

RATSASTUSKENTÄN POHJARAKENTEIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS PIENELLE HARRASTUSTALLILLE

Juha Lappeteläinen

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Juha Lappeteläinen	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Janne Poikajärvi		
Toimeksiantaja	Hevostalli Rentunruusu		
Työn nimi	Ratsastuskentän pohjarakenteiden suunnittelu ja toteutus pienelle harrastustallille		
Sivu- ja liitesivumäärä	55 + 11		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli pienen harrastustallin ratsastuskentän suunnittelu pohjamaan aistinvaraisella tutkimisella saatavan tiedon mukaan. Työn alussa perehdyttiin maalajien nimeämiseen, ominaisuuksiin ja aistinvaraiseen tunnistamiseen sekä ratsastuskentän rakentamista koskeviin määräyksiin ja niille suositeltaviin ominaisuuksiin tutustumalla alan kirjallisuuteen.

Ratsastuskenttien rakentamishojeet on laadittu yleensä huomioiden kentän kelppoisuus vähintään ratsastuskoulukäyttöön, eikä niissä huomioida juurikaan pohjamaan ominaisuuksia. Pienille harrastuskäyttöön tarkoitetuille kentille ei ole laadittu yleisiä rakentamistapasuosituksia.

Tyypillisiä ratsastuskentän rakennekerroksia ovat suodatin-, kantava- ja pintakerros. Pintakerroksen toimivuudella on suurin merkitys ratsukon turvallisuuteen ja hyvinvointiin. Pintakerroksen ominaisuuksia voidaan muokata, mutta pohjamaan ominaisuudet pysyvät samana koko kentän elinkaaren ajan. Kentän pohjan kuivana pysyminen on tärkeä ominaisuus, joka tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Pohjamaan ominaisuuksien mukaan suunniteltu kenttä on kestävä, toimiva ja kustannustehokas.

Pohjamaan maalaji määritettiin maanäytteestä aistinvaraisin tutkimusmenetelmin. Aistinvaraisen tunnistamisen tueksi maanäyte tutkittiin laboratoriossa ja nimettiin raekokojakauman mukaisesti. Aistinvaraisesti tunnistettu maalaji vastasi riittävällä tarkkuudella laboratoriotutkimuksien mukaan nimettyä maalajia, jolloin voidaan todeta, että aistinvaraisella tutkimuksella saadaan riittävän luotettavasti tunnistettua tutkittu maalaji. Pohjamaan ominaisuudet ja luonnolliset muodot mahdollistivat kentän kuivatus- ja pintakerroksen toteutussuunnitelman ilman erillistä suodatin- ja/tai kantavaa kerrosta.

Tulevaisuudessa olisi tarpeen luoda ratsastuspohjaopas pienten tallien ratsastuskenttien rakentamistarpeisiin huomioiden pohjamaan ominaisuudet sekä kentän pieni käyttäjämäärä suhteessa rakentamiskustannuksiin.

Avainsanat Ratsastuskenttä, maalaji, aistinvarainen tunnistaminen, kantavuus, vedenläpäisy

Degree Programme in Civil
Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Juha Lappeteläinen	Year	2022
Supervisor	Janne Poikajärvi		
Commissioned by	Hevostalli Rentunruusu		
Subject of thesis	Planning and implementation of a Riding Field		
Number of pages	55 + 11		

The purpose of this thesis was to plan a riding field for a small hobby stable according to the information obtained by organoleptical examination of the subsoil.

At the beginning of the study, the naming, properties and organoleptic identification of different soil types were studied, as well as the regulations for the construction of a riding field and the properties recommended for them by studying relevant literature. The soil type of the subsoil was determined from the soil sample by organoleptic research methods. To support organoleptic identification, the soil sample was examined in the laboratory and named according to the grain size distribution. The organoleptically identified soil type corresponded with sufficient accuracy to the soil species named according to the laboratory studies, in which case it can be stated that the organoleptic test can be used to identify the studied soil species with sufficient reliability. The properties and natural shapes of the subsoil enabled the implementation plan of a field drainage and surface layer without a separate filter and / or load-bearing layer.

Typical structural layers of the riding field are the filter, load-bearing and surface layers. The functionality of the surface layer is of the utmost importance for the safety and well-being of the rider and a horse. The properties of the topsoil can be modified, but the properties of the subsoil remain the same throughout the life cycle of the field. Keeping the bottom of the field dry is an important feature that should be considered in the planning. The field, planned according to the properties of the subsoil, is durable, functional and cost-effective.

In the future, it is necessary to create a riding field guide for the construction needs of small stables, taking into account the characteristics of the subsoil and the small number of users in the field in relation to the construction costs.

Key words

Riding field, type of soil, organoleptic recognition, load capacity, water permeability

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 RATSASTUSKENTÄN RAKENTAMISTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	8
3 MAALAJIEN LUOKITUS, OMINAISUUDET JA TUNNISTAMINEN	10
3.1 Maalajien luokitus	10
3.2 Maalajien määrittäminen ja nimeäminen.....	12
3.3 Maalajien ominaisuudet	13
3.3.1 Huokoisuus, tiiviys ja vedenläpäisevyys	14
3.3.2 Kapillaarisuus ja pohjavesi	15
3.3.3 Lujusominaisuudet ja kokoonpuristuvuus	16
3.3.4 Routa.....	19
3.4 Maalajien aistinvarainen tunnistaminen	20
3.4.1 Hienorakeisten maalajien tunnistaminen.....	21
3.4.2 Karkearakeisten maalajien tunnistaminen	22
3.4.3 Moreenimaalajien tunnistaminen.....	23
4 ULKORATSASTUSKENTTÄ	24
4.1 Ratsastuskentältä edellytettävät vaatimukset	24
4.2 Ratsastuskentän koko.....	25
4.3 Ratsastuskentän rakennekerrokset.....	25
4.3.1 Pohjamaa ja maanrakennuskangas	27
4.3.2 Suodatin- ja salaojakerros	27
4.3.3 Kantava kerros	28
4.3.4 Kiilauskerros.....	28
4.3.5 Pintakerros	28
4.4 Kentän kuormituskestävyys	29
5 KENTÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	32
5.1 Rakennuspaikka	32
5.2 Maaperä rakennuspaikalla.....	32
5.3 Maaperän aistinvarainen tutkimus	33
5.4 Tarvittavat rakennekerrokset pohjamaan ominaisuuksien mukaan.....	34
5.4.1 Kantavuus	34
5.4.2 Vedenläpäisevyys ja kuivatusjärjestelmä	35

5.4.3	Routivuus	35
5.5	Kentän rakennekerrokset ja toteutus	35
5.6	Kentän rakennuskustannukset.....	37
6	POHJAMAAN LABORATORIOTUTKIMUKSET	42
6.1	Tutkimuksen tarkoitus	42
6.2	Tutkimusmenetelmät ja laitteisto.....	42
6.2.1	Kuivaseulonta.....	43
6.2.2	Pesuseulonta.....	44
6.2.3	Vedenläpäisevyys	45
6.2.4	Vedenläpäisevyyden analysointi	46
6.3	Tutkimusten luotettavuus ja virhelähteet.....	46
6.4	Aistinvaraisen tutkimuksen ja laboratoriotulosten vertailu	47
7	POHDINTA.....	49
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET.....	55

1 JOHDANTO

Hevosharrastajien määrä on Suomessa suuri ja sen ennustetaan kasvavan edelleen. Vuoden 2020 tilaston mukaan Suomessa oli noin 74 000 hevosta, hevosharrastajia noin 160 000 ja talleja noin 16 000. Hevostalous on kehittyvää ja työllistävää elinkeinotoimintaa, se työllistää noin 14 000–15 000 henkilöä. Pienten, alle kuuden hevosen tallien rakennuspaine on suurta, varsinkin asutuskeskusten läheisyydessä.

Ratsastus on monipuolinen ympärivuotinen urheilulaji, jota kymmenet tuhannet suomalaiset harrastavat viikoittain. Ratsastuskentällä voi harrastaa useita myös kilpailulajeina toimivia ratsastusmuotoja, kuten este- ja kouluratsastus.

Ratsastuskentän rakentamisessa kannattaa olla huolellinen. Huonosti tehdyt pohjatyöt voivat aiheuttaa ongelmia heikon kantavuuden, painumisen ja liettymisen seurauksena. Kentän pintamateriaalilla on suurin merkitys ratsukon hyvinvoinnille. Liian pehmeä, upottava, liukas tai joustamaton pintamateriaali lisää hevosen loukkaantumisriskiä. Kentän rakennekerrosten tulisi olla kauttaaltaan tasalaatuisia, sitoa sopivasti vettä ja päästää liika vesi pois rakenteista. Rakennekerroksiin käytettävien kiviainesten raakoostumuksilla voidaan vaikuttaa kentän toimivuuteen. Hyvin suunniteltu kenttä on turvallinen ratsastaa, ei pölyä ja säilyttää ominaisuutensa säännöllisellä huollolla.

Ratsastuskentän rakennekerrosten ja materiaalien osalta ei ole virallisia määryksiä. Ohjeistuksia kentän rakennekerrosten rakentamiseen on laadittu, mutta suuri osa niistä ei juurikaan huomioi pohjamaan ominaisuuksia. Ammattimaisilla harrastamiseen ja kilpaurheiluun tarkoitetuilla ratsastuskentillä kentän käyttö on suurta ja kentän rakennekerrosten tulee kestää kovaa käyttöä. Pienten ja vähemmällä rasituksella olevien harrastekenttien rakenteiden ei tarvitse täyttää ammattimaisten kenttien vaatimuksia.

Opinnäytetyön toimeksiantajan tarkoitus on rakentaa ympäri vuoden käytettävä ulkoratsastuskenttä viiden hevosen tallin yhteyteen. Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on selvittää aistinvaraisin tutkimusmenetelmin rakennuspaikan pohjamaan toimivuus ratsastuskentän pohjana. Pohjamaan tutkimisen perusteella määritetään kentälle tarvittavat rakennekerrokset. Kentän maatöiden

rakennuskustannukset huomioidaan suunnittelussa, pyrkimys on toteuttaa toimiva kenttä mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Aistinvarainen maalajin tunnistaminen sisältää epävarmuustekijöitä. Pohjamaasta otetusta maanäytteestä tehdään laboratoriossa maalajimääritys, jonka tulosta verrataan aistinvaraisen tutkimuksen tulokseen.

Ratsastuskenttään kuuluu ratsastuspohjan lisäksi muita toiminnallisuuteen vaikuttavia pintarakenteita, kuten aidat ja valaistus, mutta niitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

2 RATSASTUSKENTÄN RAKENTAMISTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Maankäyttö- ja rakennuslaki ohjaa rakentamista kokonaisuudessaan. Uuden rakennuksen rakentaminen vaatii aina rakennusluvan. Hevostallin rakennuslupaa hakiessa tulee huomioida hevosten ulkoilualueiden tilantarve. Olemassa olevan rakennuksen yhteyteen rakennettavan ratsastuskentän osalta on kuntakohtaisia eroja. Kenttä vaatii joko rakennusluvan tai toimenpideluvan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999; Hevostalliohje 2019.)

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan jokaisessa kunnassa tulee olla rakennusjärjestys. Ratsastuskentän rakentamista ohjaa pääosin kuntien rakennusjärjestykset. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat olla erilaisia eri kuntien alueella. Rakennusjärjestyksessä annetaan paikallista rakentamista koskevat määräykset, jotka voivat koskea rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa ja sijoittumista, muita rakennelmia, istutuksia, aitoja ja muita niihin rinnastettavia rakentamista koskevia seikkoja. Rakennusjärjestyksessä huomioidaan myös paikalliset kulttuuri- ja luontoarvot sekä maisemallisesti arvokkaat alueet ja annetaan näitä koskevat määräykset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 14§.)

Suurella osalla kuntien rakennusjärjestyksissä ei ole erikseen määräyksiä hevostallia tai ratsastuskenttää koskien. Työn toimeksiantajan rakennuspaikkakunnan rakennusjärjestyksessä on määräyksiä asemakaava-alueen ulkopuolelle rakennettavaan hevostalliin liittyen. Rakennusjärjestyksessä viitataan Oulun seudun ympäristötoimen laatimaan hevostalliohjeeseen. Rakennusjärjestyksessä on esitetty vaatimukset harrastustallin ja tarvittavien oheistoimintojen rakennuspaikan pinta-alasta sekä määrätty ratsastuskentän osalta suojaetäisyyksiksi 50 m naapuriin, 5 m ojaan ja 100 m vesistöön. Suojaetäisyydestä naapuriin voidaan poiketa naapurin kirjallisella suostumuksella. (Limingan kunta 2017, 7–8.)

Harrastustalliksi määritellään Suomen ratsastajainliiton mukaan talli, jossa on 5–20 hevosta. Yleisesti pieneksi harrastustalliksi kuitenkin mielletään talli, jossa on 1–5 hevosta, koska yli kuuden hevosen pitämisen katsotaan olevan laajamittaista tai muutoin ammattimaista ja tuolloin hevosen pidosta on tehtävä ilmoitus

aluehallintoviraston läänineläinlääkärille. (Hevostalliohje 2019; Hevostallityöryhmän raportti 2008, 15.)

Ympäristölupaa ei vaadita alle 60 hevosen tallille. Pohjavesialueelle rakennettaessa hevosten määrä ei ole merkitsevä vaan ympäristölupa tulee hakea aina. Ympäristölupa tarvitaan myös, mikäli tallitoiminnasta saattaa aiheutua naapurille kohtuutonta haittaa. (Hevostalliohje 2019.)

Tuotantoeläinten jaloittelualueita, pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden ja lannan varastointitilaa, ulkotarhojen juotto- ja ruokintapaikkoja ei saa sijoittaa alle viidenkymmenen metrin etäisyydelle vesistöistä, talousvesikäytössä olevasta kaivosta tai lähteestä, pohjavesialueelle ellei maaperäselvitysten perusteella osoiteta, että tällaiselle alueelle sijoittaminen ei aiheuta pohjavesien pilaantumisen vaaraa, tulvanalaiselle alueelle tai alle 25 metrin etäisyydelle valtaojasta tai norosta. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014 4§.)

3 MAALAJIEN LUOKITUS, OMINAISUUDET JA TUNNISTAMINEN

3.1 Maalajien luokitus

Geoteknisessä maalajiluokituksessa (GEO) maalajit luokitellaan niiden syntyvän, raakoostumuksen ja humuspitoisuuden perusteella hienorakeisiin- ja karkearakeisiin-, moreeni- sekä eloperäisiin maalajeihin (Ronkainen 2012, 9–10). Maalajiryhmät on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Maalajiryhmät geoteknisessä maalajiluokituksessa (Ronkainen 2012)

Maalajiryhmä	Lyhennys	Ominaisuudet
Eloperäiset maalajit	E	Maalaji koostuu pääasiallisesti eloperäisestä aineksesta tai sisältää eloperäistä ainesta > 20 paino-%
Hienorakeiset maalajit	H	Lajittuneet hienorakeiset maalajit Hienoainespitoisuus ($\leq 0,06$ mm) ≥ 50 % Humuspitoisuus ≤ 20 paino-%
Karkearakeiset maalajit	K	Lajittuneet karkearakeiset maalajit Hienoainespitoisuus < 50 %
Moreenimaalajit	M	Lajittumattomat, useita eri lajitteita sisältävät maalajit

Kivennäismaalajit ovat syntyneet kallioperästä irronneesta ja hienontuneesta kiviaineksesta ja ne jaetaan lajittuneisiin ja lajittumattomiin maalajeihin. Lajittuneet kivennäismaalajit geoteknisessä maalajiluokituksessa on esitetty taulukossa 2. Lajittuneet maalajit ovat veden huuhtelemia ja lajittelemia maalajeja, joissa on yksi tai kaksi vallitsevaa lajitetta. Lajittumattomia maalajeja ovat moreenit, joissa on lajitteita usein siltistä soraan asti. Eloperäisiä maa-aineksia ovat turve ja lieju. Turve syntyy kuolleiden lehtien, oksien ja muun eloperäisen maatumisen seurauksena. Lieju sisältää hienoa kiviainesta, savea tai silttiä sekä elopäistä ainesta. (Ronkainen 2012, 9–10.) Eloperäiset maalajit, turve ja lieju eivät sovellu rakennuspohjaksi. Jos eloperäisen aineksen kerros on ohut, voidaan se poistaa ja korvata rakennusteknisiltä ominaisuuksiltaan paremmilla maa-aineksilla. (Salonen, Eronen & Saarnisto 2006, 137.)

Taulukko 2. Kivennäismaalajit geoteknisessä luokituksessa (Ronkainen 2012)

Maalaji	Lyhennys	Rakeiden läpimitta (mm)
Savi	Sa	≤ 0,002
Siltti	Si	> 0,002...0,06
Hiekka	Hk	> 0,06...2,0
Sora	Sr	> 2,0...60,0
Kivet	Ki	> 60...600
Lohkareet	Lo	> 600

GEO-maalajiluokitus on ollut Suomessa käytössä vuodesta 1974. Sitä ennen käytössä oli rakennustekninen (RT) luokitus. RT-luokituksesta on luovuttu, mutta sen mukaisia maalajinimityksiä käytetään edelleen metsä- ja maatalousaloilla. (Ronkainen 2012, 11–12.) Taulukossa 3 on esitetty GEO- ja RT-maalajiluokituksen eroavaisuudet maalajien nimissä.

Taulukko 3. Lajittuneet kivennäismaalajit geoteknisessä ja rakennusteknisessä maalajiluokituksessa (Geologian tutkimuskeskus a)

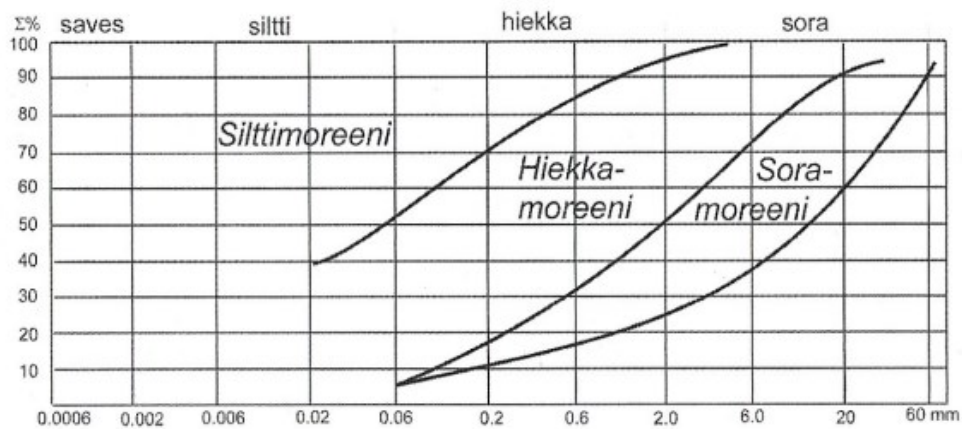
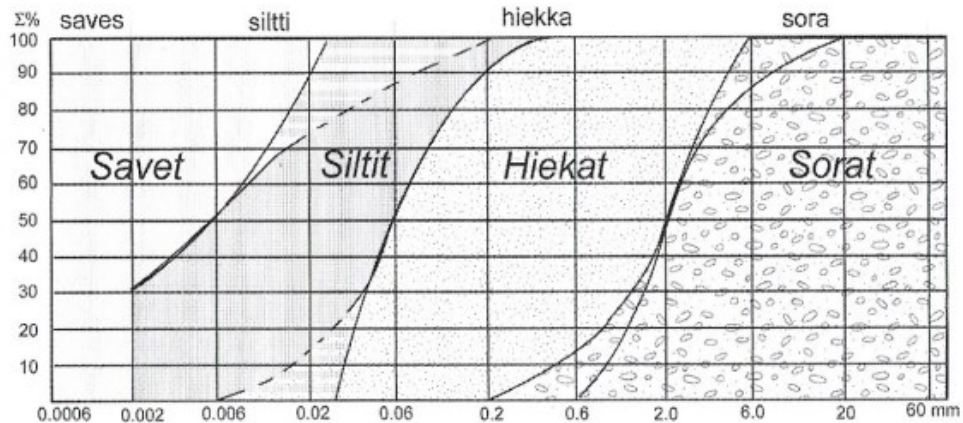
RT-luokitus		rakeiden läpimitta mm	GEO-luokitus	
maalaji	lajite		lajite	maalaji
lohkareet	lohkareet	>600	lohkareet	lohkareet
		600-200	isot kivet	kivet
kivet	isot kivet	200-60	pienet kivet	
	pienet kivet	60-20	karkeasora	
sora	karkea sora	20-6	keskisora	sora
	hieno sora	6-2	hienosora	
hiekkä	karkea hiekkä	2-0,6	karkeahiekkä	hiekkä
	hieno hiekkä	0,6-0,2	keskihiekkä	
hieta	karkea hieta	0,2-0,06	hienohiekkä	siltti
	hieno hieta	0,06-0,02	karkeasiltti	
hiesu	karkea hiesu	0,02-0,006	keskisiltti	siltti
	hieno hiesu	0,006-0,002	hienosiltti	
savi	savi	<0,002	savi	savi

3.2 Maalajien määrittäminen ja nimeäminen

Kivennäismaalajit nimetään maaperänäytteestä tehtävän maa-aineksen kuivaseulonnan, pesuseulonnan ja/tai areometrikokeen tulosten perusteella. Seulonnan ja/tai areometrikokeen tuloksen perusteella piirretään rakeisuuskäyrä, joka ilmaisee miten suuri osuus tutkitusta näytteestä on tiettyä raekokoa pienempiä rakeita. Seulonnassa suurin seulakoko on 64 mm, tätä karkeampia rakeita ei huomioida maalajien nimeämisessä. Tavallisessa seulasarjassa on 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 ja 0,074 mm seulat. Kuivaseulonta soveltuu karkearakeisille lajitteille. Jos maa-aineessa on mukana runsaasti hienoainesta ei kuivaseulonta onnistu luotettavasti ja maa-aines tutkitaan pesuseulonnan ja/tai areometrikokeen avulla. Hienoaineksen tarkka määrittäminen on tarpeellista, kun arvioidaan maan routivuutta. Muutaman prosentin ero hienoainemäärässä voi ratkaista onko maa routivaa vai routimatonta. (Jääskeläinen 2009, 16, 19, 29.) Hienorakeisia maalajeja geoteknisessä maalajiluokituksessa ovat savi ja siltti (Geologian tutkimuskeskus a).

Kivennäismaalajien nimetään keskimääräisen raekoon mukaan d_{50} -menetelmällä eli maa-aineelle annetaan sen lajitteen nimi, minkä päälajitteen alueelle rakeisuuskäyrän läpäisyprosenttia 50 vastaava raekoko sijaitsee. Savella on omat ominaispiirteensä jo pienemmälläkin osuudella. Saveksi maalaji nimetään jos 30 % aineesta on rakeisuuskäyrän savilajitteen alueella. Laihaksi saveksi kutsutaan savea, jossa on 30–50 % savilajitetta ja lihavaksi saveksi lajitetta, jossa savea on yli 50 %. Kivennäismaalajeilla tehokas raekoko d_{10} on 10 % läpäisyä vastaava raekoko. Se kertoo muun muassa maa-aineen vedenläpäisevyydestä. Suomen yleisin maalaji, moreeni, on lajittumatonta kivimurskaa, jossa esiintyy raekokoja lohkarista saveen. Moreenimaan määrittäminen aloitetaan d_{50} -menetelmällä kuitenkin muillakin maalajeilla. Jos maalajitteessa on päälajitteena sora, hiekka tai siltti tulee varmistaa, onko kyseessä moreeni. Moreenissa on päälajitteen lisäksi yhtä aikaa vähintään 5 % soraa ja vähintään 5 % silttiä. Keskimääräinen raekoko d_{50} määrää onko kyseessä siltti-, hiekka- vai soramoreeni. (Jääskeläinen 2009, 19, 23–24.) Kuvassa 1. on esitetty geoteknisen maalajiluokituksen raekokovyöhykkeet.

Maalajille voidaan antaa lisänimi sorainen, hiekkainen tai silttinen jos kyseistä lajitetta on päälaajitteen ohella yli 30 %. Jos savilajitetta on 10–30 % saa maalaji lisänimen savinen Lisänimen kivinen tai lohkarainen maalaji saa, jos kiviä tai lohkaraita on yli 10 %. Humuspitoisuus välillä 2–6 % antaa lisänimen liejuinen, esim. liejuinen siltti. Eloperäinen aines muuttuu päälaajikkeeksi humuspitoisuuden ollessa 6–20 %, esim. silttinen lieju. (Jääskeläinen 2009, 25–26.)



Kuva 1. Geoteknisen maalajiluokituksen kivennäismaalajien raekokovyöhykkeet (Salonen ym. 2002)

3.3 Maalajien ominaisuudet

Maa-aineksen ohella luonnonkosteassa maaperässä on vettä ja ilmaa. Maan sisäinen rakenne, huokoisuus vaikuttaa osaksi siihen, missä suhteissa ne esiintyvät. Huokoisuusominaisuuksiin perustuvat muun muassa tiiviys, kantavuus, vedenläpäisevyys, kapillaarisuus ja routivuus. Maaperän rakennettavuus riippuu

pääosin kokoonpuristuvuudesta, kantavuudesta ja routivuudesta. (Salonen ym. 2002, 84,90.)

3.3.1 Huokoisuus, tiiviys ja vedenläpäisevyys

Kivennäismaa koostuu kiinteiden rakeiden muodostamasta rungosta ja enemmän tai vähemmän vedellä täyttyneestä huokostilasta. Maalajin huokoisuus on siinä olevan ilman ja veden yhteistilavuus maalajin kokonaistilavuudesta. Maalajin tiiviys, tiivistyminen, rakeisuus ja rakeiden muoto vaikuttavat huokostiloihin. Maaperä on sitä löyhempää mitä enemmän siinä on huokostilaa, tiiviissä maassa maarakeet ovat tiukasti toistensa lomassa ja huokostilavuus on pieni. Luonnon maalajien tiiviys luokitellaan löyhään, keskitiiviiseen ja tiiviiseen. (Salonen ym. 2002, 90–92, 109.) Luonnossa maa-aines voi esiintyä niin tiiviiksi pakkautuneena kuin se on mahdollista tai niin löyhänä kuin se pysyy koossa. Yleensä todellinen tiiviys on jossain noiden rajojen välissä. Tiiveimmässä tilassa kokoonpuristuvuus on pienimillään ja lujuusominaisuudet parhaimmillaan. Maa-aineksen kuivatilavuuspaino kertoo maa-aineksen tiivyydestä. Kullekin luonnossa esiintyvälle maa-ainekselle on oma pienin ja suurin kuivatilavuuspainonsa. Kuivatilavuuspaino löyhässä maassa on soralla noin 18 kN/m^3 , moreenilla noin 19 kN/m^3 ja siltillä noin 14 kN/m^3 . Tiiviissä maassa kuivatilavuuspaino on soralla $>20 \text{ kN/m}^3$, moreenilla $>21 \text{ kN/m}^3$ ja siltillä $>16 \text{ kN/m}^3$. (Jääskeläinen 2009, 51–52; Salonen ym. 2002, 94.) Kuivatilavuuspainon minimin määrittämiseksi kuivattua maanäytettä valuteetaan mitta-astiaan suppilon kautta, jonka päässä on pehmeä kumiputki. Putkea kuljetetaan astian sisällä maa-aineksen pintaa hipoen, jolloin tutkittava maa-aines leviää tasaisesti vyörymättä edellä olevan aineen päälle. Täyttööä jatketaan hieman mitta-astian yläpinnan yläpuolelle ja lopuksi yläpinta oikaistaan viivaimella astian yläpinnan tasoon. Kuivatilavuuspaino saadaan jakamalla näytteen paino astian tilavuudella. (Jääskeläinen 2009, 53.)

Vesi liikkuu maan huokosten muodostamisessa käytävissä, jolloin maalajin tiiveys ja raekokojakauma ovat suhteessa vedenläpäisevyyteen. Maalajeille on mitattu keskimääräisiä vedenläpäisevyysarvoja:

- sora 10^{-1} – 10^{-4} m/s
- hiekka 10^{-4} – 10^{-6} m/s
- siltti 10^{-5} – 10^{-9} m/s
- savi 10^{-8} – 10^{-10} m/s
- hiekkamoreeni 10^{-6} – 10^{-8} m/s
- silttimoreeni 10^{-7} – 10^{-10} m/s. (Martio 2011, 18–19)

Moreenimaiden vedenläpäisevyys vaihtelee runsaasti riippuen vahvasti niiden lajitepitoisuuksista. Paljon savea sisältävät hienoainemoreenit voivat olla lähes vettä läpäisemättömiä. Karkeammat soramoreenit ovat paremmin vettä läpäisevämpiä. Yleensä moreenien vedenläpäisevyys on luokiteltu olevan 10^{-5} – 10^{-9} m/s, hienoainemoreenilla jopa savea huonompi 10^{-11} m/s. (Martio 2011, 19; Jääskeläinen 2009, 68–69.) Moreenimaiden vedenläpäisevyys on luonnossa usein huomattavasti parempi laboratorikokeisiin verraten. Tämä johtuu maassa olevista erilaisista kerrosrakenteista, kuten hiekkalinsseistä. (Heikkilä 2018, 40.) Hyvin vettä läpäisevänä pidetään maa-ainesta, jonka vedenläpäisevyys on 10^{-1} – 10^{-3} m/s, huonosti vettä läpäisevänä 10^{-4} – 10^{-7} m/s ja vettä läpäisemättömänä $>10^{-8}$ m/s (Ympäristögeotekniikan perusteet 2008,16).

3.3.2 Kapillaarisuus ja pohjavesi

Pohjavesi on maa- ja kallioperään varastoitunutta sade- ja lumien sulamisvettä. Pohjaveden ja maanpinnan välisessä pohjavesivyöhykkeessä vesi täyttää huokostilan osittain, kun pohjavedenpinnan alapuolella huokostila on kokonaan veden täyttämä. Pohjavesi virtaa maaston alimpien kohtien suuntaan ja purkautuu paikoin vesistöihin tai maanpintaan. Suomessa pohjavedenpinta on yleensä 1–4 metrin syvyydessä. Harjuissa ja kallioperässä se voi olla jopa 20 metrin syvyydessä. Pohjavedenpinta on korkeimmillaan keväällä, kun lumet ja routa ovat sulaneet. Pohjaveden korkeus vaihtelee vuosittain yleensä 0,1–1 metriä, mutta poikkeustapauksissa vaihtelu voi olla suurempaakin. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 50.)

Pohjavesipinnan yläpuolellakaan maa ei ole täysin kuivaa. Vesi nousee maaperän huokosissa kapillaarisesti ylöspäin veden pintajännityksen ja maaraakeiden välisen vetovoiman takia. Kapillaarinen nousukorkeus on korkeus, johon vesi nousee maan huokosissa pohjavesipinnan yläpuolelle. Karkeissa maalajeissa tämä nousu on miltei olematon, kun savessa se voi olla yli 10 metriä. Maan tiiveys vaikuttaa kapillaarinousukorkeuteen, tiiviissä maassa nousu on suurempaa. Kapillaarisella nousulla on vaikutus maan routivuuteen, maa katsotaan routimattomaksi, jos sen kapillaarinen nousukorkeus on alle 1000 mm. (Jääskeläinen 2009, 37–39.; Salonen ym. 2002, 104–105.) Eri maalajien keskimääräiset kapillaarinousukorkeudet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Maalajien keskimääräiset kapillaarinousukorkeudet

Maalaji	Keskimääräinen raekoko	Kapillaarisuus mm	
		Löyhä maa	Tiivis maa
Karkeahiekka	0,6-2	30-120	40-150
Keskihiekka	0,2-0,6	100-350	120-500
Hienohiekka	0,06-0,2	300-2000	400-3500
Karkeasiltti	0,02-0,06	1500-5000	2500-8000
Siltti	0,02-0,002	4000-10000	6000-12000
Savi		8000	10000

Moreenimaiden kapillaarinen nousukorkeus vaihtelee suuresti maa-aineksen hienoainesmäärän, lajittuneisuuden mukaan ja tiiviyden mukaan ollen alle metristä yli kymmeneen metriin (Koukku 2020, 20–21).

3.3.3 Lujuusominaisuudet ja kokoonpuristuvuus

Maan lujuus eli kyky kestää maanpinnan kaltevuuden ja maata kuormittavien rakenteiden aiheuttamia jännityksiä riippuvat raekoosta, huokoisuudesta, kosteudesta, kitkasta ja maan sisäisestä voimasta, koheesiosta (Ahokas & Oksanen 2015, 9; Salonen ym. 2002, 110). Maan lujuuden mittana käytetään leikkauslujuutta. Maapohja murtuu, kun sitä kuormitetaan riittävästi eli leikkausjännitykset ylittävät leikkauskestävyyden. Karkearakeisilla mailla leikkauslujuus muodostuu kokonaan kitkasta, savella koheesiosta ja moreeneilla sekä siltillä leikkauslujuuteen vaikuttaa molemmat ominaisuudet. Maan kosteudella on suuri merkitys lujuuteen varsinkin koheesiomailla. Kuivana savella on suuri koheesio, jolloin se

pystyy ottamaan kuormitusta vastaan murtumatta. Kosteuden lisääntyessä koheesio pienenee ja savi muuttuu juoksevaksi velliksi, jolla ei ole kantavuutta. Leikkauslujuus määritetään yleensä laboratoriossa maaperänäytteestä mutta likimääräisen leikkauslujuuden voi arvioida suoraan luonnontilasta kairauksilla. (Jääskeläinen 2009, 98–99, 114; Ahokas & Oksanen 2015, 12.)

Leikkauslujuuden lisäksi toinen tärkeä lujuusominaisuus on maan puristus- eli kantokestävyys. Karkearakeisilla mailla, soralla ja hiekalla on hyvä tai erinomainen kantavuus. Savi ja siltti ovat kokoonpuristuvia ja murtuvia, niiden kantokestävyys on huono. Moreenit ovat yleensä hyvin kantavia ja painumattomia. (Salonen ym. 2002, 136–137.)

Maahan syntyy paine, kun sen päälle rakennetaan tai sen päällä liikutaan. Ajoneuvot uppoavat maahan, kun maan kantokestävyys ylitetään. Kantokestävyyslaskennassa ajoneuvon kuorma oletetaan täysin pistemäiseksi, vaikka todellisuudessa maahan syntyy urautumista maan siirtyessä syrjään renkaan edestä ja sivuilta. Maan ominaisuudet vaikuttavat maapohjaan johtuvaan paineeseen, kovassa maassa paine ei ulotu yhtä syvälle kuin pehmeässä maassa. (Ahokas & Oksanen 2015, 9, 11, 14–16.)

Kantavuuskäsite on eriävä maa- ja tierakentamisessa. Geotekninen kantavuus tarkoittaa maapohjan kykyä kestää staattista kuormitusta murtumatta. Tierakentekniikassa kantavuus tarkoittaa rakenteen kykyä vastustaa muodonmuutosta rakennetta kuormitettaessa. Tierakentamisessa kantavuuden ilmaisemiseen käytetään näennäistä kimmokerrointa, E-moduulia (MPa) sekä taipumaa, jonka tietty kuorma aiheuttaa. (Siika 2006, 12.) Maa-ainesten yleisiä kantavuusarvoja on esitetty taulukossa 5.

Maalajien kokoonpuristuvuus kuvaa maan tiivistymistä ja lujittumista kuormituksen seurauksena. Hienojakoiset maalajit puristuvat kokoon karkearakeisia maalajeja helpommin. Maan tiiviys vaikuttaa myös kokoonpuristuvuuteen, tiivis maaines painuu vähemmän kuin löyhä maa-aines. (Jääskeläinen 2009, 118–120.)

Taulukko 5. Pohjamaan kantavuus

Maalaji	Routivuus	E-moduuli MPa	
		Kuiva	Märkä
Kallio	Routimaton	300	
Sora		200	
Sorainen hiekka		100	
Soramoreeni	Routimaton /routiva	100	
Sorainen hiekkamoreeni		70	35
Silttinen soramoreeni		35	20
Hiekka		70	35
Hiekkamoreeni		35	20
Silttinen hiekka, silttinen hiekkamoreeni		Routiva	35
Siltti, silttimoreeni	20		20
Jäykkä savi			35
Pehmeä savi			10

Kantavuusarvot on esitetty kuivalle ja märälle maalle. Kuivana maata voidaan pitää, jos pohjamaa on routimatonta tai lievästi routivaa ja pohjavesi on pysyvästi syvemmällä kuin alueen mitoittava roudansyvyys (1,5–2,2 m). Pohjamaa luokitellaan märäksi, jos sitä ei edellä esitetyn mukaan voida luokitella kuivaksi. (Tierakenteen suunnittelu 2018, 18.)

Tierakenteen kantavuusmitoitus tehdään Odemarkin laskentakaavalla, jossa mitoitus etenee kerroksittain alhaalta ylöspäin. Alusrakenteen, pohjamaan maa-aines selvitetään ja sen kantavuus määritetään taulukon 5 mukaan. Mitoituksessa ei tule käyttää materiaalien suurimpia kantavuusarvoja, jos rakenteeseen käytettävän maa-aineksen rakeisuutta ei ole tutkittu. (Tierakenteen suunnittelu 2018, 44.) Kantavuusmitoitus lasketaan Odemarkin laskentakaavalla (Kuva 2).

$$E_Y = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{0,15}\right)^2 \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}}}$$

jossa:

E_A	mitoitettavan kerroksen alapinnan kantavuus (MPa)
E_Y	mitoitettavan kerroksen yläpinnan kantavuus (MPa)
E	mitoitettavan kerroksen materiaalin E -moduuli (MPa)
h	mitoitettavan kerroksen paksuus (m)
0,15	kuormittavan pyörän kosketuspinnan laskennallinen säde (m)

Kuva 2. Odemarkin laskentakaava (Tierakenteen suunnittelu 2018)

Odemarkin laskentakaavaa käytettäessä sitomattomien materiaalien suurin kerrospaksuus saa olla 300 mm, paksummat kerrokset jaetaan 150–300 mm kerroksiin. Alle 150 mm kerrospaksuutta ei laskennassa saa käyttää. (Tierakenteen suunnittelu 2018, 44.)

3.3.4 Routa

Veden jäätymistä maassa kutsutaan routaantumiseksi ja vahinkoja aiheuttavaa maan jäätymistä kutsutaan routimiseksi. Kaikki maat routaantuvat mutta vain tietyt maat routivat. Routimisen edellytyksenä on maaperän kapillaarisuus. Roudan syntyminen vaatii, että maa on vedellä kyllästynyt ja niin huonosti vettä läpäisevää, että vesi ei ehdi poistua huokosista jäätymishetkellä. Veden jäätyminen aiheuttaa tilavuuden kasvun, jonka vuoksi yläpuolisten rakenteiden on liikuttava. Jäätyminen aiheuttama tilavuuden kasvu lisää ontelotilaa, joka lisää kapillaarista imua alemmista kerroksista. Imeytyvän veden jäätyminen lisää edelleen tilavuuden kasvua, jolloin maan routimisnousu on pääasiassa ylös nousseen veden muodostaman jään tilavuutta. Siltti ja hienoainesmoreeni ovat erittäin routivia. Routimattomia maita ovat sora- ja hiekkamoreeni, hiekka ja sora. Routivuuden arviointi silmämääräisesti voi rajatapauksissa olla mahdotonta, koska pienikin määrä ihmissilmin näkymättömiä rakeita tekee maa-aineksen huokokset niin ahtaiksi, että routivuus mahdollistuu. Routivuutta voi arvioida hieromalla tutkittavaa

kostea maa-ainesta käsiin, taputtamalla ja ravistamalla niitä sen jälkeen. Maa on todennäköisesti routivaa, mikäli kädet jäävät savisen likaisiksi. (Jääskeläinen 2009, 87–90.)

3.4 Maalajien aistinvarainen tunnistaminen

Lähellä maan pintaa olevien maakerrosten tutkimiseksi kaivetaan koekuoppa lapiolla tai kaivinkoneella. Kuopan reunasta voidaan tehdä havaintoja kaivussyvyyttä vastaavista maakerroksista ja niiden rajoista. Samalla saadaan viitteitä maan tiivyydestä, kivisyydestä, lohkaraisuudesta ja pohjaveden korkeudesta. (Kotovuori 2018, 16). Koekuopasta otettu maa-aines tutkitaan ja tunnistetaan aistinvaraisesti silmin havaiten, käsin tunnustellen ja maata muovaamalla. Aistinvaraisessa tutkimuksessa kiinnitetään huomiota maa-aineksen väriin, kovuuteen, sitkeyteen, rakeisuuteen ja muovattavuuteen. Aistihavaintoihin perustuvassa tunnistamisessa maalajit jaetaan kolmeen ryhmään, moreeni-, karkearakeiset- ja hienorakeiset maalajit. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 48.) Silmin havaiten voidaan tunnistaa maalajiryhmä tai jopa maalaji. Silmin voidaan tehdä havaintoja maalajista maan värin ja rakeisuuden perusteella. Maalajin yleisimmät käsin suoritettavat tunnistuskokeet ovat kierityskoe, ravistuskoe, kuivalujuuskoe ja kiillonmäärityskoe. (Myllymäki 2014, 14.)

Kierityskokeessa testataan hienorakeisen näytteen plastisuutta eli muovattavuutta. Kokeessa kieritetään kostea maanäytettä kämmenien välissä kohtalaisen paineella, välillä näyte puristetaan palloksi ja kieritetään uudelleen. Koetta jatketaan, kunnes vesipitoisuuden vähentyessä rihma alkaa katkeilla. Syntyneen rihman paksuudesta saadaan tietoa maalajista. (Myllymäki 2014, 14.)

Ravistuskokeessa maanäytettä ravistetaan kämmenellä vaakatasossa ja lyödään voimakkaasti toista kämmentä vasten, jonka jälkeen näytettä puristetaan voimakkaasti sormien välissä. Kyseessä on hienorakeinen maalaji, jos puristettaessa ilmestyy vettä, joka häviää puristuksen jälkeen. (Myllymäki 2014, 14.)

Kuivalujuuskokeessa puristetaan pienehköä maanäytettä sormenpäillä. Kokeessa saadaan tietoa maalajin rakeisuudesta ja plastisuudesta maanäytteen mahdolliseen rikkoutumiseen tarvittavasta voimasta. (Myllymäki 2014, 14.)

Kiillonmäärityskokeessa leikataan kuivahkoa tai hieman kosteaa hienorakeista näytettä veitsellä. Syntyneen leikkauspinnan kiillosta voidaan tehdä päätelmiä maalajin plastisista ominaisuuksista. (Myllymäki 2014, 14.)

Näytteen pölyämistä arvioidaan kaikissa tutkimusvaiheissa. Pölyämisen perusteella voidaan arvioida moreenin ja karkearakeisen maalajin hienoainesmäärää ja tunnistaa silttimaalaji. (Myllymäki 2014, 14.) Maalajien tunnistusmenetelmät on esitetty taulukossa 6.

Pohjamaan tunnistamiseen ohjaavat lähteet ovat pääosin maa- ja metsätalouden käyttöön tarkoitettuja oppaita. Tässä työssä käytetyissä lähteissä maa-ainekset on esitetty pääosin RT-luokituksen mukaisesti. Lähteissä RT-luokituksen mukaan esitetyt maa-ainesten nimet on muutettu GEO-luokitusta vastaaviksi nimiksi.

3.4.1 Hienorakeisten maalajien tunnistaminen

Hienorakeisissa maalajeissa vallitseva lajite on lihava- tai laiha savi, savinen siltti, siltti tai hiekkainen siltti. Hienorakeiset maalajit ovat käsin muovattavissa ja yksittäisiä rakeita ei voi erottaa silmämääräisesti. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 48.)

Saven kuivalujuus on suuri, savi on kuivana rakenteeltaan kovaa ja halkeilevaa. Kuivaa savikokkareta ei saa sormin rikottua täydellisesti. Kosteaa savi on plastista ja sitkeää. Karkeampi savi on väriltään vaaleanharmaata, kun hienempi savilajite on väriltään tumman ruskeanharmaata. Savi on tahraavaa ja kuivana laiha savi pölyää, kun sen rakenne rikotaan. Kierityskokeessa savesta voi muotoilla noin 1 mm paksun rihman. Kiillotaan lihava savi on kiiltävää ja laiha savi puolikiiltävää. Ravistuskokeeseen savi ei reagoi eli siitä ei irtoa vettä. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 45–46, 48; Myllymäki 2014, 14–15.)

Savinen siltti voi olla väriltään kellan- tai valkeanharmaata. Koostumukseltaan siltti on luonnollisessa tilassa kosteana usein kiinteää, löyhästi kokkareista tai perunajauhon kaltaista. Savisen siltin kuivalujuus on kohtalainen mutta näyte rikkoontuu sitä puristettaessa. Kierityskokeessa savisesta siltistä saa muotoiltua noin 2–3 mm rihman ja kiilloltaan se on himmeä. Savinen siltti tahraa ja pölyää kohtalaisesti. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 43–44, 48; Myllymäki 2014, 15.)

Siltti ja hiekkainen siltti ovat väriltään kellanruskeita tai kellanharmaita ja koostumukseltaan irtonaista sekä kuohekaa. Kierityskokeessa saadaan muotoiltua 3–6 mm rihma. Ravistuskokeessa siltti ja silttinen hiekka reagoivat helposti ja niiden kuivalujuus on pieni. Kiilloltaan molemmat ovat jauhomaisia. Pölyäminen on runsasta tai kohtalaista. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 43–44, 48; Myllymäki 2014, 15.)

3.4.2 Karkearakeisten maalajien tunnistaminen

Karkeissa maalajeissa vallitse lajite on sora, hiekka tai silttinen hiekka. Karkearakeiset maalajit eivät ole käsin muovattavissa ja maalajin yksittäiset rakeet ovat silmin havaittavissa. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 48.)

Hiekkamaat ovat väriltään yleensä punertavia tai kullanruskeita. Koostumus on löyhää eikä kierityskoe onnistu. Kiiltoa ja kuivalujuutta ei voida testata. Silttinen hiekka pölyää kohtalaisesti. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 43, 48; Myllymäki 2014, 15.)

Sorassa rakeet ovat kauttaaltaan selvästi nähtävissä. Sora voi pölytä, jos seassa on runsaasti hienoainesta. Kuivalujuus-, kieritys- ja ravistuskoe ei sovellu sora- maiden testaamiseen. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 43, 48; Myllymäki 2014, 15.)

3.4.3 Moreenimaalajien tunnistaminen

Moreenimaita ovat sora-, hiekka- ja silttimoreeni. Moreenimaiden rakeisuus voidaan likimäärin arvioida silmämääräisesti. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 48.)

Moreeni on väriltään harmaata tai harmaanruskeaa ja siinä on yleensä kiviä ja lohkareita. Moreeni on savilajitteen takia usein tahraavaa ja kivien pinnat hienoaineksen peittämiä. Löyhä ja kuiva siltti- ja hiekkamoreeni pölyävät usein runsaasti. Tiivis ja kuiva moreeni muistuttaa kovaa massaa. Kuivalujuus-, kierityskoe ja kiiltokoe ei sovellu sora- ja hiekkamoreenin testaamiseen. Ravistuskokeeseen ne reagoivat heikosti tai kohtalaisesti. Silttimoreenista saadaan kierityskokeessa muotoiltua noin 4–6 mm rihma ja ravistuskokeeseen se reagoi helposti. Kuivalujuutta ja kiiltoa ei silttimoreenista voida testata. (Haavisto-Hyvärinen & Kutvonen 2007, 41–42, 48.; Myllymäki 2014, 15.)

Taulukko 6. Maalajien tunnistamismenetelmät (Geologian tutkimuskeskus b)

Tunnistamismenetelmä							
Maalajiryhmä	Maalaji	Silmänvarainen rakeisuus	Kierityskoe (rihman paksuus)	Ravistuskoe (reagoi)	Kuivalujuus	Kiilto	Pölyäminen
Moreeni-maalajit	soramoreeni	voidaan likimäärin arvioida silmämääräisesti	ei sovellu	heikosti	ei sovellu	ei sovellu	heikosti
	hiekkamoreeni		ei sovellu	kohtalaisesti			kohtalaisesti
	silttimoreeni		n. 4-6 mm	helposti			runsaasti
Karkea-rakeiset maalajit	sora	yksittäiset rakeet voidaan erottaa silmävaraisesti	ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	ei sovellu	ei pölyä
	hiekkamoreeni						ei pölyä
	silttinen hiekka						kohtalaisesti
Hieno-rakeiset maalajit	hiekkainen siltti	yksittäisiä rakeita ei voida erottaa silmävaraisesti	n. 4-6 mm	helposti	hyvin pieni	jauhomainen	kohtalaisesti
	siltti		n. 3-6 mm	helposti	pieni	jauhomainen	runsaasti
	savinen siltti		n. 2-3 mm	kohtalaisesti	kohtalainen	himmeä	kohtalaisesti
	laiha savi		n. 1 mm	ei reagoi	suuri	puolikiiltävä	heikosti
	lihava savi		< 1 mm	ei reagoi	hyvin suuri	kiiltävä	ei pölyä

4 ULKORATSASTUSKENTTÄ

4.1 Ratsastuskentältä edellytettävät vaatimukset

Ratsastuskenttä on hevosharrastukseen tarkoitettu alue. Toiminnallisuuden takia ratsastuskenttä pyritään rakentamaan lähelle tallirakennusta paikalliset olosuhteet huomioiden. (Hevostallityöryhmän raportti 2008, 14; Hevostallien ympäristönsuojeluohje 2003, 14, 26.) Uutta ratsastuskenttää rakentaessa tulee selvittää mitä lajeja kentällä on tarkoitus harrastaa. Eri lajeilla on hieman erilaiset vaatimukset kentän ominaisuuksien suhteen. Ratsastuspohjan pitää olla ratsukoille turvallinen. Ratsastuskentän kaikkien rakenteiden toimivuudella on suuri merkitys ratsukon hyvinvoinnin kannalta. Oikeilla materiaalivalinnoilla ja tasalaatuisilla maa-aineksilla sekä rakennekerroksilla luodaan ratsukolle turvallinen ratsastuspohja. Tärkein kerros kentän toimivuuden ja sopivan pidon kannalta on pintakerros. Hyvä pintakerros ei pölise ja se on tasalaatuinen joutaen sopivasti askeleiden alla mutta ei upota, jolloin ratsukko voi tunnistaa kentän ja toimia olosuhteiden edellyttämällä tavalla. Pinnan tulee myös mahdollistaa hevosen kavion hienoinen liukuminen. Pohjan tulee olla sopivan joustava vaimentamaan hevosen kavioille tulevia tärähdyksiä ja iskuja. Liian rullaavalla (luistava) ja pehmeällä pohjalla hevosen jalka ylitaipuu vuohisnivelestä aiheuttaen samalla vaaratilanteita vauhdikkaissa kaarteissa ja esteille ponnistettaessa. Myös liian pitävä pintamateriaali voi aiheuttaa vaaratilanteita. Liian kova pohja voi aiheuttaa murtumia, nivelten repeämisiä sekä jänteiden ja nivelsiteiden katkeamisia. Isku kavioille on laukatessa noin kaksi kertaa hevosen oma paino ja esteeltä alas tulossa jopa neljä kertaa hevosen oma paino. Ulkoratsastuskentän tulee läpäistä riittävästi vettä, ettei lammikoita pääse syntymään. Kentän pintamateriaalit eivät kuitenkaan saa liettyä eikä materiaali saisi liikkua liian helposti eli rullata, koska rullaus muodostaa kentälle uria lisäten huoltotöiden tarvetta. (Ratsastuspohjaopas 2011, 5, 11–13.)

Pohjamaan ominaisuudet tulee huomioida kentän rakennekerroksia suunniteltaessa. Kentän rakenne muotoillaan siten, että kentälle ei muodostu lammikoita ja liika vesi poistuu kentän rakenteista hallitusti kuivatusjärjestelmän kautta. Vaihteleva sää aiheuttaa ympärivuotisia rasituksia ulkoratsastuskentälle. Talvella

kentän pintakerroksen jäätyminen ja routiminen ei ole pitkäaikainen ongelma. Routiminen muodostuu ongelmaksi, jos se sekoittaa alempien kerrosten maa-aineksia pintakerrokseen. (Ratsastuspohjaopas 2011, 5,13.)

Huoltovapaata ratsastuskenttää ei ole. Kenttää suunniteltaessa tulee huomioida, että rakennekerrokset kestävät huoltokoneiden kuormitukset. Pinnan alla olevan kerroksen tulee olla tasainen ja tiivis. Pohjaa tulisi hoitaa kentän käyttöiheyden ja -tavan mukaan kunnossapitoon soveltuvilla koneilla niin usein, että kentän ominaisuudet pysyvät jatkuvasti hyvinä. (Ratsastuspohjaopas 2011, 12–13, 45.)

4.2 Ratsastuskentän koko

Kenttää suunniteltaessa tulee miettiä mitä ratsastuslajeja kentällä on tarkoitus harrastaa. Harrastekentille ei ole virallisia mittoja. Eri ratsastuslajien kentille on laadittu ohjeellisia mittoja ja kilpailuissa vaaditaan kunkin lajin kilpailusäännöissä määritetyt tietyt mitat täyttävä kenttä. Harrastekentän suunnittelun lähtökohtana voi pitää kouluratsastuskilpailujen minimikenttäkokoja 20 m*40 m. (Ratsastuspohjaopas 2011, 5, 57,66)

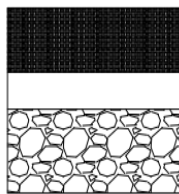
4.3 Ratsastuskentän rakennekerrokset

Ratsastuskentällä toimivia pinta- pohjamateriaaleja on useita, jolloin kenttä voidaan rakentaa useilla eri tavoilla. Ratsastuspohjan tulee olla kauttaaltaan tasa-laatuinen, olipa käytettävät materiaalit parempaa tai huonompaa. Tärkeintä on, että ratsastuspohja ei yllätä ratsukkoa ja sen on turvallinen ratsastaa. (Lehtinen 2011.)

Ratsastuspohja rakennetaan tyypillisesti kerroksittain paikalliset olosuhteet huomioiden (Lehtinen 2018). Tyypilliset rakennekerrokset on esitetty kuvissa 3 ja 4. Huomioitavia asioita ovat pohjamaan kantavuus, painumisominaisuudet, routiminen ja vedenläpäisy. Kentän rakennekerrokset määräytyvät pohjamaan ominaisuuksien mukaan. Kenttä kannattaa rakentaa ympäröivää aluetta korkeammalle, jolloin pintavesien poisjohtaminen on helpompaa. (Ratsastuspohjaopas 2011, 13, 18.) Perustamisen tulisi tapahtua riittävän kantavan pohjamaan päälle, kentän suunnittelija määrittää tarvittavat rakenteet ja rakennekerrokset. Kentän

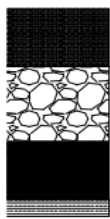
rakennekerroksia ovat suodatin- tai salaojituskerros, kantava kerros, kiilauskerros ja pintakerros. (Lehtinen 2018.)

Kiviaineksen materiaalivalinnoissa tulee ottaa huomioon luonnonmateriaalien väheneminen. Soran käyttäminen on vähentynyt ja se on korvattu kalliosta louhitulla ja murskatulla kiviaineksella, kalliomurskeella. Kalliomurskettä syntyy jatkuvasti muun muassa tierakentamisen ja luvanvaraisen louhimisen seurauksena. Myös harjujen hiekanottoaikojen määrä on vähentynyt, jolloin hiekan korvikkeena voidaan käyttää murskattua kiviainesta tai uusiomateriaaleja. (Lehtinen 2011.) Uusiomateriaaleja ovat esimerkiksi kumi ja muovi, joita käyttämällä voidaan muokata kentän ominaisuuksia. Uusiomateriaalien sijoittaminen maaperään vaatii ympäristöluvan tai ilmoitusmenettelyn. (Ratsastuspohjaopas 2011, 9, 26.)



100mm silttinen hiekka,0–2mm
30mm kiilauskerros,0–3mm
250mm kantavakerros,0–32mm
Suodatinkangas

Kuva 3. Ratsastuskentän rakennekerrokset hyvin kantavalla pohjamaalla (Jarva 2011)



100mm silttinen hiekka,0–2mm
200mm kantava kerros,0–16mm
100mm suodatinkerros,0–20mm

Erittäin heikoilla pohjamailla voidaan suodatinkerroksen alla käyttää vielä 2-luokan suodatinkangasta rakennustöiden helpottamiseksi.

Kuva 4. Ratsastuskentän rakennekerrokset heikosti kantavalla pohjamaalla (Jarva 2011)

4.3.1 Pohjamaa ja maanrakennuskangas

Rakennuspaikka raivataan ja humuskerros poistetaan. Pohjamaan tulee olla mahdollisimman tasainen ja viettää kentän reunoille päin. Rakenne muotoillaan siten, että kentälle ei synny lammikoita ja kuivatusjärjestelmä poistaa liian veden. Helposti sekoittuville ja heikosti kantaville maapohjille, joita ovat savi, siltti ja silttimoreeni, asennetaan N2-N3-luokan maarakennuskangas. Maarakennuskangas voidaan asentaa kantavallekin pohjalle maapohjan erottamiseksi rakennekerroksista. (Ratsastuspohjaopas 2011, 5,13–14.)

4.3.2 Suodatin- ja salaojakerros

Suodatin- tai salaojakerrosta ei aina tarvita. Pohja saa olla kostea, tärkeää on, että ulkopuolelta tulevat vedet eivät pääse haittaavasti rakennekerrosten alle. (Lehtinen 2018). Suodatinkerros ja/tai salaojitus tehdään, kun kenttä rakennetaan huonosti vettä läpäisevälle pohjamaalle, kuten savi tai silttimoreeni tai pohjaveden pinta on hyvin lähellä maanpintaa. (Ratsastuspohjaopas 2011, 13–14.) Suodatinkerroksen paksuus on minimissään 150 mm ja se voidaan rakentaa esimerkiksi 0/16–1/16 salaojasepelistä. Suodatinkerros toimii usein salaojakerroksena ilman salaojaputkia. Suunnittelija määrittää käytettävän kerrospaksuuden ja salaojaputkien tarpeellisuuden. (Lehtinen 2018.)

Routivalla pohjamaalla kantavan kerroksen alle tarvitaan vähintään 300 mm tukikerros. Tukikerros sisältää suodatinkerroksen ja jakavan kerroksen. Jakava kerros voidaan tehdä 0/32 tai 0/56 murskeesta. (Ratsastuspohjaopas 2011, 16–17.)

Salaojitus tehdään esimerkiksi SN8-110 mm salaojaputkillä. Salaojaputket asennetaan 4–8 metrin välein riippuen sademääristä ja rakennekerroksista. Salaojituksista tehdessä tulee huomioida, että putken ympärillä on oikeanlaista hiekkaa/sooraa tai tarvittaessa suodatinkangasta, joka estää sen, että hienompi hiekka ei tuki salaojaputkea. Suositeltava kaltevuus salaojaputkella on 1 %. Salaojavedet voidaan johtaa joko suoraan kenttää ympäröiviin ojiin tai salaojakaivojen ja

kokoomakaivon kautta kauemmas ympäristöön. (Lehtinen 2018; Ratsastuspohjaopas 2011, 14.)

4.3.3 Kantava kerros

Kantava kerros rakennetaan suodatinkerroksen tai pohjamaan päälle asennetun suodatinkankaan päälle. Kantavan kerroksen tiivistetty paksuus ratsastuskentillä on vähintään 150–200 mm. Materiaalina käytetään 0/16 tai 0/32 mm kalliomursketta. Murske ei saa olla rapautumisherkkää eikä rapautunutta. Kerros tiivistetään mahdollisimman tiiviiksi, jolloin se säilyttää muotonsa huomattavasti löyhää rakennetta pidempään. Ulkokentillä pinnan kaltevuuden tulee olla vähintään 1:100 ulospäin viettäen ja tasaisuuden +/- 20 mm viiden metrin oikolaudalla mitaten. (Ratsastuspohjaopas 2011, 16–17.)

4.3.4 Kiilauskerros

Kantavan kerroksen yläpintaan tehdään 0/4–0/6 mm kalliomurskeella kiilauskerros, jos kantavassa kerroksessa on käytetty karkeampaa 0/32 mm mursketta. Kiilauskerroksen tarkoitus on viimeistellä kantavan kerroksen pinta mahdollisimman tasaiseksi ja sileäksi. Kiilauskerroksen paksuus saa olla enintään 30 mm ja kerros tulee tiivistää hyvin osaksi kantavaa kerrosta. (Ratsastuspohjaopas 2011, 17–18.)

4.3.5 Pintakerros

Ratsastuskentän pintarakennekerros on yleensä silttiä sisältävää hiekkaa. Jääkauden aikana Suomessa on syntynyt ratsastukseen soveltuvaa hiekkaa, joka toimii riittävän hyvin. (Lehtinen 2011.) Pintakerros on mahdollista suhteittaa myös useammasta eri raekoon kiviaineksesta. Kiviaineksen sekaan voidaan lisätä synteettisiä uusiomateriaaleja kuten kuitu, kumi ja muovirouhe. Synteettisiä materiaaleja käyttämällä voidaan muokata ratsastuspohjan kantokestävyyttä, kimmoisuutta ja vedenläpäisevyyttä. (Ratsastuspohjaopas 2011, 20, 24–26.)

Pintakerroksen paksuus on noin 100–120 mm ja se voidaan tehdä ratsastukseen soveltuvasta silttipitoisesta 0/2 mm hiekasta. Kerros muotoillaan viettämään kentän ulkoreunoillepäin ja kaltevuuden tulee olla vähintään 1:100. Pintakerroksen jouston, pidon ja pölyämättömyyden kannalta pintaan käytetyn materiaalin tulee pidättää raepinnoilleen hyvin vettä läpäisten kuitenkin samalla ylimääräisen irtoveden. Liiallinen hienoaineksen määrä aiheuttaa liettymistä, pölyämistä ja mahdollistaa pintakerroksen liiallisen tiivistymisen. (Ratsastuspohjaopas 2011, 18–19.)

Liiallisen hienoaineksen vuoksi siltti yksinään ei sovellu kentän pintamateriaaliksi. Liian tasarakeisen hienoainesköyhän pintamateriaalin huonoja pito-ominaisuuksia voidaan kuitenkin parantaa silttiä käyttämällä. (Ratsastuspohjaopas 2011, 21.)

Kivituhka on hienoa 0/2–0/6 mm kalliomursketta. Pelkkää kivituhkaa käyttämällä kentästä tulee helposti liian kova. Hiekan seassa voidaan käyttää kivituhkaa tai soramursketta, joilla saadaan muokattua pintakerroksen koossapysyvyyttä ja rullaavuusominaisuuksia. (Ratsastuspohjaopas 2011, 22–23.)

Uusiomateriaalit sekoitetaan pintakerroksen kiviaineksen joukkoon. Kuiduilla on pintaa sitova ja kastelutarvetta vähentävä ominaisuus. Kuidut sekoitetaan kentän pintaan valmistajan ohjeen mukaan. Kumirouhetta käyttämällä voidaan muokata kentän pinnan jousto-ominaisuuksia. Kumirouheen määrä voi olla 4–80 %. Muovirouhetta käytetään kivituhkan seassa. Muovirouhe kuohkeuttaa muutoin liiaksi tiivistyvää kivituhkaa. Muovirouheen soveltuvuudesta ratsastuskentän pintamateriaaliksi kuitenkin ei ole tutkittua tietoa. (Ratsastuspohjaopas 2011, 24–26, 38.)

4.4 Kentän kuormituskestävyys

Ratsastuspohjaopas (2011) on laadittu kilpailujen järjestäminen eri vaatavuustasoilla huomioiden. Rakentamisvaiheen jälkeen kentälle tulevia kuormituksia ovat hevosten sekä kentänhoitokoneiden kuormitukset. Kantavuustavoite kantavan kerroksen päältä on 80 MPa. (Ratsastuspohjaopas 2011, 8, 17.) Tierakenteen

suunnittelu ohjeen (2018, 119–120) mukaan soratien kantavuusvaatimukseksi voidaan asettaa 60 MPa, kun tiellä liikkuu alle 50 ajoneuvoa/vuorokausi ja vain vähän raskaita ajoneuvoja.

Ajoneuvoista kohdistuu maahan voimia, jotka kuormittavat sitä. Kuormittava voima kohdistuu usein tietylle pinta-alalle, jolloin syntynyt keskimääräinen pintapaine saadaan jakamalla renkaan kantama paino renkaan ja maan välisellä kontaktialalla. (Pöyhönen, Alakukku, Ahokas, Aura & Sampo 1999, 3.) Ajoneuvoista aiheutuvat kuormitukset jaetaan staattisiin ja dynaamisiin kuormituksiin. Staattinen kuormitus syntyy ajoneuvon painosta ja dynaaminen kuormitus ajoneuvon liikkeestä johtuvasta lisäkuormituksesta. Staattisen kuormituksen voidaan ajatella olevan pysähdyksissä olevan ajoneuvon aiheuttama pistekuorma, joka riippuu ajoneuvon kokonaismassasta sekä siitä, kuinka se jakautuu renkaille ja niiltä maahan. Dynaamisen kuormituksen suuruuteen vaikuttavat muun muassa ajoneuvon jousitus ja ajonopeus, hitailla nopeuksilla dynaaminen kuormitus on pienempi. Dynaamisen kuormituksen aiheuttama lisäkuorma on enimmillään 40–70 % staattisen kuormituksen arvosta. (Riikonen 2014, 16–17, 37.)

Rakentamisvaiheen jälkeen kentälle voi olla tarpeellista toimittaa lisää pintahiekkaa. Suurin ajoneuvokuorma syntyy kentän pintakerrokseen tarvittavan hiekan toimittamisesta traktori- perävaunu yhdistelmällä. Maapohjaan kohdistuvan kuormituksen suuruus on riippuvainen ajoneuvon ja renkaiden koosta sekä rengaspaineista, ajonopeudesta sekä maapohjan ominaisuuksista. (Pöyhönen ym. 1999, 8,31.) Suuremmilla rengaspaineilla renkaan kosketuspinta-ala on pienempi, jolloin jännityshuippu ulottuu syvemmälle maapohjaan. Tehdyn tutkimuksen mukaan traktorin aiheuttama maksimipintapaine on edellä mainittujen ominaisuuksien mukaan 70–400 kPa. Traktorin kaksiakselisen perävaunun, jossa rengaskuorma on 2100 kg/rengas ja rengaspaine on 2,6 bar sekä ajonopeus 40 km/h antaa maksimipintapaineeksi 344 kPa. (Aspelund 2017.)

Hevosien aiheuttama pistekuormitus on suurimmillaan estehypyssä, jossa kuormitus on 3–4 kertaa hevosen omapaino (Ratsastuspohjaopas 2011, 11). Hevosien kavio on ympyrän/soikean muotoinen poislukien kavion takareuna. Takareunasta voidaan vähentää noin 1/5 ympyrän pinta-alasta, jolloin voidaan laskea

kavion todellinen pinta-ala. Ratsastuskäytössä olevan hevosen paino on enimmillään 700 kg ja sen kavion halkaisija on noin 12 cm. Pienemmän, noin 500 kg painavan hevosen kavion halkaisija on noin 9 cm. Esteratsastuksessa esteen ylityksen jälkeen hevonen laskeutuu maahan molemmilla etujaloilla, mutta painosuhte ei jakaudu tasan molemmille jaloille. (Rumpunen 2022.) Kuormituksen laskennassa koko hevosen painon oletetaan tulevan yhden kavion päälle, etujalkojen painosuhte-eroa ei huomioida. Taulukossa 7 on esitetty hevosen aiheuttama kuormitus ratsastuspohjaan.

Taulukko 7. Hevosen aiheuttama kuormitus ratsastuspohjaan

Hevosen aiheuttama kuormitus ratsastuspohjaan				
Hevosen paino kg	Hevosen paino N	Kuorma estehypyssä	Kavion pinta-ala mm ²	Estehyppy kuormitus MPa
700	6867	27468	9047,8	3
500	4905	19620	5089,4	3,9

Ratsastuskentän rakennekerrokset aiheuttavat kuormitusta pohjamaahan. Kuvan 4. suodatinkerrosrakenne aiheuttaa pohjamaalle 0,0065 MPa kuormituksen.

Ratsastuskentät rakennetaan yleensä tallien läheisyyteen. Useimmiten tallin ja siihen liittyvien oheistoimintojen rakennuspaikaksi on valittu paikka, jossa on helppo tai kohtalaiset perustusolosuhteet. Tästä syystä pohjamaan kantavuus ei yleensä ole ollut ongelma ratsastuskenttien rakentamisessa. Suuremmat haasteet ovat olleet oikein toimivan pintamateriaalin löytämisessä sekä pohjamaan vedenläpäisevyydessä. (Vainio 2022.)

5 KENTÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

5.1 Rakennuspaikka

Rakennuspaikka sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Limingassa maaseutumaisella haja-asutusalueella noin kilometrin päässä taajamasta. Kiinteistölle on aiemmin rakennettu asuinrakennus, piharakennuksia ja talli viidelle hevoselle. Kiinteistö on vanhaa viljelyskäytössä ollut, myöhemmin metsittynyttä peltomaata. Kiinteistön koko on hieman yli hehtaari. Aiempi rakentaminen ja kiinteistön olosuhteet huomioiden kiinteistölle on mahdollista rakentaa 40 m*25 m kokoinen ratsastuskenttä, jonka sijainti on esitetty asemapiirroksessa hevostallin rakennuslupaa haakiessa.

Kiinteistö rajoittuu pohjoispuolelta asuinkiinteistöön, länsipuolelta yhdystiehen sekä etelä- että itäpuolelta viljelyskiinteistöihin. Kiinteistön ympäri kulkee rajaojat. Kiinteistön läheisyydessä ei ole vesistöjä eikä valtaojia. Limingan rakennusjärjestyksen mukaan ratsastuskentän suojaetäisyys naapuriin tulee olla 50 m mutta siitä voidaan poiketa naapurin suostumuksella. Kentän rakennuspaikka sijaitsee alle 50 m päässä naapurikiinteistöstä. Naapurin kuuleminen kentän rakentamisen osalta on tehty samalla, kun on haettu naapurin kuuleminen tallin rakennuslupaa varten. Naapurilla ei ollut huomautettavaa kentän sijainnista.

Maaperä viettää luontaisesti kiinteistön olemassa olevia rajaojia kohti, korkeuseroa kentän leveyssuunnassa on 0,4 m, pituussuunnassa korkeuseroa on 0,2 m. Kentän mittapiirros ja maapohjan luontainen viettosuunta on esitetty liitteessä 1. (Liite 1)

5.2 Maaperä rakennuspaikalla

Viitteitä kentän rakennuspaikan olosuhteista on olemassa, koska maaperää on muokattu aiempia rakennustöitä varten. Pohjamaan kantavuus kentän rakennuspaikalla on hyvä, koska muokkaamattoman pintamaan päällä on ajettu henkilöautolla sekä traktorilla ja kuivana aikana maahan ei ajoneuvoista jää silmin havaittavaa painumaa. Myös pohjamaan vedenläpäisyominaisuuksia ja routivuutta on arvioitu useamman vuoden ajan. Arvioiden perusteella pohjamaa läpäisee

vettä hyvin, pientä lammikoitumista on tapahtunut lumien sulamisen aikaan. Kiinteistöllä ei ole tapahtunut huomattavaa routimista.

5.3 Maaperän aistinvarainen tutkimus

Suunnitellun rakennuspaikan laitaan kentän ulkopuolelle kaivettiin noin 0,8 m syvä koekaivaus. Visuaalisen tutkimuksen perusteella kohteessa multaisen pintakerroksen paksuus on noin 0,2–0,3 metriä. Pintakerroksen alla koekaivauksen pohjaan asti maa on hienorakeista, yksittäisiä rakeita on kuitenkin nähtävissä jonkin verran. Maa on tiivistä, leikkauspinta pysyy muodossaan, maan valumista ei tapahdu. Väriltään maa on ruskeanharmaata. Värin ja raekoon perusteella kyseessä on savinen siltti tai silttimoreeni. Pohjavettä kaivannossa ei havaittu. Kuva leikkauspinnasta on liitteessä 2. (Liite 2)

Huonetilassa kuivatussa maanäytteessä yksittäiset rakeet erottuvat hyvin. Seassa on muutamia suurempia rakeita. Väriltään maa on vaalean ruskeaa ja koostumus on löyhä. Pudottaessa näytettä noin 30 cm korkeudelta pölyämistä ei juuri tapahdu. Kuva kuivatusta maanäytteestä on liitteessä 3. (Liite 3)

Kuivalujuuskokeessa kostea maanäyte rikkoontuu kokonaan pienellä puristusvoimalla. Kuivatusta näytteestä kuivalujuutta ei saa testattua. Kuivalujuuden perusteella kyseessä on karkearakeinen- tai moreenimaalaji. Kuvat kuivalujuuskokeesta on liitteessä 4. (Liite 4)

Kierityskokeessa rihman paksuudeksi jää noin 20 mm. Tuloksen perusteella maa-aines on silttistä hiekkaa tai hiekkamoreenia. Kuvat kierityskokeesta on liitteessä 5. (Liite 5)

Ravistuskokeessa vettä irtoaa vähän ja se häviää puristuksen jälkeen. Kyseessä on hienorakeinen maalaji. Kuvat ravistuskokeesta on liitteessä 6. (Liite 6)

Kiillonmäärityskokeessa kostean maanäytteen saa leikattua kahtia. Pinta ei kiillä, yksittäiset rakeet ovat näkyvissä. Kyseessä on karkearakeinen- tai moreenimaalaji. Kuva kiillonmäärityskokeesta on liitteessä 7. (Liite 7)

Kieritys- ja ravistuskokeessa näyte tahraa kädet. Tahraavuuden perusteella maa-aines on savea, savista silttiä tai moreenia. Kuva maanäytteen tahraavuudesta on liitteessä 8. (Liite 8)

Tutkimuksissa maa on tiivistä ja kovaa, yksittäiset rakeet ovat nähtävissä sekä märässä että kuivassa näytteessä, näyte tahraa, pölyäminen on pientä, ravistuskokeeseen reagointi on kohtalaista, kieritys-, kuivalujuus ja kiiltokokeet eivät onnistu. Kuivatun näytteen värin ja löyhän koostumuksen perusteella kyseessä olisi silttinen hiekka. Tutkimuksien perusteella kyseessä on silttinen hiekkamoreeni.

Silttisen hiekkamoreenin kantavuus märkänä on 20 MPa ja kuivana 35 MPa. Veden kapillaarinen nousu on kohtalaisen suuri ja vedenläpäisevyys on huono. Maaperä läpäisee ja sitoo vettä. Maa-aines tahraa kädet, joten sen perusteella maan todetaan olevan routivaa.

5.4 Tarvittavat rakennekerrokset pohjamaan ominaisuuksien mukaan

Rakennettava ratsastuskenttä on tarkoitettu satunnaiseen ympärivuotiseen ratsastuskäyttöön. Kentälle tulevia rasituksia ovat hevosten liikkeestä syntyvät ja kentän huoltoon käytettävän kaluston sekä ilmaston aiheuttavat rasitukset. Kenttää on tarkoitus huoltaa mönkijällä ja siihen kytkettävillä laitteilla. Satunnaisia raskeamman kaluston aiheuttamia rasituksia syntyy, kun kentälle tulevaisuudessa ajetaan uutta pintamateriaalia rekalla tai traktorilla.

5.4.1 Kantavuus

Pohjamaa on tiivistä, kantavuus on märkänä 20 MPa ja kuivana 35 MPa. Kentälle tuleva laskennallinen suurin kuorma on kentän kiviainesrakenteen ja hevosen estehypyssä aiheuttama kuorma 4,0 MPa. Maa on niin tiivistä, että pohjamaan päällä ajaessa ajoneuvon renkaan jälki ei näy kuivassa maassa. Kantavuuden ja leikkauslujuuden osalta pohjamaa itsessään kestää koneiden ja hevosten aiheuttamat kuormitukset. Pohjamaan kantavuus riittää kentän pintakerrokselle ilman erillistä kantavaa kerrosta.

5.4.2 Vedenläpäisevyys ja kuivatusjärjestelmä

Tehtyjen havaintojen puitteissa pohjamaa läpäisee hyvin vettä, vaikka kyseessä on tiivis routiva maalaji, lammikoitumista ei ole juuri tapahtunut. Kapillaarinen nousu pohjamaassa on kohtalainen tai suuri, mutta vastaavasti maa läpäisee jonkin verran vettä. Kentän pinnan tulee sitoa kosteutta sopivasti, mutta liian veden tulee päästä pois rakenteista. Pohjamaa on ominaisuuksiltaan sopiva pintakerroksen alapuoliseksi kerrokseksi, koska se läpäisee vettä, toisaalta ollen kosteaa kapillaarisen nousun takia. Erillistä suodatinkerrosta ei ole välttämätöntä rakentaa.

Pohjamaan ominaisuudet huomioiden kustannustehokkain ratkaisu kentän kuivatusjärjestelmäksi on kentän pohjan ja rakennekerrosten muotoilu ulospäin viettäväksi ja vesien johtaminen kenttää ympäröiviin ojiin. Suodatinkerroksen tai salaojituksen tekeminen ei ole tarpeellista.

5.4.3 Routivuus

Olemassa olevan ohjeistuksen mukaan routivalle pohjamaalle tulisi rakentaa 300 mm paksu suodatin- ja jakavakerros. Pohjamaa on routivaa, mutta kiinteistöllä ei ole ollut havaittavia routanousuja. Kentän toimivuuden kannalta routiva maaperä ei ole suuri ongelma. Kenttä aurataan talvisin kauttaaltaan, jolloin maa routaantuu tasaisesti. Tasalaatuisessa rakenteessa tasainen routaantuminen voi aiheuttaa keväällä roudan sulaessa hetkellisesti liiallista kosteutta kentän pintakerrokseen, mutta toimivalla kuivatusjärjestelmällä liika vesi poistuu nopeasti. Koska erillistä suodatinkerrosta ei tarvitse kosteudenhallintasyistä rakentaa ei ole kustannustehokasta rakentaa suodatin- ja jakavaa kerrosta pelkän routimisriskin takia.

5.5 Kentän rakennekerrokset ja toteutus

Pohjamaan ominaisuudet huomioiden kentän pintakerros voidaan rakentaa humuskerroksen poistamisen jälkeen suoraan pohjamaan päälle asennetun maarakennuskankaan päälle. Rakennettavan kentän koko on 25*40 m, avattava alue on noin 27*42 m. Maarakennuskangas ja pintakerros ulotetaan koko avattavalle alueelle. Maarakennuskangas estää kentän reuna-alueiden heinittymisen ja

leveämmälle alueelle laitettu hiekka estää kentän hiekan valumisen pois ratsastusalueelta.

Humuskerros poistetaan, kentän eteläpäätyyn kaivetaan oja, joka johtaa vedet olemassa olevaan rajaojaan ja pohjamaa muotoillaan viettämään luontaisen vieton mukaan vähintään 1:100 kentän pohjois-, itä- ja eteläreunoja kohti, jolloin pintavedet johtuvat kenttää ympäröiviin ojiin. Kentän länsireunaan ei ole mahdollista kaivaa ojaa. Maa muotoillaan painanteeksi, joka estää länsipuolelta tulevan veden pääsyn kentän pohjarakenteisiin. Painanne muotoillaan viettämään kentän pituussuunnan kaltevuutta mukailleen, jolloin vesi johtuu molemmissa päissä oleviin ojiin. Pohjamaan päälle asennetaan N2-luokan maarakennuskangas, joka estää pintamateriaalin sekoittumisen pohjamaan. Kankaan saumat limitetään noin 0,5 m.

Ohjeiden mukaan suositeltu pintakerroksen paksuus on 100–120 mm. Koska erillisiä alempia rakennekerroksia ei tarvita, tehdään pintakerroksesta noin 200 mm paksu. Pintakerroksessa käytettävä hiekka painuu jonkin verran ja paksummalla rakennekerroksella varmistetaan, että kentän huollossa käytettävän koneen piikit eivät yllä pohjamaan asti. Pintakerrokseen käytettävän hiekan kantavuus märkänä on 35 ja kuivana 70 MPa. Kenttä ei ole saa olla täysin kuiva, mutta se ei myöskään ole pohjaveden alle eli märkä. Hiekan E- moduulina kantavuuslaskennassa voidaan käyttää 50 MPa. Odemarkin kaavalla laskien kentän kantavuus on 30 MPa, jos pohjamaa lasketaan märän maan kantavuuden mukaan. Kuivan pohjamaan mukaan laskien kantavuus on 40 MPa. Todellinen kantavuus on 30–40 MPa välillä.

200 mm kerros pelkkää hiekkaa on rullaava ja upottava. Kivituhkaa käyttämällä voidaan muokata kentän pintakerroksen ominaisuuksia. Rakentamisvaiheessa sekoitetaan noin 30 % kivituhkaa hiekan sekaan, yhteensä 200 mm kerrospaksuuteen. Kivituhkaa käyttämällä kentän pinnasta tulee tiiviimpi, jolloin rullaavuus ja upottavuus pienenee. Kivituhkan E-moduuli on 100 MPa (Tierakenteen suunnittelu 2018, 46). Laskennallisesti E-moduuli 30 % kivituhkaa+ 70 % hiekkaa sisältävälle kiviainekselle on 65 MPa. Odemarkin kaavalla laskien kentän kantavuus märän pohjamaan mukaan on 33 MPa ja kuivan pohjamaan mukaan 46

MPa. Ratsastuspohjaoppaan mukaan kantavuuden kantavan kerroksen päältä mitattuna tulisi olla 80 MPa. Tämä on vaatimus kovalla käytöllä olevalle ja kilpailutoimintaan soveltuvalla kentällä. Vähäisellä raskaan liikenteen käytöllä olevalle soratielle riittää 60 MPa kantavuus. Soratien kantavuusvaatimukseen peilaten satunnaisella harrastuskäytöllä olevalle ratsastuskentälle riittää tätä pienempi kantavuus. Pintakerroksen muut ominaisuudet ovat merkittävämmässä roolissa kuin kantavuus. Kentän ominaisuuksia voidaan tarvittaessa rakentamisvaiheen jälkeen muokata eri raekoon kiviaineksia lisäämällä. Kivituhkaa lisäämällä kantavuus kasvaa, mutta vastaavasti pinnan tiivistyminen lisääntyy ja vaatii enemmän huoltotöitä.

Hiekkaa levitetään kaivinkoneella kentän osalta tasaiseksi kerrokseksi kankaan päälle. Kentän ulkopuoliselle osalla hiekka muotoillaan kiilamaiseksi tukemaan kentän hiekkakerrosta. Kivituhka levitetään hiekkakerroksen päälle ja sekoitetaan kaivinkoneen kauhalla hiekan sekaan. Lopullinen sekoittaminen tehdään mönkijän perään kytkettävällä karhilla.

5.6 Kentän rakennuskustannukset

Kentän rakentamiskustannukset muodostuvat tarvittavista valmistelevista töistä, kuten alueen merkinnästä ja raivauksesta sekä tarvittavista materiaaleista ja koneustyöstä. Kaivinkoneen työteho on riippuvainen koneen koosta, kuljettajan ammattitaidosta ja kaivettavan maan ominaisuuksista. Maalajit on jaettu kaivuluokkiin taulukon 8. mukaan.

Taulukko 8. Maalajien kaivuluokitus (Ratu 2018)

Maalajiryhmä	Kaivuluokka	Maalaji	Suhteellinen kaivuvastus
E	E1	Liejut, muta	5...15
	E2	Turpeet	10...30
	E3	Turpeet	30...40
H	H1	Savet	15...30
	H2	Siltit	20...50
	H3	Kuivakuoret	>50
K	K1	Hiekat	50...150
	K2	Sorat	50...150
	K3	Somero	200...300
		Kivikko	200...300
M	M1	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit	150...300
	M2	Keskitiviitit, kivettömät tai kiviset moreenit	250...500
	M3	Tiiviit moreenit Runsaskiviset moreenit Lohkareiset ja runsaslohkareiset moreenit Louhikot	>450

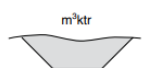
Maalajin perusteella määräytyy maankaivun työvuorokapasiteetti, jotka on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Maankaivun työvuorokapasiteetit (Kotimäki 2014)

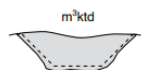
Kaivuluokka	Hydraulisen kaivukoneen paino (tonnia)					
	11	14	17	21...25	30...35	
(A) E1-E3, H1, H2, K1	95	105	115	135		m ³ itd/h
	59	66	72	84		m ³ ltr/h
(B) K2 tai (A) + routaa 40 cm	85	95	105	130	160	m ³ itd/h
	65	73	81	100	123	m ³ ltr/h
(C) H3, M1, M2 tai (B) + routaa 40-50 cm		85	95	115	150	m ³ itd/h
		57	63	77	100	m ³ ltr/h
(D) M2, M3 tai (C) + routaa 50-60 cm			80	100	135	m ³ itd/h
			53	67	90	m ³ ltr/h

Maarakennustöiden suunnittelussa käytetään erilaisia massakäsitteitä kuvan 5. mukaisesti.

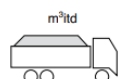
Teoreettinen kiintotilavuus (m^3ktr) tarkoittaa massan tilavuutta luonnontilassa teoreettisten poikkileikkausten mukaan laskettuna.



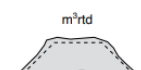
$$y_1 = m^3ktd/m^3ktr$$



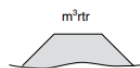
$$k_1 = m^3itd/m^3ktd$$



$$k_2 = m^3rtd/m^3itd$$



$$y_2 = m^3rtr/m^3rtd$$



Teoreettinen kiintotilavuus (m^3ktr) tarkoittaa massan tilavuutta luonnontilassa teoreettisten poikkileikkausten mukaan laskettuna.

Ryöstökerroin (y_1) osoittaa leikkaus- ja louhintatöissä tilavuusarvon riippuvuutta todellisen ja teoreettisen kiintotilavuuden välillä.

Todellinen kiintotilavuus (m^3ktd) tarkoittaa massan tilavuutta luonnontilassa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaisesti.

Löyhtymiskerroin (k_1) osoittaa riippuvuuden todellisen irtto- ja kiintotilavuuden välillä.

Todellinen irtotilavuus (m^3itd) tarkoittaa massan todellista tilavuutta tietyssä käsittelyvaiheessa.

Tiivistymiskerroin (k_2) osoittaa riippuvuuden todellisen rakenne- ja irtotilavuuden välillä.

Todellinen rakennetilavuus (m^3rtd) tarkoittaa massan tilavuutta rakenteessa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaan.

Täyttökerroin (y_2) osoittaa pengerrys- ja täyttötöiden yhteydessä tilavuusarvon riippuvuutta todellisen ja teoreettisen rakennetilavuuden välillä.

Teoreettinen rakennetilavuus (m^3rtr) tarkoittaa massan tilavuutta rakenteessa laskettuna teoreettisten poikkileikkausten mukaan.

Kuva 5. Massakäsitteet (Ratu 2018)

Laskennassa käytettäviä massakertoimia ja tilavuuspainoja on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Massakertoimet ja tilavuuspainot

Massakertoimet ja tilavuuspainot					
Maalaji	Ryöstö y_1	Löyhtyminen k_1	Tiivistyminen k_2	Täyttö y_2	Tilavuuspaino t/m^3itd
Savi	1,05	1,6	0,54	1	1,5
Siltti	1,05	1,5	0,64	1	1,6
Hiekka	1,05	1,25	0,73	0,9	1,3-1,5
Sora	1,15	1,15	0,72	0,9	1,6-1,8
Hiekkamoreeni	1,1	1,35			1,5-1,9

Rakennuskustannuksiin vaikuttaa poistettavan maakerroksen mahdollinen poisviennin ja raivauksen tarve. Tässä kohteessa raivaustöitä ei tarvitse tehdä ja poistettavan maa-aineksen saa levitettyä vastarakennetun hevostallin ympäristöön eli raivaus- ja poisvientikustannuksia ei synny.

Kentän pohjan avattava ala on 27*42 m. Mullan y_1 - ja y_2 - kertoimia ei ole taulukoitu, joten laskennassa käytetään siltin kertoimia. Poistettavan humuskerroksen paksuus on noin 300 mm, joten poistettava määrä on noin 536 m^3itd . Pintamaan

kaivuuvastus on pieni, 21 tn kaivinkoneella kaivukapasiteetti löyhällä maalla on noin 135 m³itd/h. Humuskerroksen poistoon menee laskennallisesti noin 4 tuntia. Laskennassa ei ole otettu huomioon läjitystä. Maa-aines on läjitettävä kenttäalueen ulkopuolelle siten, että se on mahdollista levittää myöhemmin. Kentän koko huomioiden maan siirtoihin menee noin kolme tuntia. Pohjamaan muotoiluun ja ojan kaivamiseen voidaan arvioida kuluvan noin kaksi tuntia. Myöhemmin tapahtuvaa maa-aineksen levitystä ei huomioida laskelmassa. Hiekkaa (133 mm) tarvitaan 230 m³itd ja kivituhkaa (67 mm) 104,5 m³itd. Maa-ainekset tilataan tonneina, joten tilattavat maa-ainesmäärät ovat hiekkaa 230 m³itd*1,4 t/m³itd=322 tn ja kivituhkaa 104,5 m³itd*1,6 t/m³itd=167 tn. Kaivinkoneiden työtehotaulukossa ei ole erikseen ilmoitettu maa-ainesten levittämiseen kuluva aikaa. 21 tn kaivinkoneella työteho hiekan kaivamisessa on 135 m³itd/h. Kaivutehon mukaan laskennallisesti kiviainesten levittämiseen kuluu 2,5 tuntia. Todellisuudessa hiekan siirtelyyn, levittämiseen, tasoittamiseen ja kivituhkan sekoittamiseen kuluu enemmän aikaa. Arvio pintakerroksen rakentamiseen kuluva ajasta on 8 tuntia. Työn toimeksiantaja toimii kaivinkoneen ”lapiomiehenä”, apumiehen palkkaa ei huomioida laskennassa. Kiviainesten hinnat ovat keskimääräisiä julkisista lähteistä löytyvä hintoja. Suunnitellun kentän rakennuskustannukset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Rakennuskustannukset suunnitellun rakenteen mukaan.

Rakennuskustannukset suunnitellun rakenteen mukaan (sis alv)						
Selite	Määrä	Tunnit	€/tn	€/h	€/kpl/m2	Yhteensä €
Kaivinkone siirrot	2 kpl				100	200
Kaivinkone työ		17		100		1700
N2-maarakennuskangas	1134 m2				1	1134
Pintakeros 133 mm hiekka	230 tn		6			1380
Pintakerros 67 mm kivituhka	104,5 tn		12			1254
						5668

Suunnitellun ratsastuskentän pohjarakenteiden rakennuskustannukset ovat 5668 €. Vertailulaskelmina kuvien 4. ja 5. mukaisten pohjarakenteiden rakennuskustannukset on esitetty taulukoissa 12.

Taulukko 12. Kuvien 4. ja 5. mukaisten pohjarakenteiden rakennuskustannukset.

Rakennuskustannukset pinta-, kiilaus ja kantava kerros (sis alv)						
Selite	Määrä	Tunnit	€/tn	€/h	€/kpl/m2	Yhteensä €
Kaivinkone siirrot	2 kpl				100	200
Kaivinkone työ		20		100		2000
N2-maarakennuskangas	1134 m2				1	1134
Pintakerros 100 mm hiekka	213 tn		6			1278
Kiilauskerros 30mm kivituhka	74 tn		12			888
Kantava kerros 250mm 0-32 murske	744 tn		10			7440
						12940
Rakennuskustannukset pinta-, kantava- ja suodatinkerros (sis alv)						
Selite	Määrä	Tunnit	€/tn	€/h	€/kpl/m2	Yhteensä €
Kaivinkone siirrot	2 kpl				100	200
Kaivinkone työ		20		100		2000
N2-maarakennuskangas	1134 m2				1	1134
Pintakerros 100 mm hiekka	213 tn		6			1278
Kantava kerros 200mm 0-16 murske	595 tn		10			5950
Suodatinkerros 100mm 0-16	259 tn		10			2590
						13152

Suunniteltu kentän pohjarakenne on yli 50 % edullisempi, kuin vertailussa käytyt pohjarakenteet. Rakennuskustannuskustannukset ovat suuntaa antava, esimerkiksi rakennekerroksien tiivistämiseen kuluva aika ja siitä muodostuvia kustannuksia ei ole huomioitu laskelmissa. Todellisiin rakennuskustannuksiin vaikuttaa myös kaivinkoneen koko, kuljettajan ammattitaito, kiviaineksen hinnan muutokset ja kuljetusmatka.

6 POHJAMAAN LABORATORIOTUTKIMUKSET

6.1 Tutkimuksen tarkoitus

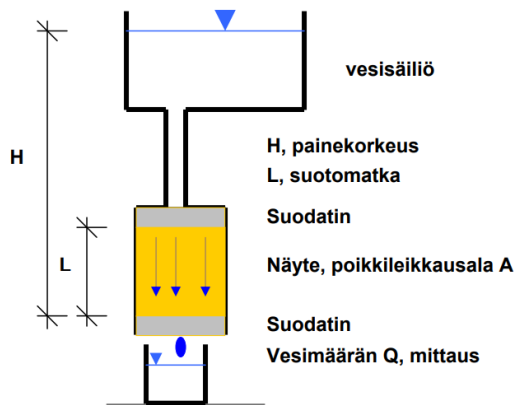
Opinnäytetyön tarkoitus on pohjamaan tunnistaminen aistinvaraisesti ja tarvittavien rakennekerrosten suunnittelu pohjamaan ominaisuuksien mukaan. Aistivertainen tutkimus maalajin määrittämiseksi sisältää epävarmuustekijöitä. Pohjamaasta otetuista maanäytteistä tutkittiin rakeisuus ja vedenläpäisevyys Lapin ammattikorkeakoulun rakennustekniikan laboratoriossa. Laboratoriotutkimuksissa rakeisuuden määrittämisellä oli tarkoitus selvittää maalaji ja verrata saatua tulosta aistinvaraisesti määritettyyn maalajiin. Vedenläpäisevyystutkimuksen tarkoitus oli selvittää pohjamaan todellinen vedenläpäisevyys ja verrata saatua tulosta aistinvaraisesti määritetyn maalajin vedenläpäisevyyteen.

6.2 Tutkimusmenetelmät ja laitteisto

Maanäytteille tehtiin kuivaseulonta, pesuseulonta sekä vedenläpäisevyyskoe.

Seulonnassa käytettiin Haver EML DP-seulontalaitetta, kuva (kuva 1) laitteesta on liitteessä 9 (liite 9). Seulonta-aika laitteen valmistajan mukaan tulisi olla 10–15 minuuttia. Käytettävä seulasarja valitaan seulottavan materiaalin raakoostumuksen perusteella. Silmämääräisesti arvioiden näyte-erissä ei ollut yli 8 mm rakeita. Seulonnassa käytettiin 8-4-2-1-0,5-0,25-0,125-0,063 mm seuloja. Kuva (kuva 2) käytetystä seulasarjasta on esitetty liitteessä 9 (liite 9). Mikäli seuloille jääneiden lajitteiden summa eroaa seulotun materiaalin alkumassasta yli yhden prosentin, on testi uusittava.

Vedenläpäisevyys tutkittiin vakiopainemenetelmällä, jossa mitataan näytteen läpi virrannut vesi ja siihen kulunut aika. Kuvassa 6. on esitetty vakiopainekokeen periaate. Tutkimuksessa käytetyn laitteen sylinterin halkaisija on 152 mm. Laitteen käyttöohjeen mukaan sylinteriin sullotaan tiiviisti noin 12 cm kerros tutkittavaa maa-ainesta. Kuva (kuva 3) käytetystä laitteesta on esitetty liitteessä 9 (liite 9).



Kuva 6. Vakipainekokeen toimintaperiaate (Ympäristögeotekniikan perusteet)

6.2.1 Kuivaseulonta

Maanäytettä otettiin astiaan uunin kestävään astiaan 1160 g. Näytettä kuivattiin uunissa 105 °C lämpötilassa kolme tuntia. Kuivatuksen jälkeen näytteen paino oli 1078,5 g. Painon erotus eli haihtuneen veden määrä oli 81,5 g. Jakamalla näytteen veden paino kuivatun kiviaineksen painolla ja kertomalla tulos sadalla, saadaan laskettua kosteusprosentti. Näytteen kosteusprosentti oli 7,6 %. Näytettä seulottiin 10 minuuttia, jonka jälkeen seuloille jäänyt maa-aines punnittiin. Läpäisyprosentit on esitetty taulukossa 13. Punnituksen yhteistulos oli 1068,5 g, seulontamassahävikki oli 0,93 % eli tulos on hyväksyttävä. Seulontatuloksesta piirretty sininen rakeisuuskäyrä on esitetty liitteessä 10. Keskimääräinen raekoko d_{50} on hiekan rakeisuusalueella, tarkemmin määriteltynä lajite on keskihiekkaa. Moreeniksi maalaji nimetään, kun soraa ja silttiä on nimen antavan päälajitteen ohella yli 5 %. Tutkitussa näytteessä soraa on 6 % ja silttiä noin 9 %. Tutkimuksen mukaan maalaji on hiekkamoreeni. Liitteen 11 (liite 11) kuvassa 1. on esitetty kuivaseulotun näytteen seulontalajitejakauma.

Taulukko 13. Kuivaseulonnan läpäisyprosentit

Pohjamaa seulontamassa 1078,5 g			
Seula mm	Seulalle jäi g	Seulan läpäisy g	Läpäisy %
8	3,5	1065,00	99,7
4	29,5	1035,50	96,9
2	48,5	987,0	92,4
1	110,5	876,5	82,0
0,5	291,5	585,0	54,7
0,25	338,5	246,5	23,1
0,125	120,5	126,0	11,8
0,063	71,5	54,5	5,1
Pohja	54,5		
Yhteensä	1068,5		

6.2.2 Pesuseulonta

Näytettä otettiin uunin kestävään astiaan 1149 g. Näytettä kuivattiin uunissa 105 °C lämpötilassa kolme tuntia. Kuivatuksen jälkeen näytteen paino oli 1063,5 g. Painon erotus eli haihtuneen veden määrä oli 85,5 g. Jakamalla näytteen veden paino kuivatun kiviaineksen painolla ja kertomalla tulos sadalla, saadaan lasketua kosteusprosentti. Näytteen kosteusprosentti oli 8 %. Näyte kaadettiin pesuvatiin ja sen päälle kaadettiin vettä. Lietettä sekoitettiin vesisuihkulla hienoaineksen tehokkaammaksi irrottamiseksi karkeammista rakeista. Liettynyttä näytettä seulottiin 0,063 mm seulan läpi siihen asti, kunnes seulan läpäissyt vesi oli kirkasta. Seulalle jäänyttä maa-ainesta kuivattiin uunissa kolme tuntia. Kuivatuksen jälkeen näyte punnittiin uudestaan. Painoa oli 786 g, joten pesutappio eli pesussa poistuneen hienoaineksen määrä oli 277,5 g. Näyte seulottiin ja seuloille jäänyt maa-aines punnittiin. Läpäisyprosentit on esitetty taulukossa 14. Punnituksen yhteistulos oli 779,5 g, seulontamassahävikki oli 0,8 %, eli tulos on hyväksyttävä. Seulontatuloksesta piirretty punainen rakeisuuskäyrä on esitetty liitteessä 10. Keskimääräinen raekoko d_{50} - on hiekan rakeisuusalueella, tarkemmin määriteltynä lajite on keskihiekkaa. Tutkimuksen mukaan maalaji on hiekkamoreenia, koska soraa on 10 % ja silttiä 27 %. Liitteen 11 (liite 11) kuvassa 2. on esitetty kuivaseulotun näytteen seulontalajitejakauma.

Taulukko 13. Pesuseulonnan läpäisyprosentit

Pohjamaa pesty massa 1063,5 g. Seulottu 786 g, pesutappio 277,5 g.			
Seula mm	Seulalle jäi g	Seulan läpäisy g	Läpäisy %
8	27,5	1029,5	96,8
4	23,5	1006	94,6
2	40	966	90,8
1	80	886	83,3
0,5	197,5	688,5	64,7
0,25	274,5	414	38,9
0,125	89	325	30,6
0,063	41,5	283,5	26,7
Pohja	6		
Yhteensä	779,5		

6.2.3 Vedenläpäisevyys

Maanäytteelle tehtiin kaksi vedenläpäisevyydestiä. Vakiopainekokeen mukainen vedenläpäisevyys lasketaan Darcyn- lain mukaan:

$$k = (Q \cdot h) / (A \cdot H \cdot t)$$

Missä

k= vedenläpäisevyys (m/s)

Q= läpäissyt vesimäärä (m³)

h= näytteen korkeus (m)

A= näytteen pinta-ala (m²)

H= painero (m)

t= mittausaika (s)

Näytteen 1 vedenläpäisevyys:

$$Q = 0,000450 \text{ m}^3$$

$$H = 10 \text{ m}$$

$$h = 0,12 \text{ m}$$

$$A = 0,018146 \text{ m}^2$$

$$t = 600 \text{ s}$$

$$K = (0,000450 \text{ m}^3 / 0,12 \text{ m}) / (0,018146 \text{ m}^2 * 10 \text{ m} * 600 \text{ s})$$

$$K = 3,4 * 10^{-5}$$

Näytteen 2. vedenläpäisevyys:

$$Q = 0,000390 \text{ m}^3$$

$$H = 10 \text{ m}$$

$$h = 0,12 \text{ m}$$

$$A = 0,018146 \text{ m}^2$$

$$t = 600 \text{ s}$$

$$K = (0,000390 \text{ m}^3 / 0,12 \text{ m}) / (0,018146 \text{ m}^2 * 10 \text{ m} * 600 \text{ s})$$

$$K = 3,0 * 10^{-5}$$

6.2.4 Vedenläpäisevyyden analysointi

Vedenläpäisevyyden perusteella tutkittu maalaji olisi hiekkaa tai moreenia. Sekä aistinvaraisen maalajimäärityksen että laboratoriossa tutkitun rakeisuuden perusteella tutkittu näyte on moreenia. Moreenimaalajien vedenläpäisevyys on tyypillisesti 10^{-5} – 10^{-9} , runsaasti hienoainesta sisältävillä moreeneilla jopa 10^{-11} . Tulosten mukaan tutkitun näytteen vedenläpäisevyys on moreenimaaksi hyvä. Yleisen luokituksen mukaan maalaji on kuitenkin huonosti vettä läpäisevää, ollen lähempänä hyvänä pidetyn vedenläpäisevyyden raja-arvoa 10^{-4} , kuin vettä läpäisemättömän raja-arvoa 10^{-8} .

6.3 Tutkimusten luotettavuus ja virhelähteet

Kuivaseulonta ei anna täysin luotettavaa tietoa runsaasti hienoainesta sisältävien- ja moreenimaiden rakeisuuden tutkimisessa. Kuivaseulotun ja pesuseulotun näytteen rakeisuuskäyristä voidaan todeta, että moreenimaalajin kuivaseulonta antaa huomattavan paljon pienemmän hienoainespitoisuuden, kuin se todellisuudessa on. Pesuseulonnan pesutappio oli 277,5 g, hienoainesta oli siis noin 26 % kokonaismassasta. Tarkempaa hienoainestutkimusta eli areometrikaetta ei ajan puutteen takia ollut mahdollista tehdä, jolloin hienoaineksen

todellinen rakeisuus jäi selvittämättä. Hienoaineksen rakeisuudella on merkitystä kapillaarisuutta ja routivuutta arvioitaessa. Pesu ei onnistunut täydellisesti, koska pestyn ja kuivatun näytteen seulonnassa seulasarjan pohjalle näytettä jäi 6 g. Täydellisesti pestyssä näytteessä pohjalle ei olisi pitänyt näytettä jäädä, vaan pohjalla ollut 6 g olisi kuulunut olla pesutappiota. Pesun yhteydessä tapahtui myös kahteen kertaan hetkellistä ylivirtausta seulan reunan yli, jolloin karkeam- paakin ainesta saattoi päästä karkaamaan seulalta.

Tuloksia voidaan pitää luotettavina maalajin tunnistamista varten, koska molem- missa seulonnoissa d_{50} on keskihiekkaa ja moreenimaalajin nimeämisen kriteerit täyttyvät. Kapillaarisen nousukorkeuden arviontiin tutkimustuloksia ei voida pitää luotettavina, koska hienoainespitoisuutta ei ole luotettavasti määritetty. Lajittu- neena maalajina keskihiekan kapillaarinen nousukorkeus on 100–500 mm, tutki- tuissa näytteissä hienoainesta on kuitenkin runsaasti, jolloin kapillaarinen nousu- korkeus on suurempi. Vedenläpäisevyyttä mitattiin kahdesta näytteestä. Molem- missa näytteissä tulokset ovat hyvin lähellä toisiaan. Testitulokset ovat moree- nimaiden tunnettujen vedenläpäisevyyksien rajoissa, joten tulosten oikeellisuutta voidaan pitää kohtuullisen luotettavina.

6.4 Aistinvaraisen tutkimuksen ja laboratoriotulosten vertailu

Aistinvaraisen tutkimuksen perusteella tutkittu maalaji oli silttistä hiekkamoreenia. Laboratoriossa tehdyissä seulontakokeissa nimen antavaksi d_{50} - päälaajitteeksi varmentui hiekka. Sekä pesu- että kuivaseulonnassa selvisi, että kyseessä on moreenimaalaji, koska silttiä ja hiekkaa oli yli 5 % päälaajitteen lisäksi. Aistinvarai- sessa tutkimuksessa tutkitussa maalajissa oli selkeästi havaittavia hienoainek- sen ominaisuuksia, joten maalajia ei voi aistinvaraisten tutkimuksien mukaan ni- metä hiekkamoreeniksi. Maalaji saa lisänimen, kun lisänimen antavaa lajitetta on vähintään 30 % nimen antavan päälaajitteen ohella. Pesuseulonnassa silttipitoi- suus oli 27 %, eli lisänimen antamisen kriteeri ei täyty. Hienoaineksen määrä on kuitenkin hyvin lähellä lisänimen antamiseksi vaadittua prosenttimäärää, joten aistinvaraisessa tutkimuksessa todetut hienoainesominaisuudet saavat vahvis- tuksen.

Laboratoriotutkimuksen mukaan kyseessä on runsaasti hienoainesta sisältävä hiekkamoreeni. Aistinvaraista tutkimusta voidaan pitää onnistuneena, koska maalajin ja päälajitteen nimeäminen vastasi seulontatulosta. Lisänimi silttinen jäi vain 3 % päähän eli hienoainespitoisuus on hyvin lähellä aistinvaraisen tutkimuksen mukaista maalajia. Pohjamaan vedenläpäisevyyttä on seurattu rakennuspai- kalla useamman vuoden ja todettu, että vedenläpäisevyys on hyvä, lammikoitu- mista ei juurikaan tapahdu. Vedenläpäisevyyden tutkimuksella tämä käsitys voi- daan todeta oikeaksi, koska mitattu vedenläpäisevyys on hyvin lähellä taulukoi- den mukaan hyvänä pidetyn vedenläpäisevyyden raja-arvoa. Moreenimaiden ve- denläpäisevyys on usein luonnossa vielä parempi, kuin mittauksissa, joten ar- viota pohjamaan hyvästä vedenläpäisystä voidaan pitää oikeana.

7 POHDINTA

Ratsastuksen harrastajien määrä on suuri ja se kasvaa vuosittain. Ratsastajien määrän kasvaessa myös uusien hevostallien ja ratsastuskenttien määrä kasvaa. Olemassa olevat ratsastuskenttien rakentamishjeet on pääasiallisesti laadittu vastaamaan suuremmalla käytöllä olevien kenttien rakentamiseen. Pienten harrastustallien ratsastuskenttien käyttöaste on pieni verrattuna esimerkiksi ratsastuskoulutoiminnassa olevan kentän käyttöön. Harrastustallin kentältä ei lähtökohteisesti vaadita samanlaisia rakennekerroksia ja samanlaista kulutuksenkestävyyttä ja kantavuutta, kuin kovemmallalla käytöllä olevalta kentältä. Kentän pintamateriaalilla on suurin merkitys toimivan ratsastuskentän rakentamisessa. Pintamateriaaliin ja sen ominaisuuksiin voi kuitenkin vaikuttaa koko kentän käyttöiän. Pohjamaan ominaisuuksiin ei voi vaikuttaa ennen tai jälkeen kentän rakentamisen. Pohjamaan ominaisuuksien huomioiminen kentän suunnitteluvaiheessa on vähintään yhtä tärkeää kuin pintamateriaalin huomioiminen. Huonosti suunnitellut rakennekerrokset aiheuttavat ongelmia kentän käytössä.

Pienemmän mittaluokan harrastuksissa asioita tehdään usein tunnepohjalta ilman suurempaa suunnittelua. Maaperätutkimus maksaa noin 1000 € ja tuo summa käytetään helposti johonkin muuhun tarkoitukseen. Opinnäytetyön tarkoitus oli pohjamaan aistinvarainen tunnistaminen ja ratsastuskentän suunnittelu pohjamaan ominaisuudet huomioiden. Aistinvarainen maalajin tunnistaminen vastasi pääosin laboratoriossa tehtyä vertailututkimusta. Aistinvaraisella tunnistamisella voidaan siis selvittää maalaji hyvinkin tarkasti.

Maalajin tunnistamisen jälkeen olemassa olevan kirjallisuuden avulla voidaan arvioida pohjamaan ominaisuuksia, kuten kantavuutta, routivuutta ja vedenläpäisevyyttä. Harrastustallin ratsastuskentän pohjamaan tunnistamiseksi oikein suoritettut aistinvaraiset tunnistuskokeet antavat riittävän tarkan tiedon pohjamaan laadusta. Pohjamaan maalajin tunnistamisen lisäksi on tärkeää havainnoida rakennuspaikan pohjamaan luontaiset muodot ja kuivatusjärjestelmän toteutusmahdollisuudet. Vaikka pohjamaa sinällään olisi kelvollinen rakennuspaikaksi, mutta rakennuspaikka sijaitsee kuopassa eikä luontaisia ojia tai ojen

tekemisen mahdollisuutta ole, ei toimivan ratsastuskentän rakentaminen ole kustannustehokkaasti mahdollista.

Pienten harrastustallien ratsastuskenttien rakentajat pyrkivät yleensä kustannustehokkaaseen rakentamiseen. Suurelle kulutukselle ja kilpailukäyttöön suunnitellut pohjarakenteet ovat kalliita rakentaa suuren kiviainemenekin takia. Oikein suunniteltu ja toteutettu kentän kuivatusjärjestelmä on tärkeässä roolissa kentän toimivuuden kannalta. Pohjamaan muotoilulla ja kentän ympäryksen ojituksella saadaan aikaiseksi toimiva kuivatusjärjestelmä useimmissa tapauksissa. Ainoastaan savi- tai silttipohja vaatii pienellekin harrastuskentälle erillisen salaoituskerroksen. Myös suoraan kallion päälle rakentaminen voi vaatia useampia rakennekerroksia. Epätasaisen kalliopohjan saaminen tasaiseksi ja kuivatusjärjestelmältään toimivaksi on kuitenkin niin kallis toteuttaa, että tätä rakennuspohjavaihtoehtoa ei ole huomioitu tämän työn tekemisessä. Kentän riittämätön kantavuus ei yleensä ole ongelma varsinkaan pienemmällä käytöllä olevilla kentillä. Kantavan kerroksen rakentaminen on perusteltua löyhällä tai savisella pohjamaalla. Kentän paikan valinnalla voidaan vaikuttaa tarvittaviin rakennekerroksiin ja sitä myötä rakennuskustannuksiin.

Maalajin aistinvarainen tunnistaminen onnistui luotettavasti ja kentän rakennekerrokset on suunniteltu pohjamaan ominaisuudet huomioiden kustannustehokkaasti, mutta toimiviksi eli opinnäytetyön tavoitteet on saavutettu. Työn tekeminen syvensi ymmärrystä ratsastuskentän rakentamisesta ja varsinkin maalajien määrittämisestä. Korona-ajan etäopiskelu on estänyt koulussa suoritettavat opintojaksoihin liittyvät laboraatiot kokonaan. Ennen opinnäytetyön tekemistä seulonta- ja vedenläpäisy tutkimusten tekeminen oli vain teorian osaamista. Maanäytteiden tutkiminen käytännössä oli mielenkiintoista ja antoi osaamista tulevaisuuden tukien aiempaa teorian tietoa.

Olemassa olevat ratsastuskenttien rakennusoppaat vastaavat suurella käytöllä olevien tai jopa kansainvälisiin kilpailuihin tarkoitettujen kenttien rakentamiseen. Harrastusratsastuskenttien rakentamistarve on kasvamassa. Tähän tarpeeseen olisi mahdollista tulevaisuudessa vastata tekemällä ratsastuspohjaopas pienille

harrastustalleille. Oppaan tekemisessä olisi mahdollista hyödyntää tätä opinnäytetyötä.

LÄHTEET

Ahokas, J. & Oksanen, T. 2015. Maamekaniikka. 2. painos. Maataloustieteiden laitos. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Viitattu 26.2.2022 <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153954/Maamekaniikka%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Aspelund, J. 2017. Eri rengastyypit ja niiden merkitys tiivistymisen ehkäisyssä, miten lukea rengasmerkintöjä. Viitattu 27.3.2022 <https://aoe.fi/#/materiaali/1300>.

Geologian tutkimuskeskus a. Maalajien luokitus. Viitattu 4.4.2022 <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/maalajiluokitus2.htm>.

Geologian tutkimuskeskus b. Maalajien tunnistamismenetelmät. Viitattu 23.2.2022 <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/tunnistus.htm>.

Haavisto-Hyvärinen, M. & Kutvonen, H. 2007. Maaperäkartan käyttöopas. Geologian tutkimuskeskus. Viitattu 22.3.2022 https://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/gtk_maaperakartan_kayttoopas.pdf.

Heikkilä, O. 2018. Moreenien geotekniset ominaisuudet Suomessa. Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Pro gradu-tutkielma. Viitattu 27.3.2022 <http://jultika oulu.fi/files/nbnfioulu-201902121200.pdf>.

Hevostallien ympäristönsuojeluohje 2003. Ympäristöministeriön moniste 121. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 29.3.2022 <http://www.hippolis.fi/lainsaadanto/talliymparisto/>.

Hevostalliohje 2019. Oulun seudun ympäristötoimi. Viitattu 20.2.2022 <https://www.ouka.fi/documents/64417/212256/Hevostalliohje+2019%2C+p%C3%A4ivitetty.pdf/ec29b4cd-25d1-4488-9472-cd8e0320bf09>.

Hevostallityöryhmän raportti 2008. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 23.3.2022. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/135620>.

Jarva, J. 2011. Ratsastuskenttien pohjamateriaalit. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 14.3.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30239/Jarva_Johanna.pdf.pdf?sequence=1.

Jääskeläinen, R. 2009. Geotekniikan perusteet. Tammertekniikka/Amk-kustannus Oy.

Kotimäki, L. 2014. Pientalon pohjarakentaminen. Opas työnjohdolle. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 13.4.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81261/Kotimaki_Lauri.pdf?sequence=1.

Kotovuori, M. 2018. Siipikairauksen vertailu eri tutkimusmenetelmiin Vantaalla. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinööri. Viitattu 22.3.2022

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/147966/Opinnaytetyo_YAMK_Miika_Kotovuopdf?sequence=1&isAllowed=y.

Koukku, P. 2020. Kiviaineksen kapillaarisuuteen vaikuttavat tekijät. Tampereen yliopisto. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Kandidaatintyö. Viitattu 30.3.2020 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/119421/KoukkuPaavo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Lehtinen, T. 2011. Hevosyritys huippukuntoon. Olosuherakentamisen tietopaketti. Viitattu 14.2.2022 <https://www.teholehtinen.fi/wp-content/uploads/2017/03/Olosuherakentamisen-tietopaketti.pdf>.

Lehtinen, T. 2018. Ravi- ja ratsastuspohjat. Viitattu 14.2.2022 <https://teholehtinen.fi/wp-content/uploads/2021/04/ratsastus-Ravi-ja-ratsastuspohjat-2018.pdf>.

Limingan kunta 2017. Rakennusjärjestys. Viitattu 20.2.2022 <https://www.liminka.fi/wp-content/uploads/Limingan-rakennusjarjestys.pdf>.

Martio, J. 2011. Pohjavesitilanteen tarkastelu alikulkusiltapaikoilla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 13/2011. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 3.4.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2011-13_pohjavesitilanteen_tarkastelu_web.pdf.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Myllymäki, T. 2014. Tiehankkeen geoteknisen massatalouden hallinta. Aalto-yliopisto. Diplomityö. Viitattu 3.3.2022 https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/14554/eng_2014_myllymaki_tuula.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Pöyhönen, A., Alakukku, L., Ahokas, J., Aura, E. & Sampo, M. 1999. Traktorista välittyvän pystysuoran jännityksen mittaus kynnyksessä ja sänkimuokatussa savi- maassa. Maatalouden tutkimuskeskus. Viitattu 19.3.2022 <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja63.pdf>.

Ratu 2018. Ratu 0441. Maankaivu. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Viitattu 13.4.2022 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/22058#page=1>. (Vaatii lisenssin)

Ratsastuspohjaopas 2011. Suomen ratsastajainliitto ry. Opetus- ja kulttuuriministeriön liikuntapaikkajulkaisu no 100. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Riikonen, M. 2014. Telimassojen korottamisen vaikutus tierakenteen vasteisiin. Laskennallinen tarkastelu. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 11/2014. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 27.3.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2014-11_telimassojen_korottamisen_web.pdf.

Ronkainen, N. 2012. Suomen maalajien ominaisuuksia. Suomen ympäristö 2/2012. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Viitattu 13.2.2022 <https://core.ac.uk/download/pdf/14927376.pdf>.

Rumpunen, T. 2022. Tmi Hevostalli Rentunruusu. Yrittäjän haastattelu 27.3.2022.

Salonen, V-P., Eronen, M. & Saarnisto, M. 2006. Käytännön maaperägeologia. 2. painos. Turku: Kirja-Aurora

Siika, T. 2006. Katurakenteiden staattinen ja dynaaminen kuormitus. EVTEK-ammattikorkeakoulu. Insinööriyö. Viitattu 30.3.2022 https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2006/2006_4.pdf.

Tierakenteen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 38/2018. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 16.3.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-38_tierakenteen_suunnittelu_web.pdf.

Vainio, J-M. 2022. West Coast Road Masters Oy. Toimitusjohtajan haastattelu 22.2.2022.

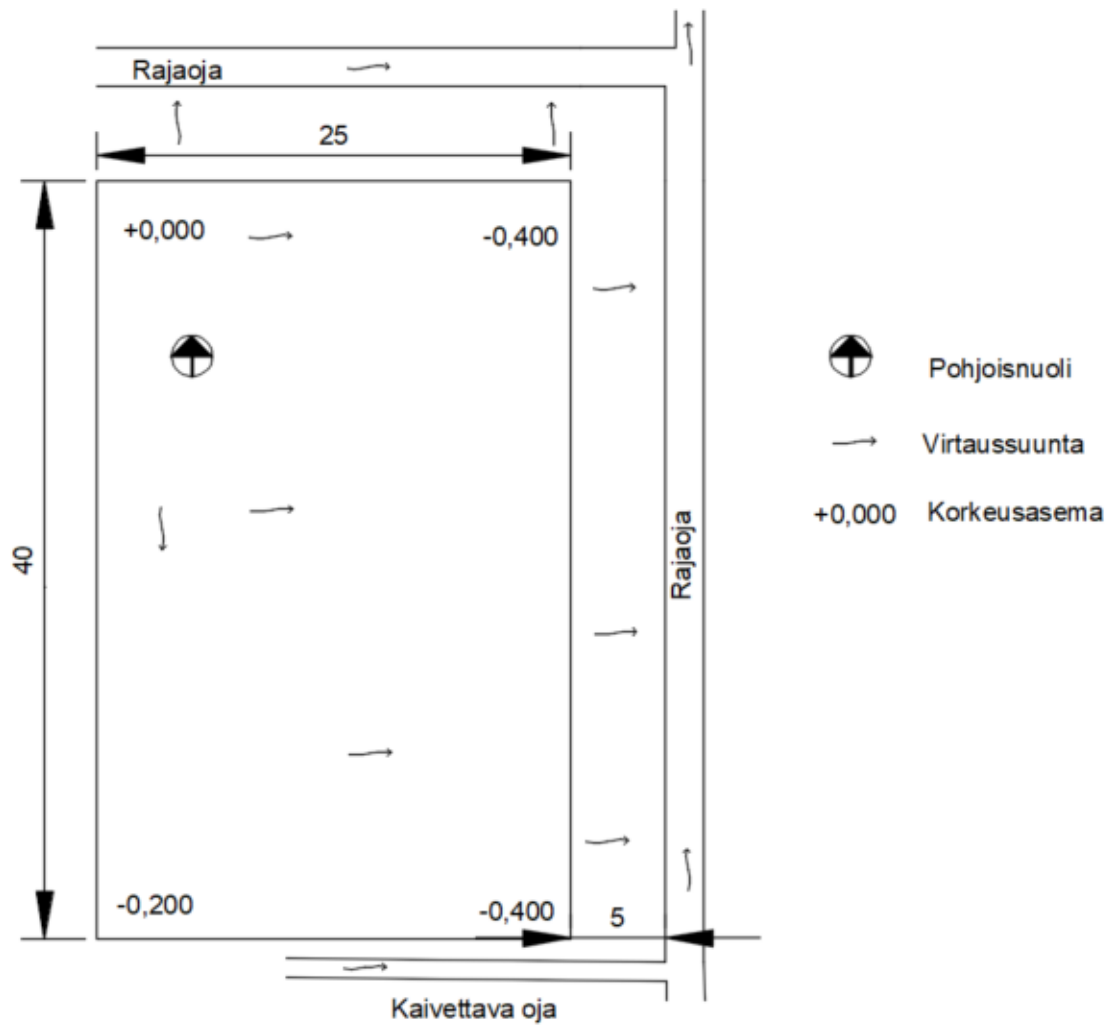
Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräsin olevien päästöjen rajoittamisesta. 1250/2014.

Ympäristögeotekniikan perusteet 2008. Suomen geoteknillinen yhdistys. Viitattu 3.4.2022 <https://sgy.fi/wp-content/uploads/2017/04/ympaeristoegeotekniikan-perusteet.pdf>.

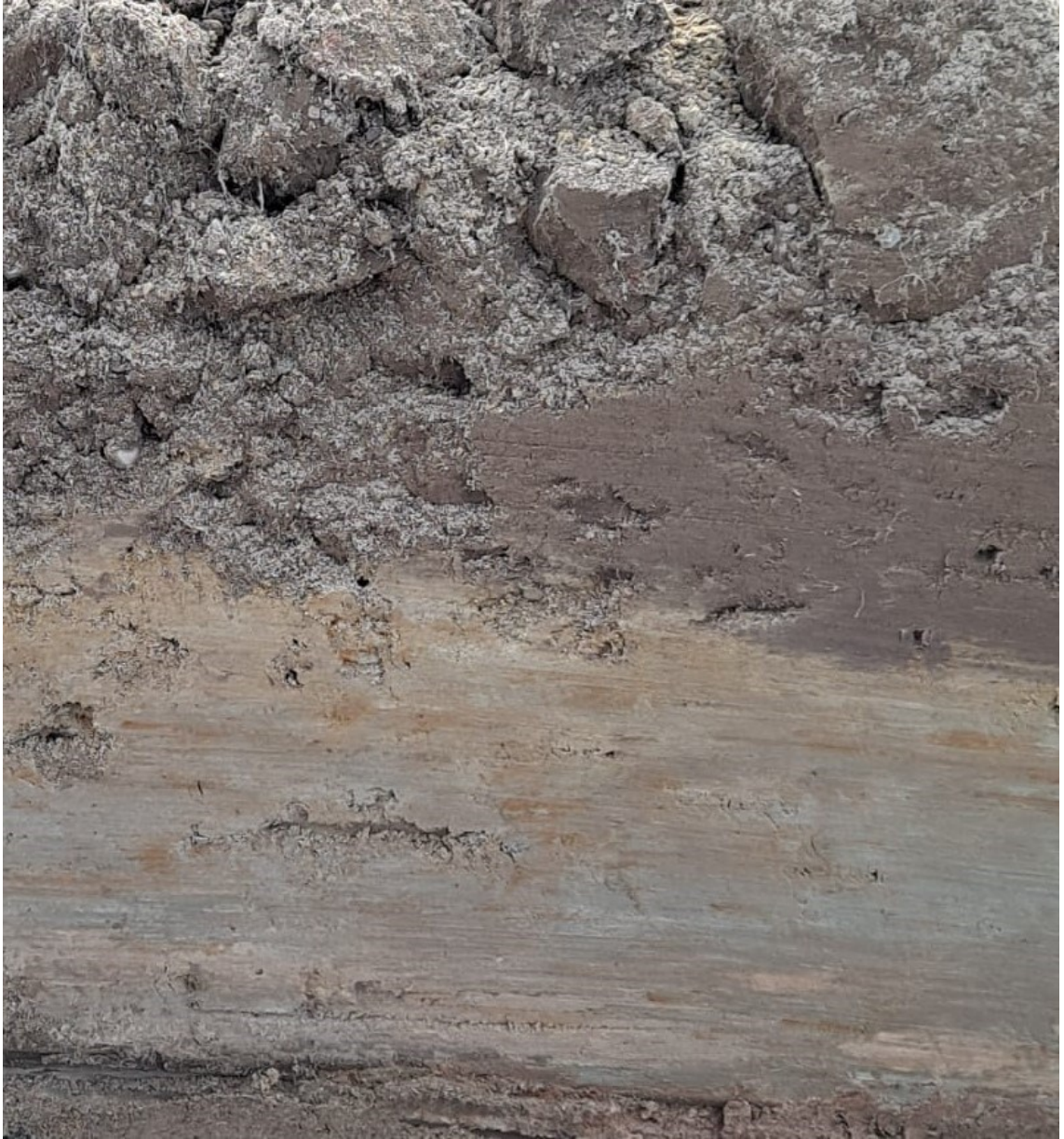
LIITTEET

- Liite 1. Kentän mittapiirros
- Liite 2. Kuva koekuopan leikkauspinnasta
- Liite 3. Kuva kuivatusta maanäytteestä
- Liite 4. Kuvat maanäytteen kuivalujuuskokeesta
- Liite 5. Kuva maanäytteen kierityskokeesta
- Liite 6. Kuva maanäytteen ravistuskokeesta
- Liite 7. Kuva maanäytteen kiillonmäärittämissä kokeista
- Liite 8. Kuva maanäytteen tahraavuudesta
- Liite 9. Tutkimuslaitteet
- Liite 10. Rakeisuuskäyrät
- Liite 11. Kuvat seulontojen lajitejakaumista

Liite 1. Kentän mittapiirros



Liite 2. Kuva koekuopan leikkauspinnasta.



Liite 3. Kuva kuivatusta maanäytteestä.



Liite 4. Kuvat maanäytteen kuivalujuuskokeesta.



Liite 5. Kuvat maanäytteen kierityskokeesta.



Liite 6. Kuvat maanäytteen ravistuskokeesta.



Liite 7. Kuva maanäytteen kiillonmäärityskokeesta.



Liite 8. Kuva maanäytteen tahraavuudesta.



Liite 9. Tutkimuslaitteet.



Kuva 1. Seulontalaite.



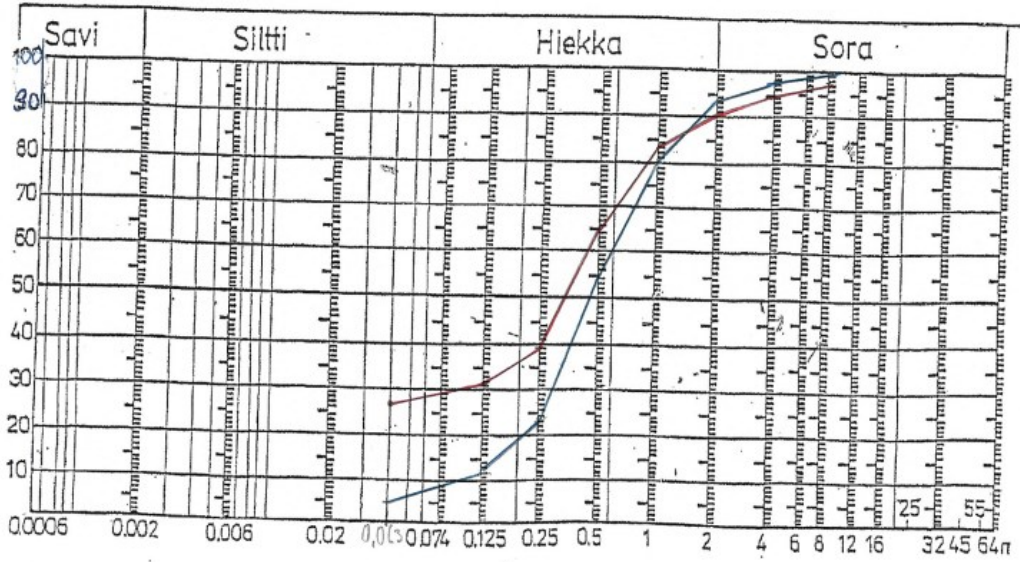
Kuva 2. Seulasarja.



Kuva 3. Vedenläpäisevyyden tutkimislaitteisto.

Liite 10. Rakeisuuskäyrät.

s



Punainen käyrä= Pesuseulonnan raekokojakauma

Sininen käyrä= Kuivaseulonnan raekokojakauma

Liite 11. Seulontojen lajikejakaumat.



Kuva 1. Kuivaseulonnan lajitejakauma.



Kuva 2. Pesuseulonnan lajitejakauma.