



Helsingin kaupungin

SELÄILUKAPPALE
ympäristökeskuksen julkaisuja

6/95



Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot



Matti Kaijomaa

Helsinki 1995

Kannen kuva: Petri Puttonen
Julkaisu on painettu sataprosenttiselle uusiopaperille.

Matti Kaijomaa

Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	2
2	ESIMERKKIKOhteet	3
2.1	Kannelmäen ala-asteen sivukoulu	3
2.1.1	Taustatietoja	3
2.1.2	Nykytila	4
2.1.3	Havainnot	4
2.1.4	Tehdyt korjaukset	6
2.2	Puutilan päiväkot	8
2.2.1	Taustatietoja	8
2.2.2	Nykytila	8
2.2.3	Havainnot	9
2.2.4	Korjausehdotukset	10
2.2.5	Tuuletusaukkojen mitoitus	11
2.3	Kohteita Puu-Käpylästä	12
2.3.1	Taustatietoja	12
2.3.2	Havainnot	12
2.4	Solakallion erityiskoulu	14
2.4.1	Taustatietoja	14
2.4.2	Nykytila	14
2.4.3	Havainnot	14
2.4.4	Korjausehdotukset	16
2.5	Päiväkot Loimi	18
2.5.1	Taustatietoja	18
2.5.2	Havainnot	18
2.5.3	Korjausehdotukset	20

2.6	Tilkantori 10	21
2.6.1	Taustatietoja	21
2.6.2	Nykytila	21
2.6.3	Havainnot	21
2.6.4	Korjausehdotukset	22
3	Tavallisimmat virheet ryömintätilaisissa alapohjissa	23
3.1	Yleistä	23
3.2	Suunnittelussa tapahtuvat virheet	23
3.3	Työmaalla tapahtuvat virheet	25
3.4	Korjausrakentamisessa tapahtuvat virheet	26
3.5	Rakennuksen käytön aikana tapahtuvat virheet	26
4	Ryömintätilaisten alapohjien suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja	27
4.1	Yleistä	27
4.2	Ryömintätilan korkeus	27
4.3	Ympäröivä maanpinta	27
4.4	Sadevesien ohjaus	28
4.5	Salaojat	29
4.6	Perusmuuri	29
4.7	Tuuletus	30
4.8	Ryömintätilan maapohja	33
4.9	Puurakenteet	33
4.10	Alapohjan eristyksen	34
4.11	Putket	34
4.12	Yhteenveto	34
5	Havaintolomake ryömintätiloja varten	35
	Viiteluettelo	
	Liitteet	

TIIVISTELMÄ

Keskustelu rakennusten homevaurioista on lisääntynyt parin viime vuoden aikana. Rakennusalan ammattilaisia on syytelty ammattitaidon puutteesta, työmoraalin puuttumisesta ja välinpitämättömyydestä.

Tässä työssäni olen tutkinut ryömintätilaisten alapohjien homevaurioita ja niihin johtaneita rakennusvirheitä. Tutkituissa kohteissa erottui selvästi kaksi yleisintä virhettä.

Yleisin virhe oli tuuletuksen puutteellisuus. Yksittäisten tuuletusaukkojen koko oli yleensä liian pieni, ja niitä oli liian vähän. Tuuletusaukkoja oli myös sijoitettu liian lähelle maanpintaa. Toiseksi yleisin virhe oli sorakerroksen puuttuminen ryömintätilan maapohjasta. Koska maasta nouseva kosteus on suurin ryömintätilan kosteudenlähde, se tulisi aina estää maapohjaan levitettävällä riittävän paksulla sora- tai sepelikerroksella. Tarvittaessa maapohja kannattaa myös lämmöneristää. Muita havaittuja virheitä olivat mm. ryömintätilaan lahoamaan jätetyt rakennusjätteet, rakennusta ympäröivän maanpinnan virheellinen kallistus ja perusmuurin puutteellinen kosteuseristys.

Suunnittelussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus pysyy riittävän alhaisena. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ryömintätilassa ei ole vapaata vettä ja maakosteuden nouseminen on tehokkaasti estetty. Lisäksi valumavesien pääsy ryömintätilaan on estettävä ympäröivän maanpinnan kallistuksilla ja perusmuurin kosteuseristyksellä. Tuuletuksen määrä on mitoitettava vastaamaan määräysten mukaisia ohjearvoja. Vaikeissa olosuhteissa ryömintätilan ilmanvaihto voidaan joutua tekemään koneelliseksi.

Koska ryömintätilaisten alapohjien homevaurioiden korjaaminen on työlästä ja kallista, sen suunnittelu ja toteutus vaativat erityistä ammattitaitoa. Ammattitaidottomalla suunnittelulla ja huolimattomalla työllä voidaan saada aikaan vakavia vaurioita.

SAMMANDRAG

Diskussionen om byggnadernas mögelskador har ökat under de senaste åren. Byggnadsbranschen har anklagats för brist på yrkesskicklighet, arbetsmoral och för likgiltighet.

I detta arbete har jag utrett mögelskador i bottenbjälklag med kryputrymme och de byggnadsfel som har lett till skadorna. I de utforskade bottenbjälklagen framträdde klart två allmänna fel.

Det mest allmänna felet var bristen på luftväxling. De enskilda ventilationsöppningarna var för små och deras antal var för litet. Ventilationsöppningarna låg också för nära markytan. Det andra mest allmänna felet var avsaknaden av grusskikt på kryputrymmets botten. Fukten som stiger upp från jordmånen är kryputrymmets största fuktälla och bör därför alltid förhindras med ett tillräckligt tjockt skikt av grus eller bokad sten. Vid behov lönar det sig att värmeisolera jordbottnet. Andra fel som observerades var bl.a. förmultnande byggnadsavfall i bottenbjälklaget, felaktig lutning av landytan runt byggnaden och bristfällig fuktisolering av grundmuren.

Vid planeringen bör speciell uppmärksamhet fästas vid att luftfuktigheten i bottenbjälklaget hålls tillräckligt lågt. I praktiken betyder det att det inte finns vatten i bottenbjälklaget och att jordmånens fuktstigning effektivt förhindras. Dessutom bör inträdet av rinnande vatten till bottenbjälklaget förhindras genom lutning av landytan runt byggnaden och fuktisolering av grundmuren. Luftväxlingen måste uträknas så, att den motsvarar givna normvärden. I svåra förhållanden kan man vara tvungen att göra en maskinell luftväxling i grundvalet.

Då det är besvärligt och dyrt att reparera mögelskador i bottenbjälklag kräver det speciellt bra yrkesskicklighet att planera och genomföra reparationerna. Genom avsaknad av yrkesskicklighet och försumligt arbete kan man åstadkomma allvarliga skador.

ABSTRACT

Discussion of the mould-damage has increased during the last two years. Building professionals have been accused of the lack of professional skill, low work moral and indifference.

This work researchs the damages of the ventilated base floor and the causes of these damages. Two general faults in the researched projects.

The general fault was defective ventilation. The size of the single vent hole was too small, and they were too rare. The vent holes have been installed too near the ground level. The next general fault was the defective gravel bed under the building. Because soil humidity is the most important source of humidity, it has to be insulated with gravel or aggregate bed. The ground can also insulated. Other defects were moulding building wastes, the faulty banking of the ground level and the defects of damp-proofing the foundation wall.

In the design of buildings it is especially important to observe, that the relative humidity in the ventilated base floor is low enough. This means practically, that there is no free water in the ventilated base floor and the rising of the humidity of soil has been effectively insulated. The free entrance of surface water must be prevented with the banking of the ground level and with damp-proofing of the foundation wall. The amount of the ventilation must be according to standards.

Because the repairing of the mould-damage in the ventilated base floor is so laborious and expensive, I think, that design and realization demand good professional skill. Unprofessional skill in design and careless work cause serious damage.

1 JOHDANTO

Yhteistyö Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kanssa alkoi tammikuussa 1995. Työn tavoitteena oli tutkia ryömintätilaisten alapohjien homevaurioita lähinnä rakennustekniseltä kannalta. Tutkittavien kohteiden valinnasta ja ohjauksesta ovat huolehtineet ympäristötarkastajat Markku Viinikka ja Petri Puttonen.

Työssä tutkittiin homevaurioita jokaisessa kohteessa paikan päällä. Kohteet poikkesivat toisistaan rakennustavoiltaan, -ajoiltaan ja -materiaaleiltaan. Osassa kohteita voitiin vaurioiden tutkimisessa käyttää apuna vanhoja piirustuksia. Yhdessä kohteessa käytettiin apuna myös VTT:n tekemiä tutkimuksia. Lisäksi olen kerännyt tietoja kohteista haastattelemalla isännöitsijöitä, suunnittelijoita ja rakennusten käyttäjiä.

Työn tarkoituksena oli selvittää ryömintätiloissa esiintyviä home- ja kosteusvaurioita esimerkkikohteiden avulla. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää virheet, jotka vaurioihin ovat johtaneet. Tehtävänä oli myös esittää korjausehdotuksia kohteissa. Lopuksi olen koonnut yhteen suunnittelunäkökohtia, jotka tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa ryömintätilaisia alapohjia. Luvussa 5 olen laatinut havaintolomakkeen ryömintätilaisten alapohjien tutkimista varten. Liitteinä olen esittänyt alapohjien rakenne-esimerkkejä ja valokuvia kohteista.

2 ESIMERKKIKOhteet

2.1 Kannelmäen ala-asteen sivukoulu

2.1.1 Taustatietoja

Osoite: Kaarelanraitti 1, 00430 Helsinki

Kaarelanraitti 1 on vuonna 1955 rakennettu koulurakennus. Rakennuksen alapohja on ryömintätilainen puualapohja. Lämmöneristeenä alapohjassa on sahanpuru. Ulkoseinien runkomateriaalina on puu ja lämmöneristeenä kolminkertainen huokoinen puukuitulevy. Vesikatteena on vanhan huopakatteen päälle tehty mineriittikate.

Rakennuksen ryömintätilaisen alapohjan kanssa on ollut ongelmia pidemmän aikaa. Jo vuonna 1988 havaittiin ensimmäisiä kosteusvaurioita ja hajuhaittoja. Tällöin osaan ryömintätilaa lisättiin tuuletusaukkoja ja maapohjaan tehtiin veden siirto- ja keräysjärjestelmä. Samalla ryömintätilasta poistettiin lahonneet rakennusjätteet ja sokkelilaudoitukset. Vuonna 1994 osalle rakennuksen alapohjaa tehtiin korjauksia. Tällöin maapohja tasattiin ja siihen valettiin betonilaatta. Sokkeliin lisättiin myös tuuletusaukkoja. Jossain vaiheessa sokkelin sisäpuolelle, sen yläosaan, on asennettu mineraalivillalevyt ($d = 100$ mm).

2.1.2 Nykytila

Helsingin kaupungin ympäristökeskus on tehnyt kohteessa sisäilman mittauksia, joista on löytynyt niin suuria homeitiöpitoisuuksia, että rakennus on määrätty käyttökieltoon joulukuussa 1994. VTT:n Rakennus-/Puutekniikka on tehnyt tutkimuksen rakennuksen home- ja lahovaurioista syksyllä 1994. Tutkimuksissa on todettu vakavat home- ja lahovauriot koko rakennuksen alapohjassa. Koko alapohja on korjattava ennen kuin rakennus voidaan ottaa jälleen käyttöön. Kohteesta on tehty korjaussuunnitelmat ja korjaukset aloitettiin huhtikuussa 1995.

2.1.3 Havainnot

Maanpinnan korkeusasema

Rakennusta ympäröivä maanpinta on keskimäärin noin 2,5 metriä ylempänä kuin ryömintätilan maanpinta. Ympäröivää maanpintaa ei ole kallistettu riittävästi rakennuksesta pois päin, ja paikoittain kallistus on rakennukseen päin. Maanpinta rakennuksen ympärillä on suurelta osin asfaltoitu. Näin ollen pintavedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat suoraan päin sokkelia. Tämä lisää merkittävästi ryömintätilan kosteusrasitusta.

Salaojat

Salaojitusta ei ole rakennettu, minkä vuoksi pintavedet rasittavat sokkelia ja osittain menevät sokkelin läpi ryömintätilaan. Myös ryömintätilan maapohja on salaojittamaton.

Perusmuuri

Sokkeli vuotaa pintavedet läpi, koska sokkelin ulkopuolella ei ole kosteuseristystä.

Samoin sokkelista puuttuu ulkopuolinen lämmöneriste. Jälkeenpäin sisäpuolelle asennettu mineraalivilla aiheuttaa sokkelissa sellaisen lämpötilaeron, että kosteuden tiivistyminen sokkelin sisäpintaan ja siihen rajoittuviin puuosiin lisääntyy. VTT:n tutkimuksissa on todettu, että puu lämmöneristeen takana on määmpää kuin muuten keskimäärin. Sokkelilaudoituksia on paikoitellen jätetty purkamatta.

Tuuletusaukot

Tuuletusaukot ovat joutuneet pihan pintakerroksia lisättäessä liian lähelle ympäröivää maanpintaa, jopa osittain maan pinnan alle. Tuuletusaukkoja on määrällisesti liian vähän. Osalle rakennuksen alapohjaa on tuuletusaukkoja lisätty korjausten yhteydessä.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maapohja on täysin tasaamaton ja paikoittain siinä on syviä vesimonttuja. Maapohjassa on havaittavissa orgaanista pintakerrosta. Sorakerros puuttuu, joten maakosteus pääsee esteettä nousemaan ryömintätilaan.

Alapohjan puurakenteet

Kuvasta 1 (Liite 10) näkyy, että primääripalkit ovat monin paikoin niin lahovikaiset, että puu on sisältä pehmeää. Myös sekundääripalkkien ja rossilautojen sokkeliin rajoittuvat osat ovat osittain vaurioituneet. Sahanpurueriste, varsinkin sokkelin läheisyydessä, on homeen ja lahon vaurioittamaa. Myös alapohjaan asennetut bituliittilevyt ovat homeen vaurioittamia.

2.1.4 Tehdyt korjaukset

Tiedot tehdyistä korjauksista olen saanut Rakennusinsinööritoimisto P & T Jauhiainen Oy:ltä haastateltuani Tapio Jauhiaista. Korjaukset tehtiin seuraavasti /6/:

- Seinän vierustat kaivettiin auki aina kalliopintaan saakka. Kallion pinnassa olleet montut tasattiin betonilla ja kalliopinta kallistettiin salaojavesien virtaussuuntaan.
- Ympäröivää maanpintaa laskettiin ja se kallistettiin rakennuksesta pois päin.
- Perusmuuri eristettiin ulkopuolelta seuraavasti:
 - Perusmuuria vasten asennettiin perusmuurilevy, joka kiinnitettiin yläreunastaan tiiviillä listalla.
 - Perusmuurilevyä vasten asennettiin salaojamatto (Enkadrain), ja se käännettiin alapäästään myös kalliopinnalle.
 - Perusmuurin yläreunaan asennettiin 50 mm:n Styrox, jonka tehtävänä on suojata perusmuurin eristyksiä mekaaniselta rasitukselta, esimerkiksi kaivutöissä.
- Seinän vierustan täytössä käytettiin välissä tiivistä maakerrosta, jonka pintaa pitkin pintavedet ohjautuvat pois seinän vierestä.
- Salaojitusjärjestelmä rakennettiin rakennuksen ulkopuolelle ja ryömintätilan maapohjaan tehtiin myös varajärjestelmä.
- Ryömintätilan maapohja eristettiin maakosteuden nousua vastaan murskekerroksella. Kerroksen paksuus oli keskimäärin noin 1,5 m ja raekoko 4 - 20 mm. Ryömintätilan korkeudeksi tuli korotuksen jälkeen noin 1,2 m.

- Tuuletusaukkoja lisättiin niin paljon, että määräysten mukaiset ohjearvot täyttyivät. Yksittäisen tuuletusaukon koko oli 150 x 200 mm².
- Lattian puurakenteet purettiin kantavat rakenteet mukaan lukien. Uudet kantavat rakenteet tehtiin normaalista sahatavarasta. Suunnittelija ei katsonut tarpeelliseksi käyttää kyllästettyä puutavaraa. Kantavat palkit eristettiin betonipilareista neopreenikaistoilla, joka on kestävämpi kosteuseriste kuin bitumikermi. Entiset ulkoseinän alajuoksut voitiin pääosin säilyttää. Vain muutamissa paikoin alajuoksupuuta jouduttiin korvaamaan uudella kyllästetyllä puulla. Entiset alajuoksut oli käsitelty karbolitervalalla, joka oli estänyt niiden lahoamisen. Alajuoksuihin porattiin varmistukseksi vielä booripatruunoita 250 mm:n välein.
- Lattian lämmöneristeenä käytettiin selluvillaa. Selluvilla on parempi lämmöneristepuoli kuin mineraalivilla, koska se sisältää booria. Booripohjainen lämmöneriste ei ole otollinen kasvualusta sienirihmastolle.

2 . 2 Puotilan päiväkot

2 . 2 . 1 Taustatietoja

Osoite: Rusthollarinkuja 5, 00910 Helsinki

Rusthollarinkuja 5 on vuonna 1967 rakennettu päiväkot. Rakennuksen alapohja on osittain maanvarainen ja osittain ryömintättilainen. Rakennuspaikka on rinteessä ja rinteän yläpuoli on yksikerroksinen ja rinteän alapuoli on kaksikerroksinen. Rinteän yläpuolinen osa on ryömintättilainen. Ryömintättilan yläpuolella on osittain lämpimiä tiloja ja toisessa päässä yläpuolella on kylmä terassi. Ryömintättilan korkeus on keskimäärin noin 2,5 m. Ryömintättilaisen osan ala on noin 60 m² ja tuuletusaukkoja on vain kolme kappaletta ja ne ovat liian pieniä. Parin vuoden ajan sekä lapset että hoitajat ovat sairastelleet paljon, esimerkiksi useita poskiontelontulehduksia. Ensimmäisen kerran syksyllä vuonna 1994 ympäristökeskus mittasi homepitoisuuksia sisäilmasta. Mittauksissa ilmeni niin suuret pitoisuudet, että ryömintättilaan avattiin luukku, josta päästiin tutkimaan ryömintättilan kunto. Toisen kerran homepitoisuudet mitattiin maaliskuussa 1995.

2 . 2 . 2 Nykytila

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen tekemissä sisäilman mittauksissa on todettu korkeat homeitiöpitoisuudet.

2.2.3 Havainnot

Maanpinnan korkeusasema

Rinteen puolella rakennusta ympäröivä maanpinta on noin 2 metriä ylempänä kuin ryömintätilan maanpinta. Ryömintätilan puolella maanpinta on asfaltoitu ja kallistukset rakennuksesta pois päin eivät ole riittävät. Kuvasta 2 (Liite 10) voidaan havaita, että syöksytorvien kohdalla sadevesien ohjausta rakennuksesta pois päin ei ole järjestetty. Lisäksi asfaltti on osittain painunut sokkelin vierestä. Tämä lisää ryömintätilan kosteusrasitusta.

Salaojat

Salaojitusta ei ole rakennettu.

Perusmuuri

Ryömintätilassa sokkeli on sisäpuolelta kuiva, joten voidaan olettaa, että se on rakennusvaiheessa eristetty ulkopuolelta. Sisäpuolella ei ole eristyksiä.

Tuuletusaukot

Tuuletusaukkoja on vain kolme kappaletta koko ryömintätilan alueella ja tuuletusaukot ovat liian pieniä (Kuva 3, Liite 11). Aukkojen koko on $7,1 \text{ cm}^2$ eli kokonaisala $A_{\text{tot}} = 3 \times 7,1 \text{ cm}^2 = 21,3 \text{ cm}^2$. Tuuletusaukkoja tulisi olla $1/1000$ x pohjan ala, josta saadaan tuuletusaukkojen kokonaispinta-alaksi $A = 1/1000 \times 60 \text{ m}^2 = 0,06 \text{ m}^2 = 600 \text{ cm}^2$. Tuuletusaukkoja on siis vain noin 4 % siitä mitä niitä pitäisi olla [RIL 155]. Tuuletuksen puute on siis ollut merkittävä syy homevaurioiden syntyyn.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maapohja on tasaamaton ja siinä on havaittavissa orgaanista pintakerrosta. Maakosteuden nousemisen ehkäisevä sorakerros puuttuu. Maapohjassa on myös runsaasti rakennusjätteitä, jotka ovat lahonneet.

Ryömintätilan yläpohja

Ryömintätilan yläpohja on toteutettu paikallavalettuna laatta-palkkijärjestelmänä. Kuvasta 4 (Liite 11) nähdään, että kaikki palkkien ja kantavan laatan lautamuotit on jätetty purkamatta. Vain pystytuet on poistettu, mutta osa niistäkin lojuu maapohjassa. Kylmää ulkoilmaa vasten rajoittuvassa osassa muottilaudat ovat täysin lahonneet ja märät. Tämä johtuu siitä, että maakosteus on kondensoitunut kylmää pintaa vasten. Terassin laatta on ilmeisesti lämmöneristämätön. Lämpimään tilaan rajoittuvassa osassa muottilaudat eivät ole märät, eikä niissä ole home- tai lahovaurioita.

2 . 2 . 4 Korjausehdotukset

Seinän viereen tehdään asfaltista kallistukset, joilla vesi ohjataan rakennuksesta pois päin. Samalla ohjataan syöksytorvista tulevat vedet kourujen avulla pois päin sokkelista. Palkkien ja laatan muotit poistetaan ja koko ryömintätilasta poistetaan kaikki orgaaninen aines. Samalla tarkastetaan betonirakenteiden kunto. Ryömintätilan maapohjan monttuja tasataan ja maapohjan päälle levitetään sora- tai kevytsorakerros ($d > 100$ mm), joka vähentää maaperän kosteuden nousemista ryömintätilaan. Tuuletusaukkoja lisätään niin paljon, että niiden määrä vastaa nykyisiä määräyksiä. Alussa ryömintätila voidaan tehdä alipaineiseksi imurin avulla kuivatuksen tehostamiseksi. Riittävän korvausilman saannista on kuitenkin huolehdittava. Terassin kohdalta yläpohja lämmöneristetään kosteudenkestävällä lämmöneristeellä, esimerkiksi Finnfoam 60 mm. Yläpuolinen lämmöneristys olisi hyvä ratkaisu kosteusteknisesti. Oven kohdalla ei kuitenkaan laatan pintaa voida nostaa, joten eristys on pakko tehdä alapuolelle. Varastoon tehtyyn oviaukkoon tehdään tiivis lämmöneristetty luukku, josta jälkiseuranta ja huoltotoimenpiteet ovat mahdollisia.

2.2.5 Tuuletusaukkojen mitoitus

Tuuletusaukkojen kokonaisala $A_{tot} = 600 \text{ cm}^2$

Käytetään valurautaisia säleiköllisiä luukkuja. VTT:n tutkimusten mukaan on aukon tehollinen pinta-ala vain 60 % aukon nimellisalasta. /5/

Valitaan tuuletusaukkokokoko $15 \times 15 \text{ cm}^2$, jolloin

yhden aukon tehollinen ala $0,6 \times 15 \times 15 \text{ cm}^2 = 135 \text{ cm}^2$, ja

aukkojen lukumäärä $600/135 = 4,4 \text{ kpl} = 5 \text{ kpl}$

Aukot sijoitetaan tasaisesti kahdelle sivulle.

Käytettäessä pyöreää luukkuja tulee halkaisijan olla $> 170 \text{ mm}$, jolloin tuuletusaukkojen kokonaisalaksi saadaan $A_{tot} = 680 \text{ cm}^2$.

Määräysten mukainen ilmavirta on $0,3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (RIL 155), jolloin kokonaisilmavirraksi saadaan $0,3 \times 60 = 18 \text{ m}^3$

2.3 Kohteita Puu-Käpylästä

2.3.1 Taustatietoja

Puu-Käpylässä tarkastelun kohteena oli useita puurakenteisia pientaloja, jotka on rakennettu 1920-luvun alkupuolella. Talojen kellareista osa on rakennettuja ja osa rakentamattomia.

2.3.2 Havainnot

Perustamistapa

Rakennukset on perustettu suurelta osin kalliolle. Ryömintätilojen korkeus vaihteli 0,1 m - 3,0 m. Perustukset ovat kivilatamusperustuksia, joita on jälkeen päin tarvittaessa vahvistettu betonilla tai tiilimuurauksilla. Perustuksia on jouduttu vahvistamaan kellarien rakentamisen yhteydessä tehtyjen louhintojen vuoksi.

Ryömintätilan kalliopohja

Ryömintätilan pohja on rakentamattomissa kellareissa suurelta osin kalliota. Kallion muoto on yleensä luonnonmukainen. Etenkin rinnetonteilla valumavedet virtaavat vapaasti ryömintätilassa maaston muotojen mukaan. Salaojia ei yleensä ole rakennettu. Kellarien rakentamisen yhteydessä kallio on louhittu tasaiseksi, ja sen päälle on valettu betonilaatta.

Tuuletusaukot

Tuuletusaukkojen pinta-ala on riittävä ja varsinkin kivilatamusperustuksissa olevat raot parantavat tuuletusta. Aukot ovat liian lähellä sokkeliä ympäröivää maanpintaa

ja osittain ne ovat jääneet jopa maanpinnan alapuolelle. Aukkojen kautta on valumavesien pääsy ryömintätilaan mahdollista. Varsinkin katujen varrella, jossa jalkakäytävät kulkevat aivan rakennuksen vieressä, oli tämä ongelma havaittavissa. Jalkakäytävälle on vuosien saatossa lisätty asfalttikerroksia, eikä ole huomioitu tuuletusaukkojen joutumista asfalttipinnan alapuolelle.

Ryömintätilan puurakenteet

Ryömintätilan puurakenteet ovat normaalia sahatavaraa ja kantavat rakenteet ovat pyöreää puuta. Lämmöneristeenä on sahanpuru. Puurakenteiden kunto on hämmästyttävän hyvä, kun otetaan huomioon rakenteiden ikä.

Havaitut home- ja kosteusvauriot

Home- ja kosteusvauriot, joita kohteista löytyi, olivat syntyneet korjaus- ja muutostöiden yhteydessä tehtyjen virheiden seurauksena. Kylpyhuoneita ja wc-tiloja oli rakennettu puutteellisin kosteuseristyksin, ja kosteutta oli päässyt alapuolisiin puurakenteisiin.

2 . 4 Solakallion erityiskoulu

2 . 4 . 1 Taustatietoja

Osoite: Kansantie 1, 00680 HELSINKI

Kohteena on vuonna 1967 rakennettu koulurakennus. Julkisivumateriaalina on tiili ja katto on singelipintainen bitumikermikate. Kellarin vieressä on ryömintätila, jonka korkeus on noin 1 - 2 m. Ryömintätilan yläpohja on betonia.

2 . 4 . 2 Nykytila

Koulussa on huhtikuussa 1995 tehdyissä homeitiöpitoisuusmittauksissa havaittu kohonneita pitoisuuksia johtajan huoneessa ja fysioterapiahuoneessa. Koulussa on ollut useita kattovuotoja. Myös väestönsuojassa ja hätäpoistumistietunnelissa on havaittu kosteusvaurioita. Ryömintätilan mahdollinen osuus kohonneisiin itiöpitoisuuksiin on pyydetty selvittämään.

2 . 4 . 3 Havainnot

Maanpinnan korkeusasema

Ryömintätilan maanpinta on noin 1,5 m ympäröivää maanpintaa alempana. Ympäröivä maanpinta on osittain asfaltoitu ja etelänpuoleisella rinteellä pihan valuma- ja pintavedet valuvat suoraan perusmuuria vasten lisäten perusmuurin kosteusrasitusta. Pihan pintavesikourut ovat tukossa.

Salaojat

Salaojitus on rakennettu, mutta sen toiminnassa on havaittu häiriöitä. Kaivoväli 14 - 23 on tukossa ja kaivossa 23 vesi seisoo, veden korkeus + 19,41 ja kellarin lattian korkeus + 20,00. Kaivovälillä 16 - 17 vesi juoksee huonosti ja väli on osittain tukossa. Kaivojen 13 - 17 välinen salaojavesi kastelee perusmuurin ja lisää maapohjan kosteutta ryömintätilassa /7/.

Perusmuuri

Perusmuuri on betonia ja paikoitellen se on märkä. Tehdyn koekuopan perusteella on todettu, että perusmuurissa ei ole kosteudeneristystä. Perusmuuriin on jätetty rakennusvaiheessa muottilautoja, jotka ovat lahovaurioisia ja märkiä.

Tuuletusaukot

Ryömintätilan tuuletus on painovoimainen ja tuuletusaukkoja on vain neljä kappaletta koko ryömintätilan alueella. Tuuletusaukkojen koko on \varnothing 100 mm ja niissä on säleikkö, joka pienentää tehollista tuuletuspinta-alaa. Yksittäisen aukon tehollisen tuuletuspinta-alan tulisi olla vähintään $150 \times 150 \text{ mm}^2 = 22\,500 \text{ mm}^2$. Nykyisissä tuuletusaukoissa yhden aukon pinta-ala on vain $0,6 \times \pi \times 50^2 \text{ mm}^2 = 4712 \text{ mm}^2$. Koska tuuletusaukkoja on näin vähän, maasta nouseva kosteus tiivistyy perusmuuriin ja yläpohjan betonirakenteisiin.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maapohja on enimmäkseen tasainen ja kallistettu salaojiin päin. Maapohjassa on sorakerros ($> 100 \text{ mm}$). Maapohja on pääosin kuiva, mutta perusmuurin vieressä on muutamia kosteita kohtia.

Ryömintätilan yläpohja

Ryömintätilan yläpohja on betonirakenteinen ja palkkien kohdalla ja perusmuurin vieressä siinä on lämmöneristeenä pinnoitettu Toja-levy (d = 50 mm). Kosteus tiivistyy ajoittain betonirakenteisiin. Betonirakenteissa ei ole silminhavaittavia vaurioita.

Putket

Ryömintätilaan on asennettu paljon putkia, joista suurin osa on eristämättä. Eristämättömät putket nostavat ryömintätilan lämpötilaa ja tästä syystä lisäävät ryömintätilan kosteusrasitusta. Putket eivät kuitenkaan haittaa ryömintätilan tuulettumista, koska tila on riittävän korkea.

Muita havaintoja

Kuvasta 5 (Liite 12) nähdään, että ryömintätalassa olevia putkia on tuettu maahan puurakenteilla. Puurakenteet ovat alkaneet lahota ja ne lisäävät ryömintätilan itiöpitoisuuksia.

2 . 4 . 4 Korjausehdotukset

Salaojitukset korjataan ainakin niillä väleillä, joissa ongelmia on havaittu. Vanhat tiili-putket korvataan muoviputkilla.

Perusmuurista poistetaan lahonneet muottilaudat. Perusmuuri kosteuseristetään ulkopuolelta seuraavasti:

- Perusmuuri puhdistetaan ja kuivataan
- Betonipinta käsitellään bitumiliuoksella tartunnan varmistamiseksi
- Liuoksen kuivuttua sen päälle sivellään kaksinkertainen kuumabitumisively ja mahdollisiin perusmuurin halkeamiin liimataan kumibitumikermikaistat (K - MS 200/4000).

Perusmuuri kannattaa myös samalla lämmöneristää ulkopuolelta, esim. 50 mm:n Styrox R:llä. Levyt kiinnitetään bitumisivelyn yhteydessä bitumilla. Perusmuurin vierustäyttönä käytetään riittävän vettäläpäisevää materiaalia, esim. salaojitussoraa. Asfaltoiduilla osin uutta asfalttia ei viedä perusmuuriin saakka, vaan se jätetään noin 500 mm:n päähän perusmuurista. Perusmuurin vierustan ylimpänä kerroksena käytetään esim. sepelikerrosta ($d > 200 \text{ mm}$), jota pitkin valumavedet pääsevät salaojiin.

Tuuletusaukkoja lisätään siten, että niiden yhteispinta-ala on vähintään 1,5 % pohjapinta-alasta. Yksittäisen tuuletusaukon tehollisen pinta-alan on oltava vähintään 22500 mm^2 . Tuuletusaukkojen maksimiväli saa olla enintään 6 000 mm ja maksimietäisyys nurkasta 1 000 mm.

Ryömintätilaan asennetut putket eristetään, jotta saadaan laskettua ryömintätilan lämpötilaa. Putkien tukena olleet puurakenteet poistetaan.

2.5 Päiväkoti Loimi

2.5.1 Taustatietoja

Osoite: Koskenhaankuja 5, 00940 HELSINKI

Koskenhaankuja 5 on vuonna 1987 rakennettu päiväkotirakennus. Kohteessa on pyydetty tarkastamaan ryömintätilan kunto ja selvittämään homeitiöpitoisuudet.

2.5.2 Havainnot

Maanpinnan korkeusasema

Ryömintätilan maanpinta on noin 1,5 - 3,0 metriä ympäröivää maanpintaa alempana. Rinteen puolella maa on kallistettu rakennukseen päin.

Salaojat

Salaojat on rakennettu.

Perusmuuri

Perusmuuri on betonia ja se on lämmöneristetty sisäpuolelta mineraalivillalevyillä ja styroxillä, kuten kuvasta 12 näkyy. Mineraalivillat ovat märät perusmuurin alareunasta, noin 0,5 - 1,0 metriä, rinteen puoleisella sivulla. Yhdeltä sivulta perusmuuri on kosteuseristetty bitumisivelyllä. Märkien mineraalivillojen kohdalla perusmuuri on eristämätön, ainakin sisäpuolelta.

Tuuletusaukot

Ryömintätilassa on painovoimaisia tuuletusaukkoja (\varnothing 100 mm) kaksi kappaletta ja yksi koneellisen ilmanvaihdon venttiili. Mielestäni tuuletus ei ole riittävä.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maapohja on epätasainen ja keväällä perusmuurin vieressä rinteeseen puolella seisoi vesi. Maapohjassa on sorakerros, mutta se ei ole yhtenäinen. Niillä osin, missä sorakerrosta ei ole, on havaittavissa sienikasvustoa ja hometta. Maapohjaan on jäänyt rakennusjätteitä, jotka ovat alkaneet lahota. Ryömintätilaan on varastoitu myös huonekaluja ja muuta romua, jotka ovat alkaneet homehtua. Romujen kohdalla myös soran päältä löytyi sienikasvustoa.

Ryömintätilan yläpohja

Yläpohja on betonirakenteinen ja se on lämmöneristetty alapuolelta styroxilla. Betoni styroxien takana oli kuiva.

Putket

Ryömintätilaan on asennettu muovisia viemäriputkia, jotka ovat eristämättä. Putket on kannatettu ryömintätilan yläpohjaan. Maanpinnasta voi havaita, että putkien pintaan on tiivistynyt vettä, joka on sitten tippunut maapohjaan ja lisännyt ryömintätilan kosteusrasitusta.

2.5.3 Korjausehdotukset

Kaikki ryömintätilaan varastoidut tavarat on poistettava, koska niissä on selvästi havaittavissa hometta ja näin ollen ne lisäävät ryömintätilan itiöpitoisuutta.

Ryömintätilan maapohja on puhdistettava kaikesta rakennusjätteestä, orgaanisesta aineesta ja sienikasvustosta. Maapohjan montut on tasattava ja puuttuville osin on laitettava sora- tai singelikerros.

Tuuletuksen osalta on tehtävä mittaukset, joilla selvitetään ilman vaihtuvuus ryömintätalassa. Jos ilmavirta on puutteellinen, on tuuletusta tehostettava niin, että määräysten mukainen ohjearvo $0,3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ täyttyy.

Perusmuurin kostuminen rinteiden puolella on selvitettävä. Tehdään koekuoppa perusmuurin ulkopuolelle, josta voidaan todeta salaojitustaso ja perusmuurin kosteuseristyksiset. Märät mineraalivillat on poistettava perusmuurin sisäpuolelta.

Viemäriputkien kondenssio on estettävä eristämällä putket.

2.6 Tilkantori 10

2.6.1 Taustatietoja

Osoite: Tilkantori 10, 00280 HELSINKI

Tilkantori 10 on vuonna 1992 rakennettu pienkerrostalo. Rakennus sijaitsee Pikku-Huopalahdessa, aivan meren rannassa (Kuva 6, Liite 12).

2.6.2 Nykytila

Kohteessa on havaittu, että ryömintätilassa seisoo vesi.

2.6.3 Havainnot

Maanpinnan korkeusasema

Ryömintätilan maanpinta on noin 1,5 - 2,0 m ympäröivää maanpintaa alempana. Ympäröivä maanpinta on merenpuoleiselta sivulta asfaltoitu. Muuten maanpinta on nurmikkoa. Maanpinta on kallistettu rakennuksesta pois päin.

Salaojat

Salaojat on rakennettu.

Perusmuuri

Perusmuuri on betonirakenteinen ja sen sisäpuolelle yläosaan on asennettu lämmöneristeeksi styrox. Kosteus on noussut kapillaarisesti välisokkeleissa noin 300 mm:ä.

Tuuletusaukot

Tuuletusaukkojen väli on noin 5,0 m ja niiden halkaisija on 200 mm:ä. Ryömintätilassa on paljon välisokkeita, joissa on myös samankokoisia tuuletusaukkoja. Lisäksi välisokkeissa on huoltoaukkoja, joiden ala on 600 x 600 mm². Mielestäni tuuletus on riittävä.

Ryömintätilan maapohja

Ryömintätilan maapohjassa on sepeliä ja soraa. Maapohja on kallistettu virheellisesti ryömintätilan keskelle päin. Ryömintätilan keskellä olevissa montuissa seisoo vettä noin 200 mm.

Ryömintätilan yläpohja

Ryömintätilan yläpohja on betonirakenteinen ja sitä ei ole lämmöneristetty. Yläpohja on kuiva.

Putket

Ryömintätilaan on asennettu viemäriputkia, jotka ovat eristämättä. Kondenssiosta ei ole havaintoja.

2.6.4 Korjausehdotukset

Ryömintätilan maapohjaa on täytettävä murskeella, raekoko 4 - 20 mm. Täytön tarve on laskettava vallitsevasta merenpinnantasosta. Täytön yläpinta on oltava vähintään 1,5 m ylempänä kuin merenpinta.

3. TAVALLISIMMAT VIRHEET RYÖMINTÄTILAISISSA ALAPOHJISSA

3.1 Yleistä

Ryömintätilaisten alapohjien home- ja kosteusvauriot voivat aiheutua useasta eri syystä. Mielestäni suurimmat ja hankalimmin korjattavat virheet tehdään suunnittelussa. Virheitä tapahtuu myös työmaalla työn suorituksessa. Korjaus- ja muutostöillä voidaan saada aikaan pahoja home- ja kosteusvaurioita korjausta ennen hyvin toimineeseen alapohjaan. Myös rakennuksen käytön aikana tapahtuvat huollon laiminlyönnit ja ryömintätilan käyttötarkoituksen muutokset voivat johtaa home- ja kosteusvaurioihin.

3.2 Suunnittelussa tapahtuvat virheet

Suunnittelussa tapahtuvat virheet ovat yleensä hankalia ja kalliita korjattavia. Tällaisia virheitä ovat mm. seuraavat:

- Tavallisin suunnitteluvirhe on puutteellinen tuuletus. Tuuletusaukkojen kokonaisuusmäärä ei vastaa määräysten (RIL 155) ohjearvoja. Tuuletusaukkojen pinta-aloissa ei ole otettu huomioon venttiileiden ja ritilöiden pienentävää vaikutusta aukon teholliseen pinta-alaan.
- Tuuletusaukkojen sijoittelussa tapahtuu myös virheitä. Tuuletusaukot sijoitetaan liian lähelle maanpintaa tai niitä on liian harvassa. Välisokkeiden tuulettuminen on myös eräs ongelma. Tuuletus voidaan tukkia myös sijoittamalla matalaan ryömintätilaan liikaa putkia.
- Ryömintätilan korkeus on monesti liian pieni, jolloin huolto- ja tarkastustoimet oleellisesti vaikeutuvat.

- Heti suunnittelun alkuvaiheessa tulee virheitä rakennuksen sijoittamisessa tontille. Rakennus sijoitetaan tuulelta suojaiseen ja alavaan maastoon, jolloin tuuletus heikenee. Tämä olisi otettava huomioon tuuletustarvetta laskettaessa.
- Salaojitusten osalta virheitä tapahtuu mm. kaivojen mitoituksessa ja salojitustason määrityksessä, joka voi jäädä liian ylös.
- Ympäröivä maanpinta on asfaltoitu perusmuuriin saakka, jolloin pintavedet valuvat suoraan perusmuuria vasten. Maanpinta voi olla myös kallistettu perusmuuriin päin.
- Sadevesien ohjauksesta ei ole huolehdittu. Syöksytorvien alta puuttuvat pintavesikourut tai sadevesikaivot.
- Perusmuurien osalta virheitä tapahtuu eristyksien suunnittelussa. Perusmuuri jätetään ilman kosteuseristystä tai se on puutteellinen, esimerkiksi korkea perusmuuri on eristetty vain patolevyllä. Tyypillinen virhe on myös perusmuurin kosteuseristäminen sisäpuolelta, jolloin perusmuuri jää märäksi. Perusmuurin lämmöneristämässä tapahtuu myös paljon virheitä. Jos lämmöneriste asennetaan sisäpuolelle, kosteus tiivistyy lämmöneristeen taakse kylmää perusmuuria vasten. Lämmöneristemateriaalin valinnassa tapahtuu myös virheitä. Lämmöneristeeksi valitaan kosteutta kestävä materiaali, kuten esimerkiksi mineraalivilla. Perusmuurista tai anturasta puuttuu läpivientiputket, jolloin vesi jää seisomaan ryömintätilan puolelle.
- Alapohjan ja ryömintätilaan liittyvissä rakenteissa ei ole käytetty kestopuuta. Alapohjan alin kerros ei ole riittävän ilmatiivis, josta seurauksena on mm. haitallista lattiavetoa. Alapohjan ja perusmuurin liitosdetaljit on väärin suunniteltu.
- Maapohjan kosteuseristyksen puuttuminen on myös yleinen virhe. Kapillaarikatko puuttuu ja maakosteus pääsee suoraan nousemaan ryömintätilaan. Tämä lisää merkittävästi ryömintätilan kosteusrasitusta. Maapohjaa ei ole kallistettu salojiin päin ja vesi jää seisomaan ryömintätilaan.

- Putket on jätetty eristämättä. Tästä seurauksena on kondenssiovaara kylmissä putkissa tai vastaavasti lämpimät putket nostavat turhaan ryömintätilan lämpötilaa ja maakosteuden haihtuminen lisääntyy.
- Pohjaveden tai merenpinnan korkeuden vaihtelujen virhearvioinnit ja niistä johtuva alimitoitus kuivatusjärjestelmissä.

3.3 Työmaalla tapahtuvat virheet

Työmaalla tapahtuvat virheet johtuvat usein valvonnan puutteesta ja välinpitämättömyydestä. Ehdoton edellytys työn onnistumiselle on, että rakenteet tehdään suunnitelmien mukaan ja niissä käytetään suunnitelmissa esitettyjä materiaaleja. Soveltaminen näissä asioissa voi helposti johtaa virheisiin. Työmaalla tapahtuvia virheitä ovat mm. seuraavat:

- Ryömintätilaan jätetään rakennusjätteitä, jotka alkavat ajan myötä siellä lahota.
- Maapohjaa ei tasata riittävästi, ja siihen jää vettä kerääviä monttuja.
- Alapohjan lämmöneristysten ja tuulensuojan asennus on huolimaton ja alapohjasta ei tule ilmatiivis. Läpivientejä ei tiivistetä riittävästi. Ongelma tulee esille varsinkin elementtialapohjissa, joissa eristeiden saumat tulisi tiivistää jälkeinpäin. Jos ryömintätila ei ole riittävän korkea, tiivistystä ei voida tehdä kunnolla. Perusmuurin ja alapohjan liitosta ei tehdä riittävän huolellisesti.
- Perusmuurin lämmöneristeillä tukitaan kokonaan tai osittain tuuletusaukkoja.
- Salaojien rakentamiseen ei kiinnitetä riittävä huomiota. Ei käytetä salaojasoraa vaan käytetään materiaalia, jota työmaalta löytyy. Täyttövaiheessa salaojaputket voivat vaurioitua. Kallistukset eivät ole riittävät.

- Perusmuurin eristyksiä rikotaan täyttövaiheessa.
- Putkirakenteita tai alapohjan rakenteita tuetaan maapohjaan puurakenteilla.

3.4 Korjausrakentamisessa tapahtuvat virheet

Korjausrakentamisessa tapahtuu mm. seuraavia virheitä:

- Ryömintätilainen alapohja tai osa siitä muutetaan maanvaraiseksi.
- Ryömintätilaiseen alapohjaan liitetään maanvarainen lisärakennus ilman, että huolehdittaisiin toimenpiteen vaatimasta tuuletuksen järjestämisestä vanhassa osassa.
- Alapohja lisälämmöneristetään lisäämättä tuuletusta.
- Puisen alapohjan päälle rakennetaan kosteita tiloja ilman asianmukaisia kosteuseristyksiä

3.5 Rakennuksen käytön aikana tapahtuvat virheet

- Tuuletusaukkoja pidetään suljettuna liian kauan.
- Tuuletusaukkojen eteen istutetaan kasvillisuutta, joka tukkii aukot.
- Lumet varastoidaan perusmuurin viereen. Lumen sulaessa sulamisvedet voivat joutua ryömintätilaan.
- Ryömintätilaa käytetään esimerkiksi polttopuuvarastona.

4. RYÖMINTÄTILAISEN ALAPOHJAN SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVIA SEIKKOJA

4.1 Yleistä

Ryömintätilaisten alapohjien suunnittelussa suurimmat ongelmat liittyvät maakosteuden haihtumisen estämiseen ja tuuletuksen riittävyteen. Tuuletuksen määrä pitäisi olla riittävä, mutta toisaalta liian tehokas tuuletus voi johtaa mm. routavaurioihin ja aiheuttaa lattiavetoa. Perusmuurin sisäpuolisten lämmöneristeiden käyttöön liittyy myös ongelmia. Kosteuden tiivistyminen lämmöneristeen taakse on otettava suunnittelessa huomioon, varsinkin, jos tuuletus on vähäinen. Tähän lukuun olen koonnut mielestäni tärkeimpiä asioita, joita tulisi miettiä ryömintätilaisia alapohjia suunnitellessa.

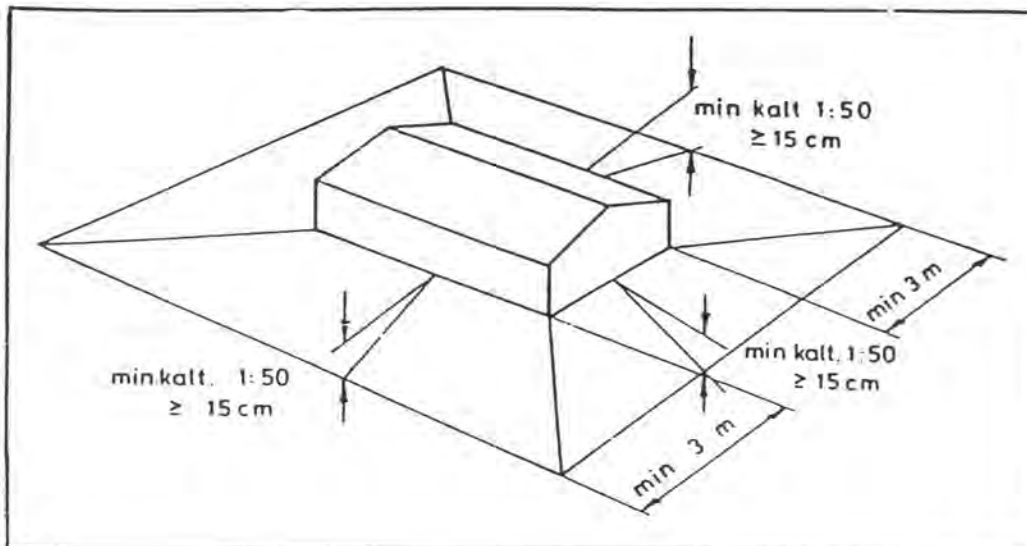
4.2 Ryömintätilan korkeus

Ryömintätilan on oltava niin korkea, että siellä pystyy liikkumaan ja suorittamaan tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä. Mielestäni määräysten /1/ mukainen korkeus 0,3 m ei ole riittävä. Etenkin elementtialapohjissa, joissa lämmöneriste on kiinnitetty valmiiksi elementtiin jo tehtaalla, on otettava huomioon jälkeempään tehtävän saumojen tiivistyksen vaatima työtila. Mielestäni minimikorkeutena voidaan pitää 0,8 metriä. Jos ryömintätilaan asennetaan paljon putkia, on työn suorittamisen helpottamiseksi korkeutta lisättävä.

4.3 Ympäröivä maanpinta

Rakennusta ympäröivän maanpinnan muotoilulla tulee pyrkiä vähentämään ryömintätilan kosteusrasitusta. Ympäröivän maanpinnan tulisi olla alempana kuin ryömintätilan maanpinnan. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, varsinkaan rinnetonteilla. Ympäröivä maanpinta tulisi kallistaa rakennuksesta pois päin vähintään kolmen metrin matkalta kaltevuuteen 1:50. Maanpinnan on oltava tasainen,

jotta siihen ei jää vettä kerääviä monttuja. Jos ympäröivä maanpinta asfaltoidaan, kuten pihoissa ja pysäköintialueilla, asfalttia ei saa viedä perusmuuriin saakka. Perusmuurin viereen, noin 500 mm:n matkalle, ylimmäksi kerrokseksi laitetaan sepeliä ($d > 200$ mm), josta valumavedet pääsevät imeytymään maahan, eivätkä valu vasten perusmuuria.



Kuva 9. Rakennusta ympäröivän maanpinnan kallistus /2/.

4.4 Sadevesien ohjaus

Sadevedet eivät saa valua katolta hallitsemattomasti seinän viereen. Vedet on ohjattava kauemmaksi sadevesijärjestelmien avulla. Syöksytorvien alle asennetaan rakennuksesta pois päin kallistetut pintavesikourut tai sadevesikaivot.

4.5 Salaojat

Lähes kaikki rakennukset pitäisi salaojittaa. Poikkeuksena kalliotontit tai esim. korkealle paikalle louheen päälle perustetut rakennukset. Salaojaputkien ympärillä on käytettävä riittävän suuria salaojitussorakerroksia. Korkeita perusmuureja vasten on käytettävä salaojituserrosta. Putket on asennettava riittävän alas, eli anturoiden tasoon tai siitä alaspäin. Tarvittaessa on käytettävä tuplaputkia. Putkien kallistuksien on oltava vähintään 1 %. Kaivojen halkaisijan on oltava vähintään 400 mm, että ne voidaan helposti puhdistaa.

4.6 Perusmuuri

Perusmuurin kosteuseristäminen vähentää oleellisesti ryömintätilan kosteusrasitusta. Kosteuseristys tehdään perusmuurin ulkopintaan. Patolevyillä aikaansaatu kosteuseristys riittää vain matalissa perusmuureissa ja kuivilla rakennuspaikoilla. Jos on vaara, että valumavedet valuvat suoraan perusmuuria vasten, se on eristettävä bitumisivelyllä. Betoniseen perusmuuriin riittää kosteuseristykseksi yksi bitumiliuosively ja sen päälle kaksi kuumabitumisivelyä. Saumojen kohdalle, kuten elementtisokkeleissa liimataan kumibitumikermikaistat (K-MS 200/4000). Jos perusmuuri on kevytsoraharkkoa, se on slammattava ennen bitumisivelyä. Perusmuurin tai anturan alareunaan, ryömintätilan maanpinnan tason alapuolelle, tehdään vedenpoistoreiät, halkaisija 50 mm k 1500 mm.

Perusmuuri on yleensä myös lämmöneristettävä. Lämmöneriste voidaan asentaa perusmuurin sisäpuolelle, ulkopuolelle tai perusmuurin väliin. Sisäpuolinen lämmöneriste on huono ratkaisu, koska tällöin ulkopuolelle jäävä perusmuuri jää kylmäksi. Tämä lisää kosteuden tiivistymistä lämmöneristeen taakse, perusmuurin pintaan. Jos lämmöneriste asennetaan sisäpuolelle, tulisituuletuksen olla riittävä ja maakosteuden nousu ryömintätilaan on ehkäistävä tehokkaasti. Jos alapohja on puurakenteinen, ei sisäpuolista lämmöneristettä saisi käyttää.

Olosuhteet puurakenteiden lahoamiselle ovat tällöin otolliset, varsinkin perusmuurin ja alapohjan liitoksessa. Paraslämmöneristeen paikka on perusmuurin välissä, kuten sokkeli-elementeissä ja Lecaterm-kevytsoraharkoissa. Ulkopuolisen lämmöneristeen ongelmana on sen suojaaminen mekaaniselta rasitukselta. Korkeissa perusmuureissa lämmöneristelevyt voidaan kiinnittää bitumilla kosteuseristysten yhteydessä. Lämmöneristemateriaalien on oltava kosteudenkestäviä, kuten solupolystyreeni tai polyuretaani. Mineraali- tai selluvillaa ei saa käyttää.

4.7 Tuuletus

Riittävän tehokas tuuletus on ryömintätilan toiminnan kannalta erittäin tärkeää. Tuuletus voi olla painovoimainen tai koneellinen. Tuuletusaukkoja on oltava riittävästi. Niiden määrä on sidottu taulukon mukaan pohjapinta-alaan. Yksittäisen tuuletusaukon minimikoko on $150 \times 150 \text{ mm}^2$. Tuuletusaukkojen pinta-ala laskettaessa on otettava huomioon ritilöiden ja venttiileiden vaikutus. Tätä varten on taulukossa 1 esitetyt ns. Kronvallin kertoimet:

VENTTIILI	KERROIN
Puristetusta pellistä valmistetut venttiilit	0,3
Valurautaventtiilit	0,6
Verkot	0,9

Taulukko 1. Kronvallin kertoimet /5/.

Alapohjan rakennusaine	Vähimmäistuuletustarve ⁴ l/sm ² (m ³ /h · m ²)	Tuuletusaukkojen koko m ² /100 m ² välipohjan pinta-alasta ^{2, 4}	
		Tuulelle altis sijainti ²	Tuulelta suojattu sijainti ²
Puu ³	0,3 (1,0)	0,05	0,10
Karkaistu kevytbetoni 0,15 m	0,6 (2,0)	0,10	0,20
Betoni	0,3	0,00	0,10

¹ Taulukon tuuletusaukkojen koon ohjearvot koskevat tapausta, jossa tuuletusilma otetaan sisään ja poistetaan perusmuurissa olevien aukkojen kautta. Mikäli tuuletusilma poistetaan sisätilojen läpi eristettyä kanavaa pitkin, voi tuuletusaukkojen koko olla jonkin verran esitettyjä arvoja pienempi, mutta ilman tulisi päästä virtaamaan ryömintätilassa mahdollisimman laajalla alueella.

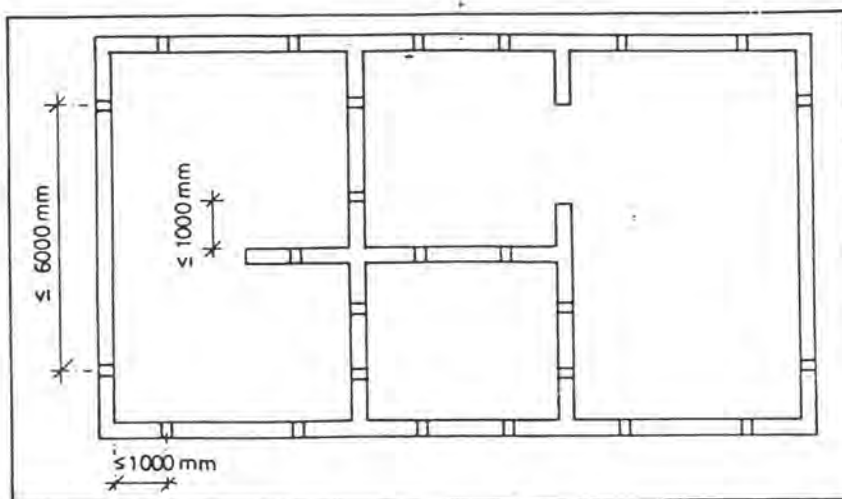
² Tuulelle altis sijainti on pysyvästi avoimessa maastossa yksin olevalla rakennuksella. Tuulelta suojattu sijainti on esimerkiksi tiiviisti rakennetulla taloalueella. Hyvin tuulelta suojatuissa paikoissa voidaan tuuletusta tehostaa rakennuksen keskeltä, sisätilojen läpi johdettua eristettyä kanavaa käyttäen.

³ Ryömintätilaan rajoittuvat puuosat on suositeltavaa tehdä painekyllästetystä puusta (SFS 3974:n mukainen A-luokan kyllästetty puu).

⁴ Rakennusaikaisen kosteuden poistamiseksi on tuuletusta lisättävä rakennusaikana ja vielä sen jälkeenkin.

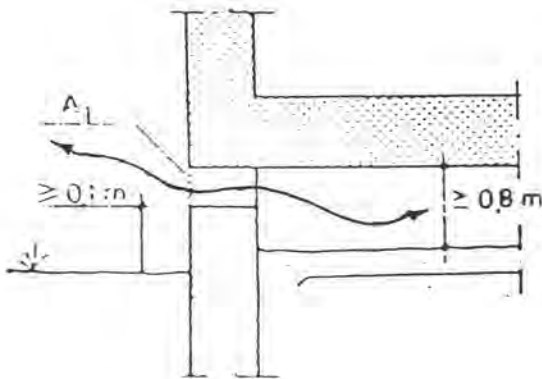
Taulukko 2. Tuuletusaukkojen koon ohjearvot /1/.

Tuuletusaukkojen maksimiväli on 6000 mm ja maksimi etäisyys nurkasta on 1000 mm. Välisokkeleiden kohdalla on tuuletus myös varmistettava. Tuuletusaukkojen maksimiväli välisokkeleissa on 3000 mm.



Kuva 10. Tuuletusaukkojen sijoitus /2/.

Tuuletusaukot on sijoitettava riittävän ylös. Tuuletusaukon alareunan minimietäisyys ympäröivästä maanpinnasta on 100 mm. Tuuletusaukko on asennettava siten, että siitä on suora yhteys ulkoilmaan. Jos joudutaan käyttämään mutkia, on aukon pinta-alaa lisättävä.



Kuva 11. Tuuletusaukkojen korkeusasema /2/.

Jos pohjapinta-alaltaan suuren ($> 100 \dots 120 \text{ m}^2$) rakennuksen ryömintätila on matala ($< 300 \text{ mm}$), on syytä käyttää ryömintätilasta ulkokatolle rakennettua tuuletushormia riittävän ilmankierron aikaansaamiseksi myös ryömintätilan keskiosiin. Pitkiin ja leveisiin ($> 10 \dots 12$) rakennuksiin joudutaan rakentamaan mahdollisesti useita tuuletushormeja.

Tuuletushormin halkaisija tulee olla $> 150 \text{ mm}$. Koska hormi lämpö- ja kosteuseristetään huonetiloissa, on sille varattava tilaa noin $0,25 \text{ m}^2$ /2/.

Koneellista ilmanvaihtoa joudutaan käyttämään vaikeissa olosuhteissa riittävän tuuletuksen aikaansaamiseksi. Tällaisia rakennuspaikkoja ovat alueet, joissa on korkeat radonpitoisuudet tai pohjavedenpinta on lähellä ryömintätilan maapohjaa /2/.

4.8 Ryömintätilan maapohja

Koska maasta nouseva kosteus on ryömintätilan suurin kosteudenlähde, ei sitä koskaan saa jättää eristämättä. Maapohja on tasattava ja kallistettava salaojiin päin ja siitä on poistettava kaikki lahoamisaltis materiaali, kuten esim. rakennusjätteet. Maapohjan päälle levitetään singeliä, sepeliä tai muuta riittävän karkeaa kiviainesta vähintään 100 mm. Tämä on vähimmäisvaatimus maapohjan kosteuseristämiseksi. Tämän lisäksi voidaan tasatun kiviaineksen päälle asentaa muovikelmu tai bitumikermi. Muovin päälle levitetään painoksi hiekkaa noin 50 mm. Muovikelmu tai bitumikermi on katkaistava 200 mm ennen perusmuuria, jotta mahdollisesti muovin päälle kertyvä vesi pääsee valumaan salaojiin eikä jää seisomaan perusmuurin viereen.

Maapohja voidaan tarvittaessa myös lämmöneristää. Lämmöneristäminen laskee maanpinnan lämpötilaa kesällä ja vähentää näin kosteuden haihtumista. Lämmöneristeenä on käytettävä kosteudenkestäviä ja riittävän lujia materiaaleja, esim. solupolystyreeni tai polyuretaani. Puhallettuja ja pehmeitä lämmöneristeitä ei saa käyttää, koska ne eivät kestä huolto- ja tarkastuskäynneistä johtuvaa mekaanista rasitusta.

4.9 Puurakenteet

Ryömintätilan rakenteisiin käytettävän puutavaran on oltava riittävän kuivaa (kosteuspitoisuus < 18 %). Myös muilla materiaaleilla, jotka sisältävät kosteutta, on varottava kostuttamasta puuosia. Esim. betonin kuivumiselle on järjestettävä mahdollisuudet. Betoni ja puu on perustuksissa eristettävä toisistaan bitumikermillä. Ryömintätilaan rajoittuvat puuosat on tehtävä kestopuusta, koska rakenteellisin keinoin ei saada täyttä varmuutta puuosien säilymisestä. Puurakenteita ei saa tukea suoraan maahan /4/.

4 . 10 Alapohjan eristykset

Alapohjarakenteiden lämmöneristävyyteen ja ilmantiivyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Lattian alimpana kerroksena on käytettävä lämmöneristettä, joka nostaa lattian lämpötiloja ja samalla estää eristyksen yläpuolisten puuosien kostumisen. Lämmöneristeeksi soveltuvat esimerkiksi mineraalivillasta valmistetut tuulensuojalevyt, joilla lämmöneristyksen lisäksi estetään ilman haitallinen virtaaminen lämmöneristeessä. Levyt kiinnitetään alapohjaan mekaanisilla kiinnikkeillä. Levyt ovat myös riittävän jäykkiä kantamaan yläpuolisen lämmöneristeen. Perusmuurin, ulkoseinän ja alapohjan liitospaikka on tiiviiden kannalta ongelmallinen. Liitokseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

4 . 11 Putket

Ryömintätilaan asennettavat putket on aina eristettävä. Lämpimät putket voivat nostaa ryömintätilanlämpötiloja haitallisen korkealle, ja niistä aiheutuu myös lämmönhukkaa. Kylmien putkien pintaan kosteus tiivistyy ja lisää näin ryömintätilan suhteellista kosteutta. Ongelma korostuu, jos tuuletus on puutteellinen. Putkia ei saa tukea maahan puurakenteilla. Putkien läpiviennit on tiivistettävä huolellisesti.

4 . 12 Yhteenveto

Tärkein lähtökohta suunnittelussa on se, että ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus saadaan pidettyä riittävän alhaisena, alle 75 %. Tämä onnistuu, kun huolehditaan riittävästä tuuleuksesta ja maakosteuden nouseminen estetään riittäväällä maapohjan eristämällä. Ympäristön maanpinnan muotoilulla ja perusmuurin kosteuseristämällä estetään valumavesien joutuminen ryömintätilaan. Salaojat on rakennettava ja niiden toimivuus on varmistettava säännöllisillä huoltotoimenpiteillä. Ryömintätila on puhdistettava rakennusjätteistä, eikä sitä saa käyttää irtainvarastona. Korjausrakentamisessa ja etenkin lisälämmöneristämässä on otettava huomioon toimenpiteiden vaikutus ryömintätilan kosteustekniseen toimintaan.

5. HAVAINTOLOMAKE RYÖMINTÄTILOJA VARTEN

Tämän lomakkeen tarkoituksena on helpottaa ryömintätilaisten alapohjien kuntotutkimusta. Lomakkeeseen on koottu tärkeimpiä asioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota. Lomakkeen avulla vähemmänkin rakennusalaatunteva henkilö voitehdä havaintojaryömintätilan toiminnan kannalta kriittisistä paikoista. Seuraavassa on lista tutkimuksissa tarvittavista apuvälineistä.

- muistiinpanovälineet ja havaintolomake
- taskulamppu
- kamera
- lämpömittari
- kosteusmittari
- mitta
- näytteidenottovälineet (puukko, kauha, muovipusseja)

HAVAINTOLOMAKE RYÖMINTÄTILOJA VARTEN

YLEISTIEDOT	Kohde	Osoite
	Laatija	Pvm
	Ryömintätilan lämpötila	Ilman suhteellinen kosteus r.tilassa (RH -%)
1. RAKENNUSTA YMPÄRÖIVÄ MAANPINTA	<p>a) Onko rakennusta ympäröivä maanpinta ylempänä kuin ryömintätilan maanpinta ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, _____ m</p> <p>b) Onko rakennusta ympäröivä maanpinta kallistettu rakennuksesta pois päin ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>c) Onko rakennusta ympäröivä maanpinta asfaltoitu ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>d) Onko perusmuurin vieressä havaittavissa monttuja tai painumia ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM! _____ _____ _____</p>	
© Matti Kaijomaa		

<p>2. SALAOJAT</p>	<p>a) Onko salaojia rakennettu ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>b) Toimivatko salaojat ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM!</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>3. SADEVESIEN OHJAUS</p>	<p>a) Valuvatko sadevedet perusmuurin viereen ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>b) Onko syöksytorvista valuvat vedet ohjattu kaivojen tai kourujen avulla pois perusmuurin vierestä ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM!</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

<p>4. PERUSMUURI</p>	<p>a) Perusmuurin materiaali on</p> <p><input type="checkbox"/> BETONI <input type="checkbox"/> KEVYTSORAHARKKO</p> <p><input type="checkbox"/> BETONIHARKKO <input type="checkbox"/> SOKKELIELEMENTTI</p> <p><input type="checkbox"/> MUU, mikä? _____</p> <p>b) Onko perusmuuri lämmöneristetty ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>c) Mikä on lämmöneristysmateriaali ?</p> <p><input type="checkbox"/> MINERAALIVILLA <input type="checkbox"/> SOLUPOLYSTYREENI</p> <p><input type="checkbox"/> MUU, mikä? _____</p> <p>d) Lämmöneriste on</p> <p><input type="checkbox"/> ULKOPUOLELLA <input type="checkbox"/> SISÄPUOLELLA</p> <p><input type="checkbox"/> PERUSMUURIN SISÄLLÄ</p> <p>e) Jos lämmöneriste on sisäpuolella, onko lämmöneristeen tausta kostea ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>f) Onko perusmuurissa kosteuseristystä ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>g) Onko perusmuurin ja alajuoksun välissä käytetty kosteuseristystä, esim. bitumikermi tai muovikalvo ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>h) Onko perusmuurissa halkeamia tai muita vaurioita ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p style="text-align: right;">© Matti Kaijomaa</p>
--	--

<p>4. PERUSMUURI</p>	<p>i) Onko perusmuurissa tai lämmöneristeissä havaittavissa hometta tai sienikasvustoa ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM!</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>5. TUULETUS</p>	<p>a) Onko ilmanvaihto</p> <p><input type="checkbox"/> PAINOVOIMAINEN <input type="checkbox"/> KONEELLINEN</p> <p>b) Yksittäisen tuuletusaukon koko on _____ cm²</p> <p>c) Tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala on _____ cm²</p> <p>d) Tuuletusaukkojen väli on keskimäärin _____ m</p> <p>e) Onko tuuletusaukoissa rutilöitä, venttiileitä tai luukkuja ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, mitä? _____</p> <hr/> <hr/> <hr/>

<p>5.</p> <p>TUULETUS</p>	<p>f) Onko välisokkeleissa tuuletusaukkoja ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, aukkojen väli _____ m</p> <p>HUOM!</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>6.</p> <p>RYÖMINTÄ- TILAN MAAPOHJA</p>	<p>a) Onko maapohja kallistettu salaojiin päin ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>b) Onko maapohjassa monttuja ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>c) Onko maapohjassa orgaanista ainesta, esim. multaa tms. ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>d) Onko maapohja märkä ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>e) Onko maapohjassa sorakerrosta ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, paksuus _____ mm</p> <p>f) Onko maapohja lämmöneristetty ?</p> <p><input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, miten? _____</p> <hr/>

<p>7. RYÖMINTÄ- TILAN PUURAKEN- TEET</p>	<p>a) Ryömintätilan puurakenteet ovat <input type="checkbox"/> KESTOPUUTA <input type="checkbox"/> TAVALLISTA SAHATAVARAA <input type="checkbox"/> MUUTA, mitä ? _____ _____</p> <p>b) Onko puurakenteissa havaittavissa hometta tai sienikasvustoa ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>c) Onko puurakenteita tuettu maapohjaan ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM! _____ _____ _____</p>
<p>8. ALAPOHJAN LÄMMÖN- ERISTEET</p>	<p>a) Onko alapohjassa lämmöneristettä ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ, mitä ? _____ _____</p> <p>b) Ovatko lämmöneristeet ehjät ? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>c) Onko alapohjan lämmöneristeen ja perusmuurin liitos tiivis? <input type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> KYLLÄ</p> <p>HUOM! _____ _____</p> <p style="text-align: right;">© Matti Kajomaa</p>

9.

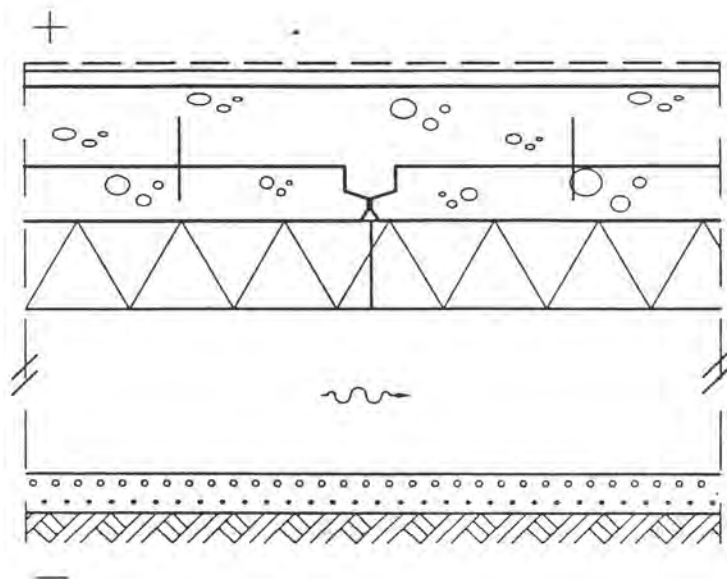
PUTKET**a) Haittaavatko putket ryömintätilan tuulettumista ?** EI KYLLÄ**b) Onko putkia tuettu maapohjaan esim. puurakenteilla ?** EI KYLLÄ**c) Onko putket lämmöneristetty ?** EI KYLLÄ**HUOM!**

VIITTELUETTELO

- /1/ Suomen rakennusinsinöörien liitto, RIL 155, Lämmön- ja kosteuden eristys, Helsinki 1984
- /2/ Jouko Rantamäki, Erkki Valkonen, Rakentajain kustannus Oy, Lattiasienivauriot, Helsinki 1979
- /3/ Hannu Viitanen, VTT:n tiedote 593, Vuonna 1978 - 1984 tutkitut lahovaurionäytteet
- /4/ Lahontorjuntayhdistys r.y, Puun suojaus, Helsinki 1988
- /5/ Jyri Nieminen, Jouko Rantamäki, VTT:n tiedote 1241, Tuuletettava alapohja, Espoo 1991
- /6/ Tapio Jauhaisen haastattelu 25.10.1995
- /7/ Helsingin kaupungin rakennusviraston tutkimusraportti

Rakennuskohde	Kuorilaatta-alapohja, tuuletettu Alapuolinen polyuretaanieriste	RT AP 202
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekерrokset:

5...20 mm	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan Tasoite rakennuslityksen mukaan
≥ 70 mm	Liittorakenne, paikalla valettu teräsbetonilaatta rakennesuunnitelman mukaan, BY 31 luokka C-4-30
110 mm	Teräsbetoninen kuorilaatta
> 400 mm	Lämmöneriste, paperipintainen polyuretaani PU-P, liimataan tehtaalla kuorilaattaan. $\lambda_n=0.027$ W/mK
50 mm	Tuuletettu alustila Karkea sora
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava.

Tasoitteen kestävyys pistemäisten kuormien kohdalla tarkistettava.

Lämmöneristyslevyjen väliset saumat tiivistetään rakennesuunnitelman mukaan.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus.

Tuuletus on järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueelle, sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala ≥ 1 o/oo lattiapinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

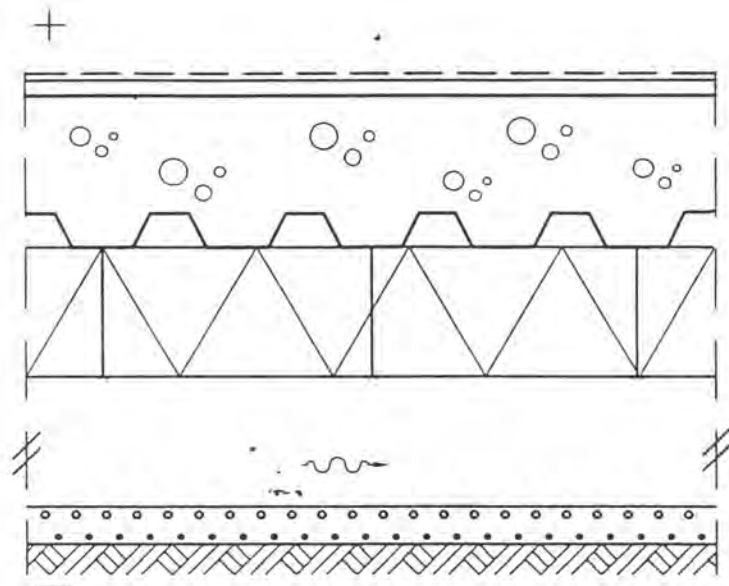
Lämmönläpäisykerroin: 0.22 W/m² K.

Käyttöalue:

Asuinkerrostalot
Toimisto-, liike-, ja julkiset rakennukset
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Liittolevyalapohja, tuulettu Alapuolinen solupolystyreenieriste	RT AP 203
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

5...20 mm	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan Tasoite rakennusselityksen mukaan Liittorakenne, paikalla valettu teräsbetonilaatta rakennesuunnitelman mukaan.
170 mm	Kuumasinkitty liittolevy, paksuus rakennesuunnitelman mukaan Lämmöneriste solupolystyreeni, (tiheys $\geq 15 \text{ kg/m}^3$, sammuva laatu) kiinnitetään mekaanisesti poimulevyyn ennen poimulevyyn asennusta. $\lambda_n=0.041 \text{ W/mK}$
> 400 mm	Tuulettu alustila
50 mm	Korkea sora
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava.

Tasoitteen kestävyys pistemäisten kuormien kohdalla tarkistettava.

Lämmöneristyslevyjen väliset saumat tiivistetään rakennesuunnitelman mukaan.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus.

Tuuletus on järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueelle, sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala $\geq 1 \text{ o/oo}$ lattiapinta-alaista tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

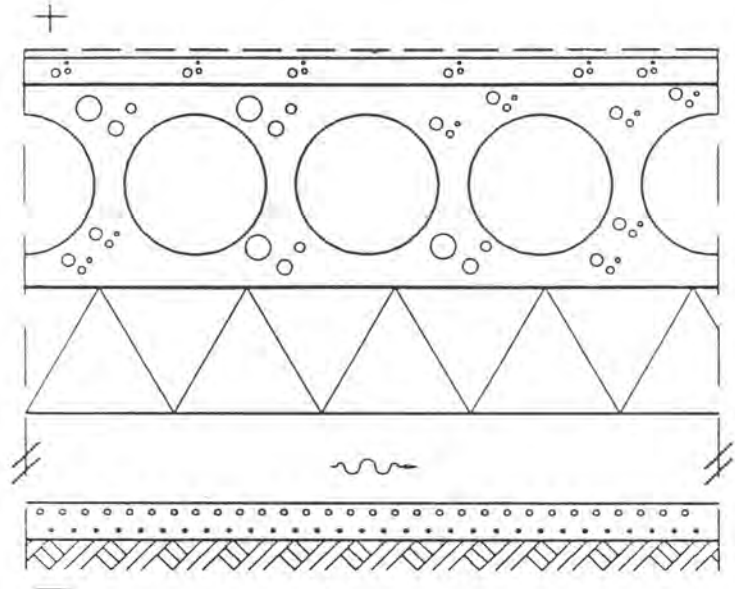
Lämmönläpäisykerroin: $0.22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Käyttöalue:

Pien- ja rivitalot
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Ontelolaatta-alapohja, tuuletettu Alapuolinen solupolystyreenieriste Tasausbetoni	RT AP 501
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

- > 35 mm Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
Tasausbetoni BY 31 luokka A-4-30
- 170 mm Kantava rakenne ontelolaatta rakennesuunnitelman mukaan
- > 400 mm Lämmöneriste solupolystyreeni (tiheys $\geq 15 \text{ kg/m}^3$ sammuva laatu)
50 mm kiinnitetään tehtaalla ontelolaattaan. $\lambda_n=0.041 \text{ W/mK}$
- 50 mm Tuuletettu alustila
- 50 mm Karkea sora
- Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20.

Ohjeet:

Humusmaa ja orgaaninen jäte poistettava.

Lämmöneristyslevyjen väliset saumat tiivistetään rakennesuunnitelman mukaan. Alustilan korkeus on tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus. Tuuletus on järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueelle. Sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala $\geq 1 \text{ o/oo}$ lattiapinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Lyhyillä jänneväleillä ja pienillä kuormituksilla tasausbetoni voidaan korvata tasoitteella.

Ominaisuudet:

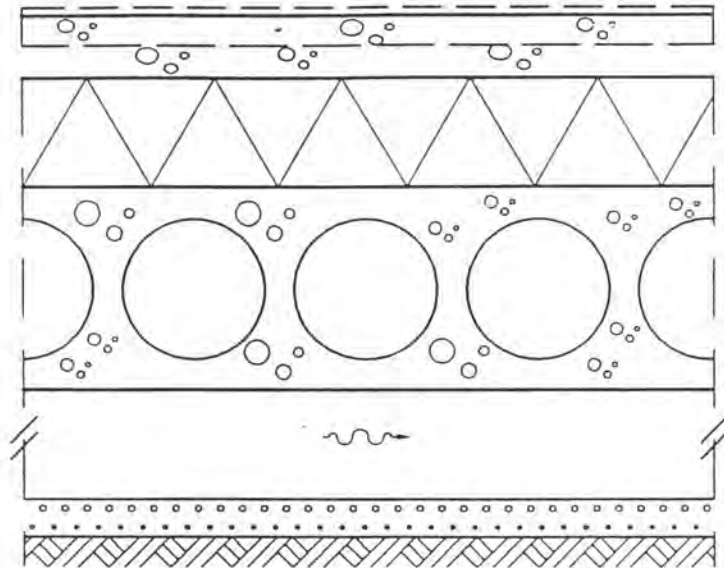
Lämmönläpäisykerroin: $0.22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Käyttöalue:

Pien- ja rivitalot
Asuinkerrostalot
Toimisto-, liike-, ja julkiset rakennukset
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Ontelolaatta-alapohja, tuuletettu Yläpuolinen solupolystyreenieriste Pintalaatta	RT AP 502
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

80 mm	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan Teräsbetoni-laatta BY 31 luokka A-4-30, raudoitus: verkko 5-150 B500K
150 mm	Sitkeä suojapaperi Lämmöneriste, solupolystyreeni (tiheys $\geq 20 \text{ kg/m}^3$) $\lambda_n=0.041 \text{ W/mK}$
> 400 mm	Kantava rakenne, ontelolaatta rakennesuunnitelman mukaan
50 mm	Tuuletettu alustila Karkea sora Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava.

Laatan pintahierto lattiamateriaalin mukaan.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus.

Tuuletus on järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueella, sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala $\geq 1 \text{ o}/\text{oo}$ lattiapintalasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Rakenneosien liittymissä on otettava huomioon mahdolliset sokkelien ja kantavien seinien aiheuttamat kylmäsilmat.

Ominaisuudet:

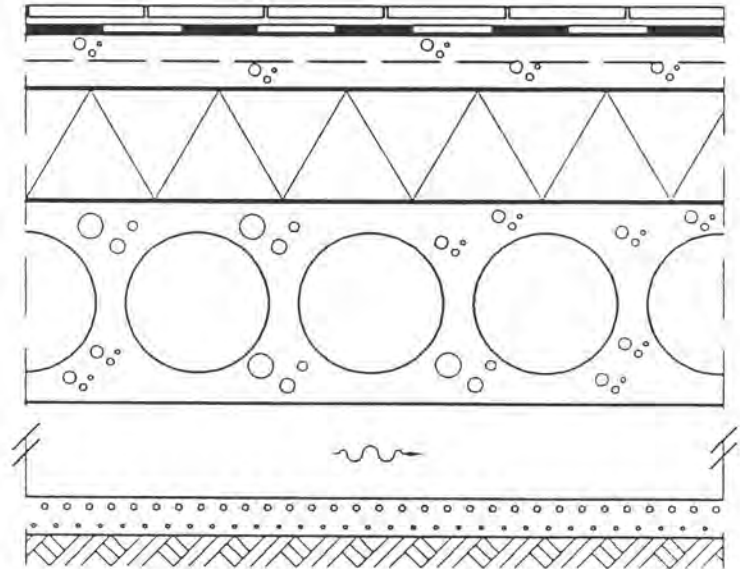
Lämmönläpäisykerroin: $0.22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Käyttöalue:

Asuinkerrostalot
Toimisto-, liike-, ja julkiset rakennukset
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Ontelolaatta-alapohja, tuuletettu Yläpuolinen solupolystyreenieriste Klinkkerilaatoitus, vedeneriste	RT AP 503
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

	Laatoitus huoneselityksen mukaan
	Vedenkestävä kiinnityslaasti
	Tartuntasilta
≥ 1,5 mm	Vedeneriste, muovimatto hitsatuin saumoin, nostetaan seinille vähintään 50 mm valmista lattiapintaa ylemmäksi
≥ 60 mm	Teräsbetoni-laatta, kallistus ≥ 1:100, teräshierto, BY 31 luokka A-4-30, raudoitus: verkko 5-150 B500K
	Sitkeä suojapaperi
150 mm	Lämmöneriste, solupolystyreeni (tiheys ≥ 20 kg/m ³) λ _n =0.037 W/mK
> 400 mm	Kantava rakenne, ontelolaatta rakennesuunnitelman mukaan
50 mm	Tuuletettu alustila
	Korkea sora
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa ja orgaaninen jäte poistettava.

Laatoitus jaetaan elastisilla saumoilla osa-alueisiin rakennusselityksen mukaan.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus. Tuuletus on järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueella, sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala ≥ 1 o/oo lattia-pinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Rakenneosien liittymissä on otettava huomioon mahdolliset sokkelien ja kantavien seinien aiheuttamat kylmäsilat.

Ominaisuuudet:

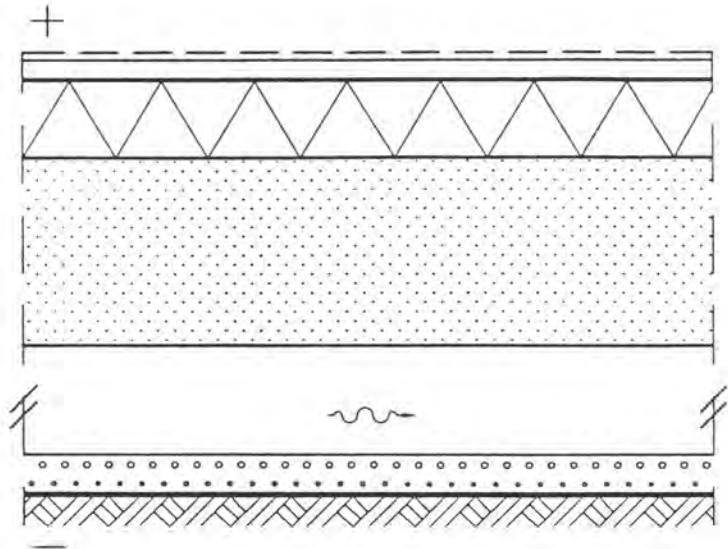
Lämmönläpäisykerroin: 0,22 W/m² K.

Käyttöalue:

Asuinkerrostalot
Toimisto-, liike-, ja julkiset rakennukset
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Kevytbetonialapohja, tuuletettu Yläpuolinen solupolystyreenieriste Lastulevyllattia	RT AP 504
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

22 mm	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
0.2 mm	Pontattu lastulevy, valmistajan ohjeen mukaan
	Höyrynsulku, polyeteenikalvo, saumat 200 mm limittäin, saumoissa teippaus
100 mm	Lämmöneriste, solupolystyreeni (tiheys ≥ 20 kg/m ³) $\lambda_n=0.037$ W/mK
250 mm	Kevytbetonielementti (kuivatiheys 450 kg/m ³) $\lambda_n=0.13$ W/mK
> 500 mm	Tuuletettu alustila
50 mm	Karkea sora
0.2 mm	Muovikalvo polyeteeni, saumat 200 mm limittäin
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus. Sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala ≥ 2 o/oo lattiapinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

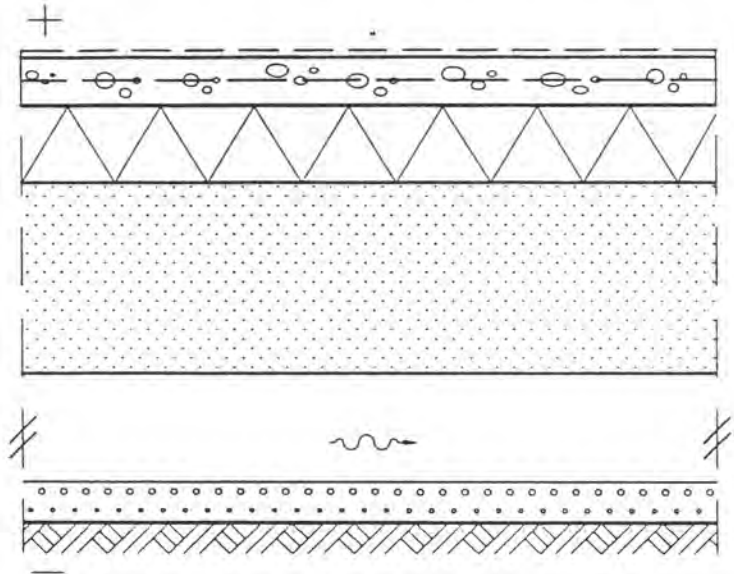
Lämmönläpäisykerroin: 0,21 W/m² K.

Käyttöalue:

Pien- ja rivitalot

Rakennuskohde	Kevytbetonialapohja, tuuletettu Yläpuolinen solupolystyreenieriste Pintalaatta	RT AP 505
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekерrokset:

60 mm	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
0.2 mm	Teräsbetonilaatta BY 31 luokka A-4-30, rauditus: verkko 5-150 B500K
100 mm	Höyrynsulku, polyeteenikalvo, saumat 200 mm limittäin, saumoissa teippaus
250 mm	Lämmöneriste, solupolystyreeni (tiheys $\geq 20 \text{ kg/m}^3$) $\lambda_n=0.037 \text{ W/mK}$
> 500 mm	Kevytbetonielementti, (kuivatiheys 450 kg/m^3) $\lambda_n=0.13 \text{ W/mK}$
50 mm	Tuuletettu alustila
0.2 mm	Karkea sora
	Muovikalvo polyeteeni, saumat 200 mm limittäin
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa ja orgaaninen jätte poistettava.

Pintalaatta irrotetaan kantavista pystyrakenteista.

Laatan pintahierto lattiamateriaalin mukaan.

Mikäli pintamateriaali on vesihöyrytiivis, on betonin rakenne-
kosteuden oltava poistunut ennen pintamateriaalin asennusta.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon
LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus.
Sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala $\geq 2 \text{ o/oo}$ lattiapinta-alasta
tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

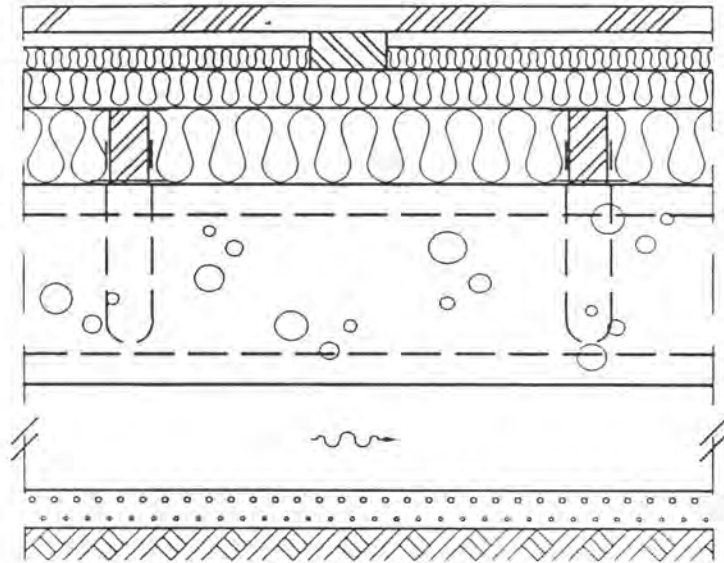
Lämmönläpäisykerroin: $0.21 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Käyttöalue:

Pien- ja rivitalot
Hallimaiset teollisuusrakennukset

Rakennuskohde	Ontelolaatta-alapohja, tuuletettu Yläpuolinen mineraalivillaaeriste Lautalattia, joustorakenne	RT AP 506
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

	Pintakäsittely huoneselityksen mukaan
33 mm	Höylätty ponttilauta 33 x 45
50 mm	Lattiakoolaus 50 x 100 k 600, välissä mineraalivilla 30 mm ryhmä 01.045 $\lambda_n=0.041$ W/mK
0,2 mm	Höyrynsulku, polyeteenikalvo, saumat 200 mm limittäin, saumoissa teipaus
50 mm	Välikoolaus 50 x 100 k 600, välissä mineraalivilla 50 mm ryhmä 01.045 $\lambda_n=0.041$ W/mK
100 mm	Alakoolaus 50 x 100 k 600, alla bitumikermisuikeleet, välissä mineraalivilla 100 mm ryhmä 01.045 $\lambda_n=0.041$ W/mK
> 400 mm	Kantava rakenne, ontelolaatta rakennepiirustusten mukaan Tuuletettu ilmatila
50 mm	Karkea sora
	Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava

Koolauspuutavara liitetään risteyskohdista toisiinsa kampanauoilla 4 kpl N 100 x 5. Alakoolaus ankkuroidaan ontelolaattaan ruostumattomilla siteillä k 1200. Ala- ja välikoolausten risteyskohtiin kermi- tai kumisuikeleet. Lattialaudan alustila tuuletetaan huoneeseen.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus. Tuuletus järjestettävä riittävän tehokkaaksi koko alustilan alueella, sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala ≥ 1 o/oo lattia-pinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

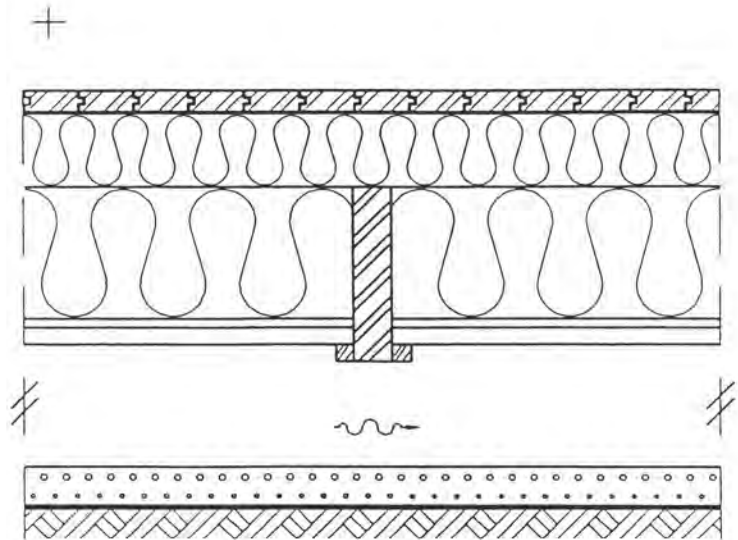
Lämmönlöpöisykerroin: 0.22 W/m² K

Käyttöalue:

Urheilutilat

Rakennuskohde	Puupalkistoalapohja, tuuletettu Mineraalivillaeriste Lautalattia	RT AP 601
Suunnittelija		AP

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

33 mm	Pintakäsittely huoneselityksen mukaan
0.2 mm	Lattialauta 33 x 95 pontattu
	Höyrynsulku, polyeteenikalvo, saumat 200 mm limittäin, saumoissa teippaus.
100 mm	Lämmöneriste, mineraalivilla ryhmä 01.045 koolaus 100 x 50 k 600
175 mm	Lämmöneriste, mineraalivilla ryhmä 01.045 $\lambda_n=0.041$ W/mK lattiakannattajat rakennesuunnitelman mukaan.
12 mm	Tuulensuoja, huokoinen kosteudenkestävä puukuitulevy
22 mm	Harva lauta 100 x 22 k 300
> 400 mm	Tuuletettu alustila
50 mm	Karkea sora
0.2 mm	Muovikalvo polyeteeni, saumat 200 mm limittäin
	Perusmaa, kallistus salaajiin 1:20

Ohjeet:

Humusmaa poistettava.

Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LV-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus. Sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala ≥ 2 o/oo lattiapinta-alasta tai erillinen pystyhormi katolle ja korvausilma-aukot.

Ominaisuudet:

Lämmönlöpöisykerroin 0.18 W/m² K.

Käyttöalue:

Pien- ja rivitalot



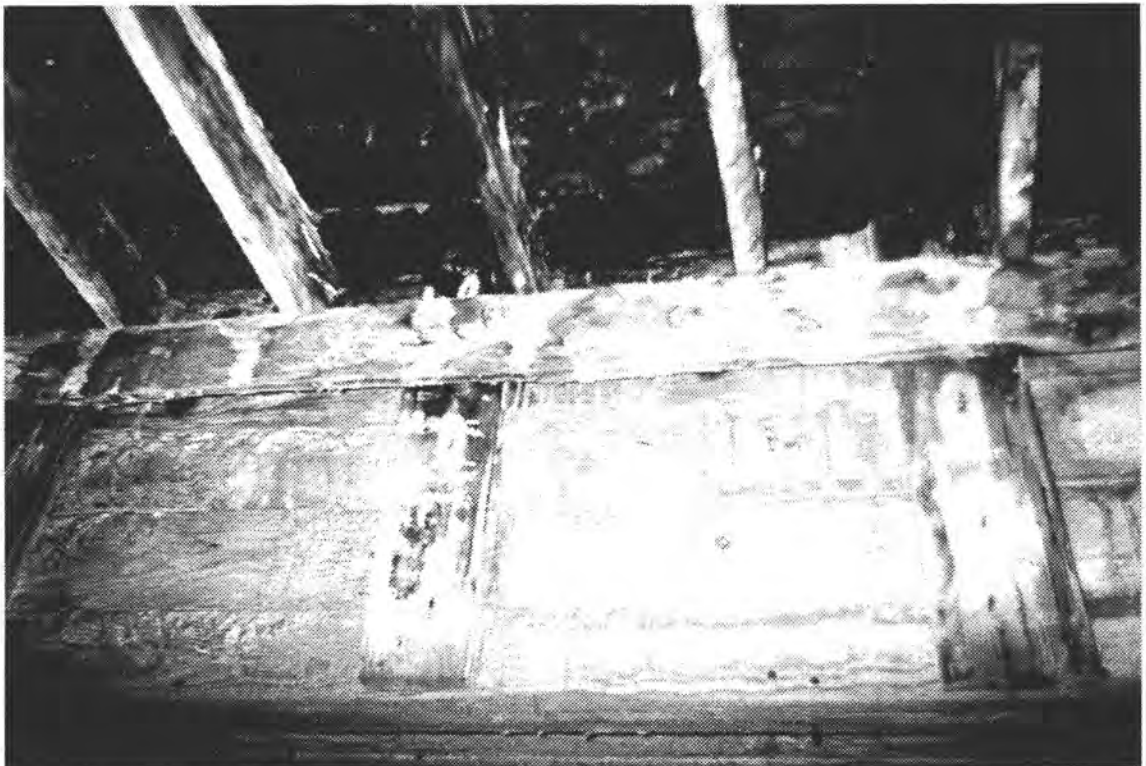
Kuva 1. Lahon vaurioittama primääripalkki. Kannelmäen ala-asteen sivukoulu.



Kuva 2. Sadevesien ohjausta ei ole järjestetty. Puotilan päiväkot.



Kuva 3. Liian pieni tuuletusaukko. Puotilan päiväkot.



Kuva 4. Purkamatta jätettyjä muottilauoituksia. Puotilan päiväkot.



Kuva 5. Eristämättömiä putkia, jotka on tuettu puurakenteilla. Solakallion koulu.



Kuva 6. Rakennus sijaitsee aivan meren rannassa. Tilkantori 10.

HELSINGIN KAUPUNGIN
YMPÄRISTÖKESKUS
Sturenkatu 25
00510 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t) Matti Kaijomaa			
Nimike Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot			
Julkaisija	Julkaisu-aika	Sivumäärä	Litteet
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1995	44	12
Sarjan nimike		Osanumero	
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja		6/95	
ISSN-numero 1235-9718	Kieli		
ISBN-numero 951-772-727-5	Koko teos	Tiivistelmä	Taulukot
	fin	fin, swe, eng	Kuvatekstit
Avainsanat home, kosteusvaurio, maakosteus, ilmanvaihto, ryömintätila			
UDK			
Lisätietoja: Markku Viinikka, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristövalvontayksikkö Viipurinkatu 2 00510 Helsinki puh. 7099 2449			

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1994

1. Lasten sairastuvuus päiväkodeissa ja ryhmäperhepäiväkodeissa Helsingissä ja Mäntsälässä
2. Jauhelihan laatu Helsingissä vuosina 1990 - 1993
3. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelun tavoite- ja toimenpideohjelma vuosille 1994 - 98
4. Terveydenhuollon toimipisteiden jätehuolto
5. Review of the state of the environment in Helsinki
6. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1993
7. Saastuneiden maa-alueiden kunnostusmenetelmät Helsingissä
8. Ääneneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa
9. Miljövärdnen i Helsingfors stad
Målsättnings- och åtgärdsprogram för åren 1994 - 1998
10. Pohjaeläimistö ja pohjasedimentti Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1991
11. Korujen nikkelpitoisuuden valvonta
12. Ilmansaasteet, iskeemiset sydänsairaudet ja aivoverenkiertohäiriöt Helsingissä
13. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet huoneilmassa
14. Helsingin herkkien väestöryhmien toimipisteiden pihapiirin ilmanlaatu ja melutasot
15. Pikkulapsille tarkoitettujen leikkikalujen mekaaninen ja fysikaalinen turvallisuus
16. Ilmansaasteiden vaikutus poissaoloihin ja hengitystieinfektioihin Helsingissä 1987 - 1991

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1995

1. Töölönlahden sedimentin kunto ja sisäinen kuormitus
2. Huokoskaasu maaperän ja pohjaveden saastuneisuuden kuvaajana
3. Kosteus- ja homevaurioista helsinkiläisissä päiväkodeissa
4. Leivosten laatu ja myyntiolosuhteet myymälöissä
5. Koululounaan ravintosisältö ja laatu Helsingissä 1989 - 1993
6. Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot

Julkaisujen tilaus:

ympäristökeskuksen tiedotus
Sturenkatu 25, 00510 HELSINKI
puh. 7099 2815, fax 7099 2842

ISSN 1235-9718
ISBN 951-772-727-5
