalda peal
91	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	4-tüveline	10/7/14/10	10	8	V	pole kasvuruumi
92	H. kuusk	<i>Picea abies</i>	Üksikpuu	16	10	3	IV	pole kasvuruumi, võra itta
93	H. jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	Üksikpuu	45	18	10	IV	võra itta
94	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	76	30	15	II	ilus võimas puu
95	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	6-tüveline	5-6	7	5	V	kalda peal
96	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Üksikpuu	10	3	2	III	istutatud
97	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Üksikpuu	3	2	3	III	istutatud
98	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	5-tüveline	17/19/13/14/8	15	9	V	kaldanõlva all
99	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	48	25	10	III	haua peal
100	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	54	25	10	III	võra jõe poole
101	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	57	25	7	III	võra lõunapoole
102	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	33	25	5	IV	võra lõunapoole, kitsas
103	H. elupuu	<i>T. occidentalis</i>	Puude grupp (2)	6; peene h.	5;1,4	1;1,5	III	Istutatud
104	H. vaher	<i>A. platanoides</i>	Üksikpuu	64	18	10	IV	murdunud latv

Nr	Liik eesti keeles	Liik ladina keeles	Haljast. objekt	D, cm	H, m	Võra D, m	Väärtus-klass	Märkused
105	H. vaher	A. platanoides	Üksikpuu	64	27	15	III	haua peal, muidu kena
106	H. vaher	A. platanoides	Üksikpuu	61	25	10	IV	haruneb 2-ks h 2 m
107	H. vaher	A. platanoides	Üksikpuu	45	25	10	IV	lõunapoole kaldu
108	Harilik saar	<i>Fraxinus excelsior</i>	Üksikpuu	86	30	15	II	võra jõe poole
109	H. vaher	A. platanoides	Üksikpuu	51	20	15	IV	
110	Rabe remmelgas	Salix fragilis	2-tüveline	29/35	10	15	IV	horisontaalne, jõe poole kaldu
111	H. toomingas	Prunus padus	3-tüveline	35/7/11	10	8	V	jõe poole kaldu
112	H. vaher	A. platanoides	7-tüveline	18/16/10/13/18/8/12	15	7	IV	jõe poole kaldu
113	Rabe remmelgas	Salix fragilis	2-tüveline	26/16	8	9	IV	horisontaalne, jõe poole kaldu

Lisa 5 Projektala vaated



Lisa 6 Projekteeritava haljastuse koondtabel

Liik keeles	eesti keeles	Liik ladina keeles	Kõrgus, m	Laius/ võra Ø, m	Õitsemiss-aeg	Ist.-te/ sibulate arv ca	Märkused
PUUD							
Kääbus-mägimänd		<i>Pinus mugo pumilo</i>	0.8-1.2	1.2	-	7	
Mägimänd		<i>Pinus mugo</i>	0.5-0.7 (1.5)	0.8-1	-	4	Sort 'Laurin'
Sookask		<i>Betula pubescens</i>	3-4	2	-	6	Sort 'Aurea'
Tõmbilehine viirpuu		<i>Crataegus laevigata</i>	3-4(10)	2-3	VI	2	Sort 'Pauls Scarlet'. Täidisõieline. Steriilne
Vaevakask		<i>Betula nana</i>	0.8	0.8	-	32	Sort 'Golden Treasure'
PÕÕSAD							
Punapaju		<i>Salix purpurea</i>	1	1.5-2	V	*	Sort 'Nana' * Taimi paigaldatakse kohale oksalõigete kujul

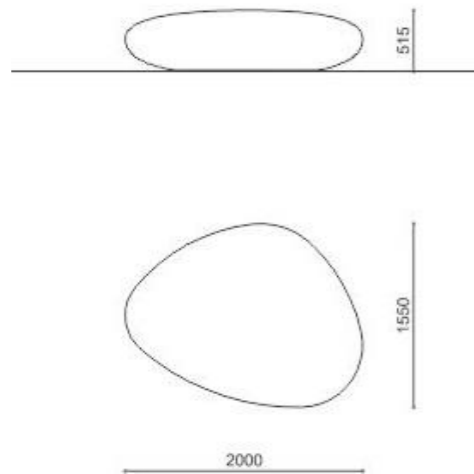
ROHTTAIMED JA SIBULLILLED								
Liik keeles	eesti keeles	Liik ladina keeles	Kõrgus, m	Laius/ võra Ø, m	Õitsemis-aeg	Ist.-te/ sibulate arv ca	Taimi/m ²	Märkused
Kaunis aster		<i>Aster novae-angliae</i>	0.5	0.5	IX-X	12	4	Sort 'Purple dome'
Krookus		<i>Crocus</i>	0.08-0.1	0.05	IV-V	2180	300	Istada grupidena+hajali
Harilik lumikelluke		<i>Galanthus nivalis</i>	0.1-0.2	0.08	III-IV	1380	155	Paljuneb ise ca x 2/aastas
Suvine märtsikelluke		<i>Leucojum aestivum</i>	0.45	0.08	IV-VI	1570	155	Paljuneb ise ca x 2/aastas
Sügislill		<i>Colchicum</i>	0.1-0.2	0.1	X-XI	950	100	

Lisa 7 Projekteeritavad väikevormid



Pink „Stone“ lapseea petumiskohta

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



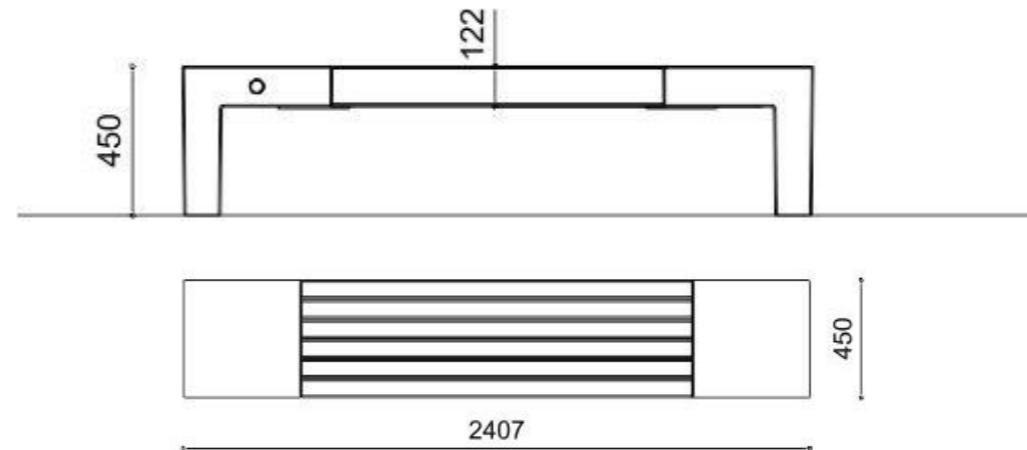
Pink „Stone“ mõõtmed

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



Pink „Giada“ kuldea peatumiskohta

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



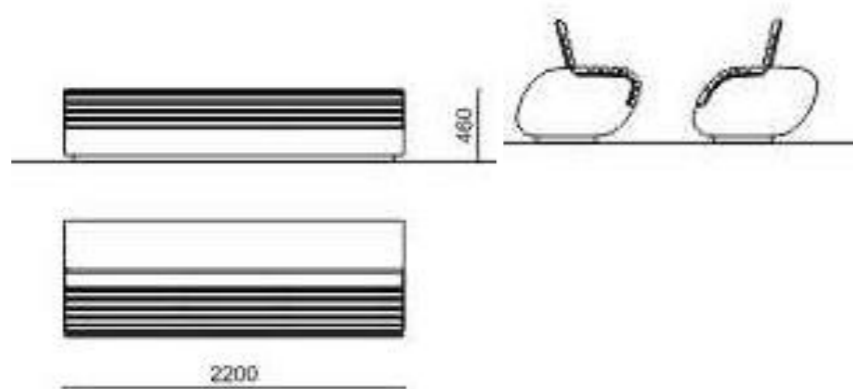
Pink „Giada“ mõõtmed

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



Pink „Lorenz“ vanuriea peatumiskohta

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



Pink „Lorenz“ mõõtmed

Allikas: *Metalco.it* veebilehekülg



Prügikast „8.50“

Allikas: *Geos Nordic OÜ* veebilehekülg

GRAAFILINE OSA

Plaan 1. Pärnu linnapiiris asuvate jõekallaste seis M 1:15 000 A2

Plaan 2. Asendiplaan M 1:500 A2

Plaan 3. Dendrohinnang M 1:500 A2

Plaan 4. Asendiplaani lahendus M 1:500 A1

Plaan 5. Punnseina arhitektuurne lõige A-A' M 1:10, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 6. Punnseina arhitektuurne lõige B-B' M 1:10, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 7. Punnseina arhitektuurne lõige C-C' M 1:10, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 8. Punnseina arhitektuurne lõige D-D' M 1:10, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 9. Punnseina arhitektuurne lõige E-E' M 1:10, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 10. Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige A-A' M 1:20, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 11. Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige B-B' M 1:20, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 12. Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige C-C' M 1:20, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 13. Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige D-D' M 1:20, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 14. Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige E-E' M 1:20, 1:50, M 1:100 A3

Plaan 15. Kesktrepi arhitektuurne lõige 1-1' M 1:20, M 1:100 A3

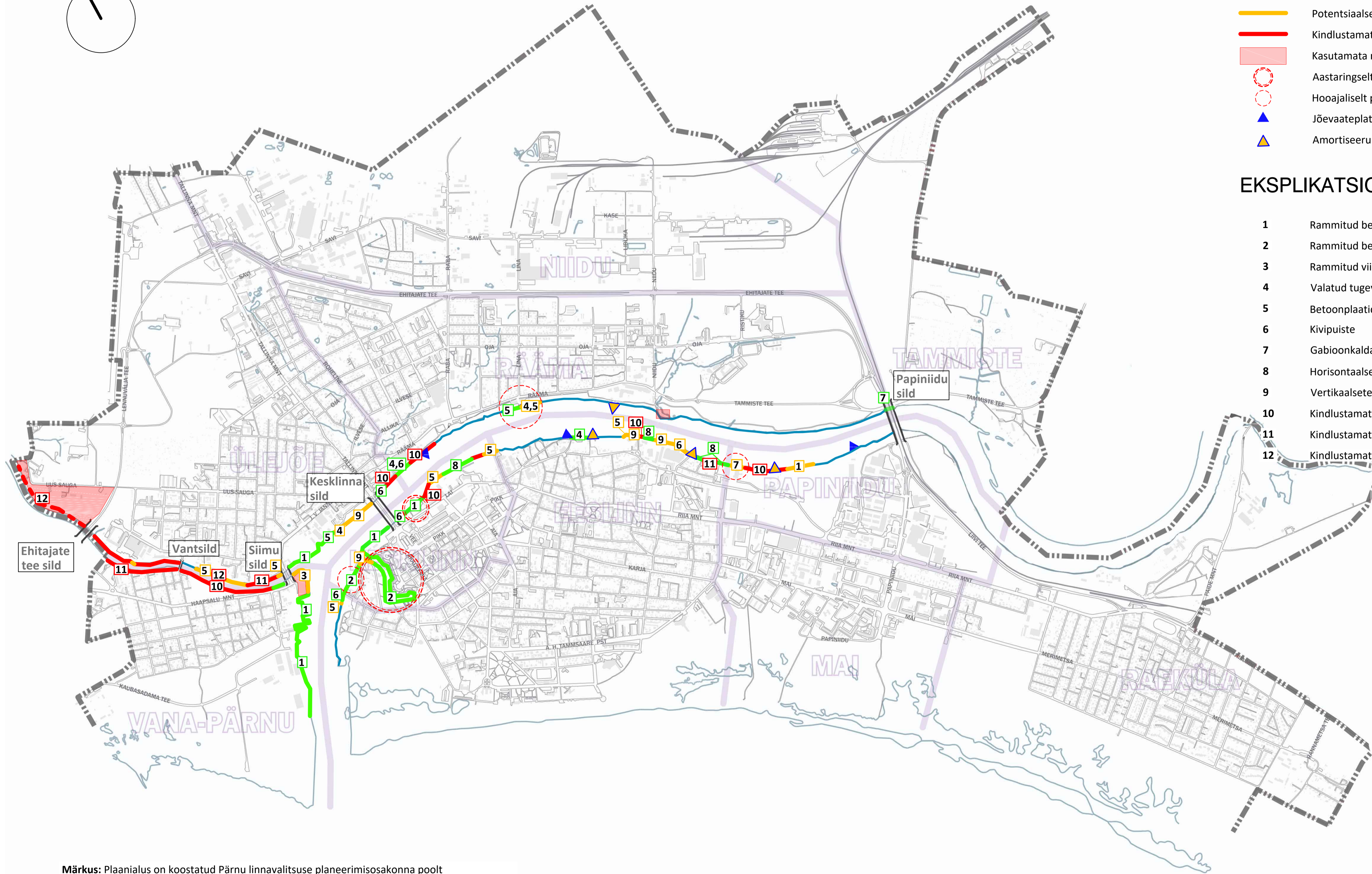
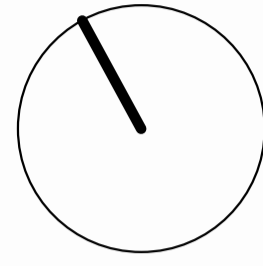
Plaan 16. Lapseiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige M 1:50, M 1:200 A3

Plaan 17. Kuldiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige M 1:150, M 1:200 A3

Plaan 18. Vanuriiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige M 1:50, M 1:100 A3

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

PÄRNU LINNAPIIRIS ASUVATE JÕEKALLASTE SEIS M 1:15 000



LEPPEMÄRGID

- Linnapiir
- Looduslik kallas
- Rahuldavas seisundis kaldakindlustis
- Potentsiaalselt ohtlik amortiseerumistunnustega olemasolev kaldakindlustis
- Kindlustamata erodeeruv kallas: oht ühis- ja eravara terviklikkusele
- Kasutamata rekreatiivne potentsiaal
- Aastaringelt populaarne ajaveetmiskoht
- Hooajaliselt populaarne ajaveetmiskoht
- ▲ Jõevaateplatvorm
- ▲ Amortiseerumistunnustega kaldakindlustusega jõevaateplatvorm

EKSPLIKATSIOON

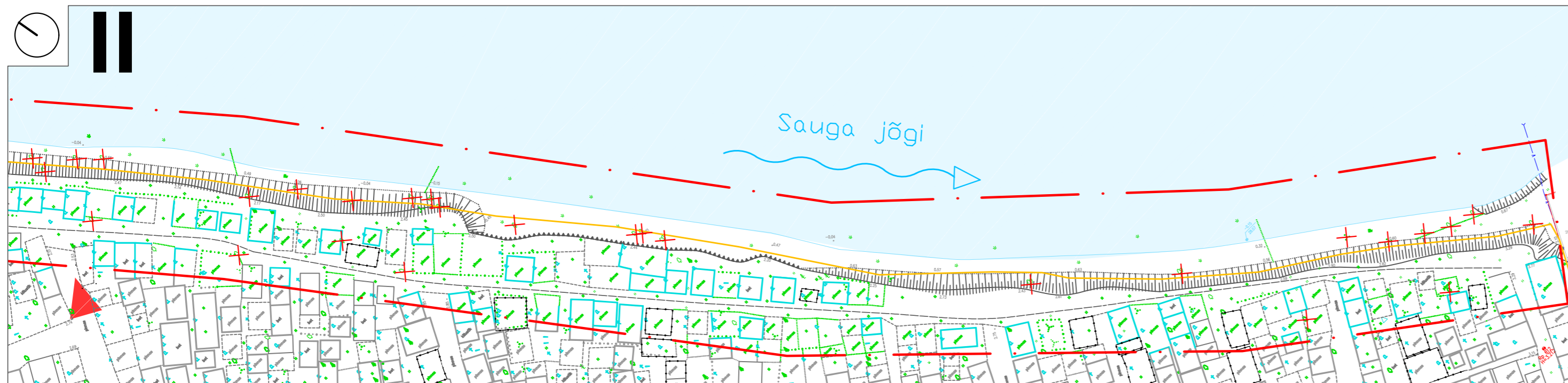
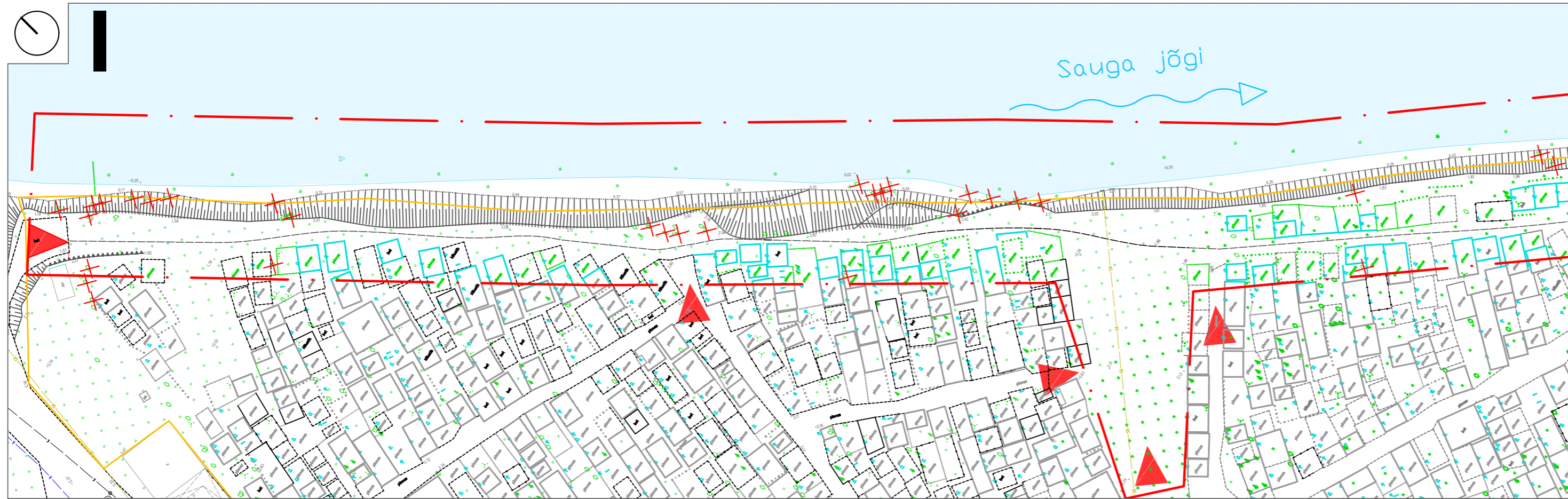
- 1 Rammitud betooniga viimistletud sadamakaldakindlustis
- 2 Rammitud betooniga viimistletud puhkekoha kaldakindlustis
- 3 Rammitud viimistlemata punnsein
- 4 Valatud tugevdatud betoontugisein
- 5 Betoonplaatidest/-plokidest/-taladest kaldakindlustus, s.h. tugisein
- 6 Kivipuiste
- 7 Gabioonkaldakindlustis (kivikorvid)
- 8 Horisontaalsetest immutatud palkidest kaldakindlustis
- 9 Vertikaalsetest palkidest ja betoontaladest kombineeritud kaldakindlustis
- 10 Kindlustamata erodeeruv kallas
- 11 Kindlustamata erodeeruv kallas: järsak
- 12 Kindlustamata hoodamata kallas

Märkus: Plaanialus on koostatud Pärnu linnavalitsuse planeerimisosakonna poolt

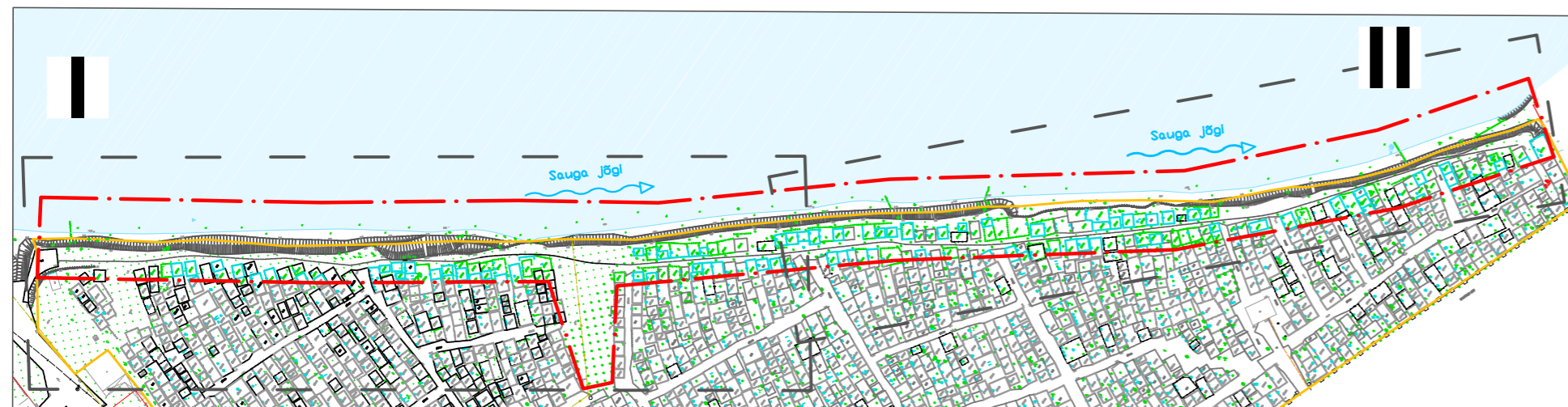
TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 1
Koostaja: Anastasia Böstrova Juhendaja: Ülle Grisakov	24.05.2019 24.05.2019	Pärnu linnapiiris asuvate jõekallaste seis	Mootkava: 1:15000
Maastikuarhitektuuri õppekava			

Vooluveekogude kaldakinnitamismeetmed


ASENDIPLAAN M 1:500

















Projektila jagamise skeem



EKSPLIKATSIOON

 Olemasolevad ligipääsud kaldale

LEPPEMÄRGID

-  Kinnistu piir
-  Projektila piir
-  Olemasolev jõe veepiir (28/07/2003)
-  Olemasolev sadeveetrass
-  Olemasolev veetrass
-  Olemasolev pinnaskallasrada
-  Olemasolev kalda reljeef
-  Olemasolevad hauarajatised
-  Olemasolev puu
-  Likvideeritav puu
-  Olemasolevad põõsad
-  Olemasolev võsa
-  Olemasolevad kaldataimed
-  Olemasolev muru

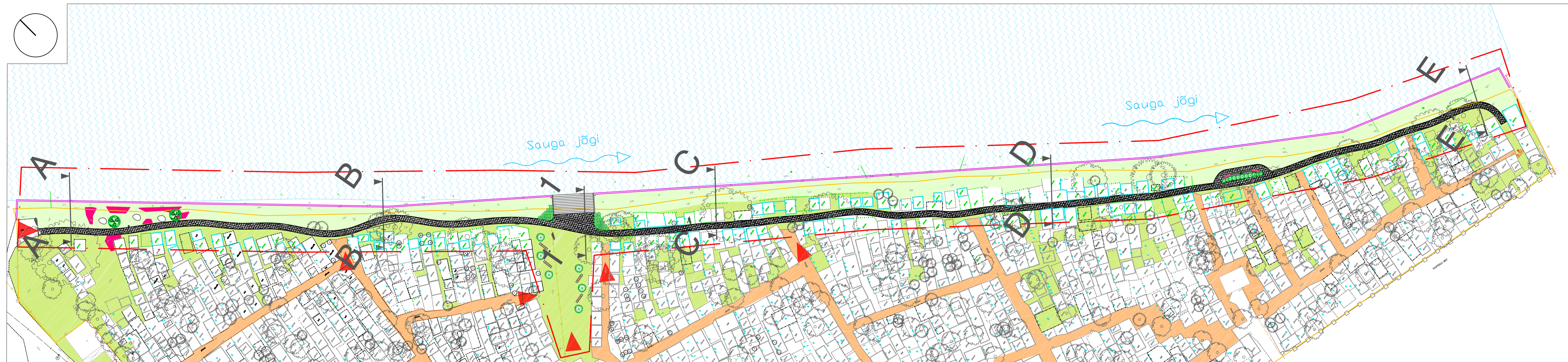
Märkused:

Koordinaadid L-Est97 süsteemis.

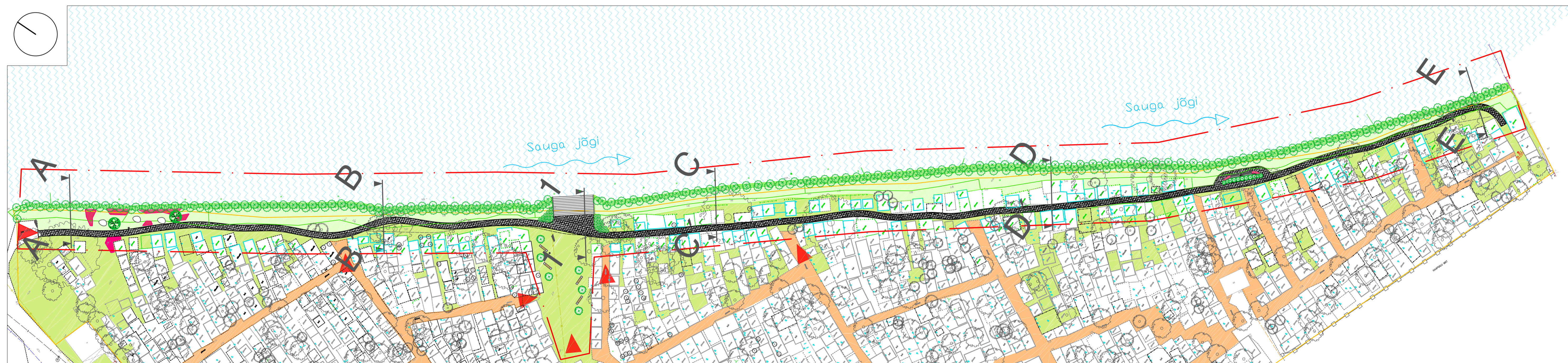
Kõrgused Balti süsteemis.

 TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 2
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Asendiplaan	Möötkava: 1:500
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamismeetmed	

VARIANT 1: PUNNSEINAGA KALDAKINDUSTUS



VARIANT 2: PINNASKIHTIDEGA KALDAKINDLUSTUS



EKSPLIKATSIOON

▲ Olemasolevad ligipääsud kaldale

LEPPEMÄRGID

- Kinnistu piir
- - - Projektila piir
- Olemasolevad haurajatised
- Olemasolev pinnaste
- Olemasolev murukate
- Olemasolev säilitatav lehtpuu
- Olemasolev säilitatav okaspuu

- Projekteeritav punnsein (1.alternatiiv)
- Projekteeritavad pinnaskihid (2.alternatiiv)
- Projekteeritav trepp
- Projekteeritav kallasrada
- — Projekteeritav pink, prügikast
- Projekteeritav lehtpuu
- Projekteeritav okaspuu
- Projekteeritav põõsas
- Projekteeritav muru
- Projekteeritav püsikute/sibullilledel istutusala

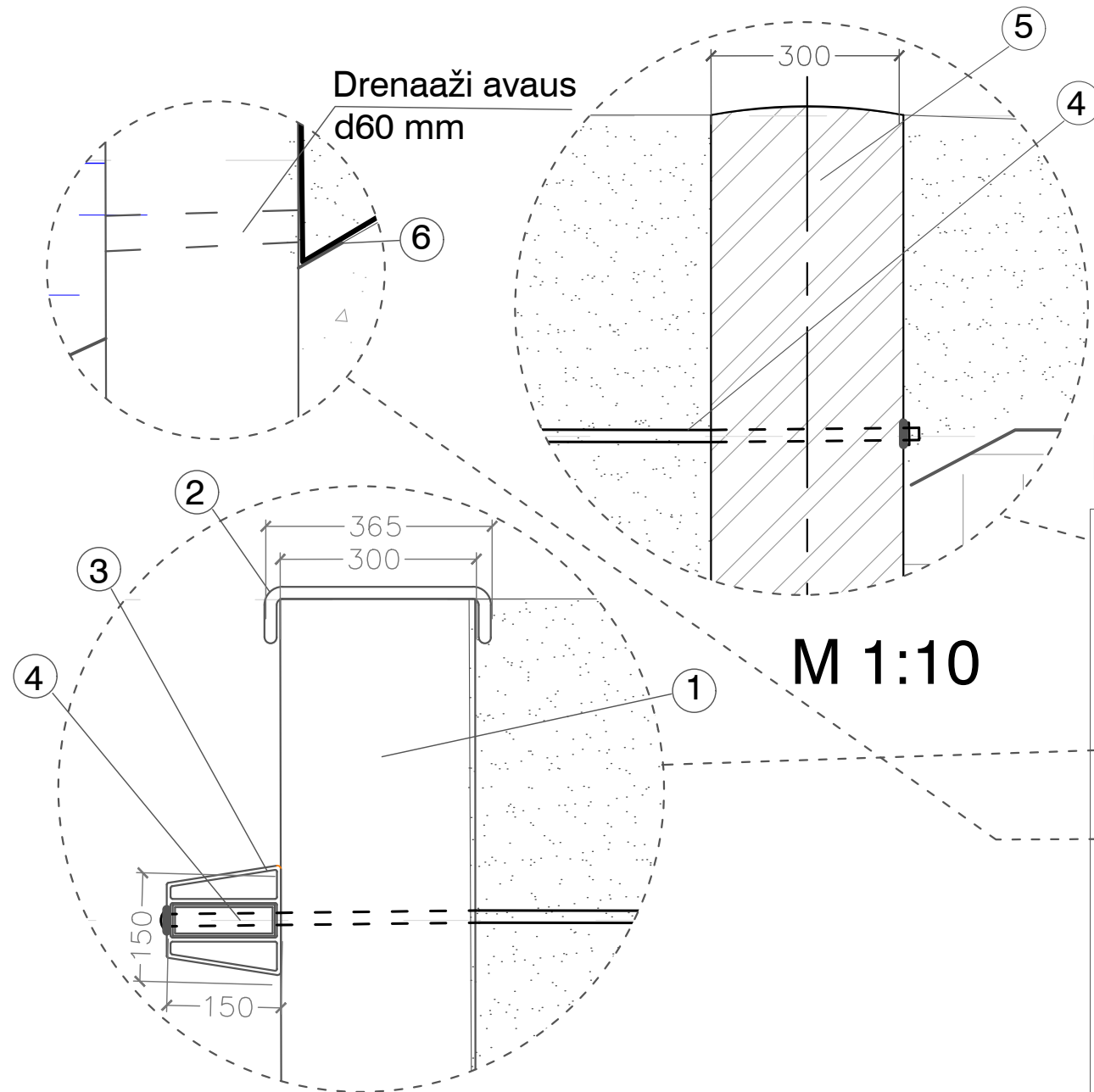
Märkused:

- Koordinaadid L-Est97 süsteemis.
- Kõrgused Balti süsteemis.
- Punnseina arhitektuursed lõiged A-A'...E-E' vaata plaan nr. 5-9
- Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuursed lõiged A-A'...E-E' vaata plaan nr. 10-14
- Kesktrepi arhitektuurset lõiget vaata plaan nr. 15
- Lapseiga mõtisklemiskoha arhitektuurse lõige vaata plaan nr. 16
- Kuldiga mõtisklemiskoha arhitektuurse lõige vaata plaan nr. 17
- Vanuriiga mõtisklemiskoha arhitektuurse lõige vaata plaan nr. 18

TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 4
Koostaja: Anastasia Bostrova	24.05.2019	Asendiplaani lahendused	Mõõtkava: 1:500
Juhendaja: Ülle Grīšakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KALDAKINDLUSTIS PUNNSEINAGA

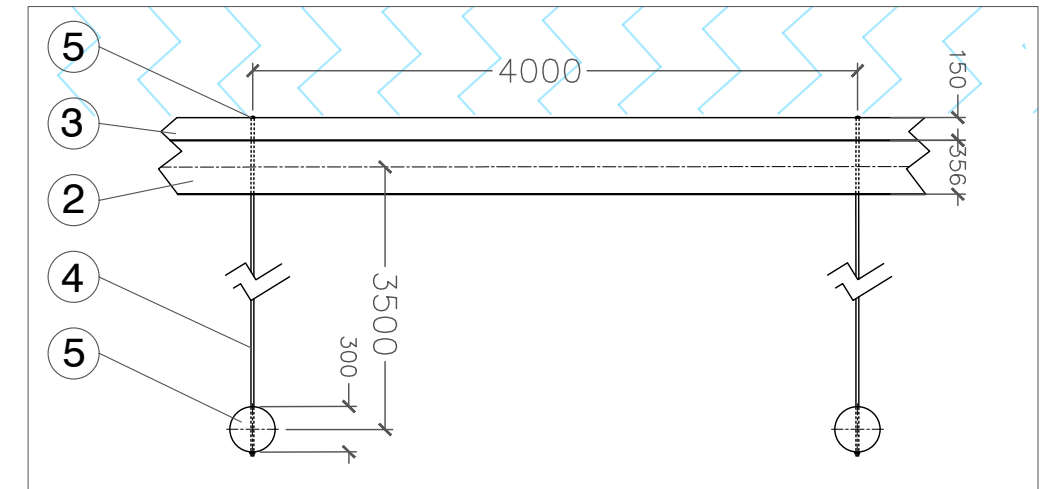


M 1:10

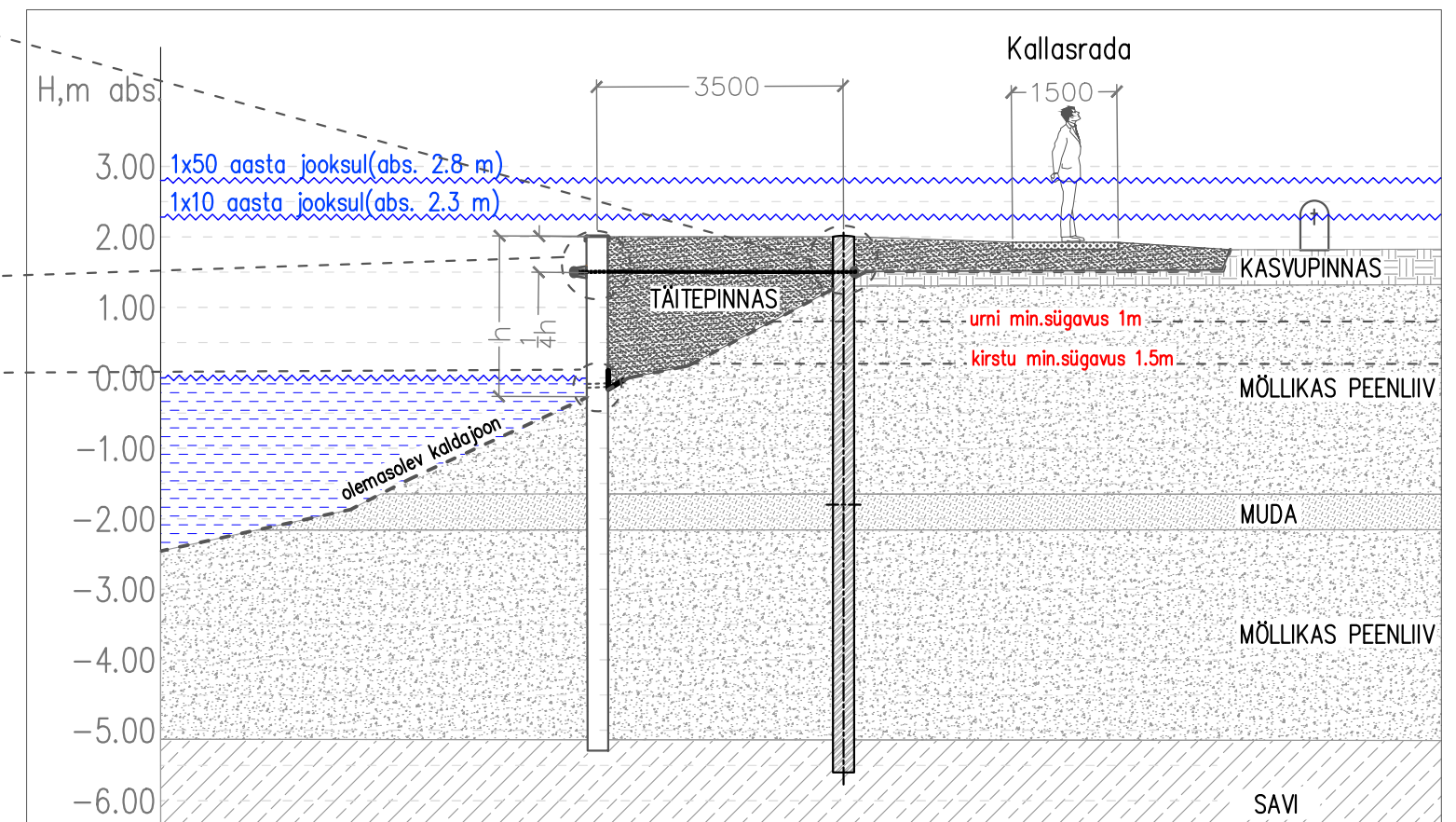
EKSPLIKATSIOON

- 1 Vinüülpunnsein Z-profiil L=7.3 m
- 2 FRP komposiidist punnseina pealiskate
- 3 FRP komposiidist punnseinaliist
- 4 Alumiiniumist ankruvarras d19 mm L=4 m
- 5 Plastikkaetud ankurpalk d300 mm L=7.6 m
- 6 Geotekstiil

Pealtvaade fragment M 1:50



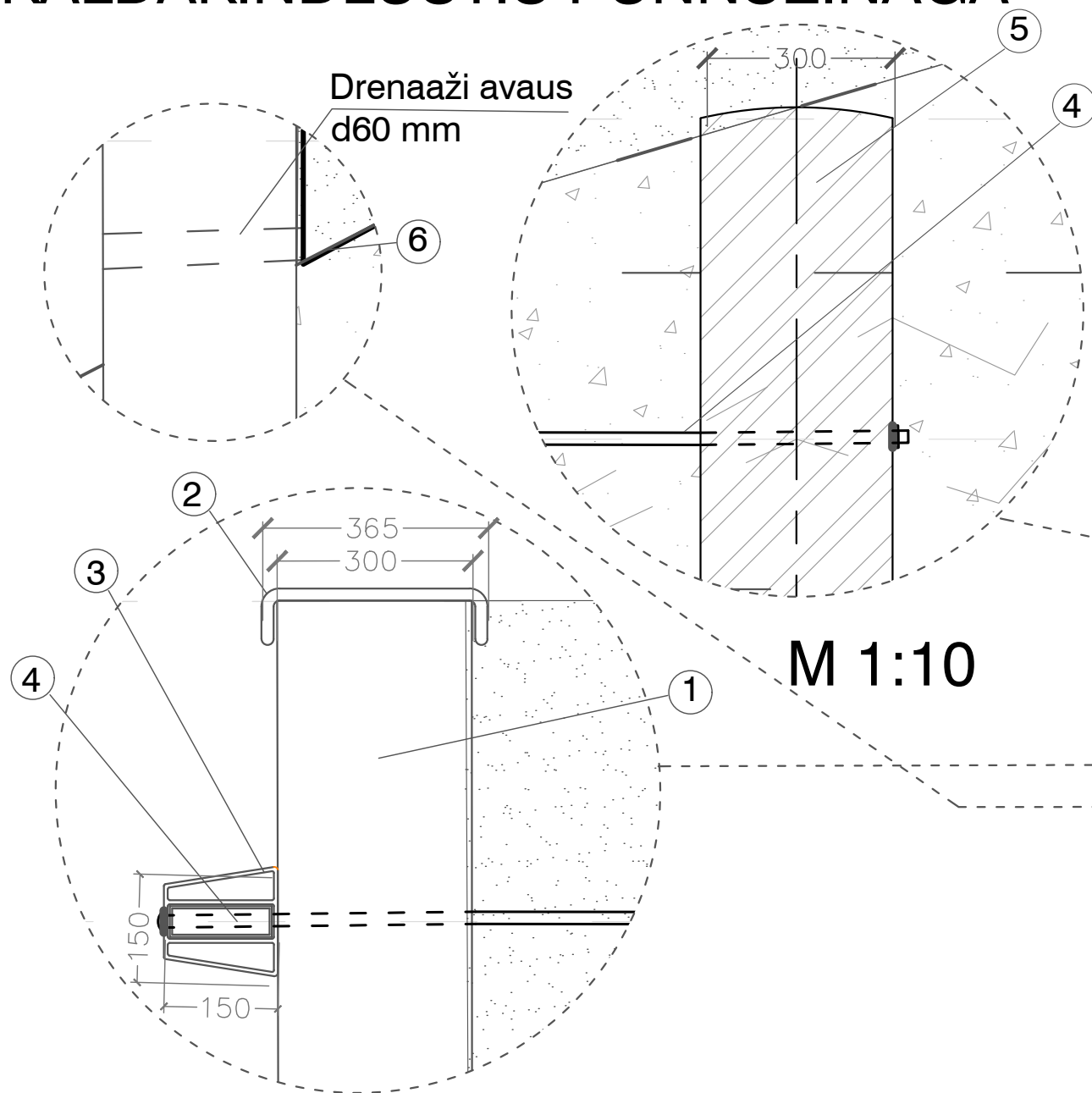
Lõige A-A' M 1:100



TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 5
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Punnseina arhitektuurne lõige A-A'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

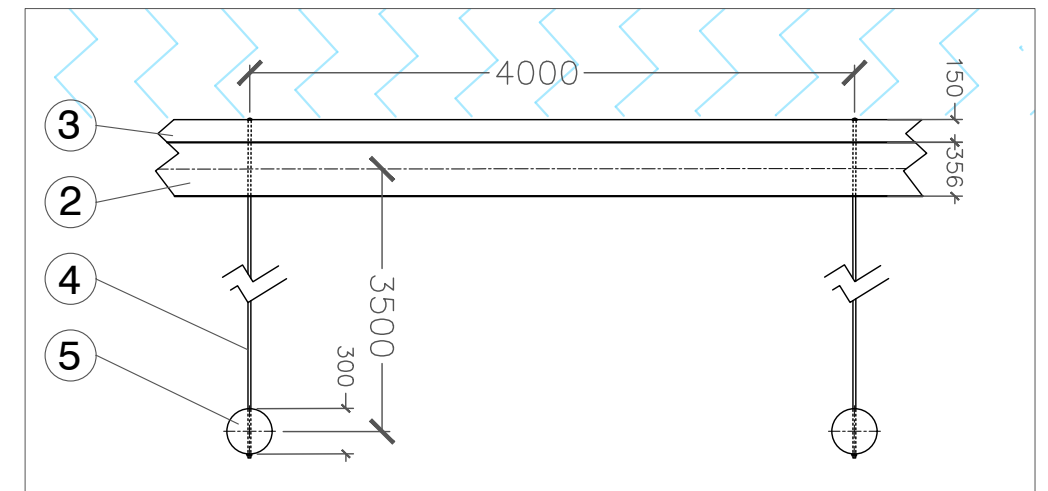
KALDAKINDLUSTIS PUNNSEINAGA



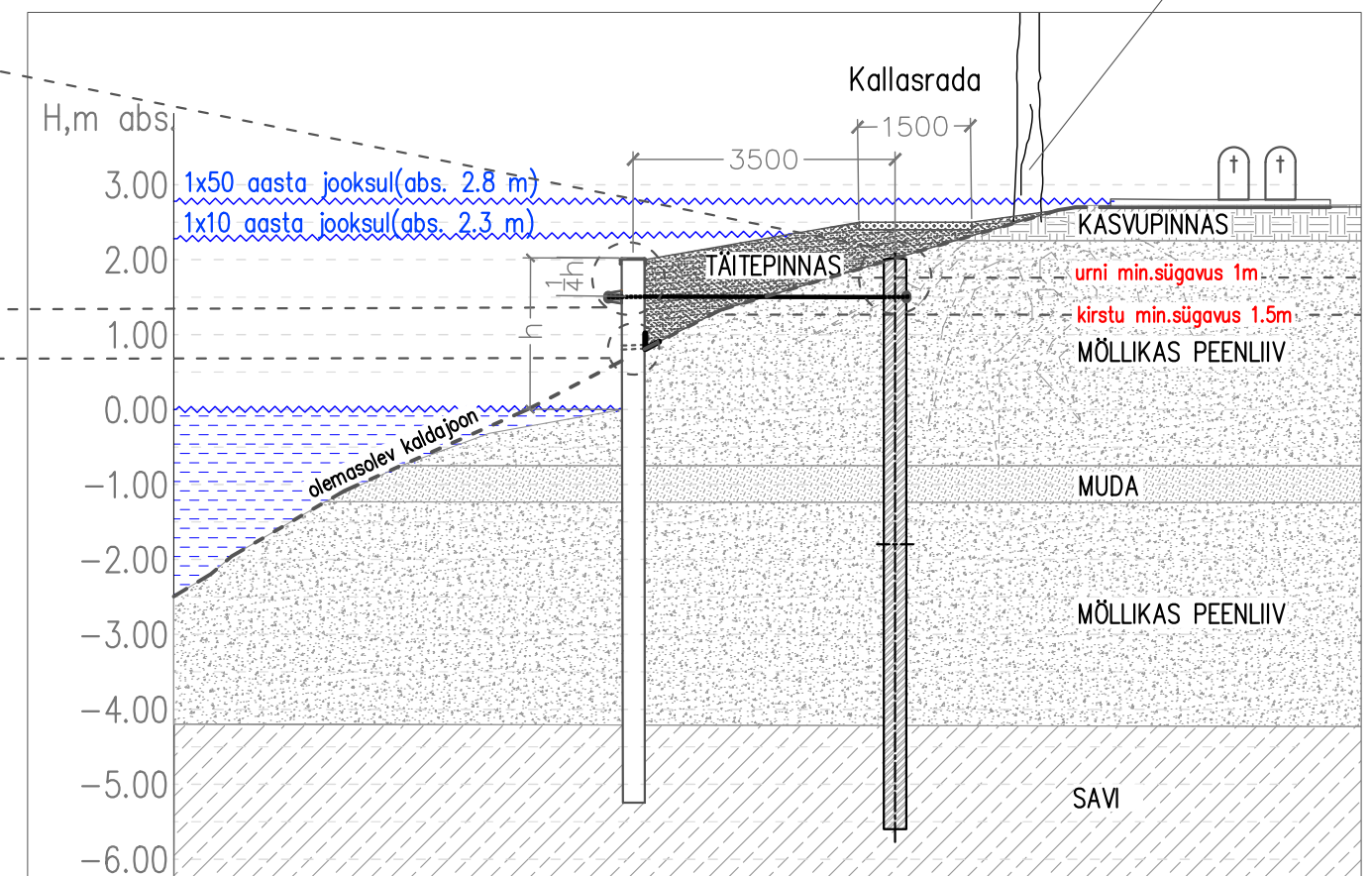
EKSPLIKATSIOON

- 1 Vinüülpunnsein Z-profiil L=7.3 m
- 2 FRP komposiidist punnseina pealiskate
- 3 FRP komposiidist punnseinaliist
- 4 Alumiiniumist ankruparras d19 mm L=4 m
- 5 Plastikkaetud ankurpalk d300 mm L=7.6 m
- 6 Geotekstiil
- 7 Säilitatav puu

Pealtvaade fragment M 1:50



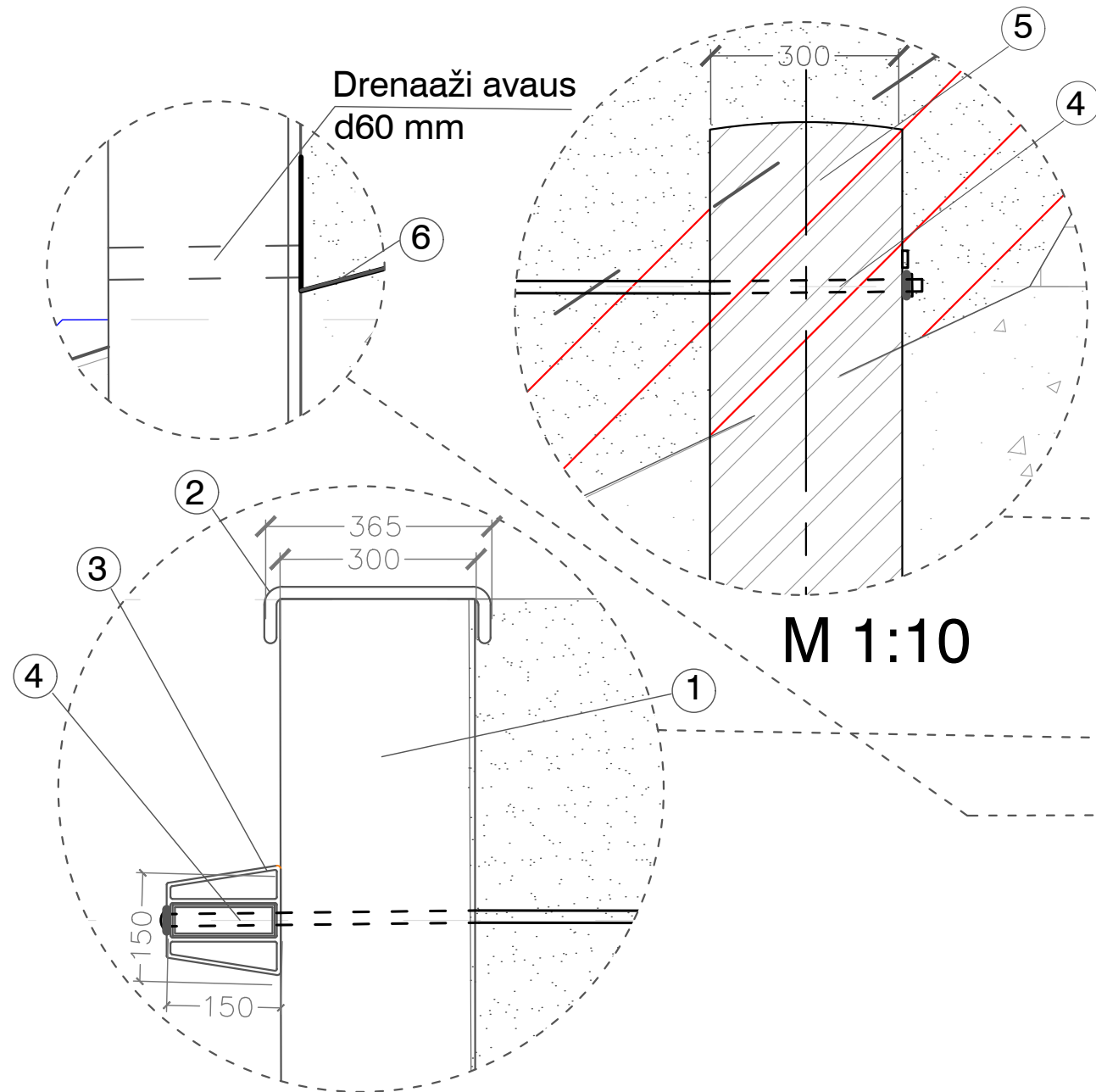
Lõige B-B' M 1:100



TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 6
Koostaja: Anastasia Bõstrova	24.05.2019	Punnseina arhitektuurne lõige B-B'	Mõõtkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

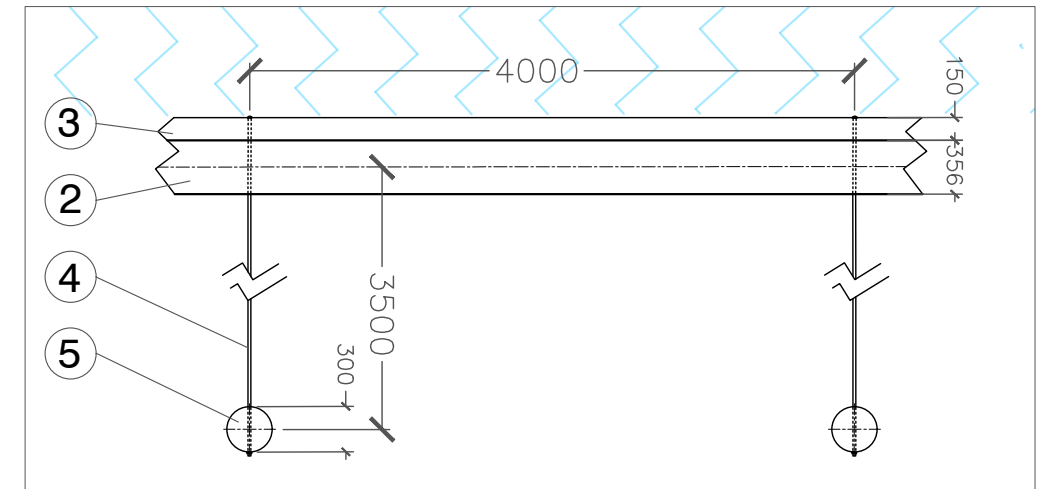
KALDAKINDLUSTIS PUNNSEINAGA



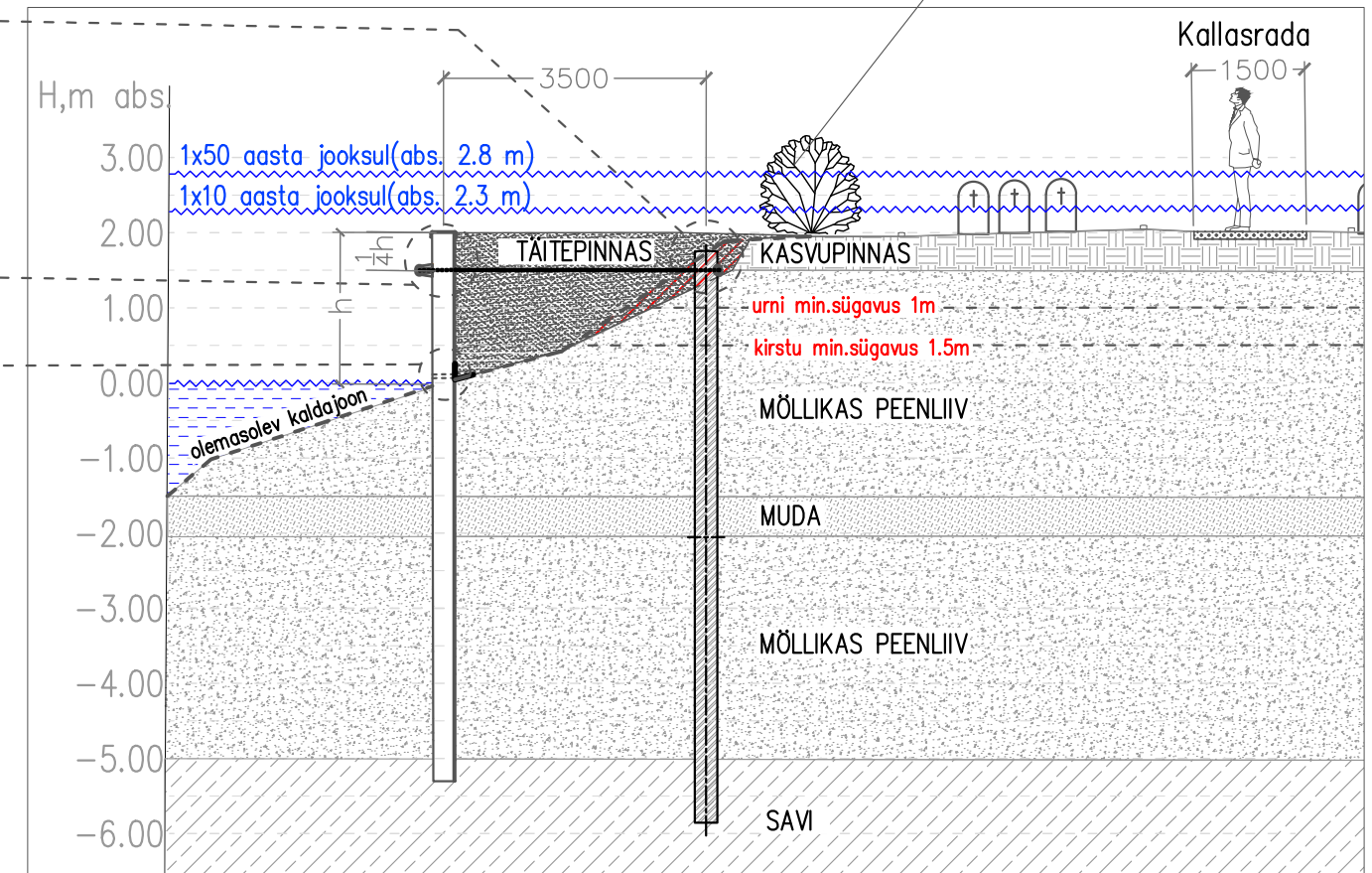
EKSPLIKATSIOON

- | | |
|---|---------|
| 1 Vinüülpunnsein Z-profiil | L=7.3 m |
| 2 FRP komposiidist punnseina pealiskate | |
| 3 FRP komposiidist punnseinaliist | |
| 4 Alumiiniumist ankruvarras d19 mm | L=4 m |
| 5 Plastikkaetud ankurpalk d300 mm | L=7.6 m |
| 6 Geotekstiil | |
| 7 Säilitatav põõsas | |

Pealtvaade fragment M 1:50



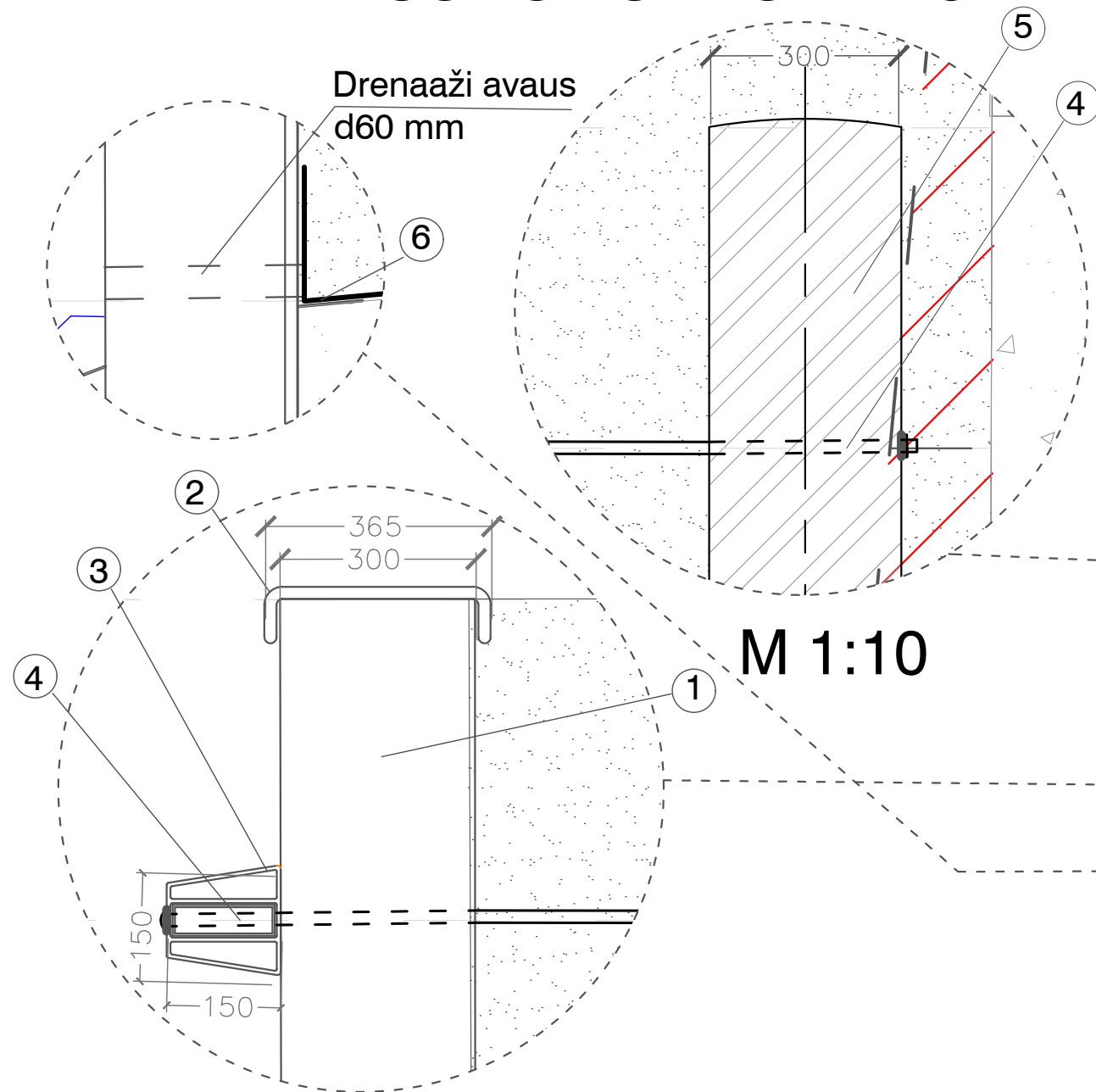
Lõige C-C' M 1:100



TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 7
Koostaja:	Anastasia Böstrova	Punnseina arhitektuurne lõige C-C'	Möötkava:
Juhendaja:	Ülle Grišakov		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

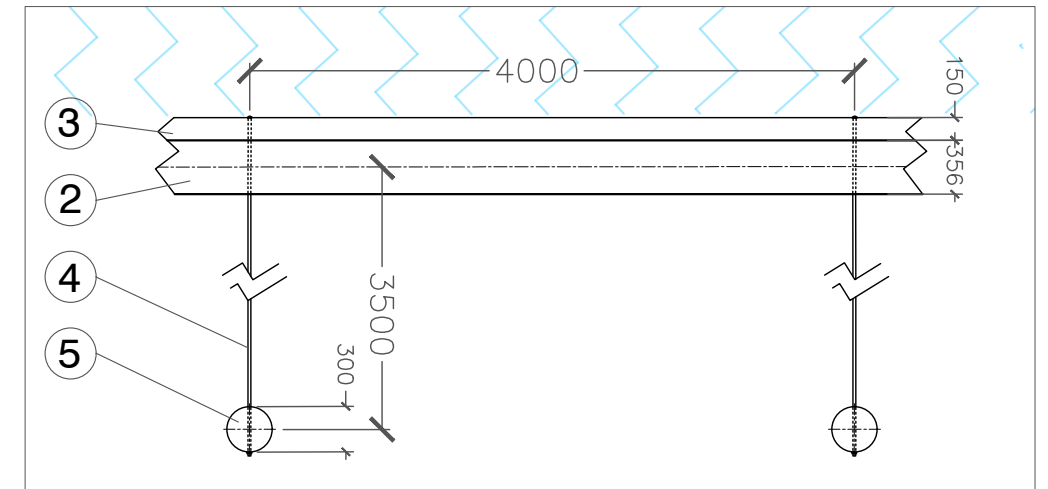
KALDAKINDLUSTIS PUNNSEINAGA



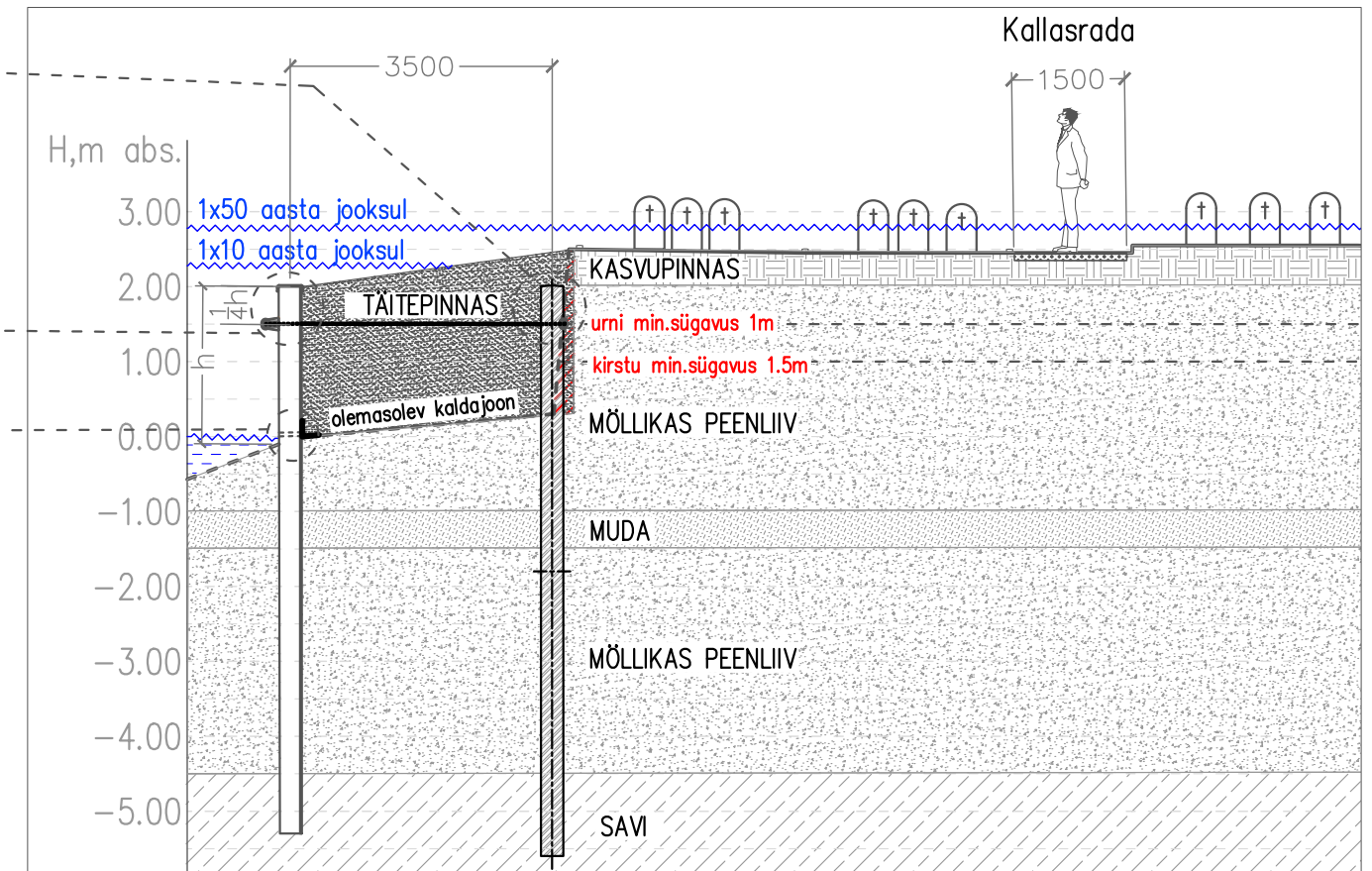
EKSPLIKATSIOON

- | | |
|---|---------|
| 1 Vinüülpunnsein Z-profiil | L=7.3 m |
| 2 FRP komposiidist punnseina pealiskate | |
| 3 FRP komposiidist punnseinaliist | |
| 4 Alumiiniumist ankruparras d19 mm | L=4 m |
| 5 Plastikkaetud ankurpalk d300 mm | L=7.6 m |
| 6 Geotekstiil | |

Pealtvaade fragment M 1:50



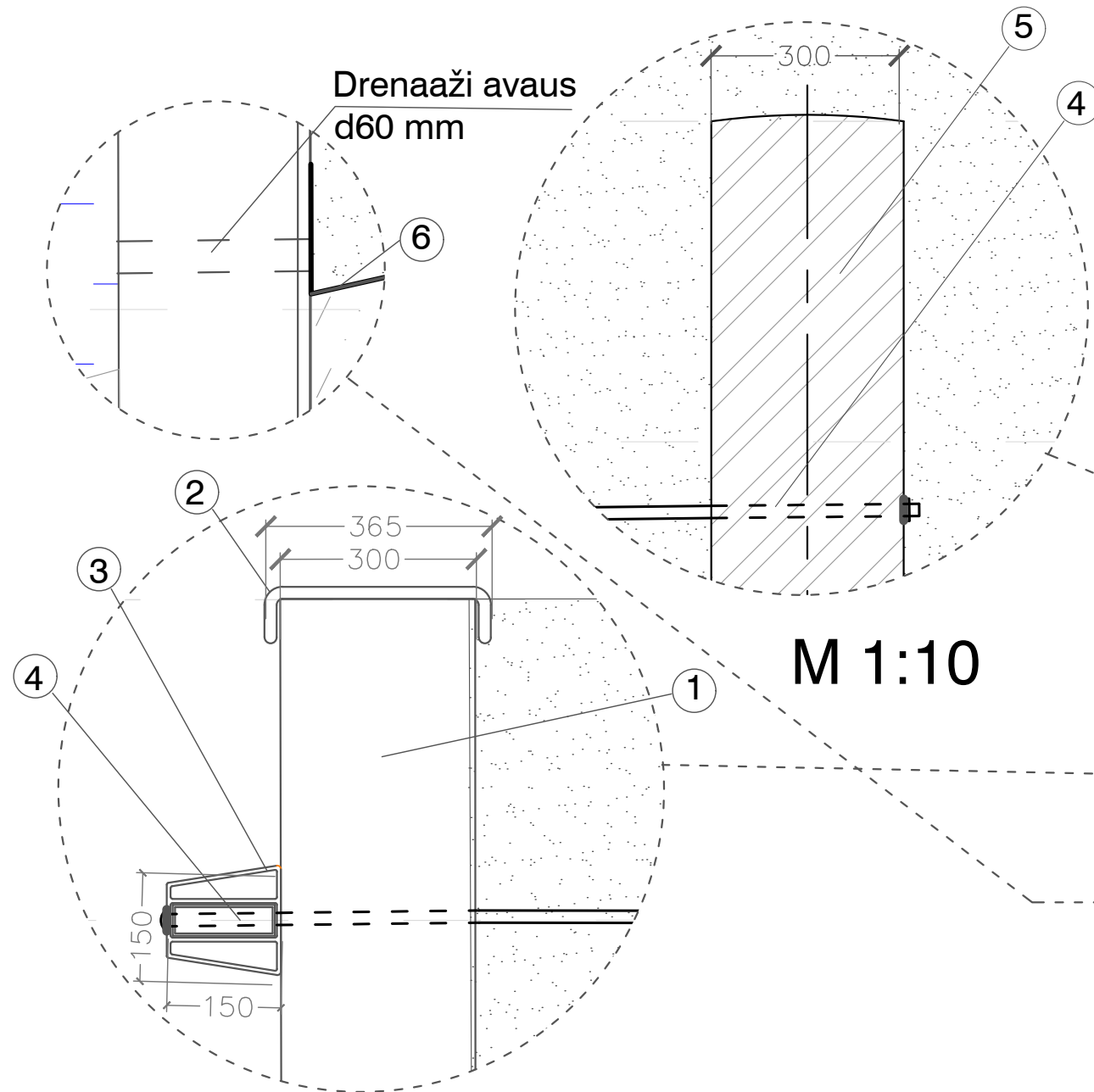
Lõige D-D' M 1:100



TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 8
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Punnseina arhitektuurne lõige D-D'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

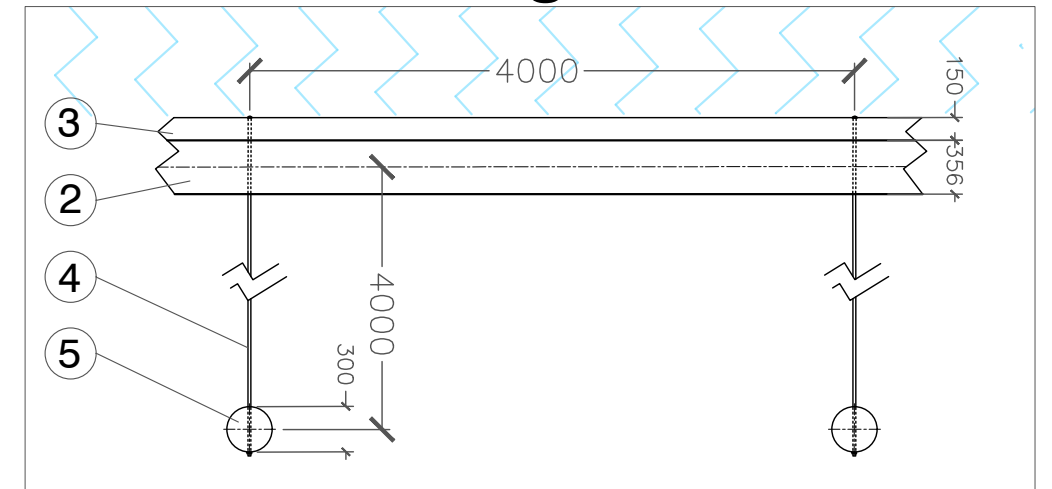
KALDAKINDLUSTIS PUNNSEINAGA



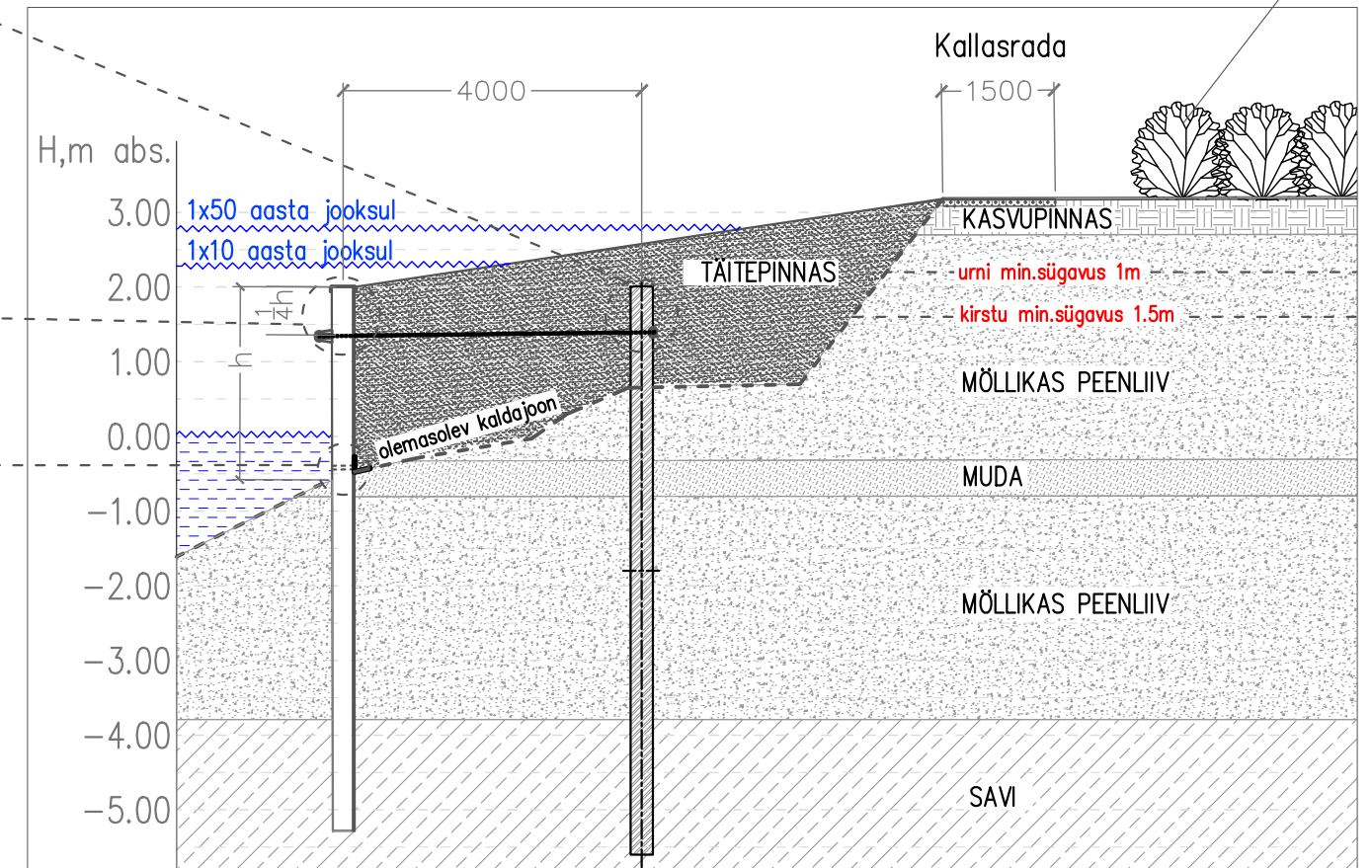
EKSPLIKATSIOON

- 1 Vinüülpunnsein Z-profiil L=7.3 m
- 2 FRP komposiidist punnseina pealiskate
- 3 FRP komposiidist punnseinaliist
- 4 Alumiiniumist ankruparras d19 mm L=4.5 m
- 5 Plastikkaetud ankurpalk d300 mm L=7.6 m
- 6 Geotekstiil
- 7 Säilitatav põõsas

Pealtvaade fragment M 1:50



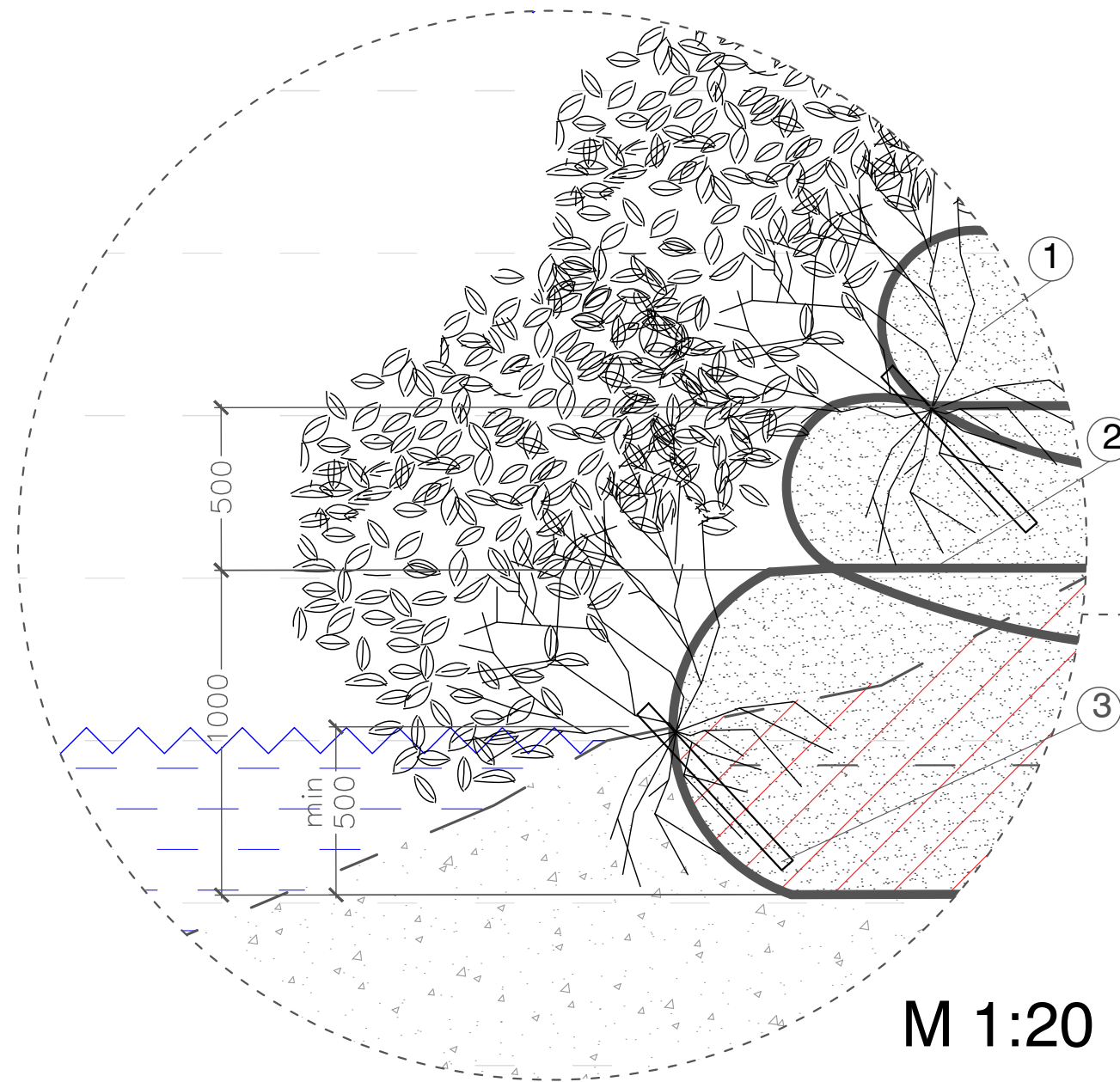
Lõige E-E' M 1:100



TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 9
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Punnseina arhitektuurne lõige E-E'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KALDAKINDLUSTIS PINNASKIHTIDEGA

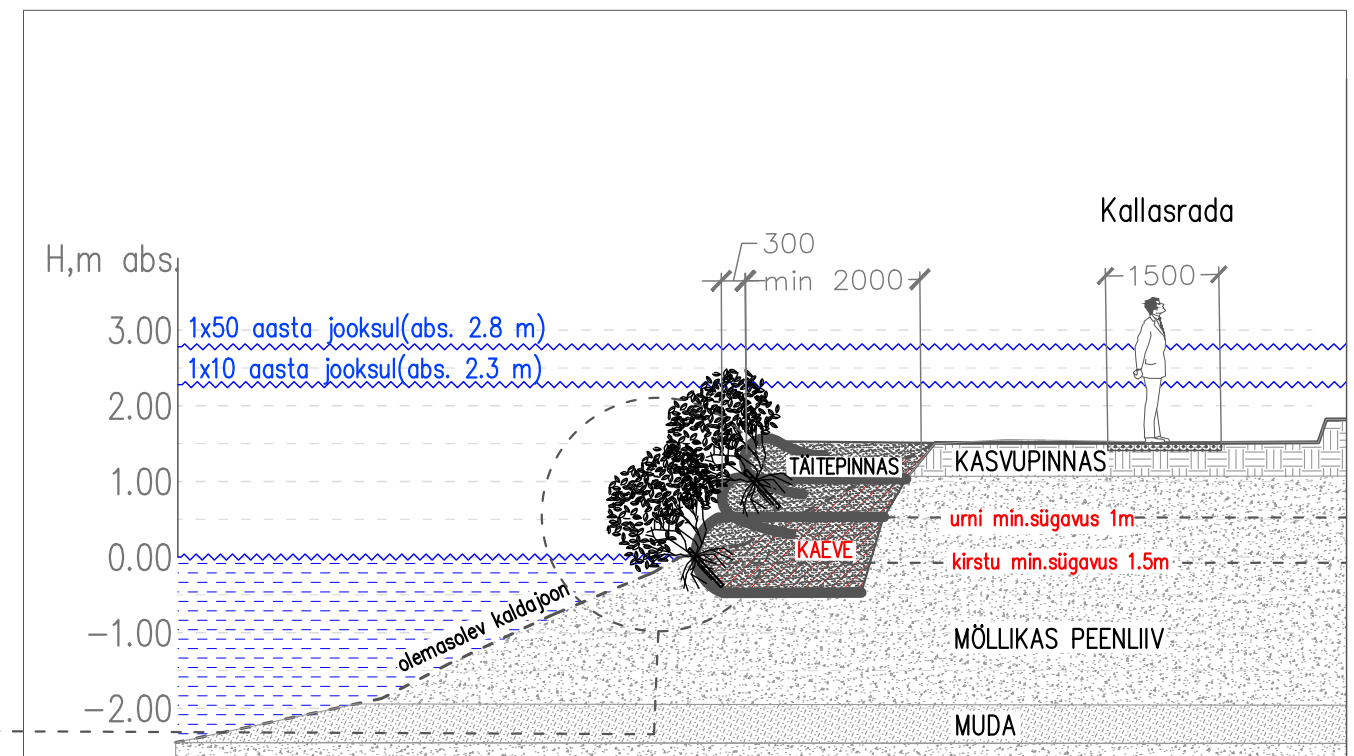


EKSPLIKATSIOON

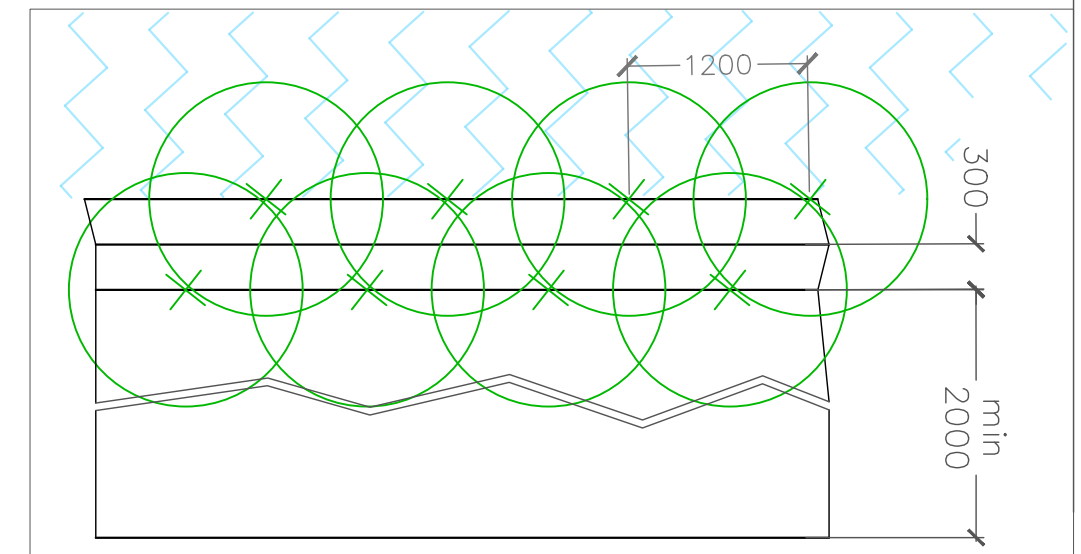
- 1 Täitepinnas
- 2 Geotekstiil
- 3 Projekteeritava põõsa pistoks - punapaju 'Nana' (*Salix purpurea* 'Nana')

Märkus: Pistokste paigaldamise ajal juured ja lehed veel puuduvad.

LÕIGE A-A' M 1:100



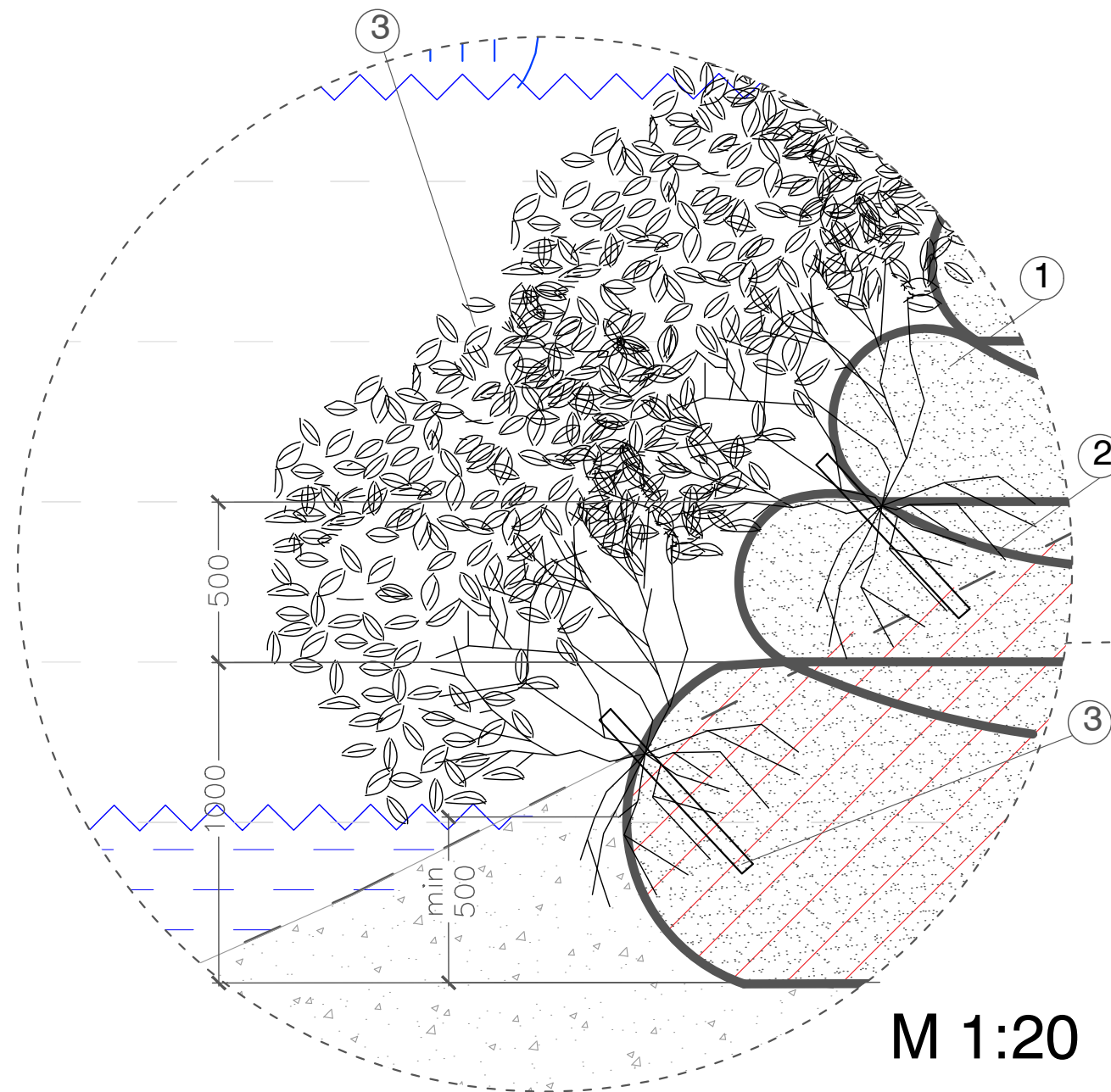
Pealtvaade fragment M 1:50



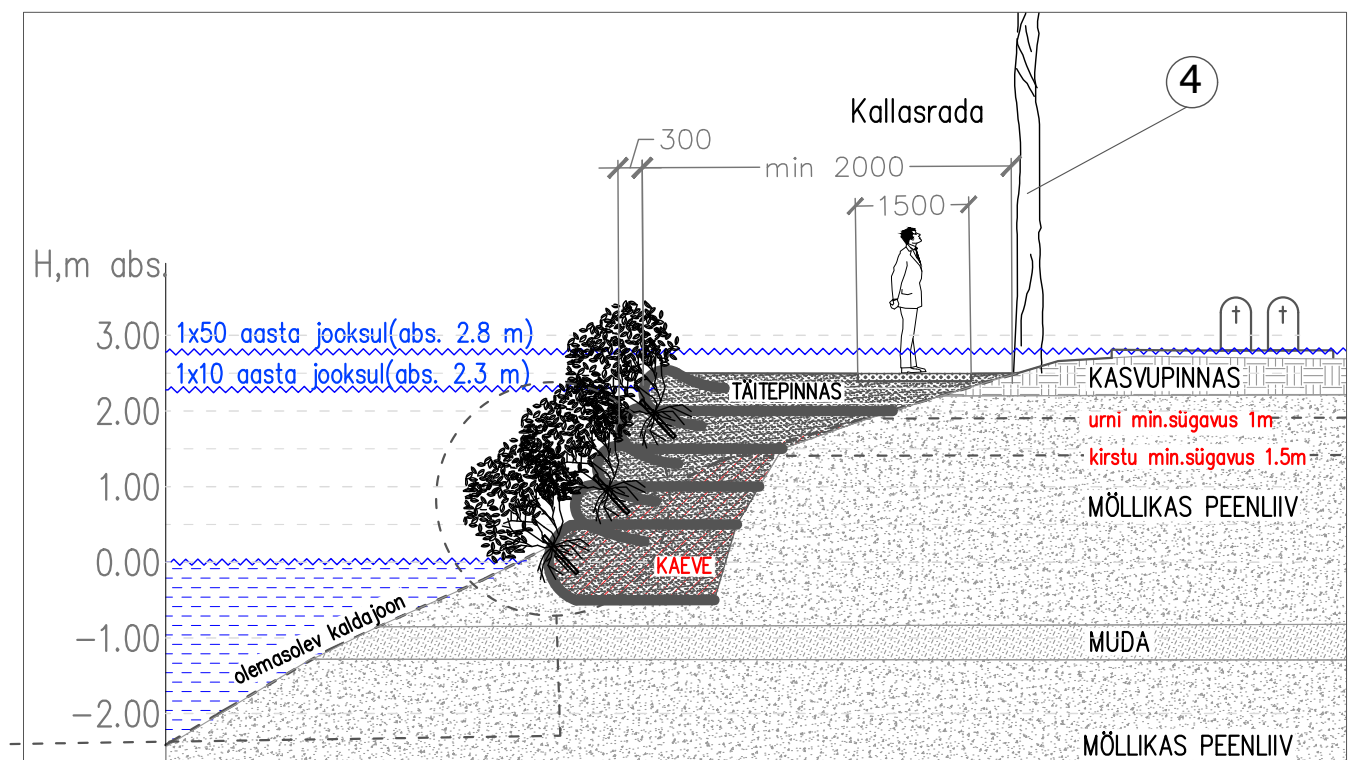
TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 10
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige A-A'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

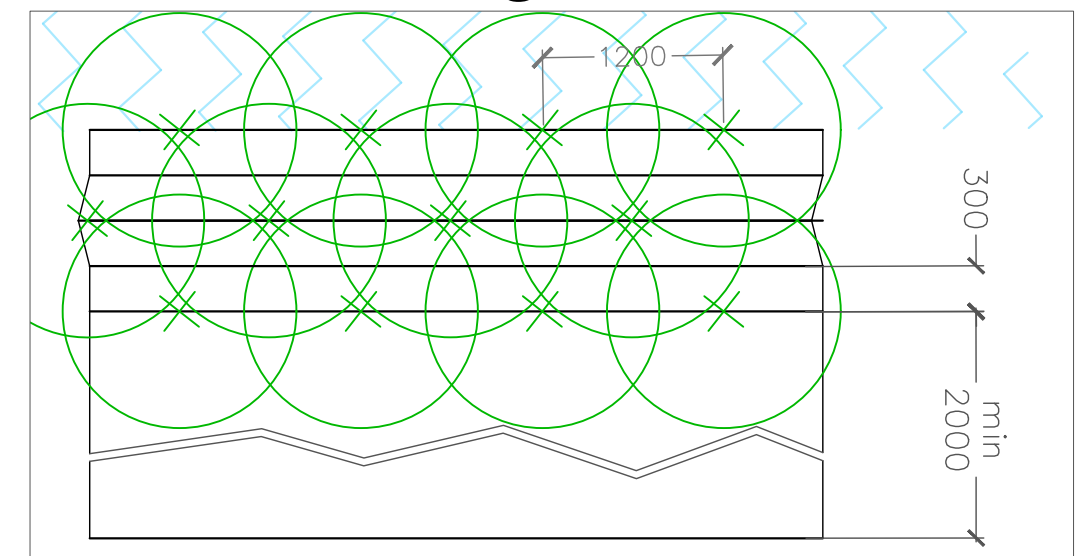
KALDAKINDLUSTIS PINNASKIHTIDEGA



LÕIGE B-B' M 1:100



Pealtvaade fragment M 1:50



EKSPLIKATSIOON

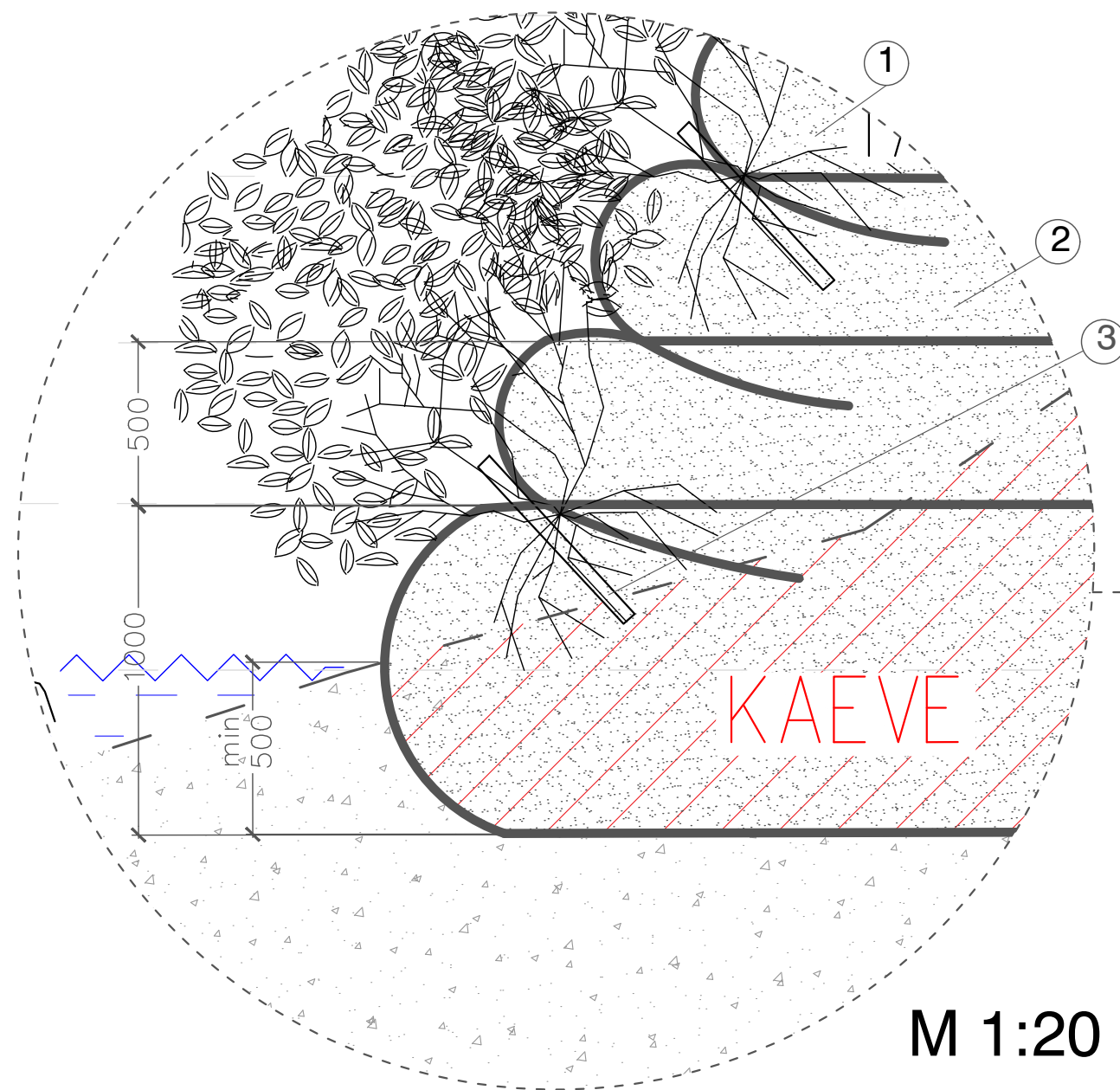
- 1 Täitepinnas
- 2 Geotekstiil
- 3 Projekteeritava põõsa pistoks - punapaju 'Nana' (*Salix purpurea* 'Nana')
- 4 Säilitatav puu

Märkus: Pistokste paigaldamise ajal juured ja lehed veel puuduvad.

TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 11
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige B-B'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KALDAKINDLUSTIS PINNASKIHTIDEGA

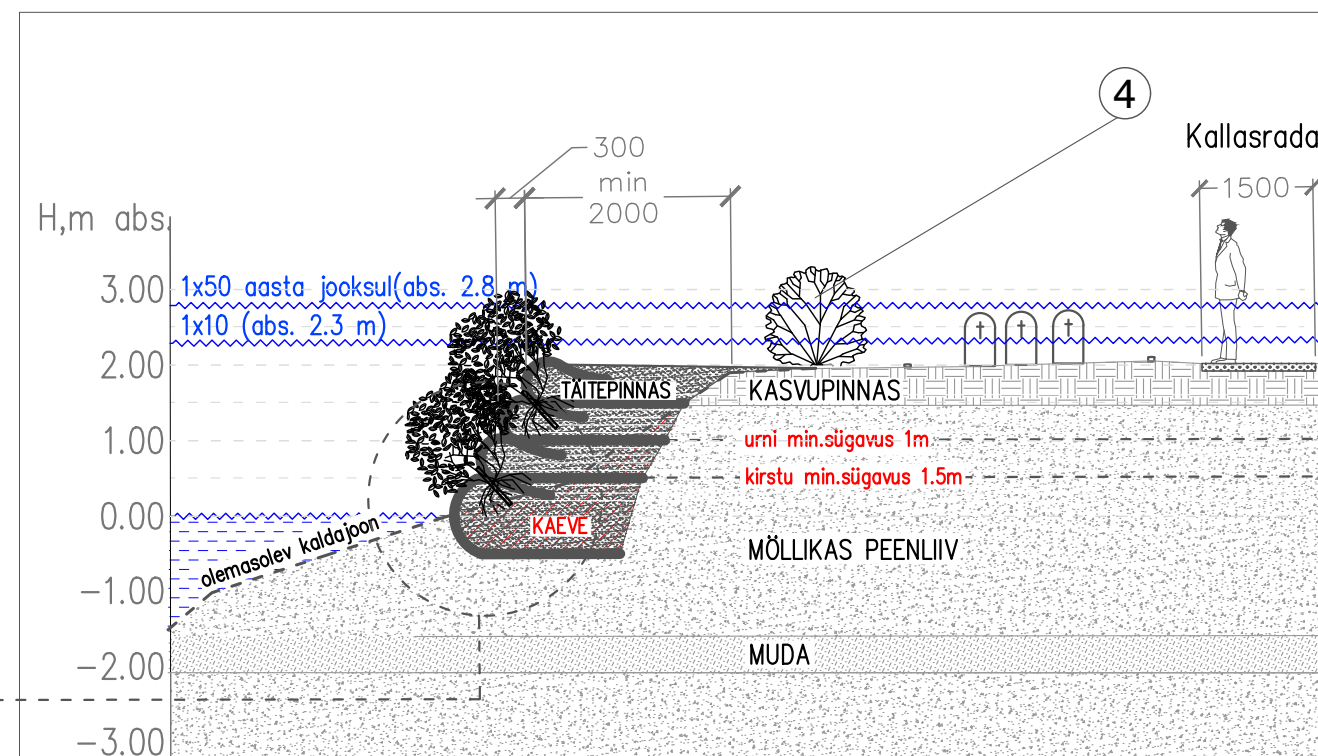


EKSPLIKATSIOON

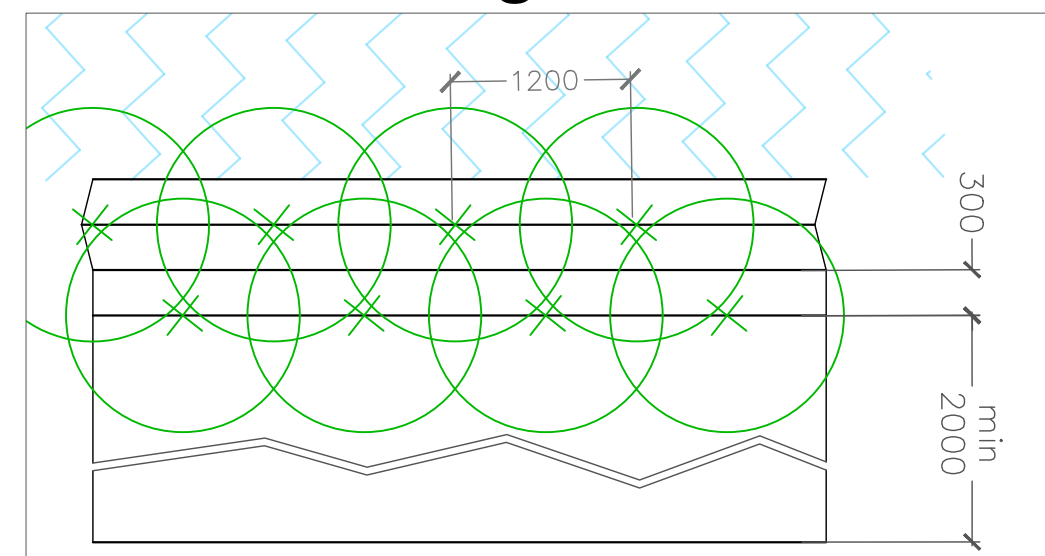
- 1 Täitepinnas
- 2 Geotekstiil
- 3 Projekteeritava põõsa pistoks - punapaju 'Nana' (*Salix purpurea* 'Nana')
- 4 Säilitatav põõsas

Märkus: Pistokste paigaldamise ajal juured ja lehed veel puuduvad.

LÕIGE C-C' M 1:100



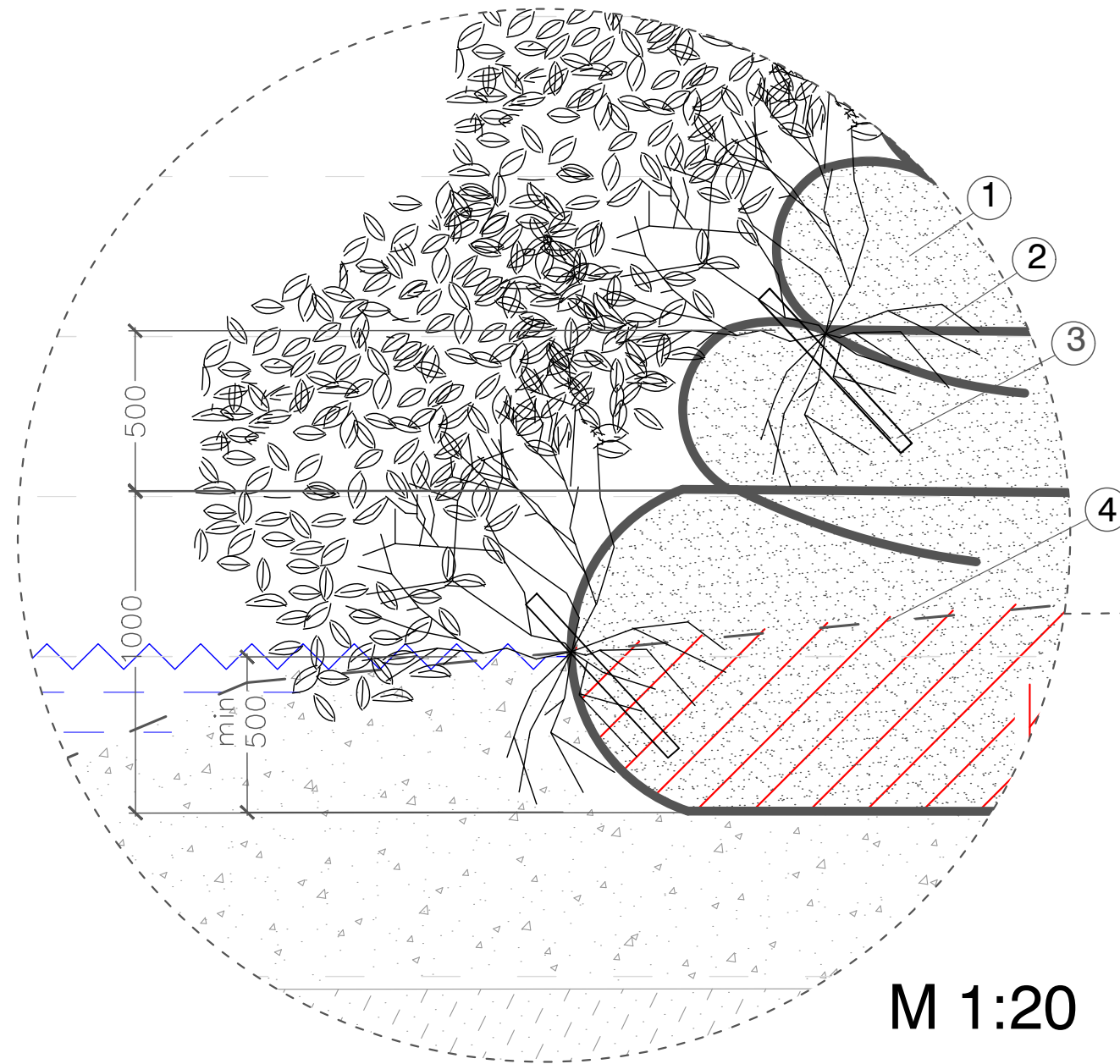
Pealtvaade fragment M 1:50



TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 12
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige C-C'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KALDAKINDLUSTIS PINNASKIHTIDEGA

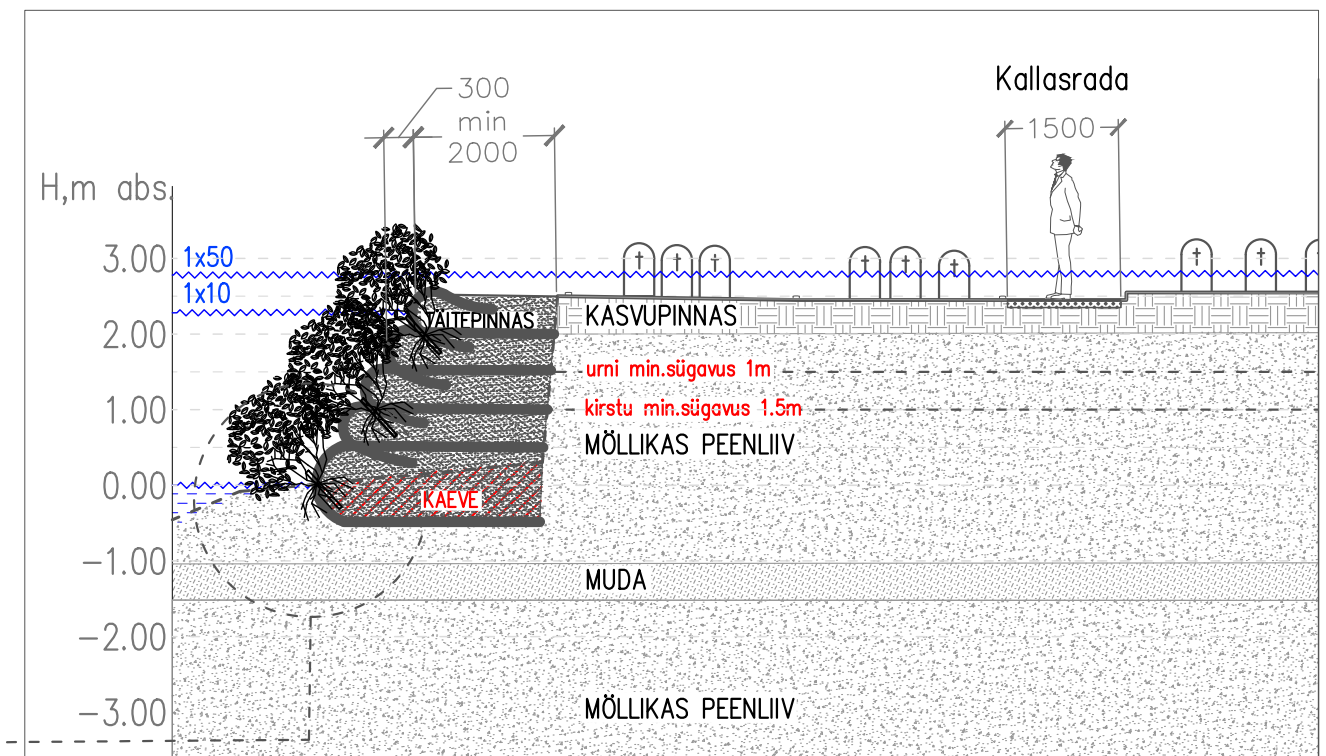


EKSPLIKATSIOON

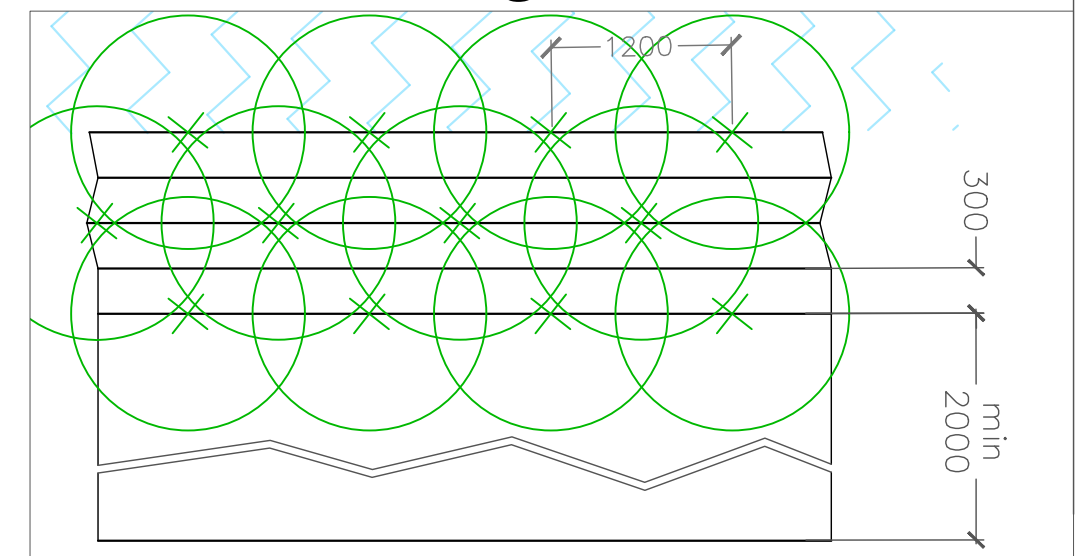
- 1 Täitepinnas
- 2 Geotekstiil
- 3 Projekteeritava põõsa pistoks - punapaju 'Nana' (*Salix purpurea* 'Nana')
- 4 Olemasolev kaldajoon

Märkus: Pistokste paigaldamise ajal juured ja lehed veel puuduvad.

LÕIGE D-D' M 1:100



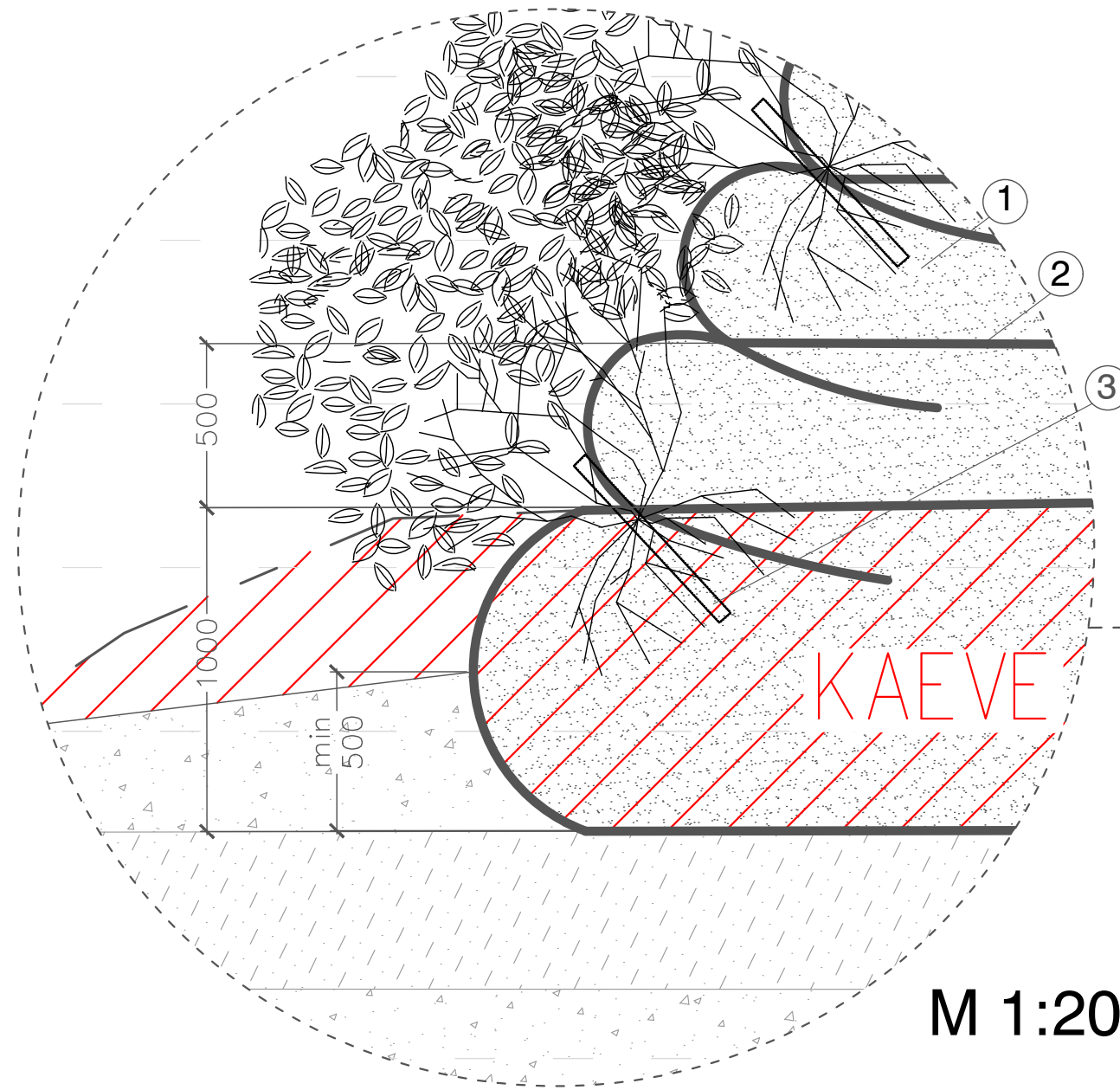
Pealtvaade fragment M 1:50



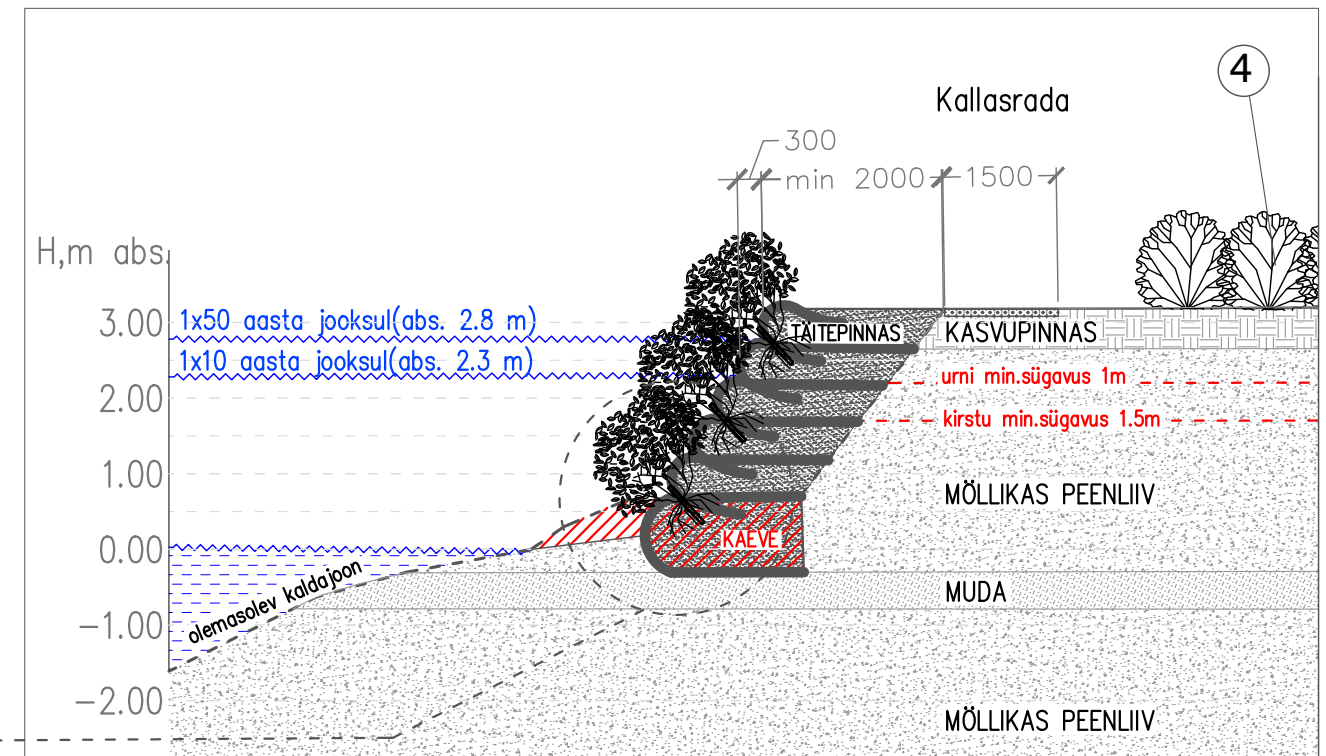
TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 13
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige D-D'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

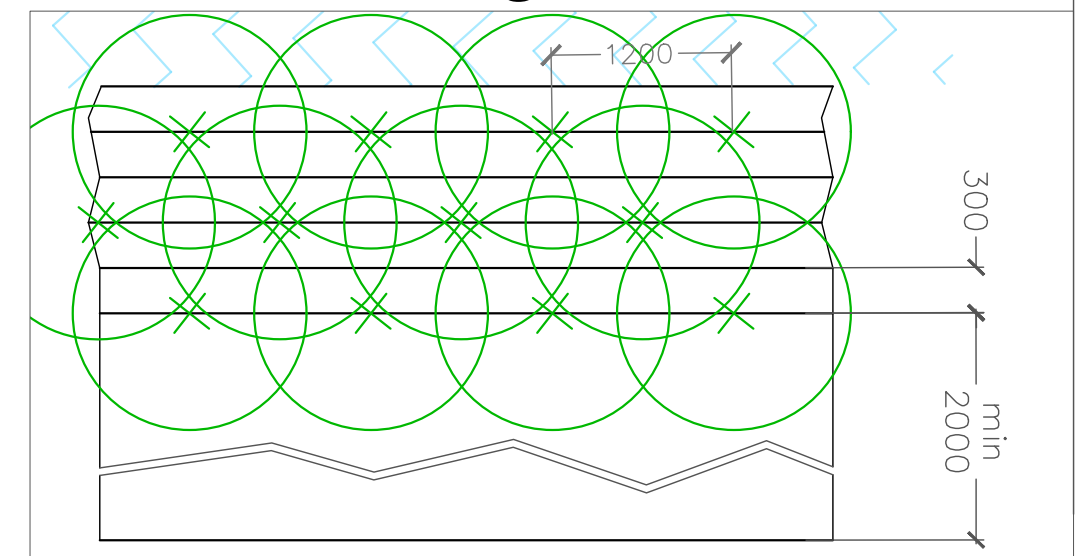
KALDAKINDLUSTIS PINNASKIHTIDEGA



LÕIGE E-E' M 1:100



Pealtvaade fragment M 1:50



EKSPLIKATSIOON

- 1 Täitepinnas
- 2 Geotekstiil
- 3 Projekteeritava põõsa pistoks - punapaju 'Nana' (*Salix purpurea* 'Nana')
- 4 Säilitatav põõsas

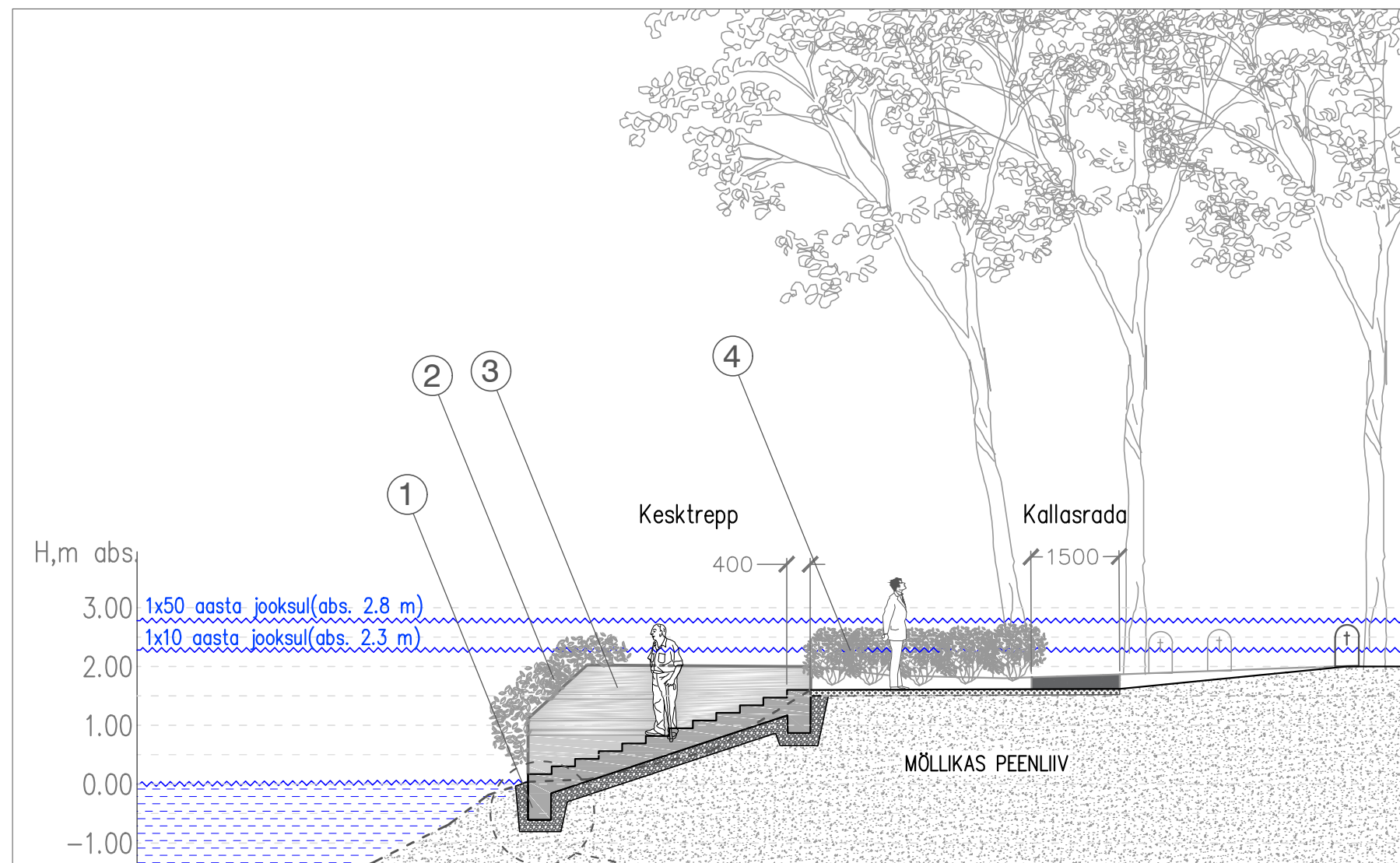
Märkus: Pistokste paigaldamise ajal juured ja lehed veel puuduvad.

TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 14
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Pinnaskihtidest kaldatugiseina arhitektuurne lõige E-E'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

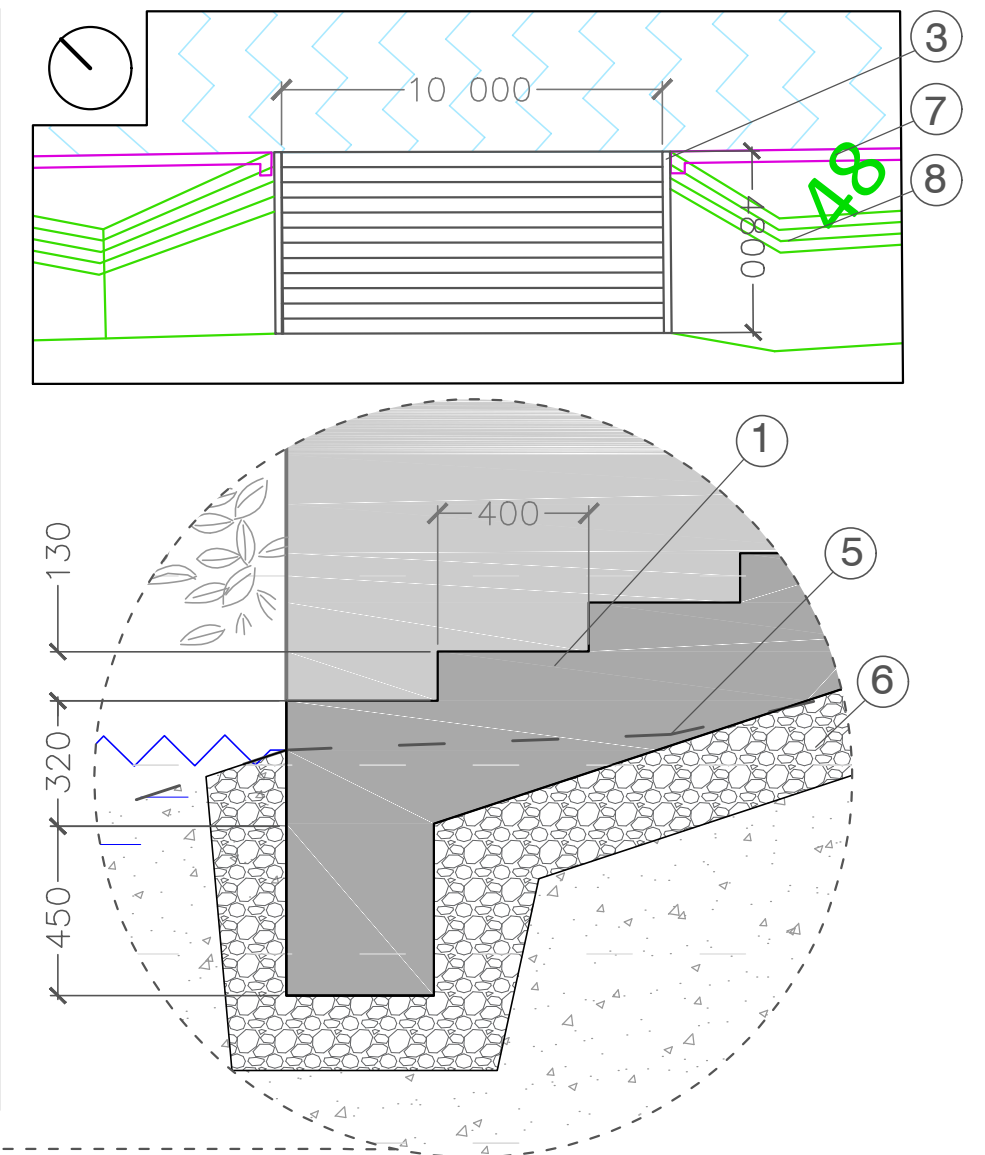
Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KESKTREPP PINNASKIHTIDEGA KALDAKINDLUSTISE VARIANDI NÄITEL

LÕIGE 1-1' M 1:100




Pealtvaade M 1:200



M 1:20

EKSPLIKATSIOON

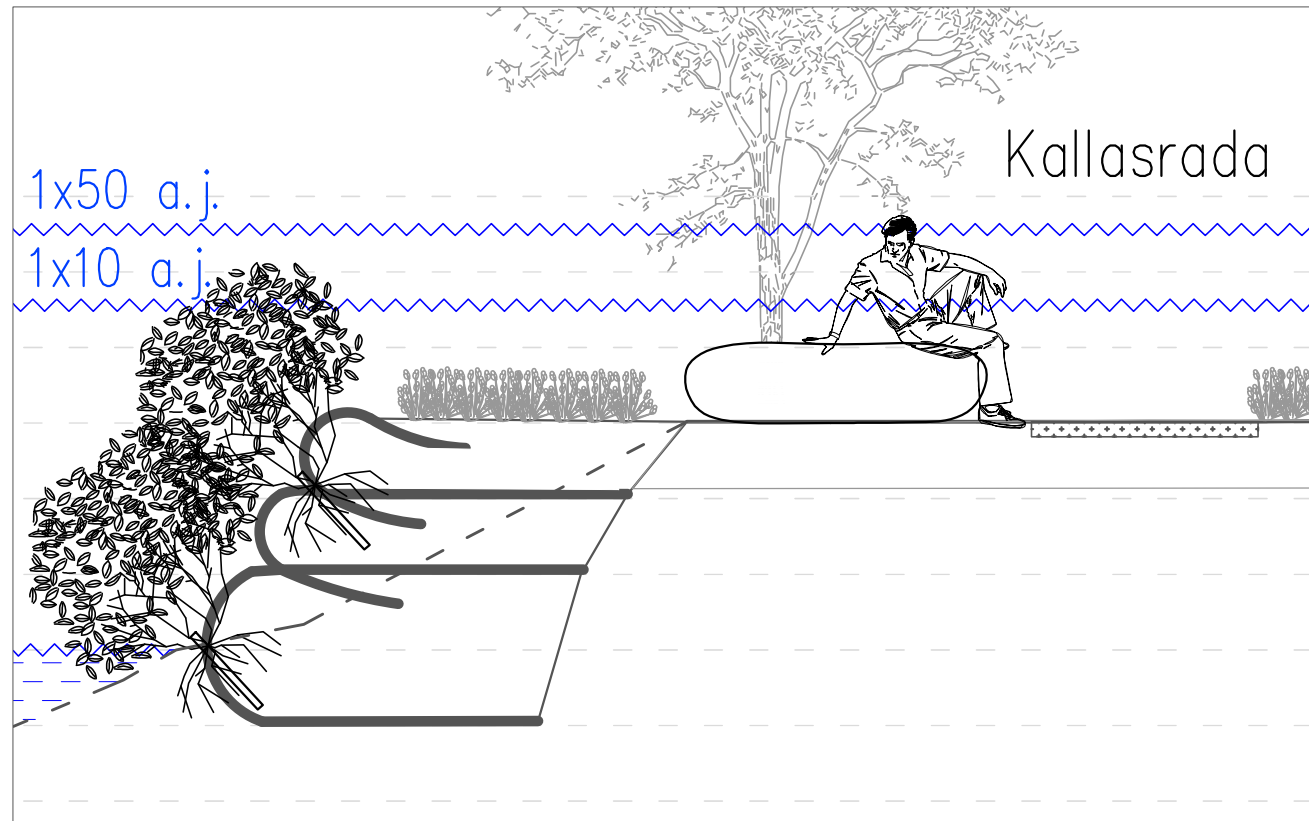
- 1 Projekteeritav betoontrepp C30/37
- 2 Projekteeritav põõsas - punapaju (*Salix purpurea* 'Nana') pinnaskihtide variandil
- 3 Projekteeritava trepi betoontugisein
- 4 Projekteeritav põõsas - vaevakask (*Betula nana* 'Golden treasure')
- 5 Olemasolev kaldajoon
- 6 Tihendatud killustikalus
- 7 Projekteeritav punnasein (1.alternatiiv)
- 8 Projekteeritavad pinnaskihid (2.alternatiiv)

 TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 15
Koostaja: Anastasia Bõstrova	24.05.2019	Kesktrepi arhitektuurne lõige 1-1'	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

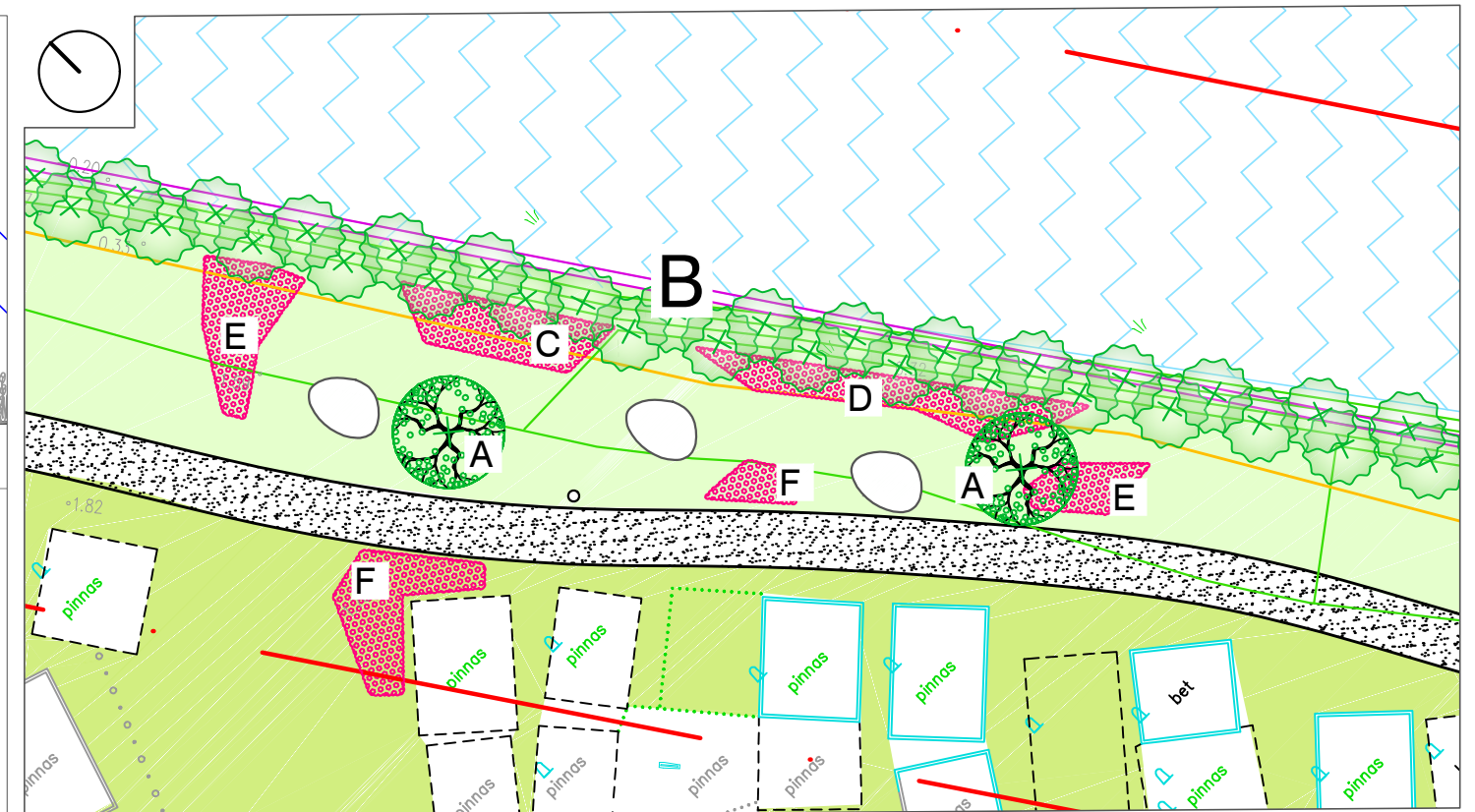
Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

LAPSEIGA MÕTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE

Lõige M 1:50



Pealtvaade M 1:200



LEPPEMÄRGID

	Kinnistu piir		Projekteeritav pink, prügikast
	Projektala piir		Projekteeritav puu
	Olemaolev haud		Projekteeritav põõsas
	Olemaolev muru		Projekteeritav muru
	Projekteeritav kallasrada		Projekteeritav sibullillede istutusala
	Proj. punnsein(1.alternatiiv)		
	Proj. pinnaskihid (2.alternatiiv)		

Märkused:

Koordinaadid L-Est97 süsteemis.

Kõrgused Balti süsteemis.

Punapaju paigaldatakse kohale värskelt lõigatud pistokste kujul

Projekteeritav taimmaterjal

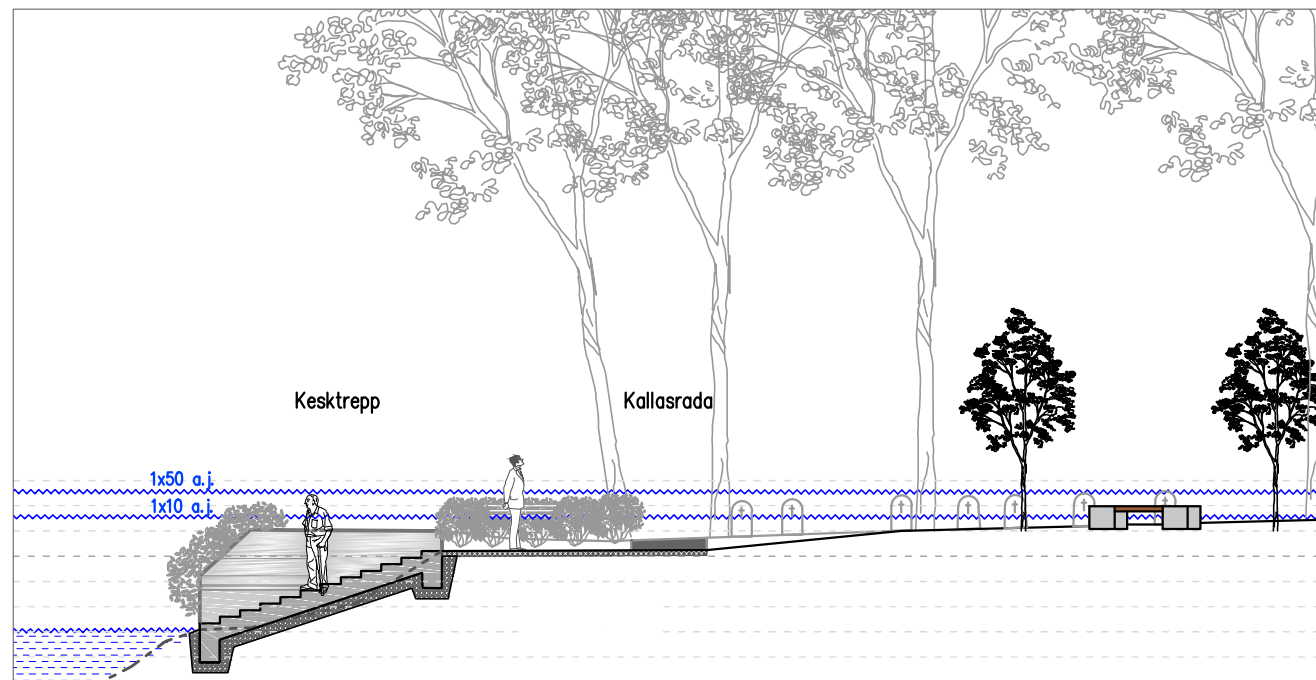
		Taimi/m ²	
A	Tõmbilehine viirpuu 'Pauls' Scarlet'	2 tk	
B	Punapaju 'Nana'	sõltub pistokste suurusest	
C	Krookus	300 tk	2180 tk
D	Harilik lumekelluke	155 tk	1380 tk
E	Suvine märtsikelluke	155 tk	1570 tk
F	Sügislill	100 tk	950 tk

TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 16
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Lapseiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

KULDIGA MÖTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE

Lõige M 1:150



Pealtvaade M 1:200



LEPPEMÄRGID

- | | | | |
|--|---------------------------|--|-----------------------------------|
| | Kinnistu piir | | Proj. punnsein(1.alternatiiv) |
| | Projektala piir | | Proj. pinnaskihid (2.alternatiiv) |
| | Olemasolev haud | | Projekteeritav trepp |
| | Olemasolev pinnastee | | Projekteeritav pink, prügikast |
| | Olemasolev muru | | Projekteeritav muru/puukooremultš |
| | Olemasolev puu | | Projekteeritav puu |
| | Projekteeritav kallasrada | | Projekteeritav põõsas |

Märkused:

Koordinaadid L-Est97 süsteemis.

Kõrgused Balti süsteemis.

Punapaju paigaldatase kohale värskelt lõigatud pistokste kujul

Projekteeritav taimmaterjal

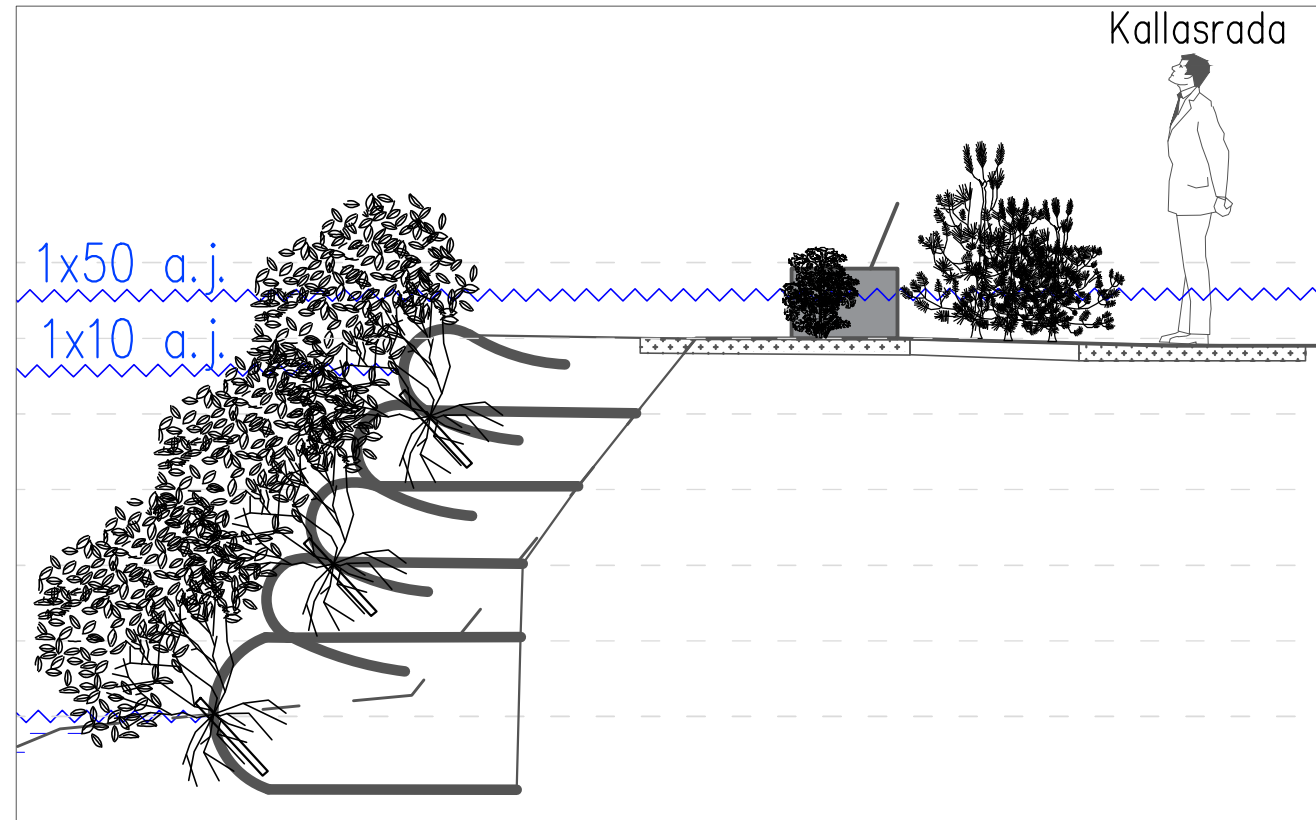
- | | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|
| A | Sookask 'Aurea' | 6 tk |
| B | Vaevakask 'Golden Treasure' | 32 tk |
| C | Punapaju 'Nana' | sõltub pistokste suurusest |

TAL TECH TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 17
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Kuldiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	

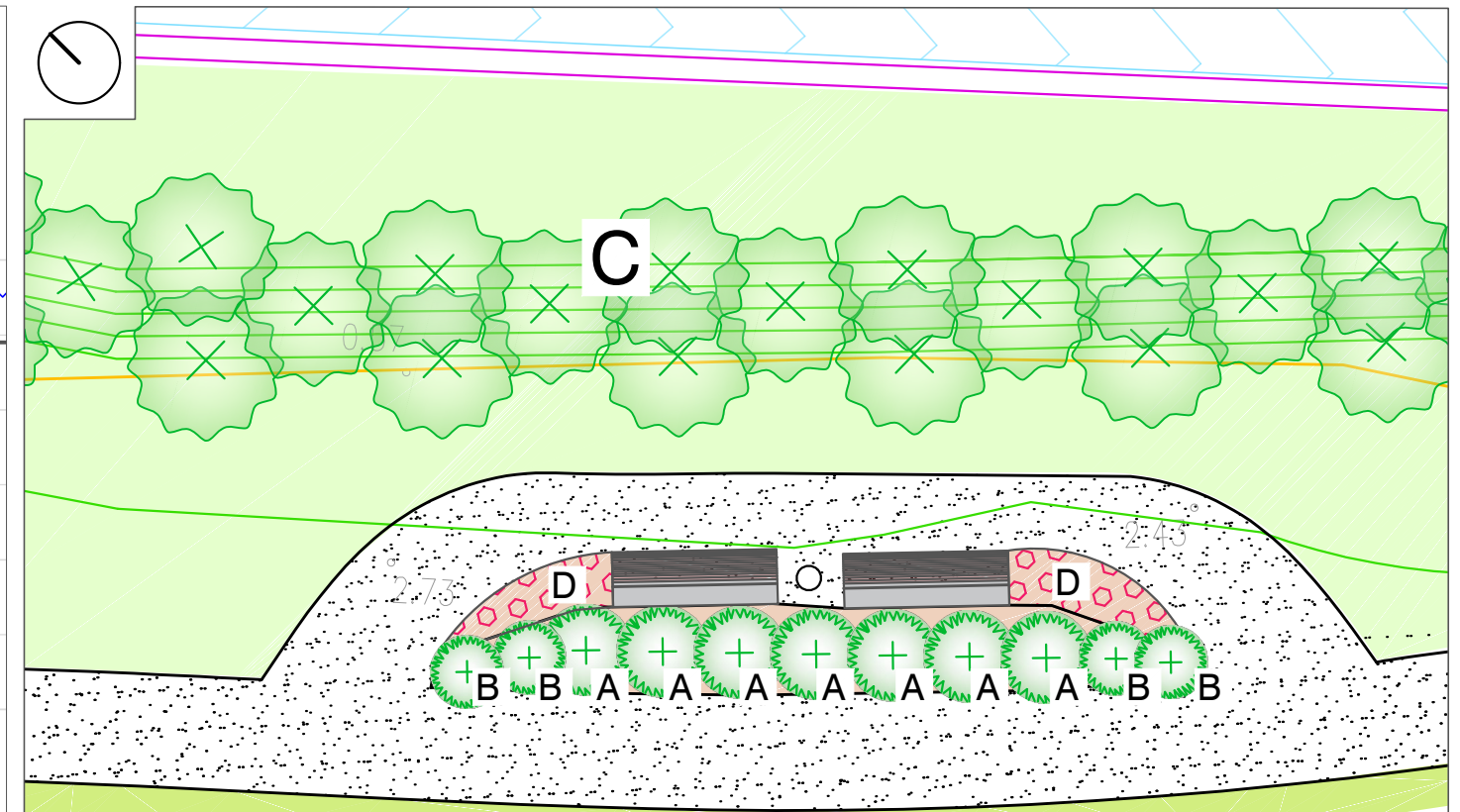
Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed

VANURIIGA MÕTISKLEMISKOHA ARHITEKTUURNE LÕIGE









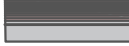

Lõige M 1:50



Pealtvaade M 1:100



LEPPEMÄRGID

	Kinnistu piir		Projekteeritav puu
	Projekteeritav kallasrada		Projekteeritav põõsas
	Proj. punnsein(1.alternatiiv)		Projekteeritav muru
	Proj. pinnaskihid (2.alternatiiv)		Projekteeritavad püsililledede istutus
	Projekteeritav pink, prügikast		Projekteeritav puukooremultš

Projekteeritav taimmaterjal


	Taimi/m ²
A Kääbus-mägimänd	7 tk
B Mägimänd 'Laurin'	4 tk
C Punapaju 'Nana'	sõltub pistokste suurusest
D Kaunis aster 'Purple dome'	4 tk 12 tk

Märkused:

Koordinaadid L-Est97 süsteemis.

Kõrgused Balti süsteemis.

Punapaju paigaldatakse kohale värskelt lõigatud pistokste kujul

 TalTech Inseneriteaduskond		Magistritöö	Plaan: 18
Koostaja: Anastasia Böstrova	24.05.2019	Vanuriiga mõtisklemiskoha arhitektuurne lõige	Möötkava:
Juhendaja: Ülle Grišakov	24.05.2019		
Maastikuarhitektuuri õppekava		Vooluveekogude kaldakinnitamisemeetmed	