

Valokatteellisen kuistin rakentaminen routi- tivaan maahan ilman routaeristeitä

Työmenetelmien tarkastelu

Marko Vartiainen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Marko Vartiainen	
Työn nimi Valokatteellisen kuistin rakentaminen routivaan maahan ilman routaeristeitä	
Päiväys 11.12.2012	Sivumäärä/Liitteet 26 / 4
Ohjaaja(t) Raimo Lehtiniemi Lehtori Kimmo Anttonen pt.opettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Eino Vartiainen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja selvittää, miten kylmän rakenteen perustukset rakennetaan ilman routaeristeitä. Kyseessä on menetelmä, jossa routivaan maahan tehdään pilarian-turan tilalle routalaakeri erottamaan routivan maan ja perustuksen rakenne. Menetelmä tuli ajan-kohtaiseksi, ja tarpeelliseksi kehittää, kun työn tilaaja halusi rivitalon takapihalle valokatteellisen kuistin. Kuistin perustuksien rakentaminen alkoi toukokuussa 2010, ja perustukset valmistuivat kesäkuussa 2010. Tavoitteena oli, että työ toteutettaisiin siten, etteivät takapihan olemassa olevat istutukset, kuten puut ja pihanurmi vahingoittuisi.</p> <p>Kylmän rakenteen eli kuistin perustukset tehtiin normaalista talonrakennuksen routasuojausohjeis-tuksesta poiketen, eli routasuojalevyjä ei ole, ja perustuksina on routalaakeri. Routalaakerissa on paalutettu teräsputki. Perustuksien alueelta otettiin maa-ainesnäyte kuistin rakentamisen jälkeen. Routivuus tutkitaan laboratoriossa kiviainestutkimuksella. Jos kuisti olisi rakennettu perinteisellä tavalla, jossa kaivinkoneella poistetaan kuistin alueen ja sen ulkopuolen routaeristettävän alueen routiva maa-aines tarvittavilta osin tai vaihtoehtoisesti routarajaan saakka, olisi se vaatinut takapi-han suurten puiden ym. puutarhakasvien poistamisen. Kaivinkoneen saaminen takapihalle ei muu-toinkaan olisi ollut helppoa, sillä tuolloin puustoa olisi jouduttu kaatamaan Siilinjärven kunnan puistoalueelta. Siilinjärven kunta ei olisi myöntänyt lupaa puiden kaatamiseen.</p> <p>Mittaustyön tulokset olivat positiiviset. Vuosien 2010 – 2011 ja 2011 - 2012 talvet olivat kylmiä ja routa suhteellisen syvällä. Kuistin perustuksien ympärillä oleva maa routi ja routalaakerit eivät siir-täneet routanostetta kuistin perustuksiin. Routivuuden tuloksia on tarkasteltu touko -kesäkuussa 2011 ja 2012. Mittaukset tehtiin optisella vaaituskoneella routalaakerikohtiin, joita oli 4 kappaletta. Vuoden 2010 talvi oli tavanomaista kylmempi ja vuoden 2011 talvi oli helmikuussa tavanomaista kylmempi vuoden keskilämpötilaan nähden. Jos kohde olisi tehty roudattomaan perustussyvyy-teen, niin maamassoja olisi joutunut vaihtamaan n.97 m³. Jos kohde olisi tehty routasuojaus oh-jeiden mukaan, niin maamassoja olisi joutunut vaihtamaan n.52 m³. Maamassojen poisto ei olisi ollut ainut ongelma. Poistetut maamassat olisi jouduttu kuljettamaan pois kuorma-autolla. Kuor-ma-autoa ei olisi saatu 50 m. lähemmäksi kohdetta. Maamassojen siirto kohteesta kuorma-autoon olisi pitänyt tehdä kaivinkoneen kauhalla kuljettaen 50 m matkan.</p>	
Avainsanat Routalaakeri, kuisti, routaeristys, perustus, paalu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Marko Vartiainen			
Title of Thesis Constructing a Verandah on Frost-Susceptible Ground without Ground Frost Insulation			
Date	December 12,2012	Pages/Appendices	26 / 4
Supervisor(s) Senior Lecturer, Mr Raimo Lehtiniemi and Lecturer, Mr Kimmo Anttonen,			
Client Organisation/Partners Eino Vartiainen			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to find out how to build a cold structure without frost insulation. The purpose was to carry out the work so that the back yard with trees and lawn would not be damaged. To get a digger to the backyard to remove the soil masses would have been extremely complicated and required removing plants and cutting trees, which the municipality of Siilinjärvi would not have allowed.</p> <p>The porch foundation was made from May to June 2010. Contrary to the normal frost protect instructions there are no frost protection insulation plates and the foundation is so called frost bearing with a steel pipe. After building the porch, soil samples were taken to find out the affects of the frost.</p> <p>The results of the measurements were positive. The winters 2010-2011 and 2011-2012 were unusually cold and frost was very deep. The ground around the porch foundations frosted but it did not affect them. The consequences of the ground frosting were examined in May-June 2011 and 2012. The measurements were made by using optical spirit levels at four frost bearing points. If the foundation would have been made in a frost-free depth, it would have been necessary to remove around 97m³ of land when building according to the frost protection instructions, it would have required to change 52 m³ of masses. Transporting the soil material away would have required excavator carrying a distance of 50 m, because it was not possible to have a truck nearer.</p>			
<p>Keywords frost bearing,veranda,frost insulation,foundation,pile,ground</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	MAAPOHJAN ROUTIMINEN JA ROUDAN SYVYYS	6
2.1	Routivuuskriteerit ja routivuuden määrittäminen	6
2.1.1	Roudan syvyys	8
2.2	Kylmien rakenteiden perustuksien rakentaminen roudattomaan perustussyvyteen.....	12
3	KUISTIN PERUSTUKSIEN RAKENTAMINEN ILMAN ROUTAERISTEITÄ	14
4	HAVAINTOJA JA PÄÄTELMIÄ	19
	LÄHTEET	20

LIITTEET

Liite 1: Kiviainestutkimus

Liite 2: Kuistin poikkileikkauskuva

Liite 3: Pohjakuva routivuuden mittapisteistä ja tehdyt mittaukset.

Liite 4: Lämpötilakartat 2010 ja 2011, sekä vuoden keskilämpötila 1981-2010

1 JOHDANTO

Kylmien rakenteiden perustukset routasuojataan talonrakennuksen routasuojausohjeiden mukaisesti. Suomen kylmät olosuhteet edellyttävät perustuksien routasuojauksesta ruotivassa maaperässä. Opinnäytetyössä käsitellään valokatteellisen kuistin perustuksien rakentamista rivitaloasunnon takapihan routivalle maaperälle. Työssä on tarkoitus selvittää kuistin perustuksien rakentamista pienpaalutus- ja routalaakerointimenetelmää käyttäen, routivalle maaperälle. Työssä käydään läpi perustuksien routasuojaus vaihtoehdot, routivuuden ja roudanliikkeiden tarkastelu. Työn tavoitteena on saada tietoa perustuksien routalaakerin toteuttamisesta ja käyttäytymisestä. Työssä selvitetään kohteen maa-aineksen routivuus sekä rakeisuus. Kiviainestutkimuksella selvitetään myös maalaji..

Ennen rakennustöiden aloittamista käymme vaihtoehtoiset rakennusmenetelmät läpi työn tilaajan kanssa. Tuttu ja turvallinen tapa on rakentaa perustukset olemassa olevien routasuojausohjeiden mukaisesti. Tilaajan haluaa rakennuttaa kuistin perustukset esittämiäni suunnitelmieni mukaisesti. Näin ollen perustuksia ei tarvitse kaivaa auki niin perusteellisesti, ja vältymme turmelemasta takapihan nurmi- ja istutusalueita. Työn ja materiaalien kustannussäästöt perustustöiden osalla tulevat tärkeään rooliin tässä kohteessa.

Valokatteellisen kuistin rakentamisen lähtökohtana on tilaajan toivomus, ettei olemassa olevia istutuksia, nurmea ja puustoa tarvitsi hävittää. Takapihan tontti rajoittuu Siilinjärven kunnan puistoalueeseen. Käytettäessä kaivinkonetta joutuu kaatamaan puustoa. Siilinjärven kunta ei anna lupaa puuston kaatoon.

Työntilajana on yksityinen henkilö Eino Vartiainen

2 MAAPOHJAN ROUTIMINEN JA ROUDAN SYVYYS

2.1 Routivuuskriteerit ja routivuuden määrittäminen

Maan lämpötilan laskiessa alle 0 °C:n maan huokosissa oleva vesi alkaa jäätymään eli maa alkaa routaantua. Routa on maassa olevan veden jäätyminen johdosta kovettunut maakerros. Routaantumisen seurauksena voi tietyin edellytyksin maakerroksen tilavuus muuttua eli maa routia. Maan routimisen edellytyksenä on, että

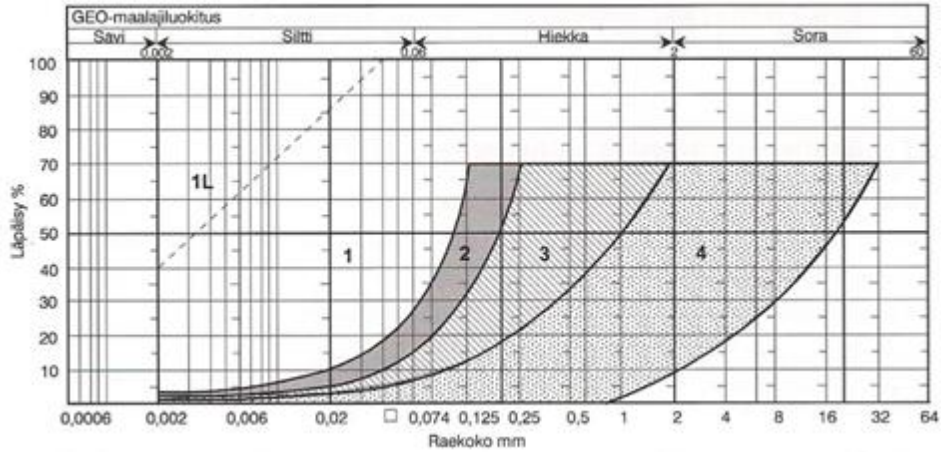
- maakerroksen lämpötila alittaa jäätyislämpötilan
- jäätymisrintamassa on tai siihen voi kulkeutua vettä
- maakerros (maalaji) on routivaa.

(Kivikoski, Harri. 2007, 11)

Maakerrosten huokosissa olevan veden katsotaan yleensä jäätyvän, kun maan lämpötila alittaa 0 °C:n. Käytännössä jäätyminen alkaa kuitenkin vasta hieman kylmemmässä lämpötilassa. Jäätyminen nopeus riippuu lämpötilan ohella jäätyvän veden määrästä. Märkä maa on jäätymisvastukseltaan suurempi kuin kuiva maa. Maan jännitystilasta vaikuttaa myös maakerroksen routimiseen. Samoin maalajin huokoskokoja-kauma, huokosveden laatu, mineraalikoostumus sekä veden liikkeet maassa. Käytännön suunnittelussa näiden tekijöiden huomioonottaminen maalajin routivuuden arvostelussa on kuitenkin toistaiseksi verrattain työlästä. Routivuuskriteerillä tarkoitetaan sellaista maalajin ominaisuutta, joka kuvaa sen routivuutta. Maalajin routivuutta arvioidaan yleensä sen rakeisuuden perusteella. Rakeisuus saadaan mitattua kiviainestutkimuksella, jolla saadaan rakeisuuskäyrä. Jos tutkimuksen rakeisuuskäyrä sijaitsee alueella 1, se on routivaa. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä sijaitsee alueella 2, 3 tai 4, on routimaton, ellei käyrän alapää pääty vasemmanpuoleiseen rajakäyrän yläpuolelle. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä sijaitsee alueella 1 L, on lievästi routivaa. (kuvio 1)

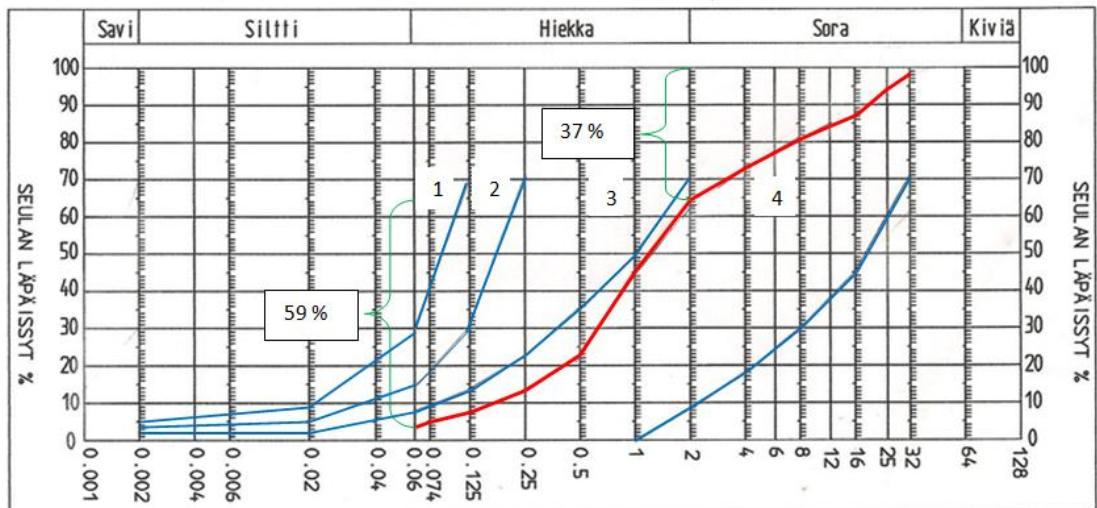
Opinnäytetyössä tarkastellun työkohteen ulommaisten perustusten kohdalla oli täytesoraa 40 cm pintamultakerroksen alapuolella n. 60 cm. Täytesoran alapinta maanpinnalta, oli noin 1 m. Täytesorasta on tehty kiviainestutkimus Savonia-amk:n laboratoriossa. Tutkimuksen mukaan maa-aines osoittautui routimattomaksi, koska rakeisuuskäyrä sijoittautui taulukon alueiden 3-4 välille (kuvio 2). Näytteen rakeisuus käyrä

on merkitty punaisella viivalla. Tutkimuksen perusteella kosteus (w) % lukemaksi saatiin 5,4 % (liite 1).



Kuvio 1. Rakeisuuskäyrä (Nieminen 1987, 93)

Maalajin määritys voidaan todentaa saadun rakeisuuskäyrän perusteella. Näytteessä on 37 % soralajitetta, 59 % hiekkalajitetta ja loput 4 % on hienoainesta. Maalaji on srHk eli sorainen hiekka (kuvio 2).



Kuvio 2. Laboratoriotestin rakeisuuskäyrä. (kuvio Marko Vartiainen)

Taulukossa 1 esitetään maalajien routivuusryhmät (Kivikoski, Harri 2007, 12)

Routivuusryhmät luokitellaan kolmeen osaan

- yleensä routiva
- routiva, jos jäätymisrintamaan voi kulkeutua riittävästi vettä
- yleensä routimaton.

Maalaji ja sen vesipitoisuus on määritettävä laboratoriossa.

Taulukko 1. Maalajien routivuusryhmät (Kivikoski 2007, 12)

Routivuusryhmä	Maalaji (GEO)	Huom.
Yleensä routiva	Sa, Si saSi hkSi, SiMr saSiMr hkSiMr siHkMr	Siltti muodostaa edulliset olosuhteet veden virtaukselle jäätymisrintamaan. Kapillaarisuus > 2 m
Routiva, jos jäätymisrintamaan voi kulkeutua riittävästi vettä	Mr HkMr SrMr siHk	Kapillaarisuus 1...2 m
Yleensä routimaton	HkMr SrMr hkSrMr srHkMr srHk, hkSr Hk, Sr	Kapillaarisuus < 1 m

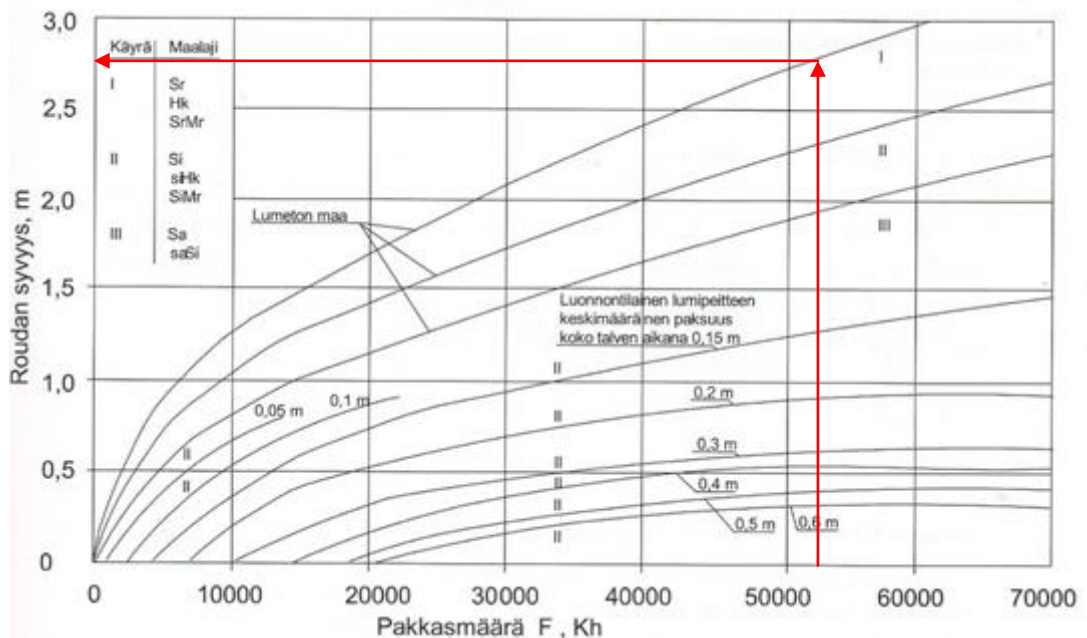
Maalajin huomioonottaminen routasuojausten mitoituksessa on suhteellisen vaikeaa, ja sen vaikutus muiden tekijöiden vaikutukseen verrattuna on vähäinen. Kun käsitellään routivia maalajeja, maalajin vaikutusta ei yleensä oteta huomioon perustusten routasuojausta mitoitettaessa. Roudan tunkeutumissyvyyttä arvioidessa eri maalajien kesken on maalaji otettava huomioon.

2.1.1 Roudan syvyys

Roudan syvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat

- maalaji (lämmönjohtavuus, lämpökapasiteetti, vesipitoisuus)
- ilmasto (pakkasmäärä, vuoden keskilämpötila, lumikerroksen paksuus)
- maan pintakasvillisuus ja topografia sekä
- rakennuksen ja perustusten rakenne.

Maalajin lämmönjohtavuus jäätyneessä tilassa on määrävä tekijä, kun tarkastellaan roudan tunkeutumissyvyyttä. Monien maalajien lämmönjohtavuus suurenee tiheyden ja vesipitoisuuden kasvaessa. Lämmönjohtavuuden suureneminen suurentaa roudan syvyyttä, mutta vesipitoisuus pienentää roudan syvyyttä veden jäätymislämmön suu- retessa. Roudan syvyys, voi sitten samanlaisissa ilmasto-olosuhteissa olla sama, vaikka maan vesipitoisuus vaihtelee. Roudan syvyyttä pystytään ennustamaan riittä- vän tarkasti, kun tunnetaan kaksi päätekijää; maalaji ja pakkasmäärä. Kuviossa 2, esitetään roudan syvyyden riippuvuus pakkasmäärästä ja maalajista, maanpinnan ollessa lumeton tai paksuudeltaan vaihtelevan lumikerroksen peittämänä. Opinnäyte- työssä tarkastellun roudan syvyys, tarkastellaan kuviosta 3. Kuvion pakkasmäärä F , on lukema 53000 Kh. Diagrammien kohdalta lumeton maa ja arvioitu maalaji ennen tutkimusta on soraa tai hiekkaa (Sr, Hk, SrMr). Kuvion 3 mukaan, roudan syvyys on 2,6 m. Pakkasmäärä riippuu talven ankaruudesta ja se vaihtelee hyvin paljon eri vuo- sina. Kylmien puu- ja ym. kevyiden rakenteiden perustukset, jotka eivät ole arkoja roudan aiheuttamille epätasaisille liikkeille, voidaan mitoittaa jopa pakkasmäärän F_{10} tai F_{20} mukaan. Opinnäytetyössä tarkastellut kohteen roudan syvyyden mitoittamiseen on valittu F_{50} (kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä). Paikkakunnan mukaan Kh luku on n. 53000, kohdassa Siilinjärvi (kuvio 4).



Kuvio 3. Pakkasmäärän ja lumikerroksen paksuuden vaikutus roudan syvyyteen (Soveri, J., Varjo, M., 1997)



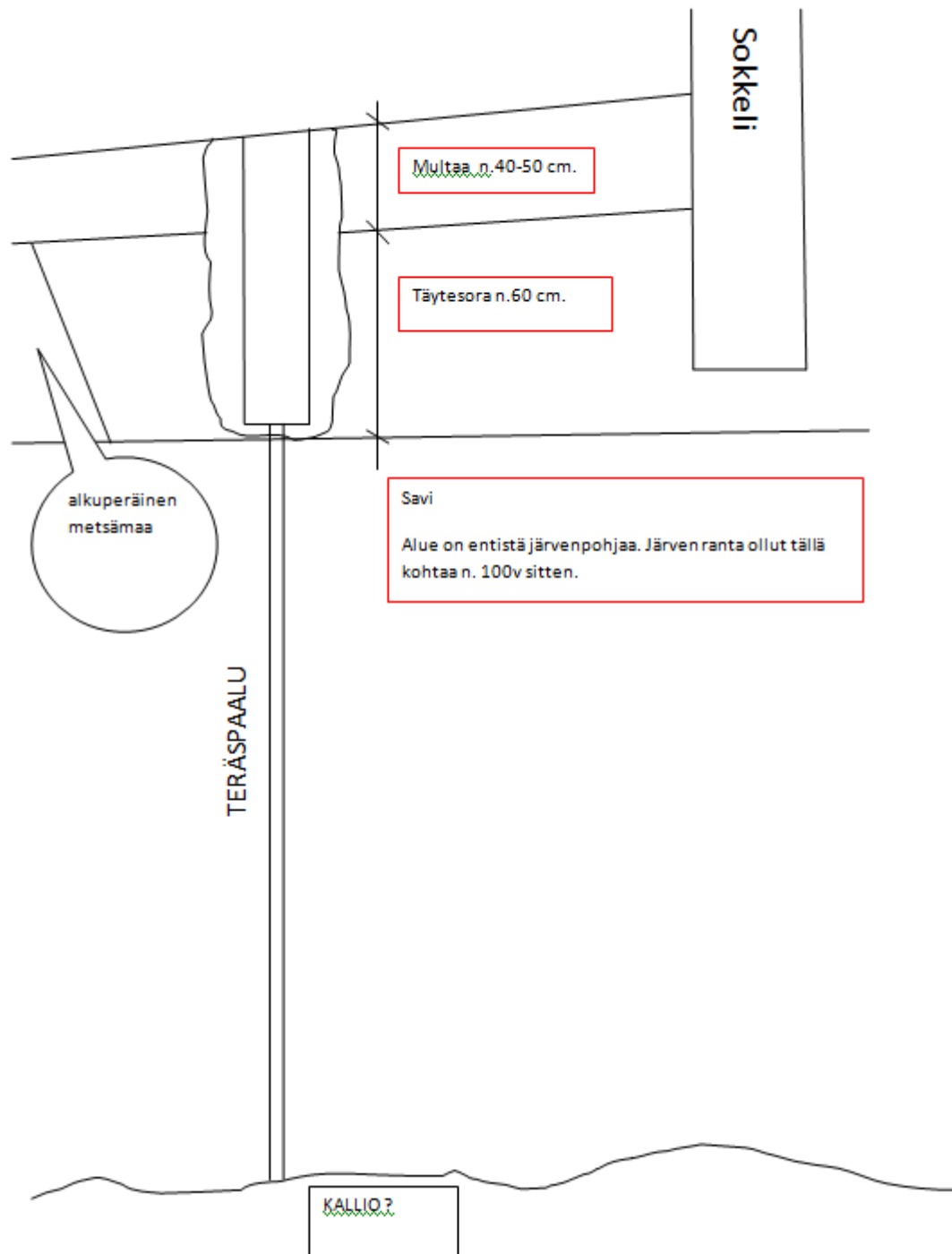
Kuvio 4. Suomen F_{50} pakkasmäärät (Kivikoski 2007, 26)

Roudan keskimääräinen likiarvo saadaan kaavasta $d = \sqrt{F}$. d on roudan keskimääräinen syvyys (cm). F on pakkassumma 53000 Kh.

$$d = \sqrt{53000}$$

$$d = 230 \text{ cm.}$$

Lämpötekniisesti on edullista, jos maan pintakerros on kuiva, ja sen alla olisi kosteaa maalajia. Pintakerros toimii tällöin lämmöneristeenä, ja sen alla olevan kostean maan jäätymisvastus on suuri. Tässä työssä tarkasteltavan kohteen kohdalla oleva tiivis kostea multakerros, oli paksuudeltaan 40–50 cm. Multakerroksen alla oli kuiva täytesora 60 cm. Perusmaana oli savi. Kuvan 1, avulla selviävät maakerrokset. Pintakerros oli tiivis, kosteutta sitova kerros, joka aiheuttaa routimista maakerroksessa. Multakerrosta on poistettu kuistin alueelta n.10 cm:n syvyydeltä, jolloin saatiin nurmipinta pois. Routalaakeri rakenteiden kohdilta, multa poistettiin kokonaan.

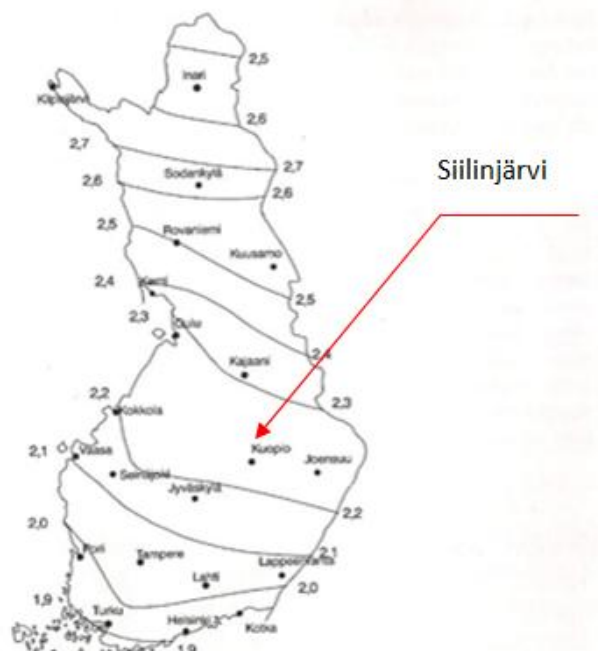


Kuva 1. Maakerrokset. Kuva Marko Vartiainen

2.2 Kylmien rakenteiden perustuksien rakentaminen roudattomaan perustussyvyyteen

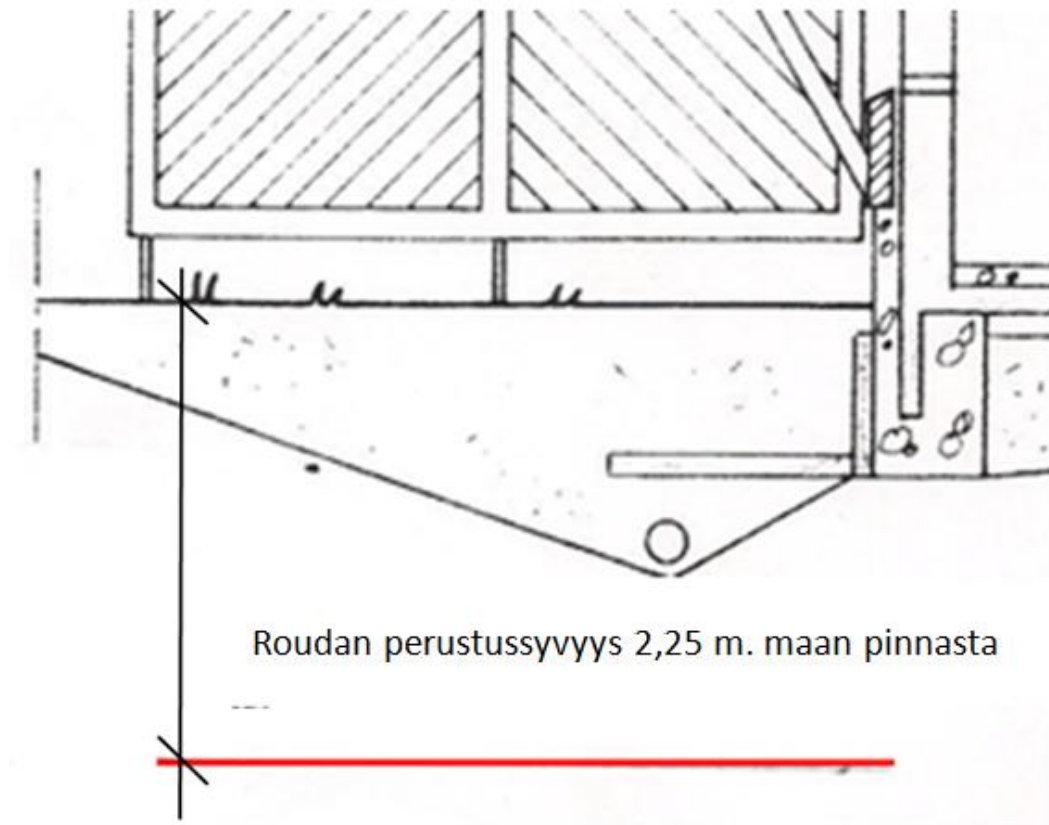
Kylmiin rakennuksiin ja rakenteisiin kuuluvat mm. lämmittämättömät varastohallit, autotallit ja–katokset, mastot, ulkoportaan, tukipilarit, tukimuurit jne.

Herkästi vaurioituvien rakenteiden, kuten jäykkien teräsbetonikehien ja tiilirakenteiden perustusten routasuojaus tulee mitoittaa pakkasmäärän F_{50} mukaan. Kylmien puu, ym. kevyiden rakenteiden perustukset pakkasmäärän F_{10} tai F_{20} mukaan. Rakentaminen roudattomaan perustussyvyyteen ilman routasuojasta, olisi ollut kohtuuttoman vaikeaa ja siinä olisi ollut suuri riski. Roudattomaan perustussyvyyteen luetaan mukaan perustuksen alla mahdollisesti oleva, routimattomasta materiaalista rakennettu täytekerros. Näin voidaan varmistua siitä, että tämä kerros pysyy varmasti routimattomana. Roudaton perustussyvyys on yleensä sama, kuin sallittu roudan tunkeutumisvyvyys perustuksen vierellä. Tässä kohteessa roudaton perustussyvyys olisi ollut 2,25 m. Kuviossa 5., kuvassa 2, näkyy punaisella viivalla roudan syvyys. Tämä vaihtoehto ei ollut hyvä, sillä maamassojen vaihtotyöt olisivat olleet liian mittavat.



Kuva 7. Kylmien rakenteiden perustusten keskimääräinen routimaton perustussyvyys (m) routivalla maalla lumen suojaavaa vaikutusta huomioonottamatta.

Kuvio 5. Roudaton perustussyvyys. (Kivikoski 2007, 26)



Kuva 2. Poikkileikkauskuva roudan tunkeutumissyvyydestä. Kuva Marko Vartiainen.

Roudan keskimääräinen likiarvo saadaan joko laskemalla kaavalla, tai katsomalla se kartasta, jossa näkyy Suomen keskeisimmät kaupungit. Kartassa näkyy myös kylmien rakenteiden perustusten keskimääräinen routimaton perustussyvyys (m) routivalla maalla, lumen suojaavaa kerrosta huomioonottamatta. Laskukaavan ja kartan ero on hyvin pieni, kun tulkitaan lukuja oikein. Tässä kohteessa eroa oli 0,05 m. eli 5 cm.

3 KUISTIN PERUSTUKSIEN RAKENTAMINEN ILMAN ROUTAERISTEITÄ

Tarkasteltavan kohteen pohjapinta-ala on 36 m^2 (9,45 m x 3,8 m). Rakennuspohjan maa-aineksien kerrokset ovat; 40–50 cm tiivis multa, noin 60 cm täytesoraa ja perusmaana savi. Paalujen ja routalaakereiden kohdat on mitoitettu kuistin pohjanmitoitusvaiheessa. Kuistin uloimpien perustusten mitta on 9,25 m, ja tälle kohdalle on suunniteltu 4 kpl paalutuskohtia. Paalutuksien väliksi tuli 3,09 m. Paalutukset on tehty galvanoidusta metalliputkesta. Putket ovat halkaisijaltaan 62 mm ja metalliputket on paalutettu maakiilavasarailla. Maakiilavasaran piikkaustaltaan on tehty muutos. Kärki on katkaistu ja siihen on hitsattu putkiadapteri, joka on sopiva sisähalkaisijaltaan metalliputkipaaluun. Ennen paalutusta on tehty mahdollisen kallion syvyyden mittaus. Mittaus on suoritettu kahdesta testipaalutus kohdasta. Testi on tehty upottaen harjateräkset paaluttamalla murtovasaralla kallioon, tai tiiviiseen maalajiin saakka. Testimittauksien jälkeen on saatu määritettyä teräsputkipaalujen korko. Paalujen päihin, jotka jäävät routalaakerin korkeuteen, porataan 10 mm reiät. Reikiin asennetaan paalutuksen jälkeen 8 mm harjateräsraudat. Harjateräkset toimivat tartuntarautoina tulevaan valuun (kuvat 3 ja 4, paalutuskalusto).



Kuva 3. Putkiadapteri. Kuva Marko Vartiainen.



Kuva 4. Maakiilavasara. Kuva Marko Vartiainen.

Paalutukset on lopetettu 3,50–4,00 m:n syvyyteen. Paalutukset päättyivät isoon kiiveen, kallioon tai tiiviiseen maalajiin. Jokainen paalutus on varmistettu 5 minuutin paalutuslyöntisarjalla. Routalaakereiden paikoilta on poistettu pintamulta ja täytesora. Suunniteltua salaojaputkea emme asentaneet kaivantojen etupuolelle, kaivantojen pohjan korkeuteen. Kaivauksien yhteydessä selvisi salaojaputken olemassaolo, joka on asennettu rivitalon rakentamisen yhteydessä (kuva 5).



Kuva 5. Teräsputkipaalu, salaoja ja routalaakerin kaivanto.

Kuva Marko Vartiainen.

Paalutuksen jälkeen on asennettu kaivantoon 1,2 m korkeat viemäriputket, halkaisijaltaan \varnothing 200 mm. Kuvassa 6, näkyy muottiputken ja maan väliin asennettu LE-CA-sora, joka toimii routalaakerina. Montun / routalaakerin halkaisija n.60 cm.



Kuva 6. Routalaakeri. Kuva Marko Vartiainen.

Kuvassa 7, routalaakeriin on korkoon asennettu pilarikengät 51 x 105 mm. (SP-621-0), joiden päällä on kestopuurunko 48 x 298 mm.



Kuva 7, pilarikengä ja kestopuurunko. Kuva Marko Vartiainen.

Perustustöiden jälkeen on poistettu pintamultaa ja nurmea 10 cm:n syvyydeltä, ja kestopuurunko on asennettu korkoonsa. Maan päälle asennetaan suodatinkangas kuva 8.



Kuva 8. Poistettu pintamaa ja suodatinkankaan asennus. Kuva Marko Vartiainen

4 HAVAINTOJA JA PÄÄTELMIÄ

Opinnäytetyön kohteen kahden viimeisimmän vuoden 2010–2012 aikana, ovat kesät olleet hyvin sateisia ja talvien pakkaset kovia. Sääolosuhteiden rasiutukset ovat olleet haastavia. Routivaksi arvioitu sora, joka poistettiin routalaakereiden kohdilta, osoittautui laboratoriotesteissä routimattomaksi soraiseksi hiekaksi (srHk). Pintamaa, eli multa on routivaa, ja tämä on keväisin silmin havaittavissa. Pintamaata poistettiin n. 10 cm, jolloin kuistin alle jäi n. 40 cm multaa. Kuistin perustuksien ympärille jäi routivaa maata (multaa). Routivuuden määrittäminen vain silmin havainnoiden ei ole luotettavaa. Maa-aines täytyy tutkia laboratoriossa, kuten liitteen 1 tulos kertoo. Jos maa-aineskerroksia on useita, tulee jokaisesta kerroksesta tehdä tutkimus. Näin saadaan varma tieto kokonaisuudesta, ja siitä, kuinka perustusten maa käyttäytyy roudan aikana. Routivuus tutkitaan kahdella eri tavalla, joko kiviainestutkimuksella tai maalajin kapillaarisen nousukorkeuden perusteella. Tutkittu maa-aines, eli täytesora oli routimatonta (liite 1). Poistamaton multakerros ja perusmaana oleva savi on routivaa, tai ainakin osittain routivaa. Näiden maalajien routivuus tunnetaan jo ilman tarkempaa tutkimusta. Täyttä varmuutta kohteessa ei saatu roudan ja routalaakerin yhteisvaikutukselle, koska maakerrosten välissä oleva täytesora osoittautui routimattomaksi. Seuraava routalaakerointikohde täytyy tehdä täysin routivaan maaperään. Näin saadaan täysi varmuus, toimiiko routalaakeri niin kuin se on suunniteltu. Vaikka routalaakeri ei päässyt täysin oikeuksiin routimattoman maakerroksen takia, niin perustamistapa on nopeampi ja halvempi kuin perustuksien tekeminen routaeristein ja maamassoja vaihtamalla.

Työssä onnistuttiin odotusten mukaisesti.

- Maankaivut olivat vähäiset.
- Puusto, istutukset ja pihanurmi säilyivät entisellään.
- Vuosien 2010 ja 2011 aikana tehdyt mittaukset eivät osoita roudan vaikuttavan perustuksien liikkumiseen.

Teräspuutkipaalujen ja perusmaan saven välisellä koheesiolla on ollut myös vaikutus roudan rasitteelle. Koheesio pitää perustuksia omalta osaltaan kiinni.

Myös kustannussäästöt pohjatöissä olivat selvät. Maamassojen siirtelyä kaivinkoneella ja kuorma-autolla ei tarvittu. Rakennuksen alalta poistettu pintamaa ja routalaakerien kaivantomaat hyödynnettiin ympäristössä.

LÄHTEET

Ilmatieteenlaitos. Talvi 2010-2011 - ilmatieteenlaitos

Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>

Kivikoski, H. 2007 Talonrakennuksen routasuojausohjeet. Helsinki: Rakennustieto Oy

Nieminen, P 1987. Routivuuden määrittäminen. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. ja Rakentajain Kustannus Oy

Soveri, J.& Varjo, M., 1977 Roudan muodostumisesta ja esiintymisestä Suomessa vuosina 1955–1975.

Liite 1: Kiviainestutkimus.



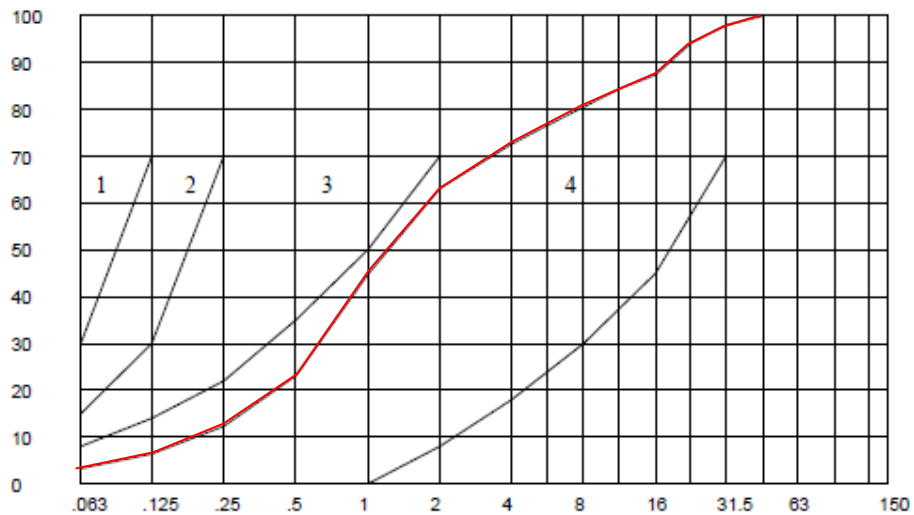
Savonia-amk
Yhdyskuntatekniikan laboratorio
PL 88 (Opistotie 2)
70101 KUOPIO
puh. 0440918050

KIVIAINESTUTKIMUS

SFS-EN 933-1/A1:en:2006
kuivaseulonta

Työmaa Suruttomanpolku 9 B Näyte no
Lajite Täytesora Päiväys 15.11.2012
Kosteus % 5,4
Ohjealue: TIEH 2100002-01 Routivuuden arviointi Näytteen ottaja Tilaaja

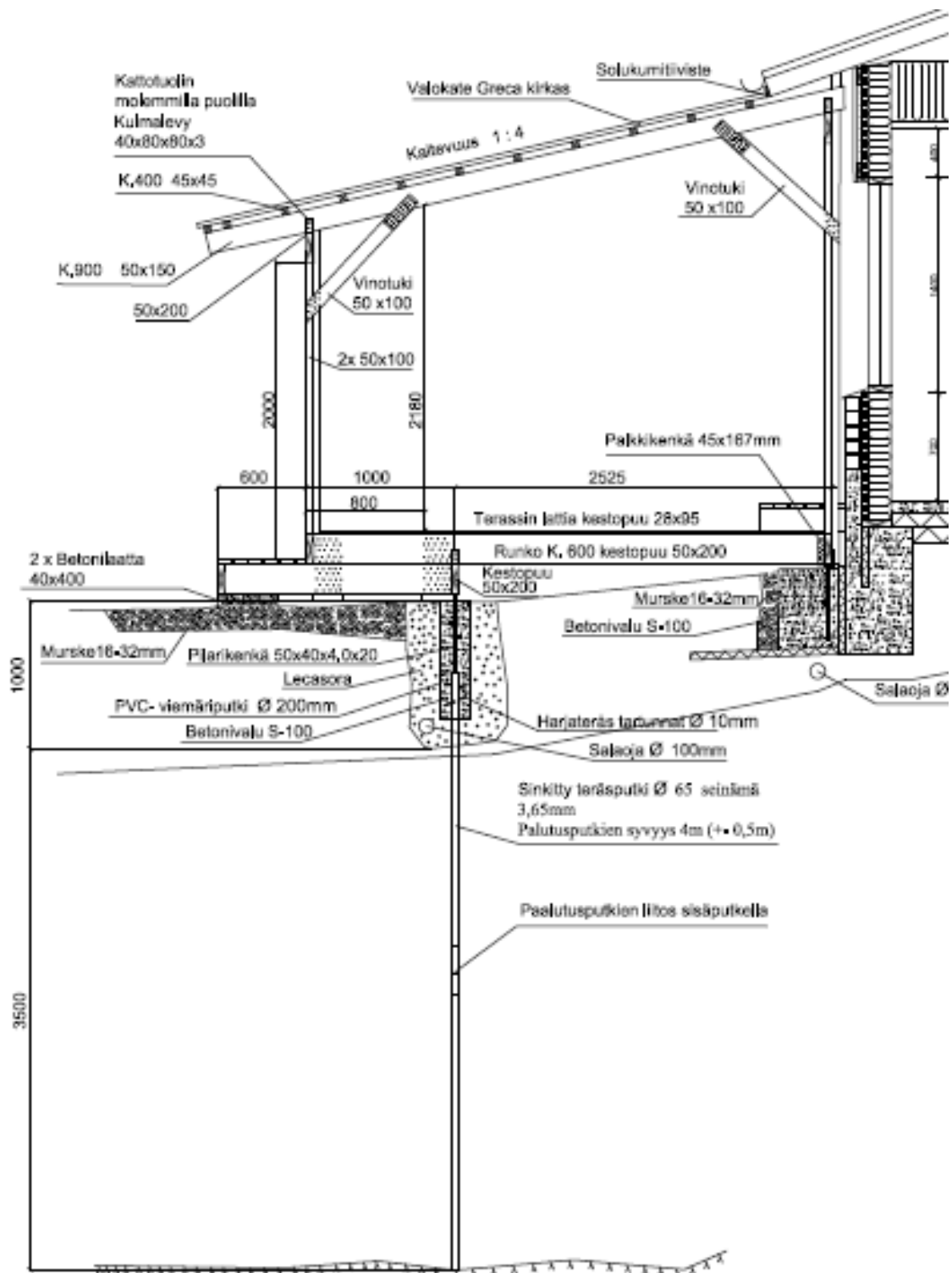
# mm	seulalle jäi g	seulalle jäi %	läpäisy %
150			100
125			100
90			100
63			100
45			100
31.5	71.3	2.0	98
22.4	134.4	3.8	94
16	233.2	6.7	87
11.2	107.9	3.1	84
8	132.5	3.8	81
5.6	140.1	4.0	77
4	136.1	3.9	73
2	333.2	9.5	63
1	640.3	18.3	45
.5	756.1	21.7	23
.25	376.3	10.8	12
.125	205.8	5.9	6
.063	109.4	3.1	3.3
Pohja	114.9	3.3	



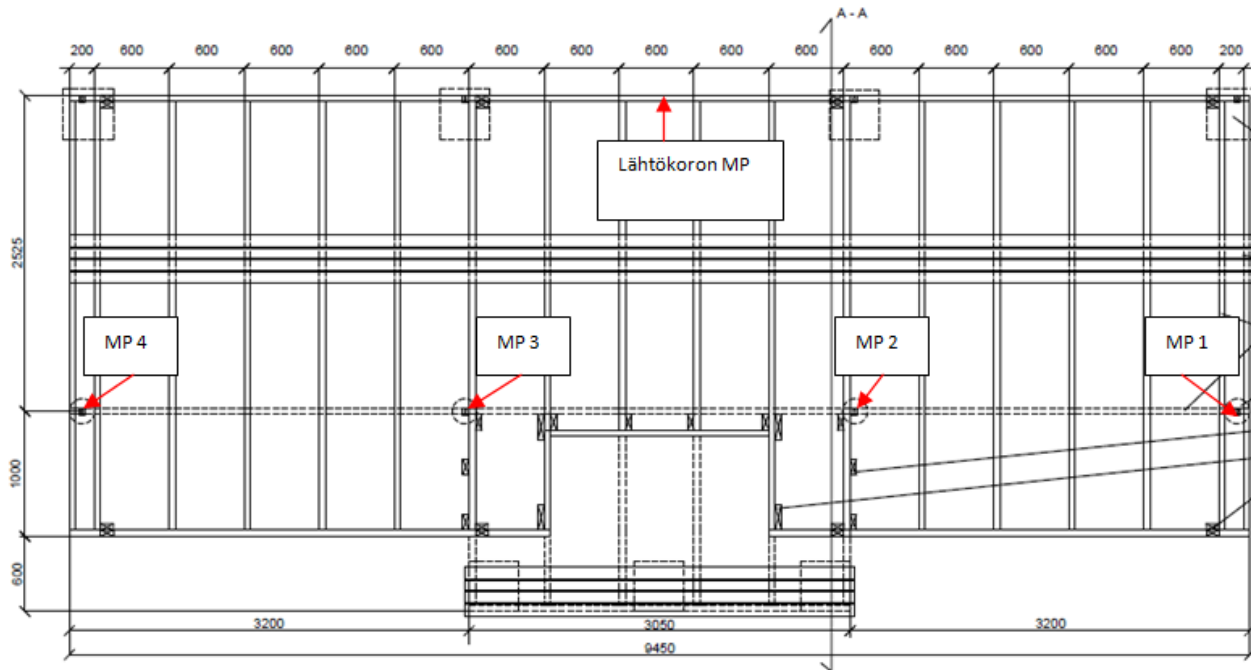
Pvm, 15.11.201

Tutki, Marko Vartiainen

Liite 2: Kuistin poikkileikkäuskuva.



Liite 3: Pohjakuva routivuuden mittapisteistä ja tehdyt mittaukset.



Mittaus 1.

Mittapisteet MP 1 – MP4 on mitattu optisella vaaituskoneella 10.4.2011.

Mittaus on tehty kun routa on vielä maassa.

Lähtökorko 89,4 cm	Mittapisteiden korko	Tulos
MP 1	85,7 cm	- 3,7 mm
MP 2	86,5 cm	- 3,0 mm
MP 3	86,6 cm	- 2,8 mm
MP 4	86,5 cm	- 2,9 mm

Mittaus 2.

Mittapisteet MP 1 – MP4 on mitattu optisella vaaituskoneella 28.6.2011.

Mittaus on tehty kun routa ei ole enää maassa.

Lähtökorko 100 cm	Mittapisteiden korko	Tulos
MP 1	96,5 cm	- 3,5 mm
MP 2	97,2 cm	- 2,8 mm
MP 3	97,5 cm	- 2,5 mm
MP 4	97,4 cm	- 2,6 mm

Tuloksista voidaan päätellä, ettei routa liikuta perustuksia. Pienet mittaerot joita mittauksien välillä on, ovat mahdollisesti puumateriaalin turpoamisesta johtuvia tai routan liikettä. Mittaerot ovat mitättömiä, kylmän rakenteen perustuksille.

Mittaus 3.

Mittapisteet MP 1 – MP4 on mitattu optisella vaaituskoneella 10.4.2012.

Mittaus on tehty kun routa on vielä maassa.

Lähtökorko 105 cm	Mittapisteiden korko	Tulos
MP 1	101,6 cm	- 3,4 mm
MP 2	102,1 cm	- 2,9 mm
MP 3	102,3 cm	- 2,7 mm
MP 4	102,2 cm	- 2,8 mm

Mittaus 4.

Mittapisteet MP 1 – MP4 on mitattu optisella vaaituskoneella 28.6.2012.

Mittaus on tehty kun routa ei ole enää maassa.

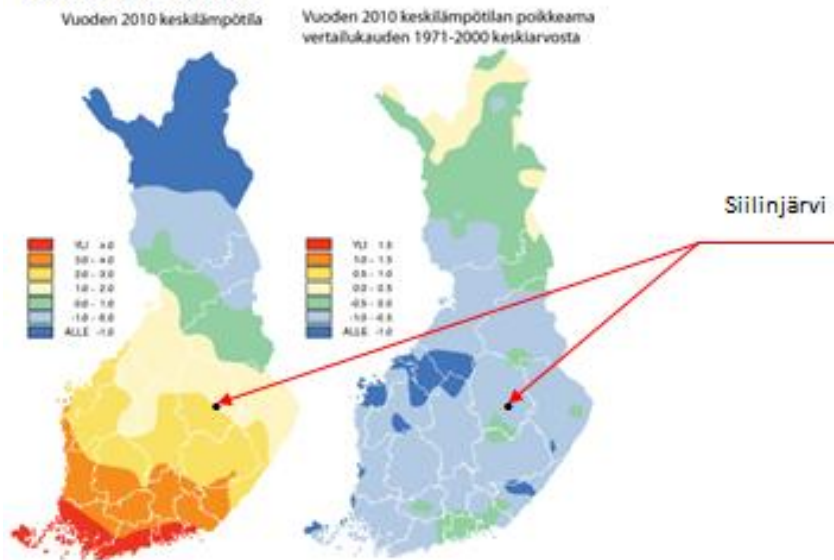
Lähtökorko 87,6 cm	Mittapisteiden korko	Tulos
MP 1	84,4 cm	- 3,2 mm
MP 2	84,9 cm	- 2,7 mm
MP 3	85,0 cm	- 2,6 mm
MP 4	84,9 cm	- 2,7 mm

Tuloksista voidaan päätellä, ettei routa liikuta perustuksia. Pienet mittaerot joita mittauksien välillä on, ovat mahdollisesti puumateriaalin turpoamisesta johtuvia tai roudan liikettä. Mittaerot ovat mitättömiä, kylmän rakenteen perustuksille.

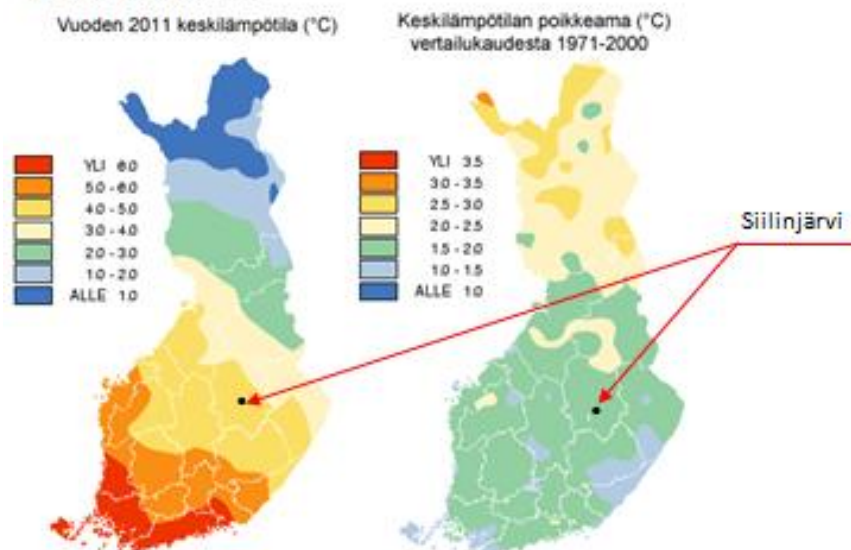
Liite 4: Lämpötilakartat 2010 ja 2011, sekä vuoden keskilämpötila 1981-2011

Vuoden 2010 säät

Vuosi 2010 oli kylmän alkua- ja loppuvuoden vuoksi hieman tavanomaista kylmempi. Vuosi muistetaan äärimmäisistä sääilmiöistä, talven kylmyydestä ja kesän helte-ennätyksistä ja rajuilmoista.

Lämpötilakartat 2010**Vuoden 2011 säät**

Vuosi 2011 oli maan etelä- ja keskiosassa harvinaisen ja pohjoisessa jopa poikkeuksellisen lämmin. Ainoastaan helmikuussa oli selvästi tavanomaista kylmempää, muutoin vuosi kului keskimääräisessä tai sitä lämpimämmässä säässä. Myös sateita saatiin tavanomaista enemmän. Lämmin ja sateinen vuosi päättyi näyttävästi voimakkaisiin myrskyihin.

Lämpötilakartat 2011

Vuoden keskilämpötila 1981-2011

