

VARIKKOJEN PÄÄLLYSRAKEN- TEIDEN SUUNNITTELU

Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskus

Katja Rantanen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

RANTANEN, KATJA
Varikkojen päällysrakenteiden suunnittelu
Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskus

Opinnäytetyö 59 sivua, josta liitteitä 11 sivua
Toukokuu 2012

Tämän oppinäytetyön tavoitteena oli tehdä päällysrakennesuunnitelma ja suuntaantava kustannusarvio Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen varikkoalueille. Varikkoalueiden päällystämistarve johtuu alueen ympäristöluvassa annetuista määräyksistä pohjavedensuojelua varten sekä alueen yleisestä kehittämistarpeesta.

Aineistoa päällysrakennesuunnitelman tekemiseen on saatavilla runsaasti. Tässä opinnäytetyössä on esitetty suunnitteluvaiheiden ja -menetelmien yleiset pääpiirteet sekä kohteen suunnitelma mahdollisimman kattavasti.

Varikkoalueiden päällystämisen yhteydessä tulee rakentaa alueille myös kuivatusjärjestelmät. Ison päällystetyn alueen kuivatus toteutetaan yleensä taite- tai suppilokuivatuksena sadevesikaivoilla ja -viemäreillä. Kuivatusvedet alueelta tulee johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle. Tästä työstä kuivatuksen suunnittelu rajattiin pois. Ennen alueen rakentamista tulee kuivatus kuitenkin suunnitella ja toteuttaa varikkoalueiden päällystämisen yhteydessä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering
Option of Civil Engineering

KATJA RANTANEN

Planning of superstructure of the pit area
Aviation and motorsport centre of Teisko

Bachelor's thesis 59 pages, appendices 11 pages
May 2012

The purpose of this thesis was to design superstructure and make a directional budget of a pit area for aviation and motorsport centre of Teisko. Necessity for paving comes from environment permit where is imposed inter alia about protection of ground water and also general need for improving the area.

Material for making a planning of a superstructure is widely available. General features of planning periods and methods are suggested in this thesis. Design of the pit area is presented comprehensively.

Was also purpose to attach ground water protection plan, dewatering plan and oil prevention plan to this thesis. This was not possible because situation at client changed and the plans were not ordered. Aforesaid plans must be done before constructing the area.

Key words: superstructure, yard, planning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ESITTELY JA RAJAUKSET	6
	2.1 Hankkeen esittely.....	6
	2.2 Tavoitteet ja rajaukset.....	8
	2.3 Tutkimusmenetelmät ja suunnitteluperiaatteet	10
3	NYKYTILANNE	11
	3.1 Alueen nykytilan kartoitus.....	11
	3.2 Maaperätutkimukset ja niiden käsittely	13
4	PÄÄLLYSRAKENTEEN SUUNNITTELUN PERIAATTEET.....	16
	4.1 Yleistä suunnittelusta.....	16
	4.2 Piharakenteiden mitoituksen vaiheet	19
	4.3 Kantavuusmitoitus	19
	4.4 Routamitoitus.....	23
5	VARIKKOALUEIDEN SUUNNITELMA	32
	5.1 Yleistä	32
	5.2 Päällysrakenteet	32
	5.3 Kuivatus	34
	5.4 Kustannusarvio	37
	5.5 Työohjeet	39
	5.5.1 Alustavat työt	39
	5.5.2 Salaojat.....	41
	5.5.3 Maakaivannot.....	42
	5.5.4 Asennusalusta, alku- ja lopputyöt	43
	5.5.5 Jakava ja kantava kerros.....	44
	5.5.6 Asfalttipäällyste	44
	5.6 Muut suunnitelmat	45
6	POHDINTA.....	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	48
	Liite 1. Kartta koekuoppien sijainnista.....	48
	Liite 2. Koekuoppakortit	49
	Liite 3. Koekuoppien tutkimusselostukset	53

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella Tampereen Kaanaassa sijaitsevalle Teiskon moottoriurheilukeskuksen varikkoalueille asfalttipäällyste alusrakenteineen ja yhdistää työ ulkopuolisiin hulevesi- sekä pohjavedensuojelusuunnitelmiin sekä tehdä työstä suuntaa-antava kustannusarvio.

Työn on tilannut Tampereen kaupungin kiinteistötoimi syksyllä 2011 osana laajempaa TIMOKE -hanketta.

2 ESITTELY JA RAJAUKSET

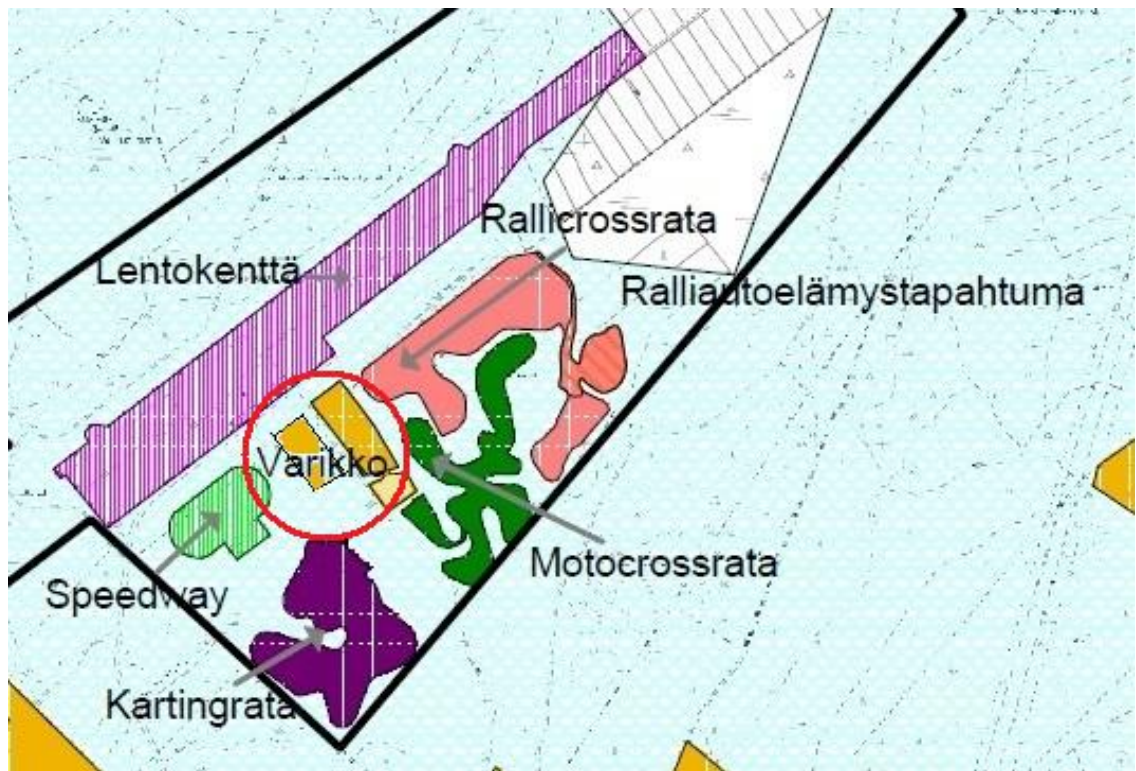
2.1 Hankkeen esittely

Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskus sijaitsee Kaanaassa, noin 50 km Tampereen keskustasta, osoitteessa Moottorikeskuksentie 229. Sijainti on esitetty kuviossa 1, varikkojen sijainti alueella on esitetty kuviossa 2.

Alueella on pienkonekenttä, rallisprinttoimintaa sekä karting-, motocross-, ralli-cross- ja speedwayrata, jotka näkyvät kuviossa 2. Talvisaikaan motocrossrata on kelkkacrosskäytössä. Alueella on järjestetty Jukolan viesti vuosina 1986 ja 2008. (Sysilampi 2011, 5.)



KUVIO 1. Teiskon ilmailu- ja moottorikeskuksen sijainti.



KUVIO 2. Varikkojen sijainti alueella.

Teiskon ilmailu- ja moottorikeskuksen kehittämishanke, eli TIMOKE-hanke, on merkittävä kärkehankkeeksi Tampereen kaupungin maaseutuohjelma 2020:een, joka hyväksyttiin kaupunginhallituksessa 14.2.2011. Hankkeen tavoitteeksi asetettiin Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen kehittäminen alansa näkyvimmäksi toimijaksi Suomessa sekä Maisansalon kehittäminen suunnitelmallisesti. Lisäksi tavoitteena on vahvistaa Tampereen maaseutumatkailun profiilia, kehittää alueen matkailua, mukaan lukien talvimatkailu, sekä parantaa matkailupalveluiden käyttöasetta. (Palmolahti 2011, 19; Sysilampi 2011, 3.)

Aluetta on pyritty kehittämään ennenkin. Vuonna 1984 laadittiin Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen yleissuunnitelma ja sitä seurasi Tamring-hanke vuonna 1990. Tamring-hankkeen tavoitteena oli kansainväliset mitat täyttävän Tampereen moottoriurheilukeskuksen rakentaminen Kaanaaseen. Alueen kehittämistä varten valmisteltiin suunnitteluryhmän perustamista, johon toivottiin mukaan autourheiluseuroja koko maakunnan alueelta. Asia ei kuitenkaan koskaan edistynyt ajatusastetta pidemmälle. Uusien ympäristölupien ehtojen mukaan alueelle on tehtävä muutamien seuraavien vuosien aikana toimenpiteitä, joten samalla käynnistettiin myös alueen laajempi kehittäminen. (Sysilampi 2011, 3.)

Keskeisiä ongelmia nykytilassa ovat mm.

- ratojen ja rakennusten huono kunto
- ratojen ja katsomoalueiden turvallisuus
- kunnollisten huoltorakennusten ja sosiaalitilojen puute
- selkeän päärakennuksen / sisääntuloalueen puute
- opastusjärjestelmän puute
- alueen valvonta.

Lisäksi huomiota halutaan kiinnittää vesi- ja jätevesihuoltoon, alueen sähköverkkoon sekä pohjaveden suojeluun. Tavoitteena on myös kehittää alueen talvikäyttöä.

(Sysilampi 2011, 8-9.)

Mahdollisuuksia alueen kehittämiseksi ovat mm.

- liukkaan kelin ajoharjoitteluradan rakentaminen, myös raskaan kaluston käyttöön
- uuden päärakennuksen rakentaminen
- speedway-radan kunnostaminen tai muuttaminen esim. uudeksi parkkialueeksi
- ilmailutoiminnan laajentaminen ja kehittäminen
- liikunta-, urheilu- ja harrastusmahdollisuuksien kehittäminen
- puitteet suurtapahtumien järjestämiselle
- retkeily- ja virkistyskäytön kehittäminen.

(Sysilampi 2011, 10–12.)

2.2 Tavoitteet ja rajaukset

Rajaukset

Työhön kuuluu suunnitella pää- ja varavarikkoalueen, sekä niiden välisen tien, päällystys ja tehdä työlle kustannusarvio. Työhön yhdistetään erilliset pohjavedensuojelu- sekä hulevesisuunnitelmat, jotka on tarkoitus tilata Rambollilta, eivätkä ne siis kuulu tämän opinnäytetyön työsisältöön.

Tavoitteet

Varikkoalueiden päällystämistarve johtuu Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen ympäristöluvissa esitetyistä vaatimuksista. (Muistio ympäristöluvien velvoitteista 2011, 2.)

Ajoneuvoja saa huoltaa ja tankata vain sitä varten rakennetulla asfaltoidulla tai betonoidulla alueella. Huolto- ja tankkausalueen pintavedet tulee pintakallistuksin johtaa öljynerottimeen ja sieltä edelleen tiiviissä putkessa pohjavesialueen ulkopuolelle. Öljynerotin on varustettava hälyttimellä. Öljynerottimesta tulevia vesiä ei saa johtaa maasuodattimeen. Öljynerotuskaivo tulee tarkistaa vähintään kahdesti vuodessa ja tarvittaessa tyhjentää. Suunnitelma huolto- ja tankkausalueesta on toimitettava hyväksyttäväksi Tampereen kaupungin ympäristöpalveluihin vuoden kuluessa lainvoimaisesta lupapäätöksestä. (21.1.2012) Huolto- ja tankkausalueen rakentaminen tulee toteuttaa kahden vuoden kuluessa lainvoimaisesta lupapäätöksestä. (21.1.2013) Huoltojen aikana tulee ajoneuvojen alla käyttää huoltomattoja.

Myös pohjavesien suojelutarve esitetään ympäristöluvassa. (Muistio ympäristöluvien velvoitteista 2011, 5.)

Lupamääräyksissä on annettu yhteisiä velvoitteita toiminnanharjoittajille.

Hakijan [Tampereen kaupungin liikuntapalvelut] tulee osallistua alueen pohjavesien tarkkailuun. Tarkkailun aloittamista varten hakijan tulee laatia yhteistyössä alueen kaikkien maaperän ja pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimijoiden kanssa luvanhakijoiden toiminta-alueet kattava pohjavesiselvitys sekä riskinarvioinnin sisältävä pohjavesien suojelu- ja tarkkailusuunnitelma. Pohjavesiselvitys tulee tehdä Tampereen kaupungin ympäristöpalveluiden kanssa sovittavalla tavalla. Suojelu- ja tarkkailusuunnitelma tulee esittää Tampereen kaupungin ympäristöpalveluitten hyväksyttäväksi viimeistään vuoden kuluessa lainvoimaisesta lupapäätöksestä.

Pohjavesiselvitys on laadittu Ramboll Oy:n toimesta talven 2011–2012 aikana.

2.3 Tutkimusmenetelmät ja suunnitteluperiaatteet

Rakenteiden suunnittelemiseksi on alueella tehty pohjatutkimuksia syksyllä 2011.

Lisäksi on hyödynnetty alueelta jo aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia.

Päällysrakenteen suunnittelussa käytetään Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n sekä Liikenneviraston julkaisuja.

3 NYKYTILANNE

3.1 Alueen nykytilan kartoitus

Varikkoalueet sekä niiden välinen tie ovat tällä hetkellä sorapintaisia (kuvat 1 ja 2). Varikkojen ja tien alueella ei ole aikaisemmin tehty pohjatutkimuksia. Lentokentän (kuva 3) ja sen suunnitellun laajennuksen alueella on tehty kairauksia maaperän laadun selvittämiseksi.



KUVA 1. Varikkojen välinen tie ja varavarikko. Syksy 2011.



KUVA 2. Varsinainen varikko, sisäänkäynti. Syksy 2011.



KUVA 3. Lentokenttä laajennusvarauksen päästä. Syksy 2011.

Lisäksi alueella on tehty nykytilan maastokatselmus sekä maastomallimittaus syksyllä 2011.

Varikkojen alueella ei nykyisin ole kuivatusjärjestelmää, vaan sadevedet imeytyvät maahan tai valuvat avo-ojiin (kuva 4).



KUVA 4. Avo-oja varikkoalueen päässä. Syksy 2011.

3.2 Maaperätutkimukset ja niiden käsittely

Loppuvuodesta 2011 varikkoalueilla tehtiin Rambollin toimesta maaperätutkimuksia kaivamalla koekuoppia. Tavallisesti kantavuutta mitattaisiin levykuormituskokeella, mutta tässä tapauksessa se ei tullut kysymykseen maan ollessa jo roudassa.

Koekuoppia kaivettiin kolme (kuvat 5-7) ja niistä määritettiin maalaji, rakeisuudet sekä vesipitoisuudet. Lisäksi alueen pinnanmuodoista on tehty maastomalli⁽¹⁾ kuivatussuunnitelman tekemiseksi.



KUVA 5. Koekuoppa 1. (Ramboll 19.12.2011)



KUVA 6. Koekuoppa 2. (Ramboll 19.12.2011)



KUVA 7. Koekuoppa 3. (Ramboll 19.12.2011)

Kartta koekuoppien sijainnista (liite 1), koekuoppakortit (liite 2) sekä tutkimusllostukset (liite 3) ovat tämän opinnäytetyön liitteenä.

(1) Maastomalli on mittaamalla saatua tietoa pinnanmuodoista avaruuskoordinaatistoon sijoitettuna. Malli ei aina täysin vastaa todellista maastoa, koska se koostuu mittaustuloksista koostuvista viivoista, ei pinnoista. (Digitaalinen maastomalli, Wikipedia 2012.)

4 PÄÄLLYSRAKENTEEN SUUNNITTELUN PERIAATTEET

4.1 Yleistä suunnittelusta

Yleisesti suunnitteluvaiheen alussa hankitaan piha-alueesta kaikki tarpeelliset lähtötiedot, kuten:

- Ilmakuvat ja peruskartat.
- Maaperäkartat.
- Alueelliset putkijohto- yms. kartat.
- Aikaisemmin kohteessa tai sen läheisyydessä tehtyjen pohjatutkimuksien tiedot.
- Alueen nykyisten rakennusten, pihojen, teiden ja muiden rakenteiden suunnitelmat.
- Voimassaolevat asemakaavat, maankäyttösuunnitelmat ja muut tiedot.

Olemassa olevan aineiston pohjalta laaditaan tarvittaessa pohjatutkimussuunnitelma ja tehdään tarvittavat tutkimukset. Rakennettavasta piha-alueesta tehdään maastomalli maastomittausten aineiston perusteella. (RIL 234-2007, 28-39.)

Pohjatutkimuksilla selvittävät asiat on esitetty taulukossa 1 ja yleisimmät kairausmenetelmät taulukossa 2.

TAULUKKO 1. Pohjatutkimuksilla selvittävät asiat eri rakenteiden kohdalla. (RIL 234-2007, 31.)

Selvitettävä asia	Rakennukset			Putkijohtolinjat			Piha- ja liikennealue		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Maalajit	A	A	A	A	A	A	A	L	L
Kerrosrajat	A	A	A	A	L	L	J	L	
Humus/turvekerroksen paksuus	A	A	A	A	L	L	A	A	A
Kuivakuorikerroksen paksuus	A			A			A		
Pohjavedenpinta	A	A	J	A	A		L	J	
Maakerrosten tiiveys	A	A	A	A	L	L	L	L	L
Maakerrosten kokoonpuromin.	A	J	J	A			J		
Maakerrosten lujuusominaisuus	A	A	J	A			J		
Maakerrosten routivuus	A	A	A	A		A	A	A	A
Maakerrosten vedenläpäisevyys	J	J	J	J	J			J	
Kalliopinnan sijainti	J	J	J	J		A			J
Kallion laatu	J	J	J						

I Hienorakenteisten ja eloperäisten maakerrosten alue (savi, siltti, lieju, turve)
 II Karkearakeisten maakerrosten alue (hiekkä, sora, moreeni)
 III Kallioinen alue, kallion pinta lähellä perustamissyvyyttä
 A Selvitys aina J Selvitys joskus tarpeen L Likimääräinen selvitys

TAULUKKO 2. Yleisimmät Suomessa käytössä olevat kairausmenetelmät. (RIL 234-2007, 31.)

Kairausmenetelmät	Selvitettävä asia							
	Kallion pinnan sijainti	Tiiviin pohjakerroksen sijainti	Tiiviydeltään erilaisten maakerrosten rajat	Maakerrosten lujuus ikimäärin	Maakerrosten lujuus tarkasti	Maakerrosten tiiviyys ikimäärin	Maalajiryhmä	Lyöntipaaluupituuden arviointi
Painokairaus	o	X	X	o		X	X	o
Heijarikairaus	o	X	o	o		X	o	X
Puristinkairaus		o	X	X		X	X	o
Puristin-heijarikairaus	o	X	X	X		X	X	X
Siipikairaus					X			
Tärykairaus	o	X					o	o
Porakonekairaus	X	o						

X Kairausmenetelmän pääasiallinen tarkoitus
o Kairausmenetelmän toissijainen käyttötarkoitus tai tarkkuus heikko

Pihan rakenteet mitoitetaan siten, että rakenne kestää pihan käyttötarkoituksen mukaiset (taulukko 3) kuormitukset sekä alusrakenteen routaliikkeiden ja painumien sille aiheuttamat rasitukset. Alusrakenteen (luonnollinen tai käsitelty maapohja) ja päällysrakennekerrosten on täytettävä pihalle valitulle laatuluokalle asetetut vaatimukset (taulukko 4). (RIL 234–2007, 33.)

TAULUKKO 3. Pihan aluetyypit. (RIL 234–2007, 27.)

Pihan aluetyyppi	Kuvaus
4	Raskaalle ajoneuvoliikenteelle tarkoitettut liike- ja teollisuusrakennusten lastauspihat, kulkutiet ja varastoalueet.
3	Henkilöliikenteelle tarkoitettut piha- ja paikoitusalueet, joilla on satunnaista raskaiden ajoneuvojen liikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktoriluokan tai sitä raskaammalla puhtaanapitokalustolla.
2	Jalankululle ja oleskelulle tarkoitettut piha-alueet, joilla on poikkeuksellisesti henkilöautoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktoriluokan koneilla.
1	Pelkästään jalankulkijoille ja oleskelulle tarkoitettut piha-alueet, joilla ei ole lainkaan ajoneuvoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan käsin tai kevyillä koneilla.
K	Kasvillisuusalueet ja muut aluetyyppien 1...4 ulkopuoliset alueet.

TAULUKKO 4. Pihan laatuluokat ja vaatimukset. (RIL 234–2007, 25-26.)

Laatuluokka 1 (Piha-alueet, joissa suuret toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset)						
Päällysteen tyyppi	Aluetyyppi	Ulkonäkö	Sallittu ¹⁾ laskennallinen kokonaispainuma	Maksimi-routanousu (F 10)	Vähimmäis-vietto-kaltevuus ²⁾	Sallittu kaltevuudenmuutos painumille ja routanousuille piha-alueen liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin
Luonnonkivi-laatat	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	Mitoitetaan painumatto-maksi	Routa-liikkeitä ei sallita (F 50)	0,01...0,03	0,01
	1 ja 2				"	0,01
Ladotut betoni- tai luonnonkivi-päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	100 mm	50 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		"	"	"	0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4	Päällyste säilyy halkeilemattomana	100 mm	50 mm	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2		"	"	"	0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4	Lätäköitymistä sateella ei sallita	Vain poikkeus-tapauksissa	Vain poikkeus-tapauksissa	Vain poikkeus-tapauksissa	0,02
	1 ja 2		100 mm	50 mm	0,02...0,04	0,04
Kasvillisuus-alueet	K	Ei lätäköitymistä	300 mm	100 mm	Ei rajoitettu	0,04

Laatuluokka 2 (Muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joissa pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset)						
Päällysteen tyyppi	Aluetyyppi	Ulkonäkö	Sallittu ¹⁾ laskennallinen kokonaispainuma	Maksimi-routanousu (F 10)	Vähimmäis-vietto-kaltevuus ²⁾	Sallittu kaltevuudenmuutos painumille ja routanousuille piha-alueen liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin
Luonnonkivi-laatat	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	Käytetään vain poikkeus-tapauksissa	Käytetään vain poikkeus-tapauksissa	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2				"	0,04
Ladotut betoni- tai luonnonkivi-päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä vain vähäistä epätasaisuutta	200 mm	100 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä vähäisiä kunnossapidolla hoidettavia halkeamia	200 mm	100 mm	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4	Vähäistä lätäköitymistä sateella	200 mm	100 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Kasvillisuus-alueet	K	Vähäistä lätäköitymistä	300 mm	Ei rajoitettu	Ei rajoitettu	0,04

- 1) Jos laskennallinen painuma on >50 % sallitusta arvosta, on laskettava myös painuman aikariippuvuus.
- 2) Rakennuksen vierustalla maanpinnan kaltevuus vähintään 0,05 pois päin rakennuksesta 3 m matkalla.

4.2 Piharakenteiden mitoituksen vaiheet

1. Kantavuuden mitoitus

- Valitaan pihan aluetyyppi (taulukko 3) sekä tavoitekantavuus (taulukko 5).
- Selvitetään pohjamaan kantavuus ja sekä muut ominaisuudet (taulukko 7).
- Valitaan käytettävät päällysrakennemateriaalit ja niiden mitoitusmoduulit (taulukko 6).
- Muutetaan kerrosvahvuuksia tarvittaessa.

2. Routamitoitus

- Selvitetään pohjamaan mahdollinen routivuus ja routivuusominaisuudet
- Selvitetään sallittu routanousu pihan laatuluokkien (taulukko 4) ja päällystetyypin perusteella.
- Suunnitellaan routasuojaus, mikäli kantavuusmitoituksen perusteella valittu päällystepaksuus ei ole riittävä roudan suhteen.

3. Mahdollinen painumamitoitus.

(RIL 234–2007.)

4.3 Kantavuusmitoitus

Kuormitus

Maanrakentamisessa kuormituksella tarkoitetaan rakenteelle ja pohjamaalle aiheutuvaa rasiusta alueen tai tien käyttötarkoituksen tai liikennemäärän mukaan.

Tierakenteet mitoitetaan liikennemäärän ja liikenteen laadun avulla. Raskasliikenne aiheuttaa rasiusta tien rakenteelle, kun henkilöautojen nastarengaskulutus puolestaan aiheuttaa tien urautumista ja päällysteen ohenemista. (Pihlajamäki 2001, 3.)

Piharakenteet mitoitetaan pihan aluetyypin ja laatuluokan perusteella.

Odemarkin kuormituskestävyysmitoituksen lähtötiedoksi tarvitaan vaadittu päällystetyyppi, tavoitekantavuus, päällystekerrosten vähimmäispaksuus ja pohjamaan tai penkereen kantavuus. Kuormituskestävyysmitoitus tehdään kaavalla 1. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 32.)

$$E_P = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}} \quad (1)$$

jossa:

- E_A = mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus (MPa)
 E_P = mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus (MPa)
 E = mitoitettavan kerroksen materiaalin E -moduuli (MPa)
 h = mitoitettavan kerroksen paksuus (m)
 a = 150

Kantavuuden mitoitus tehdään Odemarkin kehittämällä laskentamenetelmällä. Pihalta vaadittava kantavuus riippuu alueen käyttötarkoituksesta. Taulukossa 5 on esitetty suositukset kantavuudelle kantavan kerroksen päältä. (RIL 234-2007, 35.)

TAULUKKO 5. Suositus pihan kantavuudelle (E_2) kantavan kerroksen päältä. (RIL 234-2007, 35.)

Pihan aluetyyppi	Kantavuus (E_2) kantavan kerroksen päältä
4	Mitoitetaan tapauskohtaisesti
3	160 MN/m ²
2	120 MN/m ²
1	70 MN/m ² ...85MN/m ²
K	Mitoitetaan tapauskohtaisesti

Edellytyksenä piharakenteiden mitoittamiselle Odemarkin menetelmällä on luotettava tieto pohjamaan kantavuudesta sekä käytettävien kerrosmateriaalien E-moduuliarvoista. Pohjamaan kantavuus voidaan määrittää esim. levykuormituskokeella, kun maa ei ole roudassa.

Katujen suunnittelussa alusrakenteen kantavuusluokitukseen käytetään taulukon 6 arvoja. Samaa kantavuusluokitusta voidaan käyttää myös pihojen päällysrakenteiden suunnittelussa.

TAULUKKO 7. Kerrosmateriaalien E-moduuliarvoja. (RIL 234-2007, 37.)

Materiaali	E-moduuli MN/m ²
Asfalttibetoni (AB, ABS)	2 500
Kevytasfalttibetoni	1 500
Kantavan kerroksen murske	200...350
Stabiloitu kantava murske	2 000...2 500
Jakavan kerroksen sora	150...280
Suodatinhiekkä	30...100

Myös päällystemateriaalien E-moduulit mitoitetaan Odemarkin menetelmällä.

Taulukossa 8 on esitetty Odemarkin mitoituksessa sidotuille rakennekerrosmateriaaleille käytettävät E-moduulit. Jos materiaalille on taulukossa esitetty useampi laatuluokka, niistä on valittava käyttöön se, jonka vaatimukset työssä pystytään minimissään täyttämään ottaen huomioon mm. käytettävä työmenetelmä, suhteitus, materiaalit, alusta ja olosuhteet. (Tietoa tiensuunnitteluun nro 71D 2005, 2.)

TAULUKKO 8. Materiaalin E-moduulin määrittäminen. (Tietoa tiensuunnitteluun nro 71D 2005, 2.)

Materiaali ja laatu-luokka	Lyhenne	E, MPa ¹⁾	Huomautukset ²⁾
Asfalttibetoni	AB	2500	
Pehmeä asfalttibetoni	PAB-B	1650	
Pehmeä asfalttibetoni	PAB-V	1400	
Kantavan kerroksen asfalttibetoni	ABK	2500	
Remixerstabilointi 1	REST 1	900 $E_A \geq 70, n=13$	Laiha tai paksu (140...200 mm)
Remixerstabilointi 2	REST 2	1250 $E_A \geq 70, n=18$	Normaali
Komposiittistabilointi 1	KOST 1	900 $E_A \geq 70, n=13$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Komposiittistabilointi 2	KOST 2	1250 $E_A \geq 70, n=18$	Normaali
Vaahto-bitumistabilointi 1	VBST 1	700 $E_A \geq 70, n=10$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Vaahto-bitumistabilointi 2	VBST 2	1050 $E_A \geq 70, n=15$	Normaali
Bitumiemulsiostabilointi 1	BEST 1	700 $E_A \geq 70, n=10$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Bitumiemulsiostabilointi 2	BEST 2	1050 $E_A \geq 70, n=15$	Normaali
Masuunihiekkastabilointi 1	MHST 1	600 $E_A \geq 80, n=7,5$	28d:n puristuslujuus $\geq 1,5$ MPa
Masuunihiekkastabilointi 2	MHST 2	1200 $E_A \geq 80, n=15$	Sementillä tai kalkilla aktivoitu, 28 d:n puristuslujuus $\geq 2,5$ MPa
Sementtistabilointi 1	SST 1	1500 $E_A \geq 80, n=18$	7 d:n puristuslujuus ≥ 3 MPa
Sementtistabilointi 2	SST 2	3500 $E_A \geq 100, n=35$	7 d:n puristuslujuus ≥ 5 MPa

1) E = Rakenteen mitoituksessa käytettävä materiaalin E-moduulin (MPa) taulukkoarvo (enimmäisarvo). E_A = Stabilointikerroksen alustan laskennallinen (Odemark) minimikantavuusvaatimus (MPa), joka on edellytyksenä stabilointikerroksen hyvälle tiivistymiselle, lujittumiselle ja kestävyydelle. Jos $E/E_A > n$, moduulina käytetään enimmäisarvon sijasta arvoa $n \times E_A$.

2) Laiha = Bitumipitoisuus 1 prosenttiyksikön pienempi kuin kokemukseräisessä suhteituksessa vähintään osuuden joka toisessa näytteessä, mutta routimaton.

Paksu = Kerralla tehtävän kerroksen paksuus suluissa esitetyn mukainen.

Normaali = Stabilointiohjeen mukainen sideainepitoisuus, paksuus pienempi kuin tapauksessa 'Paksu'.

4.4 Routamitoitus

Tien tai pihan pinnan routanousulle esitetään laskennallinen vaatimus. Todellisen routanousuun (mittaukseen) perustuvaa laatuvaatimusta ei voida esittää, koska mahdollinen

alimitoitus ei aina tulisi näkyviin takuuajan mittauksissa. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 40.)

Sekalaatuisissa (epätasalaatuisissa) oloissa routanoususta tulee epätasaista ja lohkaressella paikalla epätasaisuuksista tulee pysyviä. Tästä syystä sekalaatuisella pohjamaalla sallitaan pienempi routanousu kuin tasalaatuisella.

Tasalaatuisella pohjalla routanousu on tasaista. Suuri routanousu tai sen epätasainen sulaminen aiheuttaa kuitenkin toistuessaan aina pysyvää epätasaisuutta ja halkeamia.

(Tierakenteen suunnittelu 2004, 40.)

Kokonaan routimattomista materiaaleista rakennettavan tierakenteen laskennallinen routanousu (RN_{lask}) saadaan kaavalla 2. Jos rakenteessa käytetään lievästi routivia materiaaleja, routanousu lasketaan kaavalla 3 (esimerkiksi moreenimurske jakavassa kerroksessa tai lievästi routiva suodatinhiekkä). Kaavassa 3 routiva kerros (alaindeksi rva) esiintyy kahdessa kohdassa, rakennekerroksena ja kerroksen routanousu-termissä kaavan lopussa. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 42.)

$$RN_{lask} = (S - a_1 \cdot R_1 - a_2 \cdot R_2 \dots) \cdot t / 100$$

(2)

$$RN_{lask} = (S - a_1 \cdot R_1 - a_2 \cdot R_2 - a_{rva} \cdot R_{rva} \dots) \cdot t / 100 + R_{rva} \cdot t_{rva} / 100$$

(3)

joissa:

RN_{lask} = laskennallinen routanousu (mm)

S = mitoitusroutansyvyys (mm) kuviosta 3

R_i = routimattoman kerroksen paksuus (mm), i on kerroksen nro

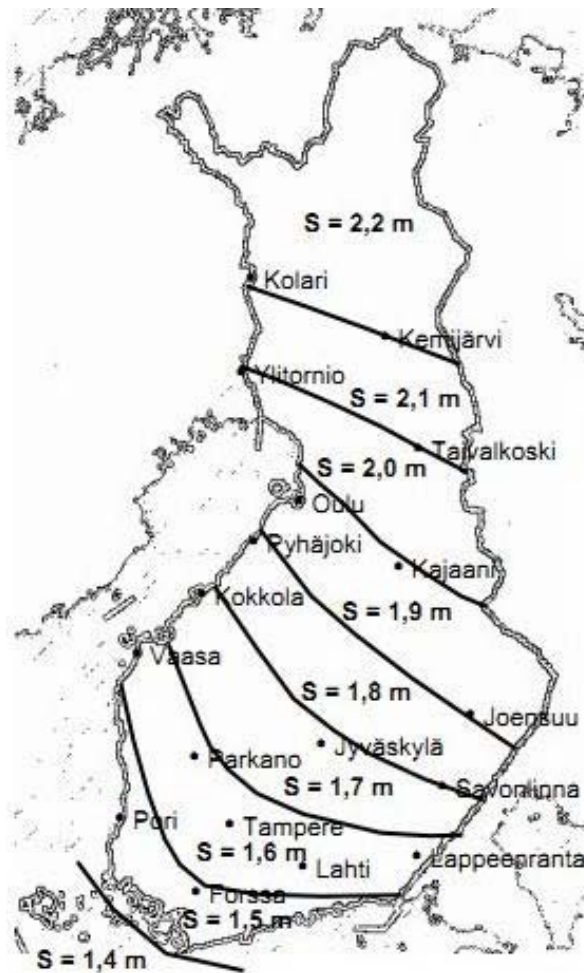
a_i = materiaalin vastaavuus eristävyden kannalta taulukosta 4

t = alusrakenteen routaturpoama (%) taulukosta 10

R_{rva} = routivan kerroksen paksuus (mm)

a_{rva} = routivan kerrosmateriaalin vastaavuus eristävyden kannalta (taulukkoa 4 soveltaen, yleensä voidaan otaksua $a_{rva} = 1$)

t_{rva} = routivan kerrosmateriaalin routaturpoama (%) taulukosta 10.



Mitoitusrou- dansyvyys S, mm	Mitoitus- pakkas- määrä F_{mit} , °Ch
2200	33611
2100	30625
2000	27778
1900	25069
1800	22500
1700	20069
1600	17778
1500	15625
1400	13611

Taulukossa

$$F_{mit} = \frac{S^2}{144} \text{ ja}$$

$$S = 12 \cdot \sqrt{F_{mit}}$$

KUVIO 3. Mitoitusroudansyvyys (S) ja mitoituspakkasmäärä (F_{mit}), jota käytetään t:n takaisinlaskennassa ja vaihtoehtoisissa mitoitusmenetelmissä. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 43.)

TAULUKKO 9. Materiaalin vastaavuus eristävyiden kannalta (a_i). (Tierakenteen suunnittelu 2004, 43.)

Kerrosmateriaali	Materiaalin vastaavuus eristävyiden kannalta, a_i
Hiekka	1,0
Bitumilla sidotut	1,0
Sora, murske	0,9
Louhe	0,8
Kuonamurske, kappalekuona	1,6
Kuonahiekka, masuunihiekka	1,7
Kevytsoara (KS) 0,7 m syvyydessä, kuivatiheys enintään 400 kg/m ³ , KS:n alla 0,15 m kuivatuskerros	4
Suulakepuristettu polystyreeni (XPS) 0,7 m syvyydessä, XPS:n alla 0,15 m kuivatuskerros	20
Paisutettu polystyreeni (EPS) 0,7 m syvyydessä, EPS:n alla 0,15 m kuivatuskerros	15

TAULUKKO 10. Tien pohjamaan ja/tai alusrakenteen kelpoisuusluokat ja mitoitusominaisuudet (t ja E) kelpoisuusluokittain "kuivissa" ja "märissä" olosuhteissa. (Tieraikkeen suunnittelu 2004, 35.)

Kelpoisuusluokka	Läpäisy-% pesuseulon- nassa		Routaturpoama t (%)		E -moduuli (MPa)		Informatiivisia tietoja		
	0,063 mm seula	2 mm seula	Kuiva	Märkä	Kuiva	Märkä	Geo- maalaji- luokka	Routivuus	Mahdollinen käyttö- kohde
S1	alle 7	alle 70	0	0	100	100	Sr, srHk (SrMr, srHkMr)	routimaton	jakava kerros
S2 ¹⁾	7 - 15	alle 70	0	3	70	50	SrMr, srHkMr	lievästi routiva	penger, stabilointi
S3	16 - 30	alle 70	3	6	50	35	SrMr, srHkMr	routiva	penger kuivana
S4	31 - 50	alle 70	6	12	35	20	siSrMr sisrHkMr	routiva	penger kuivana
H1	alle 7	yli 70	0	0	70	70	Hk, (HkMr)	routimaton	suodatin
H2 ²⁾	7 - 15	yli 70	3	3	50	50	Hk, HkMr	lievästi routiva	suodatin
H3	16 - 30	yli 70	6	12	35	20	Hk, HkMr	routiva	penger kuivana
H4	31 - 50	yli 70	6	12	35	20	siHk, siHkMr	routiva	penger kuivana
U1	yli 50		12	16	20	20	Si, SiMr, kerrall. Sa/Si ³⁾	erittäin routiva	maaston muotoilut, läjitys
U2	yli 50			6 ⁴⁾		35	jäykkä Sa ⁵⁾	routiva	
U3	yli 50			6 ⁴⁾		10	pehmeä Sa ⁵⁾	routiva	
U4				6		10	Lj	routiva	

1) Kuuluu luokkaan S1, jos läpäisyprosentti 0,02 mm kohdalla on alle 3.

2) Kelpoisuusluokan H2 hiekka, joka täyttää suodatinkerroksen laatuvaatimukset ja näytteet tutkitaan ohjeen TYLT Kerros- ja pengerrakenteet mukaisesti: E = 70 MPa, t = 0 % (vaikka muuten E olisi pienempi ja t olisi suurempi).

3) Kerrallinen savi/siltti (Sa/Si) on maata, jossa saven joukossa on ainakin paikoin silttikerroksia tai sitäkin karkeampia (vettä johtavia) kerroksia.

4) Saven paikallinen routaturpoama voidaan määrittää myös takaisinlaskennalla lähistön olemassa olevan tien routanousuhavainnoista.

5) Savi (Sa) on jäykkä, kun siipikairalla määritetty leikkauslujuus on vähintään 40 kPa ja pehmeä, kun leikkauslujuus on alle 40 kPa.

Piha-alueen routasuojaus ja -mitoitus määräytyy pihan halutun laatutason perusteella.

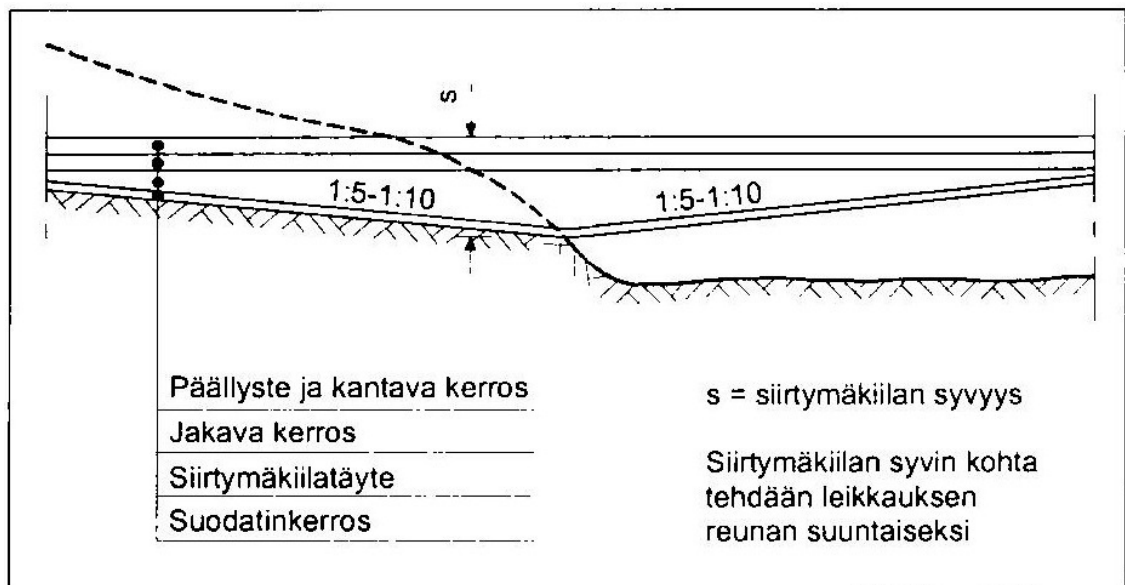
Laatutaso määritetään piha-alueen toiminnallisten ja esteettisten seikkojen sekä arvioitujen rakentamis- ja korjauskustannusten perusteella. Piha-alueiden laatutasot on esitetty

taulukossa 4. Maalaji ja sen ominaisuudet sekä pihan rakenne, ilmastotekijät ja routimisolosuhteet vaikuttavat routasuojauksen mitoittukseen. (RIL 234-2007, 47.)

Routasuojaus voidaan tehdä mitoittamalla sitomattomat rakennekerrokset pakkasmäärän mukaan. Tällä menetelmällä rakennekerrospaksuudet kuitenkin yleensä kasvavat suu-riksi, mikä lisää pohjamaan kuormitusta ja painumia pehmeiköllä.

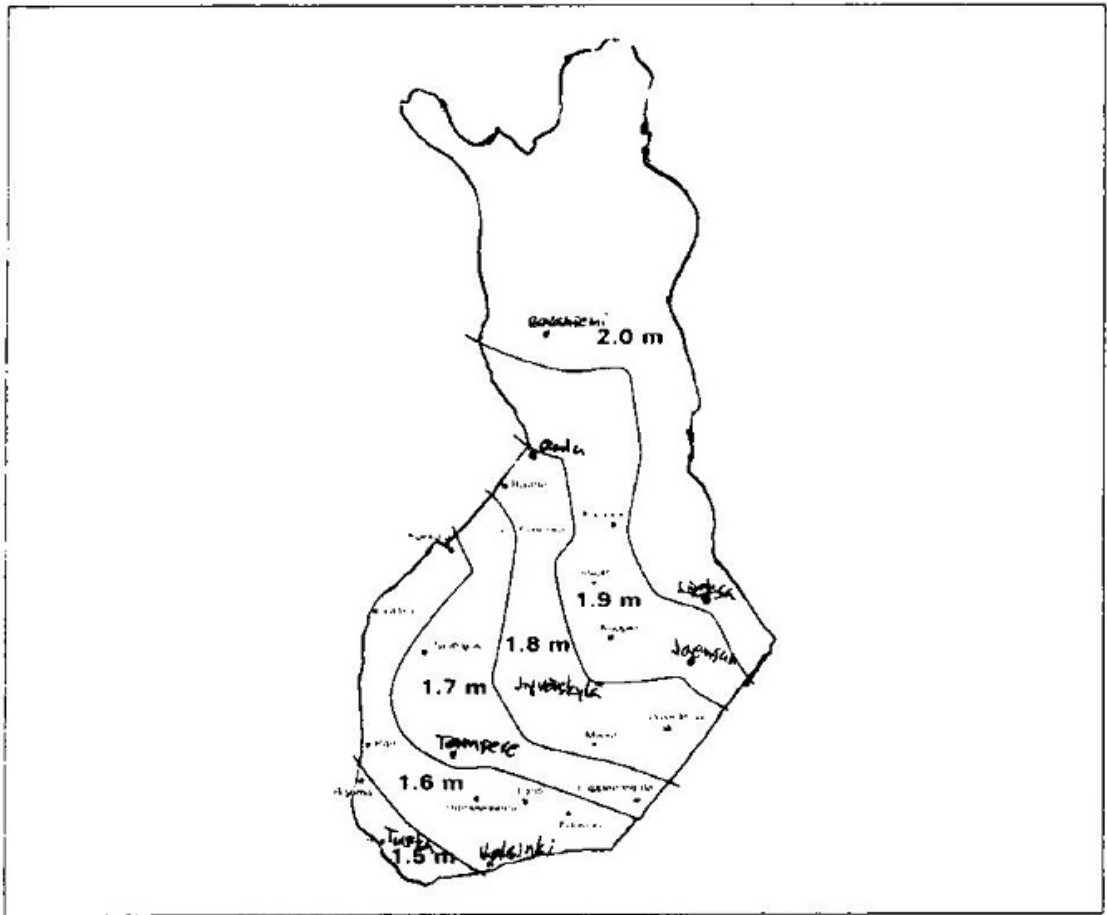
Routivalle maakerrokselle voidaan myös tehdä massanvaihto tai routasuojauksena voi- daan käyttää erilaisia routaeristeitä, kuten EPS- tai XPS- levyjä tai vaihtoehtoisesti ke- vytsoraa. Toimiva kuivatus vähentää routimisriskiä. (RIL 234-2007, 47.)

Tarvittaessa routanousueroja tasataan siirtymäkiilojen avulla (kuvio 4). Kiilat tehdään routimattomalla täytteellä, yleensä hiekalla.



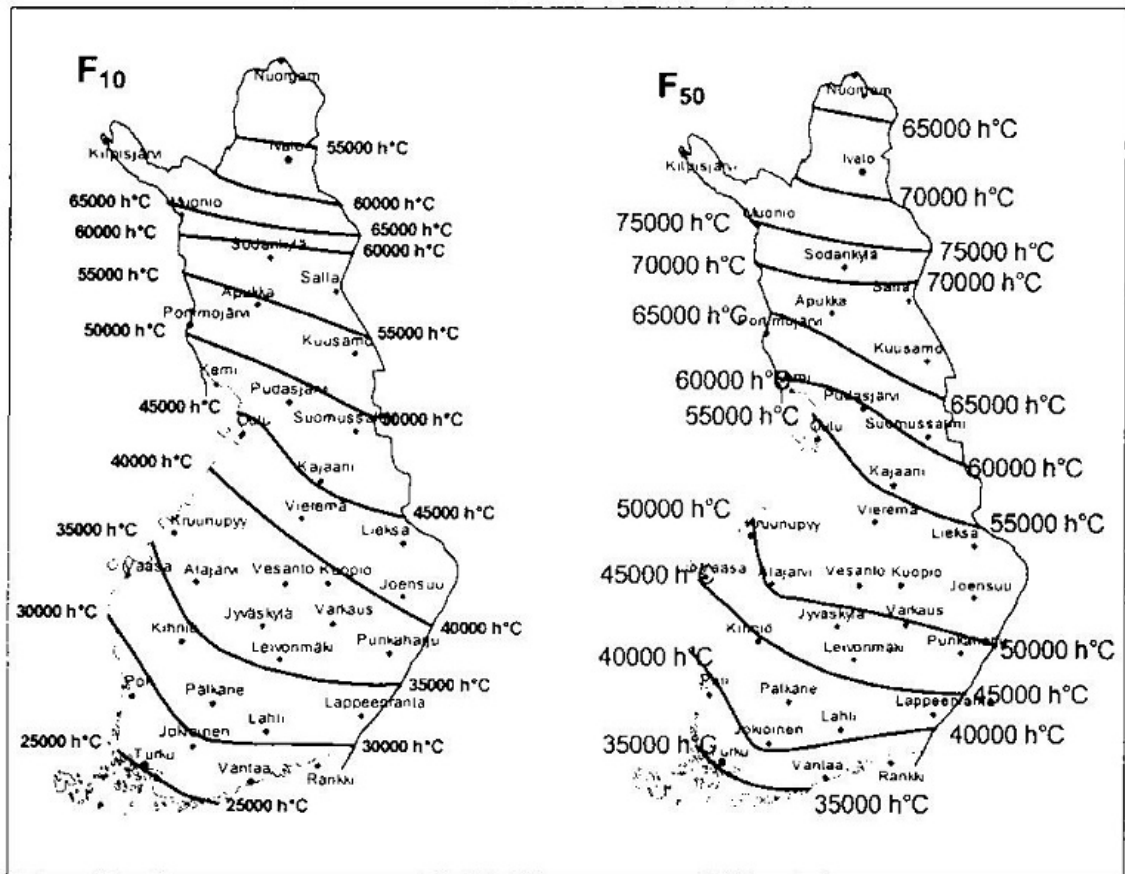
KUVIO 4. Siirtymäkiila. (RIL 234-2007, 50.)

Siirtymäkiilan syvyys (s) vaihtelee alueittain kuvion 5 mukaisesti. (RIL 234-2007, 49.)



KUVIO 5. Siirtymäkiilojen syvyys. (RIL 234-2007, 49.)

Piha-alueiden routasuojausmitoituksessa käytetään yleisti kerran 10 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F_{10} . Laatuluokan 1 luonnonkivilaatta-alueilla käytetään mitoituksessa kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F_{50} . Mitoituspakkasmäärät on esitetty kuviossa 6. (RIL 234-2007, 50.)



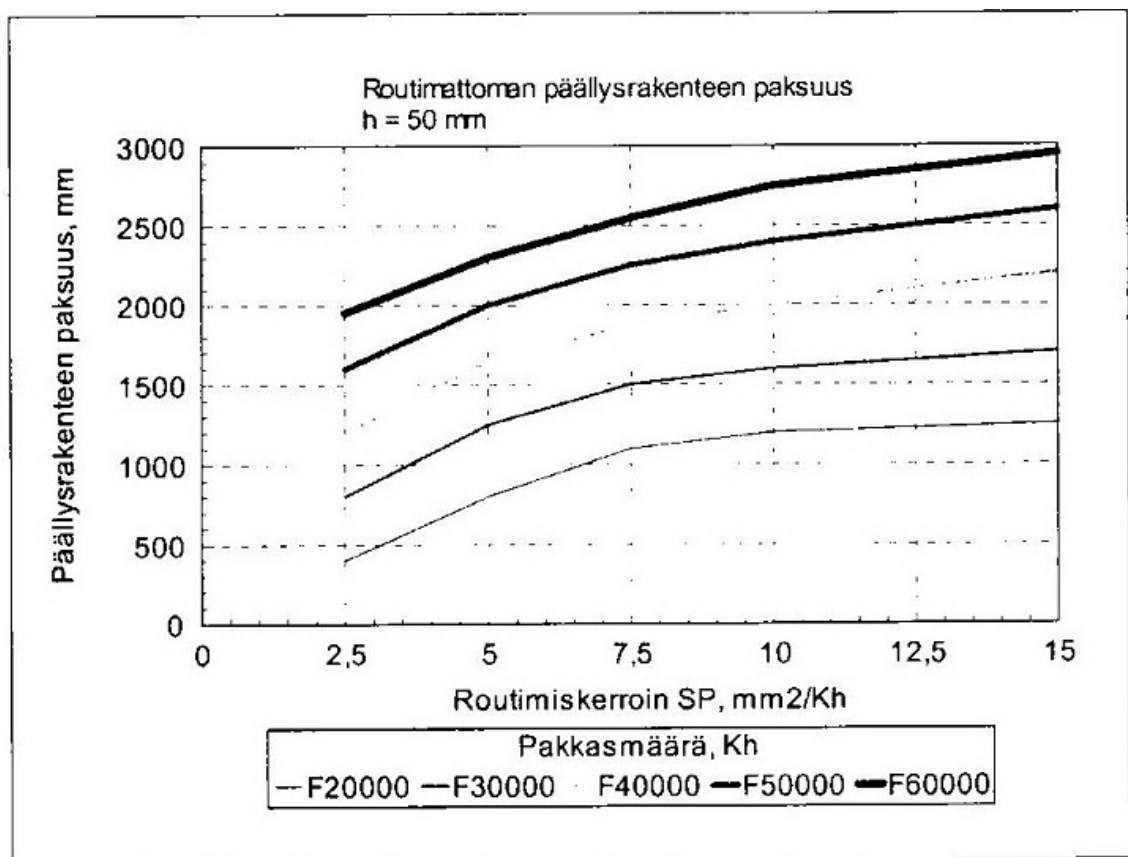
KUVIO 6. Kerran 10 vuodessa (F_{10}) sekä kerran 50 vuodessa (F_{50}) toistuvat suurimmat pakkasmäärät havainnointikaudelta 1961-1990. (RIL 234-2007, 51.)

Pohjamaan routanousua kuvaavalle luvulle käytetään nimitystä routimiskerroin SP. Routimiskerroin voidaan selvittää maastossa tehtäviin routanousumittauksiin perustuvan takaisinlaskennan avulla tai laboratoriossa routanousukokeilla. (RIL 234-2007, 50.)

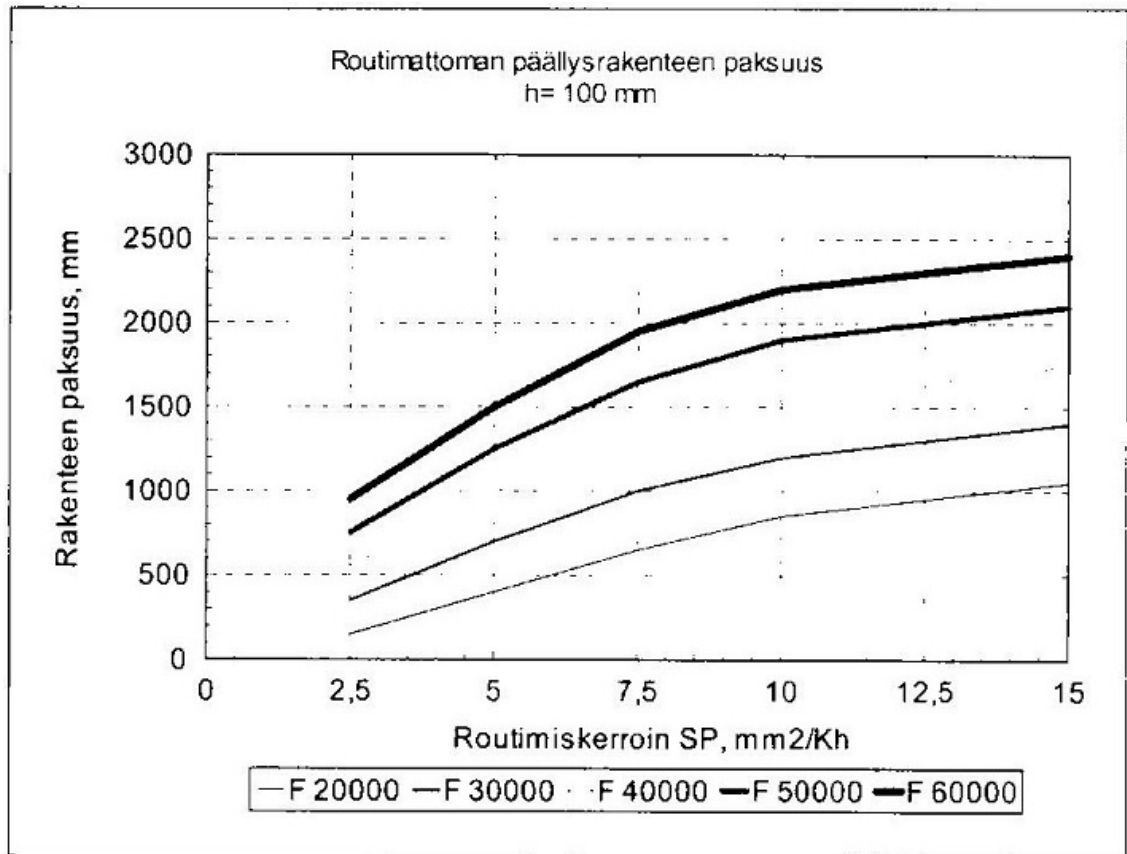
Tehtäessä pihan routasuojaus routimattomasta maa-aineksesta, voidaan routimattoman rakenteen paksuus määrittää kuvioden 7 ja 8 avulla. Käyrästöjen hyödyntämiseksi tarvitaan alusrakenteen routimiskerroin sekä alueen mitoituspakkasmäärä. Käyrästöjä laadittaessa pohjamaaksi on otaksuttu routiva laiha savi. Muut materiaaliominaisuuksien oletusarvot ovat taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Rakennekerrosten ominaisuudet mitoituskäyrästä. (RIL 234-2007, 52.)

Kerros	Materiaali	Tiheys t/m^3	Vesipitoisuus %	Routimiskerroin mm^2/Kh
Päällyste	Ab	2,2	3	0
Kantava	KaM	2,0	3	0
Jakava	Sr	1,8	7	0
Suodatin	Hk	1,7	12	0
Pohjamaa	laSa	1,6	25	2,5–15



KUVIO 7. Routimattoman rakenteen paksuus, kun sallittu routanousu $h = 50 \text{ mm}$. (RIL 234-2007, 52.)



KUVIO 8. Routimattoman rakenteen paksuus, kun sallittu routanousu $h = 100 \text{ mm}$. (RIL 234-2007, 53.)

5 VARIKKOALUEIDEN SUUNNITELMA

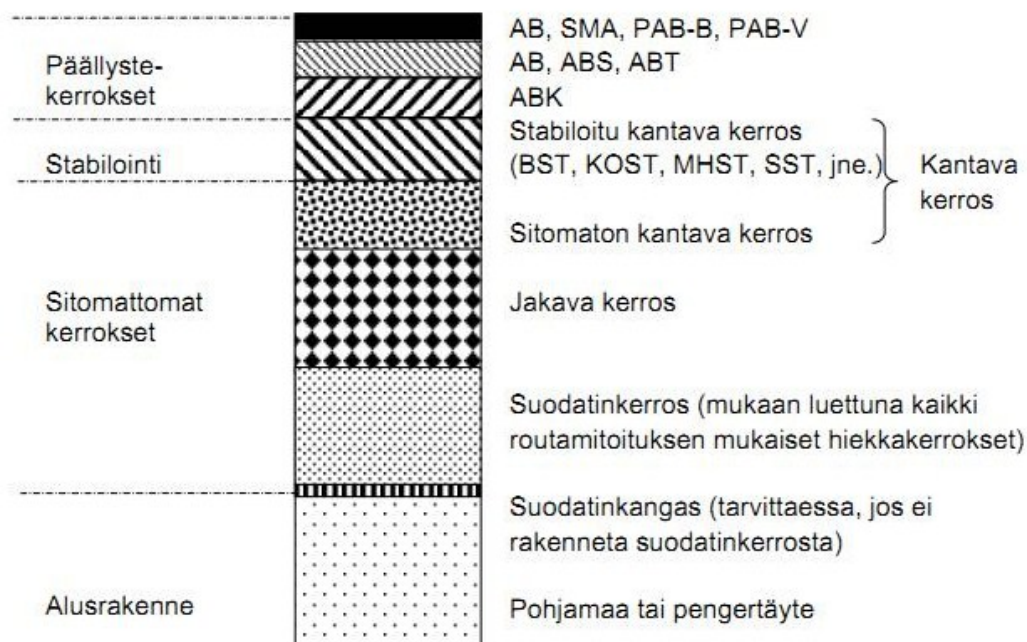
5.1 Yleistä

Varikkoalueiden suunnittelu koostuu päällysrakenteen, kuivatuksen sekä öljynerotusrakenteiden suunnittelusta. Tässä opinnäytetyössä esitellään päällysrakennesuunnitelma ja suuntaa-antava kuivatussuunnitelma sekä sivutaan muita vaadittuja suunnitelmia.

5.2 Päällysrakenteet

Päällysrakenteeseen kuuluu useita eri kerroksia, joilla on oma tehtävänsä. Rakenne suunnitellaan ja mitoitetaan tapauskohtaisesti huomioiden käytettävät materiaalit ja alusrakenteen laatu. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 27.)

Päällysrakenne kattaa kaikki alusrakenteen (pohjamaa ja pengertäyte) yläpuoliset rakennekerrokset. Päällysrakenne muodostuu päällysteestä sekä 2-4 rakennekerroksesta, jotka on esitetty kuviossa 9. Kaikkia kuvion kerroksia ei yleensä ole samassa rakenteessa. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 27.)



KUVIO 9. Päällysrakennekerrosten osat ja nimitykset. (Tierakenteen suunnittelu 2004, 28.)

Tampereen kaupungin kiinteistötoimen entisen maanhankintapäällikkö Ahti Laakson mukaan varikkoalueilla on isojen kisojen aikana noin 250 kilpa-autoa ja vähintään yksi huolto-auto, yleensä pakettiauto, jokaista kilpa-autoa kohden. Maksimikuormitus on siis vähintään 500 henkilöautoa, ei raskasta liikennettä.

Täten tässä työssä käytettävä pihan aluetyyppi taulukosta 3, on aluetyyppi kolme ja laatuokka taulukosta 4, on laatuokka yksi. Näin saadaan taulukosta 4 sallituksi laskennalliseksi kokonaispainumaksi 100 millimetriä ja maksimiroutanousuksi 50 millimetriä.

Pohjamaa ei ole routivaa, tai on korkeintaan lievästi routivaa, jolloin routaturpoama on 3 %. Odemarkin menetelmään perustuvassa Excel-taulukossa, jolla päällysrakenteiden mitoitus on tehty, on tarkistettu, että 3 % routaturpoamalla sallittu routanousu ei ylitä (taulukko 12). Täten routasuojausmitoitusta ei ole tarpeen tehdä.

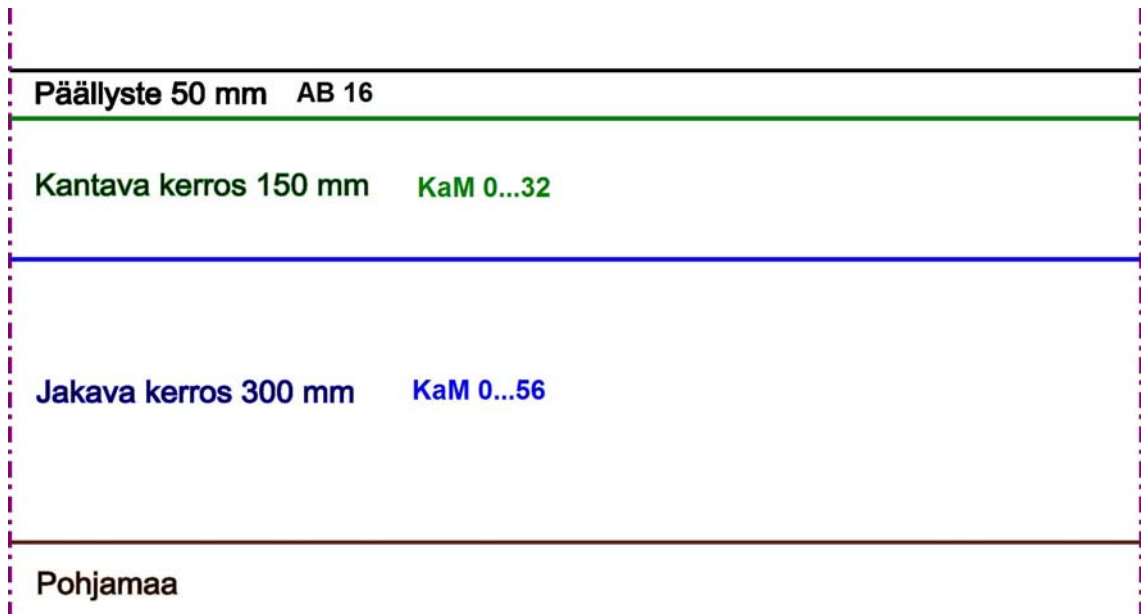
Pohjamaan E-moduuli taulukosta 10 (S2) on kuivana 70 MPa ja märkänä 50 MPa. Mitoitus on tehty molemmilla moduularvoilla (taulukko 12).

TAULUKKO 12. Päällysrakennevaihtoehdot

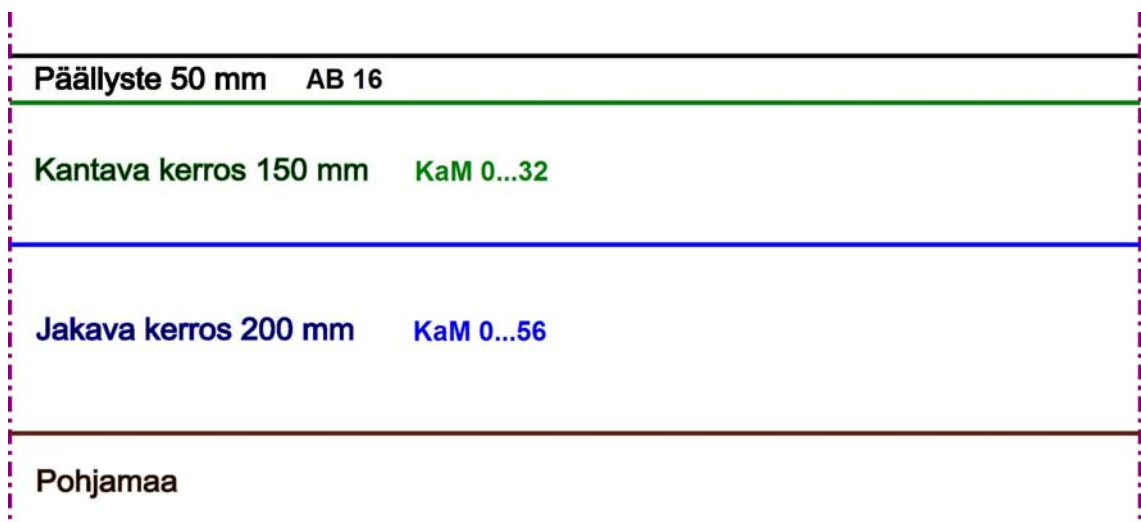
Vaihtoehto 1, pohjamaanmoduuli E=50			Vaihtoehto 2, pohjamaanmoduuli E=70		
Kerros	Paksuus [mm]	Kantavuus [MPa]	Kerros	Paksuus [mm]	Kantavuus [MPa]
Päällyste	50	207	Päällyste	50	205
Kantava	150	167	Kantava	150	165
Jakava	300		Jakava	200	
Päällysrakenne yht. [mm]	500		Päällysrakenne yht. [mm]	400	
Routamitoitus			Routamitoitus		
Routaturpoama t [%]		3	Routaturpoama t [%]		3
Laskettu routanousu [mm]		34	Laskettu routanousu [mm]		37

Aluetyypillä 3 tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä on 160 MN/m² (taulukko 5).

Rakennepoikkileikkaukset päällysrakennevaihtoehdoista on esitetty kuvioissa 10 ja 11.



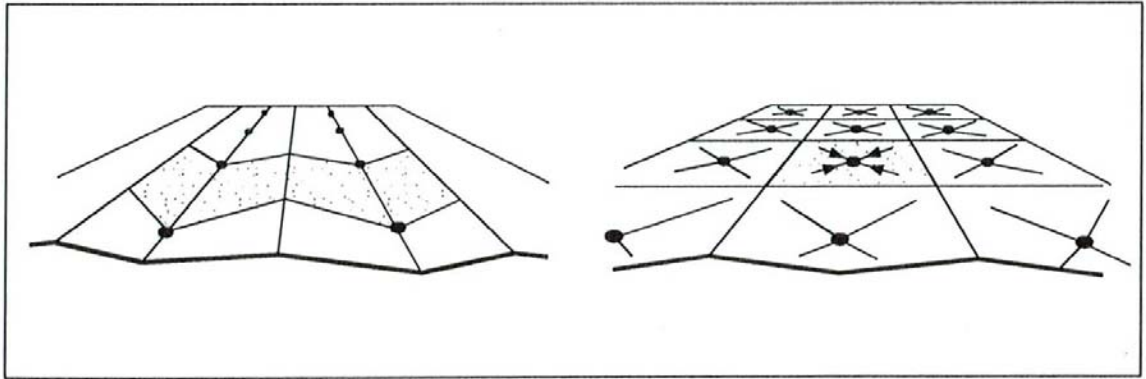
KUVIO 10. Päällysrakennevaihtoehto 1, pohjamaan E-moduuli 50 MPa.



KUVIO 11. Päällysrakennevaihtoehto 2, pohjamaan E-moduuli 70 MPa.

5.3 Kuivatus

Pihan hulevedet, eli sade- ja sulamisvedet, ohjataan suunniteltuihin suuntiin kallistusten, jiirien ja tarvittaessa reunatukien avulla. Ohjaus voidaan toteuttaa taite- tai suppilokuivatuksena (kuvio 12). (RIL 234-2007, 59.)



KUVIO 12. Taite- ja suppilokuivatuksen periaate. (RIL 234-2007, 59.)

Taitekuivatuksessa hulevesikaivot sijoitetaan taitteen alimpaan kohtaan, suppilokuivatuksessa puolestaan osa-alueen keskelle. Yhtä kaivoa kohti tuleva päällystetty pinta-ala saa asfalttipäällysteellä olla enintään 600 m² ja sorapinnalla 1 000 m².

Pintojen vähimmäiskaltevuudet määräytyvät alueen

- käyttötarkoituksen
- päällysteen
- veden virtausmatkojen
- vesimäärien

perusteella (taulukko 13). (RIL 234-2007, 59.)

TAULUKKO 13. Pintojen vähimmäiskaltevuudet eri päällysteillä. (RIL 234-2007, 60.)

Päällyste	Sivukaltevuus	Viettokaltevuus
Asfaltti – ajorata – piha – jalkakäytävä	0,025...0,030 0,020...0,025	0,010...0,030
Kiveys, laatoitus – ajorata – piha – jalkakäytävä	0,030...0,040 0,025...0,030	0,020...0,040
Sora, murske – ajorata – piha	0,040...0,050	0,020...0,040

Pintojen suositeltavat enimmäiskaltevuudet määräytyvät liikennöitävyyden sekä kunnossapito- ja ulkonäköseikkojen perusteella. Taulukossa 14 esitettyjä poikkeuksia voidaan käyttää, mikäli toinen vaihtoehtoinen yhteys on olemassa tai matka on erittäin lyhyt. (RIL 234-2007, 59.)

TAULUKKO 14. Suositus pintojen enimmäiskaltevuuksille. (RIL 234-2007, 60.)

Kohde	Enimmäiskaltevuus	Poikkeus
Tonttitie		
– raskas liikenne	0,05	0,08
– kevyt ajoneuvoliikenne	0,08	0,13
Pysäköinti ja ajokäytävä	0,04	
Lastausalue	0,03	
Luiskat		
– jalankulku	0,10	0,14
– liikuntaesteiset	0,05	0,08
– lastenvaunut	0,10	0,20
Ulkoporras	0,30	0,50

Rakennekerrosten kuivatus hoidetaan yleensä pintakuivatuksella ja kallistuksilla. Tarvittaessa rakennekerrosten alla voidaan käyttää erillistä salaojituserrosta rakennekerrokseen pääsevän veden poisjohtamiseen.

Tonttialaojat sijoitetaan 10...30 metrin välein riippuen pihan kallistuksista, rakennekerrosten paksuudesta ja pohjamaan vedenläpäisevyydestä. Salaojat pyritään sijoittamaan notkopakkoihin ja päällysrakennealueiden reunoille. (RIL 234-2007, 61.)

Kuivana pidon mitoituksen tarve mitoitetaan siten, ettei viemäriin johdettava mitoitussadetta vastaava virtaama aiheuta tulvimista putkistossa ja kaivoissa. Mitoitusvirtaama (Q) lasketaan kaavalla 4. (RIL 234-2007, 61-62.)

$$Q = q \cdot (k_1 \cdot A_1 + k_2 \cdot A_2 + \dots + k_n \cdot A_n) \quad (4)$$

jossa:

$Q =$ todennäköinen virtaama (l/s)

$q =$ mitoitussateen rankkuus (l/s · m²), yleensä $q = 0,015$ l/s · m², tulvimisen haitallisuudesta riippuen ja paikallisen viranomaisen luvalla voidaan käyttää arvoja $q = 0,010 \dots 0,020$ l/s · m²

$k_n =$ valumiskerroin osa-alueella

$k = 1,0$ katot, asfaltti-, betoni- ja muut tiiviit päällysteet

$k = 0,7$ sorapäällysteet

$k = 0,3$ nurmikot ja päällystämättömät pinnat

$A_n =$ valuma-alueen osan pinta-ala (m²)

Pinta-alat lasketaan vaakasuorille pinnoille. Viemäriputken mitoitukseen käytetään mitoitusnomogrammeja, joita on omansa eri putkimateriaaleille. Putkilinjan suositeltu minimikaltevuus on 0,5 %. Maksimikaltevuus määräytyy olosuhteiden mukaan. Salaojaputkia ja avo-ojia ei tarvitse yleensä mitoittaa piha-alueilla. (RIL 234-2007, 62.)

Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen varikkoalueiden pinta-ala on noin 21 200 m². Arvioidaan suppilokuivatuksen yhden osa-alueen pinta-alaksi 530 m². Tällöin hulevesikaivoja alueelle tulisi 40 kappaletta.

5.4 Kustannusarvio

Tämän opinnäytetyön kustannusarviossa huomioidaan

- tarvittavat murskeet
- suodatinkangas
- asvalttipäällyste
- hulevesikaivot
- salaoja- ja hulevesiputket
- työkustannukset.

Todellisissa kustannuksissa tulee huomioida myös mittaus, mahdollinen pintamaan poisto ja puiden kaadot sekä maanpinnan muotoilu kuivatuksen kannalta.

Suuntaa antava esimerkki kustannusarviosta on esitetty taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Suuntaa antava kustannusarvio.

Päällysrakennevaihtoehto 1, pohjamaan moduuli E = 50			
PÄÄLLYSRAKENNE	PAKSUUS	MÄÄRÄ	HINTA
Päällyste, AB 16	50 mm	21 180 m ²	201 210 €
Kantava, KaM 0...32	150 mm	8 220 ton	104 401 €
Jakava, KaM 0...56	300 mm	16 441 ton	192 361 €
Suodatinkangas, N2		21 180 m ²	10 590 €
<i>Päällysrakenne yhteensä</i>	<i>450 mm</i>		<i>508 562 €</i>
KUIVATUS	MÄÄRÄ	HINTA	
Hulevesiputki, 315/272	1800 m	29 700 €	
Hulevesikaivo, 400/315	40 kpl	9 000 €	
Salaojaputki, 110	650 m	1 300 €	
Salaojasora	816 ton	12 650 €	
<i>Kuivatus yhteensä</i>		<i>52 650 €</i>	
Työkustannukset *		~ 103 230 €	
YHTEENSÄ		664 442 € ≈ 664 500 €	
Päällysrakennevaihtoehto 1, pohjamaan moduuli E = 70			
PÄÄLLYSRAKENNE	PAKSUUS	MÄÄRÄ	HINTA
Päällyste, AB 16	50 mm	21 180 m ²	201 210 €
Kantava, KaM 0...32	150 mm	8 220 ton	104 401 €
Jakava, KaM 0...56	200 mm	10 961 ton	128 240 €
Suodatinkangas, N2		21 180 m ²	10 590 €
<i>Päällysrakenne yhteensä</i>	<i>350 mm</i>		<i>444 441 €</i>
KUIVATUS	MÄÄRÄ	HINTA	
Hulevesiputki, 315/272	1800 m	29 700 €	
Hulevesikaivo, 400/315	40 kpl	9 000 €	
Salaojaputki, 110	650 m	1 300 €	
Salaojasora	816 ton	12 650 €	
<i>Kuivatus yhteensä</i>		<i>52 650 €</i>	
Työkustannukset *		~ 94 759 €	
YHTEENSÄ		591 850 € ≈ 591 900 €	

* Työkustannuksissa on huomioitu asfaltointi, kantavan ja jakavan kerroksen tekeminen, putkikaivantojen kaivu- ja täyttötöyt sekä putkien asennukset.

5.5 Työohjeet

Työohjeet on laadittu InfraRYL 2010 mukaan.

5.5.1 Alustavat työt

Ennen työn aloittamista tulee alue mitata huolellisesti ja asettaa tarvittavat korkomerkit suunnitelmien mukaisesti.

Poistettava kasvillisuus

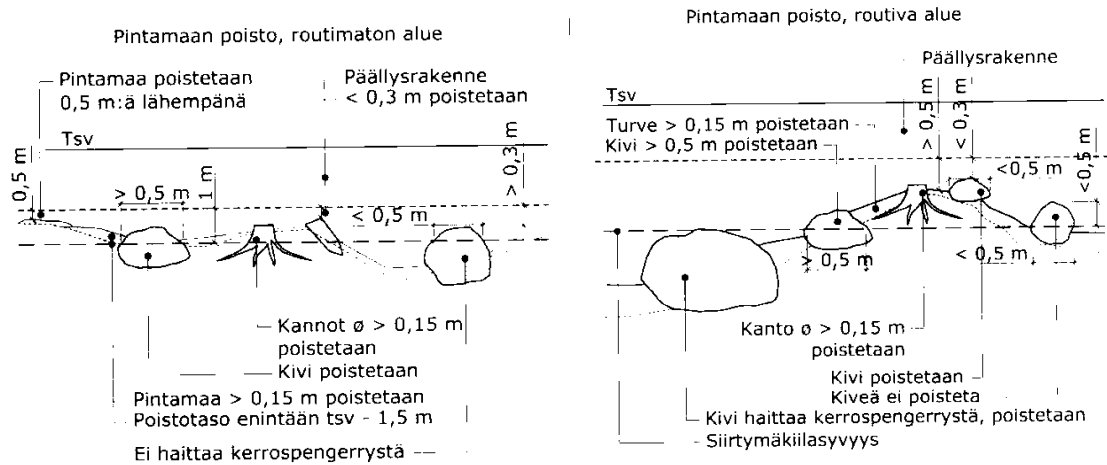
Hyötypuun hakkuusta tulee ilmoittaa hyvissä ajoin puuston omistajalle ja varata heille mahdollisuus hyötypuun talteenottoon. Hyötypuu kerätään ja varastoidaan puutavaran ostajan, omistajan tai metsäalan ohjeiden mukaan. Hyötypuu kaadetaan tyvestä, kannon korkeus noin 0,1 metriä. Hyötypuuna käytettävissä puissa ei saa olla lohkeamia, ruhjeita eikä likaa. (InfraRYL 2010, 30.)

Poistettavan puujätteen hyötykäyttö energiana tulee selvittää. Energiapuun omistajalle annetaan mahdollisuus kerätä puu talteen. Mikäli energiapuun omistaja ei halua kerätä puutavara talteen, rakentaja poistaa sen. Puujätettä ei saa sijoittaa säilytettäväksi esitetyn uuden kasvillisuuden alueelle tai suoja-alueille, esimerkiksi pohjaveden muodostumis-alueille.

Puujätteen polttamiseen tarvitaan paloviranomaisen lupa eikä jätteitä saa polttaa kovan tuulen tai kuivuuden aikana. Joidenkin kuntien jätehuolto- tai ympäristömääräyksissä on puujätteen poltto kielletty. (InfraRYL 2010, 30.)

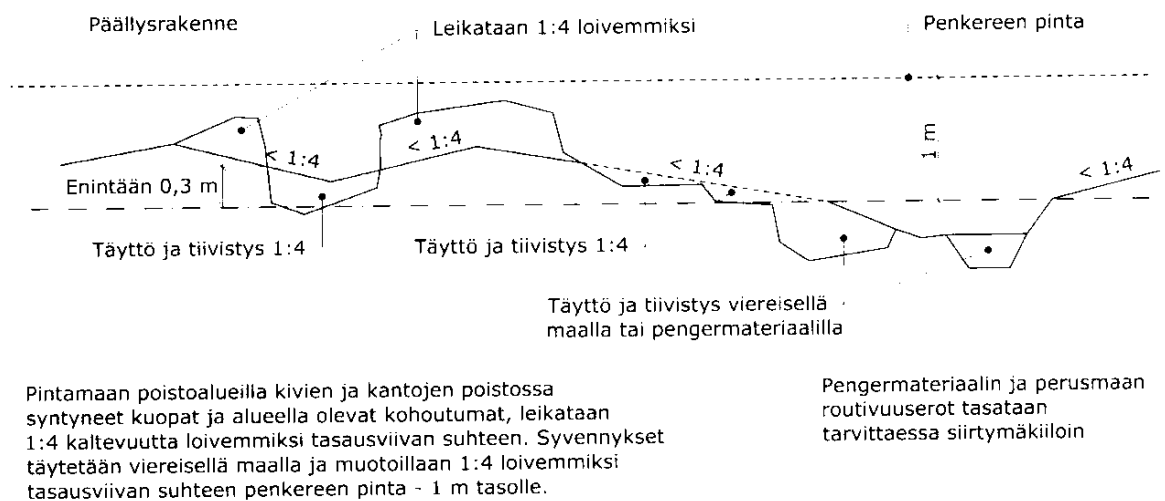
Pintamaan poisto

Pintamaan poistolla tarkoitetaan aluskasillisuuden, pintamaan, mättäiden, kantojen ja kivien poistoa kivennäismaan päältä. Täten siis kannot, mättäät, turve ja humusmaa sekä osittain tai kokonaan maanpinnan yläpuolelle ulottuvat alle 1,0 m³ lohkaat tulee poistaa (kuvio 13). Raivattavan alueen laajuus ja syvyys esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. (InfraRYL 2010, 41-42.)



KUVIO 13. Pintamaan poisto routimattomalla ja routivalla maapohjalla. (InfraRYL 2010, 42.)

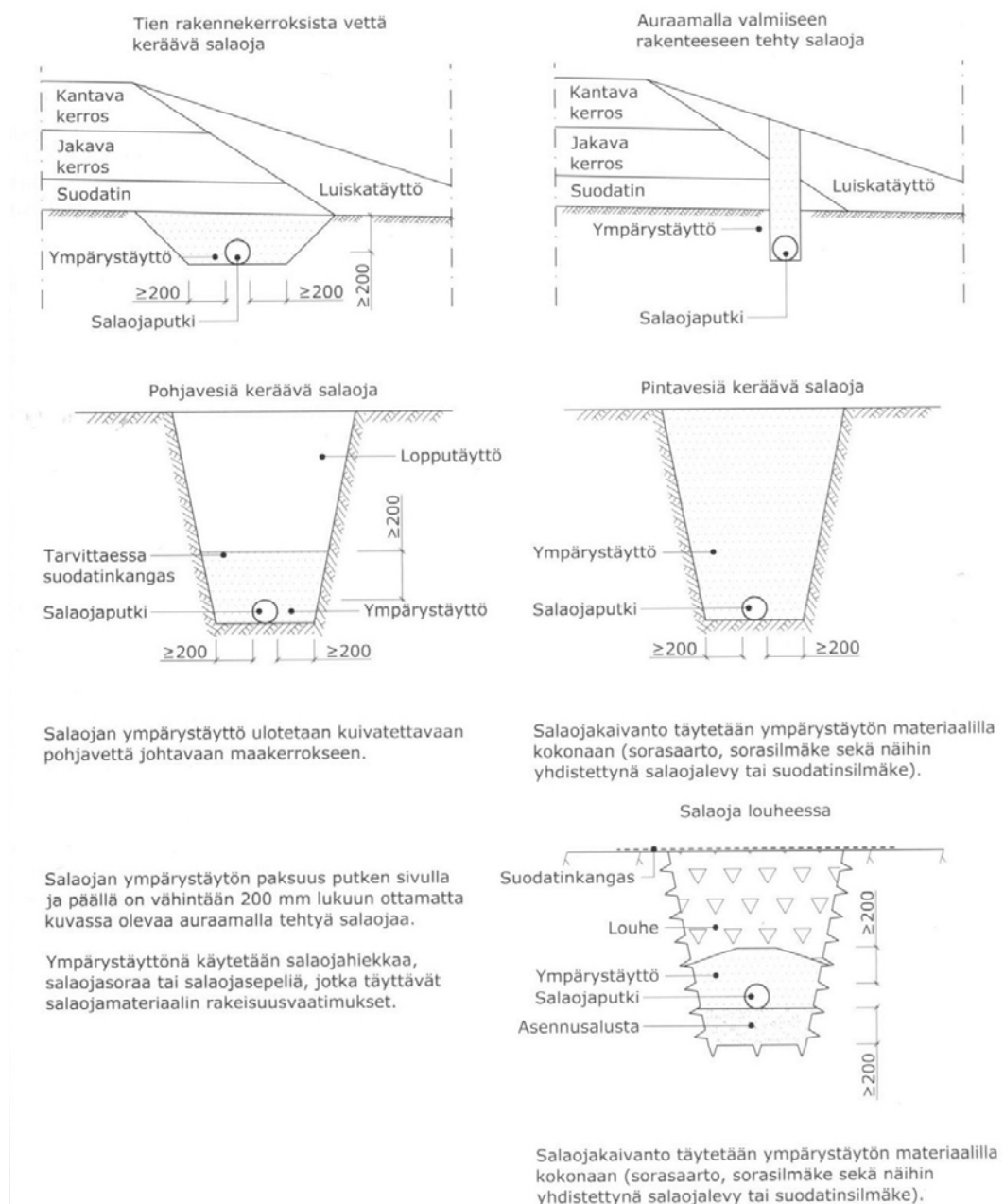
Pintamaan poistolla pyritään tasalaatuiseen alustaan, joka tasaa kantavuuseroja ja helpottaa rakentamista. Kivien ja kantojen poistossa syntyneet kuopat, kohoumat ja syvennykset muotoillaan kuvion 14 periaatteiden mukaisesti. Kaikki raivauksessa syntyneet muut kuopat, ojat ja painaneet tasoitetaan luiskaamalla ne kaltevuuteen 1:4 tai loivemmiksi maanpintaan nähden ja täytetään pohjamaalla tai vastaavalla ja tiivistetään. Mikäli suunniteltu valmis pinta sijaitsee niin, ettei tarvita leikkaus- ja pengerrystöitä, pohjamaa muotoillaan raivauksen yhteydessä suunnitelma-asiakirjojen mukaiseen alusrakenteen yläpinnan kaltevuuteen ja korkeusasemaan. (InfraRYL 2010, 41-42.)



KUVIO 14. Kuoppien ja kohoumien käsittely pintamaan poistoalueella. (InfraRYL 2010, 42.)

5.5.2 Salaojat

Salaojat tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti ja asennetaan suunnitelma-asiakirjoissa esitettyyn kaltevuuteen. Putkisalaojat tehdään kuvion 15 mukaisesti. Salaojakaivanto on pidettävä kuivana asennustyön ajan. Mikäli salaojakaivanto tehdään silttiin, hienoon hiekkaan tai silttimoreeniin, kaivannon pohjalle ja seinämille tulee asentaa käyttöluokan N2 suodatinkangas. Muoviputket liitetään toisiinsa muhviiliitoksella. (InfraRYL 2010, 141.)



KUVIO 15. Putkisalaojat (InfraRYL 2010, 142.)

Salaojakaivannon alkutäyttö (putken ympärystäyttö) tehdään salaojasoralla, joka täyttää materiaalille asetetut rakeisuusvaatimukset. (InfraRYL 2010, 273.)

5.5.3 Maakaivannot

Maakaivantojen kaivu tehdään suunnitelmien mukaisesti siten, että varmuus sortumista vastaan säilyy kaikissa olosuhteissa. Kaivannoista on tehtävä erillinen kaivantosuunnitelma, jossa huomioidaan turvallisuuseikat ja mahdollinen kaivantojen tukemistarve. Lisäksi kaivantosuunnitelmassa esitetään kaivannon luiskien ja pohjan sekä pohjaveden pinnan ja ympäristön tarkkailun järjestäminen. (InfraRYL 2010, 194–195.)

Kaivutyön yhteydessä maan laatua verrataan suunnitelma-asiakirjoissa esitettyyn laatuun. Mikäli poikkeamia esiintyy, selvitetään niiden vaikutus tehtyihin suunnitelmiin. Havaituista eroavaisuuksista on ilmoitettava välittömästi tilaajalle sekä pohjarakenteiden suunnittelijalle. (InfraRYL 2010, 195.)

Kaivanto on työn aikana pidettävä riittävän kuivana, jotta työt voidaan tehdä asianmukaisesti eikä pohjamaa tarpeettomasti häiriinny. Ulkopuolisten pintavesien pääsy kaivantoon estetään niskaojien, kaivannon reunan muotoilun tai muun vastaavan toimenpiteen avulla. Kaivantoon kertyvä vesi pumpataan pois, mikäli suunnitelma-asiakirjoissa ei ole muuta määrätty. Mahdollinen pohjaveden väliaikainen tai pysyvä alentaminen tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. (InfraRYL 2010, 195.)

Putkikaivannon pohjan leveys määräytyy putkien ulkohalkaisijan, putkien välisen keskinäisen etäisyyden sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välisen etäisyyden perusteella. Mikäli kaivannossa joudutaan työskentelemään, on kaivannon pohjan oltava vähintään 1,0 metriä leveä. (InfraRYL 2010, 197.)

5.5.4 Asennusalusta, alku- ja lopputäytöt

Asennusalusta putkille tehdään tarvittaessa. Mikäli asennusalustan päälle asennetaan useita putkia, kerroksen materiaali valitaan siten, että se täyttää kaikkien eri putkien vaatimukset. Asennusalustan materiaalissa ei saa olla lunta, jäätä eikä jäätyneitä kokkeita. (InfraRYL 2010, 270.)

Muovi- ja teräsputkien alla asennusalustana käytettävän luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko 10 % putken nimellimitasta. Poikkeuksena putkille DN < 200 suurin sallittu raekoko on 20 mm ja putkille DN > 600 mm 63 mm. Muoviputkien DN > 100 asennusalustana voidaan käyttää mursketta, jonka suurin sallittu raekoko on 16 mm. (InfraRYL 2010, 270.)

Kaivannon pohjan mahdollinen liikakaivu tasataan kaivumailloilla tai alkutäyttömateriaalilla enintään 150 mm:n kerroksissa hyvin tiivistäen. Putkien alle rakennetaan vähintään 150 mm paksu asennusalusta. (InfraRYL 2010, 271.)

Alkutäyttö tehdään materiaalista joka sopii kaikille kyseisen kaivannon putkille. Täyttömateriaali ei saa vahingoittaa putkien pinnoitteita eikä sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaaleja. Alkutäyttö tehdään hiekasta, sorasta tai murskeesta, joka täyttää saman putken asennusalustan materiaalille esitetyt vaatimukset.

Ennen alkutäyttöä tarkastetaan, että putket ovat vahingoittumattomia, oikeilla paikoillaan ja oikein asennetut. Putket eivät saa päästä liikkumaan tai vahingoittumaan myöskään alkutäytön aikana.

Alkutäyttömateriaali lasketaan kaivantoon varovasti ja tasaisesti putkien molemmille puolille. Täytön ensimmäinen vaihe, toppaus, tehdään lapiotyönä tai muilla sellaisilla menetelmillä, etteivät putket pääse siirtymään tai vaurioitumaan. Alkutäyttömateriaali tiivistetään putkien ympärille siten, ettei putki nouse, siirry tai muuta muotoaan. (InfraRYL 2010, 275.)

Alkutäyttö tehdään ja tiivistetään aina kerroksittain. Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus riippuu asennetun putken koosta, putkimateriaalista ja käytettävästä tiivistävästä. Ensimmäisen alkutäyttökerroksen paksuus saa tiivistettynä olla enintään puolet putken läpimitasta, kuitenkin enintään 300 mm. Ensimmäisen kerroksen jälkeen alkutäyttö tiivistetään 200...300 mm:n vaakasuorina kerroksina samanaikaisesti putken mo-

lemmilla puolilla. Alkutäytön tulee tiivistettynä ulottua 300 mm putken laen yläpuolelle. (InfraRYL 2010, 275.)

Lopputäyttö tehdään täyttömateriaalilla, joka on tiivistämiskelpoista ja vastaa routimisominaisuuksiltaan kaivannosta poistettua materiaalia. Yleensä käytetään kaivumaita. (InfraRYL 2010, 279.)

Lopputäyttö tehdään täyttämällä kaivanto kaivumaalla ja tiivistämällä se suunnitelmasiakirjoissa esitettyyn korkeuteen. Liikennöitävällä alueella lopputäyttö ulotetaan aina liikennealueen rakennekerroksen alapintaan. Louheesta tehdyn lopputäytön yläpinta kiilataan ja tiivistetään kuten louhepenkereen pinta. (InfraRYL 2010, 279.)

5.5.5 Jakava ja kantava kerros

Jakava kerros rakennetaan sorasta tai murskeesta yhtenä tai useana kerroksena tiivistettävän materiaalin laadun, kerrospaksuuden ja tiivistyskaluston mukaan. (InfraRYL 2010, 304, 307.)

Kantava kerros rakennetaan kallio- tai soramurskeesta. Kiviaines ei saa sisältää epäpuhtauksia tai ympäristölle haitallisia aineita eikä olla rapautunutta tai rapautumisherkkää. Sitomaton kantava kerros tehdään yhtenä kerroksena. Kantavan kerroksen ajo ja levittäminen tulee järjestää siten, ettei kiviaines lajitu. Kerros tiivistetään käyttäen tarkoitukseen soveltuvaa tiivistyskalustoa. (InfraRYL 2010, 318, 320-321.)

5.5.6 Asfalttipäällyste

Asfalttipäällysteen vaatimukset asetetaan joko materiaalille, massalle tai päällysteelle julkaisun Asfalttinormit (2008) periaatteen mukaisesti. (InfraRYL 2010, 341.)

Asfalttimassan kuljetus ja levitys järjestetään siten, että massan lämpötila on julkaisun Asfalttinormit (2008) mukainen. Lämpötilan ollessa virheellinen, on massa hylättävä.

Kuljetuksen ajaksi massa peitetään aina sateella, kuljetusmatkan ollessa yli 20 km tai ilman lämpötilan ollessa alle 10 °C. Asfalttimassa tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiviyteen ja tasaisuuteen. (InfraRYL 2010, 344.)

5.6 Muut suunnitelmat

Tähän opinnäytetyöhön oli tarkoitus liittää Ramboll'n tekemät hulevesisuunnitelma, pohjavedensuojelusuunnitelma sekä öljyntorjuntasuunnitelma. Tilanteen muututtua tilaajan puolelta, kyseisiä suunnitelmia ei ole tilattu Ramboll'ta.

Edellä mainitut suunnitelmat on kuitenkin tehtävä ennen varikkoalueiden päällystämistä sekä alueen muuta rakentamista.

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella päällysrakenne Teiskon ilmailu- ja moottoriurheilukeskuksen varikkoalueille. Työssä on esitetty kaksi päällysrakennevaihtoehtoa, joista tarkempien pohjatutkimusten tai asiantuntijalausuntojen perusteella tilaaja voi valita sopivan. Suunnitellut rakenteet ovat riittäviä kantavuudeltaan sekä routimisen osalta. Rakenteita ei myöskään ole ylimitoitettu kustannusten minimoimiseksi.

Työhön oli tarkoitus liittää ulkopuolisen tahon tekemät, ympäristöluvassa vaaditut, pohjavedensuojelusuunnitelma ja öljyntorjuntasuunnitelma sekä erillinen kuivatussuunnitelma. Työn tekemisen aikana tilanne kuitenkin muuttui tilaajan osalta sikäli, ettei kyseisiä suunnitelmia tilattu.

Ennen kuin alueella voidaan aloittaa päällysrakenne- tai muita töitä, on edellä mainitut suunnitelmat kuitenkin tehtävä.

LÄHTEET

Sysilampi J. 2011. TIMOKE- hankesuunnitelma. Tampereen yliopisto. Johtamiskorkeakoulu.

Palmolahti, E. 2011. Tampereen kaupungin maaseutuohjelma 2020. Tampereen kaupunki. Kaupunkikehitysryhmä. Kestävä yhdyskunta–yksikkö.

Tampereen kaupunki. 2011. Muistio Kaanaan ympäristölupien velvoitteista.

RIL 234-2007. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, suunnittelu- ja rakentamisohteet. Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Liikennevirasto. 2004. Tierakenteen suunnittelu.

Liikennevirasto. 2005. Tietoa tiensuunnitteluun nro 71D.

Digitaalinen maastomalli. Wikipedia. 2012. Päivitetty 7.1.2012. Tulostettu 7.5.2012. http://fi.wikipedia.org/wiki/Digitaalinen_maastomalli

Rakennustieto. 2010. InfraRYL 2010.

Pihlajamäki, J. 2001. Liikenneerasituksen laskeminen. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Tulostettu 7.5.2012. <http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/3-liikenneerasitus.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Kartta koekuoppien sijainnista

(Ramboll 2011)



Liite 2. Koekuoppakortit

(Ramboll 2011)

3 Sivua

RAMBOLL

KOEKUOPPAPÖYTÄKIRJA

LAATIJA: J.SNRO: 1PVM: 19.12.2011

Työ: Kaanaa Moottorirata
 Tutkimuskohde: _____
 Tilaaja: _____
 Sijainti: X 6851481,5 Y 24501402,5
 Piste/Paalu: 1.
 Maanpinnan taso: +157,00
 Kaivutapa: kaivinkone
 Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0,1	hiekkinen siltti
1,0	- ? -
2,0	- " -

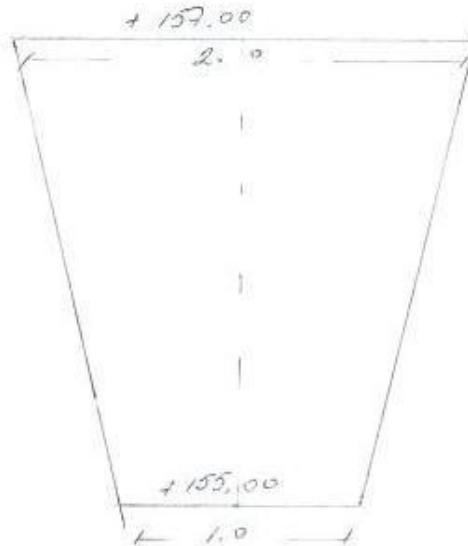
Vedenpinta: _____
 Vedentulo: _____
 Koekuopan halkaisija: 1,0 m
 Koekuopan syvyys: 2,0 m
 Kalliopinnan sijainti: _____
 Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
1.	0,1	hiekkinen siltti
2.	1,0	- ? -
3.	2,0	- " -

Kuoppa täytetty xx.xx.xxxx
19.12.2011

Asemakuva

Leikkaus



RAMBOLL
KOEKUOPPAPÖYTÄKIRJA

 LAATIJA: J.S

 NRO: 2

 PVM: 19.12.2011

Työ: Kaanaan moottorirata
 Tutkimuskohde: _____
 Tilaaja: _____
 Sijainti: X 6851342.6 Y 24501342.2
 Piste/Paalu: 2.
 Maanpinnan taso: +156.10
 Kaivutapa: kaivinkone
 Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0,1	hiekkainen silti
1,0	- " -
2,0	- " -

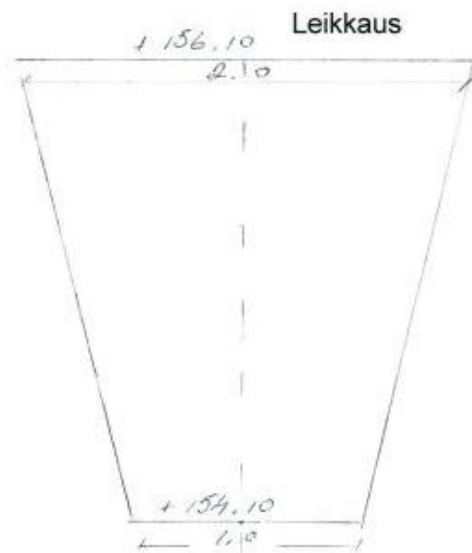
Vedenpinta: _____
 Vedentulo: _____
 Koekuopan halkaisija: 1,0 m
 Koekuopan syvyys: 2,0 m
 Kalliopinnan sijainti: _____
 Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
1.	0,1	hiekkainen silti
2.	1,0	- " -
3.	2,0	- " -

Kuoppa täytetty xx.xx.xxxx

19.12.2011

Asemakuva



RAMBOLL
KOEKUOPPAPÖYTÄKIRJA

 LAATIJA: J.S

 NRO: 3

 PVM: 19.12.2011

Työ: Kaanaa Moottorirata
 Tutkimuskohde: _____
 Tilaaja: _____
 Sijainti: x 6851334,8 y 24501472,8
 Piste/Paalu: 3.
 Maanpinnan taso: +155.50
 Kaivutapa: kaivinkone
 Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0,1	hiekkainen siltti
0,1-1,0	- " - / kiviä
2,0	- " -

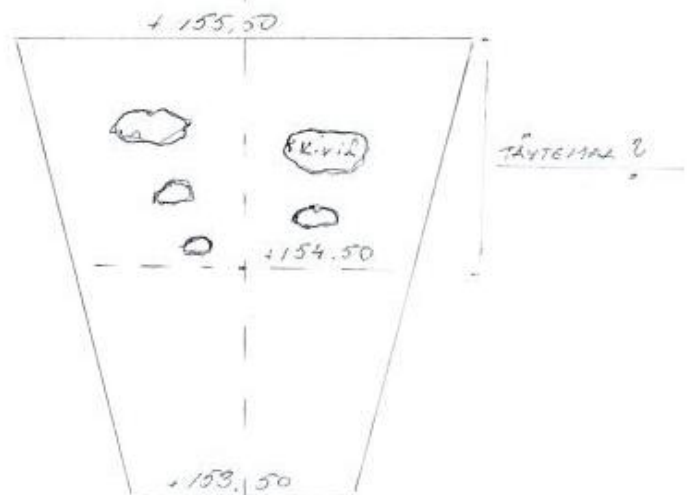
Vedenpinta: _____
 Vedentulo: _____
 Koekuopan halkaisija: 1,0
 Koekuopan syvyys: 2,0
 Kalliopinnan sijainti: _____
 Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
1.	0,1	hiekkainen siltti
2.	1,0	- " -
3.	2,0	- " -

Kuoppa täytetty xx.xx.xxxx

Asemakuva

Leikkaus



Liite 3. Koekuoppien tutkimusselostukset

(Ramboll 2011)

6 sivua

201.2012			
Työnumero 2011052		Työn nimi Kaakkaan_lentokentt?	
Pisteiden nro KKI			
X 6851481.500	Y 24501402.500	Z 157.100	
Pohjaveden pinta		Kaivospvm. 22.12.2011	Akukalkaus
Kalraus tapa Häiriintynyt		Päättymistapa	
Kalraus ja		Kalrauslote	

W
F 100 50 0

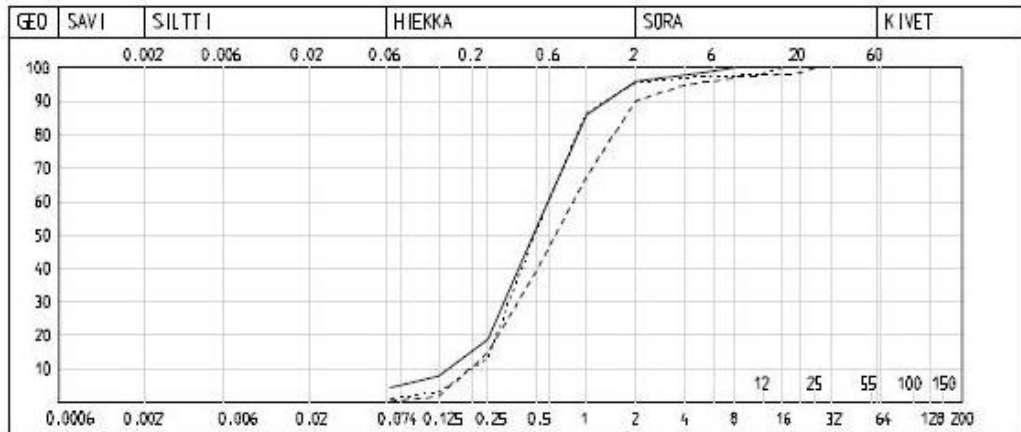
① keHk
② keHk
③ keHk

Mittakaava 1:200

LABORATORION TUTKIMUSSELOSTUS

Sivu 1
20.1.2012

Kantalahti		Pisteen nimi Kaanaan_lentokentti?		Pisteen nro KKI		Työnnumero 2011052	
x 6851481.500		y 24501402.500		z 157.100			
Arkistonumero		Suunnitelmanumero					
Tilaaja				Tutkijus			
Näytteen tunnus	a	b	c				
Laboratorionumero	1/Q247966B1	2/Q247966B2	3/Q247966B3				
Paalu							
Syvyys	0.10	1.00	2.00				
Korkeuslaso	157.00	156.10	155.10				
Ottam aika	22.12.2011	22.12.2011	22.12.2011				
Intofiheys: kuiva, märkä							
Kiintofiheys							
Vesipitoisuus %	15.2	4.7	6.3				
Humus: poltto, NaOH %							
Routivuus: routimaton, routiva							
Kantavuusluokka							
Kapillaarisuus							
Maalajin nimi	keHk	kaHk	keHk				



Lausunto

20.1.2012			
Työnumero	Työn nimi	Pisteiden mää	
2011052	Kasvotus_ lentokentt?	KK2	
X	Y	Z	
6851342.600	24501342.600	156.100	
	Pohjaveen pinta	Käiväspvm.	Alkukäivä
		22.12.2011	
Käivästapa	Pölyttämistapa		
Häiriintynyt			
Käivästä	Käivästoite		

155

keHk
keHk
keHk

W
F 100 50 0

Mittakaava 1:200

20.1.2012			
Työnumero	Työn nimi	Pisteen nro	
2011052	Kasnaan_lentokentt?	KK2	
X	Y	Z	
6851342.600	24501342.600	156.100	
	Pohjaveden pinta	Käivospvm.	Alkukäivös
		22.12.2011	
Käivöstopa	Pöytäntynstopa		
Häiriintynyt			
Käivös_ja	Käivösloite		

155

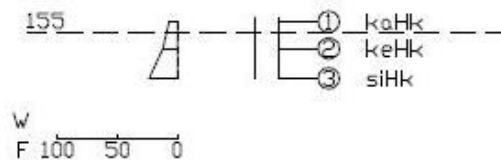
keHk
keHk
keHk

W
F 100 50 0

Mittakaava 1:200

20.1.2012

Työnumero 2011052	Työn nimi Kaanaan_lentokentt?	Platzen nro KK3
X 6851334.800	Y 24501472.800	Z 155.500
	Pohjaveden pinta	Kaivospvm. 22.12.2011
		Alkukolaus
Kolaustapa Hörlintynyt		Pöytäntynstapa
Kolauaja		Kolauslaite

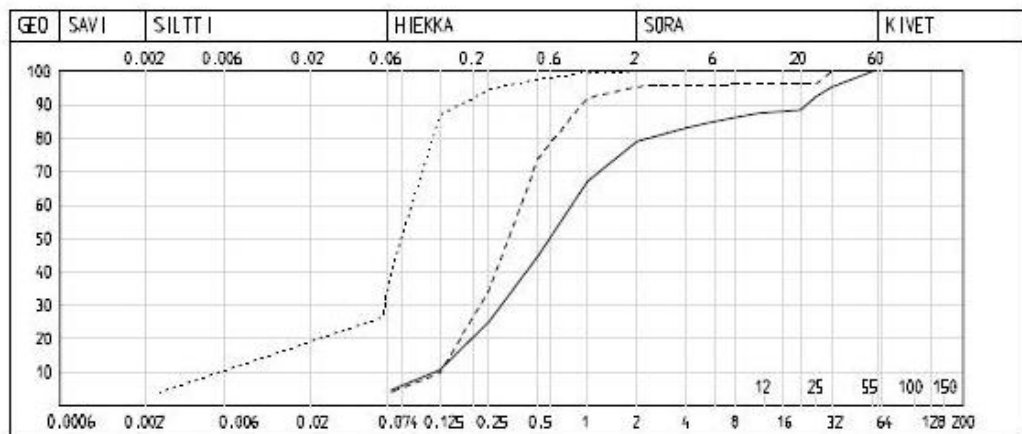


Mitakaava 1:200

LABORATORION TUTKIMUSSELOSTUS

Sivu 1
20.1.2012

Karttalehti	Pisteen nimi Kaanaan_lentokentti?		Pisteen nro KK3	Työnnumero 2011052
	X 6851334.800	Y 24501472.800	Z 155.500	
	Arkistonumero	Suunnitelmanumero		
Tilaaja				Tutkija
Näytteen tunnus	a _____	b -----	c	
Laboratorionumero	1/Q247968B1	2/Q247968B2	3/Q247968B3	
Paalu				
Syvyys	0.10	1.00	2.00	
Korkeuslaso	155.40	154.50	153.50	
Ottopäivä	22.12.2011	22.12.2011	22.12.2011	
Intofiheys: kuiva, märkä				
Kiintofiheys				
Vesipitoisuus %	6.7	11.9	23.7	
Humus: poltto, NaOH %				
Routivuus: routimaton, routiva				
Kantavuusluokka				
Kapillaarisuus				
Maalajin nimi	kaHk	kehk	sIHk	



Lausunto