

Mikko Uitto

Betonirakenteisen ryömintätilan kosteustekninen tarkastelu

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Mikko Uitto

Työn nimi: Betonirakenteisen ryömintätilan kosteustekninen tarkastelu

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 58

Liitteiden lukumäärä: 14

Tämä opinnäytetyö on tehty Vantaalla sijaitsevalle Asunto Oy Ukonriville. Työ käsittelee betonirakenteisen ryömintätilan kosteusteknistä toimintaa. Tarkoituksena on selvittää tutkimuskohteen ryömintätiloissa esiintyvän kosteuden syitä, mahdollisia vaurioita rakenteissa sekä ehdottaa kestäviä korjaustoimenpiteitä.

Työssä käydään läpi rakennusmääräyksiä ja ohjeita, joita on laadittu ryömintätilaisen alapohjan rakentamiseen. Lisäksi käsitellään tekijöitä, jotka vaikuttavat ryömintätilan kosteustasapainoon sekä otetaan kantaa alapohjarakenteen energiatehokkuuteen.

Tutkimuksissa käytettiin apuna rakennusalan ammattilaisia, yhtiön asukkaita, koulun mittauslaitteita ja henkilökuntaa.

Asiasanat: korjausrakentaminen, kosteusvauriot, kuntotutkimus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Construction Engineering
Specialisation: Building Construction

Author: Mikko Uitto

Title of the thesis: Moisture technical behaviour of concrete structures in subfloor space

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2011 Number of pages: 58 Number of appendices:14

The thesis was made for the housing company Asunto Oy Ukonrivi, which is located in Vantaa. The work handles moisture technical behaviour of concrete structures in subfloor space. The purpose was to find out what the reasons were for moisture in the subfloor space, possible damages in structures and to propose a course of action for the repair operation.

The thesis goes through the building regulations and instructions, which have been made for constructing a base floor with subfloor space. In addition, factors that affect the moisture equilibrium of subfloor spaces are handled and a stance on the energy efficiency of base floor structures is taken.

Building trade professionals, company residents, school instruments and staff have been used as assistance in research.

Keywords: reconstruction, moisture damages, condition survey

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	12
2 RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN RAKENTAMISEEN	
LIITTYVIÄ MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA.....	14
2.1 Pintavedet.....	14
2.2 Pohjavesi ja kapillaarinen veden nousu	15
2.3 Ilmanvaihto, lämpötila ja kosteudentuotto.....	17
2.4 Rakennusmateriaalit ja liitokset.....	19
2.5 Mikrobit	20
2.6 Radon.....	21
3 RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN TUTKIMUS	22
3.1 Tutkimuskohteen esittely	22
3.2 Lähtötiedot	22
3.3 Rakenteet	25
3.3.1 Maarakenteet ja paalutus	25
3.3.2 Antura ja sokkeli.....	27
3.3.3 Kantava alapohjalaatta.....	28
3.3.4 Ulkoseinät.....	30
3.3.5 Alapohjan liitos perustuksiin.....	31
3.4 Betonirakenteet	32
3.4.1 Betonin lujuus.....	33
3.4.2 Betoniraudoituksen peitesyvyys, betonipinnan ja -raudoituksen kunto	34
3.4.3 Betonin karbonatisoituminen.....	38
3.5 Kosteus.....	40

3.5.1 Ryömintätilassa esiintyvä vapaa vesi	40
3.5.2 Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila	44
3.5.3 Ilmanvaihto	45
3.6 Lvi-putkistot, läpiviennit ja liikuntasaumot	47
3.7 Mikrobit	49
4 KORJAUSEHDOTUKSET.....	50
4.1 Pintavesien hallinta	50
4.2 Pohjaveden laskeminen ja orsivesien poistaminen	51
4.3 Kapillaarisen nousun katkaiseminen.....	52
4.4 Ilmanvaihdon parantaminen.....	52
4.5 Rakenteiden lisäeristäminen	53
4.6 Mikrobin hallinta.....	54
4.7 Korjaustöiden haasteellisuus.....	55
LÄHTEET	57
LIITTEET	59

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Ryömintätila	Ryömintätila tarkoittaa rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittamaa tarkoituksellisesti järjestettyä ilma-tilaa.
Pohjavesi	Pohjavedellä tarkoitetaan sitä maanalaista vesikerrosta, jossa kaikki maa- ja kallioperän huokokset ovat veden kyl- lästämiä.
Pintavesi	Pintavedellä tarkoitetaan vettä, joka on joissa, järvissä ja maanpinnalla.
Vajovesi	Vajovedellä tarkoitetaan maakerroksen läpi painuvaa vet- tä.
Orsivesi	Orsivedellä tarkoitetaan hienojen ja huonosti läpäisevien maakerrosten päälle jäänyttä vesikerrosta.
Kapillaarivirtaus	Kapillaarivirtauksella tarkoitetaan huokosalipaineen pai- kallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huokoi- sessa aineessa.
Vedeneristys	Vedeneristyksellä tarkoitetaan ainekerrosta, joka saumoi- neen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on es- tää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen raken- teeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauk- sena, kun rakenteen pinta kastuu.
Kosteudeneristys	Kosteudeneristyksellä tarkoitetaan ainekerrosta, jonka pääasiallinen tarkoitus on estää haitallisen kosteuden siir-

tyminen kapillaarivirtauksena tai vesihöyryn diffuusiona rakenteeseen ja rakenteessa.

Märkätila

Huone, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiiksi ja jonka seinäpinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä (esim. kylpyhuone ja sauna).

Kylmäsilta

Kylmäsilalla tarkoitetaan rakennusosassa olevaa, viereisiin aineisiin verrattuna hyvin lämpöä johtavasta aineesta tehtyä rakennusosaa, jonka kohdalla lämpötilaerojen vaikutuksesta rakennusosan pintojen läpi kulkevan lämpövirran tiheys on jatkuvuustilassa viereiseen alueeseen verrattuna suurempi.

Hulevesi

Hulevedellä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennuksen katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta poisjohdettavaa sade- ja sulamisvettä.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Maalajien vedenläpäisevyys. (Leivo & Rantala 2000, 20.)	15
Kuvio 2. Salaojan sijainti. (RT 81-11000 2010, 5.).....	16
Kuvio 3. Maalajien kapillaarisuus. (Leivo & Rantala 2000, 19.)	16
Kuvio 4. Ilmanvaihdon tehokkuuden vaikutus ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen eri vuodenaikoina. (LVI 06-40064 2004, 3.).....	18
Kuvio 5. Ryömintätilan suhteellisen kosteuden vaihtelu vuoden aikana eri maarakenteilla. (LVI 06-40064 2004, 2.)	18
Kuvio 6. Ryömintätilan pohjan lämmönvastuksen vaikutus suhteelliseen kosteuteen kesällä. (LVI 06-40064 2004, 3.).....	19
Kuvio 7. Betonipeitteen minimiarvot eri rasitusluokissa. (RT RakMK-B4 2004, 35.)	20
Kuvio 8. Purkamaton muottilaudoitusta.....	23
Kuvio 9. Purkamaton muottilaudoitusta.....	23
Kuvio 10. Ryömintätila olosuhteet vuonna 2011.....	24
Kuvio 11. Pohjavesiputki rakennuksen vieressä.....	24
Kuvio 12. Paalun yläpää.	26
Kuvio 13. Eristeenä käytettyä lastuvillaa.....	28

Kuvio 14. Alapohjalaatan rakenne.....	29
Kuvio 15. Vuosien 2007–2008 aikana uusittu alapohjarakenne märkätilojen kohdalla.....	29
Kuvio 16. Vanha alapohjarakenne märkätilojen kohdalla.....	30
Kuvio 17. Tuulettumaton tiiliverhous.....	31
Kuvio 18. Alapohjan liitosdetaljit ulkoseinien kohdalla ja ulkoseinärakenteet.....	32
Kuvio 19. Betonin lujuuden ja suojabetonipaksuuden mittauskohdat.....	33
Kuvio 20. DIGI-SCHMIDT 2000 kimmovasara.....	34
Kuvio 21. PROFOMETER 4 peitesyvyysmittari.....	34
Kuvio 22. Raudoitusta alapohjalaatan alapinnassa.....	35
Kuvio 23. Raudoitusta näkyvässä alapohjalaatan alapinnassa.....	36
Kuvio 24. Valuvaiheessa vaurioitunut alapohjalaatta.....	36
Kuvio 25. Valuvaiheessa vaurioitunut alapohjalaatta.....	37
Kuvio 26. Vaurioitunutta alapohjalaattaa.....	37
Kuvio 27. Karbonatisoitumisen eteneminen.....	39
Kuvio 28. Ulkoseinän anturan viereen kerääntynyttä vettä.....	40
Kuvio 29. Valittu nollakorkeus roskakatoksen sokkelin yläpinnassa.....	41
Kuvio 30. Vedenpintojen korkeuden vaihtelu.....	42

Kuvio 31. Sadevesikouru ja syöksyputki.....	44
Kuvio 32. Testo 175-H2.....	45
Kuvio 33. Sokkelin tuuletusputken yläpää.	46
Kuvio 34. Sokkelin tuuletusputken alapää.....	46
Kuvio 35. Katolle johtava tuuletusputki.	46
Kuvio 36. Viemärin läpivienti.	48
Kuvio 37. Viemäriinjohtava ryömintätilassa.	48
Kuvio 38. Katolle menevän tuuletusputken alapää.....	48
Kuvio 39. Puutavaraa ryömintätilassa.	49
Kuvio 40. Puutavaraa ryömintätilassa.	49
Kuvio 41. Viereinen avo-oja.....	51
Kuvio 42. Asunnon alipaineen aiheuttamat ilmavirrat.	54
Kuvio 43. Kulkuaukko ryömintätilaan.....	55
Kuvio 44. Puu sisäpihalla.....	56
Kuvio 45. Rakennus katsottuna läheiseltä tieltä.	56
Taulukko 1. Pohjavesiputkista mitattuja veden korkeuksia.....	25

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin betonirakenteisen ryömintätilan kosteusteknistä toimintaa. Työssä käytiin läpi rakennusmääräyksien asettamia vaatimuksia ja yleisiä ohjeita, joita ryömintätilan rakentamiseen liittyy. Kosteustekninen tutkimus tehtiin Vantaalla sijaitsevan As Oy Ukonrivin rivitaloasuntojen ryömintätilaisiin alapohjiin, joissa on havaittu kosteutta. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ryömintätiloissa esiintyvän kosteuden alkuperä, tutkia alapohjarakenteiden kunto ja miettiä kohteeseen kestäviä korjaustoimenpiteitä. Lähötietoina käytettiin rakennusaikaisia suunnitelmia, aikaisemmin laadittuja korjaussuunnitelmia ja sekä yhtiön asukkaiden tietoja ja havaintoja. Tutkimuksessa käytettiin apuna geologian konsulttia, rakennustekniikan opettajia ja muita rakennusalan ammattilaisia. Tutkimukset on karbonatisoitumisen määrittästä lukuun ottamatta tehty rakenteita rikkomatta.

Ryömintätilainen alapohjarakenne on varsin yleinen kylmän ilmaston maissa ja se on osoittautunut hyvin toimivaksi perustusratkaisuksi. Ryömintätilainen alapohja on tehokas myös radonin kannalta. Alapohja tuuletetaan yleensä ulkoilmalla, joka laimentaa radonin määrää huonetiloissa. (LVI 06-40064 2004, 1.)

Ryömintätilan kosteusoloihin vaikuttaa pääasiassa kolme tekijää, joita ovat maaperän kosteuden tuotto, ryömintätilan lämpöolosuhteet ja ilmanvaihtuvuus. Virheellisesti rakennettuun alapohjaan saattaa päästä pinta- ja vajovesiä, jos niitä ei ohjata pois rakennuksen vierustoilta. Joissakin tapauksissa myös sisäilman kosteus saattaa olla ryömintätilan kosteuslähde, jolloin kosteus siirtyy konvektion ja diffuusion avulla rakenteen läpi. (Sisäilmayhdistys 2008 a.)

Ongelmia syntyy jos tuuletusputkia tai ilmanvaihtoaukkoja on liian vähän tai ne eivät takaa riittävää ilmanvaihtoa ryömintätilaan. Lisäksi salaojituksen ja kapillaarikatkon on oltava kunnossa. (LVI 06-40064 2004, 1.)

Alapohjarakenteen kosteusongelmista kertoo ryömintätilassa esiintyvä vesi, kostea maanpinta, homekasvusto, orgaaninen jäte ja homeen haju. Asuntojen sisällä ongelmista kertoo homeen haju sekä seinien alaosien ja pintamateriaalien vauriot. (Sisäilmayhdistys 2008 b.)

2 RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN RAKENTAMISEEN LIITTYVIÄ MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA

2.1 Pintavedet

Sade- ja sulamisvesien kulkeutuminen rakennuspohjaan on estettävä. Pintavedet tulee ohjata pois rakennuksen vierustoilta maanpinnan kallistusten avulla. Rakennuksen ympärillä kolmen metrin etäisyydellä sokkelista maanpinnan suositeltu minimikaltevuus on 1:20. Sadevedet tulee ohjata hallitusti katolta syöksytorvien kautta sadevesiviemäriin ja sadevesiviemäriputkiin, jotka mitoitetaan rakennusmääräyskokoelman osassa D1 olevan ohjeen mukaan. Sadevesiputkien kaltevuus tulee olla vähintään 1:200. Nurmikko- ja sorapinnoilla on mahdollista ohjata kattovedet kourujen avulla pois rakennuksen sokkelin läheisyydestä, jolloin erillisiä sadevesiviemäreitä ei tarvita. (RT RakMK-C2 1999, 4–11.)

Maanpinnan muotoilulla estetään veden paikalleen jääminen ja ohjataan vedet haluttuihin purkauskohtiin. Vaakasuoria maanpintoja ei tästä syystä yleensä suunnitella. Kulkuväylät ja paikoitus- ja liikennealueet tehdään yleensä vähintään 1:30 kaltevuudella. Loivemmilla kaltevuuksilla työvirheet ja painumat tulevat helpommin näkyviin. Jyrkkyydeltään yli 1:8 kaltevuudet ovat ongelmallisia liukkauden takia. (Jääskeläinen 2003, 87.)

Hulevedet tulee ohjata tapauskohtaisesti kunnan sadeviemäriverkostoon, läheiseen avo-ojaan, vesistöön tai imeyttää maaperään, jos siitä ei ole haittaa muulle ympäristölle. Sadevesiä ei saa ohjata rakennuspohjan salaojitusjärjestelmään tai kunnan jätevesiverkkoon. Sadevesien kulkeutuminen salaojitusjärjestelmään estetään asentamalla perusvesikaivon padotusventtiili. (RT RakMK-D1 2007, 27–29.)

Huonosti vettä läpäisevillä maalajeilla vajovedet imeytyvät nopeammin täytekerrokseen rakennuksen alle ja sivuille kuin pohjamaahan. Tällöin vajovesiä kerääntyy helposti rakennuspohjaan ja kuivatus on rakennettava pohjaveden pinnan korkeudesta riippumatta. Huo-

nosti vettä läpäiseviä maalajeja ovat savet, hienot siltit ja silttimoreenit. (RIL 126-1981 1981, 23.) Kuviossa 1 on yleisimpien maalajien vedenläpäisevyyksiä.

Maalaji	Vedenläpäisevyys k(m/s)
Sora	$10^{-1} \dots 10^{-3}$
Hiekka	$10^{-2} \dots 10^{-6}$
Siltti	$10^{-5} \dots 10^{-9}$
Savi	$< 10^{-9}$

Kuvio 1. Maalajien vedenläpäisevyys. (Leivo & Rantala 2000, 20.)

Jos sade- ja sulamisvesiä ei ohjata hallitusti kallistusten ja sadevesijärjestelmän avulla pois rakennuksesta, saattavat ne päästä valumaan rakennuksen alle ryömintätilaan. (Sisäilmayhdistys 2008 c.)

2.2 Pohjavesi ja kapillaarinen veden nousu

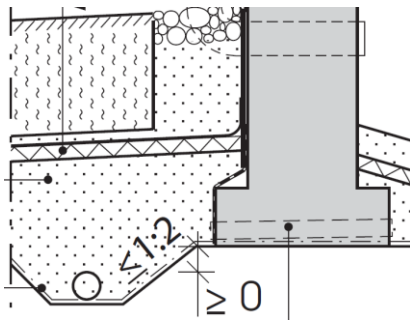
Pohjavedenpinta on aina jollakin korkeudella rakennuksen alapuolella. Pohjavedenpinnan yläpuoliset maakerrokset vaikuttavat siihen kuinka korkealle kosteus nousee maaperässä. (Sisäilmayhdistys 2008 a.)

Pohjaveden korkeus voi vaihdella eri vuodenaikoina ja eri vuosina voimakkaasti. Matalimmillaan se on yleensä kevättalvella juuri ennen lumen ja roudan sulamista ja korkeimmillaan lumen sulamisen jälkeen tai pitkien sadejaksojen aikana. Joillakin paikoilla pohjavesipinnan yläpuolella on maassa niin sanottua orsivettä, joka on kerääntyneenä tiiviin maakerroksen päälle. (Jääskeläinen 2003, 84.)

Salaojituksen tarkoitus on vaikuttaa maaperän vesiolosuhteisiin niin, että vedestä tai kosteudesta ei aiheudu haittaa rakenteille tai rakennuksen käytölle. (Uponor 2007.)

Pohjaveden pinnan ollessa kuivatettavien rakenteiden alapuolella riittää yleensä, että rakennetaan salaojat rakennuksen ympärille. Jos pohjaveden pinta sijaitsee kuivatettavien rakenteiden yläpuolella, salaojia on rakennettava niin tiheästi, että pohjavesi ei pääse nousemaan liian korkealle. Anturoihin ja perusmuureihin tehdään tavallisesti halkaisijaltaan 100 mm:n reikiä, joista vesi pääsee vapaasti liikkumaan kohti salaojaa. Perusmuurin vie-

reisten salaojien vähimmäiskaltevuus on 1:200. Perusmuurin sisäpuolisten salaojien vähimmäiskaltevuus on 1:100. Rakennusta ympäröivän salaojaputken tulee sijaita kokonaisuudessaan anturan alapinnan alapuolella. Salaoja on vietävä riittävän kauas anturan vierestä, jotta anturan alapuolisen pohjamaan kantavuus ei heikkene. Salaojan tulee sijaita anturan alakulmasta lähtevän kaltevuudeltaan 1:2 luiskan yläpuolella. Salaojan suositeltu sijainti anturaan nähden on esitetty kuviossa 2. Salaojajärjestelmän jokaiseen kulmakohtaan asennetaan tarkastusputki tai -kaivo, jotta putket voidaan tarvittaessa tutkia ja huoltaa. (RT 81-11000 2010, 4–6.)



Kuvio 2. Salaojan sijainti. (RT 81-11000 2010, 5.)

Ryömintätilan maanpinnan ollessa alempana kuin ulkopuolinen maanpinta, salaojitus estää veden kerääntymisen alapohjan alle. Tällöin ryömintätilaan tehdään kapillaarisen nousun estävä salaojituskerros ja pohjamaa kallistetaan salaojia kohti. Salaoja suositellaan asennettavaksi suoraan pohjamaata vasten olevan suodatinkankaan päälle. Suodatinkankaalla varmistetaan, etteivät salaojaputket tukkeudu pohjamaan hienoaineksesta. Salaojitusputket ympäröidään vähintään 200 mm:n salaojituskerroksella, joka on yhteydessä ryömintätilan kapillaarikatkokerrokseen. Routasuojaamattomat salaojat tulee sijoittaa Etelä-Suomessa vähintään 0,8 m:n syvyyteen. (RT 81-11000 2010, 4–5.) Kuviossa 3 on kapillaarinen nousukorkeus eri maalajeilla.

Maalaji	Kapillaarinen nousukorkeus (m)	
	Löyhä	Tiivis
Karkea hiekka	0,03 ... 0,12	0,04 ... 0,15
Hiekka	0,10 ... 0,35	0,12 ... 0,50
Hieno hiekka	0,3 ... 2,0	0,4 .. 3,5
Karkea siltti	1,5 ... 5	2,5 ... 8
Hieno siltti	4 ... 10	6 ... 12
Savi	> 8	> 10

Kuvio 3. Maalajien kapillaarisuus. (Leivo & Rantala 2000, 19.)

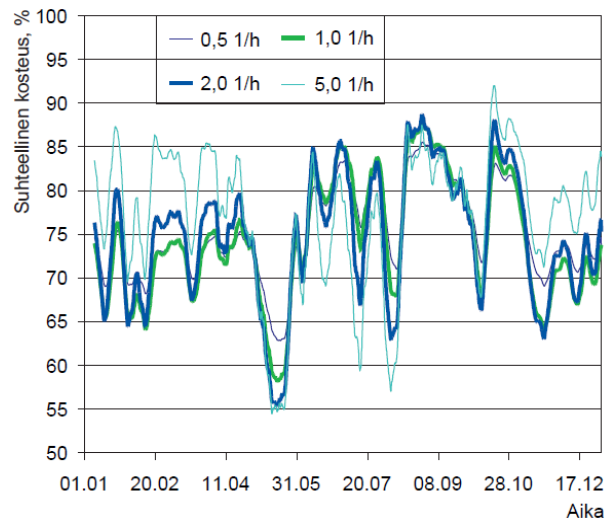
2.3 Ilmanvaihto, lämpötila ja kosteudentuotto

Ryömintätilan tuuletus järjestetään yleensä sokkelin läpi tehtyjen tuuletusputkien ja -aukkojen avulla, joista on suora yhteys ulkoilmaan. Ryömintätalossa ei saa olla umpinaisia väliseinien tai palkkien erottamia tuulettamattomia tiloja. Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala tulee olla vähintään 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Tuuletuspinta-alalla tarkoitetaan putken vapaata alaa, jossa on vähennetty mahdollisen ritilän vaikutus. Tuuletusaukot jaetaan ulkoseinille siten, että koko ryömintätila tuulettuu tasaisesti. Tuuletusaukon ulkopuolen alareuna tulee olla vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, mutta mahdollisuuksien mukaan kannattaa sijoittaa aukko sitäkin korkeammalle. Yksittäisen tuuletusaukon vähimmäisala on 150 cm^2 ja aukkojen välimatka saa olla korkeintaan 6 m. Ryömintätilan seiniin ja palkkeihin tehdään myös tuuletusaukot, joiden tulee olla vähintään kaksi kertaa ulkoseinän aukkojen kokoisia, jotta ilman kulku ryömintätilan sisällä varmistetaan. Ryömintätilan korkeuden tulee olla vähintään 80 cm, jotta tuulettavuus ja huollettavuus varmistetaan. (RT RakMK-C2 1999, 6–7.)

Lämpöolosuhteet vaikuttavat suuresti ryömintätilan kosteusolosuhteisiin. Rakenteiden lämpöhäviö ja -kapasiteetti määrittävät ryömintätilan lämpötilan. Jos ryömintätilan lämpötila on huomattavasti alempana kuin ulkolämpötila, ulkoilmasta syntyy ryömintätilan kosteuslähde. Tällöin edes oikeinrakennetusta kapillaarikatkosta ja tehokkaasta tuuleuksesta ei ole apua. Siksi ryömintätilan kosteusteknistä toimintaa on tarkasteltava kokonaisuutena. (Kurnitski 1999, 9.)

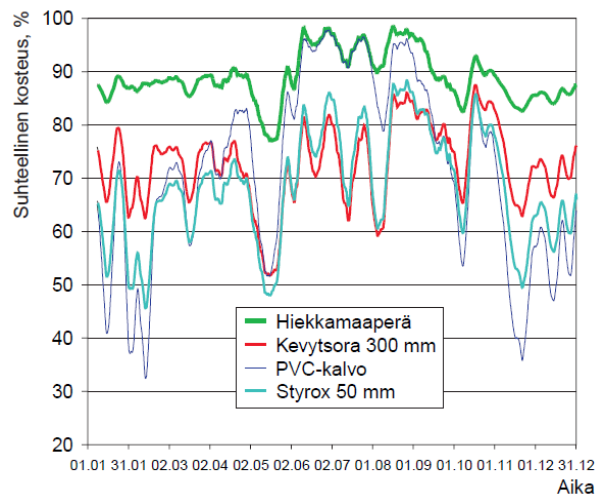
Kun ilmanvaihtoa suurennetaan, alkaa ryömintätilan lämpötila lähestyä ulkolämpötilaa. Jos ilmanvaihtoa pidetään liian suurena talviaikaan, saattaa ryömintätilan lämpötila laskea pakkasen puolelle. Kesäaikaan tuuletuksen tehostaminen vastaavasti lämmittää ja ryömintätilaa ja suhteellinen kosteus pienenee. Helsingin yliopiston tutkimuksessa ilmanvaihtuvuuden arvolla 0,5 1/h ryömintätalossa oli alhaisin suhteellisen kosteuden koko vuoden keskiarvoa ajatellen. (Kurnitski 1999, 1.)

Kesäaikaan suuri ilmanvaihtuvuus pienentää ryömintätilan ilman suhteellista kosteutta. Talvella vastaavasti suuri ilmanvaihtuvuus kylmentää ryömintätilaa, jolloin suhteellinen kosteus nousee. Ilmanvaihtuvuuden vaikutus suhteelliseen kosteuteen eri vuodenaikoina nähdään kuvioista 4. (LVI 06-40064 2004, 3.)



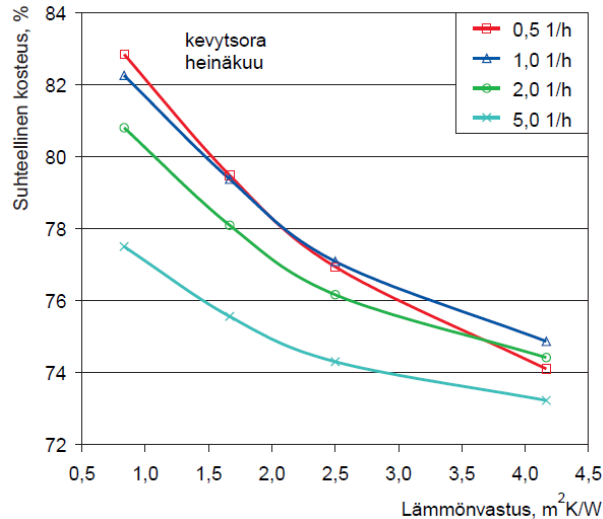
Kuvio 4. Ilmanvaihdon tehokkuuden vaikutus ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen eri vuodenaikoina. (LVI 06-40064 2004, 3.)

Ryömintätilan savipinnan peittäminen kevytsoralla tai muulla kapillaarikatkolla estää kosteuden nousun ja alentaa ryömintätilan suhteellista kosteutta. Kevytsorapinta toimii lisäksi eristeenä perusmaan päällä ja estää ryömintätilan liiallisen jäähtymisen kesällä. Maarakenteen vaikutus ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen eri vuodenaikoina on esitetty kuviossa 5. (LVI 06-40064 2004, 2–3.)



Kuvio 5. Ryömintätilan suhteellisen kosteuden vaihtelu vuoden aikana eri maarakenteilla. (LVI 06-40064 2004, 2.)

Tehokkain tapa alentaa ryömintätilan suhteellista kosteutta kesäaikaan on maapohjan lämmöneristäminen. Maapohjan lämmönvastuksen vaikutus ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen kesäaikaan on esitetty kuviossa 6. (LVI 06-40064 2004, 2.)



Kuvio 6. Ryömintätilan pohjan lämmönvastuksen vaikutus suhteelliseen kosteuteen kesällä. (LVI 06-40064 2004, 3.)

2.4 Rakennusmateriaalit ja liitokset

Ryömintätila tulee tehdä sellaisista materiaaleista, että lahoamista ei tapahdu. Kiviainesten tulee olla rakeisuudeltaan oikeanlaisia ja riittävän tasalaatuisia. Perustusten pohjarakenteet tulee tehdä kerroksittain tiivistäen tarkoitukseen sopivasta ja routimattomasta materiaalista. (RT RakMK-C2 2004, 6–7.)

Rakennuspohjaan, vierustäyttöihin ja ryömintätilaan ei saa jäädä rakennusjätettä eikä lahoavaa orgaanista ainesta. (RT81-10854 2005, 2.)

Yleensä perustukset rakennetaan betonista. Maata vasten valettaessa betonipeitteen minimiarvo on 50 mm. (RT RakMK-B4 2004, 35.)

Maan alla olevat betonirakenteet kuuluvat rasitusluokkaan XC2, jolloin betonipeite tulee olla vähintään 30 mm. Kosteudelle alttiit maanpäälliset betonirakenteet, joihin ei kohdistu pakkasrasitusta, kuuluvat rasitusluokkaa XC3, jolloin betonipeitteet kokonaispaksuus tulee

olla vähintään 35 mm. (Punkki 2004, 37–38.) Kuviossa 7 on taulukoitu betonipeitteen minimiarvot eri rasisluokissa.

Betonipeitteen (betonirauditus/korroosioherkkä rauditus) vähimmäisarvo (nimellisarvo - sallittu mittapoikkeama) [mm] eri rasisluokissa. Vaatimukset eivät koske B600KX rauditusta.

X0		
10/10		
XC 1	XC 2	XC 3, XC 4
10/20	20/30	25/35
XS 1, XD 1	XS 2, XD 2	XS 3, XD 3
30/40	35/45	40/50

Kuvio 7. Betonipeitteen minimiarvot eri rasisluokissa. (RT RakMK-B4 2004, 35.)

Routivalla perusmaalla, kuten savi ja siltti rakennuksen perustukset on routaeristettävä tai perustukset ulotetaan routimattomaan syvyyteen. Routasuojaus suunnitellaan yhdessä rakennuksen alapohjan lämmöneristysten kanssa sellaiseksi, että routavaurioilta vältytään. Talvirakentamisessa tulee huolehtia myös perustusten työnaikaisesta routasuojauksesta. (RT81-10854 2005, 3.)

Julkisivumuurauksen alimman tiilikerroksen joka kolmas sauma tulee jättää auki. Lisäksi tulee varmistaa, ettei tuuletusraon alaosaan jää tuuletusta haittaavaa muurauslaastia. (RT81-10854 2005, 9.)

2.5 Mikrobit

Homeet voivat kasvaa lähes kaikissa rakennusmateriaaleissa, jopa vanha betonipinta sopii kasvualustaksi jos olosuhteet ovat suotuisat. Ryömintätilassa lähes ainoa rajoittava tekijä on suhteellinen kosteus, koska homeet voivat kasvaa 0...40 °C lämpötilassa. Ryömintätilan turvallisena suhteellisena kosteutena voidaan pitää korkeintaan 75...80 %. Jotkut homeet voivat kasvaa alemmissakin kosteusoloissa, joten täysin mikrobivapaata ryömintätilaa ei voida käytännössä rakentaa. Homeen kasvulle voidaan antaa raja-arvoja, jotka liittyvät materiaalien kestävyys. Ihmisen terveyteen liittyen ei kuitenkaan ole asetettu tarkkoja raja-arvoja. (LVI 06-40064 2004, 2.)

Ryömintätilassa oleva orgaaninen jäte on yleensä syynä sisätiloissa esiintyvään homeen hajuun. Esimerkiksi rakennusaikaiset muottilaudat saattavat olla ryömintätilassa lahoamassa. Homeen haju kulkeutuu sisätiloihin alapohjan epätiivetyshkohdista ilmavirtausten mukana. Yleisiä vuotokohtia ovat putkien läpiviennit sekä elementtien liitokset ja liikuntasauhat. Alapohjan home- ja lahovaurioiden syynä on ryömintätilan korkea kosteuspiitoisuus. (Sisäilmayhdistys 2008 a.)

2.6 Radon

Rakennus tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus huonetiloissa ei ylitä arvoa 200 Bq/m^3 . Ryömintätilaisen alapohjan radonpitoisuudet eivät yleensä ole niin suuria kuin maavaraisissa ratkaisuisissa. Ryömintätilaisessa alapohjassa tulee kuitenkin kiinnittää huomiota alapohjan ja huonetilojen välisten liitosten ja läpivientien tiiveyteen. (Sisäilmayhdistys 2008 a.)

3 RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN TUTKIMUS

3.1 Tutkimuskohteen esittely

Tutkimuskohde on Vantaan Kaivokselassa sijaitseva As Oy Ukonrivi, joka koostuu kolmesta betonirakenteisesta rivitalosta. Yhtiöön kuuluvat rivitalot on rakentanut Rakennustoimisto Puolimatka Oy vuosien 1964–1965 aikana. Jokainen talo on kerrosalaltaan 1085 neliometriä ja koostuu kahdeksasta huoneistoalaltaan 120 neliömetrin huoneistosta. Rakennukset sijaitsevat yhdessä kerroksessa, jonka asuintilojen huonekorkeus on 2500 mm. Kaikki kantavat rakenteet ovat paikalla valettuja betonirakenteita. Vesikattona on loiva mansardikatto, jonka katemateriaalina on bitumihuopa. Rakennukset ovat tiili-, lauta- ja mineriitti-verhoiltuja.

3.2 Lähtötiedot

Tutkimuksen lähtötiedot on koottu rakennusaikaisista dokumenteista, aikaisemmin tehdyistä korjaussuunnitelmista ja talon asukkailta. Tutkimuskohteen rakennusaikaisista suunnitelmista oli saatavilla pääpiirustusten lisäksi perustus-, raudoitus-, rakenne-, lvi-piirustuksia sekä vuonna 2005 Seigeo Oy:n laatima kuivatussuunnitelma. Alkuperäisissä piirustuksissa mittayksikkönä on käytetty senttimetrejä, mutta raudoituksen mittoja on ilmoitettu myös tuumina. Betonirakenteiden ja -raudoituksen lujuudet ilmoitetaan vanhojen DIN-standardien mukaisesti. Osa alkuperäisistä piirustuksista ja suunnitelmista puuttui kokonaan ja olemassa olevista puuttui joitakin oleellisia tietoja, kuten mitta- ja materiaali-tietoja.

Ryömintätillaiset alapohjat on rakennusvaiheessa valettu umpeen, joten niihin ei ole ollut pääsy- ja huoltomahdollisuutta ennen vuosia 2006–2007, jolloin runkoviemärien uusimista

on alettu toteuttamaan. Viemärisaneerauksen yhteydessä jokaisen talon ryömintätilaan on rakennettu kaksi kulkuaukkoa. Kulkuaukkojen rakentamisen yhteydessä huomattiin, että rakennusvaiheessa käytetyt muottilaudoitukset olivat purkamatta ja lahonneet kauttaaltaan. Samalla myös havaittiin, että ryömintätilassa esiintyy runsaasti kosteutta, joka on kerääntynyt anturoiden vierustoille ojamaisiin kaivantoihin. Kosteutta oli tiivistyneenä myös betonirakenteiden pinnoille ja savi-peräiseen maahan. Kuvioista 8 ja 9 nähdään ryömintätilan olosuhteet ennen muottilaudoituksen purkamista.



Kuvio 8. Purkamatonta muottilaudoitusta.



Kuvio 9. Purkamatonta muottilaudoitusta.

Lahonnutta puutavaraa on poistettu ryömintätilasta vuosien 2006–2007 aikana. Ryömintätilat on myrkytetty mikrobikasvun hillitsemiseksi vuonna 2008. Kuvioista 10 nähdään ryömintätilan olosuhteet muottilaudoituksen purkamisen jälkeen.



Kuvio 10. Ryömintätila olosuhteet vuonna 2011.

Tonttialueen pohjaveden korkeutta on seurattu rakennuksen ulkopuolelle asennettujen pohjavesiputkien avulla. Ne sijaitsevat rakennusten ulkopuolella ulkoseinien läheisyydessä ja ovat kuvion 11 mukaisia. Pohjavesiputket ovat halkaisijaltaan 20 mm ja ulottuvat noin 2 metrin syvyyteen maanpinnasta. Vedenpinnan korkeudet on mitattu putkista vuosina 2005 ja 2006, jolloin vettä on havaittu taulukon 1 mukaisesti. Taulukoidut mitat ovat vedenpinnan etäisyyksiä pohjavesiputken yläreunasta.



Kuvio 11. Pohjavesiputki rakennuksen vieressä.

Taulukko 1. Pohjavesiputkista mitattuja veden korkeuksia.

Huoneisto	Talo 1		Talo 3		Talo 5	
	B	G	B	G	B	G
5.12.2005	950mm	1400mm	1000mm	1000mm	1100mm	1100mm
15.8.2006	1600mm	>2000mm	1500mm	>2000mm	>2000mm	1900mm

> 2000 ei havaintoa vedestä

Asuntojen sisäpuolisten kunnostustöiden yhteydessä on havaittu kosteutta etenkin märkätilojen lattiarakenteissa. Märkätilojen lattiarakenteet on uusittu kantavaan betonilaattaan saakka viemärisaneerauksen yhteydessä. Muottilautojen poiston ja ryömintätilan myrkyttämisen jälkeen sisäilman laatu on asukkaiden mielestä parantunut. Asunnoissa on painovoimainen ilmanvaihto ja lämmitysmuotona on kaukolämpö.

Ryömintätilan kosteusongelmien poistamiseksi yhtiö on teettänyt kuivatussuunnitelman, joka sisältää salaojitus- ja sadevesijärjestelmän rakentamisen sekä piha-alueiden maanpinnan muotoilun. Kyseisiä suunnitelmia ei ole vielä alettu toteuttaa. Kuivatussuunnitelma on opinnäytetyön liitteenä 1.

3.3 Rakenteet

3.3.1 Maarakenteet ja paalutus

Rakennukset on perustettu saviselle maaperälle. Rakennusten ryömintätiloista otettiin maanäytteet, jotka toimitettiin tutkittavaksi HKM Infra Oy:n laboratorioon. Maanäytteistä määritettiin kapillaarisuus, vedenjohtavuus, vesipitoisuus sekä laskettiin arvio maanpintojen painumisesta salaojituksen vaikutuksesta. Maanäytteet tutkittiin areometrikokeella ja joustavaseinäisellä vedenläpäisevyyslaitteistolla. Rakennuspohjan maalaji vaihteli tutkimuksen mukaan laihasta savesta saviseen silttiin, joiden kapillaarinen nousukorkeus on 10–12 metriä. Maanäytteiden vesipitoisuus vaihteli 25,0–34,5 prosentin välillä. Maa-aineksen vedenläpäisevyydeksi määritettiin $7,67 \cdot 10^{-11}$ m/s. Pohjavedenpinnan alentaminen aiheuttaa maanpinnan painumista. Painumisen suuruutta on arvioitu laskemin, joiden mukaan pohjaveden alentaminen yhdellä metrillä aiheuttaa maanpinnan painumista kohdasta

riippuen noin 38–52 mm kymmenessä vuodessa ja lopullinen painuma on 47–65 mm. Lainsunto maaperänäytteistä ja näytteenottokohdista on liitteenä 2.

Rakennukset on perustettu kokonaisuudessaan betonipaalujen varaan. Paalujen kunto tarkastettiin silmämääräisesti sekä betoniraudoituksen suojaetäisyys betonin pinnasta mitattiin. Tutkimusta varten tehtiin noin 2 metriä syvä kaivanto jokaisen rakennuksen pätyyn. Kaivantojen syvyys määriteltiin niin, että paalun yläpäästä tuli näkyviin noin 300 mm:n matkalta. Tutkitut paalut olivat kuvion 12 mukaisia ja paalut olivat silmämääräisesti hyvässä kunnossa. Paalujen kooksi mitattiin 230 mm*230 mm ja betonipeitteen syvyys vaihteli 35–39 mm:n välillä. Paalujen pituuksista ei ole tarkkaa tietoa, mutta paalutuspiirustukseen merkittyjen vähimmäislyöntikorkojen mukaan paalujen pituudet vaihtelevat 5–11 metrin välillä. Perustusrakenteissa ja julkisivuissa ei ole havaittavissa merkkejä rakenteiden painumisesta.



Kuvio 12. Paalun yläpää.

Rakennukset on perustettu matalalle ympäröivään maanpintaan nähden. Seinien viereinen maanpinta on lähes vaakasuorassa ja paikoin jopa kallistaa seiniä kohti. Kaatojen puuttumisen takia sade- ja sulamisvedet jäävät rakennuksen sokkelin viereen. Tilannetta on pahentanut vuosien aikana noussut maanpinta. Ryömintätilan maanperä on savista ja kosteaa. Lisäksi ryömintätilan maanpinta on epätasainen, jolloin kosteus jää helposti makaamaan painaumiin. Rakennuksien ympärillä ei ole sadevesi- ja salaojitusjärjestelmää.

Rakennuksen perustuksia ei ole routaeristetty. Perustukset ulottuvat noin 1,6 metrin syvyyteen maanpinnasta, joten perustukset eivät ole alttiina routavaurioille.

3.3.2 Antura ja sokkeli

Betonipaalujen päällä on palkkimaiset paaluanturat, jotka on valettu suoraan savisen maapohjan päälle. Anturat kulkevat ulkoseinien ja rakennuksen pituussuunnassa jakavan kantavan väliseinän kohdalla. Lisäksi perustusrakenteina on suorakaiteen muotoisia pilarianturoita, jotka ottavat osan alapohjalaattaa tukevien aukkopalkkien kuormista. Anturan leveys on ulkoseinien kohdalla 550 mm ja korkeus 600 mm. Rakennuksen pituussuunnassa jakavan kantavan väliseinän kohdalla anturan leveys on 850 mm ja korkeus 600 mm.

Ulkoseinien anturoiden päällä on 300 mm leveä ja 1200 mm korkea sokkeli, jonka läpi ryömintätilan kulkuaukot on puhkaistu. Rakennuksen pituussuunnassa jakavan väliseinän alla ei ole sokkelia, koska kantava alapohjalaatta on tuettu suoraan väliseinän anturan päälle.

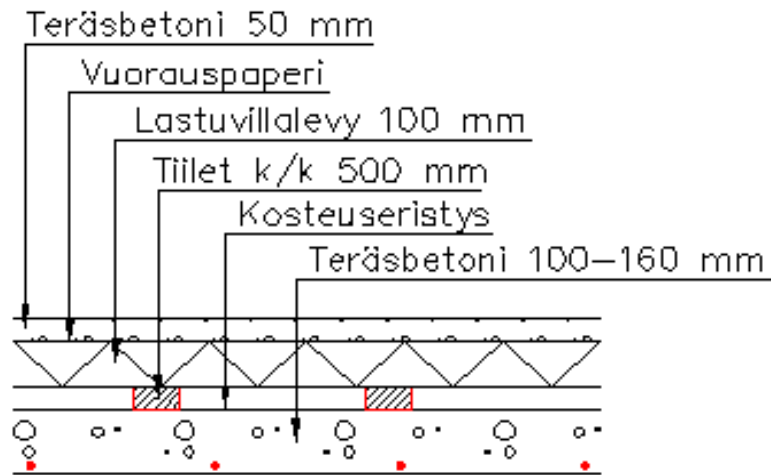
Rakennuksen ulkoseinien sokkelirakenne on halkaistu 60 mm paksulla vaahtomuovilevyllä, joka katkaisee kylmäsilän sokkelin läpi.

3.3.3 Kantava alapohjalaatta

Alapohjarakenne on toteutettu kaksoislaattana, jossa lämpöeriste sijaitsee kantavan alapohjalaatan ja pintabetonilaatan välissä. Kantava alapohjalaatta on paikalla valettu massiivibetonilaatta, jonka kuormat välittyvät ulko- ja väliseinien perustuksiin. Kantavan betonilaatan paksuus vaihtelee piirustusten mukaan 100–160 mm välillä. Kantavan betonilaatan päällä on kosteuseristys, jonka materiaalia ei ole ilmoitettu. Alapohjalaatan lämpöeristeenä on 100 mm paksu lastuvillalevy, joka on erotettu kosteuseristyksen pinnasta tiilillä, joita on ladottu 500 mm:n jaolla. Tiilen paksuutta ei ole ilmoitettu. Eristeenä käytetty lastuvillalevy on kuvion 13 mukaista kovaa eristelevyä. Lastuvillalevyn päällä on vuorauspaperi, jonka päälle on valettu 50 mm paksu teräsbetonilaatta. Lattian pintamateriaali vaihtelee asunto-kohtaisesti. Alapohjarakenne on esitetty kuviossa 14.

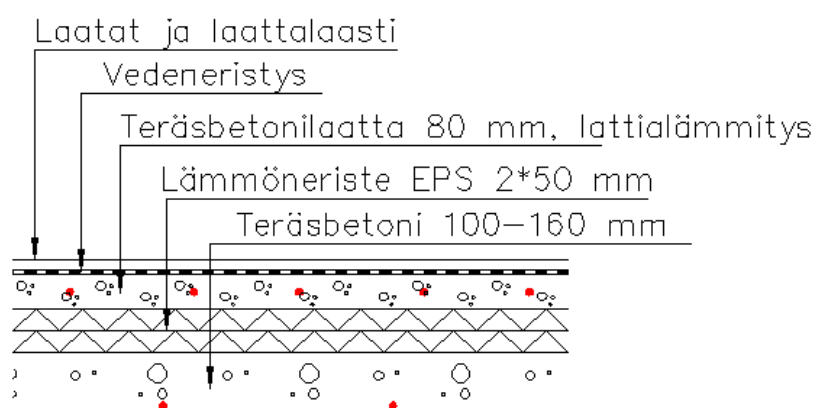


Kuvio 13. Eristeenä käytettyä lastuvillaa.

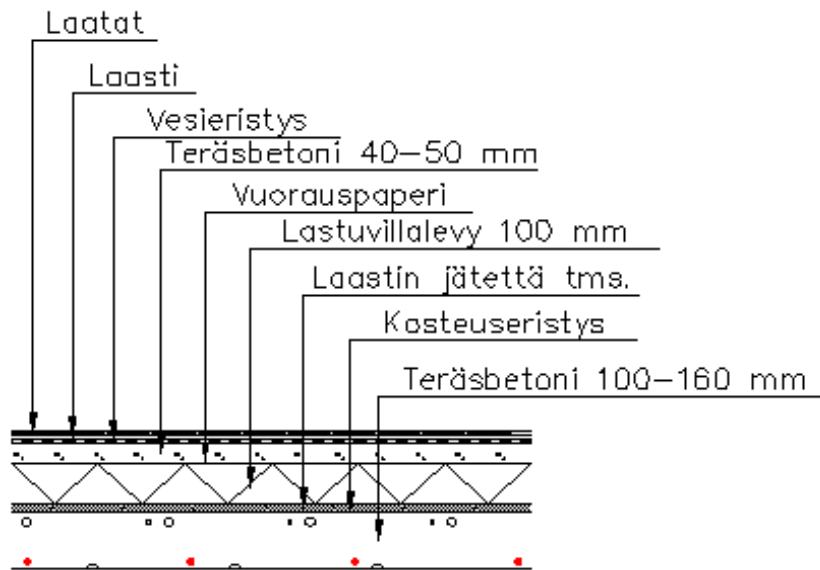


Kuvio 14. Alapohjalaatan rakenne.

Märkätilojen kohdalla, joihin lasketaan kuuluvaksi sauna ja kylpyhuone alapohjan rakenne on uusittu kantavaan teräsbetonilaattaan saakka. Lattiarakenne on uusittu viemärilinjojen uusimisen yhteydessä vuosien 2007–2008 aikana. Nykyinen alapohjarakenne on kuvion 15 mukainen. Vanhassa alapohjarakenteessa lastuvillalevy oli kahden tiiviin kerroksen välissä. Rakenne ei ollut kosteusteknisesti hyvä ratkaisu, koska eristeeseen mahdollisesti pääsyt tai tiivistynyt kosteus ei päässyt kuivumaan ylös- eikä alaspäin, jolloin rakenteen väliin jäänyt kosteus aiheutti mikrobiriskin. Vanha märkätilojen alapohjarakenne on esitetty kuviossa 16.



Kuvio 15. Vuosien 2007–2008 aikana uusittu alapohjarakenne märkätilojen kohdalla.



Kuvio 16. Vanha alapohjarakenne märkätilojen kohdalla.

Alapohjalaatta on eristetty 100 mm paksulla lastuvillalevyllä, jolloin alapohjarakenteen U-arvo on $0,52 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$. Lattiarakenteen U-arvo on laskettu liitteessä 3. Eristettä on vähän, jolloin lämpöä pääsee virtaamaan lattiarakenteen läpi ja ryömintätilan lämpötilan pysyy jatkuvasti korkeana. Lastuvillalevyssä mahdollisesti oleva kosteus heikentää alapohjarakenteen lämmöneristyskykyä entisestään. Uudisrakentamisessa nykymääräysten mukainen lämmöneristävyyden vähimmäisarvo ryömintätilaisessa alapohjassa on $0,15 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$.

3.3.4 Ulkoseinät

Rakennuksen kaikki ulkoseinät ovat kantavia ja teräsbetonirunkoisia. Kantavan betonirunkon paksuus on 120 mm, minkä ulkopintaan on kiinnitetty 100 mm paksu vuorivillalevy. Ulkoverhousmateriaaleina on käytetty tiiltä, lautaa ja mineriittilevyä. Ulkoverhouksen ja lämpöeristeen välistä puuttuu tuuletusrako, jossa ilma voisi kiertää ja tuulettaa rakennetta. Tuulettumaton seinärakenne on kuviossa 17.

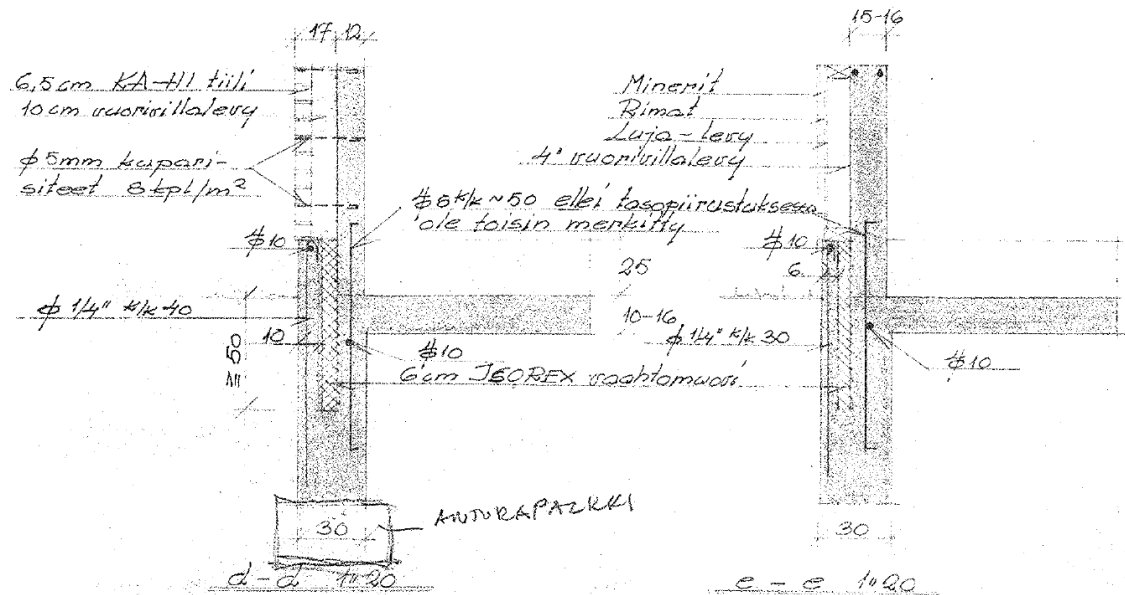


Kuvio 17. Tuulettumaton tiiliverhous.

Ulkoseinän U-arvo tiiliverhouksen kohdalla on $0,35 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$. Tiiliverhous on kiinnitetty betonirunkoon kuparisiteillä, joita on 8 kpl/m^2 . Kuparisiteet aiheuttavat lisäksi pistemäisiä kylmäsiltoja ulkoseinärakenteeseen tiiliverhouksen kohdalle, mitä laskelmissa ei ole otettu huomioon. Mineriittilevyn kohdalla ulkoseinän U-arvo on $0,34 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$. Ulkoseinärakenteen eristyskyky heikentyy entisestään, jos eristeessä on kosteutta tuuletusraon puuttumisen takia. Seinärakenteiden U-arvot on laskettu liitteessä 3. Uudisrakentamisessa nykymääräysten mukainen lämmöneristävyyden vähimmäisarvo ulkoseinälle on $0,17 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$.

3.3.5 Alapohjan liitos perustuksiin

Rakennesuunnitelmissa ei ole mainintaa kapillaarikatkosta sokkelin ja ulkoseinän liitoskohdassa. Kapillaarikatko katkaisisi kosteuden nousemisen sokkelista seinärakenteeseen. Kuviossa 18 on leikkauskuvat ulkoseinärakenteista ja niiden liitoksista perustuksiin tiiliverhouksen ja mineriittiverhouksen kohdalla. Väliseinien ja perustusten välistä liitosdetaljeja ei ole saatavilla.



Kuvio 18. Alapohjan liitosdetaljit ulkoseinien kohdalla ja ulkoseinärakenteet.

3.4 Betonirakenteet

Betonirakenteiden tutkimus tehtiin ryömintätilojen betonirakenteisille anturoille, sokkeleille sekä alapohjalaatoille. Betonirakenteen lujuus, suojabetonipaksuus ja karbonisoitumisyyvyys mitattiin. Betonin lujuus ja betonipeitteen paksuus mitattiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun kimmovasaralla ja peitesyvyysmittarilla. Karbonisoitumisen etenemän määrittämiseksi betoniin porattiin koereikiä, joihin levitettiin pH-indikaattoria. Kimmovasara- ja peitesyvyysmittaukset tehtiin jokaisessa alapohjassa kuvan 19 osoittamiin kohtiin. Karbonisoitumisen etenemä mitattiin ulkoseinien sokkeleista ja väliseinien anturoista.



Kuvio 19. Betonin lujuuden ja suojabetonipaksuuden mittauskohdat.

3.4.1 Betonin lujuus

Betonirakenteiden lujuus mitattiin kimmovasaralla, joka oli malliltaan DIGI-SCHMIDT 2000. Lujuuden määrittämiseksi mittauksia tehtiin jokaisen talon sokkeliin, alapohjalaataan ja väliseiniä anturoihin. Mittauskohtia oli yhteensä yhdeksän ja jokaisesta mittauskohdasta otettiin 15 mittaustulosta. Tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan ja syötettiin Excel-taulukkoon, joka laskee automaattisesti vertailulujuuden syötettyjen tulosten perusteella. Betonirakenteiden suunnittelulujuudeksi on rakennepiirustuksissa merkitty K200, joka vastaa nykyasteikon mukaista lujuutta C20/25. Suunnittelulujuus ylitettiin selvästi, koska mitatuksi vertailulujuuden arvoksi saatiin 31 MPa. Voidaan todeta, että betonin lujuusluokka on nykyasteikon mukaan C30/37. Mitattavan betonirakenteen pinta oli paikoin epätasainen, mikä saattoi aiheuttaa tuloksiin yksittäisiä virheitä. Mittauksissa käytetty kimmovasara oli kuvion 20 mukainen. Kimmovasaratestauksen mittauspöytäkirja opinnäytetyön liitteessä 4.



Kuvio 20. DIGI-SCHMIDT 2000 kimmovasara.

3.4.2 Betoniraudoituksen peitesyvyys, betonipinnan ja -raudoituksen kunto

Betoniraudoituksen suojaetäisyydet mitattiin peitesyvyysmittarilla, joka on malliltaan PROFOMETER 4. Peitesyvyyden mittauksia tehtiin jokaisen talon ulkoseinän sokkeliin, alapohjalaattaan ja väliseinän anturoihin. Peitesyvyyden mittaustulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan, joka on liitteenä 5. Mittauksissa käytetty peitesyvyysmittari oli kuvion 21 mukainen.



Kuvio 21. PROFOMETER 4 peitesyvyysmittari.

3.4.2.1 Alapohjalaatan raudoitus

Rakennuksen alapohjalaatta on toteutettu kaksiaukkoisena massiivibetonilaattana, joka reunoistaan tukeutuu ulkoseinien sokkeleihin ja väliseinien anturoihin. Laatassa on veto-raudoitusta aukkojen kohdalla alapinnassa ja keskitukien kohdalla yläpinnassa. Veto-raudoitukset ovat halkaisijaltaan 6, 8, 10 ja 15 mm. Lisäksi laatassa on poikittaissuuntainen jakoraidoitus, jossa on halkaisijaltaan 5-6 mm:n teräksiä 300–400 mm:n jaolla.

Alapohjalaatan vetoraidoituksen suojabetonipaksuudet mitattiin ja tulokset kirjattiin mitauspöytäkirjaan. Raudoituksen etäisyydeksi betonin pinnasta mitattiin 0-27 mm, joten teräkset ovat hyvin lähellä laatan alapintaa ja paikoin jopa näkyvissä, mikä on nähtävissä kuviossa 22. Tuloksista voidaan päätellä, että alapohjalaatan alapinnan vetoraidoitus on ollut valuvaiheessa suoraan muotin pohjalla ilman korokepaloja. Betoniteräkset ovat alttiina ruostumiselle, jolloin betonipinta alkaa halkeilla ja rapautua. Betonilaatan alapinnassa on paikoitellen havaittavissa halkeamia ja koloja, joista betonipintaa on rapautunut. Tällainen kohta on esitetty kuviossa 23.



Kuvio 22. Raudoitusta alapohjalaatan alapinnassa.



Kuvio 23. Raudoitusta näkyvässä alapohjalaatan alapinnassa.

Rakennusvaiheessa alapohjalaatan valumuotit ovat paikoitellen antaneet periksi ja betonilaatta on päässyt putoamaan noin 100 mm sokkeliin nähden. Vaurioituneet kohdat on todennäköisesti paikattu lisäämällä betonia laatan yläpintaan, jotta pinta on saatu tasaiseksi. Pettäneisiin alapohjarakenteisiin tulee betonin lisäämisen takia ylimääräisiä kuormituksia. Jos betonilaatta on 100 mm suunniteltua paksumpi, niin kyseiseen kohtaan tulee ylimääräistä kuormitusta noin 250 kg/m^2 . Tällainen kohta alapohjalaatassa on esitetty kuvioissa 24 ja 25.



Kuvio 24. Valuvaiheessa vaurioitunut alapohjalaatta.



Kuvio 25. Valuvaiheessa vaurioitunut alapohjalaatta.

Talon 1 alapohjalaatan alapinnassa on havaittavissa kohta, josta on paikallisesti irronnut suuri määrä betonia. Betoni on todennäköisesti lähtenyt piikkauksen yhteydessä tai betoni on rakennusvaiheessa päässyt jäätymään. Kyseisessä kohdassa rauditus on laajalta alueelta paljaana ja suorassa kosketuksessa kostean ilman kanssa, jolloin ruostuminen on nopeaa. Alapohjalaatan kuormituskestävyys on vaurion johdosta paikallisesti heikentynyt. Laatan ilmatiiveys on myös heikentynyt, jolloin ilmaa voi päästä virtaamaan ryömintätilasta huoneiloihin. Vaurioitunut kohta on esitetty kuviossa 26.



Kuvio 26. Vaurioitunutta alapohjalaattaa.

3.4.2.2 Ulkoseinän sokkelin raudoitus

Ulkoseinän sokkelissa on teräksiä pysty- ja pituussuunnassa. Sokkeli on halkaistu 60 mm:n vaahtomuovilla, joka estää kylmäsilan muodostumisen rakenteeseen. Sokkelihalkaisun molemmilla puolilla sokkelin yläreunassa kulkee halkaisijaltaan 10 mm:n pituussuuntainen raudoitus. Lisäksi sokkelista menee kantavaan seinärakenteeseen halkaisijaltaan 8 mm:n tartuntateräksiä 500 mm:n jaolla. Sokkelin ulkopinnalla on lisäksi halkaisijaltaan 6 mm:n pystysuuntaista raudoitusta 400 mm:n jaolla. Raudoituksen peitesyvyydeksi sokkelin osalta mitattiin 50-65 mm. Mittaukset tehtiin sokkelin ulkopinnasta. Sokkelin betonipinnat olivat pääosin hyvässä kunnossa, eikä rapautumista tai halkeilua ollut havaittavissa. Sokkelin maalipinta on paikoin hilseillyt kosteuden vaikutuksesta.

3.4.2.3 Väliseinän anturan raudoitus

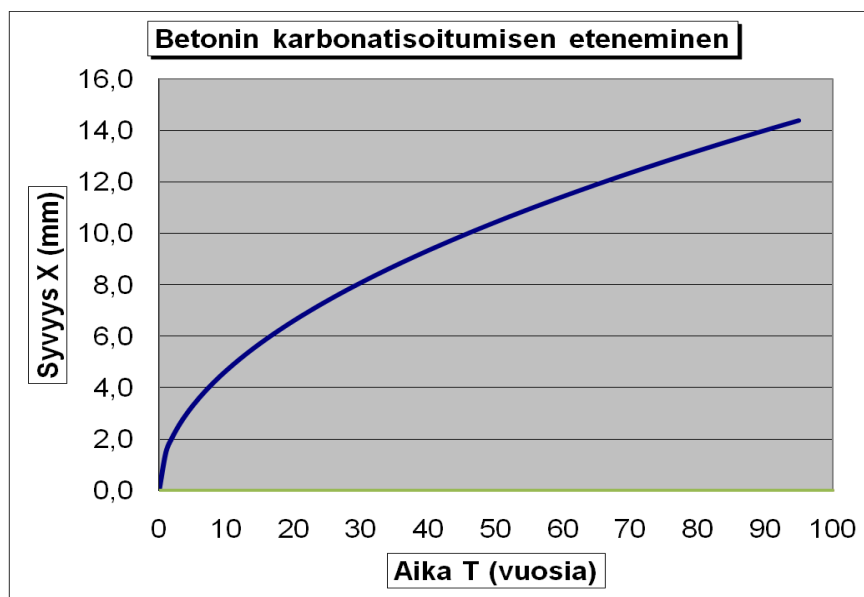
Rakennuksen jakaa pituussuunnassa kantava väliseinä, jonka alapuolella on paaluantura, joka johtaa kuormat betonipaaluille. Paaluanturassa on kolme halkaisijaltaan 12 mm betoniterästä alapinnassa sekä yksi halkaisijaltaan 10 mm hakarauta paalujen molemmilla puolilla. Paaluanturan tartuntateräksistä väliseinään ei ole piirustuksia saatavilla. Hakaterästen peitesyvyys betonipinnasta mitattiin jokaisen ryömintätilan väliseinän anturasta. Haka-raudoituksen peitesyvyydeksi mitattiin 32–60 mm ja keskiarvoksi 43 mm. Anturan pinnalla on silmämääräisesti havaittavissa kapillaarista kosteuden nousua rakenteessa noin anturan korkeuden puoleen väliin saakka. Betonipinta oli silminnähtävästi hyvässä kunnossa eikä halkeilua tai rapautumista ollut juurikaan havaittavissa.

3.4.3 Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin ulkoseinien sokkeleiden sisä- ja ulkopinnoilta sekä väliseinien anturoista. Lisäksi yksi mittaus suoritettiin rakennuksen kylkeen vuonna 1993 rakennetun lämpökanaalin sokkelista. Mittauksia varten betoniin tehtiin koereikiä, joiden halkaisija oli 8 mm ja syvyys vaihteli 5-30 mm:n välillä. Karbonatisoitumisen etenemä mitattiin mikrometrin ja fenoliftaleiinin avulla. Betonipinnalle sivelty fenoliftaleiini toimii pH-indikaattorina, jonka väri ilmoittaa onko karbonatisoitumista tapahtunut. Fenoliftaleiini on neste, joka pysyy kirkkaana, jos betoni on karbonatisoitunut ja muuttuu punaiseksi, jos

karbonatisoitumista ei ole tapahtunut. Jokaiseen tutkittavaan kohtaan porattiin 2-3 reikää, joista lukemat mitattiin ja kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Alkuperäisissä betonirakenteissa karbonatisoitumissyvyys vaihteli 0-10 mm välillä mittauskohdasta riippuen. Vuonna 1993 rakennetun lämpökanaalin sokkelissa karbonatisoituminen oli edennyt 20–30 mm:n syvyyteen, vaikka betoni on paljon nuorempaa. Mittaustulokset ja mittauskohdat on esitetty liitteessä 6.

Alkuperäisissä betonirakenteissa on tapahtunut karbonatisoitumista hyvin vähän. Mittaustuloksista voidaan päätellä, että betonin pinta on hyvin ilmatiivis, jolloin haitallinen hiilidioksidi ei pääse tunkeutumaan syvälle betonirakenteisiin. Kuviossa 27 on arvioitu karbonatisoitumisen etenemistä betonirakenteessa, jonka ikä on 46 vuotta ja karbonatisoituminen 10 mm:n syvyydellä betonipinnasta. Karbonatisoitumiskerroin on siten 1,47. Kuvioista voidaan päätellä, että sokkeleiden ja anturoiden betonirauδοitukset eivät ole lähitulevaisuudessa alttiina korroosiolle, jos olosuhteissa ei tapahdu suuria muutoksia. Sokkeleiden ja anturoiden pienimmät mitatut raudoituksen suojaetäisyydet olivat noin 30 mm.



Kuvio 27. Karbonatisoitumisen eteneminen.

Karbonatisoitumisen mittauksia ei tehty alapohjalaattoihin. Voidaan kuitenkin olettaa, että karbonatisoitumisen eteneminen laatussa on samanlaista kuin sokkeleissa ja anturoissa, koska betoni ja olosuhteet ovat samat. Alapohjalaatan raudoituksen peitesyvyys on todella ohut ja raudoitusta on osin jopa näkyvissä. Alapohjalaatan raudoitus pääsee siksi ruostu-

maan, vaikka betonin karbonatisoituminen on hidasta. Tällöin tehokkain keino raudoituksen korroosion hidastamiseksi on ryömintätilan kosteusolojen parantaminen.

3.5 Kosteus

Asuntoyhtiön jokaisen talon ryömintätallassa esiintyy kosteutta eri muodoissa. Kosteudella on suuri vaikutus rakennusmateriaalien kestävyys, rakennuksen elinkaaren ja asuntojen terveellisyyteen. Ryömintätilan ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa mitattiin talentavilla kosteus- ja lämpötilamittareilla. Ryömintätiloissa esiintyviä vedenpinnan korkeuksia mitattiin viikoittain 14.1.–27.4.2011 välisenä aikana. Pohjavesiputkista mitattiin vertailukorkeudet 23.3.–27.4.2011 välisenä aikana.

3.5.1 Ryömintätallassa esiintyvä vapaa vesi

Rakennusten ryömintätiloissa on havaittu vapaata vettä siitä lähtien, kun tiloissa on ollut mahdollista käydä. Vesi on kerääntyneenä ojamaisiin kaivantoihin, joita on ryömintätilan sisäpuolella ulkoseinälinjoilla sekä väliseinien vierustoilla. Kaivannoissa esiintyy paikoittain vettä noin 50 cm:n leveydeltä ja 15–20 cm:n syvyydeltä. Vapaa vesi on suorassa kosketuksessa rakennuksen anturoihin, joiden kautta se pääsee nousemaan kapillaarisesti ylempiin betonirakenteisiin. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko ryömintätallassa esiintyvä vesi pohjavettä vai vajovesistä kerääntynyttä orsivettä. Anturan viereen kerääntynyttä vettä on kuviossa 28.



Kuvio 28. Ulkoseinän anturan viereen kerääntynyttä vettä.

3.5.1.1 Pohjaveden korkeus ja kosteuden kapillaarinen nousu

Tutkimuksessa verrattiin vedenpintojen korkeusasemia eri pisteissä. Havaintopisteinä käytimme ryömintätiloissa sokkelin vieressä esiintyviä vedenpintoja, pohjavesiputkista mitattuja veden korkeuksia ja ryömintätiloihin kaivetuista koekuopista mitattu veden korkeuksia.

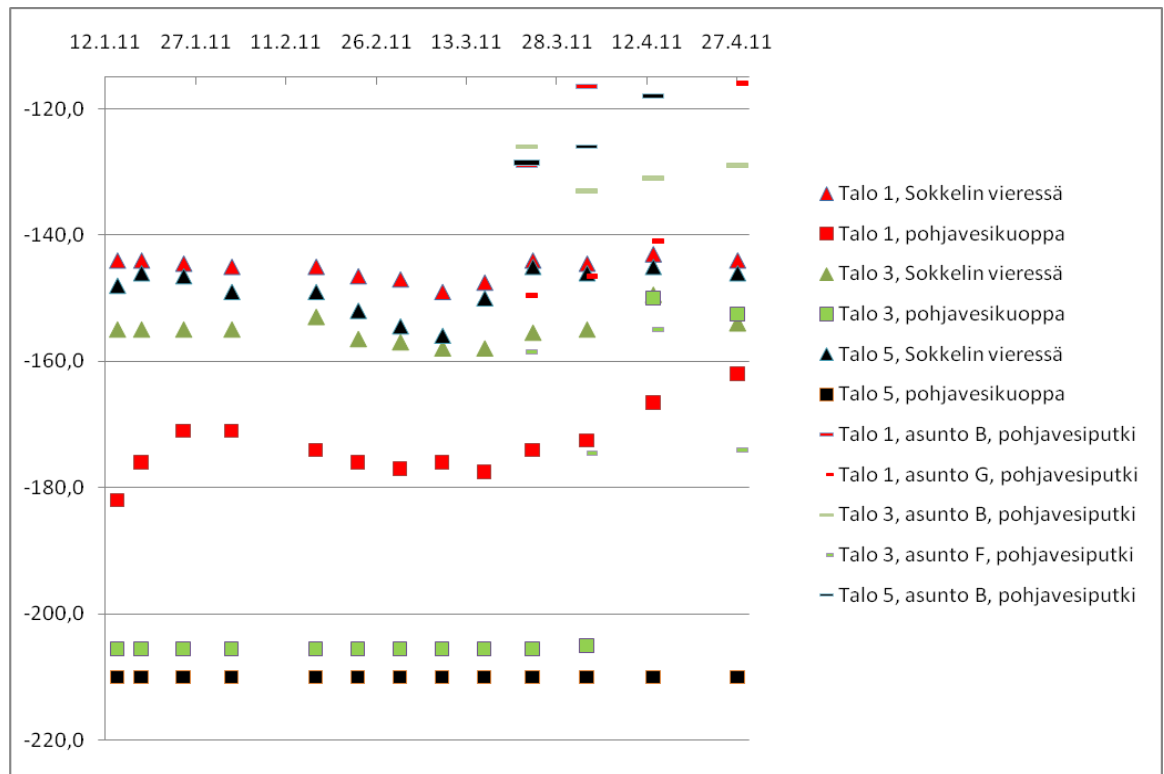
Rakennusten ulkopuolelle määritettiin nollakorkeus, johon kaikkia havaittuja vedenpintoja verrattiin. Nollakorkeudeksi valittiin kiinteistön roskakatoksen sokkelin yläpinta. Roskakatoksen sokkelin yläpinta näkyy kuviossa 29. Korkeus siirrettiin vaaituskojeen ja tasolaserin avulla jokaiseen ryömintätilaan. Vaaituksella siirretystä korkeudesta määritettiin jokaiselle ryömintätilalle oma referenssikorkeus, joka merkattiin ulkoseinän sokkelin sisäpintaa. Vaaituspöytäkirja on liitteenä 7.



Kuvio 29. Valittu nollakorkeus roskakatoksen sokkelin yläpinnassa.

Jokaiseen ryömintätilaan kaivettiin yksi koekuoppa 11.1.2011 talonmiehen toimesta. Vain yhteen koekuoppaan alkoi kerääntyä vettä kaivamisen yhteydessä, mikä on tyypillistä, kun kaivetaan pohjavesitason alapuolella. Jokaiseen mittauspisteeseen lyötiin mittatikku, jonka yläpää asetettiin tasolaserin avulla ryömintätilan referenttikorkeuden tasoon. Pohjavesiputkien yläpään korot määritettiin vaaitsemalla ja veden korkeus mitattiin metallista mittatikua käyttäen.

Vedenpinnan korkeus mitattiin sokkelin vierestä ja pohjavesikuopasta kerran viikossa. Lukemat kirjattiin mittauspöytäkirjaan, joka on liitteenä 8. Ensimmäiset mittaukset suoritettiin 12.1.2011 ja mittauksia jatkettiin viikoittain aina 27.4.2011 saakka. Vedenpintojen korkeuksia pohjavesiputkista mitattiin 23.3–27.4.2011 välisenä aikana. Vedenpintojen korkeudet vaihtelivat kuvion 30 mukaisesti. Taulukon mitat on ilmoitettu senttimetreinä vertailupisteen korkeudesta.



Kuvio 30. Vedenpintojen korkeuden vaihtelu.

Mittaustuloksista on havaittavissa, että vedenpinta oli korkeimmillaan talon 1 länsipuolella olevassa pohjavesiputkessa, jossa korkein mitattu vedenpinnan taso oli -105,0 cm. Matalimmillaan vedenpinta oli talon 5 pohjavesikuopassa, jossa vettä ei havaittu koko mittausjaksolla. Se tarkoittaa, että vedenpinta oli koko mittausjakson ajan alempana kuin -210,0 cm. Sokkelien vierestä mitattu vedenpinnan korkeus oli lähes sama jokaisen talon ryömintätallassa ja korkeuden vaihtelu oli samankaltaista. Sokkelin viereinen vedenpinta oli koko mittausjakson ajan alempana kuin talojen länsipuolella olevissa pohjavesiputkissa, mutta lähes samalla korkeudella kuin talojen itäpuolella olevissa pohjavesiputkissa. Talojen pohjavesikuopissa esiintynyt vedenpinta oli mittausjakson alussa huomattavasti alempana kuin muut havaitut vedenpinnat. Mittausjakson loppupuolella vedenpinta talojen 1 ja 3 pohjavesikuopissa nousi voimakkaasti.

Mittaus tulokset ja muut havainnot viittaavat siihen, että esiintyvä vesi on mahdollisesti orsivettä. Vesi oli matalimmillaan juuri pohjavesikuopissa, joihin vajovesiä ei pääse helposti rakennusten sivusuunnista. Sade- ja sulamisvedet imeytyvät maanpinnan läpi vajovesinä, mutta pysähtyvät tiiviiseen savikerrostumaan muodostaen orsivesiä. Tiivis savikerros sijaitsee noin anturan yläpinnan korkeudella. Savikerroksen päällä makaava orsivesi valuu sokkelin epätiivveyskohdista ja betonirakenteen läpi ryömintätilaan ja jää sokkelin viereisiin ojamaisiin kaivantoihin. Ryömintätilasta vesi se ei pääse haihtumaan tai imeytymään maaperään, joten se kerääntyy rakennuksen reuna-alueille.

Ryömintätilassa esiintyvä vesi on osin myös pohjavettä, koska maaperä on hyvin kapillaarista. Lumimassojen sulamisen jälkeen pohjaveden pinta nousee hyvin lähelle maanpintaa. Kahdessa pohjavesikuopassa oli mittausjakson aikana havaittavissa vettä, vaikka ne sijaitsivat savisessa ja tehokkaasti vettä pidättävässä maaperässä vähintään 3 metrin etäisyydellä muista vesiesiintymistä.

3.5.1.2 Pintavedet

Rakennukset on rakennettu matalalle ympäröivään maanpintaan nähden, rakennuksen ympärillä ei ole riittäviä kaatoja ja sadevesijärjestelmä on puutteellinen. Sadevedet johdetaan vesikatolta kuvion 31 mukaisten sadevesikourujen ja syöksytorvien kautta rakennuksen nurkille. Sade- ja sulamisvedet eivät kulkeudu pois rakennuksen vierustoilta, vaan jäävät makaamaan sokkelin viereen ja maanpinnan painanteisiin. Sokkelin vieressä makaava vesi voi imeytyä sokkeliin, valua ryömintätilaan tai imeytyä maaperään rasittamaan perustusrakenteita. Sokkelin suhteellista kosteutta on mitattu vuonna 2006, jolloin betonin suhteellinen kosteus on ollut 92,1–95,4 prosenttia betonipinnan ollessa 15,6–16,5 °C lämpötilassa. Sokkelin kosteuden mittausraportti on liitteessä 9.



Kuvio 31. Sadevesikouru ja syöksyputki.

Kosteus voi sokkelin kautta nousta kapillaarisesti seinärakenteisiin, koska sokkelin ja seinärakenteen välissä ei ole kapillaarista nousua katkaisevaa rakennetta. Rakennuksen vierustoilla makaava vesi voi valua ryömintätilaan suoraan sokkelin läpi tai tuuletusputkien tiivistämättömistä läpivienneistä. Maahan imeytyvä vesi jää rasittamaan alapohjarakenteita orsivetenä, koska noin metrin syvyydessä maanpinnasta sijaitsee tiivis savimaakerros, jonka päälle vesi voi jäädä makaamaan. Sokkelin alaosassa ja anturan pinnoilla ei ole kosteutta katkaisevaa salaojituserrosta, patolevyä tai muuta kosteuskatkoa, jolloin pintamaan läpi valuvat vedet ovat suorassa kosketuksessa perustusrakenteiden betonipintaan vasten.

3.5.2 Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

Tutkimuksessa käytettiin neljää lämpötila- ja ilmankosteusmittaria, jotka mittasivat ja tallensivat lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta 11.1.2011 ja 28.2.2011 välisenä aikana. Mittarit olivat malliltaan Testo 175-H2, joiden mittaustarkkuudeksi ilmoitetaan lämpötilan osalta $\pm 0,5$ °C ja ilman suhteellisen kosteuden osalta ± 3 %. Mittarit tallensivat arvoja muistiin 10 minuutin välein. Mittari asennettiin jokaiseen ryömintätilaan keskeiselle paikalle korkeuden puoleen väliin ja noin viiden metrin etäisyydelle kulkuaukosta. Yksi mittari jätettiin mittaamaan ulkoilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Tutkimuksessa käytetty mittari on esitetty kuviossa 32.



Kuvio 32. Testo 175-H2.

Tutkimuksessa huomattiin, että ryömintätilojen suhteellinen ilmankosteus oli korkealla koko mittausjakson ajan. Ryömintätilan ilman suhteellinen ilmankosteus vaihteli 95–100 % :n ilman lämpötilan ollessa 7–12 °C:n välillä. Tulokset kertovat siitä, että ryömintätilan olosuhteet ovat mikrobikasvulle ihanteelliset. Ryömintätilan kosteudentuotto on korkea, jolloin heikko ilmanvaihto ei kuivata tilaa riittävästi, vaikka lämmin ilma pystyy sitomaan tehokkaasti kosteutta. Ryömintätilan korkea lämpötila ei ole rakenteille haitaksi, mutta se kertoo alapohjalaatan heikosta lämmöneristyskyvystä ja tilan heikosta ilmanvaihtuvuudesta. Osasyynä ryömintätilan korkeaan lämpötilaan on eristämättömät viemäriputket, jotka tuottavat tilaan lämpöä. Liitteissä 10 on esitetty kuvaajat ryömintätilan ja ulkoilman suhteellisesta kosteudesta ja lämpötilasta ajan funktiona.

3.5.3 Ilmanvaihto

Ryömintätilat ovat painovoimaisesti tuuletettuja. Tuuletusputkia menee neljä jokaisen rakennuksen sokkelin läpi ja kaksi jokaisesta ryömintätilasta suoraan katolle. Sokkelin lävistävät putket ovat metallisia ja sisähalkaisijaltaan 150 mm, jolloin putken vapaa pinta-ala on 176,5 cm². Sokkelin läpäisevä tuuletusputki on kuvioiden 33 ja 34 mukainen. Ryömintätilasta katolle nousevien tuuletusputkien sisähalkaisija on 100 mm, jolloin putken vapaa pinta-ala on 78,5 cm². Ryömintätilasta katolle johtavat tuuletusputket ovat kuvion 35 mukaisia. Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala on siten 860 cm².



Kuvio 33. Sokkelin tuuletusputken yläpää.



Kuvio 34. Sokkelin tuuletusputken alapää.



Kuvio 35. Katolle johtava tuuletusputki.

Voimassa olevan rakennusmääräyskokoelman osan C2 mukaan painovoimaisesti tuulettun ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala tulee olla vähintään 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Kyseisen vaatimuksen mukaan ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala pitäisi olla vähintään 38400 cm². Käytännössä ehto tarkoittaa 187 halkaisijaltaan 160 mm:n tuuletusputken lisäystarvetta. Kyseisen ehdon täyttäminen ei ole järkevää, joten tuuletus on hoidettava vaihtoehtoisin keinoin.

Sisäilmayhdistyksen ohjeen mukaan betonirakenteisen ryömintätilan tuuletusaukkojen pinta-alaksi kuitenkin riittää 0,5-1,0 promillea ryömintätilan pohjan pinta-alasta. Vähimmäisvaatimus 0,5 promillea täyttyä lisäämällä 20 halkaisijaltaan 160 mm:n tuuletusputkea jokaiseen alapohjaan. Kyseisen vaatimuksen täyttäminen on käytännössä mahdollista ja järkevää.

Ryömintätila jakautuu pituussuunnassa kahteen erilliseen tuulettuvaan tilaan, koska väliseinän perusrakenteissa ei ole aukkoja, joista ilma pääsisi esteettömästi virtaamaan talon poikittaissuunnassa. Ryömintätilan ilmanvaihtoa estävät lisäksi palkkimaiset perusrakenteet, joissa ei ole tuuletusaukkoja. Ryömintätilaan muodostuu siksi kohtia, joissa ilma vaihtuu todella huonosti tai ei ollenkaan. Tällaisia kohtia syntyy olohuoneen, keittiön ja ruokailutilan alapuolelle.

Painovoimainen tuuletus ei ole kovin tehokas, koska ryömintätila on alempana kuin viereinen maanpinta, jolloin tuuletusputkiin ei synny tarpeeksi imua. Lisäksi ryömintätila on matala, jolloin kosteutta sitovaa ilmaa on tilassa vähän ja suhteellinen kosteus nousee nopeasti.

3.6 Lvi-putkistot, läpiviennit ja liikuntasaumot

Ryömintätilassa kulkee ainoastaan viemäriputkistoja ja tuuletusputkia. Lämmitys-, sähkö- ja vesijohdot kulkevat huonetilojen sisäpuolella. Viemäriputkistot on uusittu vuosien 2007–2008 aikana, jolloin myös uusia läpivientejä on tehty. Ryömintätilassa kulkevat viemärit on jätetty eristämättä, koska ilman lämpötila on jatkuvasti korkea. Läpivientien eristämässä ja tiivistämisessä on käytetty mineraalivillaa, joka on paikoin kostea. Putkien pinnoilla ja ilmassa oleva kosteus rasittaa putkien teräksisiä kiinnikkeitä ja lyhentää niiden

käyttöikä. Kuvioista 36 ja 37 nähdään, miten kosteus on paikoin tiivistynyt viemäriputkien pinnoille ja läpivientien eristeisiin. Ryömintätilasta katolle johtavien tuuletusputkien läpivientejä ei ole eristetty eikä tiivistetty, jolloin tuuletusputkien pinnoilla saattaa tapahtua veden kondensoitumista. Lisäksi tuuletusputkien yläpäitä ei ole suojattu sateelta, jolloin sadevedet pääsevät valumaan suoraan putkia pitkin ryömintätilaan. Kuviossa 38 nähdään merkkejä tuuletusputkista valuvasta vedestä.



Kuvio 36. Viemäriin läpivienti.



Kuvio 37. Viemäriinja ryömintätilassa.



Kuvio 38. Katolle menevän tuuletusputken alapää.

3.7 Mikrobit

Ryömintätalassa on ihanteelliset olosuhteet mikrobien ja homeiden kasvulle läpi vuoden. Suhteellisen kosteuden ollessa pitkään 90–100 prosentissa ja lämpötilan pysytellessä +10 °C:n paikkeilla mikrobien ja homeiden kasvu on hyvin todennäköistä. Paljas, puhdistamaton ja kostea savimaa on hyvä kasvualusta mikrobeille. Mikrobit voivat kasvaa suotuisissa olosuhteissa myös betonin pinnoilla. Lahonnut muottilaudoitus on poistettu ryömintätalasta, mutta epäpuhtauksia ja lahoavaa puutavaraa on vielä jäänyt tiloihin. Lahoavaa materiaalia on esitetty kuvioissa 39 ja 40. Mikrobit voivat kulkeutuvat huonetiloihin läpivientien ja liikuntasaumojen kautta paine-erojen ansiosta. Asunnoissa ei ole koneellista ilmanvaihtoa ja sen asentamista tulee myös välttää. Koneellinen ilmanvaihto tekee asuintiloista alipaineisia ryömintätilaan nähden, jolloin epäpuhtaudet kulkeutuvat ryömintätalasta asuintiloihin helpommin. Asuntojen ilmanlaatu on asukkaiden mielestä parantunut sen jälkeen, kun rakennusaikaiset muottilaudat on poistettu ryömintätalasta vuosien 2006–2007 aikana ja tilat on myrkytetty vuonna 2008.



Kuvio 39. Puutavaraa ryömintätalassa.



Kuvio 40. Puutavaraa ryömintätalassa.

4 KORJAUSEHDOTUKSET

Rakenteiden kestävyys, asuntojen terveellisyyden ja turvallisuuden kannalta alapohjarakenteiden korjaustoimenpiteet ovat suositeltavia. Suurimpana ongelmana on kosteus, joka aiheuttaa asuntoihin mikrobiriskin ja vaurioittaa rakenteita. Energiateknisestä näkökulmasta alapohjan lisäeristystä on syytä harkita. Lisäeristys ei kuitenkaan ole välttämätöntä ja siinä on omat riskinsä. Vähimmäistavoitteena korjauksille voidaan pitää näkyvän veden poistaminen ryömintätiloista pysyvästi ja ilman suhteellisen kosteuden laskeminen pysyvästi.

Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen vaatii useita eri korjaustoimenpiteitä. Niistä tärkeimpiä ovat rakennusten salaojitus, rakennuksia ympäröivän maanpinnan muotojen korjaus, ryömintätilan paljaan savimaan peittäminen ja ilmanvaihdon tehostaminen. Liitteessä 11 on esitetty leikkauskuva rakenteiden mitoista, ryömintätilan tämänhetkisestä tilanteesta ja ehdotus tehtävistä korjaustoimenpiteistä.

4.1 Pintavesien hallinta

Sade- ja sulamisvesien poisjohtamisen varmistamiseksi maanpinnan muotoja on korjattava. Seinien vierustoilla 3 metrin etäisyydellä sokkelista maanpinnan kaato tulee olla 1:20. Kaatojen avulla estetään veden jääminen sokkelin vierustoille, josta se voi valua suoraan ryömintätilaan tai imeytyä seinä- ja lattiarakenteisiin.

Riittävien kaatojen rakentaminen talon länsipuolelle on hankalaa, koska läheinen tie on lähes samalla korkeudella kuin rakennusta ympäröivä maanpinta. Pihan kuivatus voidaan tällä alueella hoitaa pihakaivoilla, joiden suuntaan kallistukset tehdään vähintään 1:30 kaadoilla.

Sadevesijärjestelmän rakentamisella varmistetaan, että katolle satavat vedet johdetaan hallitusti läheiseen avo-ojaan, jonne myös kaupunki laskee hulevesiä. Läheinen avo-oja on esitetty kuviossa 41.



Kuvio 41. Viereinen avo-oja.

4.2 Pohjaveden laskeminen ja orsivesien poistaminen

Pohjaveden ja orsiveden pintaa voidaan laskea rakentamalla salaojitus rakennuksen ympärille. Salaojituksen tehokkuutta kuitenkin heikentää huonosti vettä läpäisevä savimaa. Salaojat tulee rakentaa kokonaisuudessaan anturan alareunan alapuolelle, jolloin ne toimivat tehokkaasti. Salaojien ympärille ja sokkelin viereen asennettava 6–32 mm salaojitusmurske varmistaa, että vedet valuvat salaojiin ja salaojaputket pysyvät puhtaina. Salaojituskerroksen tulee nousta sokkelin vierellä maanpintaan asti 150 mm levyisenä kaistana. Savimaa ja salaojitussora erotetaan suodatinkankaalla, joka estää maa-ainesten sekoittumisen. Sokkelin ulkopintaan asennettava patolevy ja anturan sisä- ja ulkopintaan asennettava bitumikerros estävät veden imeytymisen betoniin. Seigeo Oy:n laatima salaojitussuunnitelma on opinnäytetyön liitteenä 1.

4.3 Kapillaarisen nousun katkaiseminen

Pelkkä ulkopuolinen salaojitus ei estä maakosteuden nousua ryömintätilassa, koska savimaassa kosteus nousee kapillaarisesti hyvin korkealle. Kapillaarinen nousu voidaan katkaista puhaltamalla ryömintätilaan kapillaarisoraa, kevytsoraa tai asentamalla muovikalvo savimaata vasten. Kapillaarisen nousun katkaisemiseen tarvitaan suurirakeista soraa noin 100–150 mm:n paksuudelta. Ongelmallista kapillaarikatkon asentamisessa on matala ryömintätila, jonka korkeus vähenee entisestään, jos pintaan lisätään uutta kiviainesta. Tällöin pintasaven poistaminen ryömintätilasta on suositeltavaa. Saven poistamisen yhteydessä maanpinta voidaan tasata ja kallistukset tehdä kohti salaojia. Anturan alapuolinen maa on vettä pidättävää tiivistä savea, jolloin vesi ei pääse virtaamaan perustusten alta rakennuksen ulkopuolisiin salaojiin. Siksi tulee miettiä myös ryömintätilan sisäpuolisia salaojia, jotka ovat yhteydessä ulkopuoliseen salaojitusjärjestelmään. Ryömintätilan sisäpuolelle sokkelin viereen kerääntyvä vesi voidaan johtaa salaojitusjärjestelmään anturan ali menevillä putkilla. Padotusventtiilillä varmistetaan, että vesi ei kulje putkissa väärään suuntaan. Sisäpuoliset salaojat voidaan asentaa sokkelin viereisiin ojamaisiin kaivantoihin ja täyttää salaojitussoralla.

Yksi vaihtoehto kapillaarisesti nousevan kosteuden katkaisemiseksi on muovikalvon asentaminen saven päälle. Muovikalvo estää tehokkaasti kosteuden haihtumisen savesta ryömintätilan ilmaan ja alentaa tehokkaasti ilman suhteellista kosteutta. Riskinä on, että kosteus tiivistyy muovin alapintaan, jonne alkaa muodostua mikrobikasvustoa. Lisäksi muovipinta estää kosteuden imeytymisen maaperään.

4.4 Ilmanvaihdon parantaminen

Ryömintätilan kosteusteknisen toiminnan kannalta ilmanvaihto vaatii suuria parannuksia. Betonirakenteisen ryömintätilan ilman tulisi vaihtua vähintään 0,5 kertaa tunnissa ja tuuletusaukkojen pinta-ala tulisi olla vähintään 0,5 promillea rakennuksen lattiapinta-alasta. Tuuletusaukkojen pinta-alan osalta tavoite saavutetaan asentamalla 20 halkaisijaltaan 160 mm:n tuuletusputkea ryömintätilan sokkeliin.

Pelkkä painovoimainen ilmanvaihto ei kuitenkaan takaa riittävää tuuletuvuutta, koska tuuletettava tila on suuri ja sijaitsee ympäröivän maanpinnan alapuolella. Painehäviö tuuletusputkissa on suuri, joten ilmavirta painovoimaisessa tuuletuksessa jää pieneksi. Ryömintätilasta on valmiit tuuletusputket katolle, joihin voidaan lisätä puhaltimet ilmanvaihdon tehostamiseksi. Tehokas poistopuhallin aiheuttaa ryömintätilan alipaineineen, joka vähentää haitallisten mikrobien pääsyä huonetiloihin. Väliseinien sokkelipalkkeihin on tehtävä tuuletusaukot, jotka ovat vähintään kaksi kertaa niin suuria kuin tuuletusputkien aukot, jotka ovat yhteydessä kyseiseen tilaan. Suunnitelma ilmanvaihdon parantamisesta ja uusien tuuletusputkien sijainneista on liitteessä 12. Laskelma ryömintätilan kosteudentuotosta ja eri korjaustoimenpiteillä saatavista parannuksista on esitetty liitteessä 13. Ennen korjaustöiden alkua ryömintätilan ilmanvaihtoa voidaan parantaa avaamalla ryömintätilojen kulkuaukot ja asentamalla ritilälliset kaivonkannet umpinaisten tilalle.

4.5 Rakenteiden lisäeristäminen

Rakenteiden lisäeristämällä voidaan vähentää lämmitysenergian kulutusta ja lisätä asumismukavuutta. Ulkoseinien ja yläpohjan lisäeristäminen on hankalaa, koska se vaatii rakenteiden purkamista. Nykyiset ikkunat ovat hyvässä kunnossa ja niiden vaihtaminen on kallista eikä toimenpiteellä saada aikaan suuria parannuksia tai säästöjä. Tällöin järkevin lisäeristämiskohde on rakennuksen alapohja.

Alapohjan lisäeristäminen parantaa energiatehokkuutta ja varmistaa lattianpinnan mukavan ja tasaisen lämpötilan. Jos ryömintätilan ilmanvaihtoa tehostetaan, ryömintätilan lämpötila laskee talviaikana alemmas kuin aikaisemmin. Samalla myös alapohjalaatan lämpötila laskee, koska alapohjarakenteessa on vain 100 mm lastuvillaeristettä. Alapohjalaatan alapintaan voidaan liimata tai mekaanisesti kiinnittää eristelevyjä, joilla on hyvä lämmöneristävyys. Ohuellakin lisäeristeellä voidaan parantaa rakenteen lämmöneristävyttä tehokkaasti. Alapohjarakenteen tulee olla kuiva ennen lisäeristeen asentamista, jotta kosteus ei jää rakenteen sisälle. Alapohjan lisäeristämiseen tulee käyttää hyvin vesihöyryä läpäisevää eristettä, jotta rakenteessa mahdollisesti oleva kosteus pääsee kuivumaan alaspäin. Näin varmistetaan, että rakenteisiin ei jää kerroksia, joista kosteus ei pääse poistumaan. Tarkoitukseen sopiva eriste on esimerkiksi kova kivivillalevy, joka läpäisee ja kestää kosteutta. Liit-

teessä 14 on arvioitu lisäeristämällä saavutettuja U-arvoja ja materiaalikustannuksia eristeiden osalta.

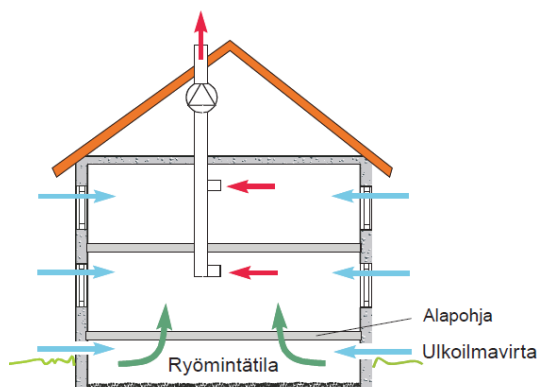
Alapohjan lisäeristämisessä tulee kiinnittää huomiota alapohjalaatan ja sokkelin liitoskohtiin, läpivienteihin ja muihin epätiiveyskohtiin, koska niissä on rakenteen suurimman kylmäsillat ja epätiiveyskohdat.

Rakennuksen routaeristäminen ei ole tarpeellista, koska routavaurioita ei ole havaittu. Sallaojat ja sadevesiputket tulee kuitenkin asentaa niin syväälle, etteivät ne pääse jäätymään talvella.

4.6 Mikrobin hallinta

Ryömintätilan mikrobit ja mahdolliset homekasvustot heikentävät huoneilman laatua, jos ne pääsevät kulkeutumaan asuintiloihin. Siksi on tärkeää, että kaikki läpiviennit, reuna-kohtat ja liikuntasaumot tiivistetään huolellisesti. Epäpuhtauksien huonetiloihin kulkeutumisen kannalta koneellista ilmanvaihtoa tulee välttää tai ilmanvaihto tulee säätää siten, että huonetilat eivät ole alipaineisia ryömintätilaan nähden.

Asunnon alipaine aiheuttaa ilmavirtauksen epätiiveyskohdista asuntoon. Virtaus voimistuu, jos asunnossa ei ole riittävästi korvausilmaventtiilejä tai ne ovat kiinni. (LVI 06-40064 2004, 3.) Asuintilojen alipaineen vaikutus on esitetty kuviossa 42.



Kuvio 42. Asunnon alipaineen aiheuttamat ilmavirrat.

Mikrobien kasvamista hillitään tehokkaimmin laskemalla ryömintätilan kosteutta ja lämpötilaa. Lisäksi ryömintätilan pintasaven poistamisella, savipinnan peittämisellä puhtaalla kapillaarikatkolla ja lahoavan materiaalin poistamisella vähennetään tehokkaasti mikrobien kasvua.

4.7 Korjaustöiden haasteellisuus

Korjauskohteen työolosuhteet ovat haastavia, jolloin työn osuus korjauskustannusten kannalta on määräävä. Korjaustöihin kuluva työaika on todella hankala arvioida, joten myös kustannusten arvioiminen on haastavaa.

Ryömintätilan mataluus, ahtaus, pieni kulkuaukko ja vaikeat työolosuhteet hidastavat korjaustöitä. Ahtaaseen tilaan ei mahdu suuria koneita, jolloin käsin tehtävä työ lisääntyy. Töiden nopeuttamisen ja helpottamisen kannalta tulisi miettiä suurempien kulkuaukkojen rakentamista, mikä mahdollistaisi myös maamassojen vaihdon. Nykyiset kulkuaukkojen leveys on 800 mm ja korkeus 600mm. Aukot ovat kuvion 43 mukaisia.



Kuvio 43. Kulkuaukko ryömintätilaan.

Rakennusten reunustoilla on runsaasti kasvillisuutta, joka vaikeuttaa kuivatusjärjestelmien rakentamista. Kaivantojen tekeminen vaatii myös väliaikaisia piharakenteiden purkutöitä. Esimerkiksi sisäpihojen laatoituksia ja sisääntuloportteja joudutaan väliaikaisesti irrottamaan. Alueen kasvillisuutta on esitetty kuvioissa 44 ja 45.



Kuvio 44. Puu sisäpihalla.



Kuvio 45. Rakennus katsottuna läheiseltä tieltä.

LÄHTEET

- Jääskeläinen, R. 2003. Pohjarakennuksen perusteet. Tampere: Tammertekniikka.
- Kurnitski, J., Hyttinen, M., Pasanen, P., Asikainen, V & Matilainen, M. 1999. Ryömintätilan kosteus ja mikrobit. [Verkkajulkaisu]. Espoo. Helsinki university of Technology. [Viitattu 30.3.2011]. Saatavana: <http://www.malander.fi/assets/files/LVI-lab-raportti-B62.pdf>
- Leini, V & Rantala, J. 2000. Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteuskäyttäytyminen. [Verkkajulkaisu]. Tampereen teknillinen korkeakoulu. [Viitattu 27.3.2011]. Saatavana: <http://www.tut.fi/units/rak/rtek/tutkimusraportit/Raportti106.pdf>
- LVI 06-40064. 2004. Toimiva ryömintätila. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto.
- Punkki, J. 2004. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu. [Verkkajulkaisu]. Parma Oy. [Viitattu 1.4.2011]. Saatavana: <http://www.betoni.com/download.aspx?intFileID=336&intLinkedFromObjectID=7401>
- RIL 126-1981. 1981. Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y.
- RT 05-10710. 1999. Kosteus rakennuksissa. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. RT RakMk-21099. 1998. C2 Kosteus. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- RT 81-10590. 1995. Routasuojusrakenteet. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 81-10854. 2005. Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 81-11009. 2010. Alapohjarakenteita. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 83-10955. 2009. Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

- RT 89-11002. 2010. Pihojen- ja päällysrakenteet. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- RT RakMk-21099. 1998. C2 Kosteus. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- RT RakMk-21217. 2002. C4 Lämmöneristys. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- RT RakMk-21253. 2004. B4 Betonirakenteet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Sisäilmayhdistys. 2008a. Betoninen alapohja. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2011]. Saatavana:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/maanvastaiset_rakenteet/betoninen_alapohja/
- Sisäilmayhdistys. 2008b. Kosteuden siirtyminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2011]. Saatavana:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/kosteuden_siirtyminen/
- Sisäilmayhdistys. 2008c. Perustus ja alapohja. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2011]. Saatavana:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/perustus_ja_alapohja/
- Uponor. 2007. Salaojien ja sadevesiviemäroinnin asentaminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.4.2011]. Saatavana:
<http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/House%20drainage/Brochures/Pientalon%20kuivatus.ashx>

LIITTEET

Liite 1. Kuivatussuunnitelma

Liite 2. Maanäytteiden tutkimusraportti

Liite 3. Rakenteiden U-arvoja

Liite 4. Kimmovasara testaustaulukko

Liite 5. Mittauspöytäkirja suojabetonipaksuus

Liite 6. Mittauspöytäkirja karbonatisoituminen

Liite 7. Vaaituspöytäkirja

Liite 8. Vedenkorkeuden seurantataulukko

Liite 9. Sokkelin kosteusmittausraportti

Liite 10. Ryömintätilan suhteellinen kosteus ja lämpötila kuvaajat

Liite 11. Alapohjarakenteen leikkauskuvat

Liite 12. Ilmanvaihdon parantaminen

Liite 13. Kosteuden hallinta

Liite 14. Alapohjan lisäeristäminen

**ASUNTO OY UKONRIVI
UKONKIVENPOLKU 1-5
01610 VANTAA**

**PIHANTASAUS- JA KUIVATUSSUUNNITELMA
MAANRAKENNUSTYÖSELITYS
13.08.2005**

**ASUNTO OY UKONRIVI
UKONKIVENPOLKU 1-5
01610 VANTAA**

**PIHANTASAUS- JA KUIVATUSSUUNNITELMA
MAANRAKENNUSTYÖSELITYS
13.08.2005**

1 MAANRAKENNUSTYÖT

10 Yleistä

Asunto Oy Ukonrivin pihantasaus- ja kuivatussuunnitelman toteuttamisessa noudatetaan tätä työselitystä sekä liitteenä olevaa suunnitelmakarttaa.

Mikäli maanrakennustyöselityksestä liitteineen puuttuu jokin työsuorituksen määrittely, noudatetaan Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000, Talonrakennuksen maatyöt (Maa RYL 2000) esitettyä työtapaa.

Urakkaan sisältyy kaikki kuivatusputkistojen ja kaivojen hankinta maanrakennustöineen suunnitelmakartalla esitetystä laajuudesta.

Alue luovutetaan urakoitsijalle siinä kunnossa, kuin se on urakkasopimuksen tekohetkellä.

Urakkasuoritus käsittää kuivatusputkistojen ja pinnantasauksen rakennustyön siten, että se hyväksyttävään käyttökuntoon saatettuna ja täysin valmiina voidaan sopimuksessa sovittuna ajankohtana luovuttaa rakennuttajalle.

Tässä työselityksessä ja liitepiirustuksissa mainitut materiaalit ja tarvikkeet sekä työt sisältyvät urakkaan.

Urakoitsijalle kuuluu myös rakennusaikaisen työssä tarvittavan veden, sähkön ja lämmön toimittaminen kustannuksellaan rakennuspaikalle.

Rakentamisessa käytettävien materiaalien ja tarvikkeiden tulee täyttää niille asiakirjoissa, normeissa ja ohjeissa esitetyt vaatimukset.

Urakoitsija hankkii ja kustantaa urakkasuorituksessa tarvittavat koneet, työvälineet ja laitteet. Niiden tulee olla ko. työhön tarkoituksenmukaisia täyttäen kaikki työturvallisuusvaatimukset.

Kaikki mitat asetetaan siten, että ne ovat helposti luettavissa.

Urakoitsija vastaa mittausten oikeellisuudesta.

Viralliset mittapisteet on säilytettävä koko rakennustyön ajan siten, että voidaan tarvittaessa tarkistaa mitoituksen oikeellisuus.

Suunnitelman korkeudet on sidottu N43-tasoon. Korkeuskiintopisteinä käytetään työn aikana suunnitelmakartalla esitettyjä sokkelikorkeuksia (=tiilen alapinnan korkeus).

Urakoitsija laatii rakennustyön aikana tarkepiirustuksen urakkaan kuuluvien putkijohtojen sijainnista tontilla. Putkijohdoista esitetään myös korkeustiedot. Tarkepiirustuksen kustantaa urakoitsija.

Kaikki työselityksessä ja liitepiirustuksissa mainitut tarvikkeet, työt ja veloitteet kuuluvat urakkaan. Myös sellaiset suoritukset, joita ei ole mainittu asiakirjoissa, mutta jotka yleisen tavan mukaan kuuluvat normaaliin rakennustyöhön on suoritettava urakkaan kuuluvana.

Urakoitsija vastaa kaikista rakennussuorituksen aiheuttamista vaurioista ja vahingoista myös rakennusalueen ulkopuolella ja on velvollinen järjestämään kustannuksellaan ennako- ja jälkikatselmukset.

Urakoitsija hankkii ja asentaa yleisen työturvallisuuden vaatimat varoitusta- ja opastemerkit suojapuomeineen.

101 Maaperätutkimukset

Työtä varten ei ole suoritettu maaperätutkimusta.
Rivitalot on perustettu teräsbetonisten tukipaalujen varaan. Rakennusten alla on tuulettuva ilmatila. Alueen pohjamaa on savikkoa.
Rakennuspaikkaa on nostettu täytemaalla.

11 Raivaus ja purku

110 Yleistä

Rakennustyö suoritetaan siten, ettei tarpeettomasti aiheuteta vaurioita säilytettävälle puustolle tai pensaille. Säilytettävä puusto ja pensaat suojataan tarvittavilta osiltaan ennen työn alkua.

Urakoitsija poistaa maanrakennustöiden yhteydessä poistettavat puut ja pensaat, jotka sijaitsevat rakennettavien putkijohtojen paikalla sekä istuttaa ne uudelleen sovittavaan paikkaan.

12 Maankaivu

120 Yleistä

Urakoitsijan on ennen rakennustyön aloittamista varmistuttava alueella sijaitsevien johtojen, kaapeleiden ym. maanalaisten rakenteiden

sijainnista. Kaapeleista ja putkistoista tulee pyytää näyttö ennen kaivutöitä. Urakoitsija vastaa ko. laitteille ja rakenteille mahdollisesti aiheutuvista vioista.

Maankaivu suoritetaan siten, että kaikki suunnitelman mukaiset putkijohdot kaivoineen piha- ja liikennealueella voidaan rakentaa.

Kaivannon pohjalta putkien perustamistasossa poistetaan kaikki eloperäinen maa-aines, mahdolliset rakennusjätteet, kivet ja kannot sekä eloperäinen aines ennen pohjan tasausta kivettömällä soralla.

Rakennusalueen ulkopuolella urakoitsijan tulee saattaa vaurioituneet kohteet alkuperäiseen, niiden haltioiden hyväksymään kuntoon.

Urakoitsija huolehtii kaivantojen kuivana pidosta työn aikana.

121 Pintamaan poisto

Pintaa muotoillaan Ukonkiventien puolella tulokäytävälle rakennettavien sadevesikaivojenkohdalla sekä itäpuolella sorapintaisella tiellä.

126 Kanaalikaivu

Rakennustöihin sisältyy kaikki rakennettavien piha-alueen kuivatusputkistojen sekä kattovesiputkistojen edellyttämä kanaalikaivu täyttö- ja tiivistystöineen.

Kaivutyössä tulee huomioida työturvallisuusohjeet.

128 Kaivumaiden kuljetus

Ylimääräiset kaivumassat, joita ei voida rakennusalueella käyttää, urakoitsija kuljettaa pois kustannuksellaan kaatopaikalle tai hankkimalleen läjitysalueelle.

13 Louhinta

Johtolinjojen rakennustyössä ei ole kallionlouhintaa.

15 Putkijohdot

150 Yleistä

Suunnitelmakartalla 2269.1 on esitetty rakennettavat sadevesiviemärit ja salaojat kaivoineen ja putkien korkeustietoineen.

151 Salaojat

Rakennusten salaojat sekä laskuojan puolelle nurmialueelle rakennettavat salaojat rakennetaan muovisesta tuplaputkesta, luokka T8, putkikoko 110/95. Salaojan tarkastuskaivona käytetään muovikannella varustettua salaojakaivoa 315M esim. Uponor.

152 Sadevesiviemärit

Piirustuksessa 2269.1 esitetyt piha-alueen sadevesiviemärit rakennetaan T8-luokan muovisesta sadevesiviemäriputkesta esim. Uporen tai vastaava. Putkien ulkohalkaisija on suunnitelmakartalla esitetyn mukaisesti 110, 160 tai 200 mm.

Rakennusten itäpuolella sijaitsevan sorapintaisen ajotien laskuojan puoleisen reunan läheisyyteen nurmialueelle asennetaan salaojaputki 110/95 M salaojituskerroksineen (ympäri suodatinangas) suunnitelmakartan mukaisesti. Korkeudet on esitetty suunnitelmakartalla.

Sadevesikaivoina ja sadeveden tarkastuskaivoina käytetään tehdasvalmisteisia 400/315 mm muovisia, **lietepesällä** (syvyys vähintään 500 mm tai tilavuus vähintään 150 l) varustettuja kaivoja. Kaivoissa tulee olla teleskooppiputki du 315 mm sekä siiviläkansisto tai umpikansisto 400 kN suunnitelmakartalla esitetyn mukaisesti. Kaikki sadevesikaivot (siiviläkannelliset kaivot) varustetaan jäätymissuojalla. Umpikannellinen sadeveden tarkastuskaivo varustetaan välikannellisella kansistolla 400kN.

Kaikki kaivot ympäröidään 2-kertaisella muovikalvolla sekä soralla valmistajan ohjeen mukaisesti. Kaivojen teleskooppiannokset asennetaan siten, että kansiston ja nousuputken välissä on laskeutumisvaraa vähintään 300 mm valmiista kannen asennuskorkeudesta. Teleskooppiputken alapää asennetaan putkien yläpuolelle siten että putket ovat nähtävissä.

154 Kattovesiviemärit

Syöksytorvilta tulevat kattovedet johdetaan rännikaivon kautta sadevesiviemäriin. Purkuputkisto rännikaivolta sadevesiviemäriin rakennetaan suunnitelmakartalla 2269.1 esitetyn mukaisesti T8-luokan muoviputkesta 110 M. Putki asennetaan vähintään 1,0 m syvyyteen sekä vähintään 1 % kaltevuuteen (jos putken korkeuksia ole suunnitelmakartalla esitetty). Kattovesikaivolta tuleva putki 110 M yhdistetään kattoveden kokoojaputkeen muhvihaaralla 45° tai suoraan sadevesikaivoon, mikäli se on lähellä.

155 Vesijohto ja jätevesiviemäri

Nykyiset rakennetut vesijohdot ja jätevesiviemärit piha-alueella jäävät toimintaan.

16 Täyttö ja tiivistys

Täyttö ja tiivistystöissä noudatetaan MaaRYL 2000:n määräyksiä.

Tontin nykyiset maanpinnan korkeudet on esitetty suunnitelmakartalla piirustuksessa 2269.1.

165 Täyttö rakennusalueella

Erityistä huomiota tulee kiinnittää johtokaivantojen tiivistykseen, ettei se aiheuta pihan pintaan painumia. Johtokaivantojen täyttö ja tiivistys sorapintaisilla alueilla rakennekerrosten alapintaan saakka suoritetaan kaivumailla (maakaivanto). Nykyiset rakennekerrokset tiivistetään kaivannon pintaan pohjamaahan sekoittamatta.

Rakennusten itäpuolella nurmialueelle asennettava salaoja ympäröidään salaojajoituserroksella, vesijuoksusta ylöspäin vähintään 200 mm paksulla, rakeisuusvaatimukset täyttävällä salaojasoralla tai sepelillä, raekoko 6-32 mm. Salaojasora erotetaan pohjamaasta ja täytöstä ympäriinsä suodatinkankaalla.

Rakennuksen ympärille asennettava salaoja 110/95M salaojaputki ympäröidään salaojituskerroksella (sepelillä, raekoko 6-32 mm). Salaojituskerroksen materiaalmäärän tulee olla vähintään 0,3 m³/m. Salaojituskerros nostetaan sokkelin vieressä maanpintaan saakka 0,15 m levyisenä kaistana (asennuksessa käytetään apuna esim. rakennuslevyä). Salaojituskerros ja kaivannon täyttö erotetaan toisistaan suodatinkankaalla kl II, joka ulotetaan myös salaojan alle (kts. periaatepiirros 5/2269). Sokkeliin kiinnitetään patolevy, joka ulotetaan salaojakaivannon pohjasta maanpintaan saakka. Kiinnitys sokkeliin tehdään valmistajan ohjeen mukaan.

Kaikki rakennustyössä mahdollisesti tarvittavan täytemateriaalin hankinta johtokaivantoon sisältyy urakkaan.

17 Rakennusalueen pintarakenteet

170 Yleistä

Nykyistä pihan pintaa muotoillaan lähinnä Ukonkivenpolun puolella asennettavien sadevesikaivojen (2 kpl) läheisyydessä. Piha leikataan kaivoon tasaisesti kallistuvaksi noin 3 m matkalla (kaltevuus noin 2 %). Rivitalojen itäpuolella ajotien pintaa höylätään siten, että pinta viettää laskuojan suuntaan vähintään 2 %.

171 Nurmikot, istutukset ja puusto

Nurmialue tasataan ja nurmetetaan, mikäli se työn aikana vaurioituu. Pinnantasaus suoritetaan siten, että se luontevasti liittyy ympäröivään alueeseen. Rakennuksen ympäristössä ja salaojakaivantojen läheisyydessä olevia istutettuja puita pyritään säilyttämään mahdollisuuksien mukaan. Lisäksi nykyisiä puita ja pensaita pyritään istuttamaan uudelleen, mikäli ne ovat putkijohtojen työalueella, huoneiston omistajan osoittamaan paikkaan.

172 Piha- ja liikennealueen rakennekerrokset

Uuden liikennöitävän sorapintaisen piha-alueen rakentamista ei sisälly urakkaan.

174 Laatoitukset ja kiviverhoukset

Nykyisiä sisäpihojen betonilaatoituksia joudutaan poistamaan johtokaivantojen kohdalta ja asentamaan uudelleen. Laatoitusten alle tehdään tasauskerros muuraushiekasta 0-6 mm, tiivistetyn kerroksen paksuus n. 40 mm. Asennuksen jälkeen saumat lakaistaan kuivaa saumaushiekkaa 0-1 mm täyteen vesihuuhtelua avuksi käyttäen. Suurin sallittu epätasaisuus valmiissa pinnassa on 5 mm 2 metrin matkalla. Asennusohjeita on esitetty esim. Kunnallisteknisten töiden yleisessä työselityksessä 97 (julkaisija Suomen Kuntaliitto).

181 Pihaportit

Huoneistojen sisääntulokäytävällä pihaportin tiiliseinän puoleinen pystypylväs tulee irrottaa putkikaivannon kaivutyön ajaksi. Pystypylväs asennetaan paikalleen entisellä tavalla, hyvän rakennustavan mukaisesti.

SEIGEO OY

Seppo Andsten

PIIRUSTUKSET JA LIITTEET:

2269.1	Suunnitelmapaketti 1:200
1/2269	Yleiskartta
2/2269	Kiviainesten rakeisuusohjeet
3/2269	Rakennekerrosten tiiviyysvaatimukset
4/2269	Ukonkivenpolku, katusuunnitelmapaketti 1:500
5/2269	Salaojitus, periaatepiirros



KATTOVESIPUTKET ASENNETAAN SAMAN KALTEVUUTEEN SALAOJIA-PUTKEN 110/95M KANSSA. KALTEVUUS VÄH. 1,0% (ELLEI KORKEUKEMÄÄ)

SALAOJAPUTKI NS. TUPLAPUTKI 110/95M

KATTOVESIPUTKI RÄNNIKÄIVOLTÄ 110M-T8 (Uporen tai vast)

KATTOVESIEN JA SADEVESIEN PURKUIVEMÄRI 110M, 160M tai 200M-T8 (Uporen tai vast)

SALAOJAN TARKASTUSKAIVOT 315M, MUOVIKANSI, KANSI MAANPINTA-200mm

SADEVESIEMÄRIN TARKASTUSKAIVOT 400/315M, KANSI VALURAUTAA 400 KN

SALAOJAN PURKUPUTKEN PÄÄHIN TARKASTUSKAIVONSSA 400M ASENNETAAN PALLOPADOTUSVENTTIILI

SALAOJAN YMPÄRILLE SEPELI 6-32 mm, MÄÄRÄ VÄH. 0,3m³/jm

SEPELI YMPÄRISTÖÄN SUODATINKANKALLA YMPÄRINSÄ, SOKKELIA VASTEN PATOLEVY KAIVANNON YLÄÖSÄ TÄYTETÄÄN KAIVAMALLA

HUOM. KATTOVESIPUTKEA EI SAA YHDISTÄÄ SALAOJAPUTKISTOON (EI PUTKEN TAI SALAOJAN TARKASTUSKAIVON)

KOZA KAIVOKSELA	KORTTELI/ALA 10	TONTTI/PIN 1-3	KÄYNNINLUOVAN TUNNUS
TUENREKISTERI PERUSKORJAUS			PIIRUSTUSKÄSI JOKI
KÄYNNISKIRJEEN NIMI JA OSOITE ASUNTO OY UKONRIVI UKONKIVENPOLKU 1-5 01610 VANTAA			PIIRUSTUKSEN SUOJIN KUIVAUSSUUNNITELMA 1:200
	SIVUALA GEO	TYÖ N:o 2269	PIIRIN 1
	PIIRIN 13.08.2005	MITTAUKS SEPPÖ ANDSTEN	MUUTOS



16137

4.14 Rakennekerrokset

4.141 Suodatinkerros

Laatuvaatimukset

Valmiilta suodatinkerrokselta vaaditaan seuraavat tiivysarvot:

	Laatuluokka	
	I	II
Pienin sallittu keskimäär. tiivysaste	%	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 90

Puolet näytteistä saa alittaa keskiarvovaatimuksen.

4.142 Jakava kerros

Laatuvaatimukset

Valmiilta jakavalta kerrokselta vaaditaan seuraavat tiivys- tai kantavuusarvot:

	Laatuluokka	
	I	II
Pienin sallittu keskimäär. tiivysaste	%	≥ 95
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m ²	E ₂ ≥ 90
Suurin sallittu keskimäär. kantavuussuhde *)	E ₂ /E ₁	≤ 2,2

*) Saa olla suurempi, jos E₁-arvo on vähintään 50 % vaaditusta E₂-arvosta

4.143 Kantava kerros

Laatuvaatimukset

Valmiilta kantavalta kerrokselta vaaditaan seuraavat tiivys- tai kantavuusarvot:

	Laatuluokka	
	I	II
Pienin sallittu keskimäär. tiivysaste	%	≥ 95
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m ²	E ₂ ≥ 120
Suurin sallittu keskimäär. kantavuussuhde *)	E ₂ /E ₁	≤ 2,2

*) Saa olla suurempi, jos E₁-arvo on vähintään 50 % vaaditusta E₂-arvosta

4.2 RAKENNUSPOHJAN TÄYTÖT

4.21 Perustusten ja lattian alustäytöt

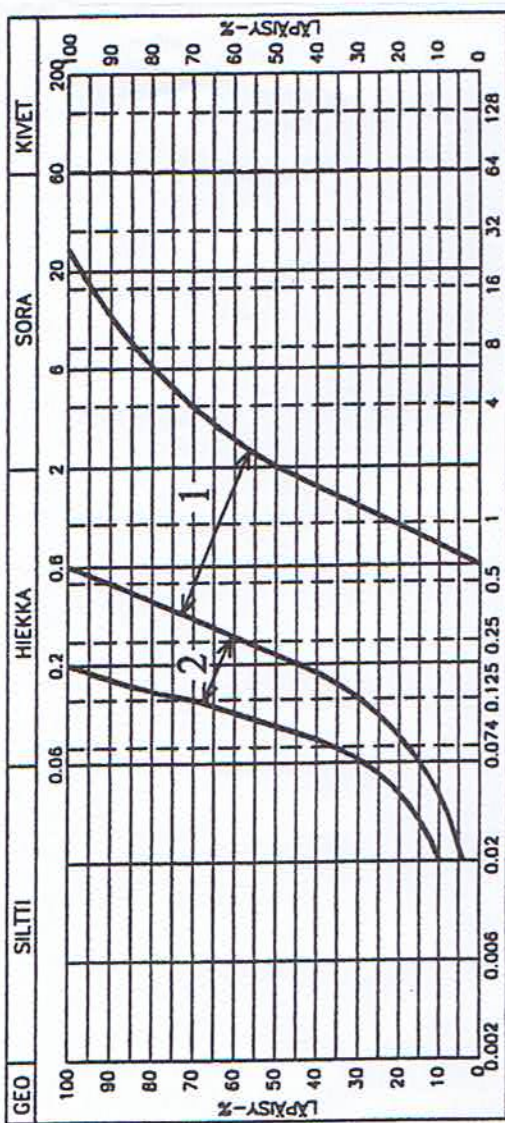
Laatuvaatimukset

Valmiilta perustusten alustäytöiltä vaaditaan seuraavat tiivys- tai kantavuusarvot:

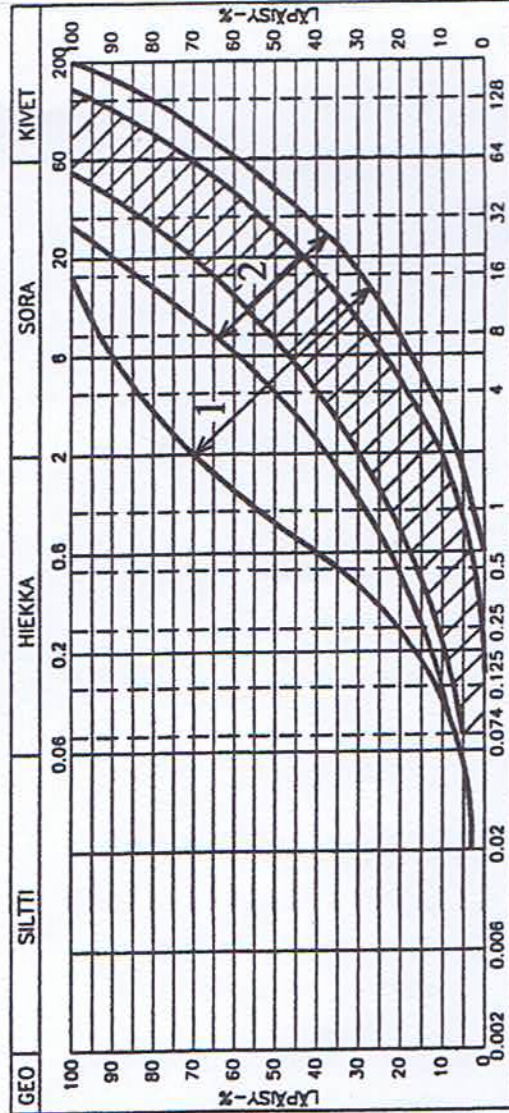
	Laatuluokka		
	I	II	III
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 97	≥ 95
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m ²	E ₁ ≥ 60	E ₁ ≥ 50

Valmiilta maanvaraisen lattian alustäytöiltä vaaditaan seuraavat tiivys- tai kantavuusarvot:

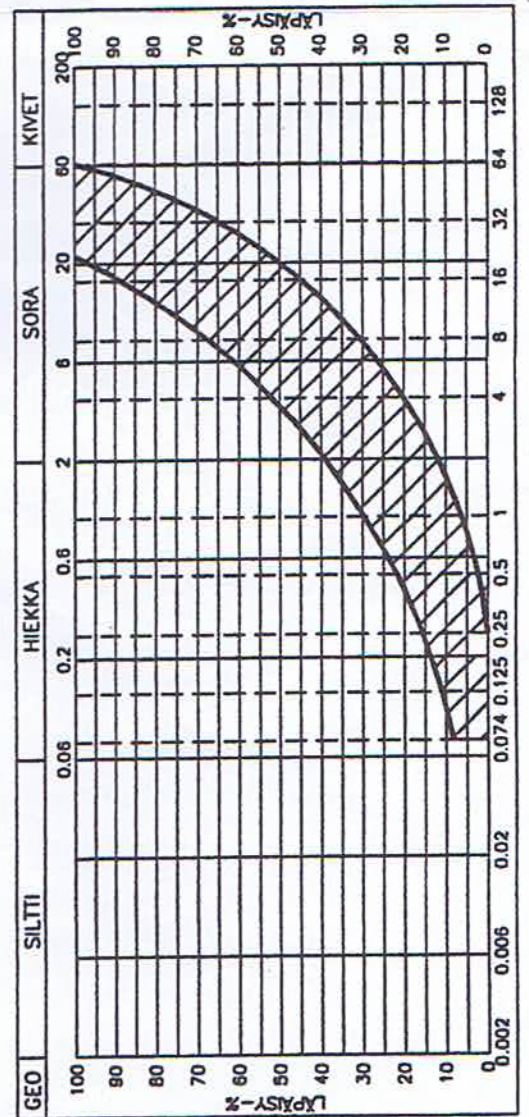
	Laatuluokka		
	I	II	III
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 93	≥ 90
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m ²	E ₁ ≥ 50	E ₁ ≥ 40



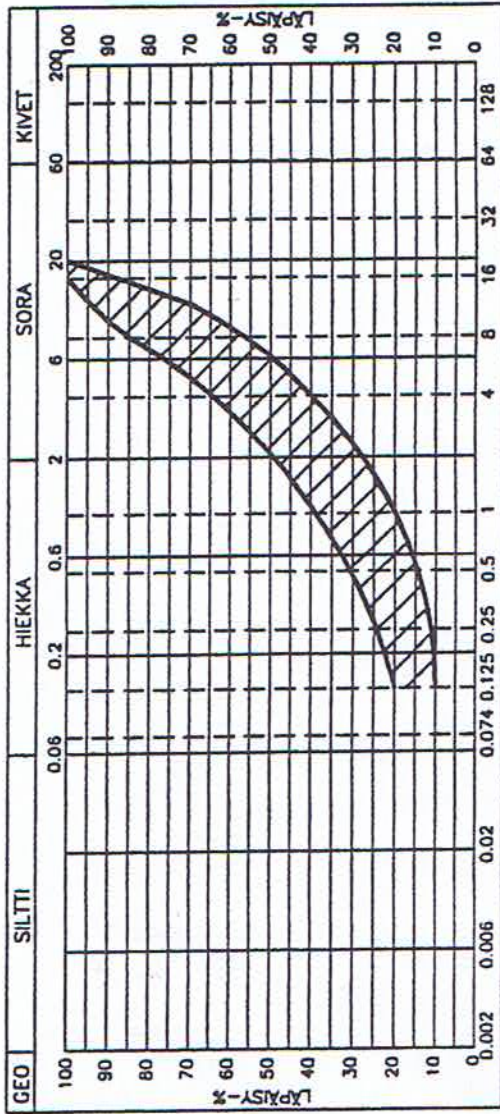
Kuva 13. Suodatinkerroksen materiaalin rakeisuusohjealue.



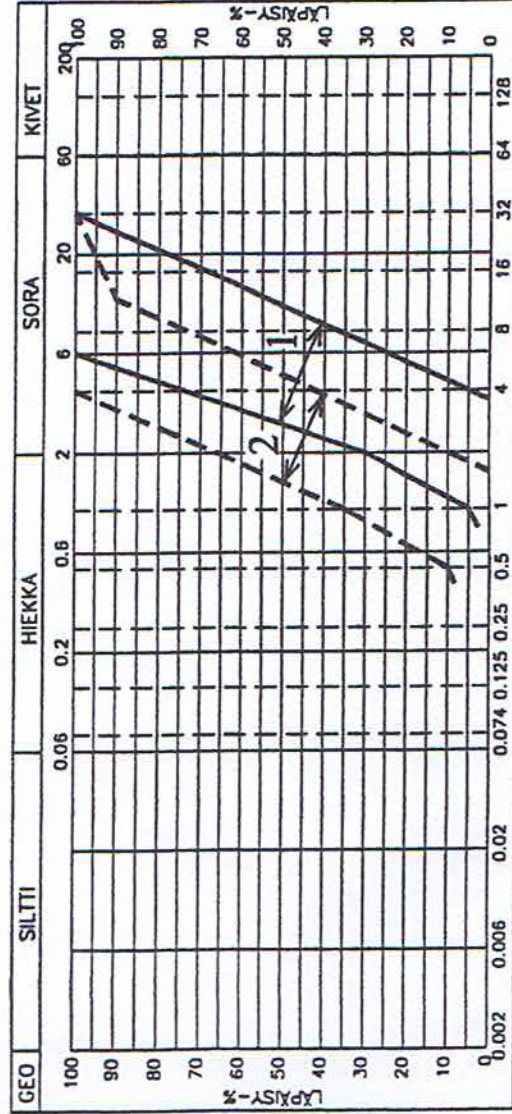
Kuva 14. Jakavan kerroksen materiaalin rakeisuusohjealue. Alue 1 on käytettävän sora- ja alue 2 käytettävän murskeen rakeisuus. Rasteroitu alue on suositeltavin.



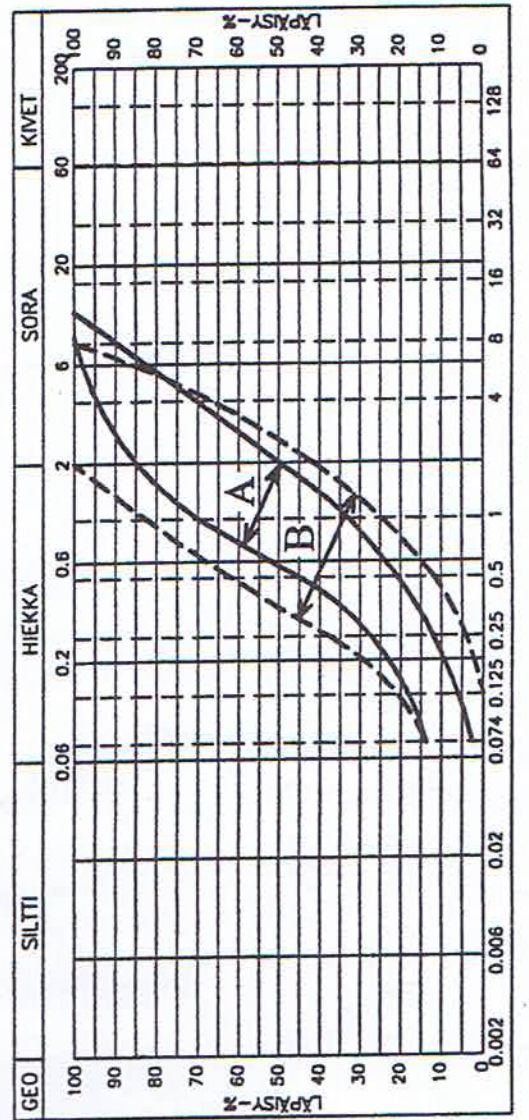
Kuva 15. Kantavan kerroksen materiaalin rakeisuusohjealue.



Kuva 43. Murskepäälysteen rakeisuusohjealue.

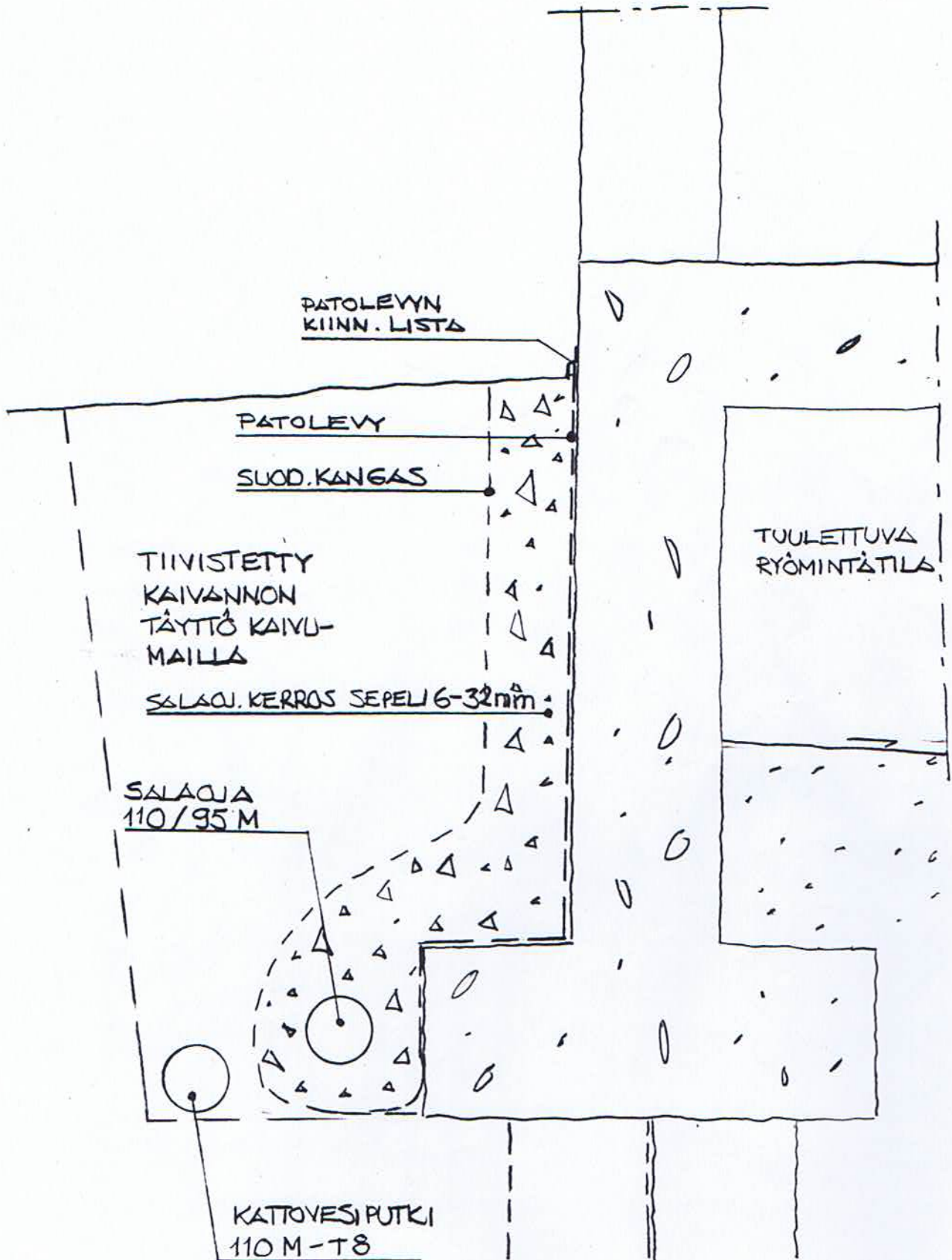


Kuva 33. Rakennuspohjan salaojitusoran rakeisuusohjealue. Alueen 1 materiaalia käytetään, kun pohjavedenpintaa lasketaan tai vettä saattaa virrata sivuilta runsaasti rakennuspohjaan. Alueen 2 materiaalia käytetään normaalityypisissä pohjavedenpinnan yläpuolisessa salaojituksessa.



Kuva 44. Asennushiekkan (A) ja saumaushiekkan (B) rakeisuusohjealueet.

SALAOJITUS, PERIAATEPIIRROS 1:10



URAKKATARJOUSPYYNTÖ

Pyydämme urakkatarjoustanne liitteenä olevien asiakirjojen mukaisesti Asunto Oy Ukonrivin pihantasaus- ja kuivatussuunnitelman maanrakennustyöstä Vantaan Kaivokselassa.

Urakkaan sisältyy maanrakennustyöt kiviainesmateriaaleineen ja tarvikkeineen täysin valmiiksi rakennettuna.

Pihantasaus- ja kuivatussuunnitelma toteutetaan kesän 2006 aikana, vain talon 5 piha-alueen osalta. Suunnitelmakartalla on esitetty urakkarajat. Rakennuttaja voi toteuttaa työt myös talojen 1 ja 3 osalta, riippuen urakkatarjouksista. Urakoitsija voi esittää tarjouksessaan myös oman aikataulunsa talojen 1 ja 3 osalta.

Rakennusurakassa noudatetaan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998), Urakkasopimus laaditaan lomakkeelle RT 80 260.

Rakennustyö tulee suorittaa siten, että se aloitetaan aikaisintaan elokuun 1 päivänä 2006 sekä siten suoritettuna, että työ on täysin valmis syyskuun 15 päivänä 2006.

Tarjous laaditaan asiakirjojen mukaisesti liitteenä oleville tarjouslomakkeille.

Tietoja rakennuskohteesta antaa tarvittaessa As Oy Ukonrivin puolesta Juhani Ketoja, puh. 050-3039507.

Tarjous tulee jättää viimeistään _____kuun ____päivään 2006 klo 16.00 mennessä.

Kuoreen merkintä ”**As Oy Ukonrivi pihatarjous**”

Vantaa, _____kuun _____päivänä 2006

Asunto Oy Ukonrivi
Ukonkivenpolku 1-5
01610 VANTAA

puolesta _____

ASUNTO OY UKONRIVI

UKONKIVENPOLKU 1-5
01610 VANTAA

PIHANTASAUS- JA KUIVATUSSUUNNITELMA
MAANRAKENNUSTYÖT

URAKKATARJOUS

Urakkatarjouspyyntöönne viitaten tarjoudumme suorittamaan Vantaan Kaivokselassa sijaitsevan As Oy Ukonrivin pihantasaus- ja kuivatussuunnitelman maanrakennustyöt 13.08.2005 päivätyn työselityksen ja sen liitteenä olevien piirustusten ja asiakirjojen mukaisesti. Rakennustyö suoritetaan siten, että se sovittuna valmistusajankohtana voidaan vastaanottaa rakennuttajalle.

1. Pihantasaus- ja kuivatussuunnitelmaan liittyvät maanrakennustyöt hankintoineen ja asennuksineen täysin valmiiksi kokonaishintaan

1.1 Talo 1

- ilman arvonlisäveroa _____ €
- arvonlisäveroineen _____ €

1.2 Talo 3

- ilman arvonlisäveroa _____ €
- arvonlisäveroineen _____ €

1.3 Talo 5

- ilman arvonlisäveroa _____ €
- arvonlisäveroineen _____ €

Aliurakoitsijat: _____

Rakennustyön aikainen vakuus:

Vastaava työnjohtaja: _____

Lisätietoja:

Urakkatarjouksemme on voimassa ____ / ____ 2006 saakka

Paikka ja aika

_____, _____ kuun ____ päivänä 2006

Urakoitsija _____

Postiosoite _____

Puhelin _____

560

As Oy Ukonrivi

Ukonkivenpolku 1, 3 ja 5

Lausunto savinäytteistä

13.3.2011



HKM Infra Oy

Tehtävä ja tutkimuksen tavoite

Suoritimme As Oy Ukonrivin toimeksiannosta laboratorionkokeita rivitalojen rakennuspaikasta otetuille maanäytteille. Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida maa-aineksen kapillaarisuus, vedenjohtavuus sekä pihojen painuminen jos pohjavesipintaa alennetaan.

Tehdyt maastotutkimukset

Tilaaajan toimesta tehtiin jokaisen rivitalon holvitilaan, keskimuurin viereen, yksi koekuoppa. Koekuopista otettiin häiriintyneet maanäytteet ja näytteet toimitettiin HKM Infra Oy:n maalaboratorioon tutkittavaksi. Koekuoppien paikat on esitetty tilaaajan toimittamalla sijaintikartalla.

Tutkimustulokset

Kaikista näytteitä tutkittiin rakeisuus ja määritettiin maalaji areometrikokeen avulla. Tutkittu maa-aines vaihteli laihasta savesta saviseen silttiin. Näytteistä tutkittiin tämän lisäksi vesipitoisuus, joka vaihteli välillä 25,0 - 34,5 %. Yhdestä näytteestä määritettiin vedenläpäisevyys joustavaseinämaisellä vedenläpäisevyyslaitteistolla. Vedenläpäisevyys oli $7,67 \times 10^{-11}$. Tutkimustulokset on esitetty liitteissä 560/V1, A1-A3 ja K1.

Painumat

Pohjaveden pinnan tasoa on seurattu tilaaajan toimesta. Painumalaskelmissa pohjaveden pinnan tasoksi valittiin ylin mitattu taso seuraavasti. Talo 1: 1,15 m maanpinnasta, talo 3: 1,25m maanpinnasta ja talo 5: 1,2m maanpinnasta. Pehmeän kokoonpuristuvan maakerroksen paksuutena laskelmissa käytettiin paalutussuunnitelmassa esitettyä suurinta paalunpituutta, joka oli 11 metriä. Tuloksia on syytä pitää suuntaa antavina, koska ne perustuvat vain yhdeltä syvyydeltä otetun näytteen vesipitoisuuteen. Lisäksi on oletettu, että holvitilan pohjasta otetun näytteen vesipitoisuus vastaa ulkopuolisen pohjamaan vesipitoisuutta.

Pohjavedenpinnan alentaminen aiheuttaa pihojen painumista. Painumia arvioitiin vesipitoisuuteen perustuvalla laskentamenetelmällä. Kokonaispainumat muodostuivat seuraaviksi eri pohjavedenpinnan alentamistasoilla.



Vesipitoisuuteen perustuva painumalaskelma pisteessä 1 (talo 1)

Pohjaveden pinnan alentaminen	Painuma [mm] 2. vuonna	Painuma [mm] 10. vuonna	Kokonaispainuma [mm]
1 m	-	-	47
1,5 m	-	-	67
2,0 m	-	-	87
2,5 m	-	-	105

Vesipitoisuuteen perustuva painumalaskelma pisteessä 2 (talo 3)

Pohjaveden pinnan alentaminen	Painuma [m] 2. vuonna	Painuma [m] 10. vuonna	Kokonaispainuma [mm]
1 m	-	-	57
1,5 m	-	-	82
2,0 m	-	-	106
2,5 m	-	-	128

Vesipitoisuuteen perustuva painumalaskelma pisteessä 3 (talo 5)

Pohjaveden pinnan alentaminen	Painuma [m] 2. vuonna	Painuma [m] 10. vuonna	Kokonaispainuma [mm]
1 m	-	-	65
1,5 m	-	-	94
2,0 m	-	-	120
2,5 m	-	-	146



Johtopäätökset tutkimustuloksista

Kaikkien näytteiden maalaji on erittäin kapillaarista. Tutkitun saven ja savi-siltin kaltaisen maa-aineksen kapillaarinen nousu on jopa 10-12 metriä. Mikäli holvitilaan haluttaisiin kuivakuoren kaltaiset kosteusolosuhteet, edellyttäisi se merkittävää pohjaveden pinnan alentamista, mikä ei olisi käytännössä taloudellisesti kannattavaa toteuttaa.

Vapaan veden kertyminen holvitilaan saadaan oikein toteutetulla salaojituksella estettyä, koska pinta- ja pohjaveden virtaussuunta kääntyy holvitilan sijasta salaojiin. Kuivuminen on kuitenkin hidasta, koska pohjamaan saven vedenläpäisevyys on erittäin pieni. Tämän vuoksi vettä johtavan kerroksen ulottaminen holvitilasta anturan alta salaojiin on erittäin tärkeää. Mikäli salaojitus toteutetaan vain sokkelin ulkopuolisena, eikä sokkelin alla ole poistumisreittejä vedelle, kuivuu holvitilan pohja hyvin hitaasti.

Talojen piha-alueet tulevat salaojituksen seurauksena painumaan. Painuman suuruuteen vaikuttaa salaojitussyvyys ja etäisyys salaojiin. Suurinta painuminen tulee olemaan salaojien/sokkelin välittömässä läheisyydessä ja mahdollisten vettä johtavien rakenteiden, kuten putkikaivantojen ym. alueella. Pienestä vedenläpäisevyydestä johtuen salaojan kuivattava vaikutus ei ulotu kovin laajalle, jos pintavesien yhteys valumavesiin säilyy, ja todennäköisesti pohjamaan painuminen rajoittuuakin muutamien metrien etäisyydelle em. alueilta. Asfaltoiduilla alueilla pohjamaan kuivuminen on tehokampaa ja salaojien vaikutus voi ulottua laajemmalle.

Tarkkaa painumisaikaa on hyvin vaikea arvioida tehtyjen tutkimusten perusteella ja koska kyseessä on varsin pieni lisäkuormitus. Kokemukseen perustuvana arviona voidaan kuitenkin todeta, että ensimmäisen kahden vuoden jälkeen painumasta on yleensä tapahtunut noin 30-50% ja kymmenen vuoden jälkeen noin 80%. Painumanopeuden tarkempaa arviointia varten kokoonpuristuvasta kerroksesta tulisi ottaa häiriintymättömiä maanäytteitä ja suorittaa niille ödometrikokeita.

Kauhavalla 13.3.2011



Antti Hakola

geologi





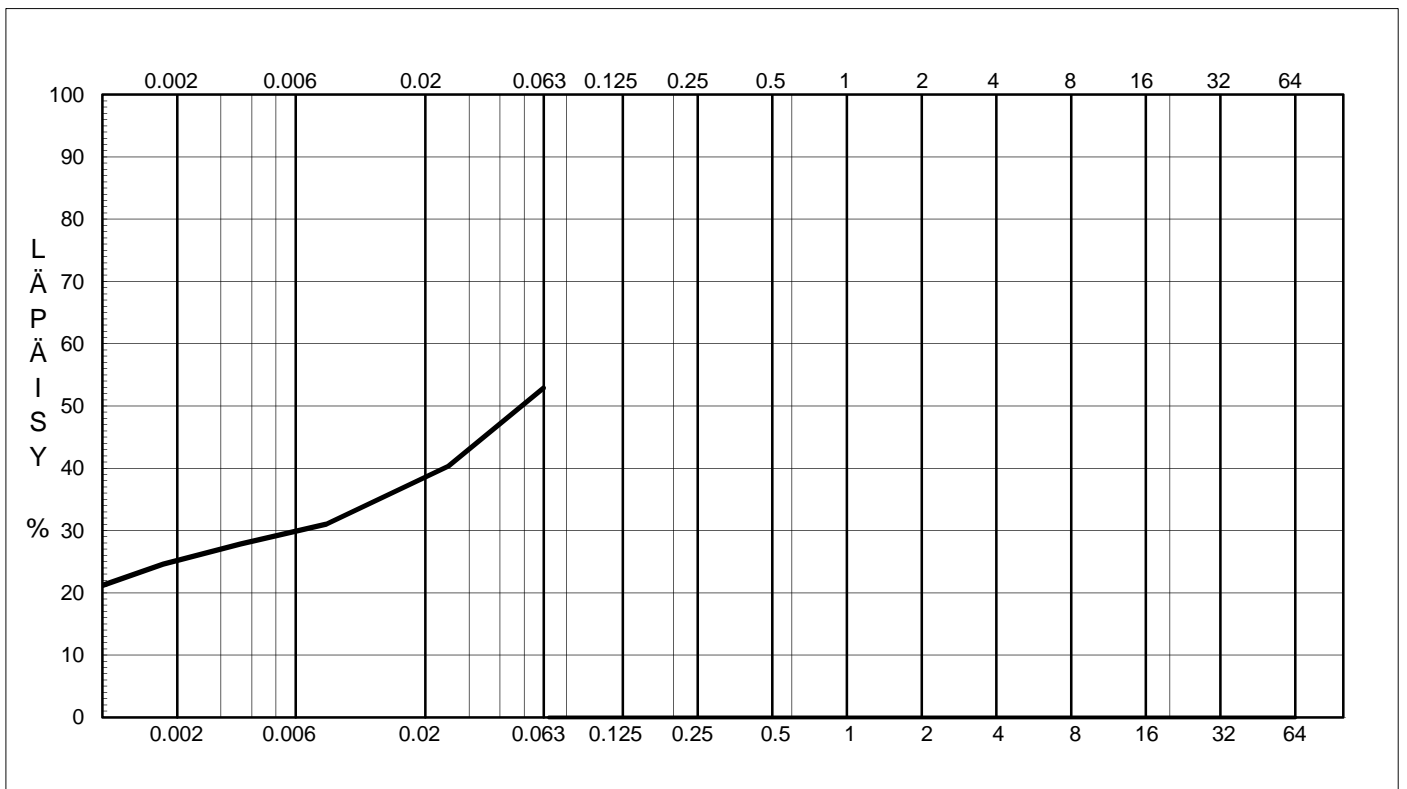
Tilaja	As OY Ukonrivi
Työmaa	Ukonkivenpolku 1
Piste	1
Kerros	
Maalaji	Savi

Rakeisuuden määrittäminen pesuseulonnalla ja hydrometrikokeella (SFS-EN 933-1)

Vesipitoisuus **25,00** %
Tehokas läpimitta D10
Vedenläpäisevyys arvio **1×10^{-10}** m/s

Seula (mm)	Läpäisy (%)
64	0
32	0
16	0
8	0
4	0
2	0
1	0
0,5	0
0,25	0
0,125	0
0,063	0

Areometri (mm)	Läpäisy (%)
0,060	52,9
0,025	40,3
0,0080	31,0
0,0036	27,8
0,00176	24,6
0,000863	20,3



Näytteen ottaja	Tilaja
Näytteen tutki	Antti Hakola
Otto pvm. ja kello	joulukuu 2010



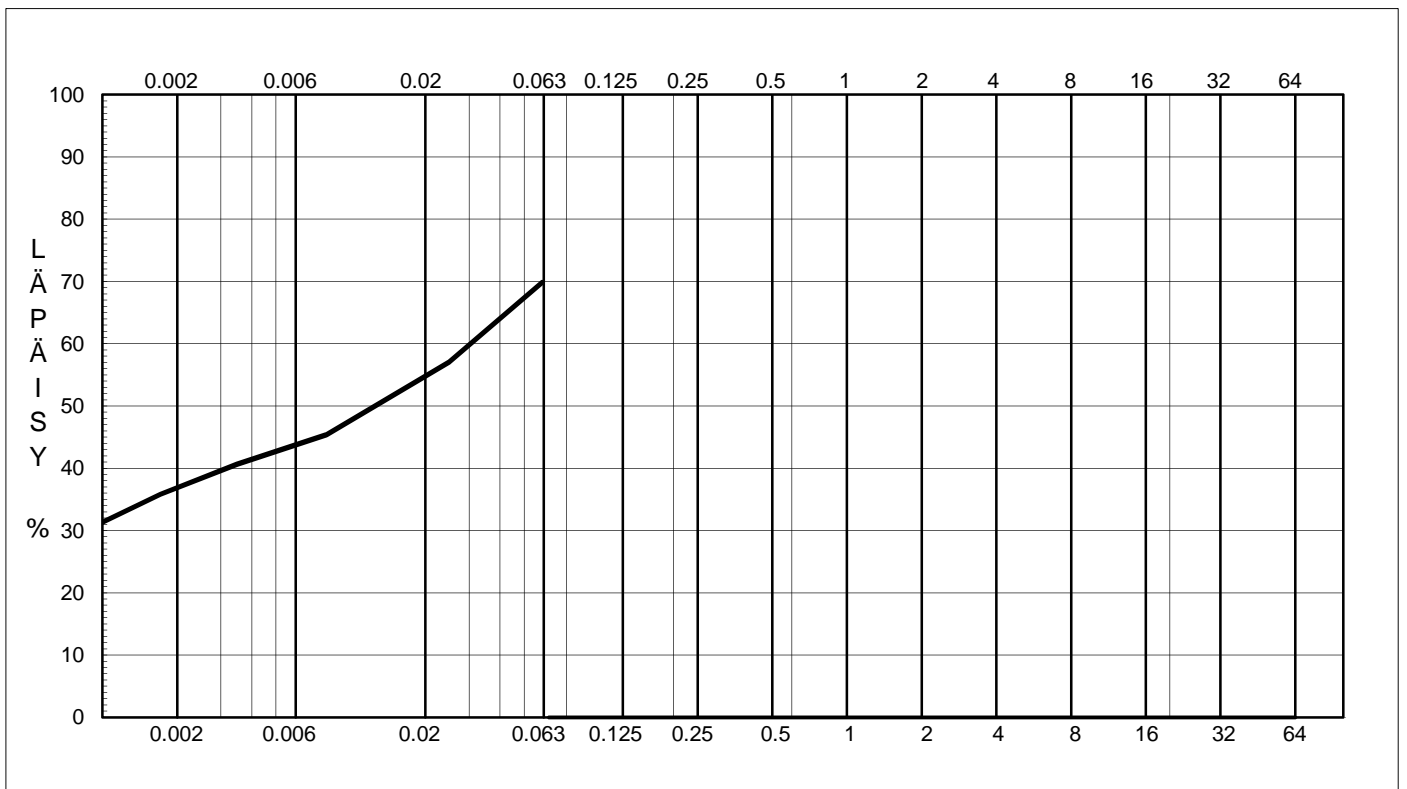
Tilaja	As OY Ukonrivi
Työmaa	Ukonkivenpolku 3
Piste	2
Kerros	
Maalaji	Savi

Rakeisuuden määrittäminen pesuseulonnalla ja hydrometrikokeella (SFS-EN 933-1)

Vesipitoisuus **30,70** %
Tehokas läpimitta D10
Vedenläpäisevyys arvio **1×10^{-11}** m/s

Seula (mm)	Läpäisy (%)
64	0
32	0
16	0
8	0
4	0
2	0
1	0
0,5	0
0,25	0
0,125	0
0,063	0

Areometri (mm)	Läpäisy (%)
0,059	69,8
0,025	57,0
0,0080	45,4
0,0035	40,6
0,00171	35,8
0,000844	29,9



Näytteen ottaja	Tilaja
Näytteen tutki	Antti Hakola
Otto pvm. ja kello	joulukuu 2010



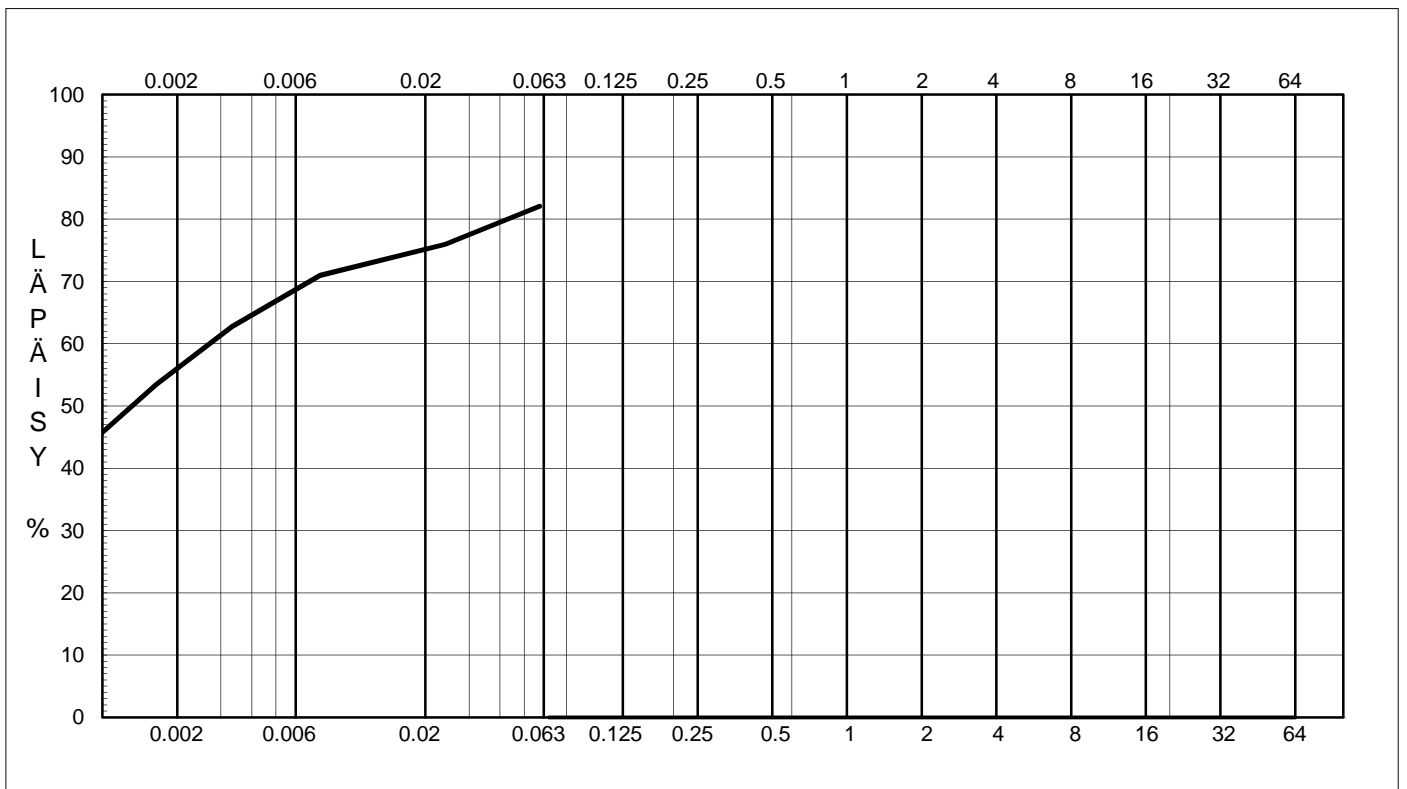
Tilaja	As OY ukonrivi
Työmaa	Ukonkivenpolku 5
Piste	3
Kerros	
Maalaji	Savi

Rakeisuuden määrittäminen pesuseulonnalla ja hydrometrikokeella (SFS-EN 933-1)

Vesipitoisuus **34,50** %
Tehokas läpimitta D10
Vedenläpäisevyys arvio **1x10⁻¹¹** m/s

Seula (mm)	Läpäisy (%)
64	0
32	0
16	0
8	0
4	0
2	0
1	0
0,5	0
0,25	0
0,125	0
0,063	0

Areometri (mm)	Läpäisy (%)
0,058	82,1
0,024	76,0
0,0075	71,0
0,0033	62,7
0,00165	53,4
0,000819	42,7



Näytteen ottaja	Tilaja
Näytteen tutki	Antti Hakola
Otto pvm. ja kello	joulukuu 2010



Tilaaaja
Työmaa
Piste
Kerros
Maalaji

As OY Ukonrivi
Ukonkivenpolku 1, 3 ja 5 Vantaa
1-3
Savi

Piste:	Syvyys m	Maalajiarvio	Näyte märkänä g	Näyte kuivana g	Vettä g	Vesipitoisuus %
Talo 1		Sa	542,6	434,1	108,5	25,0

Piste:	Syvyys m	Maalajiarvio	Näyte märkänä g	Näyte kuivana g	Vettä g	Vesipitoisuus %
Talo 3		Sa	559,2	427,9	131,3	30,7

Piste:	Syvyys m	Maalajiarvio	Näyte märkänä g	Näyte kuivana g	Vettä g	Vesipitoisuus %
Talo 5		Sa	469,30	349	120,3	34,5

Piste:	Syvyys m	Maalajiarvio	Näyte märkänä g	Näyte kuivana g	Vettä g	Vesipitoisuus %

Piste:	Syvyys m	Maalajiarvio	Näyte märkänä g	Näyte kuivana g	Vettä g	Vesipitoisuus %

Huomioitavaa

Näytteen ottaja
Näytteen tutki
Otto pvm. ja kello

Tilaaaja
Antti Hakola
Joulukuu 2010

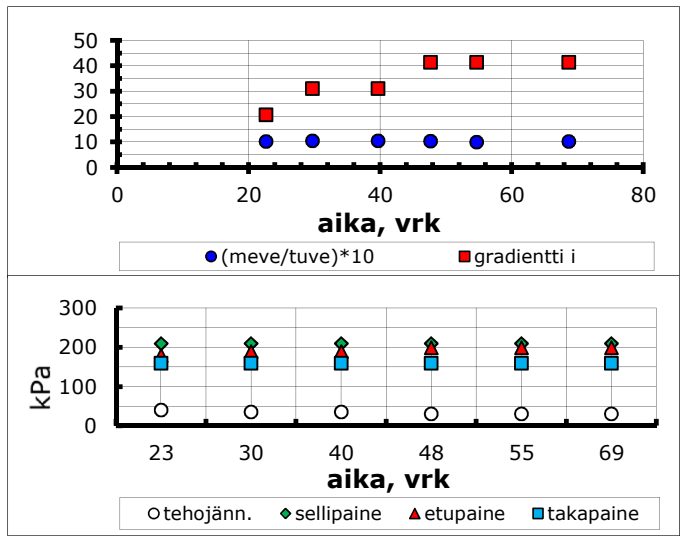
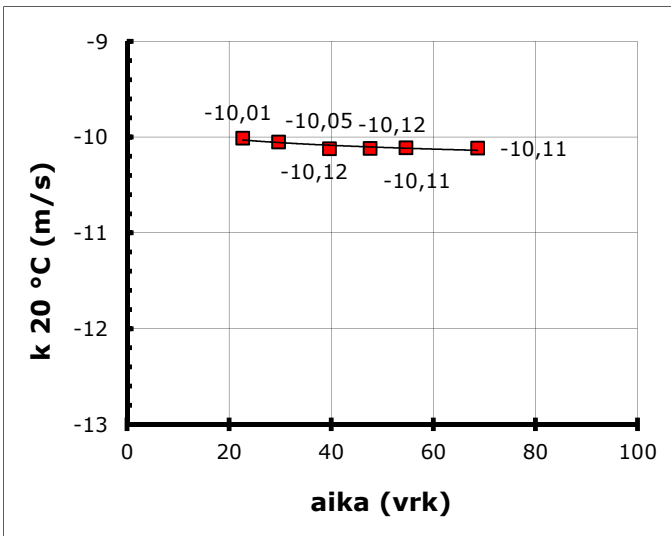
Tilaaja	As OY Ukonrivi
Työmaa	Ukonkivenpolku 1, 3 ja 5 Vantaa
Piste	2
Kerros	
Korkeustaso	
Maalaji	Sa

Vedenläpäisevyyden määrittäminen joustavaseinämäisellä sellillä ASTM D 5084-90

Näytteen valmistus	Laboratoriossa	Maksimikuivatilavuuspaino	
Tiiveys vaatimus		Optimivesipitoisuus %	
k-arvo vaatimus		Sullonta-aste %	

Näytteen indeksiominaisuudet ennen koetta	
Massa, g	1412
Halkaisija, mm	100
Korkeus, mm	105
Vesipitoisuus, %	30,7
Märkäirtotiheys kg/m ³	1713
Kuivairtotiheys kg/m ³	1310
Kyllästysaste %	79,0

Näytteen indeksiominaisuudet kokeen jälkeen	
Massa, g	1370
Halkaisija, mm	100
Korkeus, mm	95
Vesipitoisuus, %	24,0
Märkäirtotiheys kg/m ³	1836
Kuivairtotiheys kg/m ³	1481
Kyllästysaste %	79,8



k 20°C (KA)	-10,12
k 20°C (med)	-10,12
keskihajonta	-12,13
k 4°C (ka)	-10,26

7,653E-11	m/s
7,670E-11	m/s
7,494E-13	m/s
	m/s

Vaativustason täytyminen

Huomioitavaa

Näytteen ottaja	Tilaaja
Näytteen tutki	Antti Hakola
Otto pvm. ja kello	Joulukuu 2010

Alapohja U-arvo

Huoneiston sisäilman lämpötila	20 °C
Ryömintätilan lämpötila	6 °C

Alapohjan rakenne	rakenneosan paksuus [m]	materiaalin lämmönjohtavuus λ	Rakennusosan Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos	Lämpötila	
				rakennekerroksessa ΔT	rakennekerroksessa T	
				[°C]	[°C]	
Rsi			0,17	1,2	18,8	lattiapinnan lämpötila
Parketti	0,02	0,12	0,17	1,2	17,5	
Pintabetoni	0,05	1,7	0,03	0,2	17,3	
Vuorauspaperi	0,005		0,02	0,1	17,2	
Lastuvillalevy	0,1	0,085	1,18	8,6	8,5	
Tiili+ilmarako	0,05		0,21	1,5	7,0	
Kantava betoni	0,16	1,7	0,09	0,7	6,3	
Rse			0,04	0,3	6,0	
			ΣR	1,91		

Rakenteen U-arvo	0,52	$\frac{W}{K * m^2}$
Nykymääräysten mukainen ryömintätilan U-arvo	0,15	$\frac{W}{K * m^2}$

Ulkoseinä tiiliverhous U-arvo

Huoneiston sisäilman lämpötila	20 °C
Ulkoilman lämpötila	-10 °C

Ulkoseinärakenne	rakenneosan paksuus [m]	materiaalin lämmönjohtavuus λ	Rakennusosan Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos	Lämpötila	
				rakennekerroksessa ΔT	rakennekerroksessa T	
				[°C]	[°C]	
Rsi			0,13	1,4	18,6	Seinäpinnan lämpötila
Pintaverhous esim tapetti			0,02	0,2	18,4	
Kantava betoniseinä	0,120	1,7	0,07	0,7	17,7	
Vuorivillalevy	0,100	0,04	2,50	26,1	-8,4	
Tiiliverhous	0,065	0,55	0,12	1,2	-9,6	
Rse			0,04	0,4	-10,0	
ΣR			2,88			

Rakenteen U-arvo	0,35	$\frac{W}{K * m^2}$
Nykymääräysten mukainen ulkoseinän U-arvo	0,17	$\frac{W}{K * m^2}$

Ulkoseinä mineriittiverhous U-arvo

Huoneiston sisäilman lämpötila	20 °C
Ulkoilman lämpötila	-10 °C

Ulkoseinärakenne	rakenneosan paksuus [m]	materiaalin lämmönjohtavuus λ	Rakennusosan Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos rakennekerroksessa ΔT [°C]	Lämpötila rakennekerroksessa T [°C]	
Rsi			0,13	1,3	18,7	Seinäpinnan lämpötila
Pintaverhous esim tapetti			0,02	0,2	18,5	
Kantava betoniseinä	0,120	1,7	0,07	0,7	17,7	
Vuorivillalevy	0,100	0,04	2,50	25,6	-7,9	
Lujalevy	0,020	0,12	0,17	1,7	-9,6	
Rse			0,04	0,4	-10,0	
			ΣR	2,93		

Rakenteen U-arvo	0,34	$\frac{W}{K * m^2}$
Nykymääräysten mukainen ulkoseinän U-arvo	0,17	$\frac{W}{K * m^2}$

Kimmoavasara mittauspöytäkirja Talo 5 11.1.2011

Yksittäiset lukemat	Testauskohta		
	Ulkoseinän sokkeli	Lattia alapinta	Väliseinän sokkeli
1	31	34	35
2	33	42	37
3	43	38	31
4	31	38	32
5	42	44	34
6	37	42	34
7	29	34	33
8	42	37	35
9	37	32	32
10	38	38	30
11	36	42	32
12	38	35	35
13	34	42	31
14	32	35	31
15	32	34	31

Kimmoavasara mittauspöytäkirja Talo 3 11.1.2011

Yksittäiset lukemat	Testauskohta		
	Ulkoseinän sokkeli	Lattia alapinta	Väliseinän sokkeli
1	47	34	35
2	43	42	37
3	50	38	31
4	42	38	32
5	44	44	34
6	40	42	34
7	39	34	33
8	40	37	35
9	42	32	32
10	39	38	30
11	38	42	32
12	43	35	35
13	38	42	31
14	37	35	31
15	43	34	31

Kimmoavasara mittauspöytäkirja Talo 1 11.1.2011

Yksittäiset lukemat	Testauskohta		
	Ulkoseinän sokkeli	Lattia alapinta	Väliseinän sokkeli
1	38	27	28
2	33	44	23
3	34	31	40
4	29	26	43
5	33	30	41
6	38	31	28
7	41	31	29
8	32	40	33
9	38	44	30
10	35	33	33
11	40	36	21
12	34	36	28
13	32	50	42
14	36	33	41
15	31	38	42

PURISTUSLUJUUDEN KIMMOVASARATESTAUS Tiehallinto ATP / 20.12.2006

Taulukko modifioitu Digi Schmidt 2000 laitetta varten 28.3.2011

Kohteen tiedot	
Kohde	As Oy Ukonrivi, talot 1, 3 ja 5
Rakenneosa	Alapohjan betonirakenteet
Valupäivämäärä	1964
Arvosteluerän koko	850 m ³ betonia
Betonin suunnittelulujuus	20 MPa
Betonin rakenneluokka	1 Merkittävä joko 1 tai 2
Testauspäivämäärä	11.1.2011
Testaaja	Mikko Uitto
Tarkastaja	-
Urakoitsijan työnjohtaja	-



Arvosteluerän koko edellyttää vähintään **9** testauskohtaa

Täyttö- ja testausohjeet
- Kohdetiedoista välttämättömät merkitty keltaisella pohjalla
- Muista valita testaussuunta kimmoasarasta
- Yksittäislukemia on oltava vähintään 10 / testauskohta
- Testaus Tiehallinnon julkaisun TIEH 28/2006 mukaisesti

Taulukko on muunnettu manuaalikimmoasaran testaustaulukosta siten, että se toimii digitaalisella kimmoasaralla. Huom! Digitaalisen kimmoasaran asetuksista tulee olla valittuna oikea iskun suunta.

Testauskohta nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Pinta hiottu (X)																
Kimmoasaralukemat	Yksittäiset lukemat	31	34	35	47	34	35	38	27	28						
		33	42	37	43	42	37	33	44	23						
		43	38	31	50	38	31	34	31	40						
		31	38	32	42	38	32	29	26	43						
		42	44	34	44	44	34	33	30	41						
		37	42	34	40	42	34	38	31	28						
		29	34	33	39	34	33	41	31	29						
		42	37	35	40	37	35	32	40	33						
		37	32	32	42	32	32	38	44	30						
		38	38	30	39	38	30	35	33	33						
		36	42	32	38	42	32	40	36	21						
		38	35	35	43	35	35	34	36	28						
		34	42	31	38	42	31	32	50	42						
		32	35	31	37	35	31	36	33	41						
32	34	31	43	34	31	31	38	42								
Keskiarvo	35,7	37,8	32,9	41,7	37,8	32,9	34,9	35,3	33,5							
Testauskohdan lujuusarvo [MPa]	35,5	38,0	33,0	41,5	38,0	33,0	35,0	35,5	33,5							

VERTAILULUJUUDEN LASKENTA

Testauskohtien lukumäärä n **9**
 Lujuustulosten keskiarvo f_{cm} **35,9**
 Koetulosten keskijajonta s **2,8**
 Variaatiokerroin s/f_{cm} **0,08**
 Pienin yksittäistulos f_{cmin} **33**
 f_n **5**

Koska testauskohtien lukumäärä on **9**
 vertailulujuus on pienempi seuraavista arvoista:
 - $Kk=f_{cm}-f_n = 31$ MPa
 - $Kk=f_{cmin}+4 = 37$ MPa

Arvosteluerän vertailulujuus $Kk = 31$ MPa

ARVOSTELUERÄN HYVÄKSYTTÄVYYS

Rakenneluokassa 1 arvosteluerän on hyväksyttävä, jos variaatiokertoimen arvolla **0,08**
 vertailulujuus Kk on vähintään **85,0** % nimellisujuusvaatimuksesta **20** MPa.
 Koska vertailulujuus Kk on **155,0** % nimellisujuusvaatimuksesta arvosteluerä voidaan hyväksyä. Myös muiden SYL 3:n kohdassa 3.3.1.5 esitettyjen laatuvaatimusten on täyttyvä.

Tutkitun betonin kokonaismäärä

Alapohjalaatta

Kokonaisala	3255 m ²
Keskimääräinen paksuus	0,14 m
Tilavuus	456 m ³

Väliseinän antura

Leveys	0,85 m
Korkeus	0,6 m
Pituus	180 m
Tilavuus	92 m ³

Ulkosoinän sokkeli

Leveys	0,3 m
Korkeus	1,2 m
Pituus	804 m
Tilavuus	289 m ³

yht	837 m ³
noin	850 m ³

Betoniraudoituksen suojapeiteen paksuus				11.1.2011	
Talo 1				(23.3.2011)	
Testauskohta	min	max	keskiarvo		
Betonilaatan alapinta	0	25	10		raudoitusta näkyvissä
Ulkoseinän sokkeli	55	62	60		Mitattu ulkopuolelta
Väliseinän antura	35	60	45		
Talo 3					
Testauskohta	min	max	keskiarvo		
Lattian alapinta	0	29	15		raudoitusta näkyvissä
Ulkoseinän sokkeli	50	65	60		Mitattu ulkopuolelta
Väliseinän antura	32	56	40		
Talo 5					
Testauskohta	min	max	keskiarvo		
Lattian alapinta	0	27	12		raudoitusta näkyvissä
Ulkoseinän sokkeli	52	63	60		Mitattu ulkopuolelta
Väliseinän antura	33	55	45		

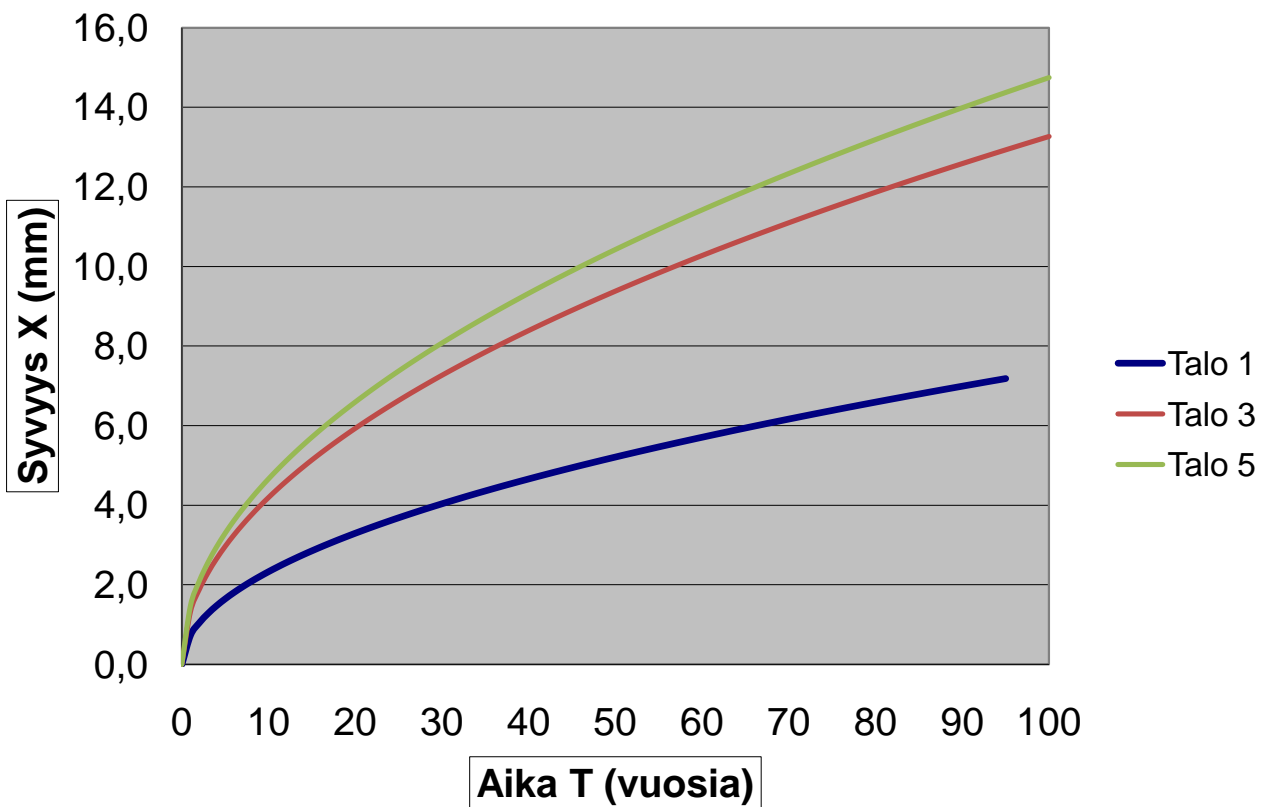
Karbonatisoitumisen eteneminen betonissa

2.4.2011

Mittauspöytäkirja

Testauskohta	min	max	keskiarvo	Betonipeitteen syvyyden mitattu minimiarvo kyseisessä kohdassa
Talo 1, eteläpuoli, ulkoseinän sokkeli	5	5	5	60
Talo 1, pohjoispuoli, ulkoseinän sokkeli maanpinnan alapuolella	0	0	0	60
Talo 1, eteläpuoli, väliseinän antura	5	5	5	35
Talo 3, eteläpuoli, ulkoseinän sokkeli	5	5	5	50
Talo 3, pohjoispuoli, ulkoseinän sokkeli maanpinnan alapuolella	0	0	0	50
Talo 3, eteläpuoli, väliseinän antura	8	10	9	32
Talo 5, eteläpuoli, ulkoseinän sokkeli	7	7	7	52
Talo 5, pohjoispuoli, ulkoseinän sokkeli maanpinnan alapuolella	0	0	0	52
Talo 5, eteläpuoli, väliseinän antura	7	9	8	33
Talo 5, eteläpuoli, ulkoseinän sokkeli ulkopuolelta	5	5	5	52
Talo 5, eteläpuoli, lämpökanavan sokkeli, rakennettu 1993	20	30	25	ei mitattu

Betonin karbonatisoitumisen eteneminen



Vaaituspöytäkirja	Talo 1		14.1.2011
Mittauspiste	Taakse	Eteen	Lopullinen korkeus
Roskakatoksen sokkelin yläreuna	95	131	
	107	100	
Talon 1 kaivonkansi eteläpuoli	202	231	-29
Talon 1 alapohjan korko kaivon alapuolella	114	224	-139
Talon 1 alapohjan referenssipisteen korko	24	0	-115
Veden pinnan korkeus talon 1 sokkelin vieressä	0	29	-144
Veden pinnan korkeus talon 1 pohjavesikuopassa	0	67	-182

Vaaituspöytäkirja	Talo 3		14.1.2011
Mittauspiste	Taakse	Eteen	Lopullinen korkeus
Talon 1 kaivonkansi eteläpuoli	202	231	-29
	100	112	
	141	131	
Talon 3 kaivonkansi eteläpuoli	241	243	-31
Talon 3 alapohjan korko kaivon alapuolella	125	238	-144
Talon 3 alapohjan referenssipisteen korko	34	0	-110
Veden pinnan korkeus talon 3 sokkelin vieressä	0	45	-155
Veden pinnan korkeus talon 3 pohjavesikuopassa	0 >86	alempana kuin -196	vettä ei havaittavissa

Vaaituspöytäkirja	Talo 5		14.1.2011
Mittauspiste	Taakse	Eteen	Lopullinen korkeus
Talon 3 kaivonkansi eteläpuoli	127	137	-31
	134	132	
Talon 5 kaivonkansi eteläpuoli	261	269	-39
	132	130	
	120	112	
Talon 5 kaivonkansi pohjoispuoli	252	242	-29
Talon 5 alapohjan korko kaivon alapuolella pohjoispuoli	135	245	-139
Talon 5 alapohjan referenssipisteen korko	36	0	-103
Veden pinnan korkeus talon 5 sokkelin vieressä	0	45	-148
Veden pinnan korkeus talon 5 pohjavesikuopassa	0 >107	alempana kuin -210	ei vettä havaittavissa

Vaaituspöytäkirja pohjavesiputket	Talot 1, 3 ja 5		23.11.2011
Mittauspiste	Taakse	Eteen	Lopullinen korkeus
Roskakatoksen sokkelin yläreuna	105	128	0
Talo 1, asunto B, pohjavesiputken yläpää		-23	-23
Talon 1 kaivonkansi eteläpuoli	138	125	-29
Talo 1, asunto G, pohjavesiputken yläpää		13	-16
Talon 3 kaivonkansi eteläpuoli	119	129	-31
Talo 3, asunto B, pohjavesiputken yläpää		-10	-41
Talon 3 kaivonkansi eteläpuoli	119	129	-31
Talo 3, asunto B, pohjavesiputken yläpää		-10	-41
Talon 3 kaivonkansi eteläpuoli	132	149	-31
	142	128	
Talo 3, asunto B, pohjavesiputken yläpää		-3	-34
Talon 5 kaivonkansi eteläpuoli	151	118	-39
Talo 5, asunto B, pohjavesiputken yläpää		33	-6

Vedenpinnan korkeuden seuranta-pöytäkirja

mitat senttimetreissä, 0-korkona roskakatoksen sokkelin yläpinta

	Talo 1/Eteläpuoli		Talo 3/Eteläpuoli		Talo 5/Pohjoispuoli	
Ryömintätilan referenssipisteen korkeusasema	-115		-110		-103	
Kaivonkannen/maanpinnan korkeusasema	-29		-31		-29	
Pohjavesiputket	Asunto B	Asunto G	Asunto B	Asunto F	Asunto B	Putkea ei löytynyt
Pohjavesiputken yläpinnan korko	-23	-16	-41	-34	-6	
Vedenpinnan korko 23.3.2011	-129,0	-149,5	-126,0	-158,5	-128,5	
Vedenpinnan korko 2.4.2011	-116,5	-146,5	-133,0	-174,5	-126,0	
Vedenpinnan korko 13.4.2011	-105,0	-141	-131,0	-155	-118,0	
Vedenpinnan korko 27.4.2011	-111,5	-116	-129,0	-174	-112,0	
Päivämäärä	Sokkelin vieressä	Pohjavesikuopassa	Sokkelin vieressä	Pohjavesikuopassa	Sokkelin vieressä	Pohjavesikuopassa
14.1.2011	-144,0	-182,0	-155,0	< -205,5	-148,0	< -210,0
18.1.2011	-144,0	-176,0	-155,0	< -205,5	-146,0	< -210,0
25.1.2011	-144,5	-171,0	-155,0	< -205,5	-146,5	< -210,0
2.2.2011	-145,0	-171,0	-155,0	< -205,5	-149,0	< -210,0
16.2.2011	-145,0	-174,0	-153,0	< -205,5	-149,0	< -210,0
23.2.2011	-146,5	-176,0	-156,5	< -205,5	-152,0	< -210,0
2.3.2011	-147,0	-177,0	-157,0	< -205,5	-154,5	< -210,0
9.3.2011	-149,0	-176,0	-158,0	< -205,5	-156,0	< -210,0
16.3.2011	-147,5	-177,5	-158,0	< -205,5	-150,0	< -210,0
24.3.2011	-144,0	-174,0	-155,5	-205,5	-145,0	< -210,0
2.4.2011	-144,5	-172,5	-155,0	-205,0	-146,0	< -210,0
13.4.2011	-143,0	-166,5	-149,5	-150,0	-145,0	< -210,0
27.4.2011	-144,0	-162,0	-154,0	-152,5	-146,0	< -210,0
Mittauspisteen keskiarvo	-145	-174	-155	?	-150	< -210,0
Mittauspisteen matalin havainto	-149	-182	-158	-206	-156	< -210,0
Mittauspisteen korkein havainto	-143	-162	-150	-150	-145	< -210,0
Keskiarvojen erotus	28				60	
Matalin havainto kaikista	> -210,0					
Korkein havainto kaikista	-105,0					
Matalimman ja korkeimman ero	105,0					

**UKONKIVENPOLKU 5 H
01610 VANTAA**

**KOSTEUSMITTAUS
5.10.2006**

Aimo Saarinen

Lähettäjä: Jouni Nieminen [jouni.nieminen@masterkuivaus.fi]
Lähetetty: 5. lokakuuta 2006 16:49
Vastaanottaja: 'Aimo Saarinen'
Aihe: Lähetetään: Ukonkivenpolku 5H (14411).doc



Ukonkivenpolku 5H
(14411).doc ...

Moi

Tosa kosteusmittaus pöytäkirja.

Kosteusmittaus suoritettu luukun ympäristöstä jossa on kuivempaa kuin siinä missä kostea maa nojaa seinään.

Tulokset yli 98% tarkoittaa kapillaarista kosteutta, eli kosketuksissa irtoveteen suomeksi.

Seinissä ei näkynyt olevan vesieristeitä joka viittaa siihen että paikoitellen irtovesi nojaa seinään mutta nyt ei ole kesän aikana ollut kovia sateita joten kosteudet hieman alempia joskin voimakkaita kumminkin ja varmasti nousevat kohti talvea....

Terveisin

Jouni Nieminen
Master Kuivaus Oy
Kivenlahdenkatu 3
02320 Espoo
p. 0400-622437

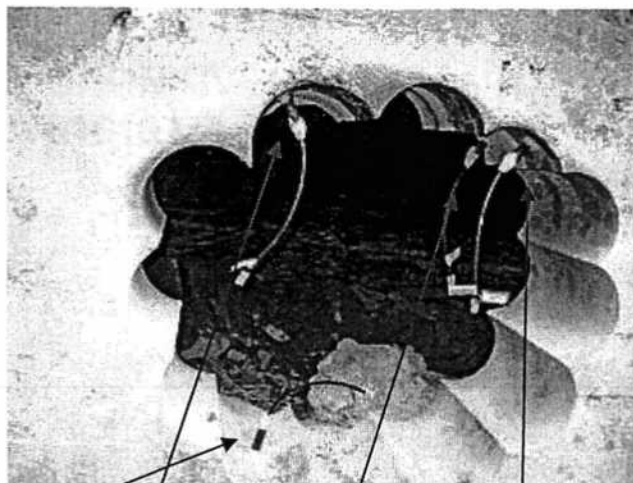
--

No virus found in this incoming message.

Checked by AVG Free Edition.

Version: 7.1.407 / Virus Database: 268.12.13/463 - Release Date: 4.10.2006

Mittauspöytäkirja	Mittauspäivämäärä: 5.10.2006
Tilaaaja: Isännöinti Saarinen Oy Louhijantie 2 B 35 01610 Vantaa	Mittauskohde: Ukonkivenpolku 5 H 01610 Vantaa
Mittauksen suorittaja: Kai Kujansuu, Master Kuivaus Oy	Mittauspaikat: Sokkelibetoni



MP1

MP2

MP3

MP4

Olosuhteet:	Ulkoilman lämpötila, kaivanto	16,8°C
	Ulkoilman suhteellinen kosteus RH %, kaivanto	65,5 %

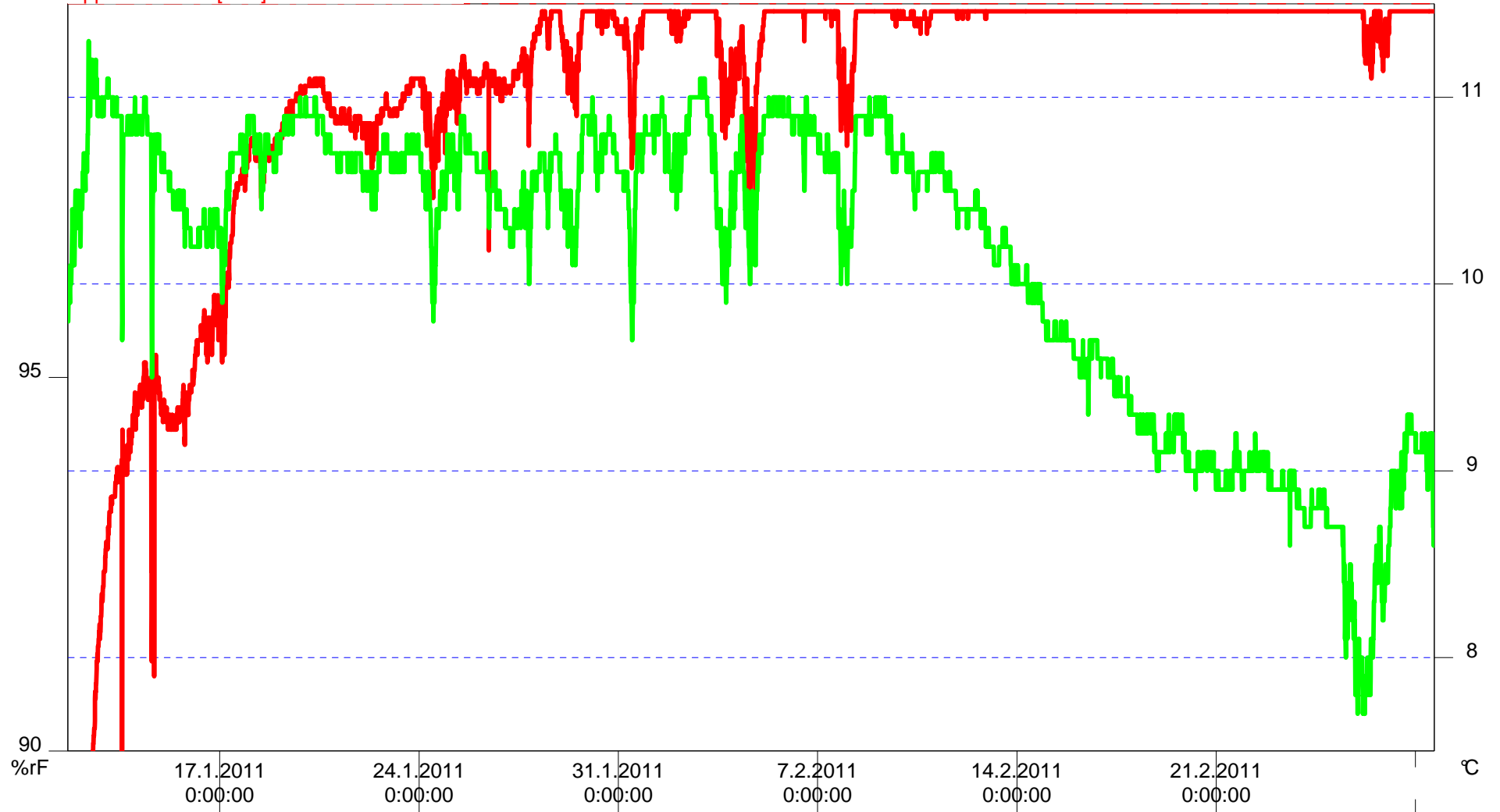
Huomautuksia:

	Mittareikä, sijainti	Mittareikä mm (lev/syv)	5.10.2006		RH%	°C
			RH %	°C		
MP1	Sokkeli	Ø 16 / 40 mm	93,5	15,6		
MP2	Sokkeli	Ø 16 / 55 mm	92,1	16,0		
MP3	Sokkeli	Ø 16 / 55 mm	95,4	16,3		
MP4	Sokkeli	Ø 16 / 50 mm	92,5	16,5		

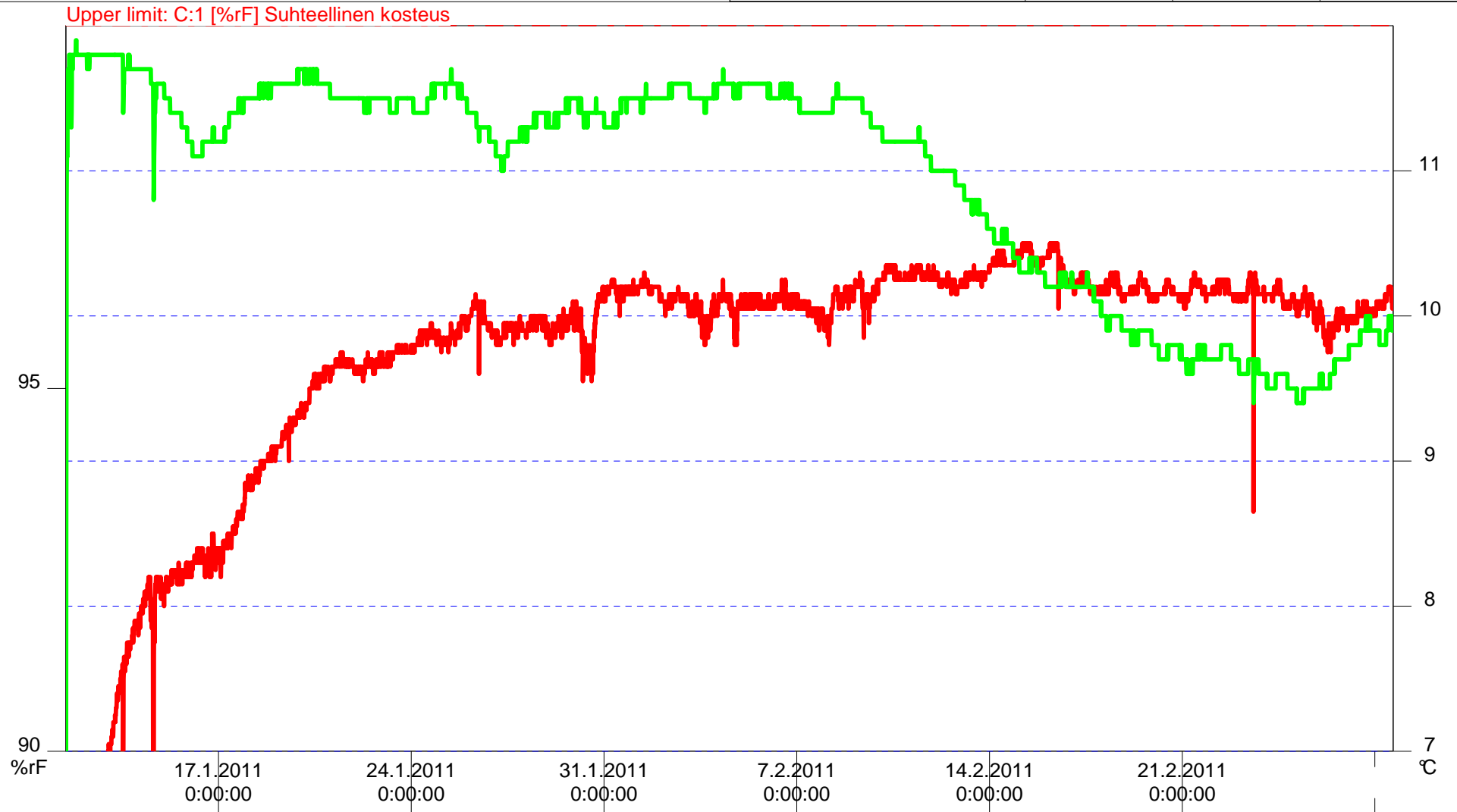
Allekirjoitus ja päiväys: _____ Espoossa 5.10.2006
Kai Kujansuu

Comfort-Software V3	Device	Page 1/1	Min:	Max:	Mean:	
F:\Koulu\Opinnäytetyö\Opinnäytetyön liitteet\Liite 10, ryömintätilan suhteellinen			C:1 [%rF] Suhteellinen k... —	82.60	99.90	98.73
Talon 1 ryömintätila			C:2 [°C] Lämpötila —	7.70	11.30	10.16

Upper limit: C:1 [%rF] Suhteellinen kosteus

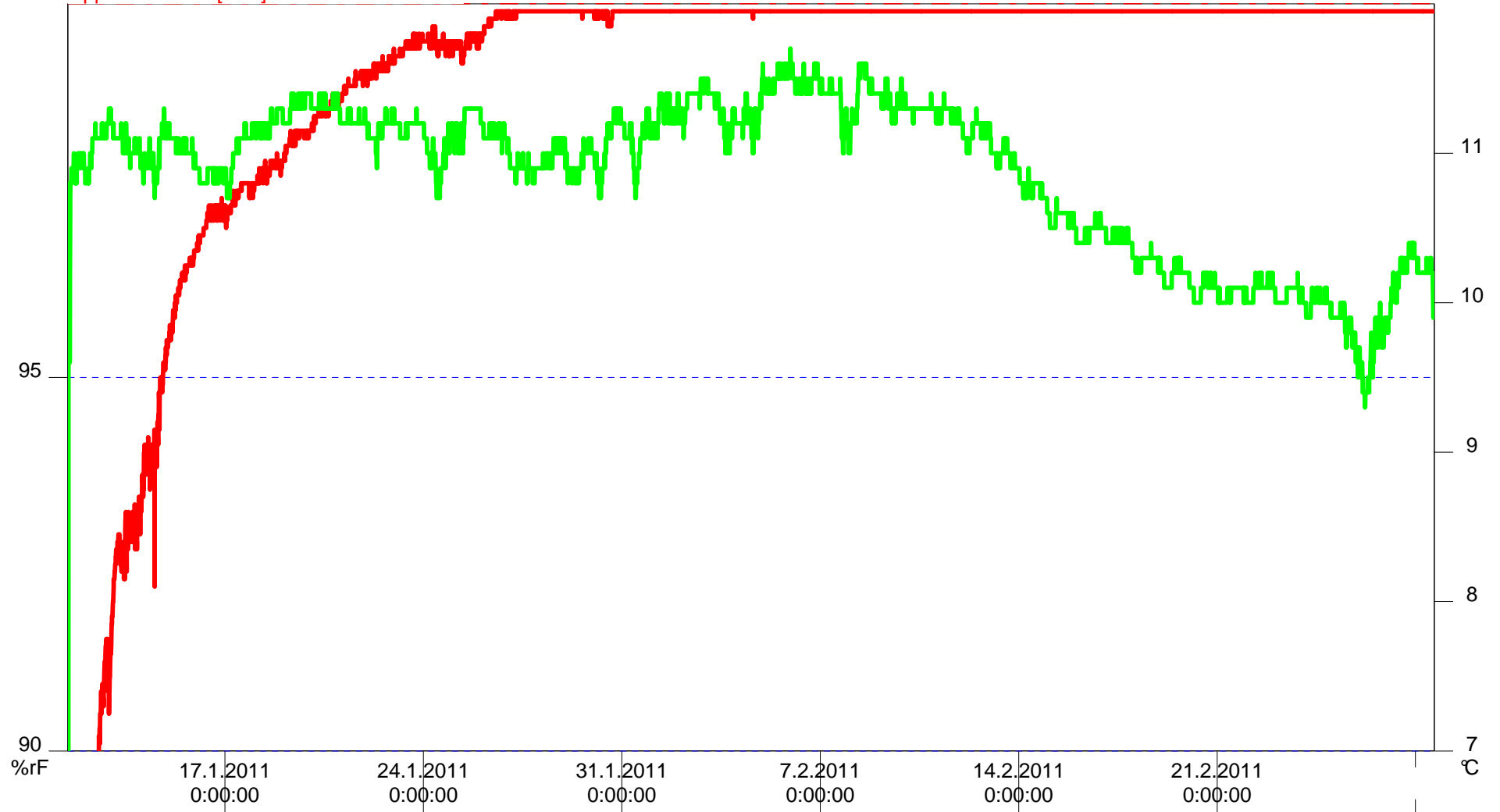


Comfort-Software V3	Device	Page 1/1	Min:	Max:	Mean:	
F:\Koulu\Opinnäytetyö\Opinnäytetyön liitteet\Liite 10, ryömintätilan suhteellinen			C:1 [%rF] Suhteellinen k... —	74.80	97.00	95.31
Talon 3 ryömintätila			C:2 [°C] Lämpötila —	6.50	11.90	10.96

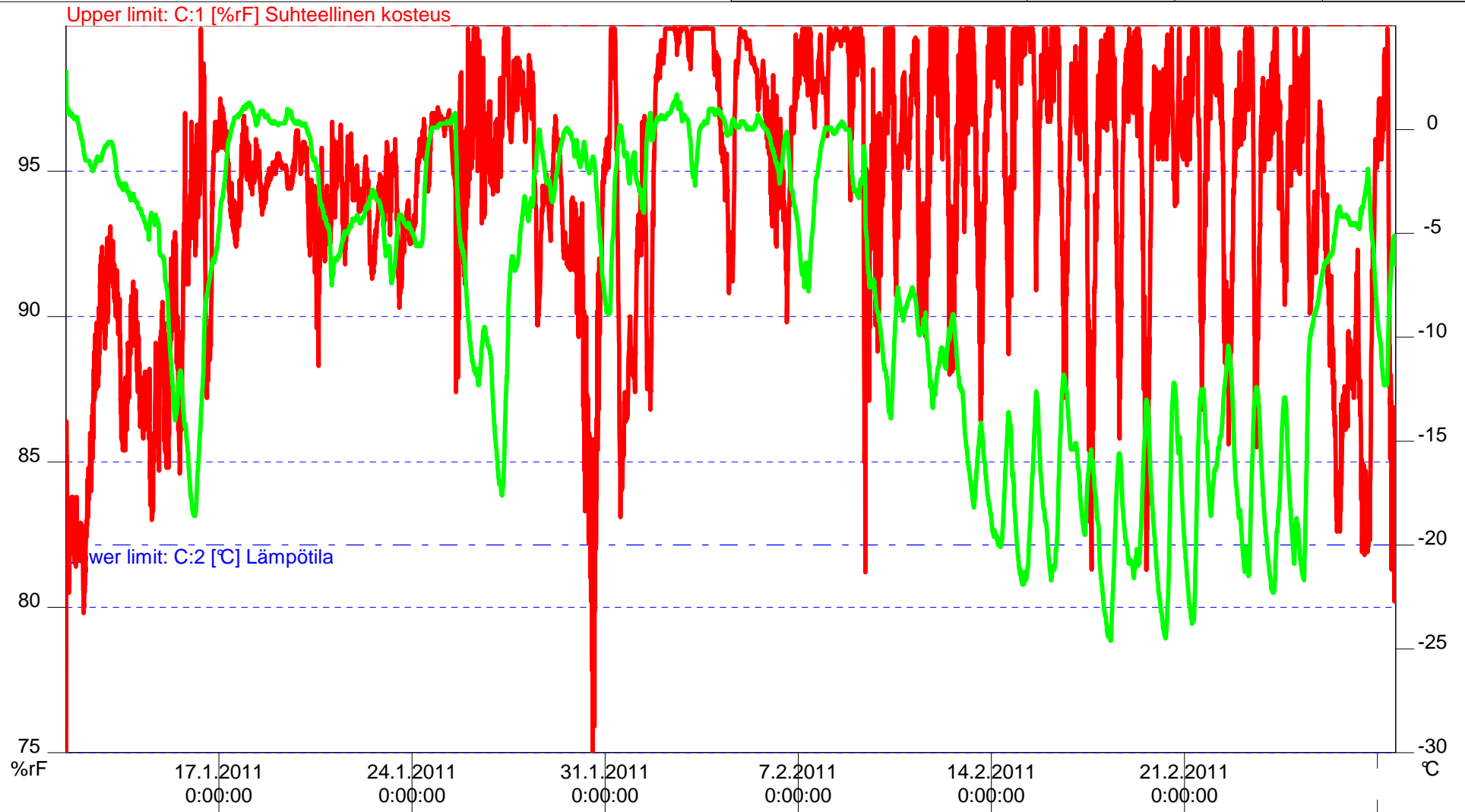


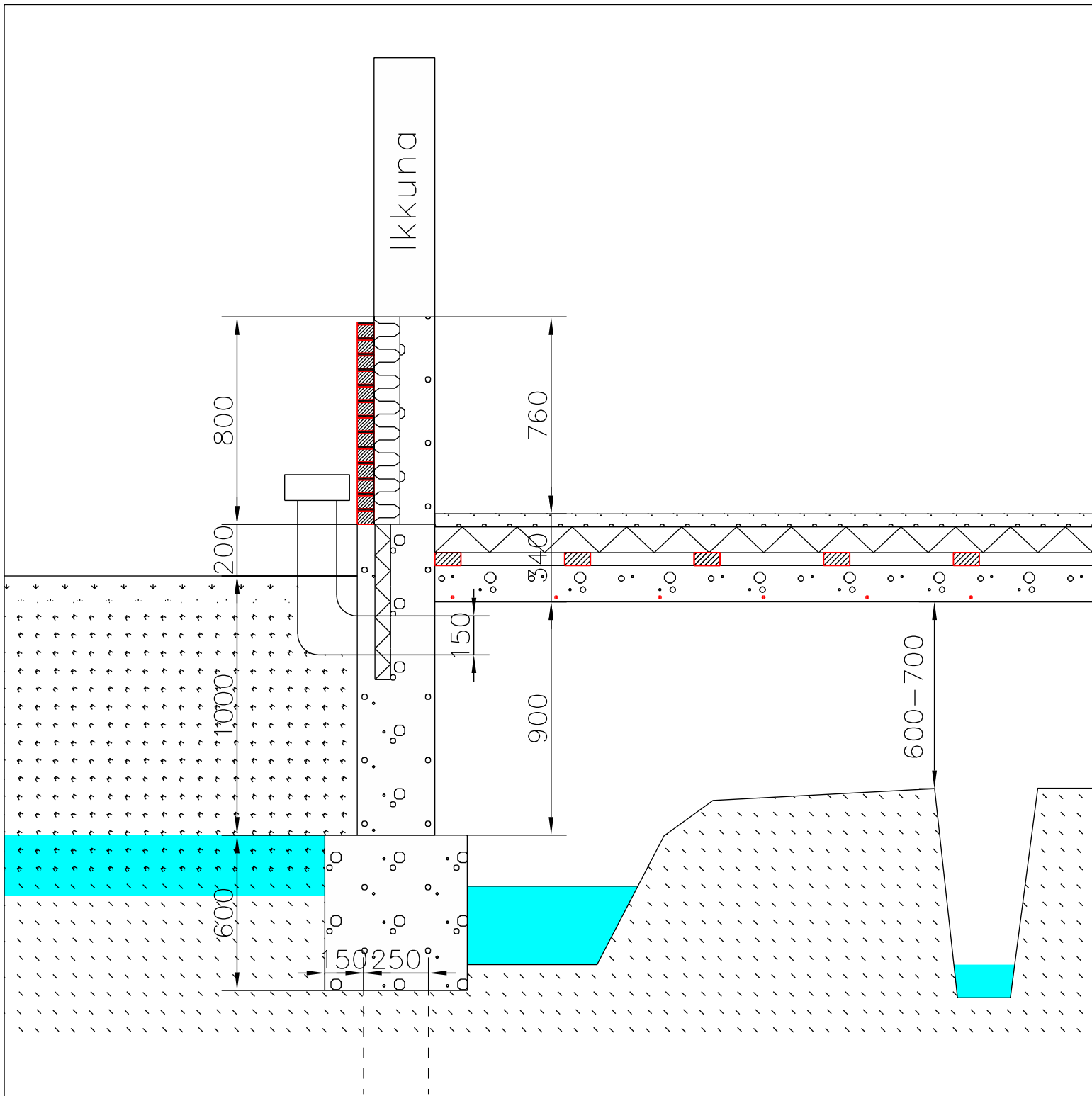
Comfort-Software V3	Device	Page 1/1	Min:	Max:	Mean:	
F:\Koulu\Opinnäytetyö\Opinnäytetyön liitteet\Liite 10, ryömintätilan suhteellinen			C:1 [%rF] Suhteellinen k... —	66.70	99.90	98.88
Talon 5 ryömintätla			C:2 [°C] Lämpötila —	3.10	11.70	10.87

Upper limit: C:1 [%rF] Suhteellinen kosteus



Comfort-Software V3	Device	Page 1/1	Min:	Max:	Mean:	
F:\Koulu\Opinnäytetyö\Opinnäytetyön liitteet\Liite 10, ryömintätilan suhteellinen			C:1 [%rF] Suhteellinen k... —	71.50	99.90	94.45
Rakennuksen ulkopuolella			C:2 [°C] Lämpötila —	-24.60	2.80	-7.66





TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
-------	--------	--------	--------	-----

K.O.SA/KYLÄ Vantaa
 KORTT./TILA Ukonkivenpolku 1,3 ja 5
 TONTTI RN:0

Korjausrakennus

RAKENNEPIIRUSTUS

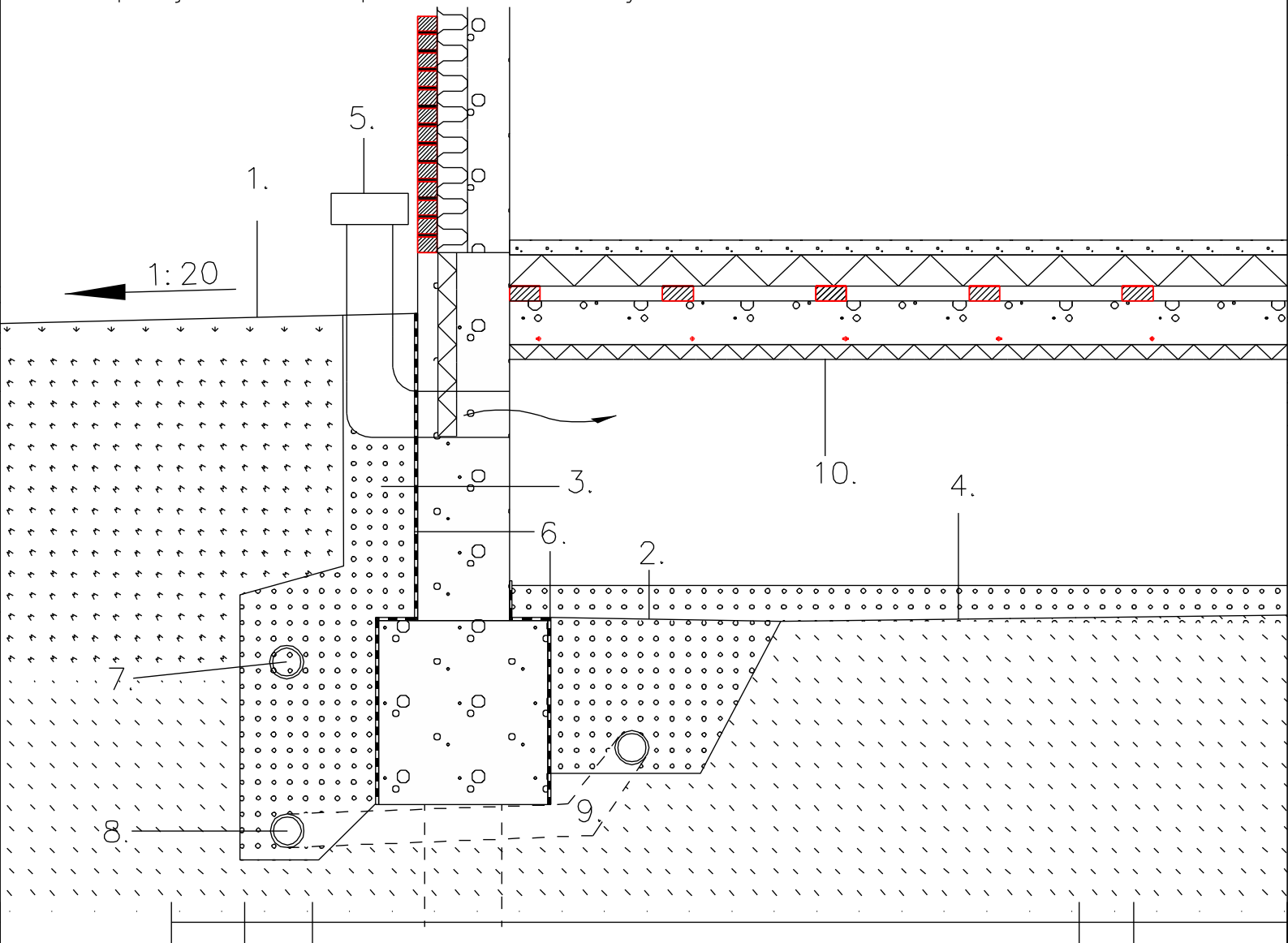
Nykytilanne mittatiedot

Alapohjarakenne
 MK: 1:20

PIIRT. Mikko Uitto
 PVM 21.3.2011
 SUUNN.
 TARK.

ARK
 TYÖN N:0 JA PIIRUSTUKSEN N:0
 MUUTOS

1. Maanpinnan kaltevuuden korjaus seinien vierustoilla 1:20
2. Vapaa vesi poistetaan ja kuopat täytetään 6–32mm:n salaojitusmurskeella
3. Savimaan poisto ja sokkelin vierustan täyttö 6–32mm:n salaojitusmurskeella kuivatussuunnitelman mukaisesti.
4. Savipintaa poistetaan, pohjalle levitetään suodatinkangas, jonka päälle kevytsorakerros 150mm. Maanpinnan kallistus salaojiin.
5. Ryömintätilan tuuletusputkia lisätään ja katolle huippumurit.
6. Sokkelin ulkopintaa patolevy, anturan pinnoille bitumikerros.
7. Sadevesijärjestelmän rakentaminen.
8. Salaojajärjestelmän rakentaminen.
9. Ryömintätilan sisäinen salaojitus, joka yhdistetään anturan alituksella ulkopuoliseen salaojakaivoon.
10. Alapohjalaatan alapuolinen lisäeristys esim kova kivivilla 50mm



TUNN. LUKUM. MUUTOS

NIMIM. PVM

K.OSA/KYLÄ Vantaa
KORTT./TILA Ukonkivenpolku 1,3 ja 5
TONTTI RN:0

Korjausrakennus

RAKENNEPIIRUSTUS

Korjausehdotus

Alapohjarakenne

MK:
1:20

PIIRT. Mikko Uitto

SUUNN. Mikko Uitto

ARK

TYÖN N:0 JA PIIRUSTUKSEN N:0

MUUTOS

PVM 30.3.2011

TARK.

Ryömintätilan ilmanvaihto ja parannusehdotuksia

Vähimmäisvaatimukset betonirakenteisessa ryömintätilassa:
 Tuuletusaukkojen vapaa pinta-ala 0,5‰ lattiapinta-alasta
 Ilmanvaihtuvuus 0,5 kertaa/ tunnissa

Lähde: www.sisäilmayhdistys.fi

Lähtötiedot:

Lattiapinta-ala	960 m ²
Ryömintätilan korkeus	0,7 m
Ryömintätilan tilavuus	672 m ³

Tuuletusaukkojen vaadittu pinta-ala 0,5‰	0,48 m ²	(sisäilmayhdistys)
Ilmanvaihtuvuuden vaatimus 0,5 1/h	336 m ³ /tunnissa	93 litraa/sekunnissa

Ryömintätilan tuuletus tällä hetkellä:

Tuuletusputkia 4/sokkeli/talo + 2/katolle/talo			
Tuuletusputkien halkaisijat 150mm(sokkelin läpi) ja 100mm(katolle)			
Tuuletusputkien yhteenlaskettu pinta-ala	0,086 m ²	pienempi kuin vaatimus	0,48 m ²
Ilmanvaihtuvuus tällä hetkellä 1/h	? m ³ /tunnissa	pienempi kuin vaatimus	336 m ³ /tunnissa

Korjausehdotuksia:

Tuuletusputkien lisäys, jotta 0,5‰ vaatimus täyttyy

Lisätään sokkeliin 160mm rossiputkia

Pinta-ala 160mm rossiputki 0,020 m²

Rossiputkia lisättävä, jotta vaatimus täyttyy **20 kpl/talo**

Lisätään katolle meneviin tuuletusputkiin poistopuhaltimet, jotta ilma vaihtuu ryömintätalassa vähintään 0,5 kertaa/tunnissa

Vaadittu poistoilmavirta/ilmavirta/talo 93 litraa/sekunnissa 336 m³/tunnissa

Jos poistopuhaltimen käyttöasteeksi 70%, niin puhaltimien yhteenlaskettu kapasiteetti tulee olla vähintään

133 litraa/sekunnissa 478 m³/tunnissa

Kapasiteetti/puhallin vähintään

66,4 litraa/sekunnissa 239 m³/tunnissa

Painehäviö 125mm:n putkessa. Huom! Katolle menevä putki on 100mm, joten painehäviö kasvaa

50 Paskalia Suora putki katolle

Huippumurin valinta:

Lähde: www.vilpe.com

Huippumuri Vilpe E80P

Puhaltimen teho 57 Paskalin painehäviöllä	75 litraa/sekunnissa	270 m ³ /tunnissa
Kahden puhaltimen teho	150 litraa/sekunnissa	540 m ³ /tunnissa
Maksimi ilmanvaihtuvuus ryömintätalassa	0,8 kertaa/tunnissa	suurempi kuin 0,5 kertaa tunnissa

Huippumuri Vilpe E120P

Puhaltimen teho 65 Paskalin painehäviöllä	100 litraa/sekunnissa	360 m ³ /tunnissa
Kahden puhaltimen teho	200 litraa/sekunnissa	720 m ³ /tunnissa
Maksimi ilmanvaihtuvuus ryömintätalassa	1,1 kertaa/tunnissa	suurempi kuin 0,5 kertaa tunnissa

Huippumuri Vilpe E150P

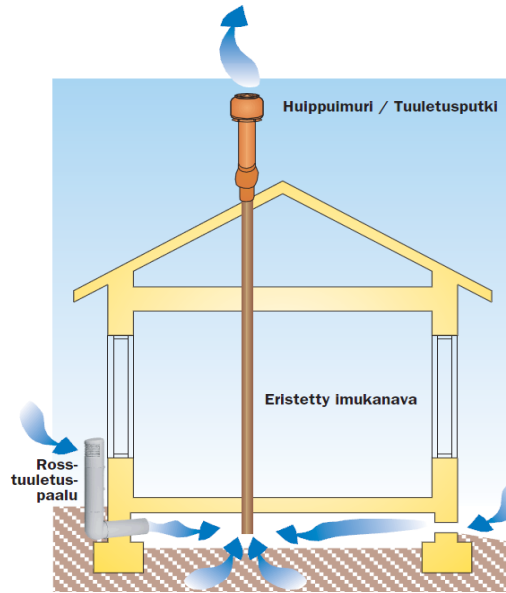
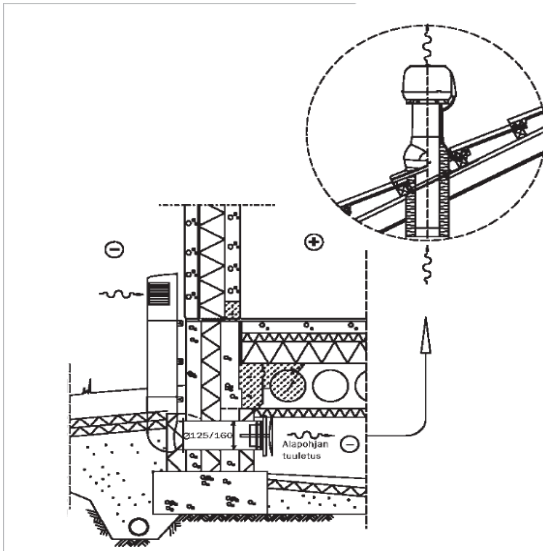
Puhaltimen teho 50 Paskalin painehäviöllä	100 litraa/sekunnissa	360 m ³ /tunnissa
Kahden puhaltimen teho	200 litraa/sekunnissa	720 m ³ /tunnissa
Maksimi ilmanvaihtuvuus ryömintätalassa	1,1 kertaa/tunnissa	suurempi kuin 0,5 kertaa tunnissa

Huippumuri Vilpe E190P

Puhaltimen teho 85 Paskalin painehäviöllä	125 litraa/sekunnissa	450 m ³ /tunnissa
Kahden puhaltimen teho	250 litraa/sekunnissa	900 m ³ /tunnissa
Maksimi ilmanvaihtuvuus ryömintätalassa	1,3 kertaa/tunnissa	suurempi kuin 0,5 kertaa tunnissa

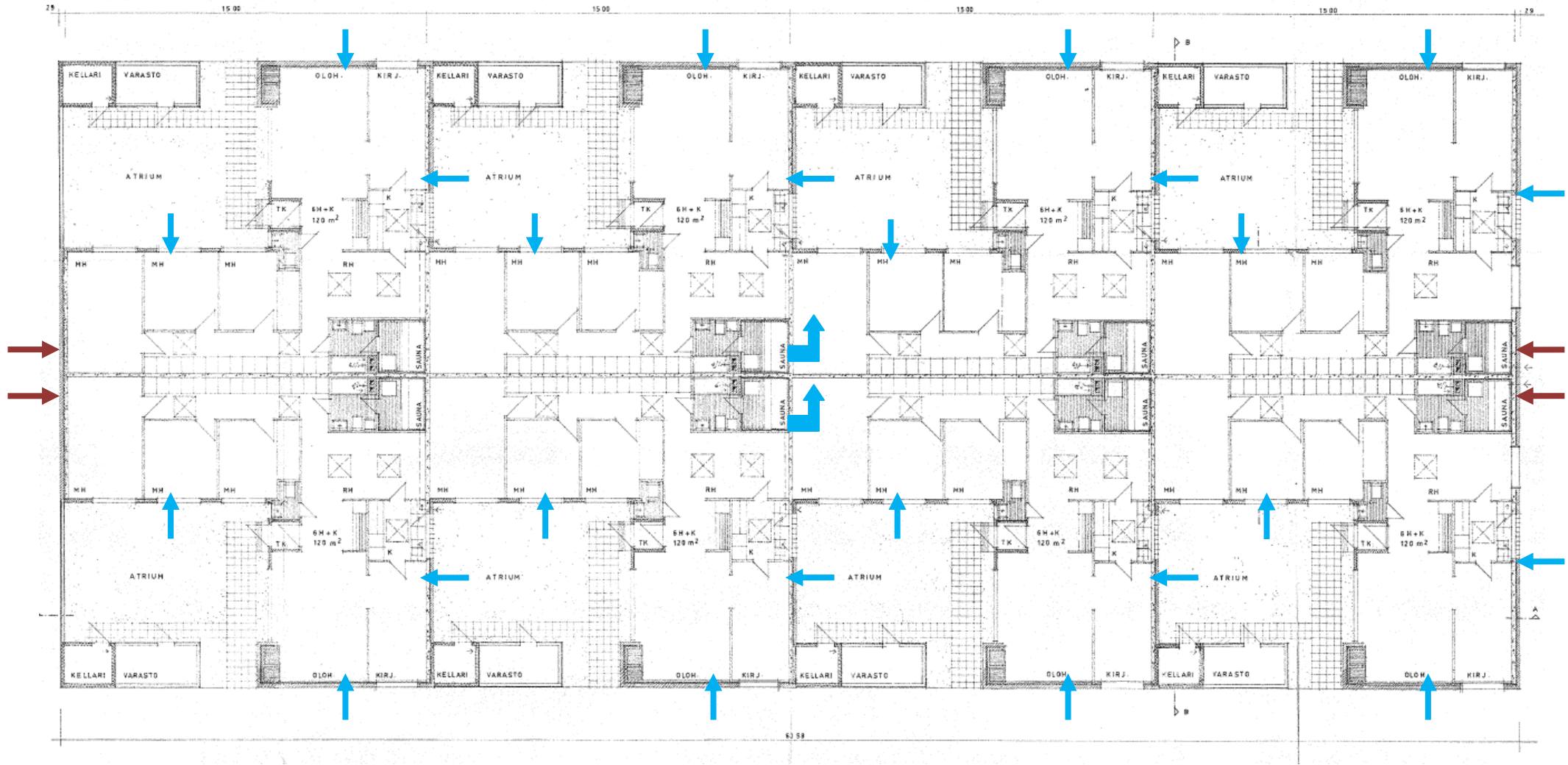
Huippumuri	Huippumurien tilavuusvirta q _{v1} , dm ³ /s														Pyörimisnopeus r/min
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350		
E80P	Ø125	160	113	57											1700
E120P	Ø125	240	200	135	65										2450
E150P	Ø125	190	149	105	50										1700
E190	Ø125	285	248	185	120	85	38								2450
E220P	Ø160	-	295	262	224	180	147	110	70						2600
E250	Ø160	-	485	445	405	360	320	270	215	167	113	60			2600
E250P(N)	Ø200	-	480	445	405	370	325	277	225	175	130	75			2600
E280P(N)	Ø200	-	640	585	540	500	460	425	380	335	300	270	230	175	2700
310P	Ø200	-	240	230	220	210	200	185	165	150	130	115	90	45	1430

Maksimikokonaispaine P_{tf}, Pa



Ross-tuuletuspaalu





➔ = Olemassa oleva tuuletusputki

➔ = Asennettava tuuletusputki

⬆ = Olemassa oleva tuuletusputki katolle, putkeen lisätään puhallin

Ryömintätilan kosteudentuotto ja suhteellinen kosteus talvella

Ryömintätilan lämpötila	10 °C	
Ryömintätilan pinta-ala	960 m ²	huoneistoala
Ryömintätilan tilavuus	672 m ³	korkeus 0,7m
Pihailma	-10 °C	
Pihailman RH	95 %	
Pihailman vesihöyrypitoisuus	2,1 g/m ³	

Maaperän kosteudentuotto:	Osuus pinta-alasta		maaperän kosteudentuotto	
Vapaata vedenpintaa	5 %	48 m ²	30 g/m ² /h	1440 g/h
Savipintaa	95 %	912 m ²	5 g/m ² /h	4560 g/h
Sorapinta	0 %	0 m ²	1 g/m ² /h	0 g/h
			yhteensä	6000 g/h

Tilanne tällä hetkellä

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	6000 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,3 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	31,9 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	31 °C	>10°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 1.

Vapaa vesi poistetaan tilasta				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,3 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	25,9 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	27 °C	>10°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 2.

Vapaa vesi poistetaan ja ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 0,5 kertaa tunnissa				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	16,4 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	19 °C	>10°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 3.

Vapaa vesi poistetaan ja ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1 kertaa tunnissa				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	9,2 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	10 °C	=10°C	RH≈	100 %

Korjausvaihtoehto 4.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 0,5 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	4,9 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	0 °C	< 10°C	RH=	52 %

Korjausvaihtoehto 5.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	3,5 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	-4 °C	< 10°C	RH=	37 %

Korjausvaihtoehto 6.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1,5 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa				
Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	3,0 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	-6 °C	< 10°C	RH=	32 %

Ryömintätilan kosteudentuotto ja suhteellinen kosteus kesällä

Ryömintätilan lämpötila	18 °C	arvio
Ryömintätilan pinta-ala	960 m ²	huoneistoala
Ryömintätilan tilavuus	672 m ³	korkeus 0,7m
Pihailma	20 °C	
Pihailman RH	70 %	
Pihailman vesihöyrypitoisuus	12,1 g/m ³	

Maaperän kosteudentuotto:	Osuus pinta-alasta		maaperän kosteudentuotto	
Vapaa vedenpintaa	5 %	48 m ²	30 g/m ² /h	1440 g/h
Savipintaa	95 %	912 m ²	5 g/m ² /h	4560 g/h
Sorapinta	0 %	0 m ²	1 g/m ² /h	0 g/h
			yhteensä	6000 g/h

Tilanne tällä hetkellä

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	6000 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,3 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	41,9 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	36 °C	>18°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 1.

Vapaa vesi poistetaan tilasta

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,3 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	35,9 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	33 °C	>18°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 2.

Vapaa vesi poistetaan ja ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 0,5 kertaa tunnissa

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	26,4 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	27,5 °C	>18°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 3.

Vapaa vesi poistetaan ja ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1 kertaa tunnissa

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	4800 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	19,2 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	22 °C	>18°C	RH=	100 %

Korjausvaihtoehto 4.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 0,5 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	0,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	15,0 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	17,5 °C	< 18°C	RH ≈	97 %

Korjausvaihtoehto 5.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	13,5 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	16 °C	< 18°C	RH=	88 %

Korjausvaihtoehto 6.

Vapaa vesi poistetaan, ilmanvaihtoa tehostetaan arvoon 1,5 kertaa tunnissa ja saven päälle puhalletaan kevytsoraa

Arvio ryömintätilan kosteudentuotosta	960 g/h			
Ilmanvaihtuvuus	1,5 1/h			
Ryömintätilan vesihöyrypitoisuus	13,0 g/m ³			
Kyllästyslämpötila	16 °C	< 18°C	RH=	85 %

Alapohja U-arvo lisäeristäminen kivillä 50mm

Huoneiston sisäilman lämpötila	20 °C
Ryömintätilan lämpötila	6 °C

Alapohjan rakenne	rakenneosan paksuus [m]	materiaalin lämmönjohtavuus λ	Rakennusosan Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos	Lämpötila	
				rakennekerroksessa ΔT	rakennekerroksessa T	
				[°C]	[°C]	
Rsi			0,17	0,7	19,3	lattiapinnan lämpötila
Parketti	0,02	0,12	0,17	0,7	18,6	
Pintabetoni	0,05	1,7	0,03	0,1	18,5	
Vuorauspaperi	0,005		0,02	0,1	18,4	
Lastuvillalevy	0,1	0,085	1,18	4,9	13,5	
Tiili+ilmarako	0,05		0,21	0,9	12,7	
Kantava betoni	0,16	1,7	0,09	0,4	12,3	
Lisäeristys kivillä 50mm	0,05	0,034	1,47	6,1	6,2	
Rse			0,04	0,2	6,0	
			ΣR	3,38		

Rakenteen U-arvo	0,30	$\frac{W}{K * m^2}$
Nykymääräysten mukainen ryömintätilan U-arvo	0,15	$\frac{W}{K * m^2}$