
HULEVESIEN HALLINTA HAUTAUSMAALLA
Kohdealueena Laukaan hautausmaa



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maisemasuunnittelu

Lepaa, 29.5.2012

Jyrki Halinen



LEPAA
Maisemasuunnittelu, HOMSAI08A4
Ympäristösuunnittelu

Tekijä	Jyrki Halinen	Vuosi 2012
Työn nimi	Hulevesien hallinta hautausmaalla	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää viemäroinnin rinnalle täydentäviä ratkaisuja hautausmaiden hulevesien käsittelyyn. Tässä ajassa vahvasti esillä olevat teemat hulevesien käsittelystä syntypaikallaan ja vaatimus kustannustehokkuuteen haastavat etsimään uusia toimintatapoja. Työn toimeksiantaja on Laukaan seurakunta jossa on parhaillaan toteutumassa hautausmaan laajennushanke.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää millaisia hulevesisovelluksia hautausmailla on käytössä ja voidaanko hulevesien käsittelytapoja monipuolistaa käsittelemällä alueen hulevedet jo syntypaikallaan. Lähteinä on käytetty ammattikirjallisuutta ja omia käytännön kokemuksia hautausmaarakentamisesta. Tiedot eri hautausmaiden hulevesien käsittelytavoista on kerätty haastatteluilla. Esimerkkikohteena on Laukaan hautausmaan laajennuksen hulevesisuunnitelma sekä opinnäytetyönä alueelle suunniteltu imeytyspainanne ja kosteikko.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan esittää seuraavaa. Nurmipintaiset hautausmaaosastot imeyttävät hulevettä maaperään hyvin. Hautausmaiden suurimmat hulevesimäärät ja mahdolliset ongelmat kertyvät tiivispintaisilta käytäviltä ja paikoitusalueilta. Vanhojen hautausmaiden saneerauksissa on järkevää hyödyntää alueen luontaista kykyä sitoa hulevettä eikä raskaita hulevesijärjestelmiä tarvita. Uusien hautausmaiden suunnittelussa on tärkeää huomioida riittävän suuret viherkaistat hautaosastojen välissä joita voidaan käyttää hulevesien viivyttämisessä ja imeyttämisessä. Huleveden monipuolisia käsittelytapoja on useita kuten: vettä pidättävän kasvualustakerroksen kasvattaminen, hulevesiä viivyttävät ja imeyttävät painanteet ja kosteikot.

Avainsanat Hautausmaat, hulevesi, imeytyminen, viivyttäminen, kosteikko.

Sivut 47 s. + liitteet 10 s.

LEPAA
Degree Programme in Landscape Design

Author	Jyrki Halinen	Year 2012
Subject of Bachelor's thesis	Stormwater Management in a Cemetery	

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find the complementary solutions of cemetery stormwater treatment alongside drainage. In this time the strongly represented themes of stormwater treatment on the spot and the requirement of cost-efficiency challenge to find new ways of working.

The aim of this study was to find out what kind of stormwater solutions are used in cemeteries and whether the stormwater management practices can be diversified by treating the sewage and stormwater on the spot. Professional literature and the author's own experiences of cemetery constructing were used as sources. Details of the stormwater treatment in different cemeteries were collected by interviews. The case example is the stormwater plan of Laukaa cemetery and the absorption depression and wetlands planned for the area by a thesis.

The result of this thesis can be presented as follows. Grass-covered cemetery sections absorb stormwater to soil well. The largest stormwaters and potential problems accumulate from compact walkways and parking areas. In retrofitting old cemeteries it is reasonable to exploit the natural ability of the region to bind water and heavy stormwater systems will not be required. In the new design of cemeteries it is important to consider sufficiently large green lanes between the grave sections that can be used to delaying and absorbing the stormwater. There are many different opportunities such as increasing the layer of the growing medium, delaying and absorbing of stormwater in depressions and wetlands.

Keywords Cemeteries, stormwater, absorption, delaying, wetland.

Pages 47 p. + appendices 10 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	HAUTAUSMAAN MAANRAKENTAMINEN	1
2.1	Pohjatutkimus.....	2
2.2	Suojaus, raivaus ja pintamaan poisto	2
2.3	Maanleikkaus	2
2.4	Pohjavesisuojaus	3
2.5	Hauta-alueen salaojitus	4
2.6	Hauta-alueen täyttö	4
2.7	Kasvualusta	5
2.8	Hulevesiviemärointi	7
2.9	Vesijohdot ja kaapeloinnit.....	8
2.10	Käytävät	9
2.11	Muistomerkkien pohjarakenteet	11
3	HULEVESIEN MONIPUOLINEN KÄSITTELY.....	13
3.1	Viemärointi.....	13
3.2	Kourut, linjakuivatus, painanteet, avo-ojat, rummut, purot, kanavat.....	15
3.3	Viivyttäminen.....	17
3.4	Imeyttäminen.....	17
3.5	Varastointi	18
3.6	Haihduuttaminen	19
3.7	Hulevesirakenteiden mitoitus	20
3.8	Lainsäädäntö.....	21
4	LAUKAAN HAUTAUSMAAN HULEVESIRATKAISUT	22
4.1	Alueen esittely.....	22
4.2	Laajennuksen yleissuunnitelma.....	23
4.2.1	Hautapaikat ja käytävät	24
4.2.2	Kuivatus, salaojat ja hulevesiviemärointi	25
4.2.3	Hautaosastojen poikkileikkaukset	26
4.2.4	Käytävien poikkileikkaukset	27
4.3	Täydentävät hulevesiratkaisut	27
4.3.1	Valuma-alue	28
4.3.2	Hautausmaan maastonmuodot.....	29
4.3.3	Maaperäkarta	30
4.3.4	Imeytyspainanne.....	30
4.3.5	Kosteikko.....	37
5	HAASTATTELU HAUTAUSMAAVASTAAVILLE	40
5.1	Haastattelun toteutus	40
5.2	Haastattelun tulokset ja analyysi	40
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	44
	LÄHTEET	46

- Liite 1 Salaojasoran rakeisuusvaatimukset. Infra RYL 2009/3 Kuva 18320:K1.
- Liite 2 Nurmikoiden A I-III kasvualustan rakeisuusvaatimukset. Infra RYL 2010/1 kuva 23111:K1. Alkuperäistä kuvaa muokattu.
- Liite 3 Suodatinkerroksen rakeisuusvaatimukset. Infra RYL 2009/3 Kuva 21110:K1.
- Liite 4 Jakavan kerroksen rakeisuuskäyrä. Infra RYL 2009/3 Kuva 21210:K3.
- Liite 5 Kulutuskerroksen ja sidekerroksen rakeisuusohjealueet. Infra RYL 2009/3 Kuva 21450:K1.
- Liite 6 Mitoitustaulukko PVC – putkistoille. Uponor yhdyskunta- ja ympäristötekniikka.
- Liite 7 Suunnitelmakartta laajennusosan hautapaikat ja käytävät. ym – suunnittelu oy J. Uotila 2011.
- Liite 8 Kaivokortti S 14 laajennusosan kaivot. ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 9 Suunnitelmakartta laajennusosan kuivatus 1. ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 10 Suunnitelmakartta laajennusosan kuivatus 2. ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 11 Laajennusosan poikkileikkaukset A–A´, B–B´, C–C´, D–D´. ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 12 Tyyppipoikkileikkaukset laajennusosan uudet käytävät. ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 13 Imeytyspainanne ja kosteikko Laukaan hautausmaa. Halinen J. 2011.
- Liite 14 Hautausmaan valuma-alue. Kaavakarttaote Laukaan kunta ja Laajennuksen uudet korkeuskäyrät J. Uotila.
- Liite 15 Hautausmaan vanhat ja uudet korkeuskäyrät. Muokatut kartta-aineistot: Kaavakarttaote Laukaan kunta 2010, Nykyisen hautausmaan pintavaaitus Halinen J. 2011, Laajennusosan uusi korkeustaso ym – suunnittelu oy Uotila J. 2011.
- Liite 16 Hautausmaan poikkileikkaus A–A´ ja B–B´. Halinen J. 2011.
- Liite 17 Laajennusalueen maalajin rakeisuuskäyrä. Viljavuuspalvelu. Alkuperäistä kuvaa muokattu.
- Liite 18 Hautausmaan maalajit. Karttalehden 3221 07 maaperäaineisto 1:20 00 © Geologian tutkimuskeskus. Alkuperäistä maaperäaineistoa on muokattu.

-
- Liite 19 Imeytyspainanteen ylivuotokaivot Laukaan hautausmaa. Halinen J. 2011.
- Liite 20 Imeytyspainanteen poikkileikkaukset A–A', B–B', C–C', D–D'. Halinen J. 2011.
- Liite 21 Pituusleikkaukset imeytyspainanne E–E', F–F', kosteikko H–H' sekä kosteikon poikkileikkaus G–G'. Halinen J. 2011.
- Liite 22 Kyselylomake. Kysely hautausmaiden hulevesistä hautausmaavastaaville. Halinen J. 2011.
- Liite 23 Kyselyn vastausten koonti. Halinen J. 2011.

1 JOHDANTO

Hule- eli sade- ja sulamisvesien käsittely rakennetussa ympäristössä on noussut voimakkaasti esille viime vuosina. Suomestakin löytyy useita kohteita missä hyödynnetään hulevesien käsittelyssä luonnon omia keinoja. Hautausmaat ovat osittain jääneet tästä kehityksestä jälkeen. Voitaisiinko myös hautausmaaympäristössä hyödyntää monipuolisesti erilaisia hulevesiratkaisuja?

Huleveden luonnonmukaisen käsittelyn menetelmiä ovat viivyttäminen, imeyttäminen, haihduttaminen ja varastointi. Näiden menetelmien hyötyjä ovat alueen virtaamahuippujen tasaaminen, vähentynyt kastelutarve, varastoidun veden käyttö kasteluun ja parantunut huleveden laatu.

Vanhat hautausmaat on perustettu yleensä sora- ja hiekkakankaille. Nämä alueet viivyttävät ja imeyttäviä hulevettä luontaisesti. Uusia hautausmaita rakennetaan yhä useammin täyttömaille ja pelloille jolloin hulevedet on huomioitava tarkemmin. Perinteisessä suunnittelussa hulevedet johdetaan nopeasti viemäreihin ja alueen ulkopuolelle. Ratkaisut ovat teknisiä ja tehokkaita, mutta eivät ota huomioon veden luontaista kiertoa.

Nykyisin vallalla olevat ajatukset huleveden käsittelystä lähellä syntyäpaikkaa voitaisiin ottaa sovelletusti käyttöön myös hautausmailla. Uusia hautausmaita suunniteltaessa hautakortteleiden reunoille jäävät vapaat viheralueet saavat uuden merkityksen. Samoin vanhojen hautausmaiden saneerauksissa voidaan hyödyntää alueen luontaista kykyä sitoa hulevettä, eikä raskaita hulevesijärjestelmiä tarvita.

Opinnäytetyössä selvitetään millaisia hulevesiratkaisuja hautausmailla on käytössä ja voidaanko hulevesien käsittelytapoja monipuolistaa käsittelemällä alueen hulevedet jo syntypaikallaan. Työ rakentuu neljästä osaluokasta. Ensimmäisessä osassa käydään läpi hautausmaan maanrakentamista ja sen vaikutuksia veden kiertoon. Toinen osa kertoo hulevesien monipuolisista käsittelytavoista ja mitoituksista. Kolmannessa osassa esitellään Laukaan hautausmaan laajennusosan kuivatussuunnitelma jonka on suunnitellut ym-suunnittelu oy Juha Uotila. Kuivatussuunnitelmaa täydentää opinnäytetyönä suunniteltu imeytyspainanne ja kosteikko jonka tueksi on tutkittu valuma-aluetta, maastonmuotoja ja maaperää. Neljännessä osassa on kyselyn avulla selvitetty hautausmaiden hulevesien käsittelyn nykytilaa. Näiden neljän osaluokan kautta pyritään luomaan mahdollisimman laaja kokonaiskuva aiheesta.

2 HAUTAUSMAAN MAANRAKENTAMINEN

Hautausmaan maanrakennustöiden lyhyen katsauksen tarkoituksena on tuoda esille sen vaikutuksia ja mahdollisuuksia hulevesien hallinnassa. Perinteinen maanrakentaminen synnyttää jo itsessään hulevettä kerääviä rakenteita. Erilaiset käytävien ja muistomerkkien routimattomat maarak-

teet keräävät ja kuivattavat hulevesiä maaperästä. Suuret massanvaihdot vaikuttavat pohjaveden korkeuteen ja veden kiertokulkuun.

2.1 Pohjatutkimus

On tärkeä tutkia rakennettavan hautausmaan maaperä. Pohjatutkimuksella selvitetään vähintään: alueen maalajit eri kerroksissa, routivuus, mahdollinen kallion sijainti ja pohjaveden korkeus. Lisäksi pehmeikköalueilla tärkeitä asioita ovat lujuus ja kokoonpuristumisominaisuuksien selvittäminen. Tietojen pohjalta pystytään suunnittelemaan pohjavesisuojaus, sala-ojitus, hulevesien käsittely, käytävien rakennekerrokset ja alueen massatasapaino. Pohjatutkimuksen yleisiä menetelmiä ovat kairaaminen, koe-kuoppien kaivaminen ja maanäytteiden ottaminen eri kerroksista. Pohjaveden ja orsiveden esiintymistä ja tasoa selvitetään maahan upotettujen koeputkien avulla sekä koekuoppien kaivamisen yhteydessä tehdyillä havainnoilla. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivausopas 2001, 17.)

2.2 Suojaus, raivaus ja pintamaan poisto

Työmaa valmistellaan suojaamalla säilytettäväksi määrätyt arvokkaat kohteet kuten puut, kalliot, isot maakivet ja rakenteet. Hyödynnettävät materiaalit arvioidaan ja suunnitellaan niiden välivarastointipaikat (Kuva 1). Alueen kasvillisuus raivataan ja pintamaa poistetaan. Työn edetessä otetaan talteen hyödynnettävät materiaali: kasvillisuus, pintahumus, lajittuneet maa-ainekset jne. Raivausmateriaaleja hyödyntämällä vähennetään pois ajettavien materiaalien määrää.

2.3 Maanleikkaus

Maanleikkaukset suoritetaan kaivinkonetyönä maarakenteiden suunniteltuihin pohjakorkoihin. Hautausmaan yleisimmät maarakenteet ovat käytävät, putkilinjat, huoltopisteet, hautakivirivien pohjarakenteet ja arkkuhautojen maarakenteet. Tiiviillä mailla kuten siltti- ja savimailla arkkuhautukseen sopimaton maa-aines vaihdetaan kokonaan. Maanleikkauksen edetessä hyödynnettävät maa-ainekset otetaan talteen. Savi ja siltti pyritään hyödyntämään rakennuskohteen maantäytöissä ja maisemoinnissa. Tavoitteena on rakentamisen massatasapaino jossa kaikki kaivettavat massat voidaan hyödyntää alueella.



Kuva 1. Massanvaihto. (kuvan lähde: Halinen 2011)

2.4 Pohjavesisuojaus

Hautausmaan sijaitessa pohjavesialueella joudutaan tekemään pohjavesisuojaus. Salaojarakenteiden alapuolelle rakennetaan suotovesiä pitävä kerros. Pohjavedensuojausrakenteina käytetään bentoniittimattoa, bentoniittimaata tai maatiivistettä (Kuva 2). Lisäksi rakenteissa käytetään muovikalvoja ja bitumikermejä. (Infra RYL 2009/1, 13200.)



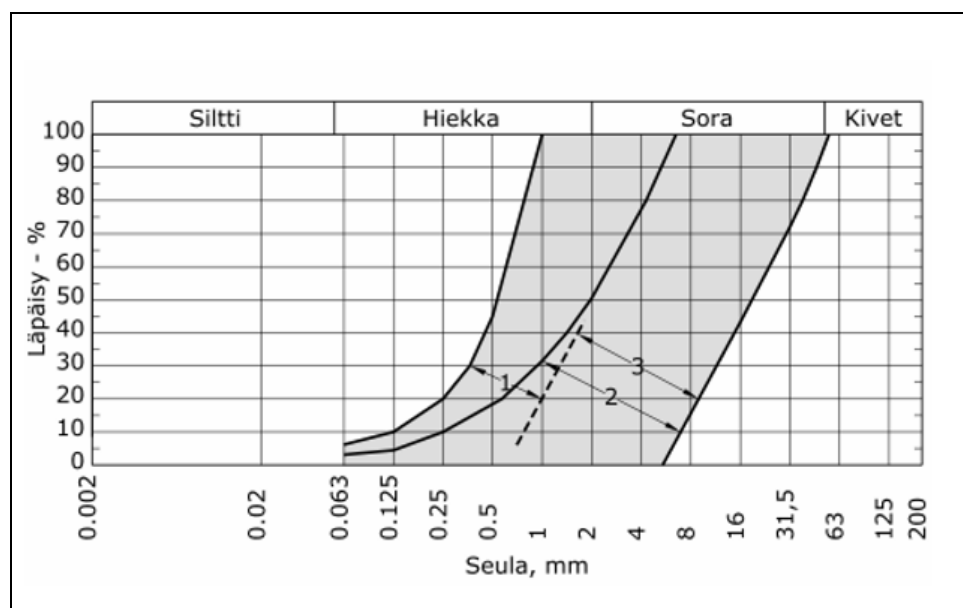
Kuva 2. Pohjavesisuojaus tiealueella bentoniittimatolla ja muovikalvolla. (kuvan lähde: Halinen 2011)

2.5 Hauta-alueen salaojitus

Kahteen kerrokseen haudattaessa (2,1 metriä) salaojien syvyys on vähintään 2,3 metriä. Imuojat sijoitetaan yleensä arkkurivien väliin. Saneerauskohteissa jossa joudutaan uusimaan hautojen salaojitus sekä muistomerkkien pohjarakenteet, imuoja voidaan sijoittaa myös kivirivin alle. Edellytyksenä on, ettei kivirivien välissä kasva puita.

Maalajin ollessa hautaukseen sopimatonta hautapaikkojen maamassat vaihdetaan kokonaan. Kaivusta syntynyt pohjakaivanto kallistetaan toiseen reunaan, kokoojaojan suuntaan. Pohjalle levitetään yhtenäinen salaosorakerros jonka päälle asennetaan imuojat, kokoojaojat ja tarkastuskaivot. Lopuksi putket peitetään yhtenäisellä salaosorakerroksella. (Liite 10.) Salaojaputken ympärystytön tulee ulottua vähintään 100 mm putken sivuille ja alle sekä vähintään 200 mm putken laen yläpuolelle. Salaojaputken kaltevuuden tulee olla vähintään 0,5 % ja suositeltava vähimmäiskaltevuus on 1 %. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kiviainesopas 2001, 42.)

Salaojavedet johdetaan hautausmaan reunalle purkuputkella varustettuun kaivoon. Salaojavesistä otetaan vesinäytteitä säännöllisin väliajoin ja mikäli haitta-ainepitoisuudet ylittyvät vedet on puhdistettava. (Liite 9.)



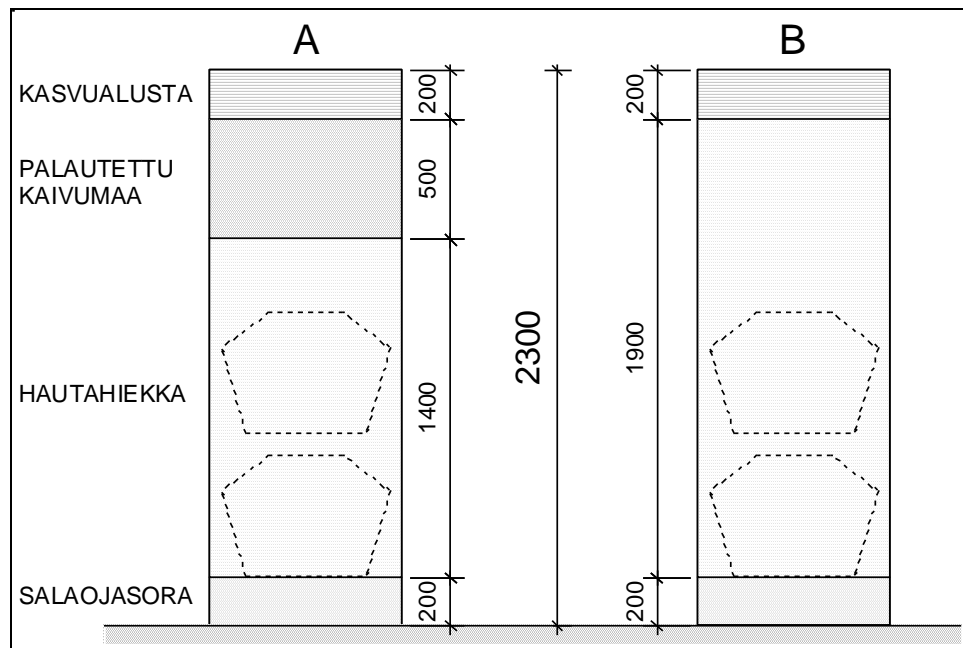
Kuvio 1. Salaojasoran rakeisuusvaatimukset. Kuvajassa alueen 1 hiekka kelpaa vain vajovesiä kerääviin salaojiin. Alueen 2 sora kelpaa vain pohjavesiä kerääviin salaojiin. Alueen 3 sepeli johtaa vettä parhaiten. Alueen 3 sepeli soveltuu myös pintavesiä keräävään salaojaan. Liite 1

2.6 Hauta-alueen täyttö

Radikaalissa massanvaihdoissa salaojakerroksen päälle levitetään täyttöhiekka. Sen tulee olla sopivan koossapysyvää hautahiekkaa. Hautahiekkana voidaan käyttää suodatinhiekkaa jonka suurin raekoko on rajattu 10 mm:iin (Uotila, sähköpostiviesti 24.10.2011). Hiekka tiivistetään huolelli-

sesti kerroksittain. Hautahiekan oikea raekoko ja tiivistys ovat tärkeitä. Sil-
lä vähennetään haudankaivussa seinämien tukemistarvetta ja siitä syntyvää
lisätyötä.

Hautahiekan täyttö ulotetaan kasvualustakerrokseen saakka (B) tai vaihto-
ehtoisesti ylimmän arkun kansitason yläpuolelle (A), kun halutaan mini-
moida täyttöhiekan menekki. Osa alkuperäisestä kaivumaasta voidaan näin
hyödyntää välikerroksessa, hautahiekan ja kasvualustakerroksen välissä
(Kuva 3). Edellytyksenä on että hyödynnettävä maa-aines soveltuu siihen.
Hiekkatäytön päällä olevan hienojakoisen kierrätysmaan etuna on sen pa-
rempi kyky varastoida vettä. Kastelutarve vähenee ja kasvien menestymi-
sen mahdollisuudet paranevat. Kaikkien täyttörakenteiden pinnat muotoil-
laan tulevan pintamaan profiilin mukaan ja tiivistetään.



Kuva 3. Hauta-alueen täyttö A palautettavan kaivumaan malli, B hautahiekkatäyttö
ylös asti. (kuvan lähde: Uotila 2011)

2.7 Kasvualusta

Pintamaan poiston yhteydessä talteen otettu ruokamulta seulotaan rikka-
kasveista ja kivistä. Seulontaan on hyvä yhdistää kasvualustan parantami-
nen: kalkitus, lannoitus sekä humuksen ja kivennäismaan suhteutus. Kas-
vualusta tulee täyttää Viherympäristöliitto ry:n suositukset kasvualustaoh-
jejarvoiksi (Infra RYL 2010/1, 23111.1). Kasvualusta levitetään profi-
loidun pohjamaan päälle, tasataan suunniteltuun pintaprofiiliin ja tiiviste-
tään. Suurissa massanvaihdossa täyttömaa ”asettuu” ensimmäisen vuoden
aikana. Paras tulos saadaan tekemällä kasvualustan tasaus ja kylvötyöt
vasta yhden talven jälkeen.

Työmaalle toimitetun ostetun kasvualustan kaupassa kasvualustan toimit-
tajan tulee olla Eviran rekisterissä. Toimittajan kuuluu esittää kasvualustan
rakeisuuden ja tuoteselosteen, josta ilmenevät käytetyt raaka-aineet, käyt-
tötarkoitus ja ravinnepitoisuudet. Kasvualustan tulee täyttää voimassa ole-

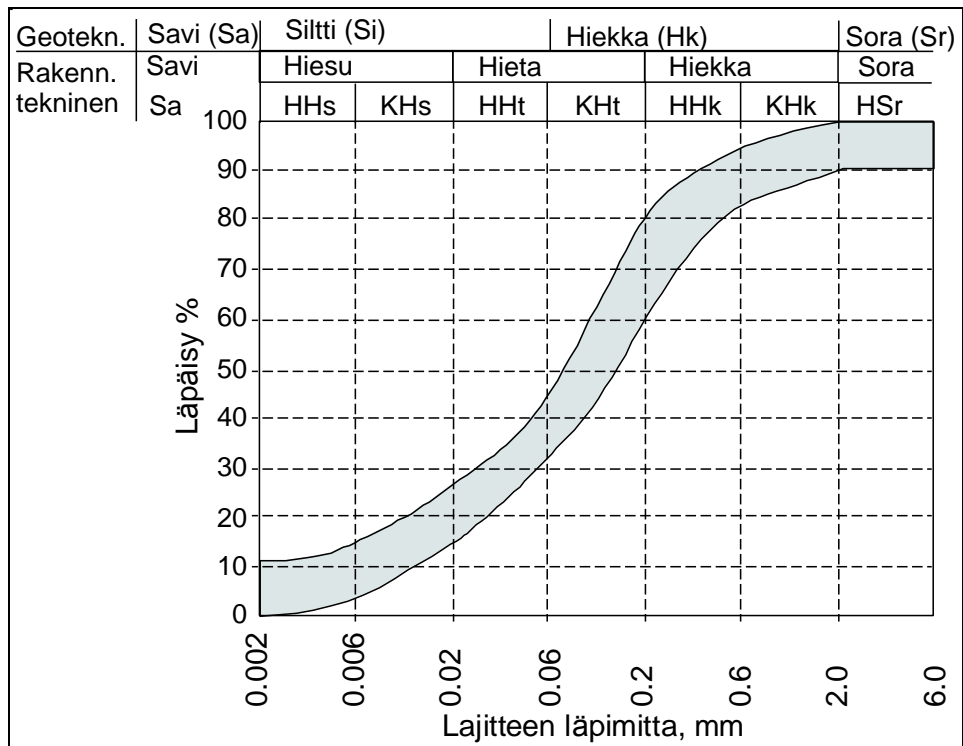
vien lakien ja asetusten, *lannoitevalmistelaki 29.6.2006/539* sekä *maa- ja metsätalousministeriön asetus nro 12/07*, vaatimukset. Myytäessä käsittelemätöntä pellolta kuorittua ruokamultaa toimittajan ei tarvitse olla rekisteröitynyt, ja ruokamultaa saa luovuttaa ja myydä ilman tuoteselostetta. Ruokamulta muuttuu teknisesti käsitellyksi irtomullaksi heti kun sitä aletaan seuloa, lannoittaa, kalkita ja sitä koskevat samat vaatimukset kuin muitakin kasvualustaseoksia. (Kuva 4)

Nurmikot A1 - A3			Tavoitearvo
Johtoluku	10 x mS/cm		3 < 4 < 6 ²⁾
pH (H ₂ O)			5,5 < 6 < 7
Tilavuuspaino ¹⁾	kg/m ³		800 < 1000
Org.aines	paino-%		6 < 8 < 10
Liukoinen typpi N	mg/l		35 < 50 < 100 ²⁾
Kalsium Ca	mg/l		1900 < 2500 < 3800
Fosfori F	mg/l		10 < 15 < 30
Kalium K	mg/l		150 < 200 < 300
Magnesium Mg	mg/l		150 < 200 < 400
Rikki S	mg/l		10 < 30 < 200
Boori B	mg/l		0,4 < 0,6 < 1,5
Kupari Cu	mg/l		2 < 3 < 20
Mangaani Mn	mg/l		10 < 30 < 500
Sinkki Zn	mg/l		2 < 3 < 20

¹⁾ Tarkoitetaan toimitushetken kosteutta.

²⁾ Perustamisvaiheessa vastavalmistetun kasvualustan arvot voivat poiketa ylöspäin taulukon arvoista. Toisena kasvukautena arvojen tulee olla taulukon mukaiset.

Kuva 4. Kasvualustan ravinnepitoisuuden ohjearvot. (kuvan lähde: Infra RYL 2010/1)



Kuvio 2. Nurmikoiden A1 - A3 kasvualustan rakeisuusvaatimukset. Liite 3

2.8 Hulevesiviemärointi

Hautausmaan hulevesikaivot sijoitetaan yleensä käytävien ja risteysten reunaan. Viemäriputket kaivetaan routarajan alapuolelle tai jos päädytään matalampaan asennussyvyuteen, putket on eristettävä. Hulevesijohdon koko valitaan mitoitusvirtaaman, pituuskaltevuuden ja putkimateriaalin perusteella. (Infra RYL 2009/1, 12320.) Kaivojen ja viemäriputkien sijoituksessa on huomioitava käytävän reunimmaisten hautojen vaatima tila.

Kaivot ja viemäriputket asennetaan huolellisesti suunniteltuihin korkoihin (Kuva 5). Kaivannon pohjan kantavuus on paras kun se jätetään häiriintymättömäksi. Pohjamaan ollessa huonosti kantavaa rakennetaan kaivojen ja putkien alle murskearina. Arina tehdään sorasta tai murskeesta, jonka rakeisuus on 0/32 mm tai jonka suurin raekoko on enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm. Suodatinkankaalla ympäröidyn arinan kuitukankaan on täytettävä vähintään käyttöluokan N2 vaatimukset. (Infra RYL 2009/1, 13310.1.)

Johtokaivantojen koko kantavassa maapohjassa ja kalliassa tulee mitoittaa siten että putken alla on 100–150 mm:n ja sivuilla 200 mm:n paksuinen kerros alkutäyttömateriaalia. Muovisten viemäriputkien alkutäytössä käytetään hiekkaa tai pienirakeista soraa. Betoniputkilla voidaan käyttää soraa tai mursketta. Putken päälle levitetään alkutäyttömateriaalia 200–300 mm:n paksuudelta. Lopputäyttö pyritään tekemään alkuperäisellä kaivumaalla. (RIL 126 2009, 64.) Huolellisella alkutäytöllä ja oikealla täyttömateriaalilla varmistetaan putkirakenteiden pysyminen ehjinä.



Kuva 5. Säädettävä hulevesikaivo. (kuvan lähde: Halinen 2011)

2.9 Vesijohdot ja kaapeloinnit

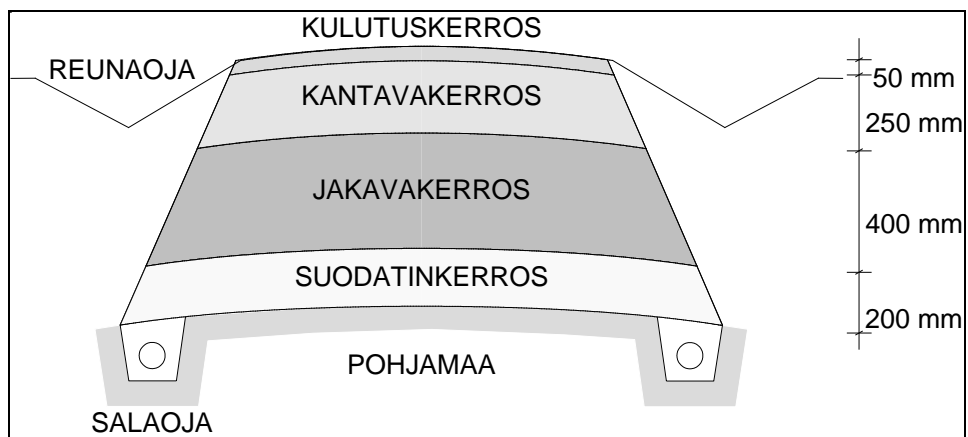
Vesijohdot, lämmitys-, valaistus- ja muut kaapelit asennetaan käytävien rakentamisen yhteydessä. Kaapelit sijoitetaan usein suojaputkiin myöhempien huoltotoimenpiteiden helpottamiseksi (Kuva 6). Kaapeleiden ja putkien sijoituksessa on huomioitava haudankaivun vaatimukset. Olisikin parempi sijoittaa putket ja kaapelit lähemmäs käytävän keskilinjaa, millä estetään rikkoutumisriskit käytävän reunimmaisissa hautoja kaivettaessa.



Kuva 6. Kaapeloinnin suojaputkitusta. (kuvan lähde: Halinen 2011)

2.10 Käytävät

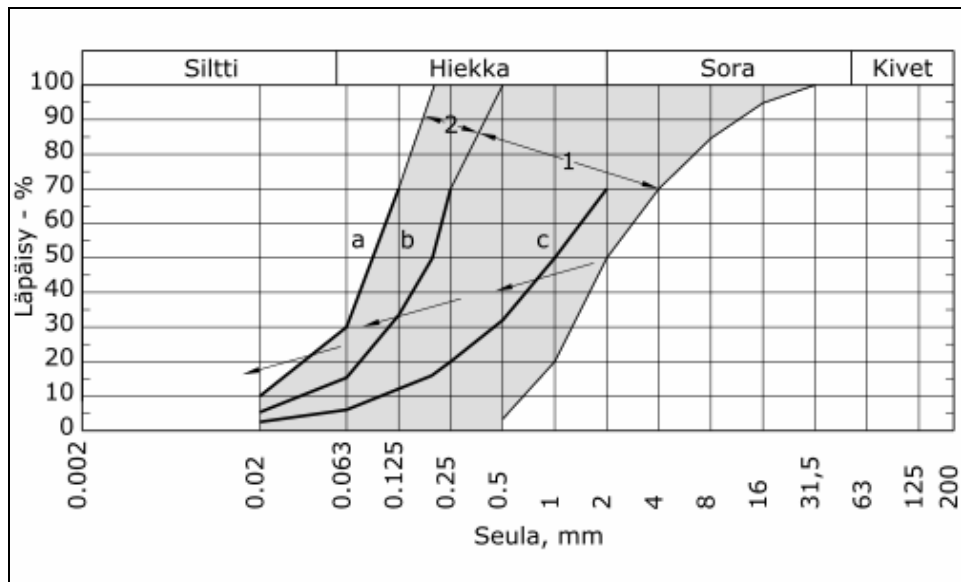
Hautausmaiden käytävät perustetaan kuten tierakenteet yleensä (Kuva 7). Pääkäytävät mitoitetaan kantamaan raskas kuorma-autoliikenne, aluetyyppi 3 ja sivukäytävät mitoitetaan kantamaan kevyt ajoneuvoliikenne, aluetyyppi 2. Liikennealueiden rakennekerrosten mitoituksen määrää joko liikenne tai routivuus. Mikäli routivuus on määräävä tekijä, mitoitus tehdään päällysteelle sallitun routanousun mukaan. Routivilla pohjamailla käytetään routasuojasta tai kasvatetaan rakennekerrosten paksuutta niin paljon, ettei erillistä routasuojasta tarvita. Tällöin tierakenteen paksuus kasvaa niin suureksi että se täyttää myös liikennemitoituksen vaatimukset. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas 2001, 30.)



Kuva 7. Käytävän rakennekerrokset keskinkertaisesti routivalla pohjamaalla, mitoitus ohjeellinen. (kuvan lähde: Halinen 2011)

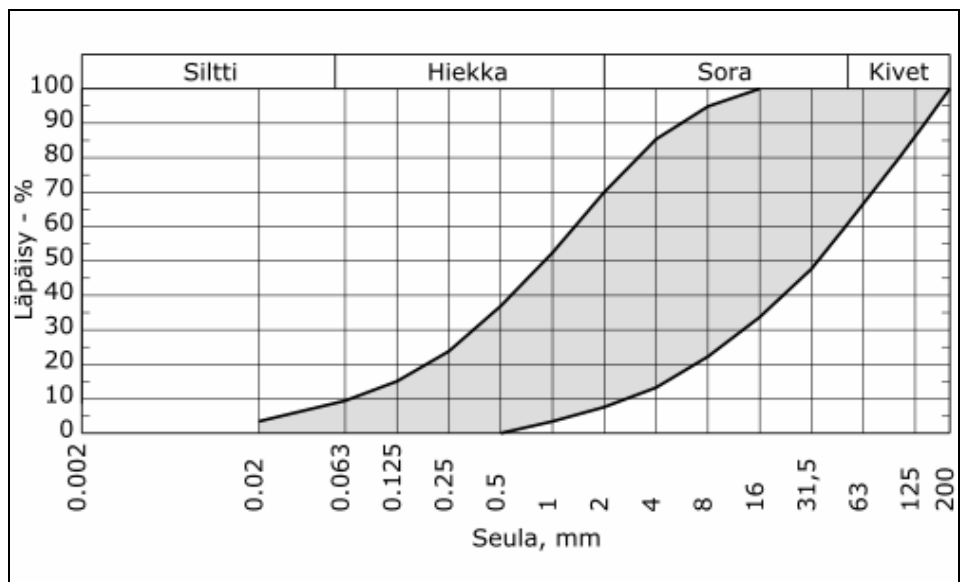
Käytävien maanleikkaukset kaivetaan suunniteltuihin pohjakorkoihin. Pohja muotoillaan reunoille kaltevaksi. Salaojaputket asennetaan pohjakaivannon reunoille ja peitetään salaojasoralla. Salaojat pitävät tien rakennekerrokset kuivana parantaen kantavuutta ja vähentäen routimista. Tien reunaajat huolehtivat tienpinnan ja tiealueen ulkopuolisten pintavesien pois kuljettamisesta vähentäen veden pääsyä tierakenteisiin.

Suodatinkerroksen tulee läpäistä vettä, mutta estää tiekerrosten sekoittuminen pohjamaahan. Suodatinkerros levitetään konetyönä yhtenä kerroksena ja tiivistetään. Useimmiten suodatinkerros on hiekkaa joka estää saven ja siltin nousun tiekerrokseen. Kerroksen paksuus on yleensä 0,15–0,5 m. Suodatinkangasta käytettäessä on muistettava lisätä jakavan- tai kantavankerroksen kerrospaksuutta ettei tien kokonaiskantavuutta heikennetä. (Korhonen 2009, 9.)



Kuvio 3. Suodatinkerroksen rakeisuuden tulee normaalisti olla alueella 1. Alueen 2 käyttö on sallittu suunnitelma-asiakirjoissa osoitetuissa hyvin kuivatetuissa paikoissa. Rakeisuuskäyrä ei saa ylittää paksuja viivoja nuolen suunnassa. Liite 3

Jakavan kerroksen tärkein tehtävä on jakaa liikennekuormitusta alempiin kerroksiin. Jakavassa kerroksessa käytetään joko soraa tai mursketta. Sen tulee läpäistä rakenteeseen pääsyyttä hulevettä jotta vesi ei jäätyisi haitallisesti kerrokseen. Jakavan kerroksen tulisi estää veden kapillaarista nousua kantavaan kerrokseen etenkin jos suodatinkerrosta ei ole, ja toimia rakennetta kuivattavana kerroksena. Kerroksen paksuus on yleensä 0,3–0,5 m. (Korhonen 2009, 9.)

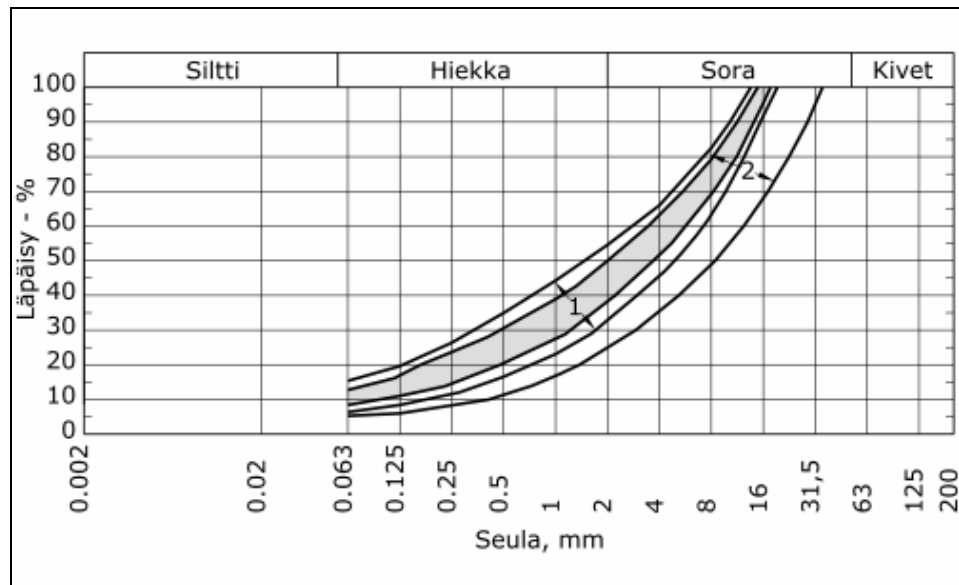


Kuvio 4. Jakavan kerroksen rakeisuuskäyrä luonnonsoralle. Liite 4

Kantava kerros antaa tierakenteelle jäykkyyttä ja jakaa liikennekuormitusta alempiin kerroksiin. Kantava kerros tulee rakentaa joko sora tai kalliomurskeesta jonka raekoko on 0–25 tai 0–32 mm. Kerros tiivistetään riittä-

vän vesipitoisuuden kanssa. Kerroksen paksuus on yleensä 0,2–0,4 m. (Korhonen 2009, 10.)

Kulutuskerroksen materiaaleina käytetään soraa, kivituhkaa ja asfalttia. Perinteisesti hautausmaiden käytävät ovat sorapintaisia. Nykyisin käytetään kivituhkaa 0–8 mm sen lujuuden vuoksi. Sora ja kivituhkapintaisten käytävien etuina on myös hyvä routaheitoista palautuminen. Pääkäytävät päällystetään usein asfaltilla helpon kunnossapidon ja kulutuksenkeston vuoksi.



Kuvio 5. Sora ja murske kulutuskerroksen sekä sidekerroksen rakeisuusohjealueet: 1 kulutuskerros, 2 sidekerros, harmaa alue kulutuskerroksen suositeltava rakeisuus. Liite 5

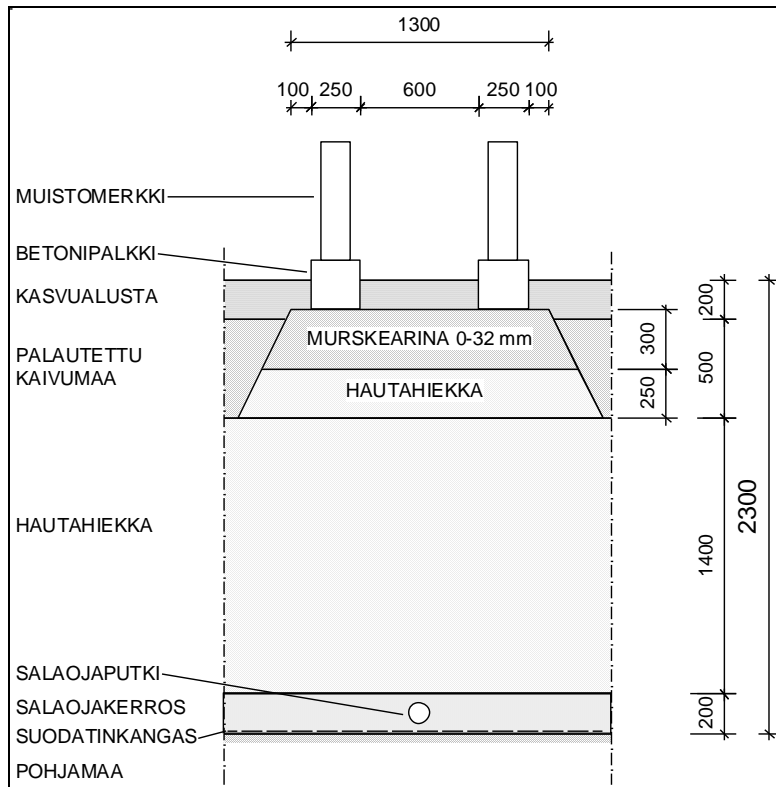
2.11 Muistomerkkien pohjarakenteet

Hautausmaalla muistomerkkien kallistelu lisää oikomisesta aiheutuvia kustannuksia. Muistomerkkien pohjarakenteet on syytä perustaa kantaviksi ja routimattomiksi. Hautausmailla joissa käytetään kivilinjojen alla betonipalkkeja, pohjarakenteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota (Kuva 8).

Pohjamaan ollessa routimaton betonipalkit asennetaan usein luonnonsoran päälle. Käytännössä on kuitenkin osoittautunut että hautojen tiivistymisen seurauksena palkit alkavat vähitellen kallistua. Onkin perusteltua levittää palkin alle kantava murskepatja joka jakaa kivien ja palkin painon laajemmalle. Lisäksi murskepatja hidastaa palkin kallistumista kaivettujen hautojen tiivistyessä. (Kivi, puhelinkeskustelu 14.2.2011.)

Pohjamaan ollessa routivaa muistomerkkien perustukset kaivetaan routarajan alapuolelle tai routaeristetään. Päädyttyessä vaihtamaan routivat maamassat kokonaan voidaan siihen yhdistää myös alueen salaojitus. Salaojan sijoittamisella muistomerkkikaivannon pohjalle 2,3 metriin huolehditaan kivirivien ja arkkualueen kuivatuksesta samalla kertaa.

Muistomerkkien pohjarakenteet toimivat osaltaan hulevesiä keräävinä rakenteina. Rakenne muistuttaa pitkälti sorasaartoa jonka pohjalla on salaoja varmistamassa huleveden poistumista. Erityisesti routivilla rinnehautausmailla, korkeuskäyrien suuntaiset muistomerkkien pohjarakenteet keräävät ja viivyttävät hulevettä.



Kuva 8. Muistomerkkien pohjarakenne routiva pohjamaa. (kuvan lähde: Uotila 2011)

3 HULEVESIEN MONIPUOLINEN KÄSITTELY

Tiivis kaupunkirakentaminen ja ilmaston äärevöityminen lisäävät huleveden määrän vaihtelua. Tavanomaiset hulevesijärjestelmät eivät useinkaan pysty sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin. ”Pienillä rakennetuilla alueilla mahdolliset sadannan kasvun vaikutukset ovat vahvasti yhteydessä mm. tulvivien kaivojen määrään, tulvan keston, valuntaan ja valuma-alueen vedenkorkeuksiin. Mikäli sadannat kasvavat tulevaisuudessa 20 %, on nykyilmaston keskimäärin 3 vuoden välein toistuva tapahtuma tulevassa ilmastossa noin 2 vuoden välein toistuva”. (RATU 2008, 109.)

Valumavesien sisältämät keskimääräiset ainepitoisuudet: eloperäiset aineet, ravinteet ja kiintoainekset ovat sitä korkeampia mitä suurempi osa alueesta on päällystetty. Rakennetuilla alueilla, joilla päällystettyä pintaa on vähintään noin 40 %, lumen sulamisvesien ainepitoisuudet ovat yleensä suuremmat kuin sulan kauden valumavesissä. Väljästi rakennetuilla alueilla, missä päällystettyä pintaa on enintään noin 40 %, lumen sulamisvesien ainepitoisuudet ovat monesti pienempiä kuin sulan kauden valumavesissä. Rakennetun alueen valumaveden fosforista yli puolet on sitoutuneena kiintoainekseen, typestä ja eloperäisestä aineksesta vain noin 10–30 %. Hulevesien keskimääräiset kokonaisravinnepitoisuudet, varsinkin fosforin osalta, ovat yleensä selvästi korkeammat kuin jokivesissä keskimäärin. Peltojen valumavesissä keskimääräiset ravinnepitoisuudet ovat taas korkeammat kuin rakennettujen alueiden valumavesissä. (Kotola & Nurminen 2003, 173.)

Luonnon tapa käsitellä hulevettä on joustava. Kasveista ja vesistöjen pinnoilta haihtuva vesihöyry kohoaa ylöspäin tiivistyen pilviksi ja sateeksi. Sateen kastelema maaperä imee aluksi vettä huokosiinsa, kunnes ne täyttyvät. Painovoiman vaikutuksesta vesi alkaa valua alaspäin muodostaen pieniä puroja, jotka yhdistyvät toisiinsa yhä suuremmiksi puroiksi ja lamikoiksi. Vesi jatkaa mutkittelevaa kulkuaan maaston alimpiin pisteisiin purkautuen lopulta lampiin, jokiin, järviin ja mereen. Luonnontilaisessa ympäristössä sadevesi viipyy pitkään ennen vesistöön päätymistä. Osa vedestä imeytyy maaperään muuttuen pohjavedeksi. Osa vedestä mutkittelee pintavaluntana pitkiä matkoja läpi soiden ja lampien, puhdistuen ravinteista ja kiintoaineksesta. Monitasoinen järjestelmä tasaa ja suodattaa suuria vesimääriä.

3.1 Viemärointi

Sadevesiviemäroinnin tavoitteena on kerätä hulevedet nopeasti ja tehokkaasti alueen ulkopuolelle. Hulevedet kootaan kaivoilla viemäriputkiin jotka puretaan ojiin ja edelleen lähivesistöihin. Tiiviillä pinnoilla hetkellisesti syntyvät suuret vesimääriä ovat viemäroinnin mitoituksen suuri haaste.

Viemärit mitoitetaan niin, ettei mahdollisesta padotuksesta aiheudu tulvimisvaaraa. Muovisten viemäriputkien minimikokona on yleensä 150 mm ja vähimmäiskaltevuutena 0,5 %. Riittävä putkikoko valitaan laskemalla

kaivoa kohti tuleva virtaama, joka perustuu valuma-alueen kokoon, valumakertoimeen ja valittuun mitoitusasteeseen. Hulevesiviemäreiden putkilinjat sijoitetaan tielinjojen keskelle tai reunaan. Viemärit perustetaan routimattomaan syvyyteen: Etelä- Suomi 1,5m, Keski-Suomi 1,8m, Pohjois-Suomi 2,2m. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas 2001, 51 – 52.)

Kaivojen määrän ohjearvona pidetään liikennöidyllä piha-alueella yhtä kaivoa korkeintaan 600 kiveys- tai asfalttinieliötä kohden. Kiviainespintaisella alueella vastaava arvo on yksi kaivo korkeintaan 1000 pihaneliötä kohden. (Eskola & Tahvonen 2010, 79.) Kaivojen kansiin tulee kestää raskaan liikenteen alueilla 400 kN ja kevyen liikenteen alueilla 250 kN sekä nurmialueilla ja sisätiloissa 50 kN (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas 2001, 65). Muoviset kaivot on yleensä varustettu teleskooppikannella ja sakkapesällä. Säätyvä kansi mahdollistaa joustavan korkeudensäädön asennuksessa ja kunnossapidossa. Sakkapesä kerää kiintoainesta pitäen viemäriputket puhtaina.

Kaivojen sijainnit määrittyvät pinnankallistuksilla muodostettuihin alimpiin pisteisiin. Paikoitusalueilla vedet voidaan ohjata kallistuksin alueen reunoille, taikka vaihtoehtoisesti alueen keskelle kaivoihin (Kuva 9). Teillä vedet kallistetaan keskilinjasta reunalle josta ne juoksetetaan reunakiveä / reunaojaa pitkin sopivin välein oleviin kaivoihin. Kapeilla käytävillä kallistus toteutetaan usein toiseen reunaan josta vedet juoksetetaan kaivoihin.



Kuva 9. Korotettu hulevesikaivon kansi ojan pohjalla. (kuvan lähde: Halinen 2011)

3.2 Kourut, linjakuivatus, painanteet, avo-ojat, rummut, purot, kanavat

Pihoissa ja puistossa käytetään veden pois johtamiseen paljon erilaisia kouruja. Käytävien reunoihin asennetaan tehdasvalmisteisia kouruja tai paikalla rakennettuja kivi-pinnoitekouruja (Kuva 10). Asfalttikäytävillä vedet johdetaan usein myös asfalttireunaa tai reunakiveä pitkin.



Kuva 10. Hulevesikaivo kourulla. (kuvan lähde: Halinen 2010)

Linjakuivatusta käytetään silloin kun halutaan välttää hankalia monensuuntaisia kaatoja. Kuivatettava alue kallistetaan tasopintana yhteen suuntaan ja reunaan / taitteeseen asennetaan kouru. Kourun yläreuna pidetään vaakasuorassa ja kourun pohjaa kallistetaan. Kohteissa joissa kourulinjan yli liikutaan paljon, asennetaan ritiläkansi.

Painanteet ovat avo-ojia loivareunaisempia ja matalampia rakenteita. Ne soveltuvat hyvin pintavalunnan johtamiseen sekä hulevesien imeyttämiseen ja viivyttämiseen. Painanteita rakennetaan usein nurmi taikka kiveyspintaisina ja niihin on mahdollista lisätä kasvillisuutta. Painanteiden pohjan leveys voi vaihdella suurestikin 0,1–2 metriin. Painanteen pituuskaltevuudeksi suositellaan 1–3 % ja enintään 5 %. Huleveden viivyttämiseksi ja imeyttämiseksi painanteeseen on mahdollista rakentaa pohjapato jonka korkeus saa olla korkeintaan puolet painanteen kokonaissyvyydestä. Pato on suositeltavaa varustaa purkuputkella tai-aukolla, jota pitkin viivytetty vesimäärä voi hitaasti tyhjäntyä. (Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007, 24.)



Kuva 11. Nurmipintainen avo-oja. (kuvan lähde: Halinen 2011)

Avo-oja on perinteinen ja hyväksi todettu tapa johtaa vesiä. Avo-ojat pystyvät kuljettamaan suuria määriä hulevettä. Ojat ovat toimintavarmoja ja helposti huollettavia (Kuva 11). Suositeltava avo- ojan pohjan leveys on 0,3–0,5 metriä ja ojan pituuskaltevuus 0,3–0,4 %. Virtausnopeuden ja vesimäärän kasvaessa vesieroosion vaikutus lisääntyy ja on selvitettävä ojan pohjan verhoilutarve. (RIL 126 2009, 59.) Tyypillisimpiä paikkoja avo-ojille ovat teiden reunat, tonttien rajat, rinnevesien katkaisu niskaojalla, peltojen valtaojat.

Rumpuputkia käytetään kun reunaojiin kerätyt vedet johdetaan teiden ja katujen alitse. Materiaaleina ovat betoni, muovi ja teräs. Rumpujen minimikoot ovat katuluokittain: katuluokka 1–3 600 mm, katuluokka 4–5 500 mm ja katuluokka 6 400 mm. Rummun suositeltava kaltevuus on 2 % ja kunnossapidon kannalta minimikaltevuuden tulisi olla 1 %. (Katu 2002, 128.) Rumpuputken liettymistä vähentää putken yläpään ojaan muotoiltu kiintoainesta keräävä painanne.

Purot soveltuvat hyvin hulevesien pääpurkureiteiksi. Ne linjataan mutkitteleviksi ja leveydeltään vaihteleviksi. Puron pituuskaltevuuden tulisi olla pieni. Niihin liitetään usein kasvillisuutta ja kosteikkoja sekä erilaisia rakenteita kuten kiveyksiä ja pohjapatoja. Suuremman tilantarpeen vuoksi purot sijoitetaan yleensä virkistysalueille. Puroilla vaikutetaan merkittävästi hulevesien viipymiseen alueella. (Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007, 28.)

Kanavat rakennetaan usein kivistä tai betonista. Niiden leveys ja syvyys vaihtelee suuresti johdettavan vesimäärän mukaan. Kanavat suunnitellaan linjaukseltaan suoraviivaisiksi ja niiden seinämät rakennetaan jyrkkäluis-kaisiksi tai pystysuoriksi. Ne sopivatkin hyvin kaupunkiympäristöön pie-

nen tilantarpeen ja rakennetun ulkonäkönsä vuoksi. (Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007, 28.)

3.3 Viivyttäminen

Viivyttämisellä pyritään pidentämään veden virtausaikaa. Virtaamahuiput vähenevä, haihdunta lisääntyy ja kiintoaines ehtii laskeutua. Viivytyksenetelmiä ovat: viherkatot, karkeat pintamateriaalit, läpäisevät pinnat, viherpinnat, isojen kasvien alueet, viherpainanteet, virtausmatkan lisääminen, padot, säätökaivot, viivytyksaltaat, lammikot ja kosteikot. (Eskola & Tahvonen 2010, 96.)

Maataloudessa käytetyn viivyttävän laskeutusaltaan vähimmäiskokona pidetään yleisesti 0,1 % yläpuolisesta valuma-alueesta, kuitenkin vähintään 0,2 % peltoalasta. Altaan syvyyden tulisi olla 0,5–1,0 metriä ja leveyden 10–30 % pituudesta. Altaan vähimmäiskoko on ylivirtaamatilanteita lukuun ottamatta yleensä riittävä, sillä viipymä keskivirtaaman aikana on 1–2 vrk ja keskitulvan aikana 2–5 tuntia. (Paasonen-Kivekäs, Peltomaa, Vakkilainen, Äijö 2009, 260.)

Viivytyksaltaan mitoituksen ja veden laadun kannalta tärkeimmät sadetahtumat ovat usein toistuvat, suhteellisen pienet sateet. Näiden vaikutus veden ainekuormituksen laatuun on suurempi kuin harvoin toistuvien suurten sateiden vaikutus. Altaan puhdistustehon kannalta veden viipymä on tärkeää. Sen tulisi olla yhtä pitkä kuin partikkeleiden laskeutumisaika altaan pohjalle. Suurten ja harvoin toistuvien sateiden mukainen mitoitus kasvattaa altaan kokoa erittäin suureksi eikä riittävän pitkä viipymä välttämättä toteudu. Pienten usein toistuvien sateiden vesimäärille saadaan helpommin riittävä viipymä ja siten myös paras puhdistusteho. Altaan puhdistustehon mittarina voidaan pitää sitä miten paljon se pidättää altaaseen tulevaa kiintoainesta. (Ahponen 2003, 56, Ferguson 1998.)

3.4 Imeyttäminen

Imeytys on hulevesien johtamista maahan. Imeytyksen sovelluksia ovat: läpäisevä päällyste ja imeytyspinta, sorasilmäke, imeytyspainanne, imeytysoja, imeytyskaivo, hulevesikasetti ja – tunneli. Maahan imeyttämisellä hulevedet pyritään jättämään mahdollisimman lähelle syntypaikkaansa. Se tasaa virtaamahuippuja ja ylläpitää pohjaveden korkeutta. (Eskola & Tahvonen 2010, 97.)

Imeytymiseen vaikuttavat useat eri tekijät. Sateen alussa maan imeytymiskyky on suhteellisen suuri. Sateen jatkuessa se laskee vakiotasolle jota nimitetään lopulliseksi imeytymiskyvyksi. Imeytymiskyky riippuu maan rakeisuudesta, rakenteesta, kosteusolosuhteista, kaltevuudesta ja kasvipeitteestä. Sora ja hiekkamaassa sadevesi imeytyy helposti, kun taas savimaan pinnalle voi jo pienilläkin sateilla muodostua lammikoita. (Paasonen-Kivekäs, 2009, 96 - 97.)

Imeytyksen edellytys on hyvin vettä läpäisevä maaperä. On tärkeää huolehtia riittävästä etäisyydestä rakennuksiin ja siitä että imeytyskentän pohjan taso on alempana lähimpien rakenteiden kuivatustasoa. Imeytyksen toimivuutta parantaa imeytyskenttään asennettu salaojaputki joka johtaa maahan imeytymättömän veden hallitusti pois. Avoimiin imeytyspainanteisiin ja – kaivantoihin on aina varattava ylivuotoreitti. Mikäli hulevedet sisältävät suuria määriä epäpuhtauksia, imeytystä ei tulisi käyttää. Imeytyspainanteiden pinta-alan tarpeen nyrkkisääntönä voi pitää, että painanteita tarvitaan 10 % läpäisemättömien alueiden pinta-alasta. (Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007, 17 - 21.)

Talvella maan ollessa jäässä imeytymistä ei tapahdu ja imeytysrakenteet toimivat lähinnä viivyttävänä rakenteina. Mahdolliset talvella syntyvät hulevedet johdetaan pois ylivuotoreitin kautta. Mikäli imeyttävät maakerrokset ulottuvat routarajan alapuolelle eikä maa ole lumen alla jäässä, imeytymistä voi tapahtua talvellakin. (Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007, 21.)

3.5 Varastointi

Varastointia voidaan toteuttaa maan alla tai maan päällä. Toteutustavat vaihtelevat kulloisenkin tarpeen mukaan kotipihan kattovesitynnyristä kokonaisen viheralueen hulevesien kosteikkoalastaan. Hulevesien varastointitapoja ovat: tynnyrit, maanalaiset säiliöt, avoimet pidätysaltaat, koristealtaat, kosteikot (Eskola & Tahvonen 2010, 97).

Suomessa kosteikkoja on käytetty jonkin verran viljelyalueiden valumavesien käsittelyssä. Näistä saatuja kokemuksia on mahdollista soveltaa myös huleveden käsittelyyn tarkoitettuihin kosteikkoihin. (Ahponen 2003, 61.) Kosteikon pinta-alan tulisi olla vähintään 1–2 % valuma-alueesta, jotta kosteikko vähentäisi ravinnekuormitusta. Kosteikon suuruudesta johtuen sen perustaminen kohtuullisin kustannuksin onnistuu vain riittävän alavalle alueelle padotusta hyväksi käyttäen. Tarvittaessa kosteikon syvimät kohdat tehdään kaivamalla. (Paasonen-Kivekäs 2009, 260.)

Kosteikkorakentamisessa on tärkeää ymmärtää kuinka luonnontilainen kosteikko toimii. Luonnontilaisen kosteikon veden peittämän alue vaihtelee sateiden mukaan ja se on yleensä matala. Kosteikkoalueilla kasvaa kosteille paikoille luontaisia kasveja. ”Sopivia lajeja ovat esimerkiksi järvikaisla ja – korte, osmankäämi, kurjenmiekkä ja sarat” (Kasvit). Alueen kasvillisuus runsastuu vähitellen ja voi muodostaa jopa umpeenkasvaneita kasvillisuusalueita. Kosteikkojen ja viivytyksaltaiden ero onkin melko liukuva silloin kun viivytyksaltaissa on paljon kasvillisuutta (Kuva 12). Kosteikot ovat yleensä matalampia kuin viivytyksaltaat, mikä mahdollistaa hitaan, tasaisesti jakautuneen virtaaman. (Ahponen 2003, 61, Lundberg ja Lindmark 1994.)

Kosteikotkin tarvitsevat kunnostusta. Ajan kuluessa kosteikkoon kertyy hienoainesta ja kuollutta orgaanista ainesta. Tämä hidastaa kosteikon ve-

den virtausta heikentäen sen toimintaa. Kosteikosta poistetaan tietyin väliajoin kertynyt liete. Kunnostustoimien yhteydessä osa kosteikkokasvillisuudesta häviää mutta sopeutuvimmat kasvilajit palaavat takaisin varsin nopeasti. Kunnostuksessa tulee säilyttää kosteikon muoto ja kasvilajiston kehitysaste. Poistettu liete ja kasvillisuus sisältävät paljon ravinteita. Kaimumassan varastointiin ja mahdolliseen hyödyntämiseen tulee varautua. (Wittgren 1994, 48.)

Yhdistämällä eri hulevedenkäsittelymenetelmiä kunkin menetelmän parhaat puolet saadaan hyödynnettyä ja hulevedenkäsittelystä tulee tehokkaampaa. Esimerkiksi kasvillisuuspainanteilla poistetaan osa huleveden sisältämästä kiintoaineesta, minkä jälkeen kosteikkokäsittelyllä jatketaan kiintoaineen ja ravinteiden poistoa. (Ahponen 2003, 71.)



Kuva 12. Rakennettu kosteikko/viivytysallas puistossa, Kuopion asuntomessut. (kuvan lähde: Halinen 2010)

3.6 Haihduttaminen

Haihduttaminen on eräs tapa käsitellä hulevesiä. Avoimet vesipinnat, saateen kastelemat kovat pinnat ja kasvillisuus haihduttavat runsaasti vettä ilmaan. (Eskola & Tahvonen 2010, 95). Erilaisten haihduttavien pintojen sallimisella vähennetään huleveden määrää. Lisäämällä esimerkiksi kasvillisuutta, kosteikkoja ja lammikoita parannetaan samalla myös haihdutusta.

Suomen vuosisadanta vaihtelee maantieteellisen sijainnin mukaan välillä 500 – 750 mm. Vuosisadanta on suurinta maan eteläosassa ja pienintä Lapin pohjoisosissa sekä pohjanmaan rannikkoalueilla. Vuosisadannasta haihtuu Etelä-Suomessa runsaat puolet eli keskimäärin 400–500 mm. La-

pissa haihdunta on keskimäärin 200–250 mm (Paasonen-Kivekäs 2009, 70, 80.)

3.7 Hulevesirakenteiden mitoitus

Hulevesirakenteiden mitoituksessa selvitetään mitoitusasteen aikana suunnittelualueelta kertyvä veden määrä ja sen purkautumispaikka. Kertyvän veden määrään vaikuttavat valuma-alueen koko, pintojen valumakerroin ja mitoitusasteen määrä (Kuva 13). Suunnittelualueella olevien erilaisten pintojen pinta-alat mitataan laaduittain. Eri pintamateriaaleille valitaan valumakertoimet taulukosta ja mitoitusasteen määräksi valitaan esimerkiksi 130 l/s hehtaarille. Mitoitusasteelle ei ole olemassa yhtenäistä ohjetta vaan eri suunnittelualat käyttävät arvoja 100 – 200 l/s/ha. (Eskola & Tahvonen 2010, 131). Esimerkiksi sadevesiviemäreiden mitoituksessa käytetään keran 2-3 vuodessa toistuvaa 10 minuuttia kestävästä rankkasadetta, voimakkuudeltaan n. 125 l/s hehtaarille (Katu 2002, 121).

Katon pinta-ala	5000 m ²	1,0(k) x 0,5ha x 130 l/s x ha =	65,0 l/s
Asfalttialueet	7000 m ²	0,9(k) x 0,7ha x 130 l/s x ha =	81,9 l/s
Kiveykset	2000 m ²	0,7(k) x 0,2ha x 130 l/s x ha =	18,2 l/s
Nurmikot	2000 m ²	0,1(k) x 0,2ha x 130 l/s x ha =	2,6 l/s
			= 167,7 l/s
Viemäroinnillä yhteen kohtaan purettuna, mitoitusvirtaamaksi saadaan 167,7 l/s.			
k = valumakerroin			

Kuva 13. Esimerkkilaskelma liikekiinteistön piha-alueesta. (kuvan lähde: Halinen 2011)

Mitä 167,7 l/s vesimäärä kiinteistön piha-alueelta käytännössä tarkoittaa? Otettaessa sadevesiviemäreiden suunnittelussa käytettävät mitoitusarvot: 2–3 vuoden välein toistuva 10 min kestävä sade saadaan vesimääräksi 167,7 l/s x 600s (10 min) = 100 620 l. Mikäli 167,7 l/s vesimäärä puretaan yhden putken kautta, saadaan purkuputken kooksi Ø 400 mm 1 %:n kaltevuudella (Liite 6). Sadeveden ulosvirtauksen ajaksi muodostuu 7,6 minuuttia, 100620 l: 220 l/s: 60s.

Toinen tapa tarkastella vedenkäsittelyä on pyrkiä viivyttämään virtaamaa rakentamalla liikekiinteistön reunavyöhykkeelle nurmipintainen matala painanne jonne ohjataan tontin kaikki hulevedet. Sen teoreettinen koko olisi 503,1 m² ja syvyys 20 cm, 503,1 m² x 0,2m = 100 620 l. Painanteeseen ohjatun veden purkautumista eteenpäin voidaan hidastaa asentamalla painanteen alareunaan Ø110 mm purkuputki 0,5 %:n kallistuksella. Sen vaikutuksesta sadeveden ulosvirtauksen aika venyy 9,3 tunniksi, 100 620 l: 3 l/s: 3600s. Seurauksena on tasainen virtaama tontin ulkopuoliseen viemäriin tai ojaan. Mikäli liikekiinteistön hulevedet halutaan käsitellä jo syntypaikallaan, ne voidaan imeyttää maaperään. Maaperään imeytys on mahdollista toteuttaa esimerkiksi maahan upotettujen hulevesikasettien avulla (Eskola, sähköpostiviesti 14.5. 2012).

3.8 Lainsäädäntö

Hulevesien käsittelyä säädellään useissa eri lainsäädännön kohdissa. Keskeisimmät lait ovat: maankäyttö- ja rakennuslaki, vesihuoltolaki, vesilaki ja ympäristönsuojelulaki. Erilaisia ohjeita ja määräyksiä annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa, kunnan rakennusjärjestyksessä, alueen rakentamisohjeessa ja ympäristösuojelumääräyksissä. Vastuu hulevesien käsittelystä on kunnilla. Vesihuoltolakiin on valmisteilla muutoksia, koska keinot hulevesien kokonaisvaltaisesta hallinnasta puuttuvat. Joissain kaupunkikunnissa on jo otettu käyttöön kiinteistöjen hulevesimaksut. (Eskola & Tahvonen 2010, 19.)

Nykyinen vesihuoltolaki toteaa: ”Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella oleva kiinteistö on liitettävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kiinteistöllä ei kuitenkaan ole velvollisuutta liittyä viemäriin huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamiseksi, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti.” (VHL 3:10§.)

4 LAUKAAN HAUTAUSMAAN HULEVESIRATKAISUT

Laukaan hautausmaan saneerauksen on suunnitellut ym – suunnittelu oy Juha Uotila. Suunnittelu käsitti vanhan ja uuden osan infran. Pintakuivatuksen yleissuunnitelmassa hulevesien pääasiallinen käsittelytapa on viemärointi. Vanhan- ja laajennusosan vedet kerätään pintavesikaivoilla putkiin ja puretaan alueen reunoille, josta ne imeytetään maaperään.

Laajennusosan täydentävät hulevesiratkaisut ovat yksi osa opinnäytetyötä. Siinä esitellään kuinka hulevesien käsittelyyn saadaan määrällistä ja laadullista lisäkapasiteettia viivyttävillä ja imeyttävillä ratkaisuilla. Saneeraus suunnitelmasta on nostettu esille laajennusosan kuivatusta ja maanrakentamista käsitteleviä osia. Valo-, sähkö-, kasteluvesi-, jäte- ja viher suunnitelmia ei tässä yhteydessä käydä läpi.

4.1 Alueen esittely

Laukaan kirkonkylän hautausmaa on ollut käytössä vuodesta 1685. Ensimmäiset hautaukset tehtiin hautausmaalla sijainneiden kahden kirkon ympärille, jotka ovat tulipalojen seurauksena tuhoutuneet. Nykyinen kirkko on rakennettu 1835 hautausmaan ulkopuolelle, läheiselle mäelle (Historia). Vanhan kirkkopihan alue on pinnanmuodoltaan tasainen 0,4 hehtaarin kokoinen alue. Hautausmaata on laajennettu vähitellen osasto kerrallaan ja nyt se koko on 4,6 hehtaaria. Alue levittäytyy vanhasta kirkkopihasta alaspäin Saraveteen viettävälle rinteelle.

Uusi laajennusosa on kooltaan 1,5 hehtaaria ja se on rinnemaan alinta osaa rannan tuntumassa (Kuvat 16, 17). Aikaisemmin laajennusosa on ollut viljelykäytössä. Vuonna 2002 aluetta korotettiin metrin maatäytöllä, millä alavan pellon pinnankorkeus sovitettiin paremmin vanhan osan korkeus asemaan. Aluetta rajaavat metsät etelässä ja pohjoisessa. Lännen puolella on nykyinen hautausmaa ja itään aukeaa kaunis maisema yli Saraveden. Ympäröivät metsät ja metsäinen rantavyöhyke pehmentävät koillis- ja itätuulten vaikutusta.

Alueen maalajit vaihtuvat ylhäältä alaspäin mentäessä. Vanhin, ylin osa hautausmaasta on hiekkamoreenia. Rinnettä alemmaksi tultaessa maalaji muuttuu hiedaksi ja laajennusosa on savista silttiä. Rinnehautausmaan alimman ja ylimmän osaston korkeuseroksi muodostuu 19 metriä 300 metrin matkalla. Pintavesien eroosiovaikutus korostuu hautausmaan alaosissa. Lähes kaikki alueen hulevedet on ohjattu pitkillä pintakallistuksilla alarinteelle jonka seurauksena alimmat pystykäytävät rikkoontuvat rankkasateiden jälkeen. Lisäksi hulevedet kerääntyvät keväisin ja syksyisin laajennusosalle laajoiksi lammikoiksi.



Kuva 14. Laukaan hautausmaakaava, laajennusosa punaisella. (kuvan lähde: Puisto-työ suunnittelu- ja rakentamistoimisto Kangasala 1966)

4.2 Laajennuksen yleissuunnitelma

Laajennuksen yleissuunnitelman pohjana on vuoden 1966 hautausmaakaava (Kuva 14). Osastot ja käytävät säilytettiin ennallaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Kaikki infra on suunniteltu tämän päivän vaatimustason mukaiseksi.

Laajennuksen hulevedet kerätään kaivoilla viemäriin ja johdetaan rantavyöhykkeelle kahteen pisteeseen josta ne imeytetään maastoon. Laajennusta rasittavat vanhan osan pintavalunnan hulevedet (Kuva 28). Myös ne viemäroidään ja liitetään laajennusosan runkoviemäriin. Vanhan osan saneeraus toteutetaan laajennusosan valmistuttua. Kaikki salaojavedet kootaan tarkastuskaivoon josta ne imeytetään maastoon. Salaojavesistä otetaan vesinäytteitä ja mikäli ne ylittävät sallitut raja-arvot vedet pumpataan kunnan jätevesiviemäriin. Pumppausvaihtoehtoon on varauduttu upottamalla maahan paineviemäri tarkastuskaivosta kunnan jätevesiviemäriin.

Alueen maaperä tutkittiin kaivamalla 17 koekuoppaa. Tutkimuksissa selvitettiin maalajit eri kerroksissa ja mahdollinen pohjaveden esiintyminen. Suurin osa alueesta on savista silttiä. Alueen pohjoisreunassa silttikerros puhkeaa hiekaksi kahden metrin syvyydessä. Havaintoja pohjavedestä ei esiintynyt. Arkkuhauta-alueilla päädyttiin radikaaliin massanvaihtoon jossa savinen siltti korvataan hautahiekalla. Rantavyöhykkeen osastot varattiin urnahauta-alueiksi jolla massanvaihdon määrää pienennettiin ja samalla varauduttiin hautaustavan muutokseen.

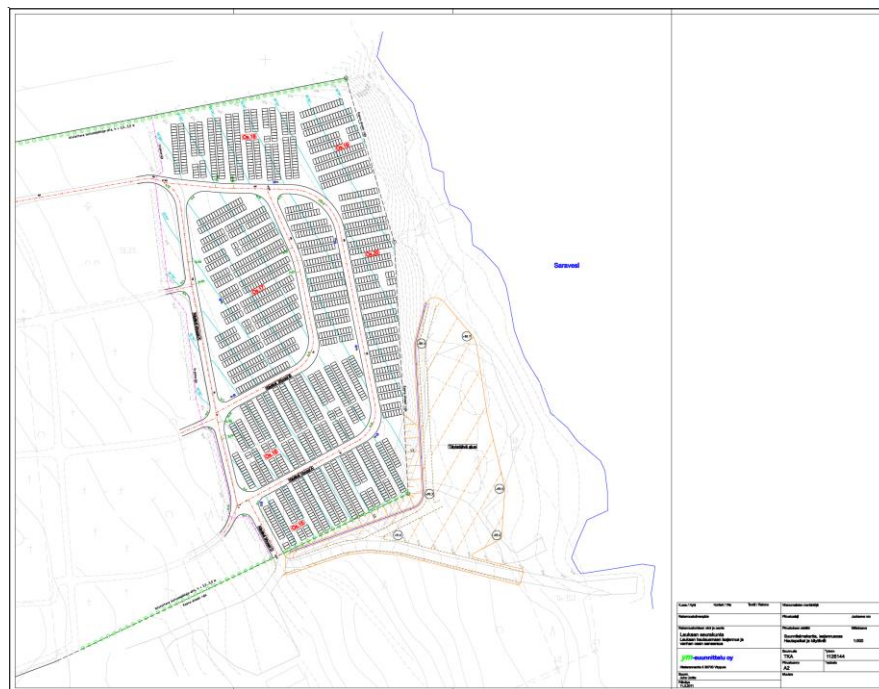
Käytävät on luokiteltu kahteen luokkaan, raskas ja kevyt liikenne. Raskaan liikenteen käytävät perustetaan kestävämpään jatkuva kuorma-autoliikenne. Kevyen liikenteen käytävät perustetaan kevyemmin, kestävämpään normaali huoltoliikenne. Osa kaivumaista hyödynnetään kasvualustakerroksen alapuolisessa välikerroksessa sekä kompostikentän maisemoinnissa. Vanha kompostikentän korkeustasoa nostetaan ja sen reunavyöhykkeet luiskataan loiviksi. Tällä massoitteilla laajennusosan korkea reunapenkki sopeutetaan mahdollisimman hyvin ympäristöönsä.

4.2.1 Hautapaikat ja käytävät

Laajennusosa on jaettu osastoihin 15, 16, 17, 18, 19 ja 20 (Kuva 15). Osastojen yhteen laskettu arkkuhautapaikkojen määrä on 2145 kpl. Kahden kerrokseen hautauksessa saadaan hautasijoja 4290 kpl. Laajennusosasta tullaan rakentamaan valmiiksi kaikki käytävät sekä osasto 17 jossa on yhteensä 492 arkkuhautapaikkaa. Näiden on arvioitu riittävän 15 vuodeksi.

Paririvinä kulkevat muistomerkkilinjojen välit on venytetty kahdeksaan metriin. Syynä tähän on muistomerkkien pohjarakenteiden tilavaatimus ja kaivinkoneen riittävä työskentelytila. Mitoitus mahdollistaa myös arkkualueen muuttamisen uurnahautaukseen jakamalla kahdeksan metrin väli neljän metrin muistomerkkilinjaväliksi.

Laajennusosan eteläreunaan on suunniteltu uusi tieliittymä, joka palvelee paremmin huoltoliikennettä. Nykyinen pääsisäänkäynti ja paikoitusalue jäävät asiakasliikenteelle. Hautausmaalla syntyvälle biojätteelle on suunniteltu kompostikenttä. Alue sijaitsee hautausmaan itäreunassa metsävyöhykkeen ympäröimänä.



Kuva 15. Laajennusosan hautapaikat ja käytävät. Liite 7



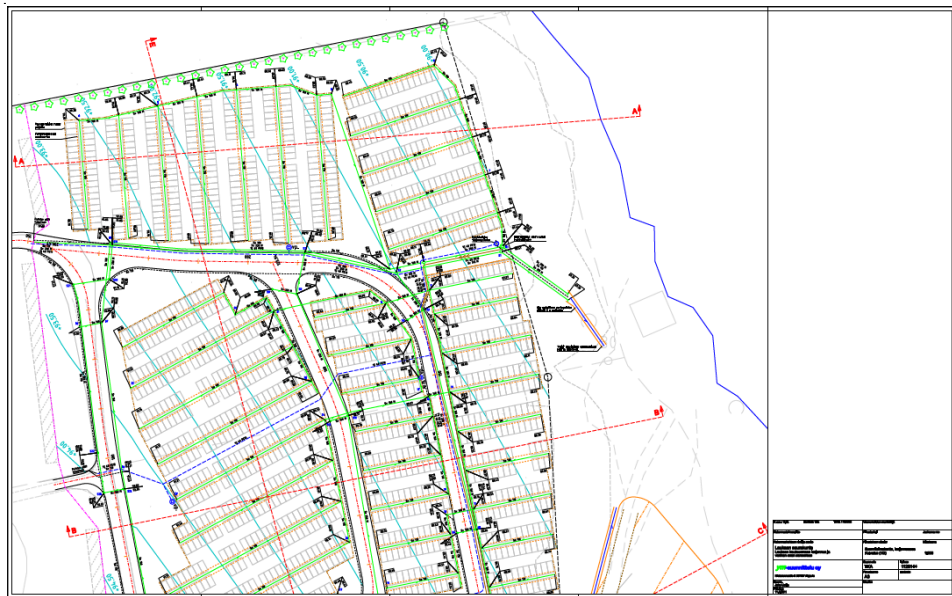
Kuva 16. Laukaan hautausmaan laajennusosa pohjoiseen. (kuvan lähde: Halinen 2011)



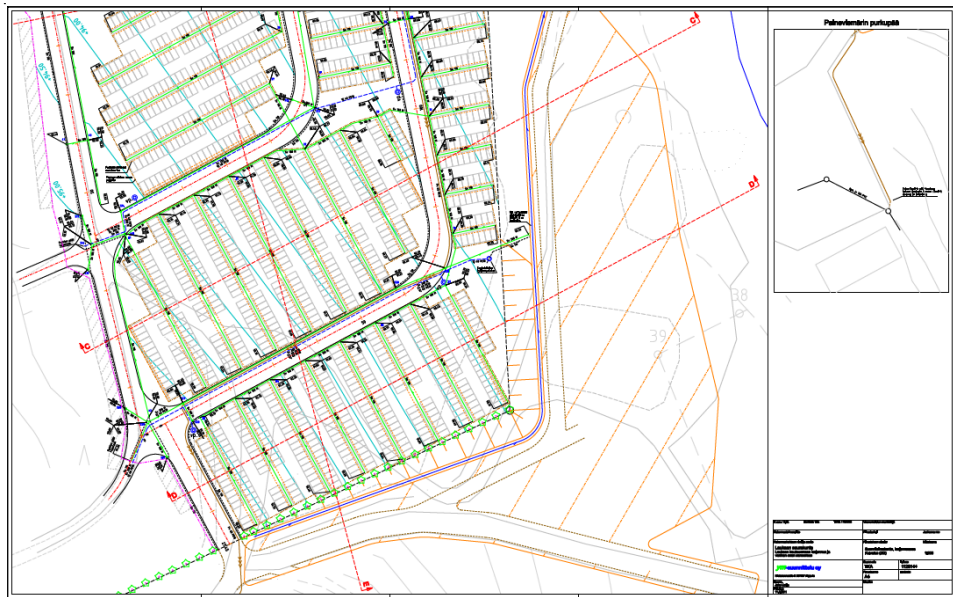
Kuva 17. Laukaan hautausmaan laajennusosa etelään. (kuvan lähde: Halinen 2011)

4.2.2 Kuivatus, salaojat ja hulevesiviemärointi

Hulevesiviemärit kulkevat käytävälinoja seuraten. Putkikoko suurenee vanhan osan ja laajennusosan rajalta eteenpäin. Hulevesikaivot on varustettu sakkapesällä ja teleskooppikannella (Liite 8). Hulevedet puretaan kahteen pisteeseen rantavyöhykkeelle, josta ne imeytetään maastoon. Hautojen salaojituksen imuojat on sijoitettu muistomerkkilinjojen alle (Kuva 18 ja 19). Kaikki salaojavedet kootaan tarkastuskaivoon josta ne imeytetään maastoon. Salaojavesien puhdistamiseen on varauduttu upottamalla paineviemäriputki tarkastuskaivosta kunnan jätevesiviemäriverkostoon.



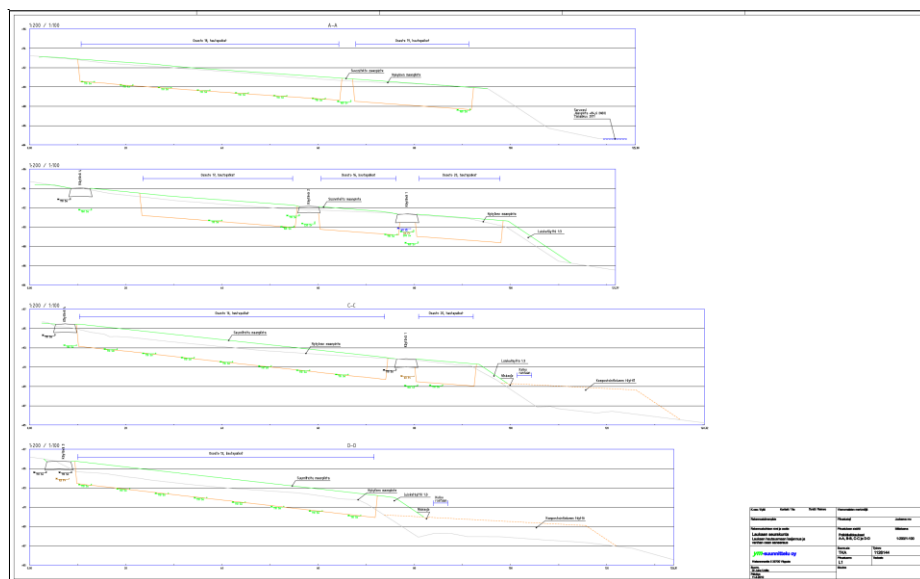
Kuva 18. Laajennusosan kuivatus 1, salaojat ja hulevesiviemärit vihreällä, paineviemäriputki ruskea sekä kasteluvesiputket sinisellä. Liite 9



Kuva 19. Laajennusosan kuivatus 2, salaojat ja hulevesiviemärit vihreällä, paineviemäriputki ruskea sekä kasteluvesiputket sinisellä. Liite 10

4.2.3 Hautaosastojen poikkileikkaukset

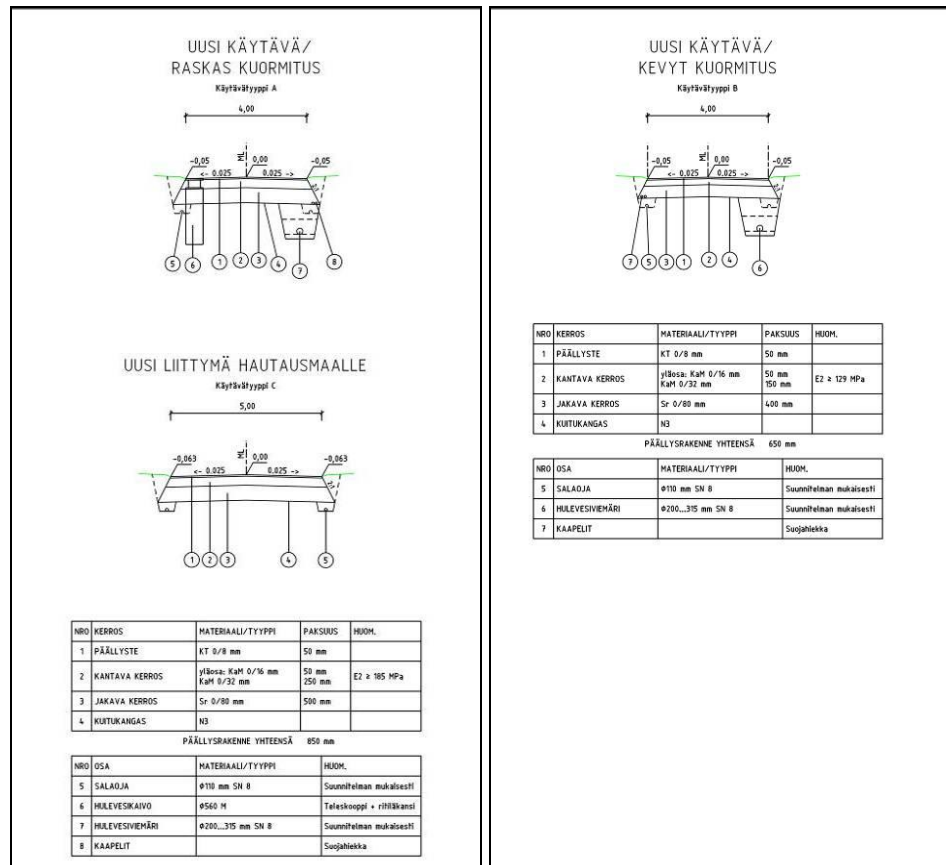
Pohjoisreunan A- leikkauksessa on nähtävissä kuinka suunniteltu korkeus-taso seuraa nykyistä maanpinnan tasoa (Kuva 20). Siirryttäessä eteläreunaan päin leikkauksista B, C ja D on nähtävissä täytön asteittainen lisääntyminen joka on suurimmillaan noin 0,4–0,5 metriä. Rantavyöhykkeen nykyinen korkeusasema säilytetään pohjoisreunassa ja eteläreunassa rantapenkkaa täytetään. Täytön vaikutusta pehmentää kompostikentän korottaminen ja luiskaaminen massanvaihdon kaivumailla. Hautaosastojen massanvaihdosta toteutetaan nyt ainoastaan osasto 17 ja myöhemmin tulevaisuudessa osasto 16. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä että puolet arkikvaliteiden massanvaihdosta jää pois ja ne varataan tulevaisuudessa uurna-alueeksi.



Kuva 20. Laajennusosan poikkileikkaukset A-A', B-B', C-C', D-D'. Liite 11

4.2.4 Käytävien poikkileikkaukset

Hautausmaan käytävät on luokiteltu raskaalle ja kevyelle kuormitukselle (Kuva 21). Raskaan kuormituksen käytävän rakennekerrospaksuus on yhteensä 0,85 metriä ja kevyen kuormituksen käytävän rakennekerrospaksuus on yhteensä 0,6 metriä. Laajennuksen pohjamaa on routivaa silttiä. Molemmissa käytävätyypeissä on pohjalla N3 tyyppin suodatinkangas. Käytävärakenteen kuivatuksesta huolehtivat reunojen salaojaputket. Kaapelit ja vesijohdot on sijoitettu tierungon alareunaan. Hulevesiviemärit ovat routarajan alapuolella tielinjoja seuraten.

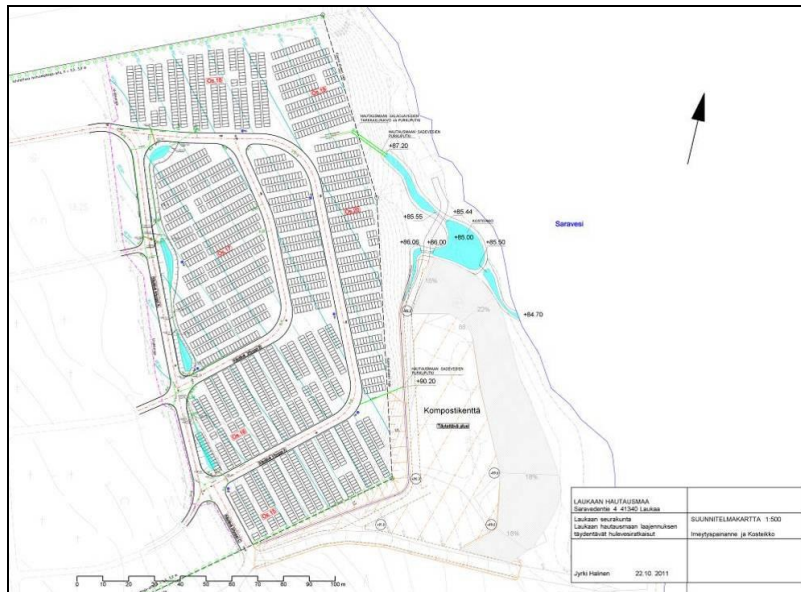


Kuva 21. Laajennusosan uudet käytävät. Liite 12

4.3 Täydentävät hulevesiratkaisut

Yhtenä osana opinnäytetyötä laajennusalueelle on suunniteltu imeytyspainanne ja kosteikko (Kuva 22). Suunnittelutyön taustaksi on selvitetty suunnittelualueen valuma-alue, hautausmaan pinnankorkeudet ja alueen maaperä.

Imeytyspainanne sijaitsee laajennusalueen länsi-reunassa. Sen tehtävänä on kerätä yläpuolisen hautausmaan hulevesiviemäreiden tulvavedet. Kosteikko sijaitsee rantavyöhykkeellä laajennusalueen itä-reunalla. Siihen johdetaan koko hautausmaan kaikki hulevedet. Kosteikon tehtävänä on puhdistaa hulevesiä ja tasata ulosvirtausta. Rakenteet on pyritty sovittamaan mahdollisimman luontevasti nykyiseen hautausmaakaavaan.

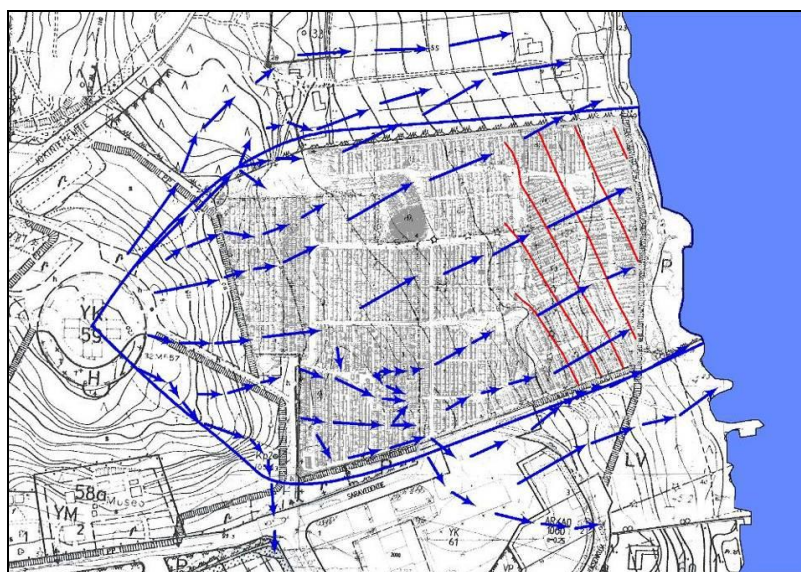


Kuva 22. Imeytyspainanne ja kosteikko. Liite 13

4.3.1 Valuma-alue

Hautausmaa sijoittuu kirkonmäen juurelle joka viettää tasaisesti kohti järveä ja loivenee rantavyöhykkeellä. Hautausmaan kokonaispinta-ala on 60 100 neliometriä. Nurmialueita ja istutuksia tästä on 52 900 neliometriä ja sorakäytäviä 7000 neliometriä. Kiveysalueita on 200 neliometriä.

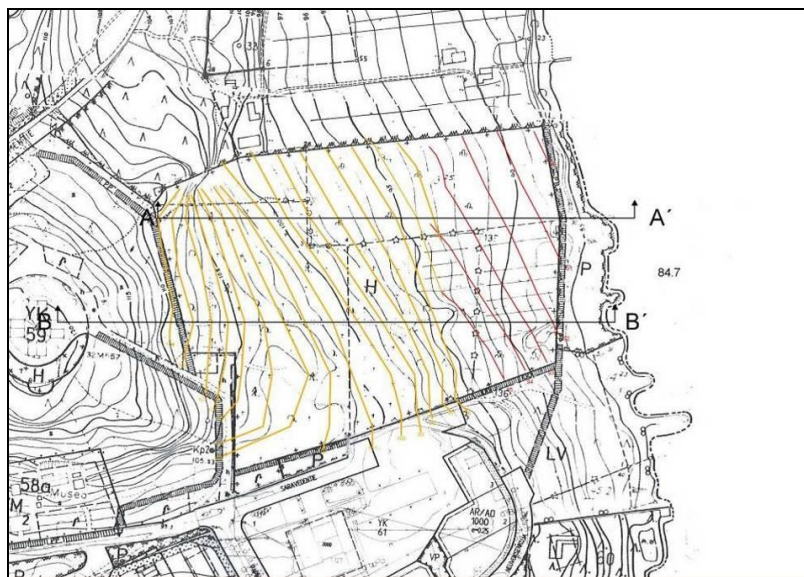
Suunnittelualueelle vaikuttavan valuma-alueen koko on 8,6 hehtaaria. Hautausmaalle valuva ulkopuolinen hulevesi tulee kirkonmäen metsärinteestä ja kirkon pihasta. Hautausmaan ylin käytävä ja sen jatkeena oleva kiviaita ohjaavat enimmäkseen metsärinteen vedet hautausmaan ohi. Laajennusosan rakentaminen tulee muuttamaan pinnankorkeuksia. Muuttuneet pintakorkeudet on esitetty kartassa punaisilla korkeuskäyrillä (Kuva 23).



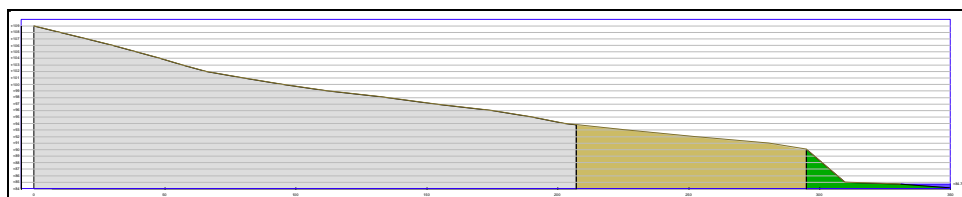
Kuva 23. Hautausmaan valuma-alue kuvattu sinisellä reunaviivalla ja veden valumisreitit sinisillä nuolilla. Liite 14

4.3.2 Hautausmaan maastonmuodot

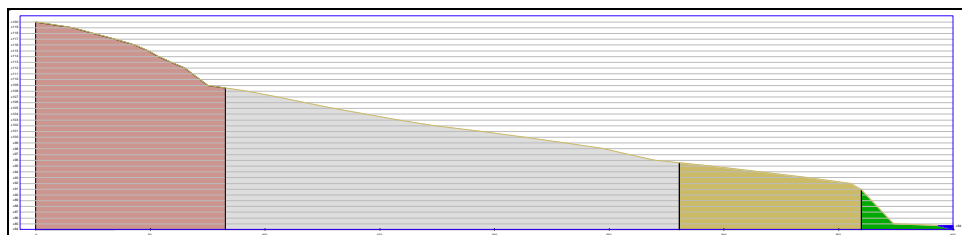
Hautausmaan alkuperäinen pinnankorkeus on ajan saatossa muuttunut (Kuva 24). Ylärinteen maanpinnan taso on hieman noussut uusista osastoista tasattaessa ja nurmettaessa. Nykyisen hautausmaan alarinnettä on täytetty 1970-luvulla ja laajennusosaa on korotettu 2000-luvun alussa. Poikkileikkauksessa A-A' nähdään hautausmaan ylärinteen jyrkempi osa joka tasaantuu tultaessa alemmas (Kuvio 6). Poikkileikkaus B-B' havainnollistaa jyrkän metsärinneteen jonka päällä sijaitsee kirkko (Kuvio 7). Luonnon muovaama rantavyöhyke on alueen pohjoisreunassa jyrkkä töyräs joka loivenee eteläreunassa. Eteläreunan loiva rantaprofiili muuttuu laajennuksen täytön myötä, punaiset käyrät. Täytön reuna muotoillaan mahdollisimman luontevasti noudattamaan pohjoisen rantapenkan profiilia.



Kuva 24. Hautausmaan vanhat ja uudet korkeuskäyrät. Hautausmaan nykyinen pinnanmuoto keltaisella ja laajennusosan suunniteltu pinnanmuoto punaisella. Alkuperäinen pinnanmuoto mustat käyrät. Liite 15



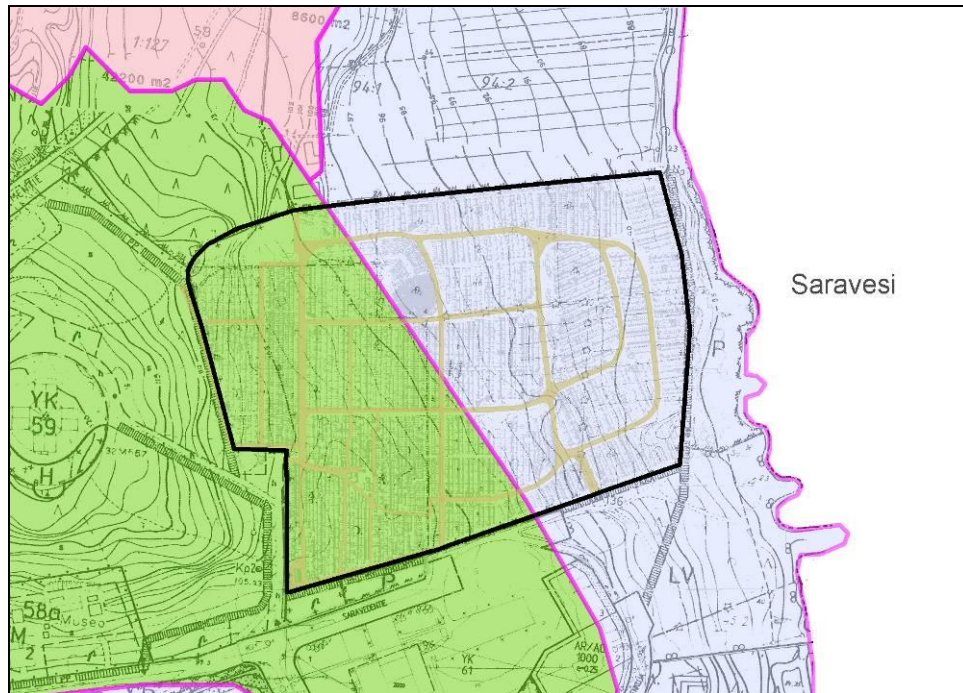
Kuvio 6. Poikkileikkaus A-A', vanha hautausmaa = harmaa, laajennusosa = ruskea, rantavyöhyke = vihreä, Mk 1:500/1:200. Liite 16



Kuvio 7. Poikkileikkaus B-B', metsärinne = punainen, vanha hautausmaa = harmaa, laajennusosa = ruskea, rantavyöhyke = vihreä, Mk 1:500/1:200. Liite 16

4.3.3 Maaperäkartta

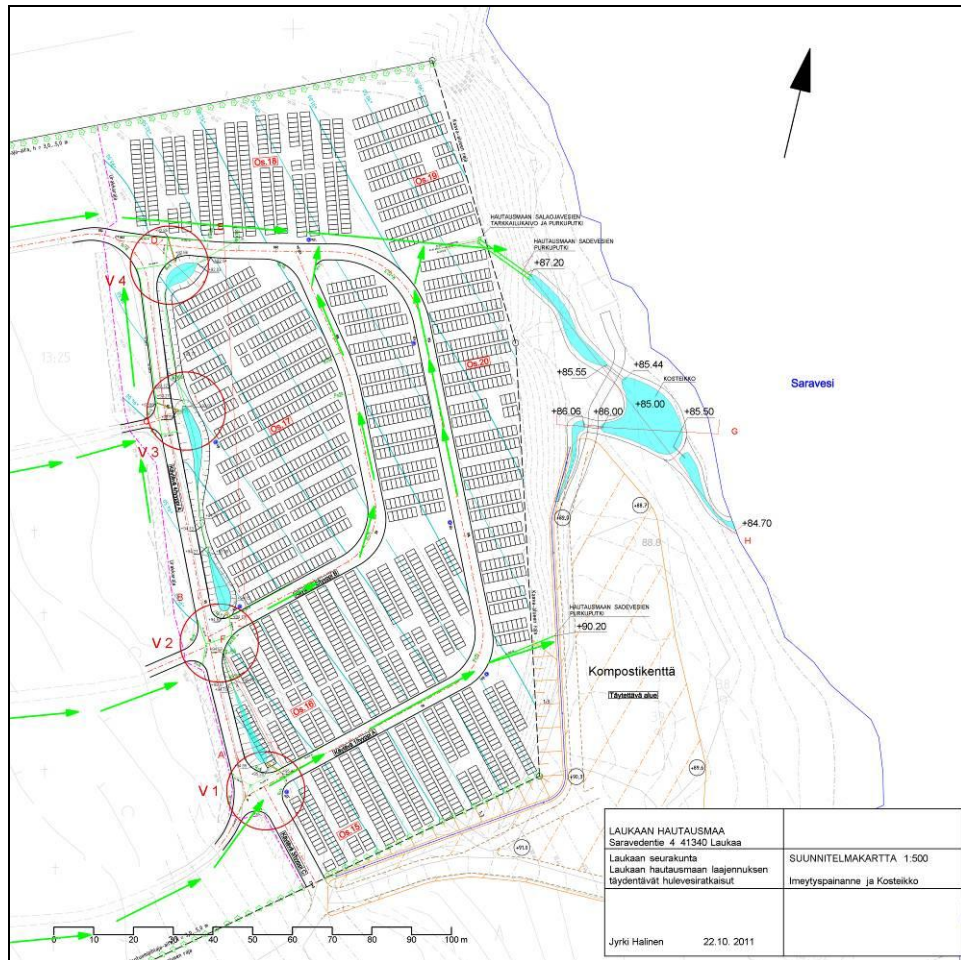
Hautausmaa jakautuu maalajiltaan kahteen eri alueeseen. Ylempi rinne on hiekkamoreenia ja alempi rinne hienoa hietaa (Kuva 25). Laajennusosan maalaji on kahden metrin syvyydessä savista silttiä (liite 17). Maanäytteet otettiin laajennusalueelle kaivetuista 2,7 metriä syvistä koekuopista. Hiekkamoreenin ja hienon hiedan selkeä raja on nähtävissä haudankaivujen yhteydessä sekä alempien käytävien voimakkaana routimisena.



Kuva 25. Hautausmaan maalajit, HkMr, HHt, Hk, Maaperäaineisto 1:20 000 © Geologian tutkimuskeskus. Liite 18

4.3.4 Imeytyspainanne

Imeytyspainanne sijoittuu vanhan hautausmaan ja laajennusosan rajalle kahden eri kaltevuuden taitevyöhykkeelle (Kuva 29). Tälle alueelle lamikoituvat vanhan hautausmaan pintavalunnan hulevedet (Kuva 30). Vanhan hautausmaan kaltevuus on 7–10 prosenttia ja laajennusosan kaltevuus 4–6 prosenttia. Vanha osa saneerataan laajennuksen valmistuttua ja uudet viemärit tullaan liittämään laajennusosan viemäriin. Pitkittyneessä rankkasateessa ylärinteen viemärivedet kohtaavat laajennusosan veden täyttämät viemärit, jotka todennäköisesti tulvivat imeytyspainanteen viereiselle käytävälle (Kuva 26). Käytävällä sijaitsevien hulevesikaivojen vesimäärät ovat V1 19,5 l/s, V2 9 l/s, V3 15 l/s, V4 18 l/s jotka on määritelty sorapintaisille käytäville (sähköpostikeskustelu 20.10.2011, Juha Uotila.)

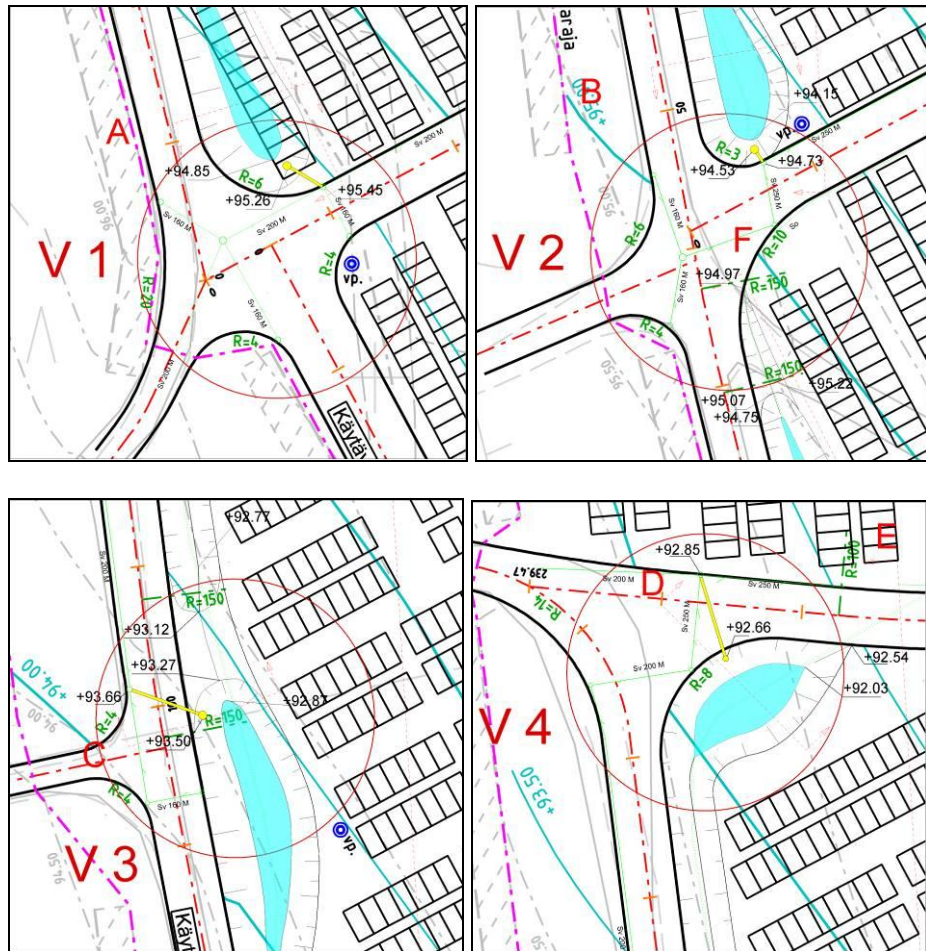


Kuva 26. Käytävän reunassa sijaitseva imeytyspainanne ja käytävän kaivot V1/2/3/4, ympyrät. Hulevesiviemäriinjojen reitit merkitty vihreillä nuolilla. Liite 19

Viemärikaivojen viereen on opinnäytetyönä suunniteltu ylivuotokaivot jotka purkavat tulvavedet neljään nurmipintaiseen imeytyspainanteeseen (Kuva 27). Ylivuotokaivon yhdysputki on kallistettu hulevesikaivoon päin mikä varmistaa putken tyhjenemisen ja estää sen jäätyksen.

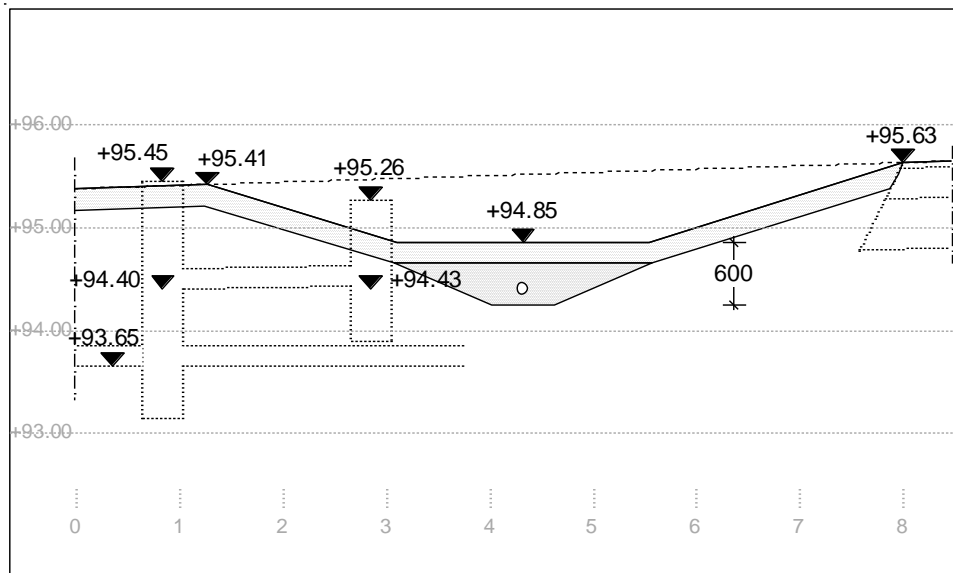
Ylin imeytyspainanne A on sijoitettu hauta-alueelle josta joudutaan poistamaan 14 hautapaikkaa. Painanteeseen kerääntynyt vesi imeytetään pohjan läpi johon on asennettu salaojaputki (Kuvio 8). Se on yhdistetty salaojaverkoston tarkastuskaivoon. Painanteen ylivuoto on ohjattu nurmikolle josta vesi valuu käytävälle (Kuvio 13).

Alempi pitkä painanne on jaettu kahdella pohjapadolla kolmeen osaan, jolloin muodostuu kolme peräkkäistä allasta: B (Kuvio 9), C (Kuvio 10), D (Kuvio 11). Kuhunkin altaaseen puretaan viereisen risteysalueen hulevesiviemäreiden ylivuoto. Ylivuotokaivoista purkautuva vesi täyttää ensin painanteet. Sateen pitkittyessä vesi valuu pohjapadoina toimivien välikanasten yli alaspäin ja alin painanne purkaa ylivuodon käytävälle (Kuvio 12).

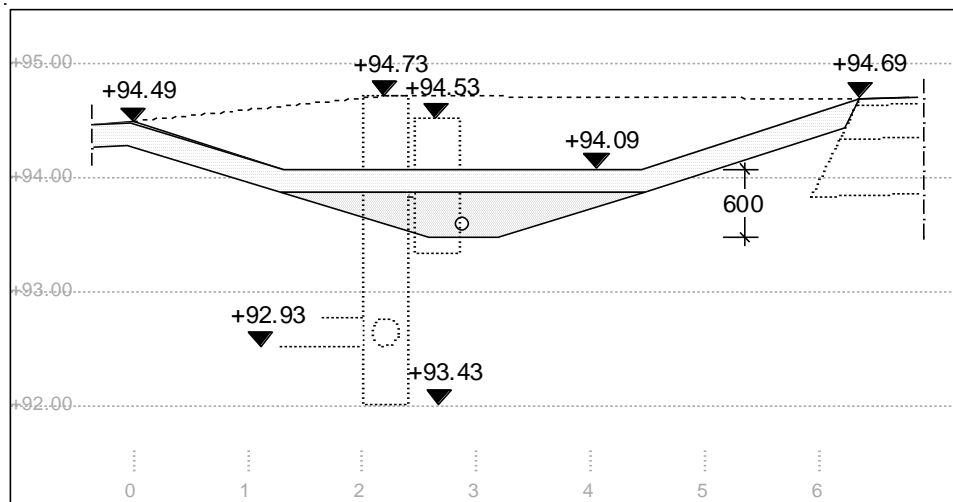


Kuva 27. Imeytyspainanne A, B, C, D. Ylivuotokaivot ja yhdysputket keltaisella. (kuvan lähde: liite 19)

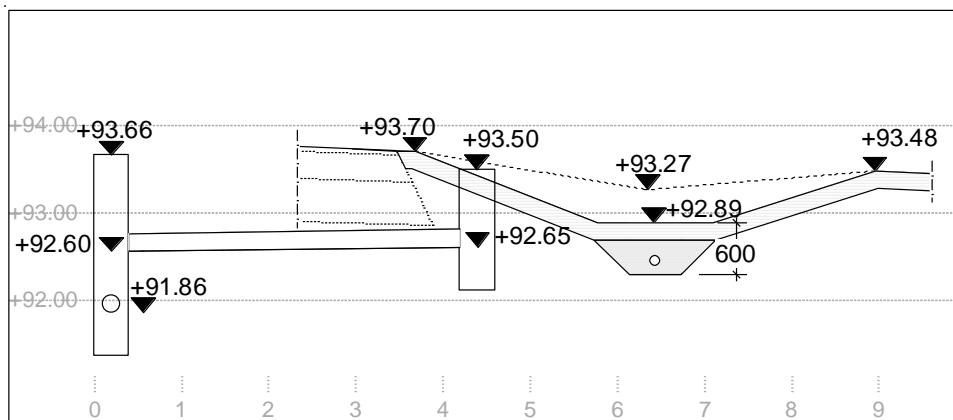
Kuhunkin painanteeseen varastoitunut vesi imeytyy hiljalleen painanteen pohjan läpi. Pohjalle upotetulla salaojalla ohjataan veden imeytyminen hallitusti pois. Salaoja on liitetty hautausmaan salaojaverkoston kokoojan tarkastuskaivoon. Painanteiden pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää savista silttiä. Vettä pidättävä pohjamaa ja painanteen salaoja varmistavat ettei hulevesiä pääse imeytymään alapuolisiin hautoihin. Nurmipinainen painanne on muotoiltu reunoiltaan loivaksi 1:3 niin että se voidaan leikata ruohonleikkurilla (Kuva 29). Taitevyöhykkeelle sijoitettava viheralue on suhteellisen kapea joten laajempi painanne- tai kosteikkoalue ei ollut mahdollista.



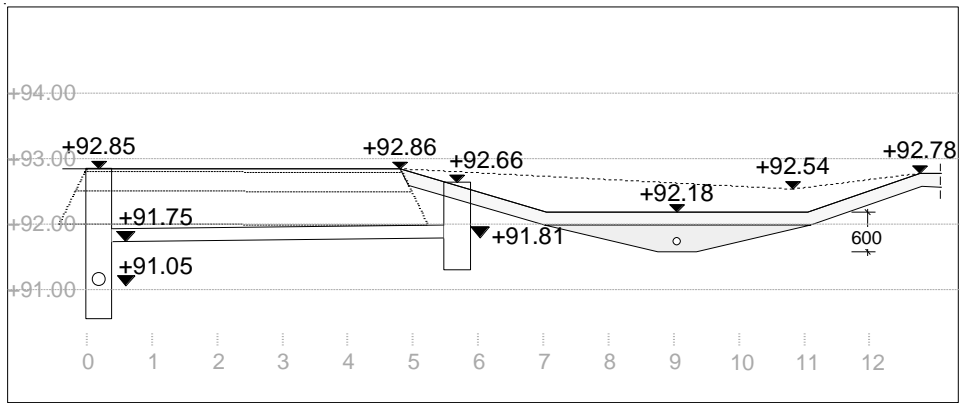
Kuvio 8. Imeytyspainanteen A poikkileikkaus A – A'. (Liite 20)



Kuvio 9. Imeytyspainanteen B poikkileikkaus B – B'. (Liite 20)



Kuvio 10. Imeytyspainanteen C poikkileikkaus C – C'. (Liite 20)



Kuvio 11. Imeytyspainanteen D poikkileikkaus D – D'. (Liite 20)



Kuva 28. Imeytyspainanteen yläpuolista rinnehautausmaata. (kuvan lähde: Halinen 2011)



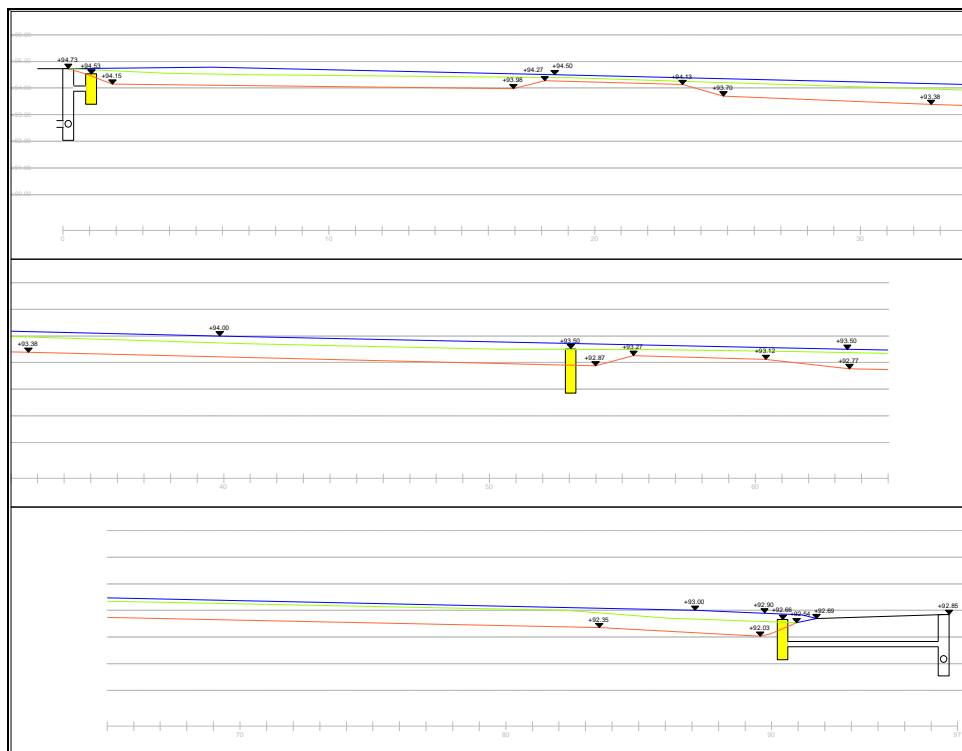
Kuva 29. Vanhan hautausmaan ja laajennusosan rajalla pinnan kaltevuus muuttuu. (kuvan lähde: Halinen 2011)



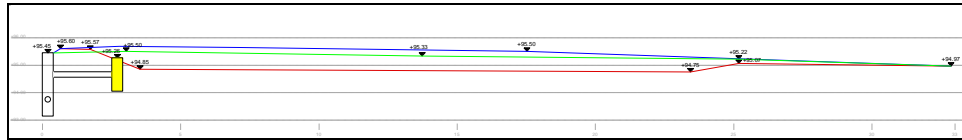
Kuva 30. Vanhan hautausmaan alimman käytävän reunassa on hulevesien lammi-koitumisalue. (kuvan lähde: Halinen 2011)



Kuva 31. Havainnekuva suunnitellusta imeytyspainanteesta käytävän reunassa. (kuvan lähde: Halinen 2011)



Kuvio 12. Imeytyspainanteiden B, C, D pituusleikkaus E – E', Painanteen pohja punaisella, painanteen ylempi yläreuna sinisellä ja alempi yläreuna vihreällä, ylivuotokaivo keltainen. Liite 21



Kuvio 13. Imeytyspainanteen A pituusleikkaus F – F', Painanteen pohja punaisella, painanteen ylempi yläreuna sinisellä ja alempi yläreuna vihreällä, ylivuotokaivo keltainen. Liite 21

4.3.5 Kosteikko

Hulevesikosteikko sijoittuu rantavyöhykkeelle jossa on ennestään luontainen rantakosteikko (Kuva 32). Korkeussuhteiltaan alue on optimaalinen. Varsinaisia allaskaivuja ei välttämättä tarvita sillä hulevedet voidaan johdattaa nykyisen kasvillisuuden sekaan. Rantaviivassa on jään ja aaltojen muovaama pengker. Sen tiiviyyttä parannetaan lisäämällä kalliomursketta penkereen sisäsivulle (Kuvio 15). Kalliomurskeesta 0–150 mm muotoiltaan tulevan altaan alapäähän poikittainen patopenger jolla kasvatetaan kosteikon vesitilavuus riittäväksi (Kuvio 14). Penkereen sisään upotetaan purkuputki pidentämään altaaseen varastoitumattoman veden ylivirtausta. Purkuputken korkeudella säädetään myös kuinka paljon kosteikkoaltaaseen varastoituu vettä sateen jälkeen. Sateiden välissä altaan vedenpinta laskeutuu haihtumisen ja imeytymisen seurauksena jolloin muodostuu varastokapasiteettia seuraavaa sadetta varten. Imeytymistä voidaan tarvittaessa tehostaa rakentamalla altaan pohjalle suodatinkaivoja tai kivipesiä (Eskola, sähköpostiviesti 14.5.2012). Parhaimmillaan mitoitussateen vedet mahtuvat allastilaan eikä synny ylitulvimista purkuputkesta taikka ylivuotopainanteesta.

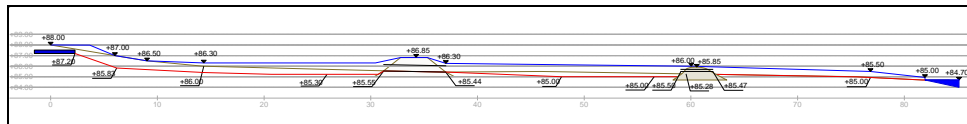
Rannassa on vanha varaus kasteluveden pumppukopille ja huoltotielle (Liite 13). Kosteikon suunnittelussa on hyödynnetty huoltotie, sijoittamalla siihen kaksi rumpuputkea jotka padottavat ja hiljentävät voimakasta huleveden virtausta purkuojissa. Samalla karkeampi kiintoaines saadaan kerättyä ennen kosteikkoa. Huoltotie mahdollistaa kosteikon tulevat huoltotyöt kuten kiintoaineksen poiston kaivinkoneella (Kuva 33).

Kosteikkoon ohjataan hautausmaan kaikki viemäröidyt hulevedet. Pohjoispuolen purkuputken vesimäärä on 52 l/s ja eteläpuolen purkuputken vesimäärä on 22 l/s (Uotila, sähköpostiviesti 25.10.2011). Lisäksi hulevesiä kertyy kompostikentältä ja sen tulotieltä sekä kosteikon omalta valuma-alueelta. Kompostikentän ja tulotien pinta-ala on yhteensä n.2200m². Mitoitussateen 130 l/s/ha mukaan laskettuna saadaan vesimääräksi 5,7 l/s (0,2 x 0,22ha x 130l/s/ha). Kosteikon oma valuma-alue on n. 4500m² josta kertyy hulevettä 11,7 l/s (0,2 x 0,45ha x 130 l/s/ha). Kosteikkoon kertyvä vesimäärä on yhteensä 91,4 l/s. (52 + 22 + 5,7 + 11,7 = 91,4 l/s). Kymmenen minuutin kestävän mitoitussateen aikana kosteikkoon kertyy 54,8 m³ hulevettä (91,4 l/s x 600s).

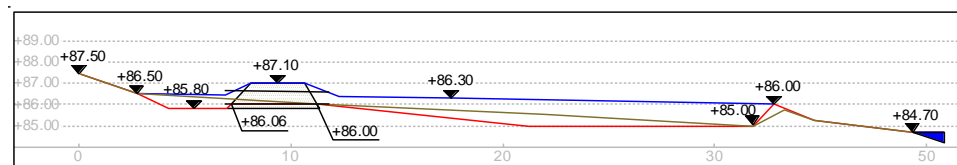
Kosteikon pinta-ala purkuputken tasosta laskettuna on 254m² (+85.50). Kosteikon keskiosassa on 0,5 m syvä, pohjaltaan tasainen ja pinta-alaltaan 150 m²:n kokoinen alue. Altaan keskipinta-ala on 202 m² jolloin tilavuudeksi saadaan 101 m³ (202 m² x 0,5m).

Sateen ensimmäisessä vaiheessa kosteikko täyttyy ja varastoi hulevettä purkuputken korkeuteen +85.50 saakka. Sateen pitkittyessä putki ei ehdi juoksuttamaan kaikkea vettä lävitseen jolloin se padottaa osan vedestä kosteikon puolelle. Seurauksena on vedenpinnan hidas nousu ja lopulta ylitulviminen penkereen yli. Putken yläpuolella penkereessä on painanne ja sen ylivuotokorkeus on +85.85. Ylivuotokorkeuden vesipinta-ala 276 m². Patopenkereen nostolla purkuputken yläpuolelle 0,35 metriä saadaan vesitilavuutta lisättyä 92,75m³ (276m² + 254m²: 2 = 265 m² x 0,35m = 92,75m³). Tämän ansiosta kosteikko kykenee purkuputken tasoon asti täyttäneenäkin hidastamaan huleveden ulosvirtausta.

Mitoitussateen aikana valuma-alueelta kertyvä vesimäärä on 54,8 m³. Kosteikon purkuputken läpimitalla vaikutetaan ulosvirtauksen aikaan. Ulosvirtauksen ajaksi Ø160 mm putkelle 0,5 %:n kallistuksella saadaan 1,01 tuntia (54 800 l: 15 l/s: 3600 s). Putkikokoa pienentämällä ulosvirtauksen aikaa voidaan pidentää, esimerkiksi Ø 110 mm putkella 0,5 %:n kallistuksella ulosvirtaus on 5,07 tuntia (54 800: 3 l/s: 3600 s).



Kuvio 14. Kosteikon pituusleikkaus H – H'. Kosteikon pohja punaisella, yläreuna sinisellä ja nykyinen maanpinta ruskea. Liite 21



Kuvio 15. Kosteikon poikkileikkaus G – G'. Kosteikon pohja punaisella, yläreuna sinisellä ja nykyinen maanpinta ruskea. Liite 21



Kuva 32. Suunniteltu kosteikkoalue. (kuvan lähde: Halinen 2011)



Kuva 33. Havainnekuva suunnitellusta kosteikosta ja huoltotiestä rannassa. (kuvan lähde: Halinen 2012)

5 HAASTATTELU HAUTAUSMAAVASTAAVILLE

Kyselyhaastattelun tavoitteena oli selvittää millaisia huleveden käsittelytapoja hautausmailla käytetään ja ovatko ne riittäviä. Tämän lisäksi kysyttiin onko tarvetta saada lisää tietoa hulevesien erilaisista käsittelymenetelmistä.

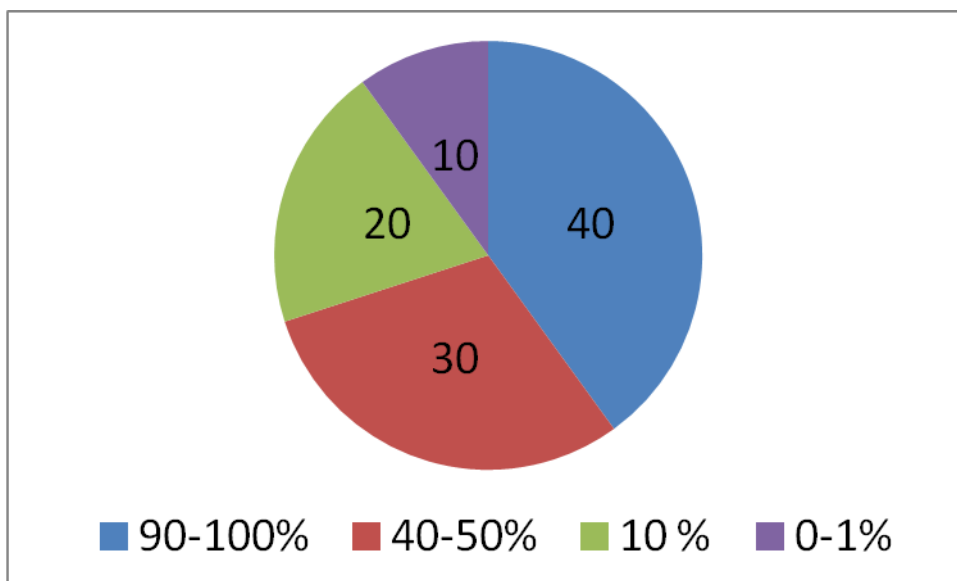
5.1 Haastattelun toteutus

Toteutustapana oli puhelinhaastattelu kymmenelle seurakuntapuutarhurille. Haastattelutiedote ja kysymykset lähetettiin etukäteen sähköpostilla 14.2.2011. Osa haastateltavista halusi lähettää vastauksensa sähköpostitse ja osa jäi odottamaan puhelinhaastattelua. Valitut seurakunnat olivat Hamina, Helsinki (Malmi), Hämeenkyrö, Jyväskylä, Joensuu, Lapua, Oulu, Rovaniemi, Vaasa ja Turku/Kaarina. (Liite 22)

5.2 Haastattelun tulokset ja analyysi

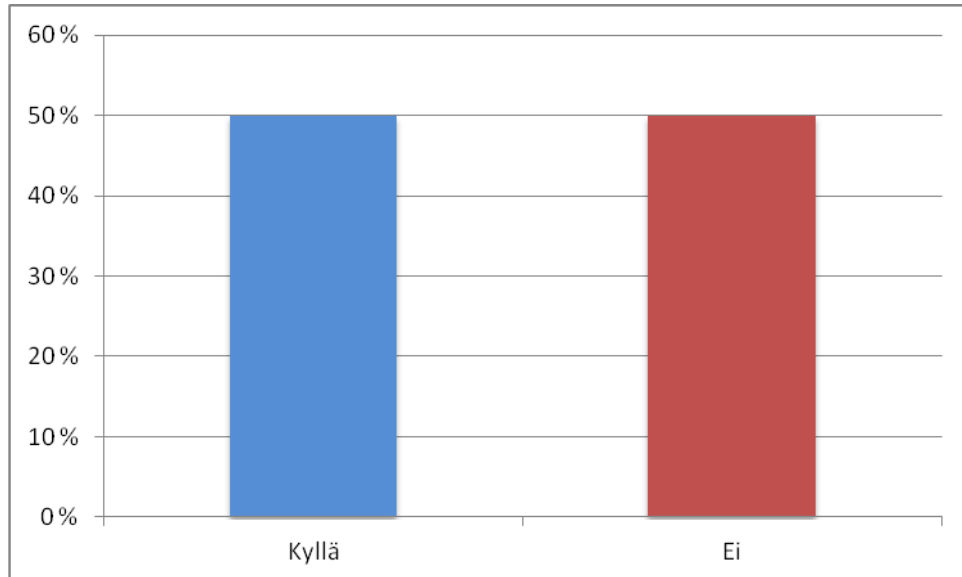
Kysyttäessä hulevesiviemäröinnin kattavuutta hautausmailla vajaa puolet on rakennettu tehokkaasti 90–100 %. Kolmanneksessa hautausmaista on rakennettua viemäröintiä noin puolet 40–50 %. Viidenneksessä hautausmaista on rakennettua viemäröintiä 10 % ja kymmenes hautausmaista on käytännössä ilman hulevesiviemäröintiä.

Puhelinhaastatteluissa tuli selkeästi esille kuinka erilaisia hautausmaat ovat. Saman kaupunkiseurakunnan eri hautausmailla on monentasoisia hulevesiratkaisuja. Prosenttiosuudet ovat vastaajien arvioita eikä tavoitteena ollut mitata tilastollisen tarkasti. Vastauksista löydetään kuitenkin suunta viemäröinnin osuudesta hautausmailla.



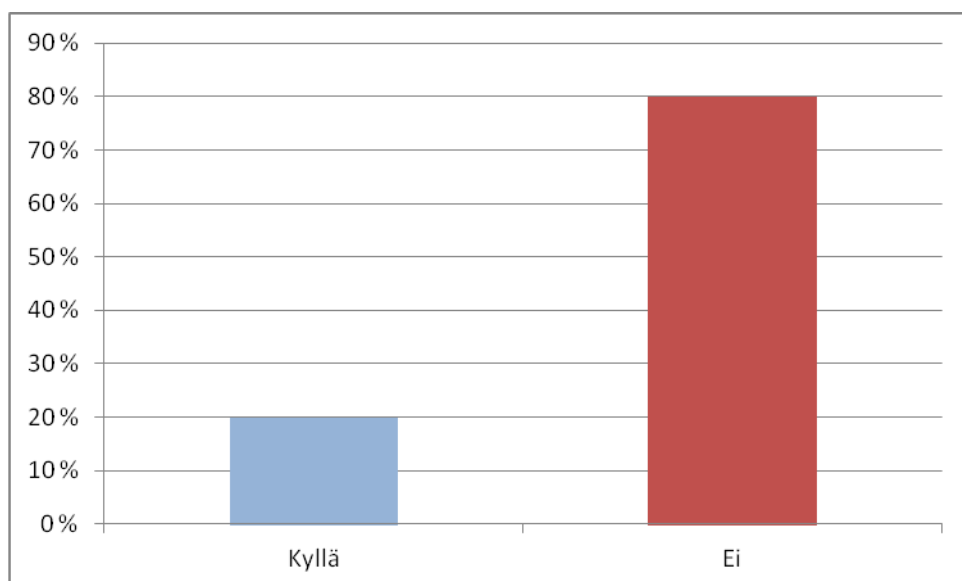
Kuvio 16. Viemäröinnin osuus hautausmaiden hulevesien käsittelystä.

Tulvimista esiintyy kevään ja kesän valumahuippuina puolessa hautausmaista. Vastauksista voi huomata tulvimista esiintyvän vähemmän niillä hautausmailla joissa viemäröinnin osuus on 80–100 %. Hautausmailla missä viemäröinnin osuus on alle 50 %, tulvimista esiintyy useammin. (Liite 23)



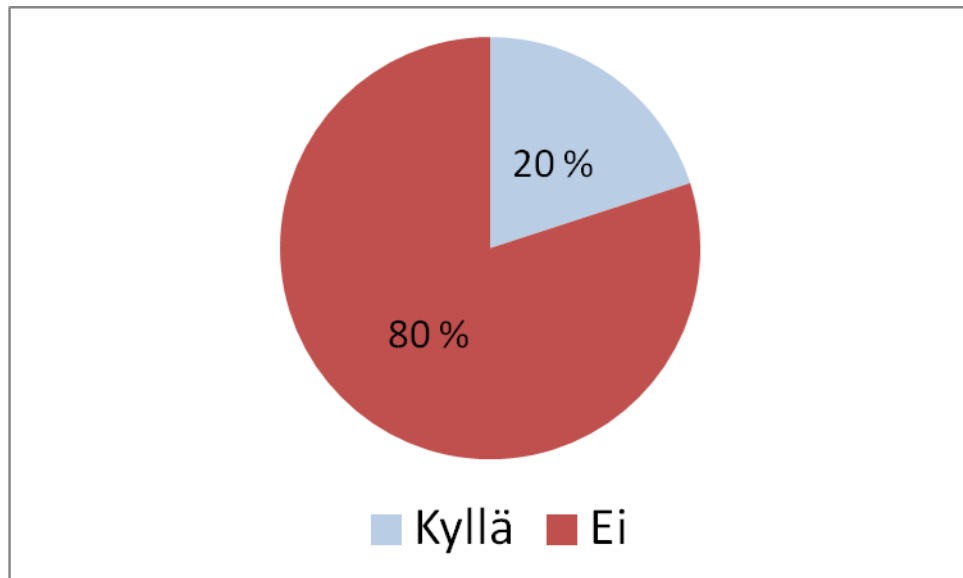
Kuvio 17. Tulvimisen esiintyminen kevään ja kesän valumahuippujen aikana.

Rankkasateiden aiheuttamiin tulvahuippuihin on varauduttu vähän. Erityisiä tulvarakenteita ei ole 80 %:ssa hautausmaista ja 20 %:ssa on huomioitu jollain tavalla. Yhtenä esimerkkinä tästä oli sadevesien keruullas kasteleluun. Ei vastauksien suuri osuus muodostuu hautausmaista jotka ovat viemäröity tehokkaasti ja niihin joissa hulevesiä on viemäröity vähän (Liite 23).



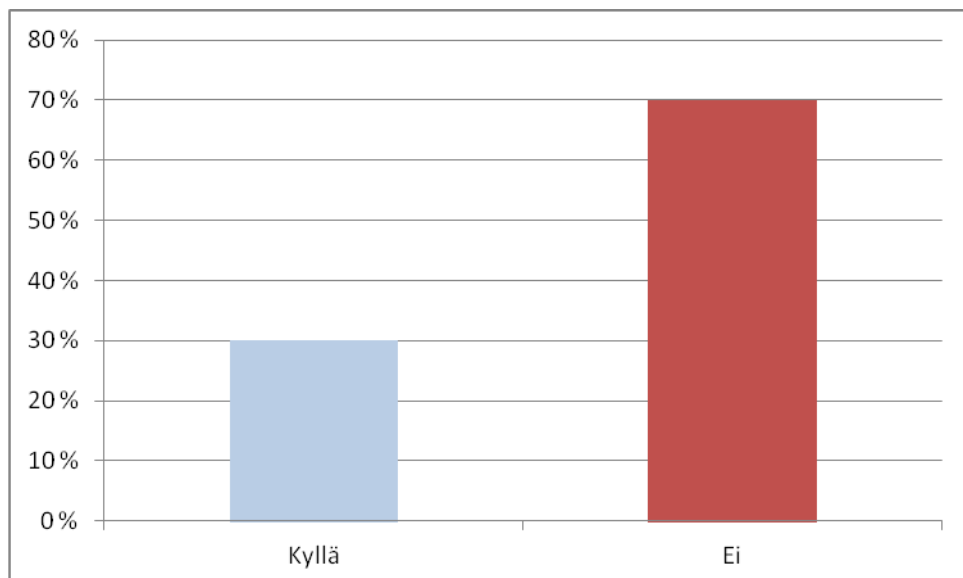
Kuvio 18. Tulvahuippuihin varautuminen hautausmaan hulevesijärjestelmässä.

Kysyttäessä erityisen onnistuneita vaihtoehtoisia hulevesiratkaisuja hautausmaaympäristössä, mainittiin imeytys sorasilmäkkeeseen ja kasteluveden keruulla 20 %. Suurin osa vastaajista ei nimennyt mitään erityistä hulevesiratkaisua 80 %. Voidaanko ei-vastauksia tulkita niin että hautausmailla ei ole käytössä monipuolisia hulevesirakenteita vai että niille ei ole tarvetta?



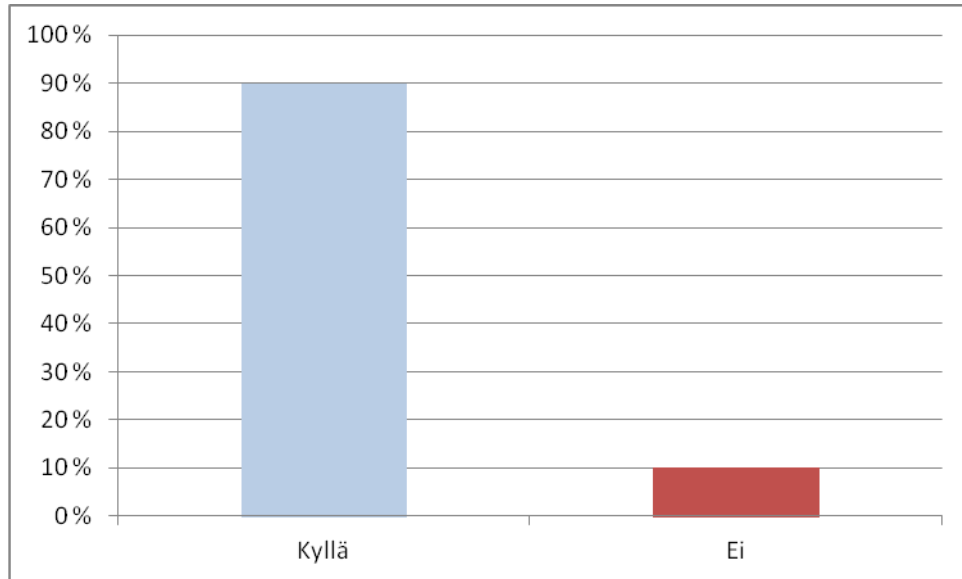
Kuvio 19. Vaihtoehtoisten hulevesiratkaisujen osuus hautausmaaympäristössä?

Sademäärien lisääntymistä ei pitänyt merkittävänä uhkana 70 % vastaajista ja 30 % vastaajista piti sademäärien lisääntymistä jonkinlaisena uhkana hulevesien hallinnalle. Yleinen keskustelu sademäärien lisääntymisestä ei näytä vaikuttaneen kovin paljoa vastaajien mielipiteeseen.



Kuvio 20. Sademäärien lisääntymistä pidetään uhkana hulevesien hallinnalle.

Suurin osa vastaajista 90 % oli kiinnostunut saamaan lisää tietoa hulevesien hallinnasta. Tuloksesta voidaan päätellä että asiaan suhtaudutaan positiivisesti ja aihealueen tiedolle olisi kysyntää.



Kuvio 21. Kiinnostuneisuus saamaan lisää tietoa hulevesien hallinnasta.

Lopuksi kyselyssä tarjottiin vapaan kommentin mahdollisuutta. Yhdessä puhelinhaastattelussa keskusteltiin hautausmaan kaltevuuden vaikutuksesta sade- ja sulamisvesien käyttäytymiseen. Toisessa käytiin läpi keväistä tulvimista maanpinnan ja kaivojen ollessa vielä jäässä lumien alkaessa sulamaan. Kommentit aihealueesta jäivät varsin niukoiksi. Syynä lienee ollut se että osa vastauksista palautettiin suoraan sähköpostilla, eikä haastattelun luontevaa keskustelua päässyt syntymään.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hulevesien käsittely rakennetussa ympäristössä on noussut vahvasti esille viime vuosina. Hautausmaat ovat osittain jääneet tästä kehityksestä jälkeen. Myös hautausmaiden suunnittelussa olisi tärkeää huomioida hulevesien käsittelylle asetetut uudet vaatimukset. Hulevedet tulisi käsitellä mahdollisimman lähellä syntypaikkaansa. Tavoite on erityisen haastava hautausmaalla jossa pyritään tehokkaaseen kuivatukseen.

Luonto voi toimia oppaana huleveden joustavaan käsittelyyn. Osa vedestä imeytyy tehokkaasti kasvipeitteiseen maahan ja osa siirtyy pintavaluntana maaston alimpiin pisteisiin. Lammikoitumisalueilla vesi viipyy pitkään samalla haihtuen ilmaan, imeytyen maahan ja puhdistuen kiintoaineksesta sekä ravinteista. Tätä samaa mallia soveltaen on mahdollista suunnitella rakennetuille alueille huleveden monipuolisia käsittelytapoja.

Nykyaikainen hautausmaarakentaminen käsittää monenlaisia maarakenteita, joilla vaikutetaan voimakkaasti veden luontaiseen kiertoon. Hyvällä suunnittelulla on mahdollista vähentää maanrakentamisen negatiivisia vaikutuksia ja samalla parantaa veden viipymistä alueella, rakenteiden kuivatusta vaarantamatta. Vanhoilla hiekkahautausmailla huleveden imeytymisen ja viipymisen on luontaisesti kunnossa. Uusia hautausmaita rakennetaan yhä useammin tiivispohjaisille pelloille/täyttömmaille ja silloin hulevesien käsittelyn haasteet kasvavat.

Laukaan hautausmaan hulevesiratkaisuna on perinteinen viemärointi. Sitä täydentämään on opinnäytetyönä suunniteltu imeytyspainanne ja kosteikko. Imeytyspainanne sijaitsee hautausmaan sisällä ja on esimerkki siitä kuinka kyseinen rakenne voidaan suunnitella kapealle viherkaistalle. Painanteeseen ohjataan ylivuotokaivojen kautta viemäritulvan virtaamahiippu. Siihen varastoitunut vesi imeytyy hitaasti pohjan läpi salaojaan joka on liitetty hautausmaan salaojaverkostoon. Imeytyspainanteen ehdottomana edellytyksenä on painanteen pohjalle upotettu imeytyssalaoja ja vettä läpäisemätön pohjamaa. Tällä varmistetaan, ettei lähialueen hautoihin imeydy painanteen hulevettä.

Suunniteltu kosteikko sijaitsee rantavyöhykkeellä hulevesiviemäroinnin purkuputkien jatkeena. Se kerää hautausmaan ja kompostikentän kaikki hulevedet. Kosteikko varastoi, viivyttää, haihduttaa ja puhdistaa hulevettä. Mitoitussateen aikana valuma-alueelta kertyvä vesimäärä mahtuu kosteikkoaltaaseen hyvin. Suhteessa valuma-alueeseen sen koko ei kuitenkaan riitä ravinteiden kunnolliseen puhdistamiseen. Sateiden välissä kosteikon vedenpinta laskee haihtumisen seurauksena ja altaaseen muodostuu varastotilaa seuraavalle hulevesipulssille. Sateisina jaksoina kosteikon varastointikapasiteetti ei todennäköisesti riitä ja silloin ulosvirtausta hidastetaan patopenkereeseen asennetun purkuputken avulla. Ylitulvimisen varalle penkereen reunaan on muotoiltu ylivuotopainanne. Imeytyspainanteen ja kosteikon avulla päästään lähemmäs valuma-alueen luontaista ulosvirtaamaa. Huleveden laatua pystytään parantamaan merkittävästi kiintoaineksen osalta ja välttävästi ravinteiden osalta.

Neljäntenä osana opinnäytetyötä on kysely hulevesistä. Kymmenen seurakunnan hautausmaavastaavilta kysyttiin hautausmaiden hulevesien käsittelystä. Kyselyn hautausmailla yleisin hulevesien käsittelytapa on perinteinen viemärointi. Se on rakennettu kattavana 40 %:ssa hautausmaista ja 30 %:ssa hautausmaista on viemäroinnin osuus vielä noin puolet. Viimeinen kolmannes hautausmaista on viemäroity vähän tai ei juuri lainkaan. Tulvimista kevään ja kesän valumahuippuina esiintyi puolessa hautausmaista, mutta rankkasateita huomioivia tai hyödyntäviä hulevesirakenteita oli rakennettu vain 20 %:ssa hautausmaista. Kysyttäessä onnistuneita hulevesirakenteita niitä ei juurikaan osattu nimetä. Kertoisiko tämä siitä että hautausmaille olisi tarvetta saada uusia tapoja hyödyntää ja käsitellä hulevesiä. Sademäärien ennustettua lisääntymistä ei pidetty kovin merkittävänä uhkana hautausmaiden hulevesien hallinnalle, mutta hulevesien käsittelystä oltiin kiinnostuneita saamaan lisää tietoa.

Yleisesti voidaan todeta että nurmipintaisina hautausmaa- osastot imevät ja pidättäviä hulevettä maaperään hyvin. Vaikka maahan imeytynyt vesi kuivatetaankin salaojituksella tehokkaasti, sen viipymä on suhteellisen pitkä. Hautausmaiden suurimmat hulevesimäärät ja mahdolliset ongelmat kertyvätkin tiivispintaisilta käytäviltä ja paikoitusalueilta. Vanhojen hautausmaiden saneerauksissa voidaan hyödyntää alueen luontaista kykyä sitoa hulevettä eikä raskaita hulevesijärjestelmiä tarvita. Uusia hautausmaita suunniteltaessa olisi tärkeää huomioida riittävän suuret viherkaistat hautausosastojen välissä. Silloin näitä alueita on mahdollista hyödyntää hulevesien käsittelyssä.

Hautausmaat ovat yksi osa rakennettua viherympäristöä. Ollakseen kiinni ajassa ja kehityksessä, hautausmaille tulisi saada hyviä esimerkkejä monipuolisista huleveden käsittelytavoista. Mahdollisuuksia on monia kuten: vettä pidättävän kasvualustakerroksen kasvattaminen, hulevesien viivytttäminen, imeyttäminen ja erilaiset vesiaiheet. Hulevedet tulisi nähdä mahdollisuutena. Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena onkin ollut esitellä erilaisia hulevesien käsittelytapoja hautausmaaympäristössä.

LÄHTEET

Ahponen, H. 2003. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa Teknillinen korkeakoulu. Rakennus ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö. <http://www.water.tkk.fi/wr/tutkimus/thesis/Ahponen2003.pdf>

Eskola, R. & Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa ympäristössä. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Infra RYL 2009 osa 1. Rakennustieto Oy.

Infra RYL 2010 osa 1. Rakennustieto Oy.

Kadunrakennuksen tekniset ohjeet Katu 2002. Suomen kuntatekniikan yhdistys ry.

Korhonen, M. 2009. Hautausmaarakentaminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Opinnäytetyö.

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla Osa 2. Espoo: Teknillinen korkeakoulu. <http://www.water.tkk.fi/wr/tutkimus/julkaisut/TKK-VTR-8.pdf>

Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P., & Äijö, H. 2009. Maan vesi- ja ravinnetalous. Salaojayhdistys ry.

Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas MaKu 2001. Rakennustieto Oy.

Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126 – 2009. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

Rankkasateet ja taajamatulvat RATU. Suomen ympäristö 31/2008. Suomen ympäristökeskus 2008. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94948&lan=fi>

Maan vesi- ja ravinnetalous 2009. Salaojayhdistys ry.

Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje Kuopion kaupunki 2007. Suunnittelukeskus Oy. [http://w3.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/\\$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement](http://w3.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement)

Liittäminen vesihuoltolaitoksen verkostoon ja vesihuollon hoitaminen. Vesihuoltolaki 3 luku 10 § 2001/119. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Wittgren H. 1994, Våtmarker som behandlingsmetod för avloppsvatten och dagvatten. Kunskapssyntes och utredning om forskningsbehov.

Naturvårdsverket Rapport 4365. Solna: Swedish Environmental Protection Agency.

Uotila, J. 24.10.2011. Hautahiekka. Vastaanottaja Jyrki Halinen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 27.2. 2011.

Uotila, J. 25.10.2011. Vesimäärät. Vastaanottaja Jyrki Halinen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 28.2. 2011.

Eskola, R. 14.5.2012. Hautahiekka. Vastaanottaja Jyrki Halinen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 18.5. 2012.

Historia. Viitattu 10.9. 2011

<http://www.laukaasrk.fi/fin/tilat/perustietoja/yleisesittely/?id=54>

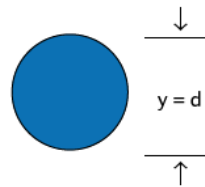
Kasvit. Viitattu 16.5. 2012 <http://www.salaojakeskus.fi/pdf/kosteikot.pdf>

Kivi, O. 2011. Ylipuutarhuri. Jyväskylän seurakunta. Puhelinkeskustelu 14.2.2011.

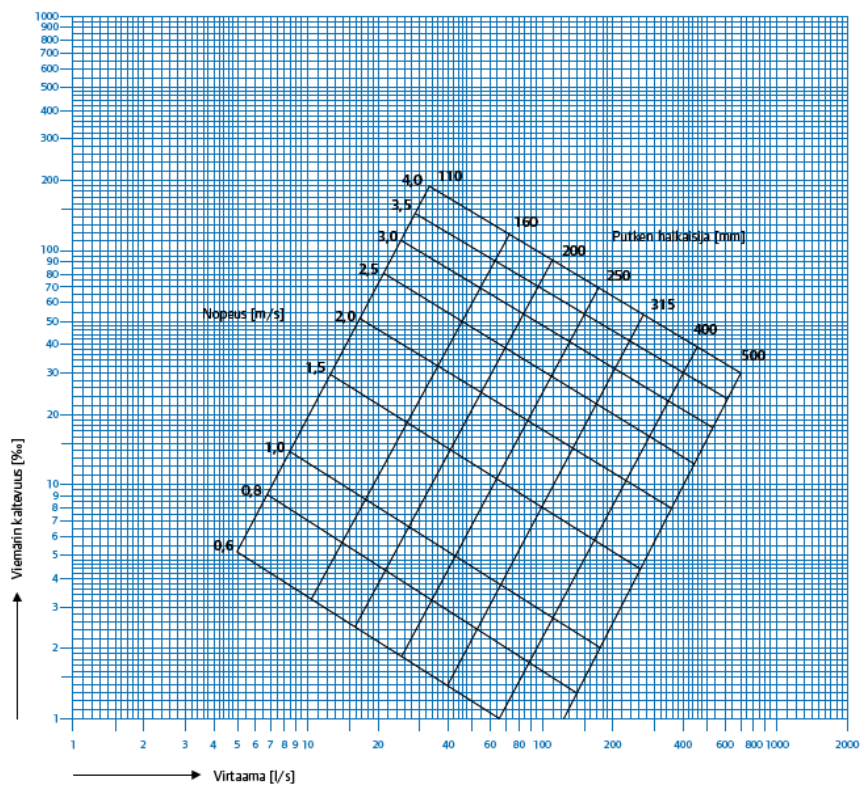
MITOITUSTAULUKKO

Mitoitusnomogrammi täysille PVC-putkistoille, joiden rengasjäykkyys on SN 8.

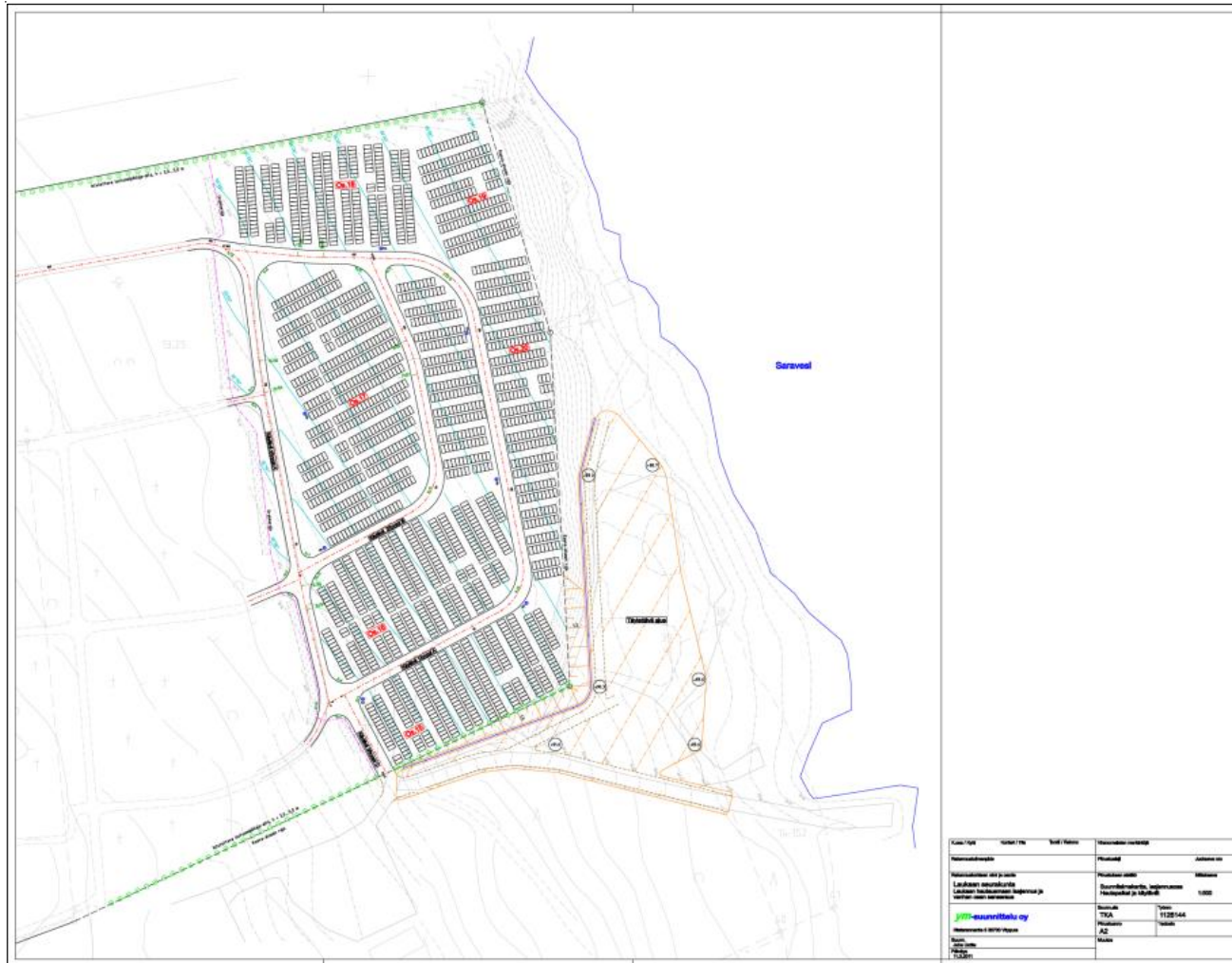
Nomogrammi on graafinen esitys Colebrook-Whiten kaavasta.



y = vedenpinnan korkeus
 d = sisähalkaisija
 Karheuskerroin $k = 0,00025$ m
 Täyttösuhde $y/d = 1,0$



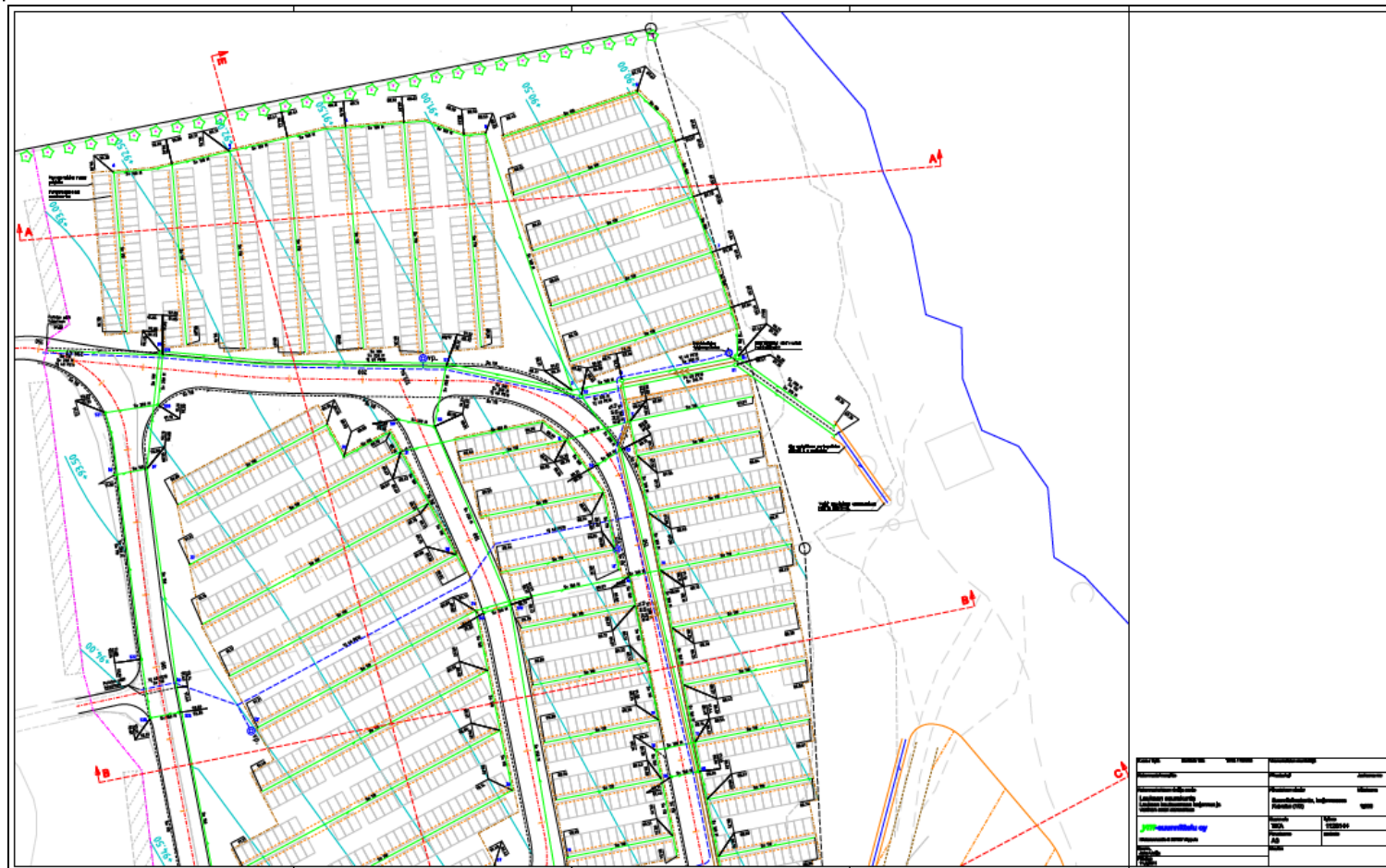
SUUNNITELMAKARTTA LAAJENNUSOSAN HAUTAPAIKAT JA KÄYTÄVÄT



KAIVOKORTTI S 14

Kaivo nro S14		Putki- laatu	Halkaisija	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaltevuus cm/m	
X 6923851.88		Poisto	Muovi M	250	0	0	5.2
Y 3446783.75		Tulp 1	Muovi M	250	0	108	2.3
Z kansi 94.73		Tulp 2					
Korkeus 1.80		Tulp 3					
Ulkohalk. 560							
Materiaali Muovi	Vesitukko <input type="checkbox"/> Ei vesitukkoa <input checked="" type="checkbox"/> Huuhteluputki <input type="checkbox"/>	Korkeuden lisäksi Hiekkapesä <input checked="" type="checkbox"/> 50 cm					
Tyyppi Sadevesi	Ilman teleskoopilla <input type="checkbox"/> Teleskoopilla <input checked="" type="checkbox"/> Umpikansi <input type="checkbox"/>	RST-hattu, kahvallinen <input type="checkbox"/> Säätöputki 0.8m <input type="checkbox"/> Riifäkansi <input checked="" type="checkbox"/>					
		Ilman kahvaa <input checked="" type="checkbox"/> 25 t <input type="checkbox"/> 40 t <input type="checkbox"/>					

SUUNNITELMAKARTTA LAAJENNUSOSAN KUIVATUS 1



LAAJENNUSALUEEN MAALAJIN RAKEISUUSKÄYRÄ

VILJAVUUSPALVELU OY

PL 500 (Graanitie 7), 50101 MIKKELI s-posti: neuvonta@viljavuuspalvelu.fi

**VIHERRAKENNUS-
MAA-ANALYYSI**

Tilausnumero: **11050007**

Näyttenumero: **1**

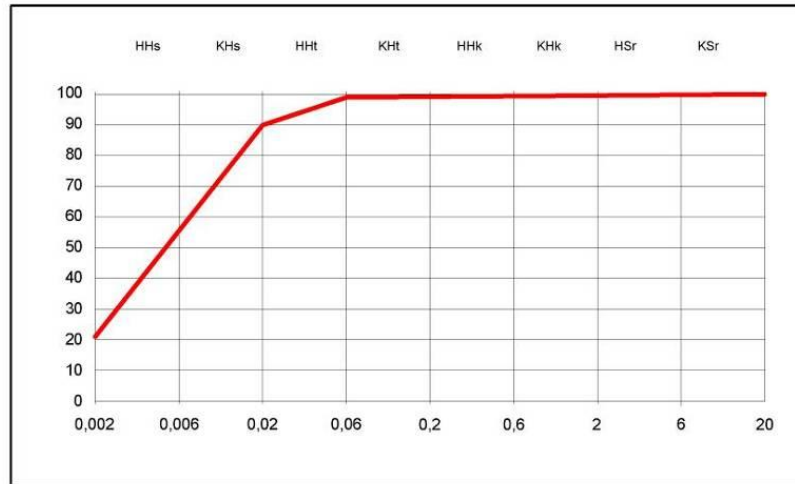
Asiakkaan tunniste:

1

MEKAANINEN MAA-ANALYYSI

Lajite/läpimitta, mm	Lajitekoostumus, %
Muut yhteensä /yli 20,0 mm	0
Karkea sora (KSr)/6,0 mm-20,0 mm	0
Hieno sora (HSr)/2,0 mm-6,0 mm	0
Karkea hiekka (KHk)/0,6 mm-2,0 mm	0
Hieno hiekka (HHk)/0,2 mm-0,6 mm	0
Karkea hieta (KHt)/0,06 mm-0,2 mm	1
Hieno hieta (HHt)/0,02 mm-0,06 mm	9
Karkea hiesu (KHs)/0,006 mm-0,02 mm	36
Hieno hiesu (HHs)/0,002 mm-0,006 mm	33
Saves (S)/alle 0,002 mm	21
Kaikki yhteensä	100

MEKAANISEN MAA-ANALYYSIN RAKEISUUSKÄYRÄ

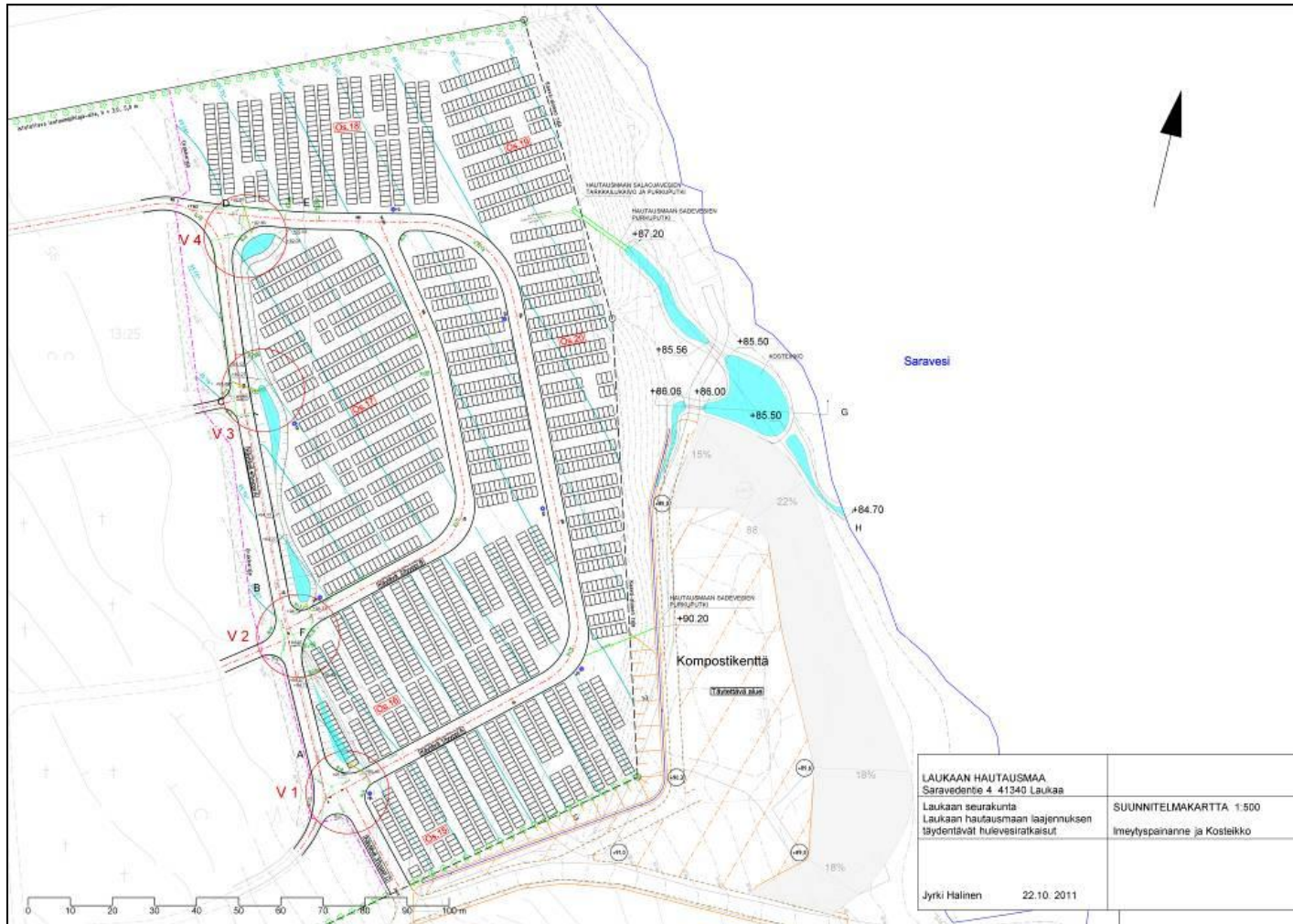


— Maa-analyysin tulos

Menetelmä: Elonen, P. 1971. Particle-size analysis of soil.

Tulkinta: Viherympäristöilön kasvualustatyöryhmän suositukset, 2009.

IMEYTYSKAPASISUUDEN YLIVUOTOKAIVOT LAUKAAN HAUTAUSMAA



KYSELYLOMAKE

Haastattelu hulevesistä (sade- ja sulamisvedet)

Haastattelu liittyy Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyöhön, *hulevesien hallinta hautausmaalla*.

Tarkoituksena on selvittää mitä eri hulevesimenetelmiä hautausmailla on käytössä ja ovatko ne riittäviä. Samalla kartoitetaan onko tarvetta saada lisää tietoa hulevesien erilaisista käsittelymenetelmistä.

Toteutustapana on puhelinhaastattelu kymmenelle seurakuntapuutarhurille.

Kysymykset:

1. Minkä suuruinen osa hautausmaiden hulevesistä on suoran viemäroinnin piirissä?

0 -100 %

2. Esiintyykö hautausmailla hulevesien tulvimista kevään ja kesän valumahuippuina?

Kyllä, mistä se johtuu

Ei

3. Onko hautausmaan hulevesijärjestelmässä huomioitu rankkasateiden aiheuttamat tulvahuiput esim. tulvapuro, tulvapainanne, viivytyssallas, ylivuotokaivo?

Kyllä, millä tavoin

Ei mitenkään

4. Tuleeko teille mieleen jokin erityisen onnistunut hulevesiratkaisu hautausmaaympäristössä?

5. Pidättekö sademäärien lisääntymistä merkittävänä uhkana hautausmaan hulevesien hallinnalle?

Kyllä / Ei

6. Oletteko kiinnostuneet saamaan lisää tietoa hulevesien hallinnasta?

Kyllä / Ei

7. Muuta kommentoitavaa?

