



Tuulettuvien alapohjien ongelmat

Matti Vilppo

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2011
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kiinteistönpito
Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistönpito

Tekijä

Matti Vilppo

Opinnäytetyön nimi

Tuulettuvien alapohjien ongelmat

Sivumäärä

40 sivua + 15 liitesivua

Työn valmistumisaika

Huhtikuu 2011

Työn ohjaaja

Rakennetekniikan lehtori,
DI Heikki Saarenpää

TIIVISTELMÄ

Suomessa rakennetuissa pientalojen tuulettuvissa alapohjissa on havaittu ongelmia. Tuulettuvien alapohjien toimimattomuudella saattaa olla selviä vaikutuksia talossa asuvien asukkaiden asumisterveyteen. Riittävien kosteusolosuhteiden, lämpötilan, ravinnetason, sekä hapen läsnäolo antavat otolliset olosuhteet melko lyhyessäkin ajassa mikrobikasvuston muodostumiseen. Asuintilojen alipaineisuuden vuoksi mikrobikasvuston aineenvaihduntatuotteet voivat tunkeutua alapohjan läpi asuintiloihin aiheuttaen mahdollisesti terveysongelmia. Alapohjien kosteus- ja homeongelmat ovat vältettävissä rakennusfysiikan lainalaisuuksien huomioonottamisella, huolellisella suunnittelulla, valvonnalla ja rakentamismääräyksien mukaisella huolellisella toteutuksella.

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan erilaisia pientalojen tuulettuvia alapohjaratkaisuja. Työn tarkoitus on tuoda esille, miten erilaiset ratkaisut vaikuttavat pientalojen alapohjarakenteiden toimivuuteen ja mahdollisiin kosteus- ja mikrobivaurioiden syntymiseen. Tarkastelu rajattiin koskemaan tuuletusaukollisia perusmuurilla toteutettuja ja avoimia pilariperusteisia alapohjia.

Asiasanat: tuulettuvuus, konvektio, kondenssi, diffuusio, kapillaarisuus

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
(Option of Property Management Engineering)

Author;	Matti Vilppo
Bachelor`s thesis;	Ventilated base floor problems
Pages	40 pages, appendices 15 pages
Date	june 2011
Thesis supervisor	M.Sci Heikki Saarenpää

ABSTRACT

Some problems have been identified in ventilated house base floors built in Finland. Failures in these ventilated base floors could have a strong impact on the health of the house inhabitants. Adequate moisture conditions, temperature, nutrient levels, as well as the presence of oxygen provide the right conditions for microbe growth to form in a relatively short time. Due to the under pressure of residential premises, microbe growth metabolites can penetrate through the base floor into the living space, possibly causing health problems. Base floor moisture and mould problems can be avoided by taking the conformity to the laws of building physics into consideration, thorough designing, supervision and careful implementation according to the construction compliances.

In this thesis, different ventilated base floor solutions of houses are compared. The purpose is to show how different solutions affect the functionality of base floor structures and what their effect is regarding possible manifestation of moisture and microbe damage. The review was limited to cover ventilated base floors implemented with a base wall and open base floors with pillar foundation.

Keywords: ventilation, convection, condensation, diffusion, capillarity

Sisällysluettelo

1 Johdanto	8
2 Ryömintätilainen alapohja (rossipohja)	9
2.1 Perustamistavan kuvaus	9
2.1.1 Vanhan rossipohjan periaatepiirros	10
2.1.2 Purettu sahanpurueristeinen vanha rossipohja	10
2.1.3 Uudet turvalliset tuulettuvat alapohjaratkaisut.....	11
2.2 Lakeja, asetuksia ja määräyksiä	13
2.2.1 Rakennuslaki, yleiset säännökset 1§	13
2.2.2 Rakennusasetus, rakennussuunnittelu 77§	13
2.2.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki 1§	14
2.2.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki 12§	14
2.3 Maakosteus.....	15
2.4 Radon	16
2.5 Rouda	18
3 Tuulettuvien alapohjien perustamisratkaisut	20
3.1 Perusmuurein ja tuuletusaukoin varustetut ratkaisut.....	20
3.2 Pilariperustus ratkaisut	20
3.3 Rossipohjan kosteuskäyttämisen teoriaa.....	21
3.3.1 Esimerkki A - rossipohja keväällä ja kesällä:	22
3.3.2 Esimerkki B - rossipohja syksyllä ja talvella:	22

3.3.3 Uusi Finnfoam- rossipohjaeriste	23
3.3.5 Erilaisten alapohjaratkaisujen yleisyys Suomessa 2009 – 2010	27
4. Mikrobit	28
4.1 Mikrobilajeista	28
4.2 Mikrobitien esiintyminen	28
4.3 Mikrobikasvu	30
4.4 Mikrobilajiston muuttuminen eli sukkessio	30
4.5 Taulukot ja kuvat.....	31
4.6 Homeen kasvun riski eri olosuhteissa	34
4.7 Ryömintätilan kosteuden poistaminen koneellisesti	35
4.8 Alapohjan tuulettavuuden tehostamismenetelmiä	37
5 Yhteenveto	38
Liite 1: Muita tuulettuvia alapohjaratkaisuja (7-15)	42
Liite 2 Pientalojen tuulettuva teräsperustus	49

Määritelmiä ja termejä

Absoluuttinen kosteus

Ilman tietyssä tilanteessa sisältämä vesimäärä (g/m^3).

Absorptio

Kosteuden kulkeutuminen aineeseen.

Emissio

Ilmiö, jossa materiaalista vapautuu erilaisia kemiallisia yhdisteitä.

Homevasta-aine

Homeiden aiheuttaman vasta-aineen muodostuminen ihmisessä. Tavallisimmin määritellään IgE- luokan vasta-aineita, jotka ovat altistumisen mittareita ja osoittavat vain sen, että kyseinen henkilö on ollut tekemisissä kyseisen homeen kanssa.

Hygroσκοoppisuus

Huokoisen aineen kyky sitoa itseensä kosteutta ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan.

Indikaattorilaji

Mikrobeja, joita ei pitäisi esiintyä sellaisten rakennusten sisäilmassa, joissa ei ole kosteusongelmaa. Indikaattorilajin ilmeneminen sisäilma-, pinta- tai materiaalinäytteessä, viittaa aina mahdolliseen kosteusvaurioon, ellei sen ilmenemiseen voida osoittaa muuta syytä.

Kapillaarinen virtaus

Huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttama nesteen siirtyminen huokoisessa aineessa.

Kondensoituminen

Vesihöyryn tiivistyminen vedeksi.

Kosteus

Kemiallisesti sitoutumaton vesi kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa.

Kosteuskapasiteetti

Aineen kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta.

Rakennuskosteus

Rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusaineisiin joutunut rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävä kosteus, jonka tulee poistua.

Ryömintätila

Rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittama tarkoituksellisesti jätetty ilmatila.

Salaojituserros

Maaperän kuivattamiseksi pintamaan alle tehty vettä johtava rakenne tai karkearakeinen maa-ainekerros, jota pitkin vesi voi siirtyä kuivatettavalta alueelta valumalla tai pumppaamalla.

Tuuletettu ryömintätilainen alapohja

Ryömintätilaisen alapohjan tuulettavuus ilmanpaine- ja tuulenpaine-erojen avulla. Haitallinen kosteus kuljetetaan ilmanvirtojen mukana pois alapohjatilasta.

Tuuletustila

Rakenteessa oleva yhtenäinen ilmatila, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on yli 200 mm.

Tuuletusväli

Rakenteessa oleva yhtenäinen ilmapäli, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on enintään 200 mm.

Vesihöyryn diffuusio

Kaasuseoksessa (esim. ilma) vakio kokonaispaineessa tapahtuvaa vesihöyrymolekyylien liike, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyrypitoisuus- tai höyryn osapaine-eroja.

Vesihöyryn konvektio

Kaasuseoksen (esim. ilma) sisältämän vesihöyryn siirtyminen kaasuseoksen mukana sen liikkeessä kokonaispaine-eron vaikutuksesta.

Vesihöyrynvastus

Ilmoittaa tasapaksun ainekerroksen tai tällaisista muodostuvan tasapaksun kerroksellisen rakenteen pinnoilla eri puolilla vallitsevien vesihöyrypitoisuuksien tai vesihöyryn osapaineiden eron ja ainekerroksen tai rakenteen läpi jatkuvuustilassa pinta-alayksikköä kohti diffusoituvan vesihöyryvirran suhteen.

1 Johdanto

Suomen pientaloissa on perinteisesti jo pitkään käytetty tuulettuvia alapohjia. Käyttö yleistyi jo satoja vuosia sitten. Rakennetut rakennukset olivat suurimmaksi osaksi hirsirakennuksia, jotka perustettiin tuolloin maakivien varaan. Perustamisratkaisun haittana havaittiin asuintilojen lattian kylmyys. Ulkoilma pääsi vapaasti huuhtomaan alapohjaa aiheuttaen lämmönhukkaa ja vetoisuutta. Tuuli tehosti lämmönhukkaa ja vetoisuutta. Rakenteiden tiiveys oli luonnollisesti tuolloin heikko. Alapohjan tuulenpitävyyttä parannettiin kokemuksen ja osaamisen karttuessa käyttämällä niin sanottua multapenkkiperustustapaa. Multapenkkiperustus toi tullessaan alapohjan paremman tuulenpitävyyden, mutta haittana alimpien hirsien lahoamisriskin.

Myöhemmin perusmuurit tehtiin luonnonkivistä tai kallioperästä määrämittaan lohkotuista lohkareista latomalla. Tällöin voitiin luopua lahovaurioita aiheuttaneesta multapenkkiperustamisratkaisusta. Lohkareiden väliin jäi rakoja, jolloin alapohja tuulettui, mutta myös jäähtyi merkittävästi. Jatkossa luonnonkivien raot saumattiin ja perusmuurit varustettiin tuuletusaukoilla ja huoltoluukulla.

Tuulettuvat alapohjat ovat toimineet vanhoissa rakennuksissa suhteellisen hyvin. Rakennuspaikat valittiin jo 1800–1900-luvulla huolella. Usein talo sijoitettiin korkealle ja yleensä parhaalle paikalle. Maan pinta kaatoi rakennuksesta pois päin ja tuulettuva alapohjatila tehtiin melko korkeaksi. Tuulettuvan alapohjan maan pinta oli ulkopuolisen maanpinnan tasossa tai sen yläpuolella. Perustamisolosuhteet olivat melko hyvät.

Nykyisin kunnollisen rakennusmaan vähetessä pientaloja sijoitetaan yhä enenevässä määrin vaikeasti rakennettaville ja usein alaville tonteille. Vaikeat olosuhteet lisäävät terveellisen ja turvallisen rakentamisen riskejä. Pohjaveden korkeus, vaikeat maalajit ja suunnittelun sekä valvonnan puute aiheuttavat paljon harmia ja suoranaisia rakennusvirheitä.

Tuulettuvien alapohjaratkaisujen joukkoon on tullut uusia ratkaisuja, jotka mahdollistavat hyvän tuulettuvuuden ja toisaalta alapohjan hyvän lämmöneristävyyden ja tiiviiden. Molemmat ominaisuudet vähentävät home- ja kosteusvaurioiden syntyä sekä edistävät osaltaan rakennusten asukkaiden asumisterveyttä.

2 Ryömintätilainen alapohja (rossipohja)

2.1 Perustamistavan kuvaus

Perinteinen alapohjatyyppejä Suomessa on rossipohja eli kantava tuulettuva alapohja, jossa talon alle jää ryömintätila. Perustamistapaa käytetään silloin, kun maapohjan kantavuus ei ole riittävä maanvaraiselle laatalle ja kun alapohja halutaan maanpintaa paljon korkeammalle. Ryömintätila tuulettaa myös raadonkaasua pois alapohjatilasta. Ryömintätilaa voidaan käyttää myös esimerkiksi taloteknisten asennusten sijoittamiseen.

Alapohjan kantava rakenne voi olla puuta, betonia, kevytbetonia, terästä tai teräsvoimalevyyn ja betonin liittorakenne. Puurakenteinen tuulettuva alapohja toteutetaan vasaivuksella, joka tehdään yleensä sahatavaraista, mutta joskus myös liimapuusta, kertopuusta tai kovalevyuunapalkeista. Vasaivuksen väliin asennetaan lämmöneriste ja yläpintaan höyryn- tai ilmansulku, sekä lattiapinnoite. Vasaivuksen alapuolelle voidaan asentaa lisälämmöneriste ja tuulensuojalevy. Usein osa alapohjan kannatinpalkeista jää näkyviin alapohjan alapinnan alapuolelle. [www.finnfoam.fi]

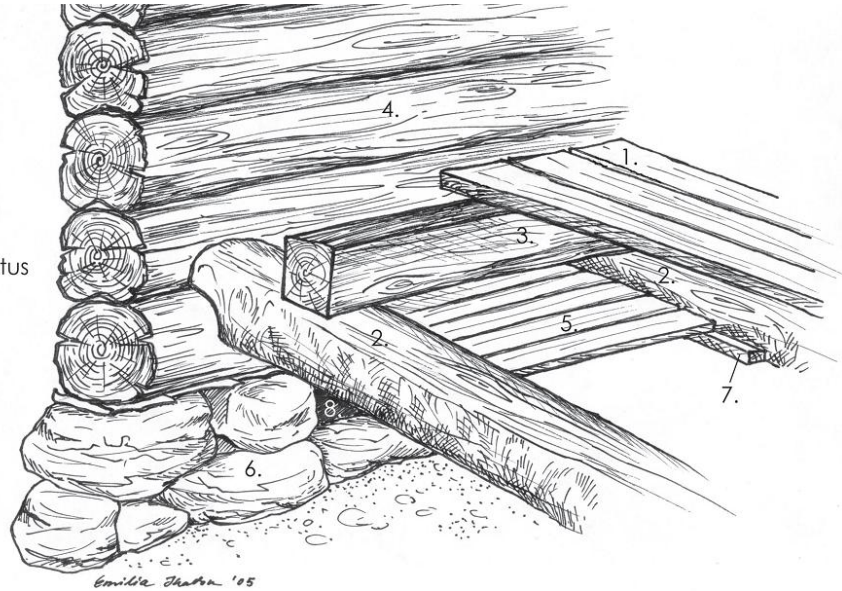
Perustukset varustetaan kapillaarisen veden nousun katkaisevalla ns. kapillaarikatkolla ja perustusten ulkopuolisilla salaojilla. Pohjamaa muotoillaan salaojiin päin kaatavaksi ja salaojat ympäröidään salaojasoralla. Jos perusmaa on silttiä tai savea, käytetään suodatinkangasta erottamaan täytöt pohjamaasta. Tuuletusaukollisen tuulettuvan alapohjan lämpötilan saamiseksi lämpimämmäksi ja pohjamaasta nousevan vesihöyryn tunkeutumisen estämiseksi alapohja tulisi eristää umpisoluisella lämpöeristeellä. Tällöin alapohjan tuuletustarve vähenee. Alapohja voidaan lämpöeristää myös kevytsoraeristeellä. Kevytsora tulee erottaa muista täytöistä suodatinkankaalla, jotta maainekset eivät sekoittuisi keskenään.

Moderneissa rakennuksissa ryömintätilan maapohja sijaitsee yleensä ympäröivää maata alempana, jolloin ryömintätilaan muodostuu helpommin vapaita vesipintoja mm. pintavesistä, pohjavedestä tai vuotovesistä. Lisäksi tällöin painovoimainen tuuletus ei ole yhtä tehokasta, jolloin tuuletusta olisi tehostettava joko koneellisesti tai katolle johdettavalla hormilla.

Seuraavalla sivulla esitetään esimerkki vanhasta tuulettuvasta alapohjasta.

2.1.1 Vanhan rossipohjan periaatepiirros

1. lautalattia
2. lattianiskat
3. alusparru
4. hirsikehikko
5. täytetilan aluslaudoitus
6. kivijalka
7. kannatusrima
8. tuuletusluukku



Kuva 1. Vanhan rossipohjan periaatepiirros [Pohjois-Pohjanmaan korjausrakentamiskeskus, 2005]

2.1.2 Purettu sahanpurueristeinen vanha rossipohja

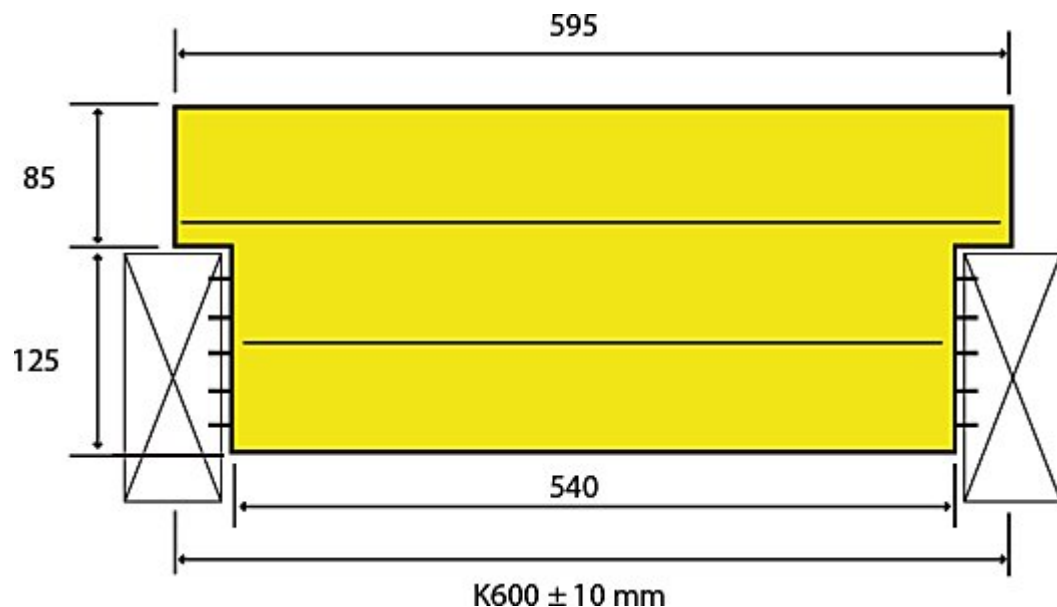


Kuva 2. Purettu sahanpurueristeinen vanha rossipohja. Eristeenä sahanpuru, aluslautojen päällä tuulensulkuna bitumivuorauspaperi [Pohjois-Pohjanmaan korjausrakentamiskeskus, 2005]

2.1.3 Uudet turvalliset tuulettuvat alapohjaratkaisut

Markkinoille on tullut uusia alapohjaratkaisuita. Yksi uusi alapohjaratkaisu on umpisoluisen suulakepuristetun solumuovieristeen käyttö alapohjan kantavana eristeenä. Eriste on tehty suurta kuormitusta kestäväksi ja nopeasti rakennettavaksi. Eristeen ja kantavien rakenteiden välit vaahdotetaan polyuretaanilla ja saadaan hyvin tiiviiksi. Eristeen päälle voidaan tehdä betonilaatta, joka parantaa vielä rakenteen tiiveyttä.

Kuvassa 3 on esitetty Finnfoamin uusi rossipohjaeriste.



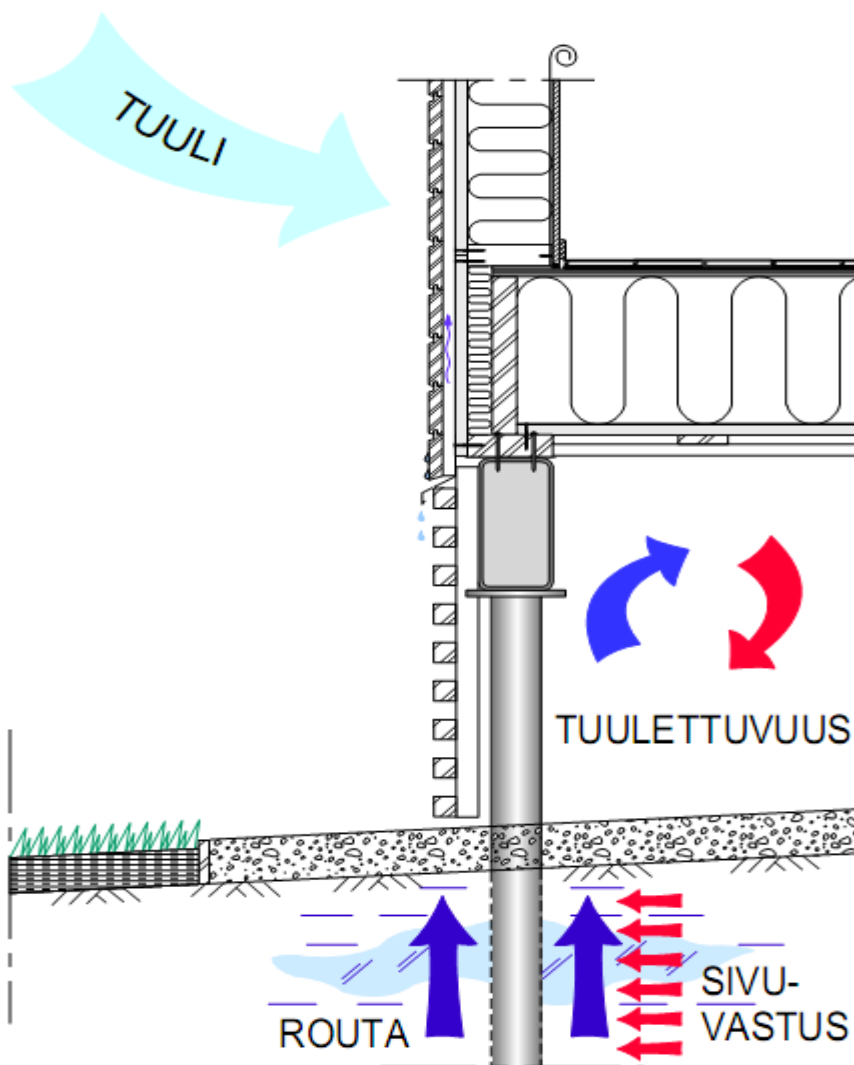
Kuva 3. Uusi Finnfoam rossipohjaeriste [www.finnfoam.fi]

Finnfoam -rossipohjan lyhytaikainen kantavuus on 1700...4200 kg/m² ja pitkäaikainen 800...2000 kg/m². Kantavuus on samaa tasoa kuin ristikoolatulla rossipohjalla.

Finnfoam-rossipohjaeriste asennetaan sisäpuolelta koolausten väliin. Eriste sallii koolausjaossa -10...+10 mm heiton. Tiivis Finnfoam-eriste ei tarvitse erillisiä tuulensuojia tai höyrynsulkuja. Lujan Finnfoam-levyn päällä voidaan heti asennuksen jälkeen kävellä. Ei enää vaarallista pomppimista koolausten päällä. Vesitiiviyyden ansiosta Finnfoam -lämmöneristeet voidaan asentaa, vaikka vesikattoa ei vielä ole.

[www.finnfoam.fi]

Kuvassa 4 on esitetty toinen vaikeisiin perustamisolosuhteisiin kehitetty perustamistapa on lyötävillä tai kairatuilla teräsraudoilla toteutettu ratkaisu. Tässä ratkaisussa alapohja on avoin ja hyvin tuuletettu.



Kuva 4. Periaatepiirros teräsraudoituksesta [Pitkänen, 2004]

2.2 Lakeja, asetuksia ja määräyksiä

2.2.1 Rakennuslaki, yleiset säännökset 1§

”Rakentamisessa on noudatettava rakennuslain 1§ säännöksiä. Alue on kaavoitettava tai sen käyttäminen muutoin suunniteltava luonnonvarojen ja ympäristön kestävästä kehitystä tukevalla tavalla sen mukaan, kuin tässä laissa säädetään.

Rakennuksen ja muun rakennuskohteen tulee sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla täyttää rakenteiden lujuuden ja vakavuuden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset” (olennaiset vaatimukset). [Rakennuslaki 1§]

Tarkempia säännöksiä ja määräyksiä rakentamisesta annetaan asetuksella, ympäristöministeriön päätöksellä ja kunnan rakennusjärjestyksellä. [RakMK1998 C2, 1]

2.2.2 Rakennusasetus, rakennussuunnittelu 77§

Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, täyttää turvallisuuden ja terveellisuuden vaatimukset sekä soveltua sen mukaan kuin rakennuksen käyttö edellyttää, myös lapsille, vanhuksille ja vammaisille.

Rakentamisessa on huolehdittava siitä, että:

1. rakennuksen perustamistapa sekä rakennuksen ja rakennusosien lujuus on sovitettu olosuhteiden, maaperän laadun ja kuormituksen mukaan;
2. rakennus täyttää paloturvallisuuden vaatimukset henkilöiden ja riittävässä määrin myös omaisuuden suojelemiseksi;
3. rakennus tehdään terveydelle vaarattomista aineista ja tarvikkeista sekä terveyshaittoja muutenkin välttäen;
4. rakennuksen lämmitysjärjestelmä, ilmanvaihtoratkaisut sekä kiinteistön vesi- ja viemärilaitteet soveltuvat tarkoitukseensa eivätkä aiheuta terveydellistä vaaraa;
5. rakennus on sen käytön ja huollon kannalta turvallinen;

6. rakennuksen ääniolosuhteet ja suojaus melulta ovat tilojen käyttö huomioon ottaen hyvät; sekä
 7. rakennus ja rakennusosat sekä rakennuksen tekniset järjestelmät ovat hyvän energiatalouden, kunnossapidon ja korjattavuuden kannalta tarkoituksenmukaisia.
- Rakentamisessa tulee muutoinkin noudattaa hyvää rakennustapaa sekä rakennetun ympäristön sosiaalista toimivuutta ja kestäväää kehitystä. [RakMK1998 C2, 1]

2.2.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki 1§

Tämän lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestäväää kehitystä.

Tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun, suunnitteluun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävinä olevissa asioissa. [RakMK A1, 2]

2.2.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki 12§

Tavoitteet ja soveltamisala

Rakentamisen ohjauksen tavoitteena on edistää;

- 1) hyvän ja käyttäjien tarpeita palvelevan, terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sekä sosiaalisesti toimivan ja esteettisesti tasapainoisen elinympäristön aikaansaamista;
- 2) rakentamista, joka perustuu elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin, sosiaalisesti ja ekologisesti toimiviin sekä kulttuuriarvoja luoviin ja säilyttäviin ratkaisuihin; sekä
- 3) rakennetun ympäristön ja rakennuskannan suunnitelmallista ja jatkuvaa hoitoa ja kunnossapitoa. [RakMK A1,2]

Määräys

”Näiden määräysten ja ohjeiden tavoitteena on täydentää maankäyttö- ja rakennuslain ja sen nojalla annettujen säännösten asettamia vaatimuksia rakennushankkeen suunnittelussa ja viranomaisvalvonnassa. Määräykset ja ohjeet koskevat luvanvaraista tai muuta viranomaisvalvontaa edellyttävää rakentamista.” [RakMK A2, 3]

2.3 Maakosteus

Maanvastaisten rakenteiden kanssa kosketuksissa olevien maamateriaalien kapillaarisuus ja muut kosteustekniset ominaisuudet on selvitettävä siten, että maasta rakenteisiin siirtyvän kosteuden haitalliset vaikutukset voidaan ehkäistä.

Maanvastaisen lattian alapuolelle ja maanvastaisten seinien ulkopuolelle rakennettavissa salaojituskerroksissa käytettävän materiaalin kapillaarisuuden on oltava riittävän pieni, jotta salaojituskerros luotettavasti katkaisee haitallisen veden kapillaarisen vaaka- ja pystysuuntaisen siirtymisen maapohjasta rakenteisiin. [RakMK B3, 4]

Ohje

”Maakerroksissa, jotka ovat kapillaarisen nousukorkeuden yläpuolella, ja joiden vesipitoisuus on hyvin alhainen, esiintyy yleensä aina kosteutta. Tästä johtuen maan huokostilassa olevan ilman suhteellinen kosteus on aina hyvin korkea, noin 100 %.”
[RakMK B3,4]

Maan hygroskooppinen kosteus

Rakennuspohjan salaoja- ja täyttömateriaalit ovat aina kosteita. Salaojakerrokset ovat suorassa yhteydessä pohjamaahan, jonka huokosten ilman suhteellinen kosteus RH on 100 % ja edelleen yhteydessä huokosverkoston kautta pohjaveteen. Suuruusluokaltaan RH 100 % suhteellista kosteutta vastaava vesimäärä yleisimmin käytetyissä salaoja- ja täyttömateriaaleissa (hiekat, sorat ja sepelit) on noin 0,5-0,8 paino %:a.
[Leivo ja Rantala, 1998]

Alapohjan diffuusiokäyttäytymisen kannalta määräävä on alapohjan alla olevan salaojakerroksen ja maapohjan lämpötila. Maan lämpötilan noustessa ylöspäin suuntautuva diffuusiiovirta kasvaa. Jos diffuusiiovirta on voimakasta ja kosteus pääsee alapohjatilaan suhteellinen kosteus kasvaa. Kosteus voi tiivistyä kylmemmille pinnoille muodostaen vettä. Toimivan kapillaarikatkon ja diffuusiokatkon olemassaolo vähentää tehokkaasti kosteuden nousua alapohjatilaan. Diffuusion katkona voidaan käyttää noin 50 mm vahvaa umpisoluista diffuusiotiivistä XPS, tai polyuretaanieristettä. Eristeen päällä tulisi olla esimerkiksi 100 – 150 mm kerros karkeaa hiekkaa. [www.finnfoam.fi]

2.4 Radon

Rakennuspaikan radonriskit on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa. Suunnittelun ohjearvona oleva radonpitoisuuden raja 200 Bq/m^3 ylittyy ilman vastatoimia yleisesti suurimmassa osassa maata. Radontekninen suunnittelu voidaan jättää tekemättä vain, jos paikkakunta-kohtaiset radontutkimukset selkeästi osoittavat, että radonpitoisuus asunnoissa alittaa enimmäisarvon säännönmukaisesti. Mikäli radonia ei huomioida suunnittelussa, kirjalliset perustelut liitetään rakennuskohteen suunnitelma-asiakirjoihin. Rakennuspohjan radonriskiin vaikuttavat aina sekä alkuperäismaa että paikalle tuotavat täyttömaat ja salaojasorat. Paksu täyttösorakerros voi jo yksinään tuottaa sisätiloihin maanvaraisissa alapohjissa enimmäisarvon ylittäviä radonpitoisuuksia. Rakennuksen radonpitoisuuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi perustustavan ja alapohjarakenteiden valinnalla.

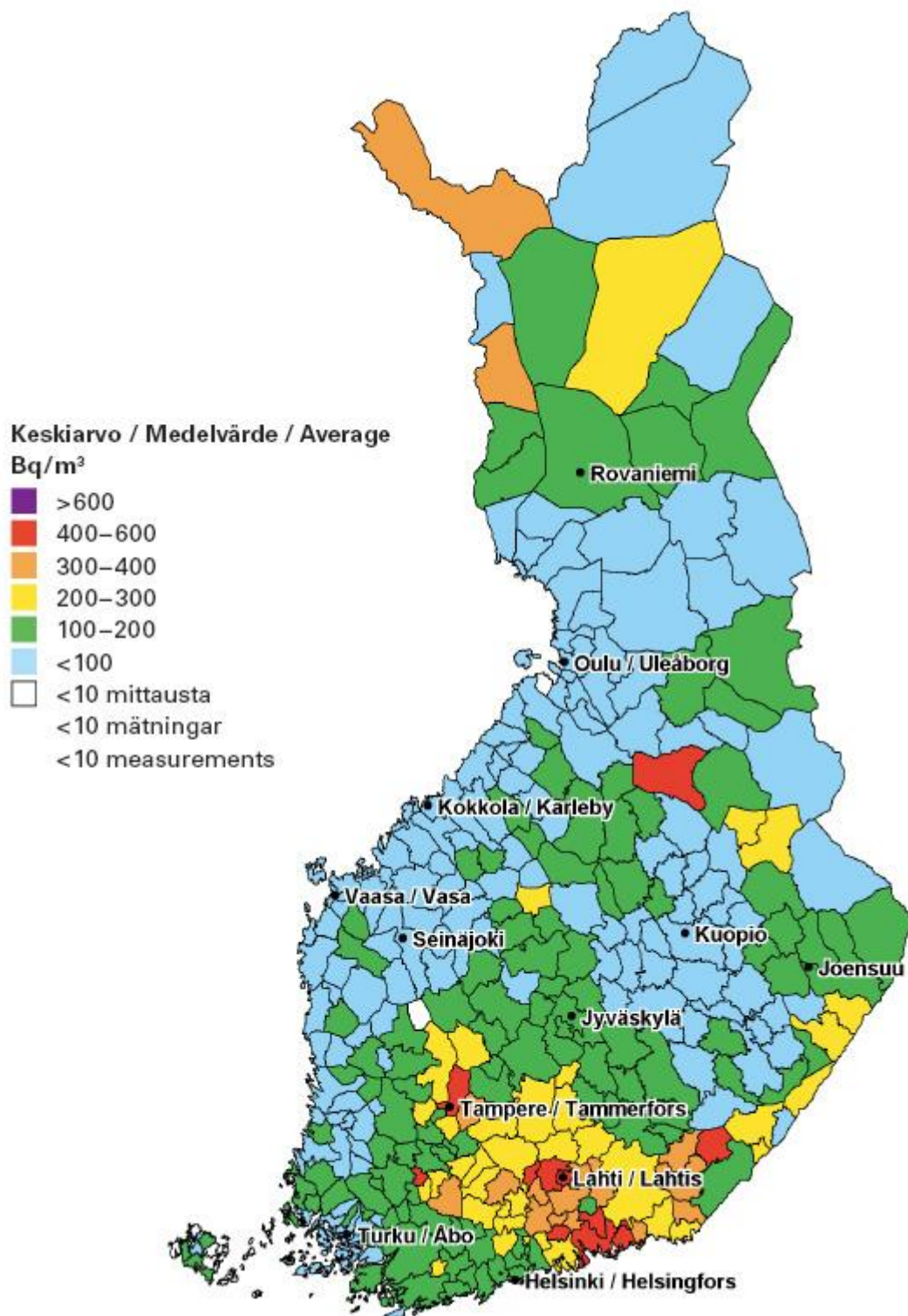
Säteilylain ja -asetuksen ja sen muutoksen 1143/1998 mukaan radonpitoisuus ei saa säännöllisessä työssä ylittää arvon 400 Bq/m^3 .

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan suunnittelun ohjearvoksi esitetään, että radonpitoisuuden vuosikeskiarvo saa olla enintään 200 Bq/m^3 .

Säteilyturvakeskus on antanut säteilyturvallisuutta koskevan ohjeen [ST 12.1, Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 2000] ja talonrakennuksessa käytettävien materiaalien radioaktiivisuutta koskevan ohjeen [ST 12.2, rakennusmateriaalien, polttoturpeen ja turvetuhkan radioaktiivisuus, 1993].

[RakMK B3, 5]

Seuraavalla sivulla esitetään Suomen radonkartta.



Kuva 5. Suomen radonkartta [Pohjakartta Säteilyturvakeskus 20.8.2010]

2.5 Routa

Pohjatutkimuksen yhteydessä tehtävillä havainnoilla ja määrittäyksillä on hankittava sellaiset lähtötiedot rakennuspohjan routaantumisen, joiden perusteella voidaan suunnitella ja toteuttaa mahdollisesta routimisesta aiheutuvien haittojen estämistoimenpiteet. [RakMK B3,4]

Ohje

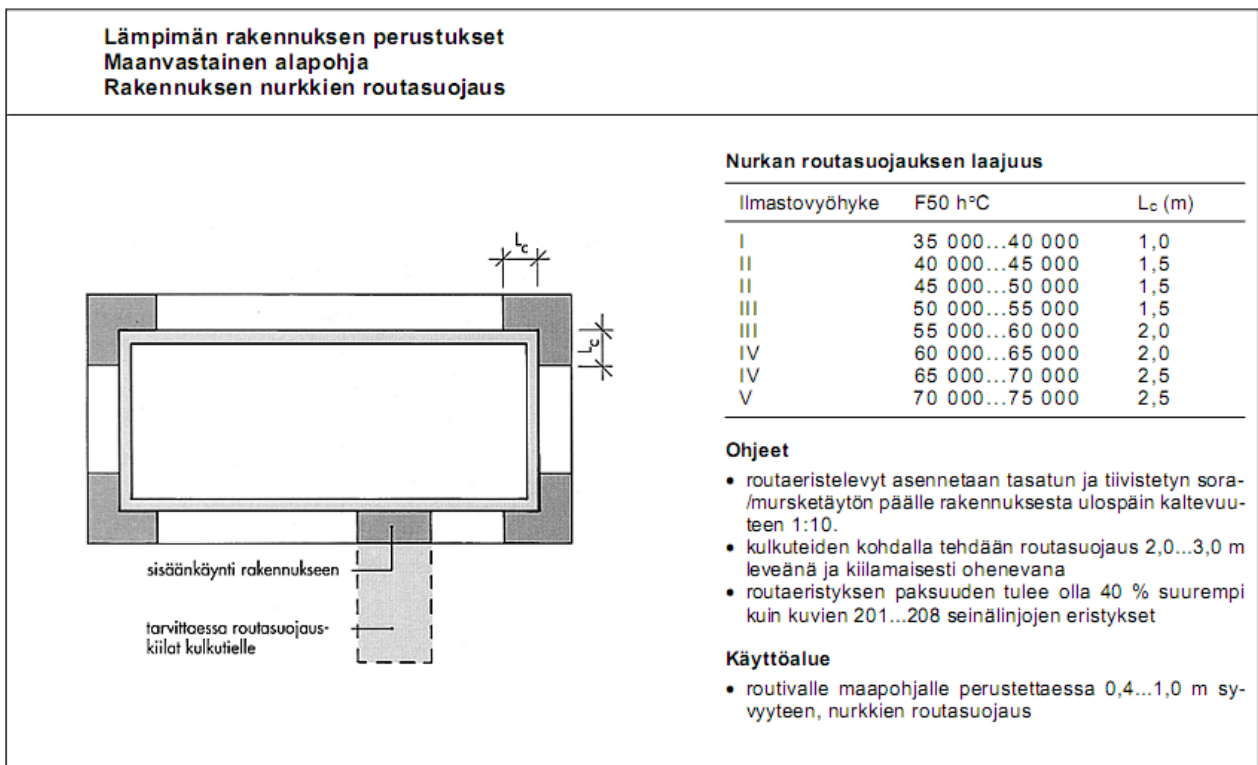
Maalajien routivuutta voidaan likimäärin arvioida rakeisuuskäyrän perusteella. Luotettavammin maakerroksen routivuutta voidaan arvioida laboratoriossa tehtävillä kapillaarisuus- ja routanousukokeilla sekä maastossa tehtävillä routanousuhavainnoilla.

Roudan syvyyttä voidaan arvioida samankaltaisissa olosuhteissa tehtyjen luotettavien havaintojen perusteella sekä laskennallisesti routasyvyyteen vaikuttaviin ilmasto- ja maaperätekijöihin perustuen.

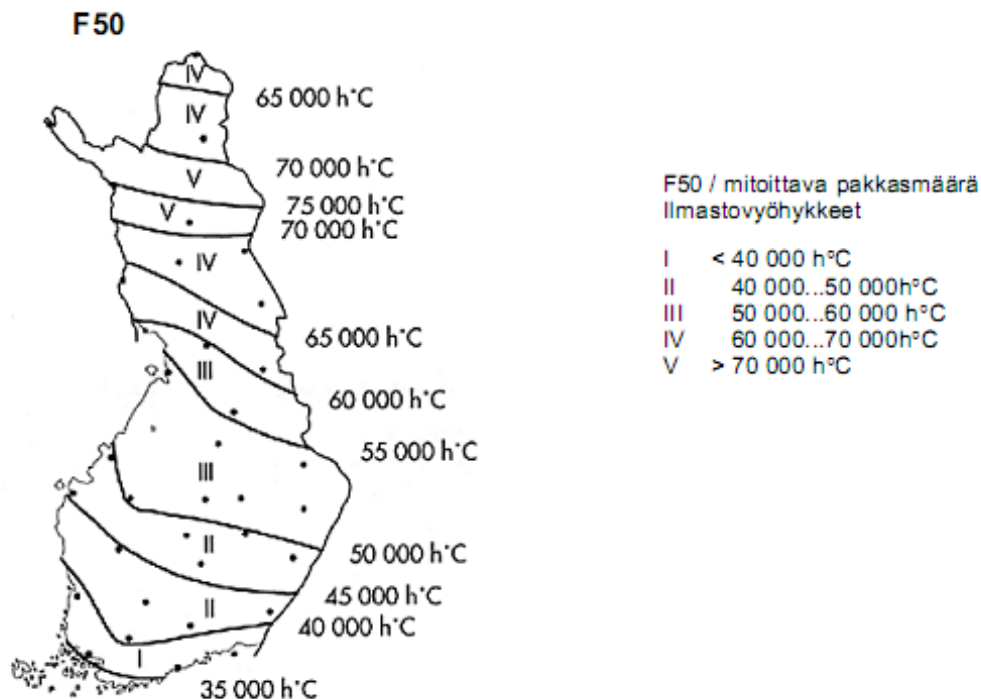
Pysyvien, lämpimien rakennusten sekä herkästi vaurioituvien kylmien rakenteiden yhteydessä roudan syvyyden arvioinnin mitoitusperusteena on suositeltavaa käyttää kerran 50 vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää. Kerran 20 vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää voidaan vastaavasti käyttää mitoittaessa pihan rakenteita ja kylmiä puurakenteita tai muita kevyitä rakenteita, jotka eivät ole erityisen arkoja roudan aiheuttamille liikkeille.

Työnaikaisen routasuojauksen mitoittamisessa voidaan vastaavasti käyttää kerran kahdessa vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää. Keskimääräistä kylmempinä talvina on kuitenkin varauduttava lisäämään työnaikaista routasuojauksia. [RakMK B3, 4]

Seuraavalla sivulla esitetään kuva routasuojauksesta ja mitoittava pakkasmäärä sekä ilmastovyöhykkeet.



Kuva 6. Esimerkki routasuojauksesta (maanvastaiset alapohjat) [RT 81-10590]



Kuva 7. Mitoittava pakkasmäärä ja ilmastovyöhykkeet [RT 81-10590]

3 Tuulettuvien alapohjien perustamisratkaisut

3.1 Perusmuurein ja tuuletusaukoin varustetut ratkaisut

Muuratut kevytsoraharkkoperusmuurit voidaan toteuttaa umpiharkkorakenteena. Umpiharkko voi olla kevennetty valmistusvaiheessa järjestetyllä ilmatilalla. Ilmatila parantaa harkon lämmöneristysominaisuuksia ja vähentää harkon painoa.

Toinen toteutustapa on lämpöeristetty kevytsoraharkkoratkaisu. Eristeen tarkoituksena on parantaa valmiin seinän lämmöneristysominaisuuksia.

Valuharkkoperusmuurit voidaan toteuttaa betonisilla eristämättömillä tai lämpöeristetyillä valuharkkoilla. Harkot ovat ladottavia, ne varustetaan raudoitteilla ja valetaan betonilla.

Paikalla valetut betoniperusmuurit voidaan toteuttaa rakennettuihin muotteihin, tai eristettyihin muotteihin betonia valamalla. Raudoitteet asennetaan ennen betonivalua.

Elementtiperusmuurit voidaan toteuttaa tehdasvalmisteisilla betonielementeillä tai ontelolaattaratkaisuina.

3.2 Pilariperustus ratkaisut

Kevytsoraharkkopilarit voidaan toteuttaa muurattuina kevytsoraharkkoratkaisuina.

Valuharkkopilarit voidaan toteuttaa valettavilla betoniharkkoratkaisuina.

Betonielementtipilari voidaan toteuttaa muottiin valetuilla betonipilareilla.

Teräspilari voidaan toteuttaa lyötävillä tai porattavina teräspilareilla. Teräspilariratkaisuissa on myös injektointistabilointi mahdollista.

3.3 Rossipohjan kosteuskäyttäytymisen teoriaa

Täysin tuulettuva rossipohja, jossa ei ole siis sokkeleita ympärillä, on radonturvallinen ratkaisu. Rakenne on myös kosteusteknisesti hyvin toimiva. Tuuletustilan lämpötila ja kosteuspitoisuus seuraavat lähes täysin ulkoilman olosuhteita. Kun perusmuuri rakennetaan tuuletustilan ympärille, muuttuu tilanne oleellisesti.

Maan keskilämpötila on yleensä hyvin lähellä vuoden keskilämpötilaa. Maaperän suhteellinen kosteus on aina lähes 100 %. Nämä kaksi tekijää muodostavat kosteusriskin, joka on suurin keväällä, jolloin tuuletustila on huomattavasti kylmempi kuin ulkoilma. Ulkoa tuleva lämmin ilma sisältää kosteutta, joka jäähtyessään tiivistyy helposti pintoihin tuuletustilassa, jossa maaperä on viileä pitkään. Tiivistymisriski voidaan estää tai ainakin huomattavasti vähentää maapohjan lämpöeristämällä. Tällöin tuuletustilan lämpötila seuraa paremmin ulkoilman lämpötilaa ja näin tiivistymisriski on vähäisempi. Käytettäessä lämpöeristeenä suulakepuristettua solumuovia tai polyuretaania nämä estävät umpisoluisuutensa ansiosta tehokkaasti maasta nousevaa kosteutta (vesihöyryä). Kosteuden nousua tapahtuu aina kun maaperän lämpötila on korkeampi kuin tuuletustilan lämpötila. Tavoitteena on pitää tuuletustilan kosteus mahdollisimman alhaisena.

Ryömintätilan tuuletus

Ryömintätilan tuuletus järjestetään riittävän tehokkaaksi koko ryömintätilan alueella. Ryömintätilan koneellinen tuuletus on suositeltavaa varsinkin kesäaikana. Jos ryömintätila tuuletetaan painovoimaisesti, sijoitetaan sokkeliin tuuletusaukot, joiden pinta-alan tulee olla yhteensä vähintään 4 % ryömintätilan pinta-alasta. Painovoimaisen tuuletuksen yhteydessä suositellaan ryömintätilan ja maapohjan välistä lämmöneristämistä. Pilariperusteisissa ratkaisuissa on huomioitava routaeristeiden lisäämistarve.

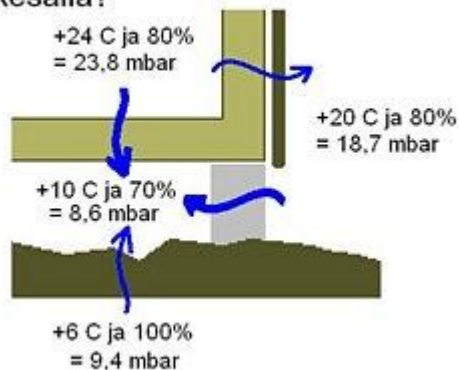
Alapohjatilan puurakenteita tulisi olla mahdollisimman vähän ja kaikki tuuletustilassa oleva rakennepuutavara tulisi olla kyllästettyä tai ainakin homeenestoaineella käsiteltyjä. Kaikki orgaaninen ja lahoava aines on poistettava alapohjatiiloista.

[RakMK C2]

3.3.1 Esimerkki A - rossipohja keväällä ja kesällä:

Kun maaperän lämpötila on +5 astetta, on maaperän huokosissa vesihöyryn osapaine noin 8,7 mbar (100 %). Jos halutaan, että tuuletustilan suhteellinen kosteus on korkeintaan 70 %, pitäisi lämpötilan olla tuuletustilassa +10 astetta tai korkeampi (vesihöyryn osapaineen 8,7 mbar), jotta vesihöyryä ei nousisi maaperästä tuuletustilaan. Vesihöyry virtaa sinne, missä sen paine on pienempi. XPS- lämmöneriste maanpinnalla, estää maasta nousevaa vesihöyryä sekä tuuletustilan lämmön siirtymistä maaperään.

Mihin suuntaan vesihöyry virtaa kesällä?

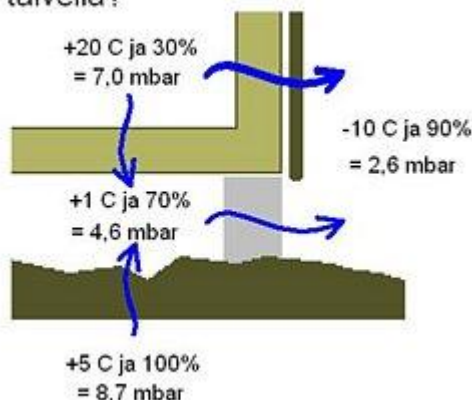


Jotta ulkoa tuleva tuuletusilma kuivattaisi tuuletustilaa eikä päinvastoin, pitäisi ulkoilman olla siis kuivempaa kuin tuuletustilassa olevan ilman. Jos siis tuuletustilan lämpötila on +10 astetta ja suhteellinen kosteus 70 % (vesihöyryn osapaine 8,7 mbar), ulkoilma saa olla korkeintaan 80 % ja +8 astetta. Keväällä ja kesällä tuuletusilma tuo siis helposti enemmän

kosteutta tuuletustilaan, koska ulkoilma on lämpimämpää kuin tuuletustilassa. XPS-lämmöneriste estää lämmön siirtymistä maaperään, jolloin tuuletustilan lämpötila nousee nopeasti lähelle ulkoilman lämpötilaa ja näin suhteellinen kosteus tuuletustilassa alenee.

3.3.2 Esimerkki B - rossipohja syksyllä ja talvella:

Mihin suuntaan vesihöyry virtaa talvella?



Kylmä ilma kuivattaa tehokkaasti rakenteita. Ulkoilman, jonka suhteellinen kosteus on 90 % ja lämpötila -10 astetta, vesihöyryn osapaine on vain noin 2,6 mbar ja kosteuspitoisuus 1,8 g/m³. Kun tämä ilma lämpiää tuuletustilassa +1 asteeseen, on sen kosteuspitoisuus jo 3,5 g/m³ ja osapaine 4,6 mbar, kun suhteellinen kosteus on 70 %. Jos

maaperän lämpötila on +5 astetta, on vesihöyryn osapaine maassa 8,7 mbar. Maaperästä nousee vesihöyryä tällöin $8,7 - 4,6 = 4,1$ mbar:n voimalla. Tiivis XPS- tai polyuretaanilevy lämmöneriste estää vesihöyryn pääsyä maasta tuuletustilaan. [www.finnfoam.fi]

3.3.3 Uusi Finnfoam- rossipohjaeriste

Finnfoam Oy on suunnitellut tuulettuvaa alapohjaa eli rossipohjaa varten oman eristelevyn. Finnfoamin korkea puristuslujuus (200...700 kPa eli 20...70t/m²) ja jäykkyys mahdollistavat rossipohjarakenteen yksinkertaistamisen. Rossipohjasta tulee nopeasti valmis ja sen päällä voidaan kävellä heti asentamisen jälkeen, jolloin vaarallinen koolauksilla keikkuminen vähenee. Finnfoam -lämmöneristeen vesitiiviiden ansiosta rossipohja voidaan eristää ensin ja vasta sitten aloittaa tukevalla alustalla seinien ja yläpohjan teko. Saumojen tiivistys tehdään saumavaahdolla ennen valua tai aluskatteen asennuksen jälkeen. Yhdellä työvaiheella saadaan aikaiseksi tuulettuvan alapohjan koko tarvittava lämpöeristys, tuulensuoja, höyrysulku ja valumuotti vain muutamassa minuutissa. Työvaiheiden vähäisyys tekee asentamisesta erittäin kustannustehokasta.

Kosteustekniset ominaisuudet

Veden imeytyminen 28 vrk (t %)	0,1	0,1	0,1	0,1
--------------------------------	-----	-----	-----	-----

Upotus- ja jäädytys 2 vuotta (t %)	0,4	0,4	0,4	0,4
------------------------------------	-----	-----	-----	-----

CE-merkin mukainen (t %)	0,7	0,7	0,7	0,7
--------------------------	-----	-----	-----	-----

Vesihöyryn läpäisevyys [kg/(m s Pa)] <1,5E-12 <1,3E-12 <1,0E-12 <1,0E-12

Kapillaarisuus	0	0	0	0
----------------	---	---	---	---

Finnfoamin solurakenne on täysin yhtenäinen ja suljettu läpi koko levyn. Levyssä on yhtenäinen tiivis nahkapinta, joka hylkii vettä. Vuoden mittaisissa upotuskokeissa on todettu, että vettä kulkeutuu ainoastaan levyn sahattujen pintaosien soluihin (solukoko 0,05–0,1 mm). Vuodenkaan kuluttua kosteutta ei ollut kertynyt enempää kuin kahden vuorokauden jälkeen. [www.finnfoam.fi]

3.3.4 Pientalojen tuulettuva RR- teräspöerustus

Alapohjiin liittyvät kosteusongelmat ja homevauriot ovat viime aikoina olleet näkyvästi esillä julkisessa keskustelussa. Erilaisia kosteusvaurioita on havaittu sekä maanvastaisissa alapohjissa että ryömintätalaisissa alapohjaratkaisuissa. Maanvastaisiin alapohjarakenteisiin liittyvä kosteuden kapillaarinen nousu täyttösorassa ja maapohjan lämpenemisestä johtuva kosteuden tiivistyminen alapohjaan on vältettävissä hyvin tuulettuvalla ryömintätalaisella alapohjaratkaisulla. Nykyisissä ryömintätalaisissa alapohjissa kosteusongelmien syynä on usein ryömintätilan huono tuuletus yhdistettynä maasta diffuusiolla nousevaan kosteuteen ja pintavesien tunkeutumiseen ryömintätilaan. Varsinkin rakennuksen alle tehtyyn kuoppaan perustuvien ryömintätilojen kulmaputkin tapahtuva tuuletus on riittävydeltään kyseenalaista. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi on kehitetty uudentyyppinen tuulettuva RR- teräspöerustus, jossa alapohjarakenteet ja talon seinärakenteet tukeutuvat teräspökipalkistoon. Palkisto puolestaan kiinnittyy suoraan maanpinnan yläpuolelta katkaistuihin lyömällä asennettaviin RR- paaluihin tai poraamalla asennettaviin RD- paaluihin. Putkijohdot voidaan kuljettaa alapohjaan kiinnitettynä tuuletetussa tilassa, jossa niiden huoltaminen ja korjaaminen on vaivatonta. Ryömintätilan tuuletus järjestetään siten, että sen olosuhteet vastaavat ulkoilman olosuhteita ja ilman vaihtuvuus on ilman koneellista poistoakin riittävä kosteuden poistamiseksi ja homekasvuston estämiseksi.

RR- teräspöerustus on riippumaton rakennuspaikan pohjasuhteista ja soveltuu kaikille yleisimmille alapohja- ja seinärakennetyypeille sekä materiaaleille. Uusi järjestelmä vähentää ratkaisevasti rakennuspaikalla tarvittavia maankaivutöitä. Perustusjärjestelmän teknisesti moitteeton toiminta ei yleensä edellytä salaojien tai routaeristeiden käyttöä, mikä voi kuitenkin olla tarpeellista esimerkiksi piharakenteiden toimivuudelle. Järjestelmä mahdollistaa myös perustusten talvirakentamisen. Lisäksi järjestelmä soveltuu mittatarkkuutensa ansiosta erinomaisesti nopeaan tilaelementtirakentamiseen sekä käytettäväksi esimerkiksi katastrofi- ja ikirouta-alueilla. RR- teräspöerustus on ensisijassa tarkoitettu kevyiden yksi- ja kaksikerroksisten asuinrakennusten, vapaa-ajan asuntojen, koulu-, päiväkotii- ja toimistotilojen sekä pienrakennusten kuten autotallien ja varastojen perustamismenetelmäksi.

[www.rautaruukki.fi]

Salaojitus ja routaeristäminen.

Koska perustusjärjestelmässä ei ole sokkelirakenteita, jotka vaativat kuivatusta, ei salaojitusta yleensä tarvita. Tasaisella tontilla kuivatukseksi riittää, että rakennuspaikalta poistetaan humuskerros ja maanpinta muotoillaan reunoilta rakennuksesta pois päin viettäväksi. Humuskerroksen poistamisen jälkeen rakennuspaikalle levitetään singeli- tai sepelikerros. Paalutustyö suoritetaan tämän kosteuden katkaisevan kerroksen päältä. Salaojitusta voidaan tarvita, jos tonttialue vaatii erillistä kuivatusta.

RR- teräspäerustuksissa ei ole maanvaraisia tai maahan upotettavia anturarakenteita, joten roudan nostava vaikutus välittyy rakenteisiin ainoastaan paalun vaipan välityksellä routasyvyyden yläpuolisella osalla. RR- paalut ovat pinnaltaan sileitä, joten niissä roudan vaikutus rakenteisiin on varsin vähäinen. Routaeristystä ei RR- teräspäerustuksen yhteydessä tarvita, mikäli paalut ulotetaan riittävän syvälle tai ankkuroidaan kallioon tai maahan esimerkiksi injektoimalla roudan nostavaa vaikutusta vastaan. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että paalutus on ulotettava routivassa maaperässä vähintään 4 m routarajan alapuolelle, jotta routaeristys voidaan jättää pois. Tällöinkin on varmistuttava, että paalujen alapääät ovat ankkuroituneet esimerkiksi tiiviiseen moreeniin. Kevyissä rakenteissa, kuten katoksissa ja kuisteissa, paalujen routasuojaus on harkittava tapauskohtaisesti. [www.rautaruukki.fi]

Pitkäaikaiskestävyys

RR- teräspäerustus suunnitellaan vastaamaan rakennuksen käyttöikä, esimerkiksi 100 vuotta. Teräsrakenteissa riittävä käyttöikä otetaan huomioon joko rakenneosien riittävällä korroosiovaralla tai niiden pintakäsittelyllä. Talotekniikka ryömintätilassa on helposti huollettavissa koko rakennuksen käyttöiän ajan. Myös viemäreiden ja vesijohtojen läpivientien paikkaa voidaan tarvittaessa muuttaa jälkikäteen.

[www.rautaruukki.fi]

Seuraavalla sivulla on kuvia RR- teräspäerustuksesta.



Kuva 8. 3D-malli RR- teräsperustuksesta, jossa puurakenteinen alapohja ja puurimoitettu sokkeliverhous [www.rautaruukki.fi]



Kuva 9. RR- teräsperustus soveltuu erinomaisesti tilaelementtirakentamiseen [www.rautaruukki.fi]

3.3.5 Erilaisten alapohjaratkaisujen yleisyys Suomessa 2009 – 2010

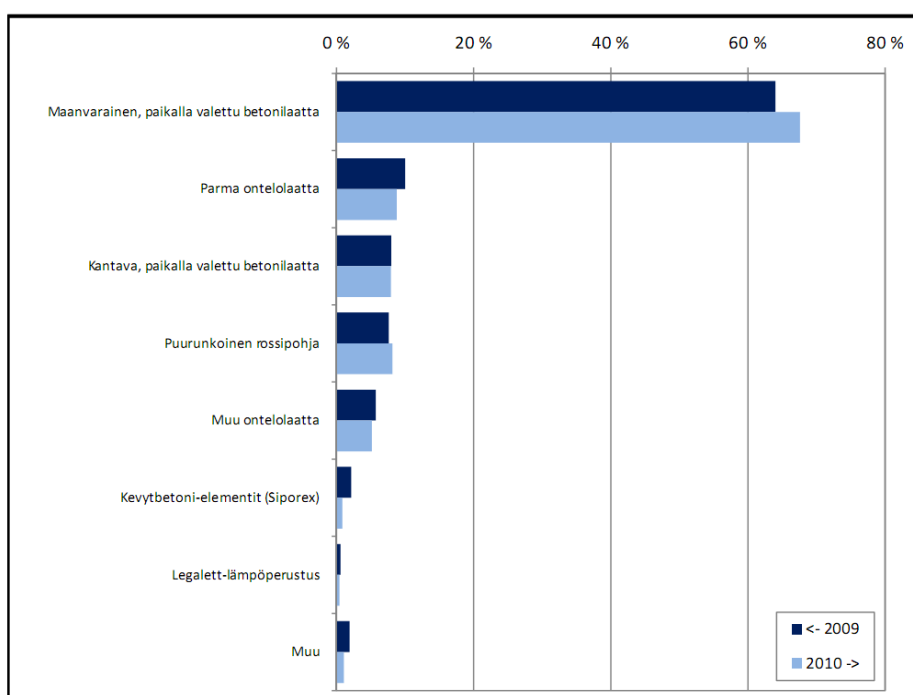
Alla olevassa kuvaajassa on esitetty erilaisten alapohjaratkaisujen yleisyyttä



MISTÄ ON TALOT TEHTY 2010

Rakentaja.fi tutkii

Erilliset pientalot: Alapohjaratkaisu



Alapohjaratkaisu	<- 2009	2010 ->	Yhteensä	<- 2009	2010 ->	Yhteensä
Maanvarainen, paikalla valettu betonilaatta	537	315	852	64 %	68 %	65,3 %
Parma ontelolaatta	84	41	125	10 %	9 %	9,6 %
Kantava, paikalla valettu betonilaatta	67	37	104	8 %	8 %	8,0 %
Puurunkoinen rossipohja	64	38	102	8 %	8 %	7,8 %
Muu ontelolaatta	48	24	72	6 %	5 %	5,5 %
Kevytbetoni-elementit (Siporex)	18	4	22	2 %	1 %	1,7 %
Legalett-lämpöperustus	5	2	7	1 %	0 %	0,5 %
Muu	16	5	21	2 %	1 %	1,6 %
Valinneet	839	466	1 305	100 %	86 %	94,4 %
Ei päätetty	1	76	77	0 %	14 %	5,6 %

Paikalla valettu betonilaatta on yleisin toteutustapa. Neljännes valitsee rossipohjaratkaisun.

4. Mikrobit

4.1 Mikrobilajeista

Rakennusten sisäilma-, pinta- ja rakennusmateriaalinäytteissä esiintyy tavallisimmin Penicillium-, Aspergillus- ja Cladosporium sienisukuja sekä hiivoja. Taulukossa 4 on esimerkkejä kosteusvaurioon ja mikrobikasvustoon viittaavista mikrobisuvuista, -lajeista ja -ryhmistä.

Sisäilman poikkeuksellinen sieni-itiöiden suku- tai lajijakauma voi myös viitata mikrobikasvustoon. Yleisin ja runsaimmin esiintyvä sienisuku sisäilmassa on Penicillium. Muiden kuin Penicillium- sienten esiintymistä valtalajina voidaan pitää sisäilmanäytteissä epätavanomaisena. Ulkoilman yleisin sienisuku on Cladosporium, minkä vuoksi Cladosporium- lajeja havaitaan yleisesti myös sisäilmassa, varsinkin syksyisin ja kesäisin. Toisaalta korkea Cladosporiumin määrä sisäilmassa talvella viittaa rakennuksessa esiintyvään mikrobikasvustoon. Sisäilmanäytteissä esiintyy usein Aspergillus lajeja ja hiivoja, mutta näiden osuus sisäilman sieni-itiöpitoisuudesta on tavallisesti pienempi kuin Penicilliumin osuus. Kohonnut mikrobipitoisuus tai poikkeava mikrobisuvusto voi johtua myös rakennuksen epätavanomaisesta käytöstä tai siitä, miten rakennus sijaitsee ulkopuolisiin mikrobilähteisiin nähden. Sisäilman mikrobipitoisuus voi myös hetkellisesti kohota siivouksen, kompostiastian tai polttopuiden käsittelyn seurauksena. [Sisäilmayhdistys, 2008]

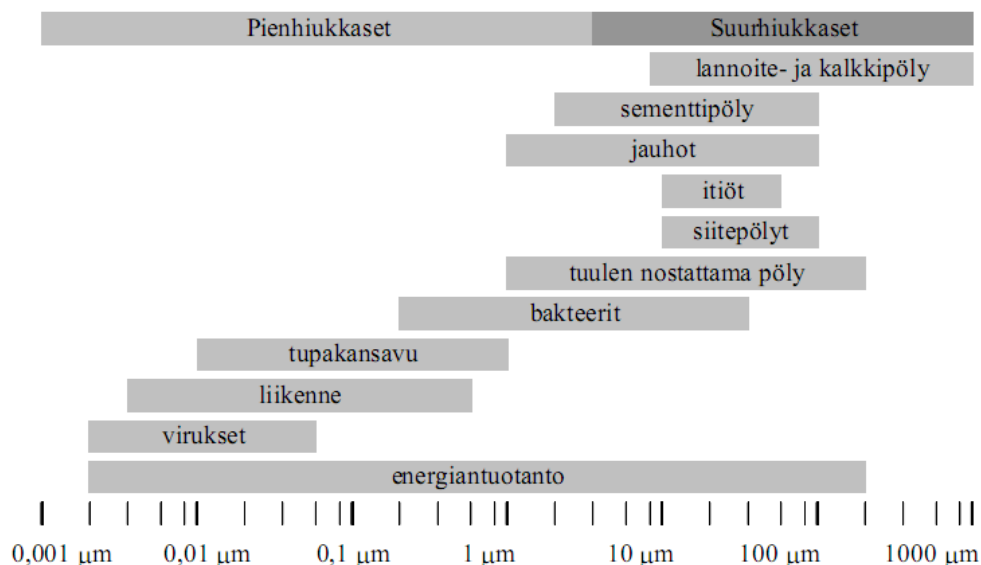
4.2 Mikrobin esiintyminen

Suomessa ilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti eri vuodenaikojen mukaan. Talvella ilmassa on hyvin vähän mikrobeja, kun maa on lumen peitossa. Ulkoilman pääasialliset mikrobilähteet ovat maaperä, kasvit, erilaiset pistemäiset lähteet (maalla esim. viljapelto, taajamassa esim. saha), vesi ja kaukokulkeutumat.

Maaperä on useiden mikrobin elin- ja säilymisympäristö. Jos maaperä on kattamaton, siihen kohdistuvat voimat (tuuli, ihmisten, eläinten ja työkalujen liikkeet, maanrakennus ja maanviljelytyöt) siirtävät mikrobeja ilmaan. Mikrobilähteen vaikutus on suurin sen välittömässä ympäristössä, vaikka mikrobit voivat kulkeutua ilmapirtausten mukana jopa tuhansia kilometrejä.

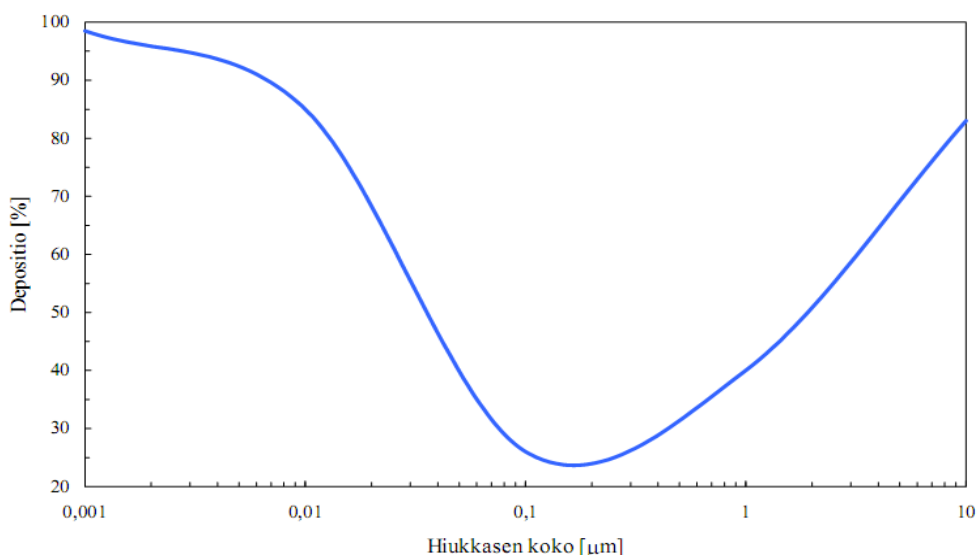
Rakennuksen sisäilman mikrobistoon vaikuttavat ulkoilman mikrobit ja mikrobin sisälähteet, joita ovat mm. elintarvikkeet, polttopuut, huonekasvit, ilmankostuttimet, huonepöly, kotieläimet, ihminen itse, jne. [Sisäilmayhdistys, 2008]

Alla olevassa kuvassa on esitetty erilaisia sisäilman hiukkaslähteitä



Kuva 11. Erilaisia sisäilman hiukkaslähteitä [Virta, 2003]

Alla olevassa kuvassa on esitetty hiukkasten deponoituminen (jääminen) normaalioloissa aikuisen keuhkoihin.



Kuva 12. Hiukkasten deponoituminen normaalioloissa aikuisen keuhkoihin. [Virta, 2003]

4.3 Mikrobikasvu

Materiaalin kosteus vaikuttaa eniten siihen, alkaako mikrobikasvu vai ei. Mikrobikasvun alkaminen edellyttää, että materiaalissa on mikrobeja, itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa. Ravinteiden suhteen mikrobit ovat vaatimattomia, koska lähes kaikki eloperäinen materiaali kelpaa energialähteeksi. Puu, kipsilevyn pahvi, tapetti ja muut selluloosapitoiset materiaalit sopivat monille mikrobeille, mutta useille riittää jopa tavallinen huonepöly. Esim. betonin, tiilen, kevytsoraharkon ja rakennuslevyjen pinnalle voi muodostua homekasvustoa, jos pinnalla on pölyä tai muuta likaa.

Pitkäaikainen kosteusrasitus, joka ylittää materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn, johtaa rakenteiden home- ja lahovaurioihin. Sen sijaan lyhytaikainen ja tilapäinen (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) kosteusrasitus ei yleensä aiheuta haittaa.

Koska materiaaleissa yleensä aina on mikrobeja, rakennuksen pitäminen kuivana on paras tapa estää rakennuksen homehtuminen. [Sisäilmayhdistys, 2008]

4.4 Mikrobilajiston muuttuminen eli sukkessio

Mikrobisukkessiolla tarkoitetaan mikrobiston muuttumista ympäristöolosuhteiden mukaan. Kosteusvaurion alkuvaiheessa kasvavat mikrobit, joilla on paras sopeutumiskyky vallitseviin olosuhteisiin. Nämä mikrobit tuottavat mm. lämpöä ja kosteutta ja muuttavat ravinnetilannetta, mikä johtaa mikrobiston muuttumiseen uusien olosuhteiden mukaiseksi. Kuivuvan ja kostuvan materiaalin mikrobistot ovat erilaisia. Näin ollen sukkessiolla on suuri vaikutus siihen, mitä mikrobeja rakennuksesta eri aikoina ja eri paikoissa kasvaa. "Rakennuskosteus tai satunnainen kertaluonteinen kastuminen voi aiheuttaa tilanteen, jossa homeen kasvun välttäminen on vaikeaa. Kasvu lakkaa, kun kosteus poistuu, jolloin home taantuu ja jää rakenteeseen. Rakenteen tulee kuivua rakennuskosteudesta ja muusta kertaluontoisesta kastumisesta niin nopeasti, ettei lahoaminen tai vaarallisempien homesienten kasvu pääse alkamaan. Homekasvu ei myöskään saa aiheuttaa hajuhaittaa sisäilmaan." [www.sisäilmayhdistys.fi]

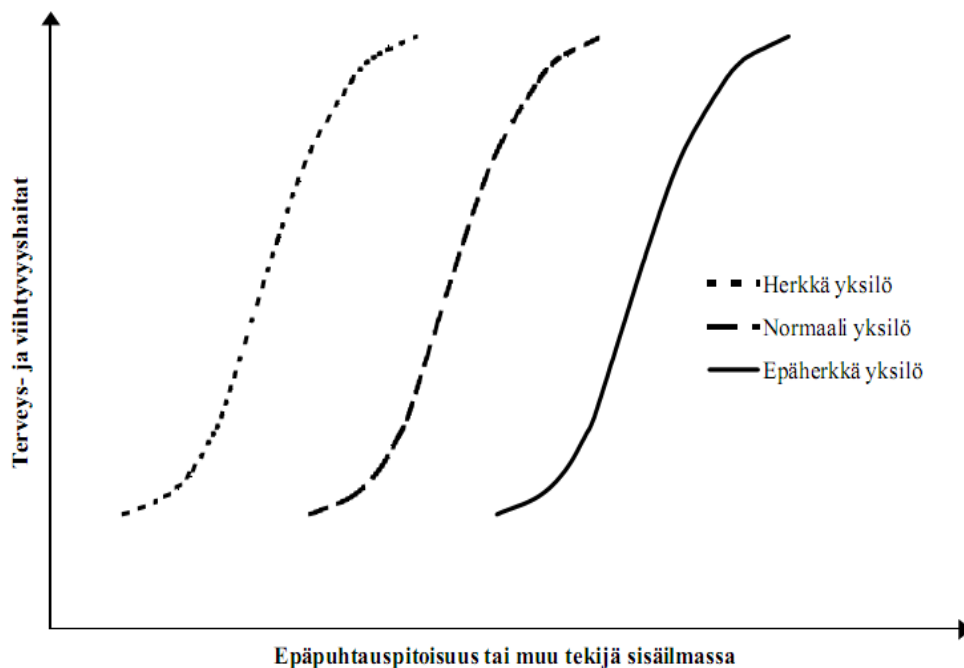
4.5 Taulukot ja kuvat

Alla on kuva kosteus- ja homevaurioaltistuneilla esiintyvistä oireista.

Yskä Nuhaoireet Hengityksen vinkuminen Hengenahdistus Ihon ja silmien ärsytys Kurkkukipu Äänen käheys Päänsärky Väsymys Kuumeilu Poskiontelotulehdus Hengitystieinfektiot Astmaoireiden paheneminen

Kuva 11. Kosteus- ja homevaurioaltistuneilla esiintyviä oireita [Nevalainen, THL 2010]

Ihmisen altistuminen on yksilöllistä. Alla on tapahtumaa havainnollistava kuvaaja.



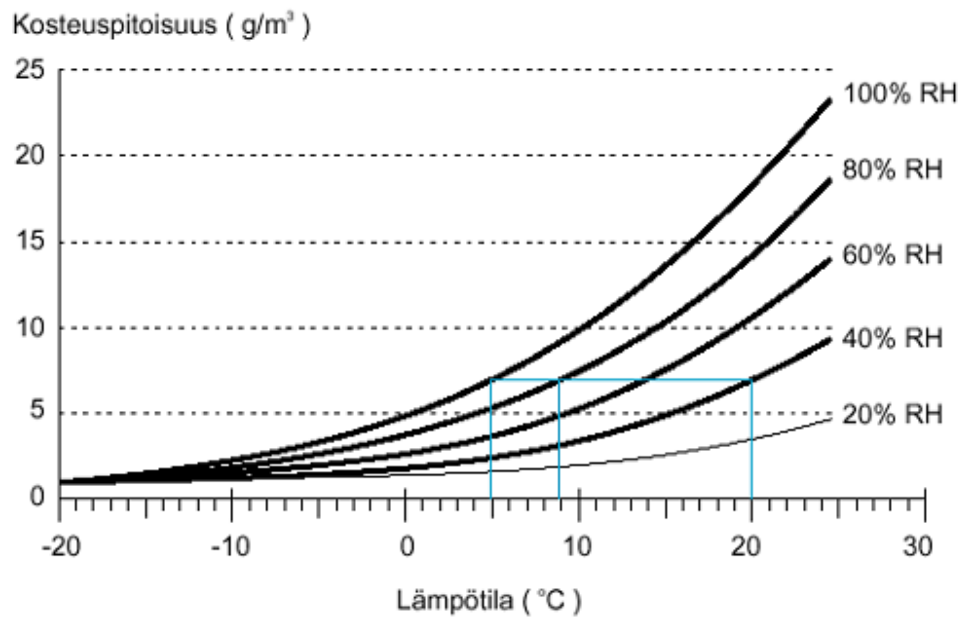
Kuva 12. Ihmisen altistuminen hengitysilman epäpuhtauksille [Leivo, 2002]

Alla olevassa kuvassa on esitetty kosteusvaurioindikaattorit eli mikrobit, jotka rakennuksessa esiintyessään viittaavat kosteusvaurioon

Märässä viihtyvät mikrobit	Aspergillus fumigatus Trichoderma Exophiala Stachybotrys Phialophora Fusarium Ulocladium Hiivat, kuten Rhodotorula Sädesienet eli aktinomykeetit Useita gram -negatiivisia bakteereita (esim. Pseudomonas)
Kohtuullisessa kosteudessa viihtyvät mikrobit	Aspergillus versicolor
Suhteellisen kuivassa viihtyvät mikrobit	Aspergillus versicolor Eurotium Wallemia Penicillium -lajeja

Taulukko 1. Kosteusvaurioindikaattorit eli mikrobit, jotka rakennuksessa esiintyessään viittaavat kosteusvaurioon [Leivo, 2002]

Seuraavalla sivulla kuvasta 13 nähdään rakennusosan likimääräinen lämpötila, jossa vesihöyry kondensoituu. Esimerkiksi, kun ilman lämpötila on + 20 °C ja suhteellinen kosteus 40 %. Vesihöyry kondensoituu aineen pinnalle tai sisään, kun sen lämpötila on noin + 5 °C. Kun aineen suhteellinen kosteus on 80 % ja lämpötila noin + 9 °C, siinä voi kasvaa mikrobeja.



Kuva 13. Ilmassa olevan vesihöyryn määrä lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mukaan [RT 05-10710]

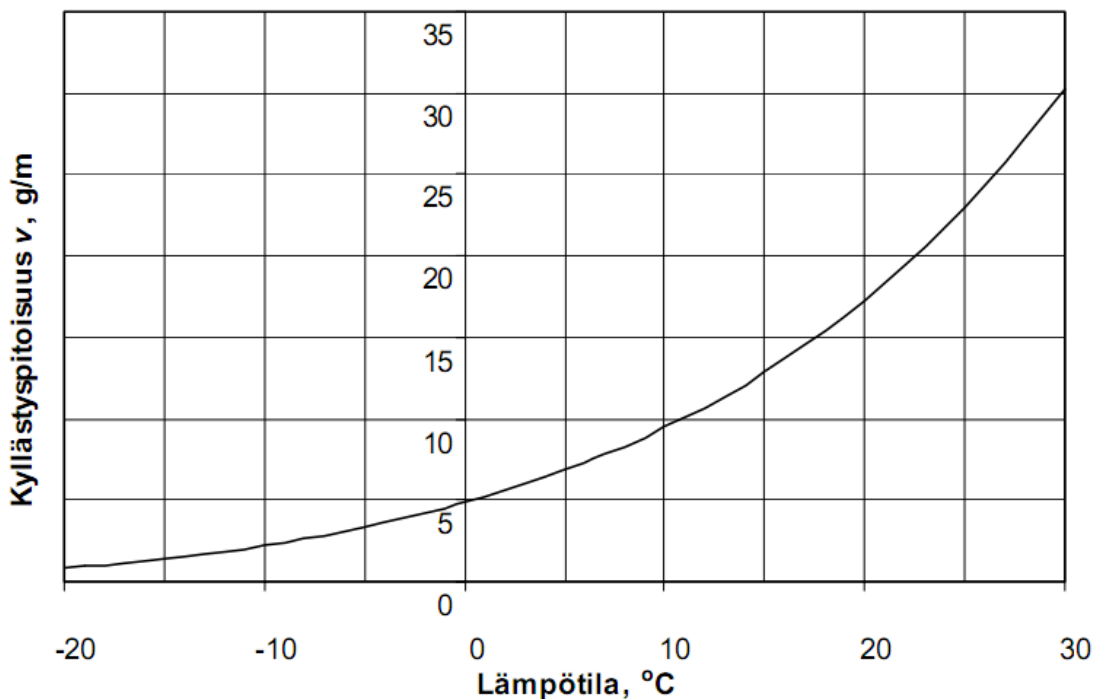
Mikrobiryhmä	Hygroskooppista tasapainokosteutta vastaava ilman suhteellinen kosteus %
Homesientien ja hiivojen kasvu	65...85
Bakteerien, mm. sädesienten kasvu	95
Sinistäjä- ja lahottajasienten kasvu	>95 ¹⁾
sinistäjä- ja lahottajasienirihmaston leviäminen	>85...95 ²⁾

1) vastaa puun kosteutta 20...30 % kuivapainosta

2) vastaa puun kosteutta 18...25 % kuivapainosta

Taulukko 2. Eri mikrobiryhmien kasvun vähimmäiskosteusvaatimukset materiaalissa lämpötila-alueella 10 - 40 °C [Karvonen ja Schroderus, 2002]

Vesihöyryn kyllästyspitoisuus (vesihöyrypitoisuus g/m^3 , joka siihen tiivistymättä mahtuu) on voimakkaasti riippuva lämpötilasta kuvan 14 mukaan.



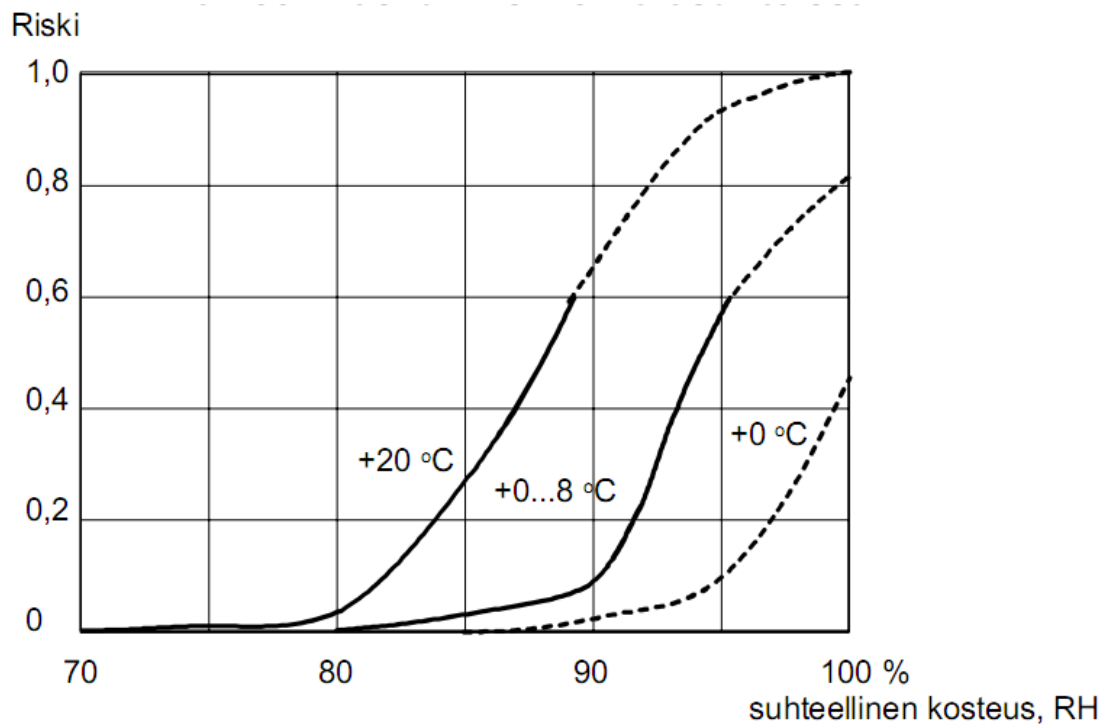
Kuva 14. Vesihöyryn kyllästyspitoisuus [Leivo ja Rantala, 2002]

4.6 Homeen kasvun riski eri olosuhteissa

Rakennusmateriaaleissa homeen kasvun alkamisriski riippuu materiaalin kosteuspitoisuudesta, suhteellisesta kosteudesta RH ja lämpötilasta kuvan 5 mukaisesti. Yleisenä raja-arvona pidetään usein RH 75 %, jota alhaisemmassa kosteudessa ei home kasva. Usein raja-arvona pidetään RH 85 %, jota korkeammassa suhteellisessa kosteudessa useampi homelaji alkaa kasvaa.

Lämpötila-alueella 5...35 °C on vielä sopiva monille homelajeille. Ryömintätilan lämpötila on lähes aina oheisella alueella. Tämän takia kosteus on kriittinen tekijä homeenkasvun kannalta. Mitä matalampi lämpötila on, sitä korkeampi suhteellinen kosteus tarvitaan, että homeen kasvu alkaa. Kun suhteellinen kosteus on alle kriittisen suhteellisen kosteuden, homeenkasvu pienenee dramaattisesti.

Seuraavan sivulla on esitetty homeen kasvun riski eri olosuhteissa.



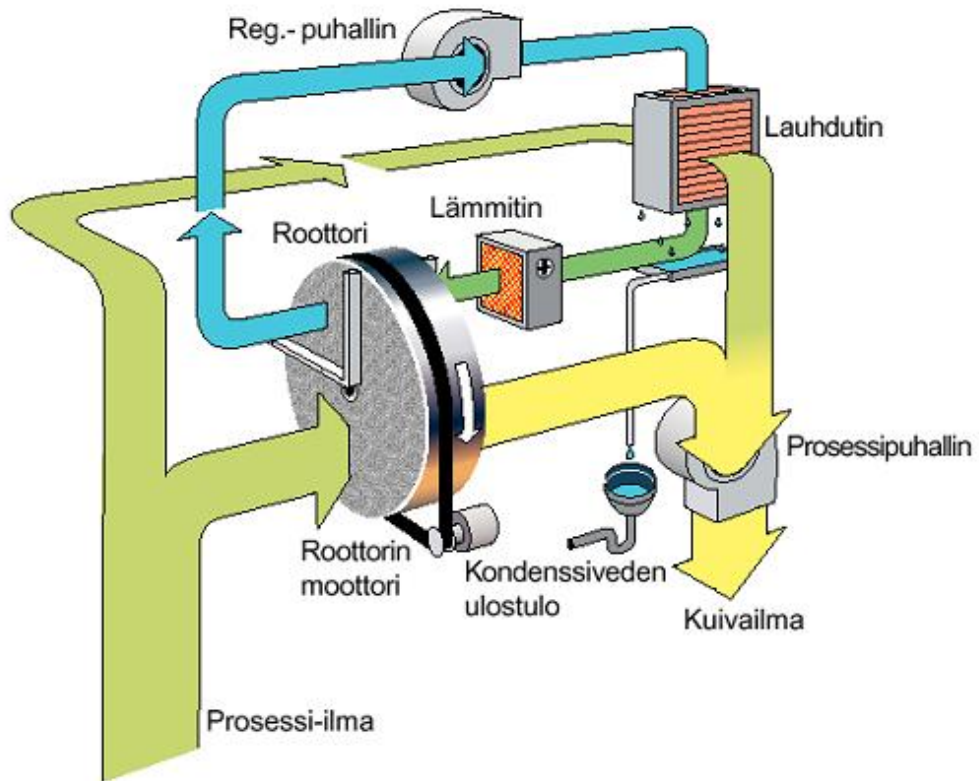
Kuva 15. Homeen kasvun riski eri olosuhteissa [Leivo ja Rantala 2002]

4.7 Ryömintätilan kosteuden poistaminen koneellisesti

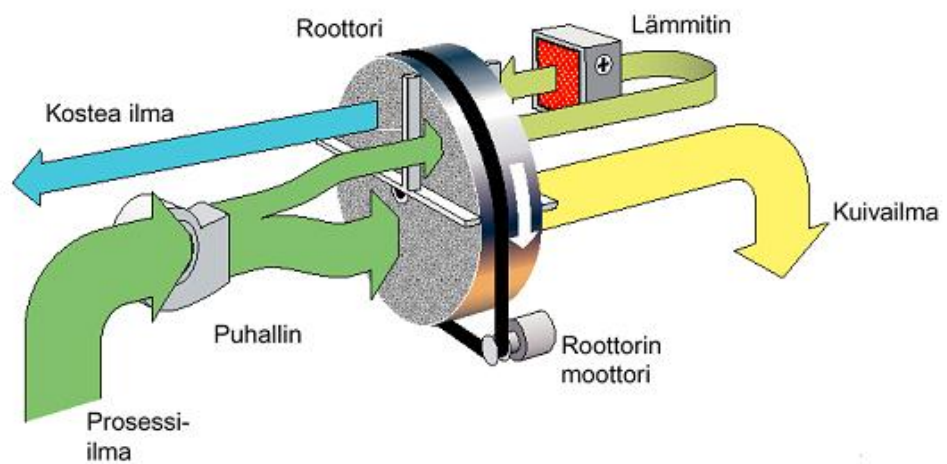
Ryömintätilaisten alapohjien kosteuden poistoon on kokeiltu koneellisia kondenssi- ja absorptio kuivaimia. Laitteilla poistetaan ilman sisältämää ylimääräistä haitallista kosteutta tiivistämällä ilman sisältämä kosteus vedeksi. Ruotsissa menetelmää on käytetty jo useiden vuosien ajan. Suomessa menetelmiä on kokeiltu vaihtelevalla menestyksellä. Menetelmillä saadaan kuivatettua alapohjan ilmaa ja voidaan pienentää kosteuden tiivistymisriskiä.

Menetelmän ongelmana ovat lisääntynyt energiankulutus ja laitteiston toimintavarmuuden puutteet. Kokemusten karttuessa ja menetelmien kehittyessä myös laitteiston toimintavarmuus paranee. Avainasemassa on huolellinen suunnittelu, automaation ulottaminen järjestelmien valvontaan sekä huolellinen laitteiston asentaminen. Järjestelmien ennakoiva huolto ja seuranta parantavat luotettavuutta ja toimintavarmuutta.

Alla koneellisten kosteudenkuivaimien toimintaperiaatteita



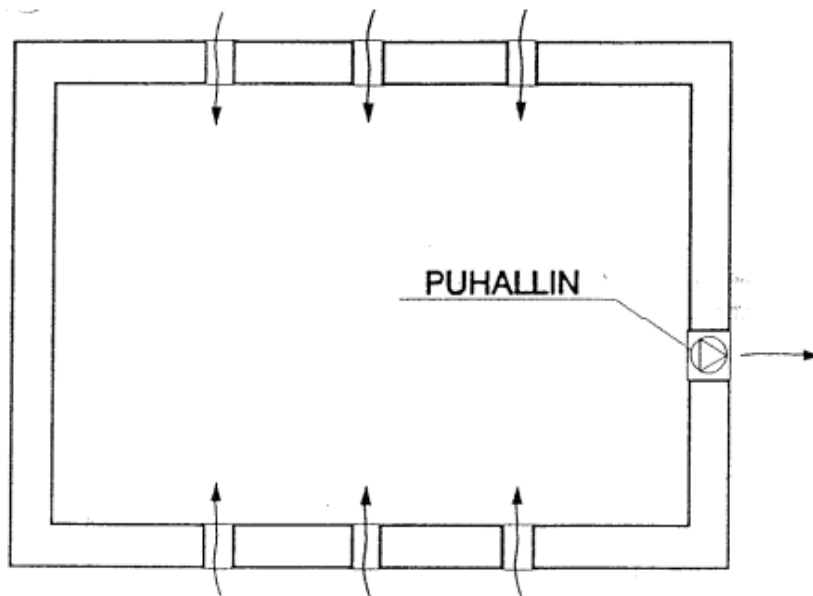
Kuva 16. Erään kondenssikuivaimen toimintaperiaate [www.kryotherm.fi]



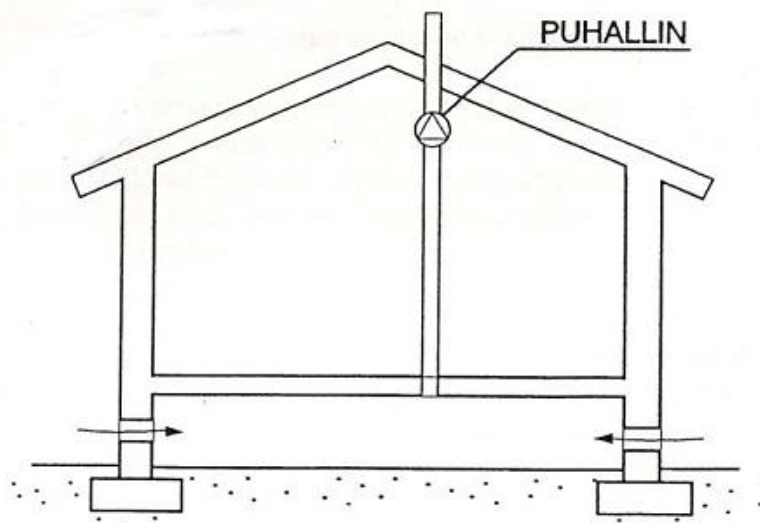
Kuva 17. Erään absorptiokuivaimen toimintaperiaate [www.kryotherm.fi]

4.8 Alapohjan tuulettavuuden tehostamismenetelmiä

Alla on esitetty alapohjien tuulettavuuden erilaisia tehostamismenetelmiä. Tuuletusaukkojen pinta-ala mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman kosteus, määräykset ja ohjeet C2, 3.2. mukaan. Tuulettavuutta voidaan tehostaa silloin, kun alapohjan kosteusolosuhteet sitä edellyttävät.



Kuva 18. Tuulettavuutta tehostettu alapohjan tuuletusaukon puhaltimella [Arvela, 1995]



Kuva 19. Tuulettavuutta tehostettu tuuletusputkeen asennetulla puhaltimella [Arvela, 1995]

5 Yhteenveto

Eräissä uusimmissa tuulettuvien alapohjien ratkaisuisa tuuletus on jätetty järjestämättä ja luotettu koneelliseen kosteudenhallintaan. Kosteudenpoistimet ovat alapohjissa näkymättömissä ja jatkuvan tarkkailun ulkopuolella. Laitteistot toimivat sähköisesti ja ovat esimerkiksi sähkökatkosten sattuessa toimimattomia. Tarkkailu ja huoltotoimet saattavat unohtua. Riittävän automaation puuttuessa rakennuksen alapohjan kosteusolosuhteet saattavat muuttua epäedulliseen suuntaan nopeasti. Otollisten kosteusolosuhteiden, lämpötilan ja riittävän ravinnetason sekä hapen läsnäolo luovat mahdollisuuden melko lyhyessäkin ajassa mikrobikasvuston muodostumiselle.

Tuulettavuuden jättäminen toteuttamatta saattaa aiheuttaa myös radonkaasun pääsemisen asuintiloihin. Tuulettuvan alapohjan tarkoitus on paitsi haitallisen ylimääräisen kosteuden poistaminen alapohjasta, myös tuulettaa maaperän haitallinen radonkaasu pois alapohjatilasta. Radonkaasun läsnäoloa on mahdoton todeta aistinvaraisesti sen väritymyyden ja hajuttomuuden vuoksi. Ainoa tapa todeta radonkaasupitoisuus on selvittää se mittaamalla. Rasiomittauksen hitaus ja luotettavien nopeiden mittaustaitteiden kalleus saattaa altistaa asukkaat tietämättään raadonkaasun vaikutuksille.

Uusimpina tuulettuvien alapohjien ratkaisuiina ovat tulleet markkinoille teräspaaluratkaisut. Pohjamaahan juntatut tai kierretyt teräspaalut muodostavat muita rakenteita kantavat pilarit. Teräspaalut katkaistaan suunnitellusta korkeudesta ja päälle asetetaan kantava teräspalkisto. Pilarit kiinnitetään palkistoon hitsaamalla. Palkit kiinnitetään toisiinsa yleensä pulttiliitoksilla. Alapohjan puurakenteet kiinnitetään palkistoon yleensä pultein tai ruuvein.

Ratkaisu soveltuu kohteisiin, joissa perusmaan kantavuus on heikko tai kalliita massanvaihtoja vaativa. Myös menetelmän nopeus, edullisuus ja talvirakentamiseen soveltuvuus ovat perustamistavan etuja. Alapohjan tuulettavuus on ratkaisussa varma. Lisääntyvinä vaatimuksina on huomioitava lisääntyvä alapohjan tiiveyden- ja lämmöneristävyyden tarve.

Rakentamisen laatu, eettiset arvot ja moraalit

Rakentamisen laatu, ammattikunnan eettiset arvot ja moraalit on viime aikoina asetettu oikeutetusti kriittisen arvostelun kohteeksi. Virheitä on kiistattomasti tapahtunut. Saman kriittisen arvostelun kohteeksi ovat syytä ottaa myös rakentamisesta vastaavat lainlaatijat ja päättäjät. Suljemme silmämme tosiasioilta ja luotamme liikaa monimutkaisiin teknillisiin toteutuksiin. Euroopan unionilta tulevat direktiivit ja lämmöneristysarvojen yhä nopeutuvassa aikataulussa toteutuva jatkuva liian nopea vaatimustason nostaminen on sumentamassa päättäjien harkintakyvyn. ”Vartalo kärsii jo tyhmän pään päätöksistä”. Kentällä on tuskin opittu uudet määräykset, kun jo seuraavat tulevat voimaan.

Eristekerrosten vahventamisen vaikutusta rakenteiden toimivuuteen ei ole riittävästi ehditty tutkia. Mahdollisten rakenteiden virheet ja epätiiveys voi aiheuttaa uusia kosteusongelmia. Saatamme uhrata asunnon käyttäjien terveyden vauhtisokeudessamme ja ”Euroopan mallioppilaan” statuksen säilyttämisen vuoksi. Terveen järjen käyttö rakentamisessa ja rakentamismääräyksiensä säätämässä on unohtumassa. On oikeutettua todeta, ettei tapahtuva kehitys ole niin sanottua kestävästä kehitystä, vaan mahdollisesti aivan jotain muuta.

Rakentamisessa ja oikeusasteissa on painotettu jo vuosia ”hyvän rakentamistavan” määritelmää. Oikeusasteissa on määritelty, tai pyritty määrittelemään tuo käsite yleistettävään muotoon. Käsite on ainakin ammattirakentajien piirissä melko selkeä.

Rakennusten kosteusvaurioiden ja asumisterveyden ongelmien lisääntyessä voimakkaasti olisi ehkä viisasta selvittää myös ”hyvän asumistavan” määritelmää. Olisi luotava selkeät säännöt hyvälle asumistavalle. Selkeiden pelinsääntöjen käytön yleistyessä myös käyttäjä tulisi velvoittaa edesauttamaan rakennusten- ja asumiseen käytettävien tilojen oikeaan käyttöön ja toimintaan vaikuttavien seikkojen ennakointiin, ennakoivaan huoltoon sekä tilojen tarkoituksenmukaiseen käyttöön.

Ehkä rakennusten- ja asuntojen käyttäjien toiveiden herkempi kuuleminen ja loppukäyttäjien tarpeiden selkeämpi huomioon ottaminen lieventäisi myös vastakkainasettelua ja vähentäisi oikeusasteissa asioiden ja ongelmien käsittelyä. Samalla riitoihin käytetty energia voitaisiin suunnata järkevään järjestelmien kehittämisen suuntaan.

Lähteet

Asumisterveysopas, 3. korjattu painos, Ympäristö ja terveys- lehti, 2009

A1, Suomen rakentamismääräyskokoelma, ympäristöministeriö, Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, määräykset ja ohjeet 2006

A2, Suomen rakentamismääräyskokoelma, ympäristöministeriö, Rakennusten suunnittelijat ja suunnitelmat A2, määräykset ja ohjeet 2002

Arvela, H. Asuntojen radonkorjausmenetelmät. STUK-A 127. Painatuskeskus Oy Helsinki 1995

B3, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet 2004

C2, Suomen rakentamismääräyskokoelma, ympäristöministeriö, Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998, RakMK C2 opas

Juha Pitkänen, Tampereen tekninen yliopisto, Julkaisu 59, Talojen tuulettuva teräspäristysjärjestelmä, 2004

Virpi Leivo – Jukka Rantala, Tampereen teknillinen korkeakoulu, julkaisu 120, Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteustekninen toimivuus, 2002

Rakennustietosäätiö RTS. RT 81–10590 Routasuojusrakenteet, joulukuu 1995

Rakennustietosäätiö RTS. RT 83–10855, Alapohjarakenteet, 2007

Suomen rakennusinsinööriliitto, RIL-107–2000

STEFIN- tutkimus. Teräksen käytön edistäminen perustamisessa: Tutkija Juha Pitkänen, Tampereen tekninen yliopisto, TTY, Pohja- ja maanrakenteiden laboratorio, Tekn. lis. Hannu Jokiniemi ja Tekn. lis. Pasi Korkeakoski Rautaruukki Oyj, 2003

Jari Virta, Työsuojelurahasto, Terveellinen sisäilmasto, 2003

Virpi Leivo – Jukka Rantala, TTY, Julkaisu 120, Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteustekninen toimivuus, 2002

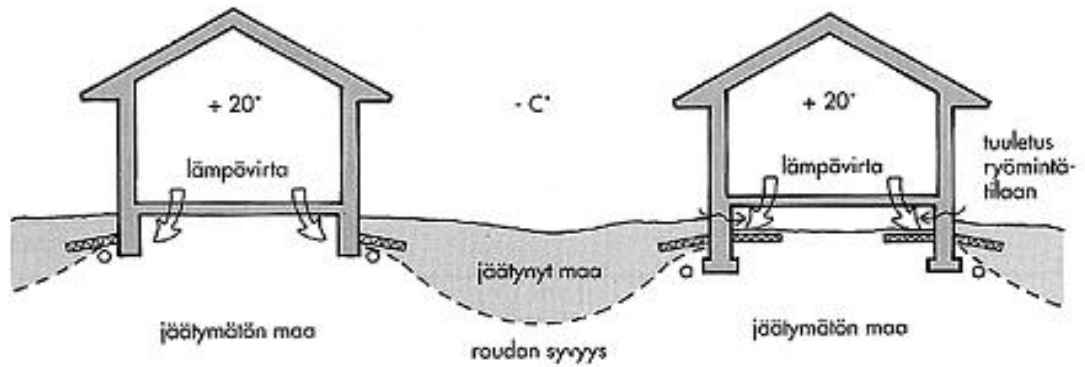
Sisäilmayhdistys, www.sisailmayhdistys.fi, [Viitattu 2.1.2011]

Pohjakartta Säteilyturvakeskus 20.8.2010.

Rautaruukki Oyj, www.rautaruukki.fi, [Viitattu 2.1.2011]

Finnfoam Oy, www.finnfoam.fi, [Viitattu 2.1.2011]

Liite 1: Muita tuulettuvia alapohjaratkaisuja (7-15)



Kuva 3.
Roudan syvyys rakennusten vierustalla.

7

Harkkoperusmuuri, lämmin rakennus
Routasuojaus, pienet tuuletusaukot
Ryömintätilainen alapohja

RT P/RS 207

Rakenne

1. Tasattu kaivupohja tai alussorastus 200 mm
2. Teräsbetoniantura 600 mm ja kevytsoraharkkoperusmuuri 300 mm, kantava ryömintätilainen alapohja, perustamissyvyys 0,6...1,0 m
3. Routaeristys polystyreenilevyt 75...220 mm (tiheys vähintään 20 kg/m³), 1,0 m ilmastovyöhykkeen mukaisesti
4. Salaojitussora ja salaaja 100 mm
5. Kasvukerros tai kulkuteiden rakennekerrokset 400 mm

Ohjeet

- routaeristelevyt asennetaan tasatun ja tiivistetyn sora-/mursketätyn päälle perustuksista ulospäin kaltevuuteen 1:10
- kulkuteiden kohdalla tehdään routasuojaus 2,0...3,0 m leveänä ja kiilamaisesti ohenevana

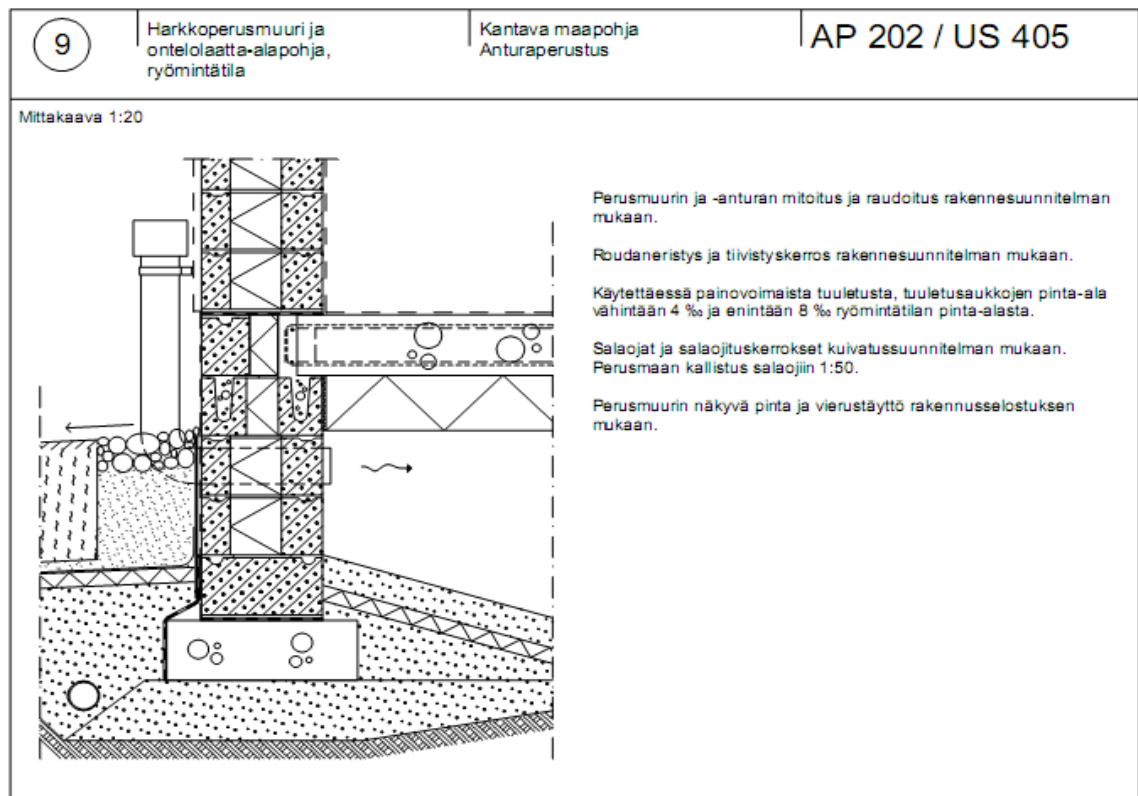
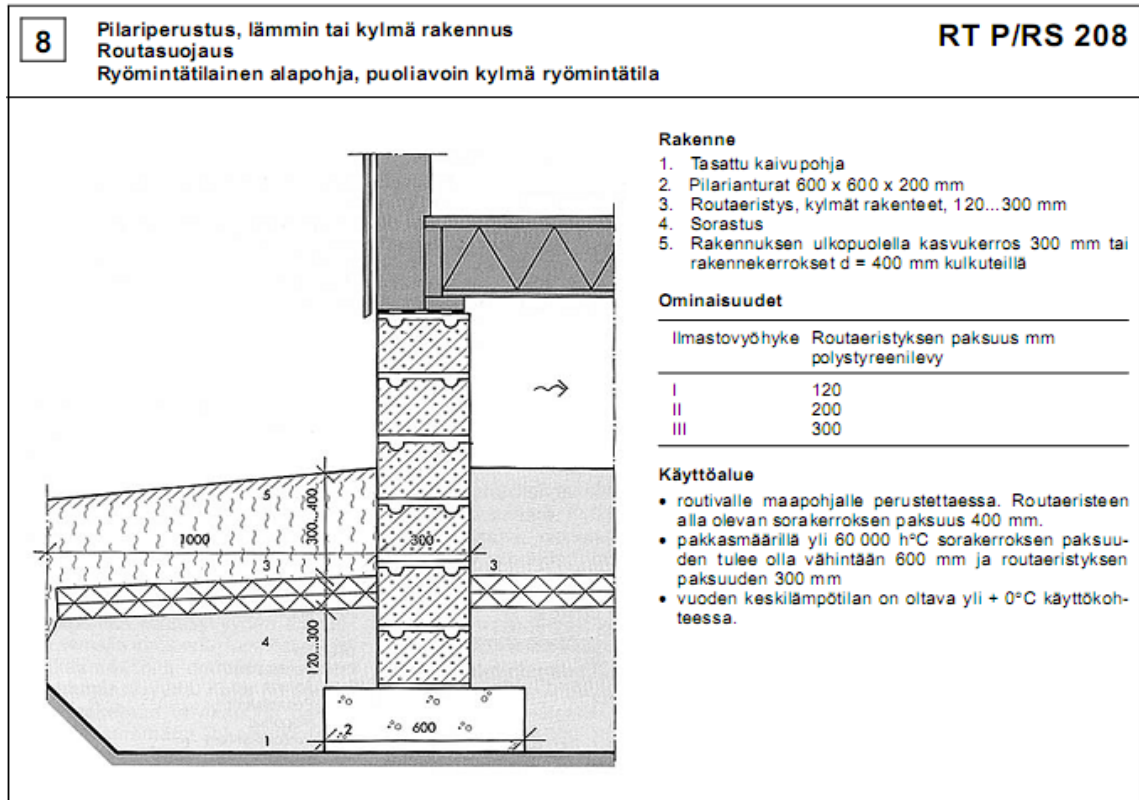
Ominaisuudet

	Ilmastovyöhyke	
	Routaeristuksen paksuudet mm	polystyreenilevy rakennuksen ulkopuoli sisäpuoli
I	75	50
II	115	60
III	150	75
IV	185	90
V	220	110

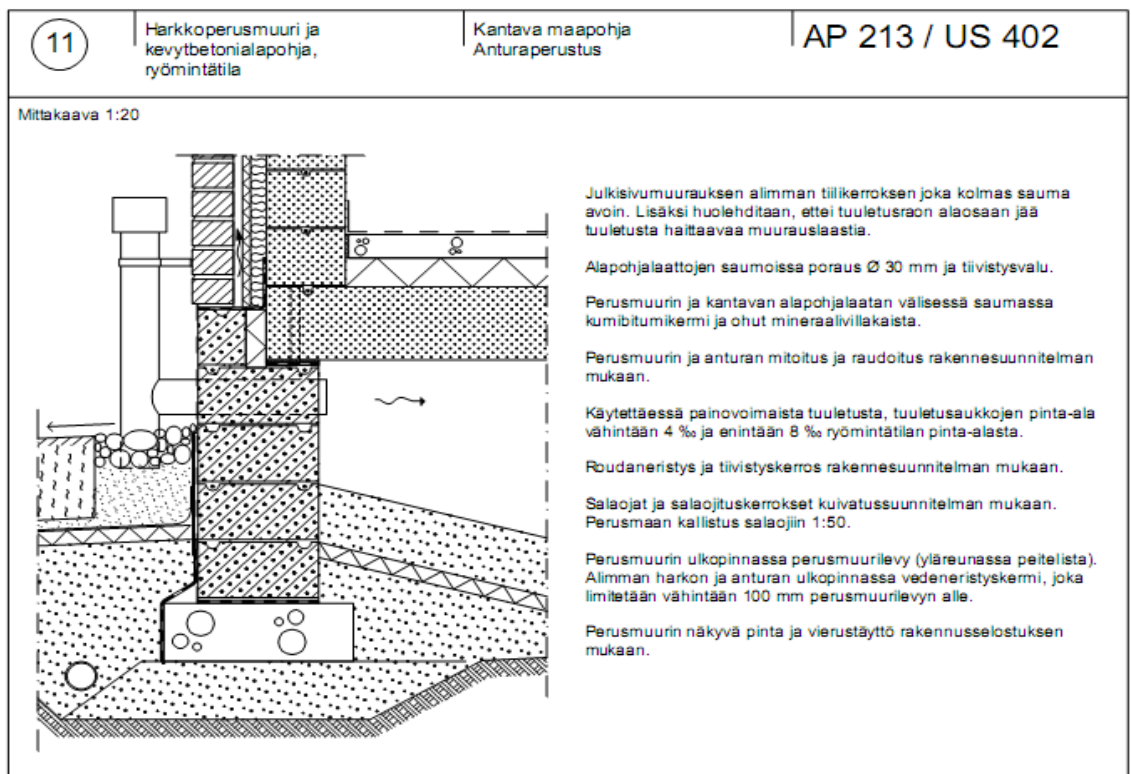
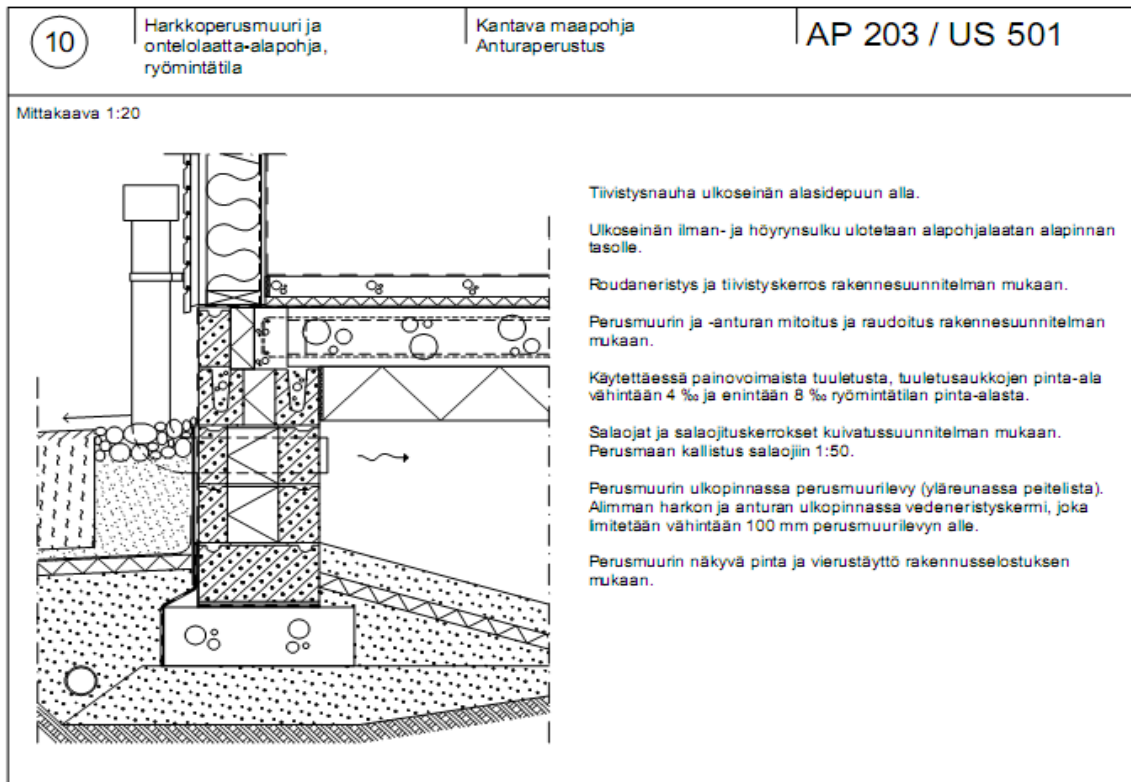
Käyttöalue

- routivalle maapohjalle perustettaessa 0,6...1,0 m syvyyteen kevytsoraharkkoilla ja perusmuurianturalla
- alapohja ryömintätilainen ja tuuletettu

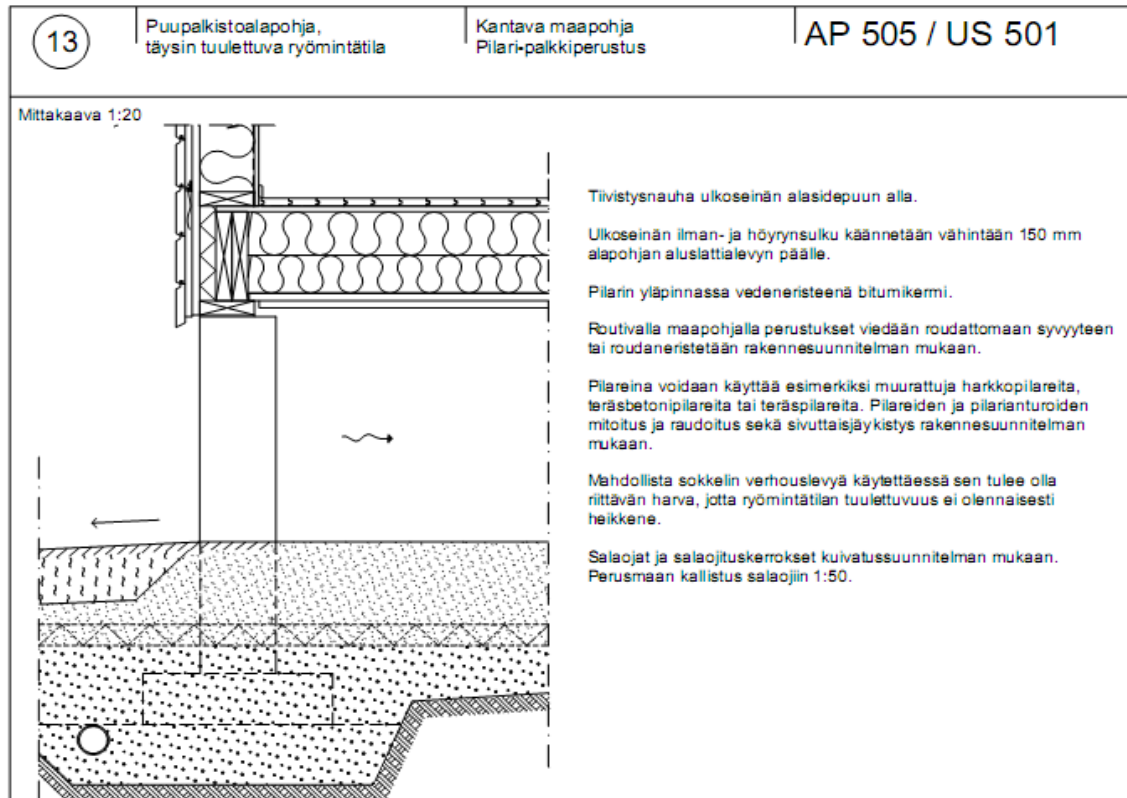
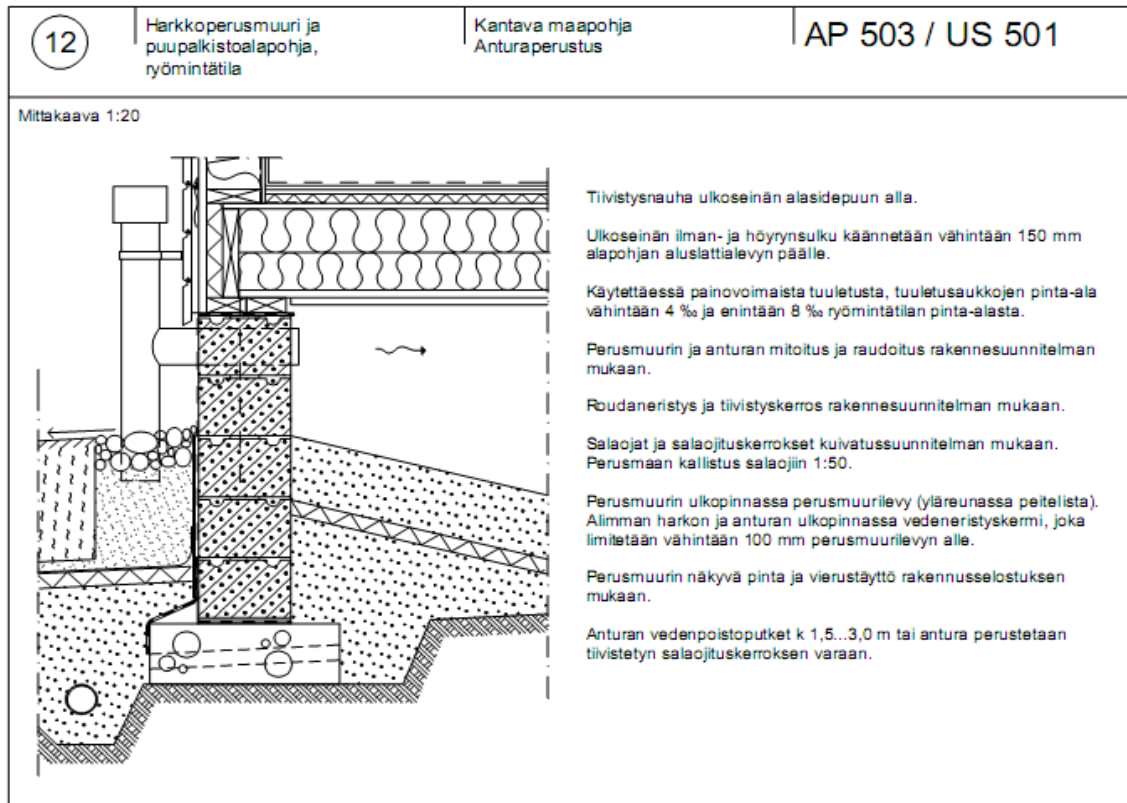
Jatkuu



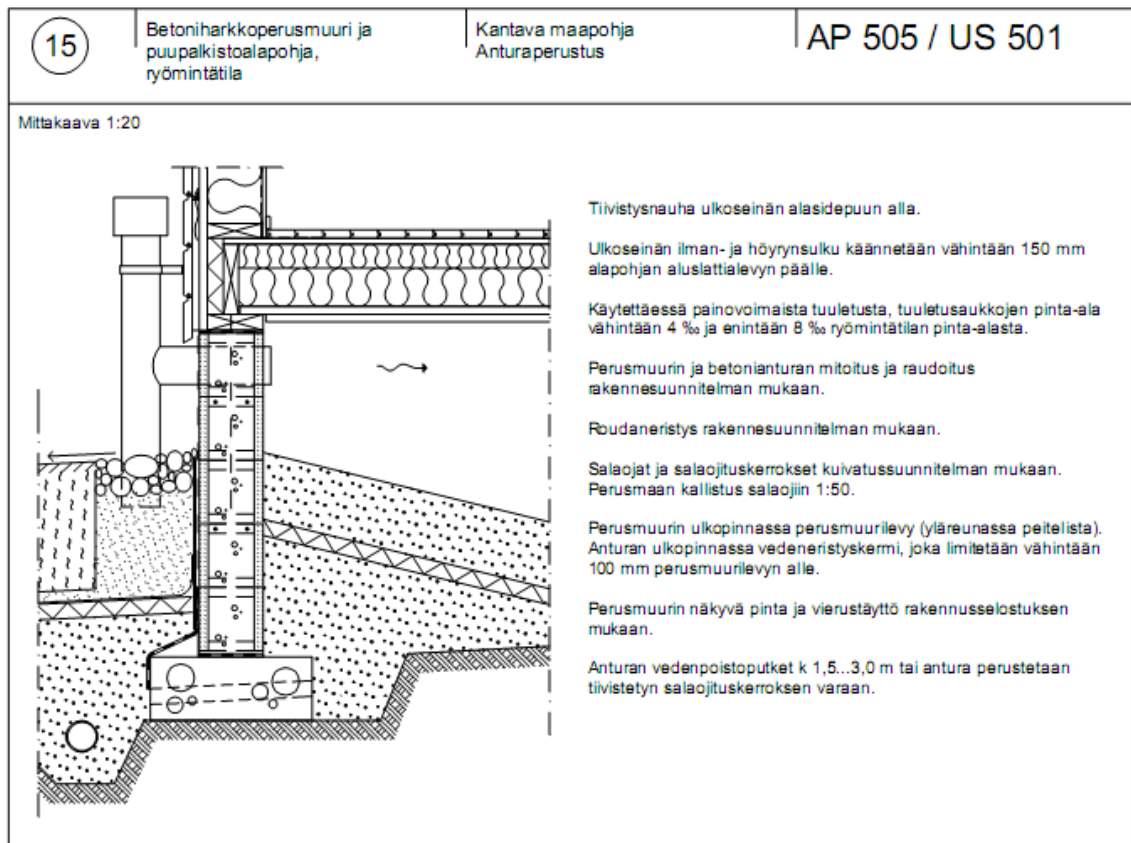
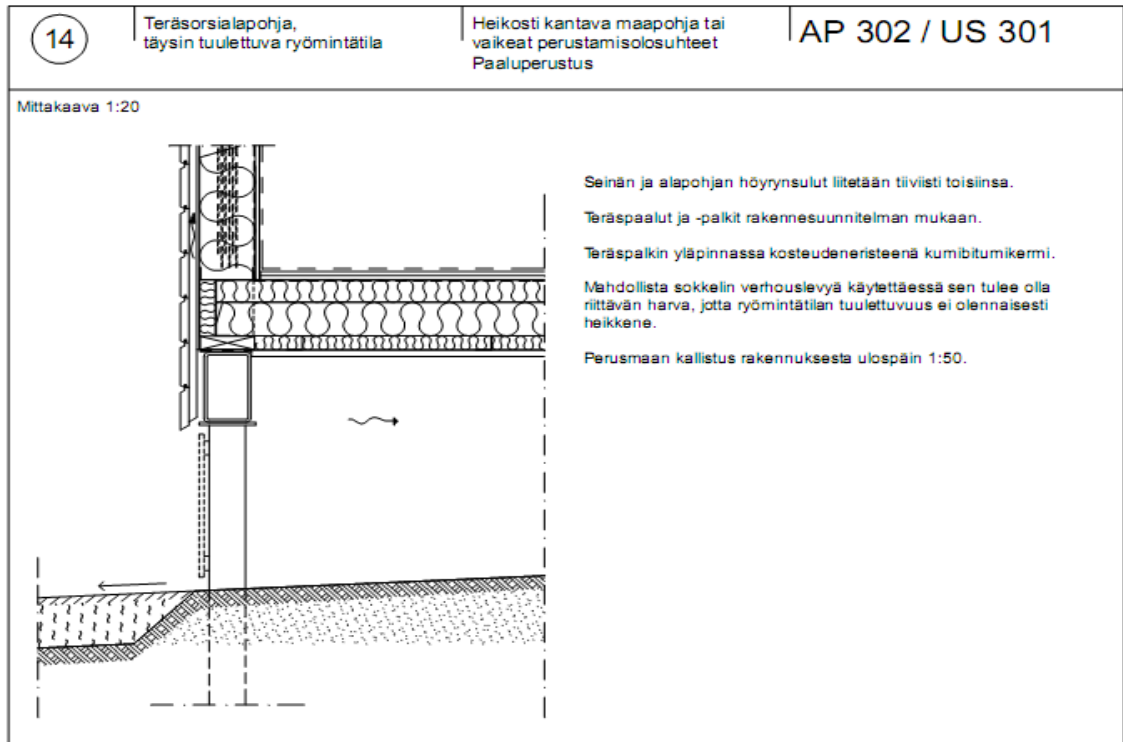
Jatkuu



Jatkuu



Jatkuu

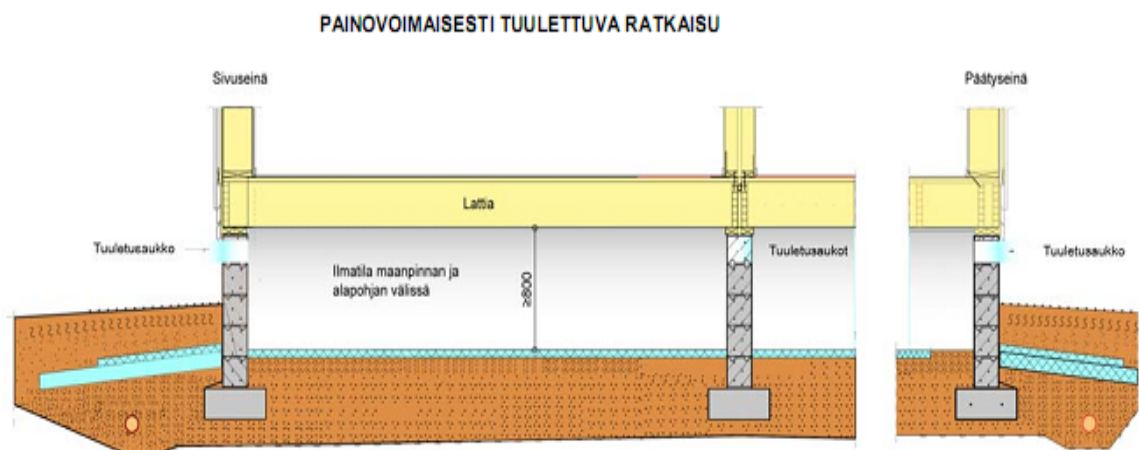


Jatkuu

FINNDOMO

Vaihtoehtoisia alapohjarakenteiden ratkaisuja

Perinteinen rossipohja



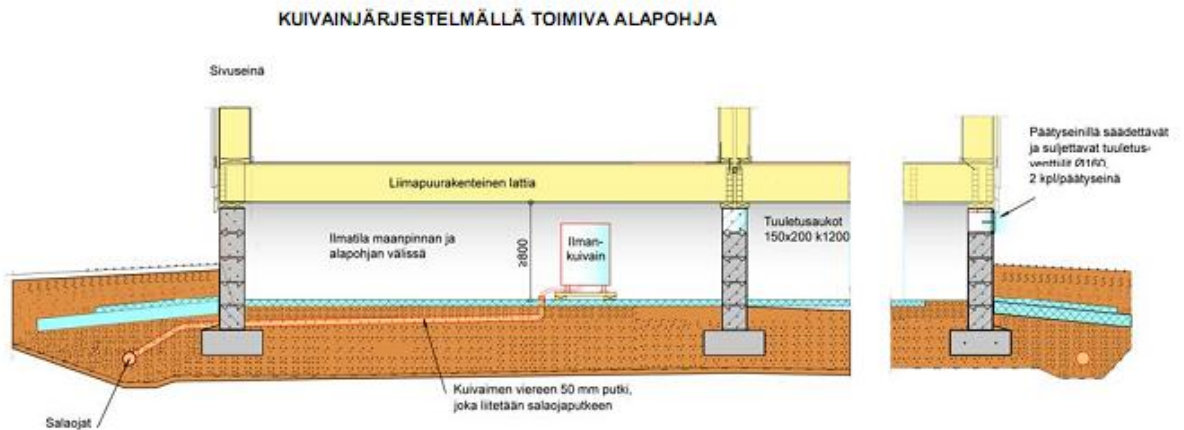
- Ns. vapaasti tuulettuva pohja
- Edullinen rakentaa
- Ulkoilman kosteus siirtyy esteettömästi alapohjaan ja tiivistyy viileämpiin pintarakenteisiin
- Alapohjan olosuhteet eivät ole hallittavissa

- Ei ole energiataloudellinen
- Ei toimi ääriolosuhteissa
 - Alava tai kostea rakennuspaikka
 - Kun ulkoilman sisältämä kosteus on suuri esim. kesäaika

Jatkuu

FINNDOMO

Finndomon valmistaloissa käyttämä rakenne



- Rakennusaikainen kosteus poistetaan alapohjasta lämpöpuhaltimella tuuletusaukkojen kautta asennuksen jälkeen
- Alapohjassa käytetään mikrobeja paremmin kestäviä materiaaleja kuten kyllästettyä puuta
- Asumisaikana ilma kuivatetaan kuivaimella ja kostean ilman pääsy rakenteisiin estetään sulkemalla tuuletusaukot
 - Käytössä olevan kuivaimen teho riittävä, kun rakennusaikainen kosteus poistetaan
- Mittausanturit seuraavat alapohjan kosteustilannetta ja hälyttävät mikäli kosteus nousee yli säädetyn rajan
- Talon luovutushetkellä
 - Alapohjan kosteuspitoisuus mitataan
 - Asiakas ohjeistetaan ja koulutetaan toimimaan oikein
- Kosteuspitoisuus tarkastetaan vuositarkastuksen yhteydessä

Hyödyt ja haitat

- Olosuhteiden hallittavuus
 - Ryömintätilan olosuhteet vakiot säästä, vuodenaikasta ja rakennuspaikasta riippumatta
 - Jatkuva seuranta kosteustilanteesta
 - Rakennuksen alapohjaan ei kerääny vettä, kun salaojitus ja kapillaarikatko on tehty ohjeiden mukaan
- Ulkoilman kosteus ei pääse vaikuttamaan rakenteiden toimintaan ja kestävyyteen
- Energiatehokas
- Kalliimpi toteuttaa kuin vapaasti tuulettuva alapohjaratkaisu

Liite 2 Pientalojen tuulettuva teräspäristus



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Pohja- ja maarakenteiden laboratorio

13

2. Teräspäristusjärjestelmä

Teräspäristus on yksinkertainen ja nopea tapa perustaa pientalo. Teräspäristuksen olennainen osa on hyvin tuulettuva ryömintätila, joka minimoi alapohjan kosteus- ja homeongelmat. Hyvin tuulettuva ryömintätila ehkäisee myös radon –kaasun pääsyn rakennukseen alueilla, joissa suuri radonpitoisuus on ongelma.

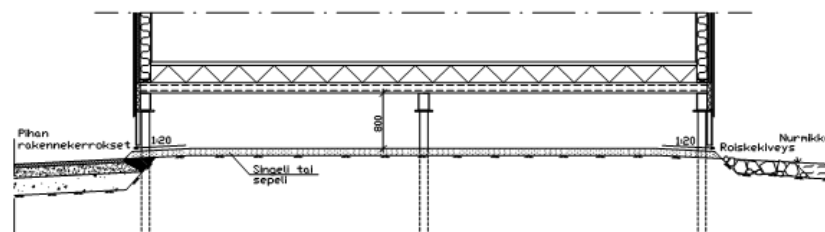
Teräspäristus tehdään suoraan maanpinnan yläpuolelta katkaistujen teräspaaluun varaan. Teräspaaluun kiinnitetään sinkitty tai pohjamaalattu teräspalkisto, jonka päälle rakennuksen alapohja sekä ylärakenteet asennetaan (kuva 2.1). Teräspäristusjärjestelmä sijoittuu käyttöäsuunnittelun ja elinkaaritarkastelun osalta luokkaan 3, jonka suunniteltu käyttöikä perustusten ja kantavien rakenteiden osalta on vähintään 100 vuotta.

Teräspäristus soveltuu kaikille yleisimmille alapohja- ja seinärakennetyypeille sekä materiaaleille. Mittatarkkuutensa ja nopeutensa ansiosta teräspäristus on erinomainen vaihtoehto elementti- ja tilaelementtirakentamisessa (kuva 2.2).

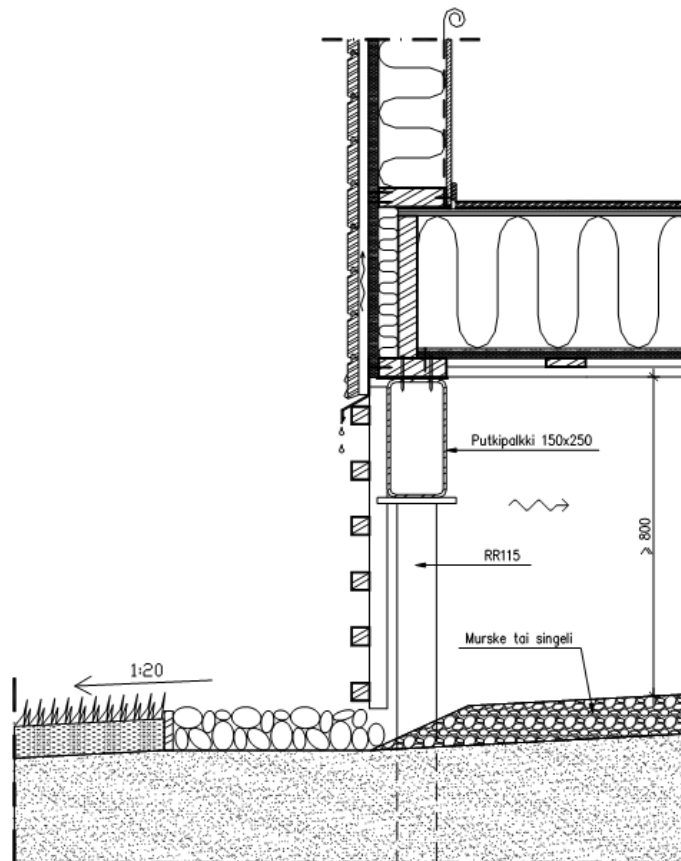
Tarve maanrakennustöille tontilla on minimaalinen, sillä helpoimmillaan rakennuspaikalta tarvitsee poistaa vain multakerros ja levittää sen tilalle maakosteuden haihtumista hidastava kerros sepeliä. Perustuksen paalutustyö suoritetaan sitten sepelikerroksen päältä.

Routasuojasta ei tarvita, mikäli paalut ovat ankkuroituneet tai ankkuroitu riittävästi roudan nostavaa voimaa vastaan. Myöskään salaojia ei tarvita perustuksen ympärille, koska teräspäristuksessa ei ole kuivana pidettäviä sokkelirakenteita.

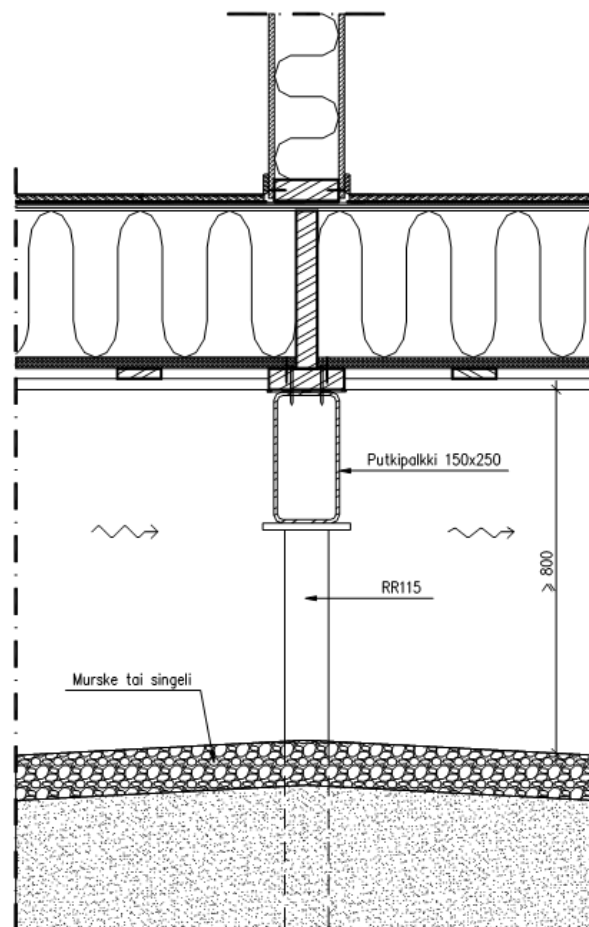
Parhaimmillaan teräspäristus on valmis jatkorakentamista varten noin kahdessa päivässä, joten perustuksen tekemiseen kuluva aika on vain murto-osa perinteisiin perustusmenetelmiin verrattuna.



Kuva 2.1. Periaateleikkauspiirustus teräspäristuksesta.



Kuva 2.10. Teräspöruksen liittäminen platform –alopohjaan (Wood Focus Oy).



Kuva 2.11. Puurakenteisen alapohja keskipalkin kohdalla (Wood Focus Oy).

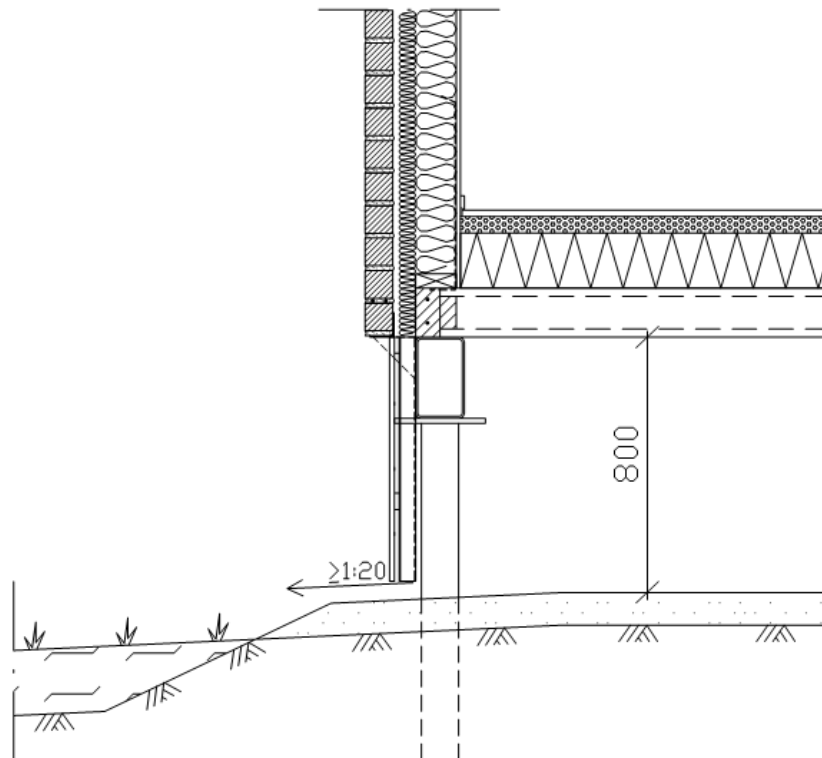


2.3.2 Elementtirakenteinen alapohja

Elementtirakenteinen alapohja voidaan tehdä puusta, betonista tai liittorakenteisena. Yleisimmät elementtialapohjat ovat ontelolaatta-alapohja ja liittolevyalapohja.

2.3.2.1 Ontelolaatta-alapohja

Ontelolaatta-alapohja voidaan asentaa suoraan teräsperustuksen varaan (kuva 2.12). Laatat nostetaan paikoilleen esimerkiksi autonosturilla. Laattaan asennetaan normaalit rengas- ja saumateräkset. Laatan reunavalua varten joudutaan laatan reuna-alueille rakentamaan kevyt muotitus. Laataston kiinnittämiseen teräspalkkeihin suositellaan käytettäväksi vaamatappeja. Kylmäsillan muodostumisen välttämiseksi alapohjan lämmöneristys asennetaan ontelolaatan päälle.



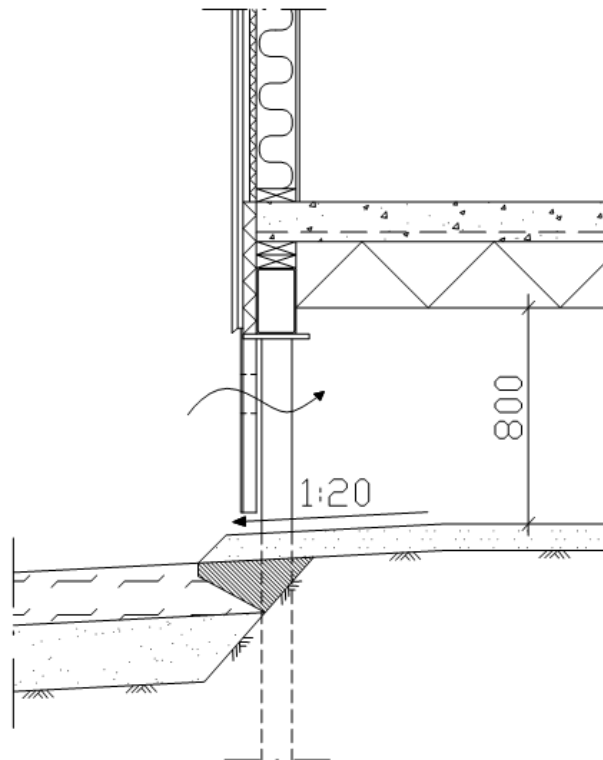
Kuva 2.12. Leikkauspiirustus teräsperustuksesta ontelolaatta-alapohjalla.



2.3.2.2 Liittolevyalopohja

Alapohja voidaan tehdä myös liittolevyistä, jolloin liittolevyn profiilipellin päälle tehdään betonivalu. Liittolevyt nostetaan teräspalkiston varaan rakennesuunnitelman mukaisesti ja kiinnitetään palkistoon poraruuvein. Liittolevyt tuetaan ohjeiden mukaan ennen betonivalun suorittamista. Ennen valua laattaan asennetaan rakennesuunnitelman mukainen rauditus sekä mahdolliset lattialämmityskaapelit.

Lämmöneristys voidaan tehdä kuten ontelolaatan tapauksessa laatan yläpuolelle tai eriste voi sijaita liittolaatan alapinnassa. Esimerkiksi Rannila Rossi – alapohjaelementissä liittolevyn alapintaan on valmiiksi liimattu 250 mm EPS-lämmöneriste, joka toimii betonivalun aikana kantavana rakenneosana (kuvat 2.13 ja 2.18). Lämmöneristeen alla on lisäksi suojana polyesteripinnoitettu sileä ohutlevy.



Kuva 2.13. Teräspöerustus ja Rannila Rossi –alapohja.



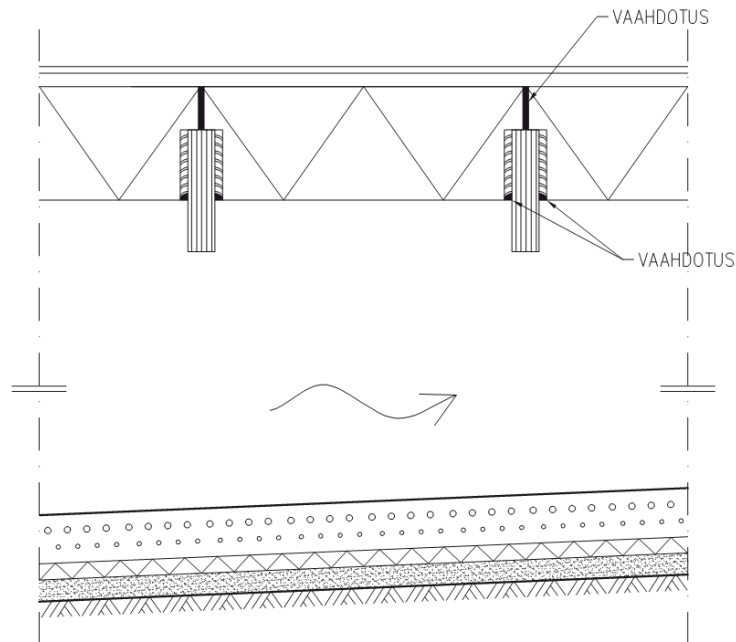
TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TALONRAKENNUSTEKNIikka

Käyttökohde
PUURAKENTEINEN
TUULETTUVA ALAPOHJA *

FINNFOAM RAKENNEKORTTI

AP05

1/2



22 mm	PARKETTI
210 mm	YMPÄRIPONTATTU VANERI TAI LASTULEVY LÄMMÖNERISTE, MUOTOILTU FINNFOAM 300, SAUMAT JA LÄVISTYKSET TIIVISTETÄÄN POLYURETAANI VAAHDOLLA
≥ 800 mm	KANTAVAT ALAPOHJAPALKIT, RAKENNESUUNNITELMAN MUKAAN
50–100 mm	RYÖMINTÄTILA, TUULETUSAUKKOJEN MÄÄRÄ 0,4...0,8% R-TILAN PINTA-ALASTA
30 mm	SORA TAI HIEKKA FINNFOAM F-300 LÄMMÖNERISTE TASAUSHIEKKA, TARVITTAESSA PERUSMAA, KALLISTUS SALAOJIIIN 1:50
	LÄMMÖNLÄPÄISYKEROIN (W/m ² K):
	F-300 U=0,17 W/m ² K



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TALONRAKENNUSTEKNIikka

Käyttökohde
PUURAKENTEINEN
TUULETTUVA ALAPOHJA

*

FINNFOAM RAKENNEKORTTI

AP05

2/2

SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSOHJEET

- Humusmaa ja muu orgaaninen aines on poistettava ryömintätilasta
- Alapohjan jäykistys rakennesuunnitelman mukaan
- Reunimmaisat kannattajat sidotaan pystyrakenteeseen taipuman aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi rakennesuunnitelman mukaan
- Eristämistyön helpottamiseksi palkkeihin tehdään väliuilla päittäis- jatkokset. Palkkien ja jatkosten mitoitus tapauskohtaisesti.
- Eristelevyjen asennus Finnfoam Oy:n asennusohjeen mukaan

FINNFOAM LÄMMÖNERISTEIDEN ERITYISOMINAISUUDET

- Finnfoam eristelevyt toimivat rakenteessa lämmöneristeenä eikä rakenteessa tarvita erillistä ilman- tai höyrnsulkua eikä tuulensuojalevyä.
- Rakenteella on mahdollista saavuttaa erinomainen ilmanpitävyys, jonka ansiosta ryömintätilan ilmaa ei pääse helposti kulkeutumaan asuintiloihin
- Eristelevyjen saumat vaahdotetaan sekä ylä- että alapuolelta PU-vaahdolla
- Eristelevyjen läpivientien ja liittymien tiivistys polyuretaanilla. Ilmavirtausten syntyminen eristeen saumoissa on estettävä.
- Mikäli eristelevyn huullos ulottuu alle 15mm palkin päälle, levyn alle palkin kylkeen kiinnitetään 50x50 rima esim. ruuvaamalla rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
- Muotoiltujen eristelevyjen käyttö vaatii tarkkuutta kantavan rungon mitoituksen suunnittelussa ja asennuksessa
- Maahan asennettavan eristeen alhaisesta vesihöyrynläpäisevyydestä johtuen kosteuden haihtuminen maasta tuuletustilaan on vähäistä

* = Rakennetyyppi vielä joiltain osin kehitysvaiheessa