Juha Rajahalme

Pientalojen perustusten ja tuulettuvan alapohjan korjaus

Kosteustekninen toiminta

Opinnäytetyöt, rakennusterveys 2012

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO
Koulutus- ja kehittämispalvelu
Aducate

JUHA RAJAHALME

Pientalojen perustusten ja tuulettuvan alapohjan korjaus

Kosteustekninen toiminta

Muut Julkaisut -sarja
opinnäytetyöt

Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate
Itä-Suomen yliopisto
Kuopio
2012

Aihealue:
Rakennusten terveellisyys

Kopijyvä Oy
Kuopio, 2012

Myynnin yhteystiedot:
Itä-Suomen yliopisto, Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate
aducate-julkaisut@uef.fi
http://www.aducate.fi

ISBN 978-952-61-0733-2 (painettu)
ISBN 978-952-61-0734-9 (pdf)

TIIVISTELMÄ:

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu pientalojen alapohjia vuosikymmenten varrelta, erityisesti tuulettuvaa alapohjarakennetta. Rakenteiden ongelmille on etsitty syitä. Nykyinen suuntaus on kuivattaa alapohjaa koneellisesti, tekniikka on riskialtis. Voiko ilman koneita toimivia alapohjarakenteita turvallisesti edelleen tehdä? Näitä vaihtoehtoja pyritään tuomaan suunnittelijoiden tietoisuuteen, kuten reilusti tuuletettavaa, oikeaoppisesti rakennettua ryömintätilaista alapohjaa ja pilariperustusta.

AVAINSANAT:

Alapohjat, multapenkkiperustus, maanvarainen alapohja, tuulettuva alapohja, pilariperustus

ABSTRACT:

This thesis explores foundation structures of single family houses built in the last couple of decades, concentrating on ventilated crawl space designs. Problems with the designs are identified, and root causes are analyzed. Increasing use of mechanical ventilation is found problematic and risk prone. Is it still possible to build crawl space foundations relying solely on natural moisture transfer, based only on the physical properties of the chosen materials and structures? This work intends to reintroduce these kind of safe structures to the attention of the building designers today, including amply ventilated crawl spaces and pile foundation structures.

KEYWORDS:

Building foundations, soil bed foundation, slab on grade foundation, ventilated crawl space foundation, pile foundation

Esipuhe

Yleisesti on tiedossa, että alapohjarakenteet ovat suurin sisäilmaan vaikuttava tekijä. Ovatko alapohjaongelmat lisääntyneet viimeisten vuosikymmenten aikana, vai onko niitä aina ollut? Onko matalan (ja ”katalan”) rakentamisen ihanteet aiheuttaneet suunnittelulle ylivoimaisia haasteita kosteudenhallinnan suhteen? Tältä vaikuttaa. Matalan rakentamisen ihannointi alkoi noin 50 vuotta sitten, vielä edelleen rakennuksia ja kokonaisa asuinalueita rakennetaan liian matalaan. Jotta jatkossa opittaisiin rakentamaan riittävän ”korkeatasoisesti”, on syytä ottaa hieman perspektiiviä ja katsoa kuinka tähän on tultu.

Alapohjien kosteusongelmaa ei mielestäni ole tutkittu arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta. Jos suunnittelijat ovat syyllistyneet liian matalaan ja maanläheiseen suunnitteluun viimeisten vuosikymmenten aikana, voivat suunnittelijat ottaa nyt vastuuta riittävän korkeasta perustamistasosta. Tällaisen suunnittelun tueksi olen tutkinut alapohjien kosteusteknistä toimivuutta, ja yrittänyt löytää oikeantyyppisiä ratkaisuja jotka kestäisivät aikaa sekä ajoittaisia ongelmatilanteita.

Kiitän koulutuksen järjestäjää, Itä-Suomen yliopistoa, Helmi Kokottia ja lukuisia alansa huippuluennoitsijoita mahdollisuudesta olla mukana korkeatasoisessa koulutuksessa, koulutusjakso on ollut antoisa. Kiitän myös Pohjois-Savon Ely-keskusta tuesta koulutuksen aikana ja tämän opinnäytetyön ohjaajaksi suostunutta Hannu Kääriäistä sekä kotiväkeäni pitkästä pinnasta, tämä työ ei syntynyt helpoimman kautta. Kiitän Helmin ”apulaisia” taustatuesta ja kannustuksesta koulutuksen aikana. Koulutuksen aikana oli ilo myös tutustua muihin tuleviin ja entisiin rakennusterveysasiantuntijoihin.

Juankoskella 9.4.2012

Juha Rajahalme

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO 9

2 TYÖN TARKOITUS JA SISÄLTÖ 9

3 ALAPOHJARAKENTEIDEN HISTORIAA 10
- 3.1 MAAPOHJAPERUSTUS 10
- 3.2 NURKKAKIVET JA PILARIPERUSTUKSET 10
- 3.3 KIVILADELMAPERUSTUS JA MULTAPENKKI 11
- 3.4 TUULETTUVA ALAPOHJA 13
- 3.5 MAANVARAINEN LAATTA 14
- 3.6 KELLARITILAT 15

4 NYKYISET ALAPOHJARAKENTEET 16

5 RAKENNUSPAIKKA 18
- 5.1 YMPÄRÖIVÄN MAANPINNAN KORKEUSASEMAN VAIKUTUS 20
- 5.2 POHJAVEDEN PINTA JA SEN KORKEUSVAIHTELUT 20
- 5.3 MAASTOKATSELMUS JA POHJATUTKIMUKSET 21

6 RAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNINEN TOIMIVUUS 23
- 6.1 RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA 23
  - 6.1.1 Määräykset ja ohjeet tuuletustilan ilmanvaihdosta 24
  - 6.1.2 Nykyisen ryömintätilan toimivuus 25
  - 6.1.3 Ryömintätilan ilmanvaihdon ongelmat 28
  - 6.1.4 Perinteisten ryömintätilojen tuuletuksen säätely 29
  - 6.1.5 Lumi rakennuksen seinustalla 30
- 6.2 RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA ILMAN TUULETUSAUKKOJA 30
- 6.3 MAANVARAINEN ALAPOHJA 30
- 6.4 PILARIPERUSTUKSET 33

7 JOHTOPÄÄTÖKSET 35

8 ESIMERKKITAPAUKSET ALAPOHJIEN KORJAUKSISTA 37
- 8.1 TAPAUS MUMMONMÖKKI 37
- 8.2 TAPAUS VANHA KIRKKO 38
- 8.3 TAPAUS VANHA KOULU 41

LÄHDELUETTELO

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Homevaurioihin johtaneiden kosteusongelmien aiheuttajia Statens Provningsanstaltin mukaan

KUVALUETTELO

Kuva 1 Entisaikainen ”pilariperustus”
Kuva 2 Kiviladelmaperustus ja multapenkki
Kuva 3 Luonnonkiviperustus ja rossipohja
Kuva 4 Perinteinen maanvarainen laatta, täytepohja, jossa eristeet laatan päällä
Kuva 5 Nykyiset perustamistapojen päätyypit
Kuva 6 RT kortin ohje nykyisestä tuulettuvasta alapohjasta
Kuva 7 Maanpinnan muotoilu rakennuksen ympärillä
Kuva 8 Pintaveden ohjaus rinteessä niskaojan avulla rakennuksen ohi
Kuva 9 Ryömintätila, jossa on rakennusjätettä
Kuva 10 Maanpinnan madallusta rakennuksen vierustalla
Kuva 11 Ylempi maanpinta ryömintätilassa on parempi ratkaisu
Kuva 12 Alapohjan tuuletuksen sijoitus
Kuva 13 Ryömintätilainen alapohja
Kuva 14 Ryömintätilan tuuletusputket
Kuva 15 Nykyaikaisen tuulettuvan alapohjan suunnitteluohje
Kuva 16 Ryömintätilan lämpötilan ja suhteellisen kosteudenvaihtelut vuoden aikana
Kuva 17 Perusmuuri ja maanvarainen betonilaatta-alapohja
Kuva 18 Reunapalkilla vahvistettu laattaperustus
Kuva 19 Esimerkki kellarillisesta anturaperustuksesta
Kuva 20 Nykyaikaisen pilariperustus, suunnitteluohje
Kuva 21 Mummonmökin perustus, tilanne ennen 1990 –luvun remonttia
Kuva 22 Kirkon perustus, alkuperäinen rakenne
Kuva 23 Kirkon perustus, tilanne ennen korjausta v. 2006
Kuva 24 Kirkon perustus, korjattu rakenne
Kuva 25 Kirkon lattian alta paljastunut lattiasieni vaurio
Kuva 26 Kirkon kivijalan korotus ja alimpien hirsien vaihto
Kuva 27 Koulun perustus, tilanne ennen korjausta
Kuva 28 Koulun perustus, korjattu rakenne

1 Johdanto

Pientalojen alapohja- ja perustusratkaisuihin on vuosikymmenten aikana vaikuttanut kulloisetkin ”kauneus” -ihanteet. Haluttu ulkonäkö on vaatinut rakenneratkaisuja, jotka eivät ole olleet pitkässä juoksussa kestäviä. Rappuset on haluttu pois, lattiapinnat on haluttu ympäröivän maanpinnan tasolle, matalat huoneet ja matala tasakatto. Näihin vaatimuksiin on kehitetty mm. valesokkeli–rakenne, joka on mahdollistanut lattiarakenteen matalan korkeusaseman. On paljon rakennuksia, jotka on rakennettu aivan liian matalaan ympäröivään maanpintaan ja pohjaveden pinnan tasoon nähden. Tästä aiheutuu ylimääräistä kosteusrasitusta rakennusten alapohjiin. Myös vanhemmat maanvaraiset täytepohjat ovat nekin alttiina maaperän kosteudelle. Perinteisessä tuulettuvassa alapohjassa sisälattianpinta on huomattavan korkealla ympäröivään maanpintaan nähden, tässä rakenteessa on omat ongelmansa.
Otetaanko rakentamisessa riittävästi huomioon kulloisetkin perustamisolosuhteet? Kuinka rakenteet toimivat ongelmatilanteissa, kuten pitkien sähkökatkojen tai esim. tulvan aikana? Rakenteiden tulisi kestää myös hetkittäin toistuvia epäoptimaalisia olosuhteita.

2 Työn tarkoitus ja sisältö

Työssä on tutkittu yleisesti perinteisiä sekä nykyisiä alapohjarakenteita ja niiden kosteusteknistä toimivuutta. Esitetyt rakenneratkaisut on poimittu voimassa olevista määräyksistä ja keskeisten toimijoiden ohjeista. Tämän tutkielman tarkoituksena on edistää alapohjien ja perustusten laadukasta korjausta ja uudisrakentamista sekä kiinnittää suunnittelijoiden huomio vallitseviin perustamisolosuhteisiin ja valittavaan perustamistapaan.

Taulukko 1. Homevaurioihin johtaneiden kosteusongelmien aiheuttajia Statens Provning-sanstaltin mukaan.

Kosteusrasitus	Määrä	Osuus %
Maakosteus	156	39,8
Putkistovuodot	84	23,7
Rakennekosteus	50	12,8
Puutteellinen ilmanvaihto	24	6,1
Veden kapillaarinen imeytyminen	21	5,4
Viistosade	21	5,4
Sisäilman tiivistyminen	11	2,8
Ilmavuodot rakenteisiin	10	2,6
Virheet salaojituksessa	8	2,0

3 Alapohjarakenteiden historiaa

Seuraavassa on esitetty pääpiirteittäin suomalaisen pientalorakentamisen alapohjien kehitystä maapohjarakenteista nykypäivään. Kyseisissä rakenteissa on alueellisia eroja, joita kaikkia ei ole tässä esitetty, tarkoituksena on huomioida kunkin rakenteen kosteustekninen toimivuus.

3.1 MAAPOHJAPERUSTUS

Varhaisempia rakennuksia on tehty maapohjalla, ilman varsinaista perustusta, kuten ensimmäiset hirsirakenteiset savutuvat. Näissä rakenteissa seinän ja maanpinnan liittymä on saatu tiiviiksi upottamalla alin seinähirsi osittain maahan. Alimmat hirret ovat olleet alttiina kastumiselle ja lahovaurioille, rakenteen yksinkertaisuuden vuoksi alimman hirren uusiminen on ollut kuitenkin helppoa.

3.2 NURKKAKIVET JA PILARIPERUSTUKSET

Aitat ja muut varastorakennukset on nostettu irti maasta, näin seinärakenteet ovat pysyneet kuivina. Nurkkakiviperustuksessa hirsikehikko on perustettu nurkille sijoitettujen kivien varaan. Nykyisenä versiona nurkkakivistä käytetään pilariperustusta.

Tässä perustustyypissä alapohja voi olla eristämätön, kuten aitoissa, tai lämpöeristetty tuulettuva alapohja.

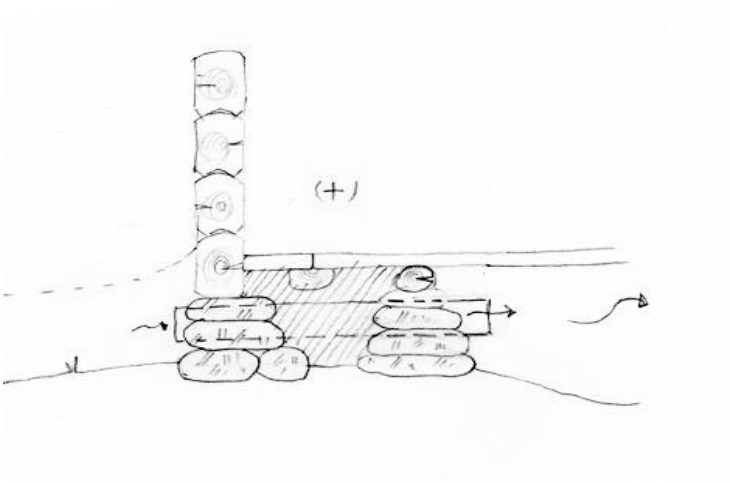
Nurkkakivi- ja pilariperustuksen hyvänä ominaisuutena voidaan pitää reilua tuuletusta, alapohja lämpenee nopeasti, jolloin kondensoitumista ei alapohjarakenteissa juurikaan tapahdu. Tuuletuksen esteenä voi olla liiallinen kasvillisuus rakennuksen läheisyydessä. Liian matalalla jäävät puuosat voivat kastua räystäiltä valuvista roiskevesistä.

Kuva 1. Entisaikainen "pilariperustus". Alimmat, maassa makaavat hirret uusittiin aikaajoin. Pohjois- ja Länsi Suomessa harrastettiin paljon tämän kaltaisia jalallisia aittoja. Kapeiden tolppien päällä ns. hiirilaudat, jotka estivät hiirten päästyn aittaan (Kolehmainen 1997).

3.3 KIVILADELMAPERUSTUS JA MULTAPENKKI

Kiviladelmaperustusta on käytetty nk. multapenkkiperustuksen yhteydessä. Rakenteessa alimmat hirret on nostettu maasta kivistä ladotun perustuksen päälle. Kiviladelman rakojen aiheuttamaa vetoisuutta on torjuttu vuoraamalla kivijalka sisäpuolelta multapenkillä. Multapenkki on maanvarainen rakenne, jolloin maaperän kapillaarinen veden nousu on voinut kostuttaa multapenkin. Alin hirsi, joka on ollut rakennuksen sisäpuolelta multapenkin peittämänä, on suojattu multapenkin kosteutta vastaan asettamalla tuohilevyt kapillaarikatkoksi multapenkin ja hirren väliin. Multapenkki on päässyt myös kuivumaan puulattian läpi huonetilaan.

Multapenkin avulla kivijalan ja hirsiseinän liitoskohta on saatu tiiviimmäksi. Paksut lattialankut on veistetty mahdollisimman tiiviiksi. Lattian keskiosa on eristämätön, lattian alla on tyhjä, maapohjainen tuuletettu tila. Tämän rakenteen suurimmat ongelmat ovat usein liittyneet puutteelliseen alapohjan tuuletukseen. Talviaikaan tuuletus on tukittu vedon välttämiseksi, muuna aikana tuuletus on hyvin tärkeä, jotta home- ja lahovaurioilta vältyttäisiin.



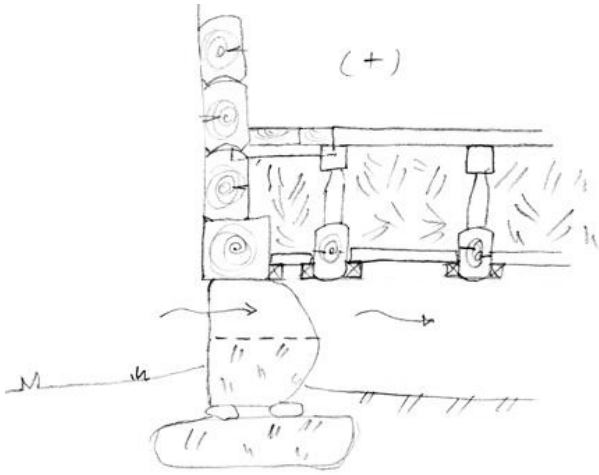
Kuva 2. Kiviladelmaperustus ja multapenkki. Multapenkkiperustuksen tunnistaa mm. lattian korkoa vertaamalla ulkopuolen kivijalan korkoon. Alapohjan tuuletusluukuissa on usein lautarakenteiset tuuletusputket, sisälattia on keskilattian kohdalta eristämätön. Monesti tuvan lattiassa oli luukku tuuletustilaan, jota käytettiin myös viileämpänä säilytystilana kesäisin (JR).

Multapenkkejä ja kiviladelmaperustuksia on muutettu maanvaraisiksi betonilaatoiksi hyvin paljon mm. 1970–luvun korjausbuumin aikana. Virheellisesti tehdyissä korjauksissa, joissa puurakenteita on jäänyt betonipintaa vasten, jopa alle, on luotu ihanne olosuhteet mm. lattiasienelle. Näissä korjauksissa on usein ehostettu myös kivijalkaa ulkoapäin, vanhan kiviladelmaperustuksen päälle on valettu betoninen kuori, joka usein sekin valettiin alimman hirren päälle.

Nykyisin multapenkkejä on vähän jäljellä, niitä voi tavata joistain kesäkäytössä olevista ”mummon mökeistä”, joskus yllättäen suuremmistakin rakennuksista.

3.4 TUULETTUVA ALAPOHJA

Tuulettuvassa, lämpöeristetyssä alapohjassa rakennuksen alapohja on eristetty reilulla eristekerroksella, eristettä on usein noin 50 cm. Eloperäisistä aineksista koostuva lämpöeristekerros sekä eristettä tiivistävä painikehiekkakerros sijoittuu kivijalan yläpuolelle, seinähirsien alaosaan. Kivijalan ollessa noin 40 - 50 cm korkuinen, nousee huoneiden lattiapinta noin 90 – 100 cm korkeudelle ympäröivään maanpintaan nähden. Luonnonkiviperustus korvautui 1900-luvun alkupuolella betonisokkelilla ja Myös tuulettuvan alapohjan suurimmat ongelmat syntyvät tuuletuksen estyessä. Tuulettamattomassa ryömintätilassa maaperän kosteus kerääntyy alapohjaan aiheuttaen home- ja lahovaurioita. Reilu tuuletuskin voi olla ongelma. Keväisin ja alkukesästä, kun viileään alapohjaan virtaa lämmintä ja kosteaa ilmaa, voi lämpimän ilman kosteus tiivistyä kylmiin alapohjarakenteisiin.



Kuva 3. Luonnonkiviperustus ja rossipohja (JR).

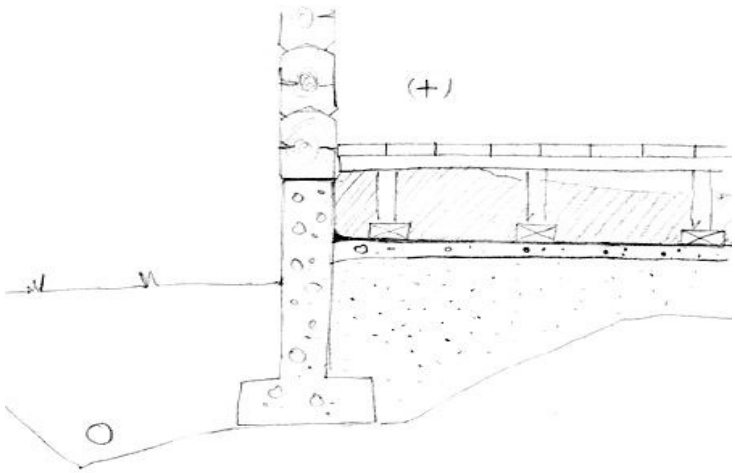
Ryömintätilaisessa alapohjassa maapohja on ollut perinteisesti eristämätön, maapohja on pidetty routimattomana sulkemalla tuuletus talviaikaan. Huonetilojen lämpö on osittain lämmittänyt myös alapohjaa.

Tuulettuvien alapohjien betonisokkeli syrjäytti nopeasti luonnonkiviperustukset 1900-luvun alussa. Maaseudulla on käytetty luonnonkiveä vielä 1920-luvulla. Rintamamiestaloihin perustukset tehtiin ns. säästöbetonista, tässä sokkelivalun sekaan lisättiin pestyjä kiviä, näin säästettiin betonin määrässä. Valumuotit tehtiin laudasta, nämä laudat kierrätettiin tarkasti käyttäen niitä esim. ruodelautoina. Nykyisin tuulettuvan alapohjan perustukset muurataan kevytsoraharkoista, elementeistä rakennettavat perustukset valmistetaan betonitehtaalla teräsbetonista. Nykyinen tuulettuva alapohja voidaan tehdä puualapohjaisena tai betonirakenteisena.

3.5 MAANVARAINEN LAATTA

Perinteisessä maanvaraisessa laatassa lämpöeristeet sijoittuvat laatan päälle. Laatan pintaan siveltiin bitumikerros kosteudeneristeeksi. Lämpöeristeenä käytettiin aikaisemmin kuivaa purua ja kutterinlastua, myöhemmin eristeenä on käytetty myös mineraalivillaa. Rakenteen suurin ongelma on betonilaatan alapuolisen kapillaarikatkon puuttuminen, betonilaatan alla oleva hiekka kastuu kapillaarisesti maaperän kosteudesta. Betonilaatta ja bitumisively laskevat kosteuden lävitseen purutilaan, jolloin purukerroksen alaosaan muodostuu mikrobivaurioita.

Myöhemmin tehtiin usein kaksoislaattarakenteita, jossa alemman ”roskavalun” ja ylemmän pintavalun väliin asennettiin Tojax –levyä, vähän myöhemmin Tojax -levy korvattiin kovalla lasivillalla. Betonilaattojen väliin sijoitettiin putkistot. Alemman laatan alle tuli ohuelti lämpöeristettä. Rakenne on altis maaperästä kulkeutuvalle kosteudelle ja putkistojen vuodoille. Kastunut mineraalivilla ja alemman betonilaatan pintaan jääneet epäpuhtaudet ovat herkkiä homehtumaan ja rakenteiden korjaus on suuritöistä. Nykyinen tapa on lämpöeristää maanvarainen betonilaatta alapuolelta, betonilaatan lämpötila nousee ja kondensoitumisen riski betonilaatan pinnassa pienenee. Alemman betonilaatan alla oleva lämmön eristys sekä sen alapuolinen karkea sora estää maaperän kapillaarisen kosteuden nousun, lämpöeristeet muodostavat myös kapillaarikatkon.



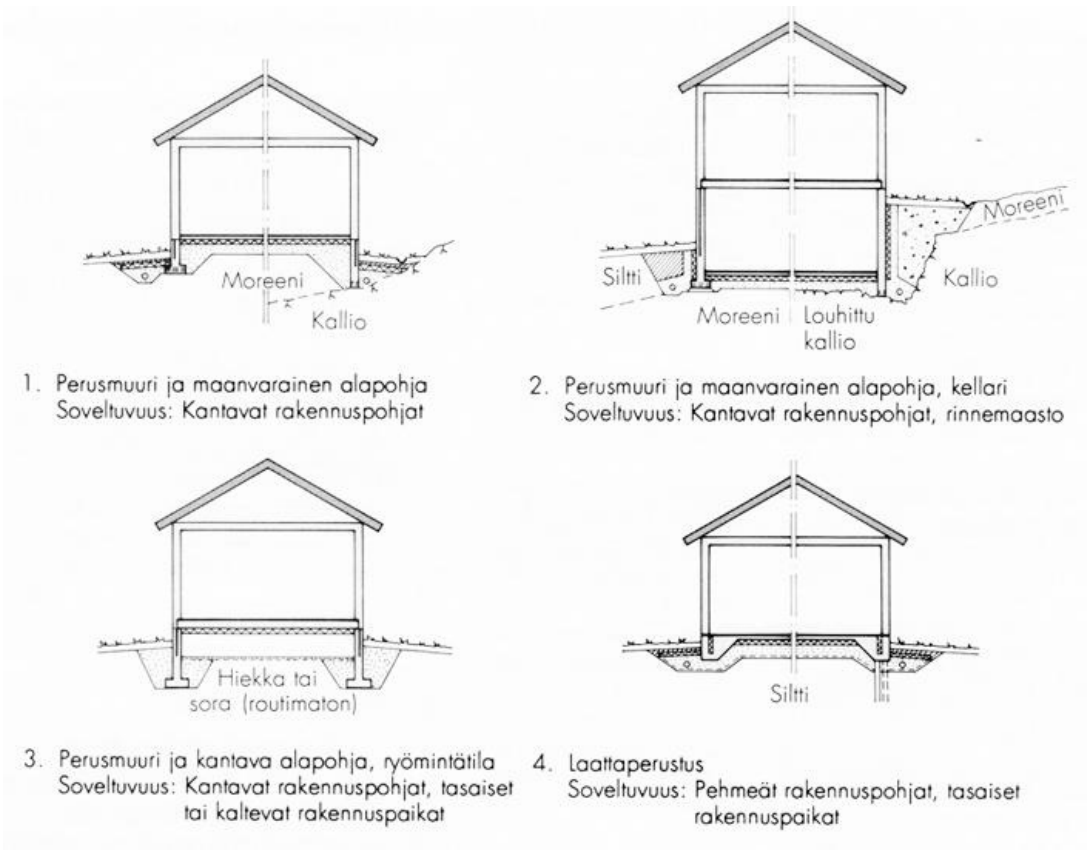
Kuva 4. Perinteinen maanvarainen laatta, täytepohja, jossa eristeet laatan päällä (JR).

3.6 KELLARITILAT

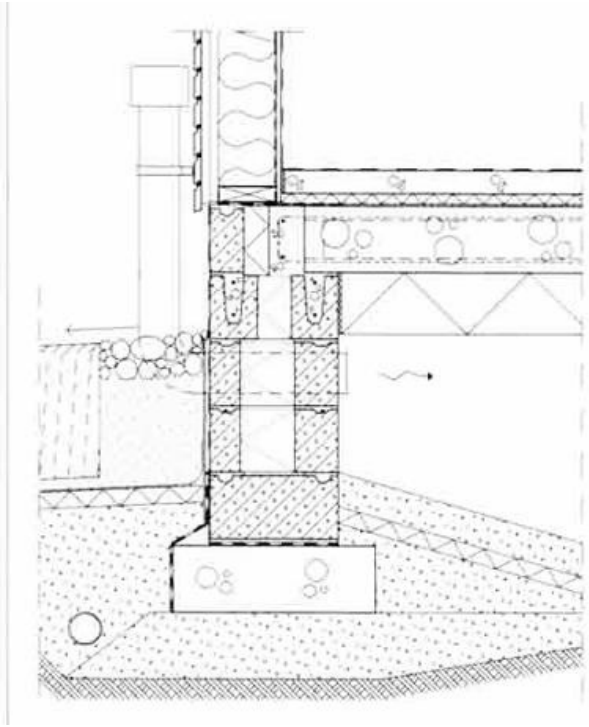
Kellaritilat ovat olleet alun perin pieniä kylmäkellareita, joihin käynti on joko ulko- tai sisäkautta. Ulkokautta kuljettavista kellareista mahdolliset epäpuhtaudet ovat kulkeutuneet pääosin ulos. Myöhemmin kellareihin sijoittui mm. rakennuksen keskuslämmityskattilat ja säilytystiloja. Kattilahuoneen hukkalämpö on pitänyt kellaritilojen kosteuden kurissa. Salaojitukset ovat toimineen uutuuttaan, monesti tämän ajan tiilisalaojat ovat kuitenkin tukkeutuneet tai siirtyneet paikoiltaan. Maasta nouseva kosteus on päässyt haihtumaan betonilaatan pinnalta vapaasti kellaritilaan ja tuulettumaan ulos, suurempia kosteuksia ei ole päässyt kertymään. Talojen kattilahuoneiden poistuessa käytöstä esim. kaukolämpöön siirryttäessä, ovat kellaritilat jäähtyneet, jonka seurauksena tapahtuu kosteuden siirtymistä maaperästä ja kellarin seinien ulkopuolelta kellaritilaan enemmän. Jos kellaritiloja on otettu huonetiloiksi, voi esim. tiiviit lattiamatot pidättää laatasta nousevaa kostetutta, jolloin mattojen liimat ja tasoitteet reagoivat kosteuden kanssa aiheuttaen kemiallisia päästöjä.

4 Nykyiset alapohjarakenteet

Maanvarainen laatta on selkeästi suosituin perustamistapa, kellarilliset ratkaisut ovat myös yleisiä pientaloissa. Tuulettuvia alapohjarakenteita tehdään suhteellisen vähän. Maanvarainen alapohja rakennetaan nykyisin laatan alaisin lämpöeristein. Seinän ja laatan yhtymäkohta varustetaan radon suojauksella. Laatan ja eristeen alla olevaan, kapillaarikatkona toimivaan sorakerrokseen sijoitetaan radon putkisto, jonka kautta tarvittaessa pystytään imemään radon ja muut epäpuhtaudet pois.



Kuva 5. Nykyiset perustamistapojen päätyypit (RT 81-10486) .

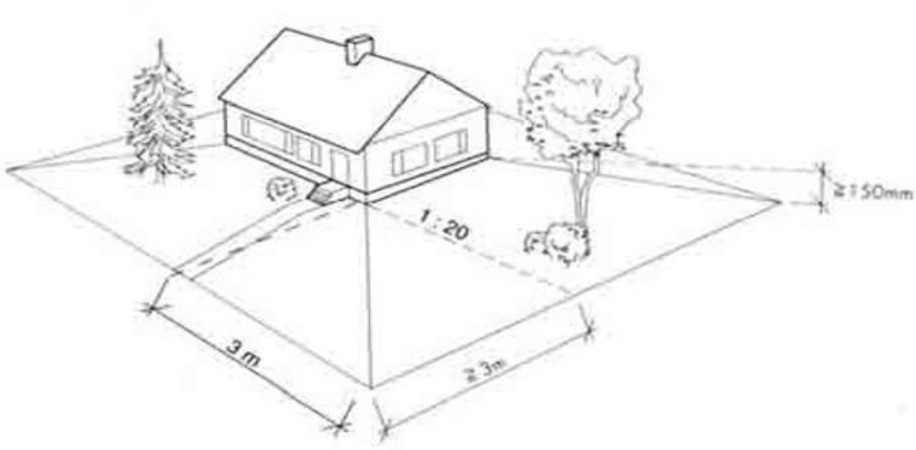


Kuva 6. RT kortin ohje nykyisestä tuulettuvasta alapohjasta (RT 81-10854). Maanpinnan taso on noin 60-80 cm ylempänä kuin tuuletustilan maapohja.

Tuuletettu alapohja on nykyisin usein betonialapohjainen, puurunkoisiin rakennuksiin rakennetaan usein puurakenteinen alapohja. Nykyisissä ohjeissa tuulettuva alapohja on usein tuuletettu tuuletusluukkuihin asennettujen putkien kautta. Ryömintätilan alapohja on sijoitettu huomattavasti alemmalle tasolle, kuin ympäröivä maanpinta. Kosteissa perustamisolosuhteissa suositellaan tuuletuksen varmistamista koneellisella tuuletuksella. Maapohja routaeristetään tarvittaessa ja alapohjaa tuuletetaan ympäri vuoden. Sokkeli tehdään paikan päällä yleensä kevytsoraharkoista, elementtitoimituksissa teräsbetonista. Paalutusta käytettäessä käytetään usein elementti perustuksia.

5 Rakennuspaikka

Rakennuksen korkeusaseman valinnassa on otettava huomioon rakennuspaikan pinta- ja pohjavesiolot. Sade- ja sulamisvedet on johdettava pois rakennuksen vierustoilta. Sopiva maanpinnan vähimmäiskaltevuus kolmen metrin etäisyyteen sokkelista on 1:20 (korkeusero vähintään 0,15 m). Rakennuksen läheisyydestä vesi poistetaan sadevesiviemärillä, ojittamalla tai muulla sopivalla tavalla (RakMK C2 Opas). Perinteisesti rakennuspaikaksi on valittu esim. kuiva kumpare, josta sadevedet valuvat luontaisesti rakennuksesta poispäin. Kumpareelle rakennettaessa pohjaveden taso jää alemmaksi maaperään verrattuna hyvin tasaisessa maastossa. Nykyisin rakennetaan myös heikommille rakennuspaikoille, kuten tasaisille pelloille, täytetyille meren tai järven pohjille, jopa soille. Tasaisilla rakennuspaikoilla tulee ottaa huomioon myös ympäröivän maanpinnan routiminen, routimisnousua voi olla kymmeniä senttejä. Rakennuksen ympäristön kallistuksia tulisi tarkastella myös pidemmältä matkalta, esimerkiksi 10-20 metrin matkalta.



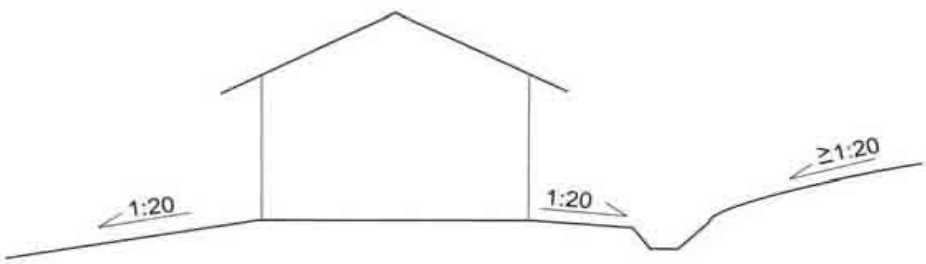
Kuva 7. Maanpinnan muotoilu rakennuksen ympärillä (RakMK C2 opas). Huomaa kuvan mittakaava. Piirroksen mitat voisivat olla 2-4 kertaisia kuvan rakennuksen mittakaavan puolesta.

Laadukkaan rakentamisen edellytyksenä on riittävän kantava ja kuiva maapohja. Ylimääräiset haasteet pienentävät rakenteiden vian sietokykyä ja nostavat perustamiskuluja. Rakennuksen lähiympäristö tulee säilyttää riittävän avarana. Liian lähellä rakennusta kasvavat puut ja pensaat estävät tuulen kuivattavaa vaikutusta, suurten puiden haihduttama kosteus vaikuttaa läheisten rakenteiden kuivumiseen. Puiden juuristot voivat tukkia salaojaputkistot ja esim. koivun juuret voivat kasvaessaan liikutella rakennuksen peruskiviä. Puiden juurten kasvaessa lattiarakenteiden alla, syntyy kasvualustaa mikrobeille.

Maaperän laatu ja pohjaveden korkeus vaikuttavat valittavaan perustamistapaan, näiden selvittämiseksi on tehtävä tarvittavat ja riittävän laajat tutkimukset.

Pientalon perustaminen on suhteellisen ongelmatonta kalliolle, moreenille tai tiiviille kitkamaalle rakennettaessa. Kalliolle perustettaessa tulee varmistua, ettei rakennuksen alle jää kallion pintaan kuoppia. Huolellisesti rakennetulla salaojituksella varmistetaan rakennuksen perustusten kuivana pysyminen.

Ongelmat esiintyvät tavallisesti pehmeikköolosuhteissa, esim. koheesiomaat, kuten savikot, kutistuvat voimakkaasti kuivuessaan (Rantamäki ym. 1979). Pehmeille maille rakentaminen edellyttää paalutusta, tästä huolimatta painumista voi tulla ongelmia. Suot tuottavat hiilidioksidi ja metaani päästöjä, näiden hallintaan on kiinnitettävä huomiota.



Kuva 8. Pintaveden ohjaus rinteessä niskaojan avulla rakennuksen ohi (RakMK C2 opas).

5.1 YMPÄRÖIVÄN MAANPINNAN KORKEUSASEMAN VAIKUTUS

Maanvastaisen lattian yläpinnan on hyvä olla selvästi korkeammalla kuin viereisen maanpinnan rakennuksen ulkopuolella. Tämä suojaa lattian reuna-alueita perustusten ulkopuoliselta pintavedeltä ja maaperän kosteudelta. Kellarin lattiaa lukuun ottamatta on maanvastaisen lattian oltava vähintään 0,3 m rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella (RakMK C2 opas)

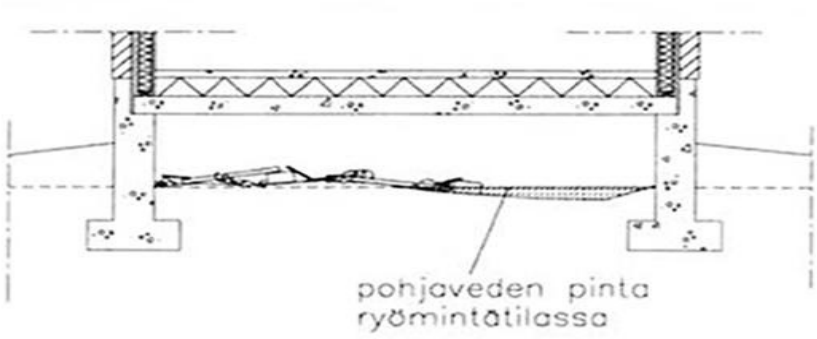
Rakennuksen korkeusasema ympäröivään maanpintaan nähden vaikuttaa suuresti rakennuksen alustan kosteusrasitukseen. Pohjaveden pinta noudattaa maanpinnan muotoa. Jos rakennukselle joudutaan valitsemaan kosteusteknisesti hankala rakennuspaikka, voidaan rakennuspohjan epäedullisia vaikutuksia pienentää rakennuksen korkeusasemaa nostamalla.

Maanpinnan tulee viettää rakennuksesta poispäin, näin minimoidaan perustuksiin ja rakennuksen alle painuvan veden määrä. Pintakerroksen seinän vierustalla tulee olla riittävän tiivis, näin myös estetään pintavesien painuminen perustuksiin. Toimivalla salaojituksella pidetään rakennuksen perustukset kuivina. On kuitenkin huomioitava, etteivät salaojat estä maaperän kastumista kapilaarisesti. Salaojat kuljettavat vettä lähinnä keväällä roudan ja lumien sulaessa ja rankkasateiden jälkeen. Tukkeutunut salaojitus voi aiheuttaa perustuskaivannon täyttymisen vedellä. Koheesiomaa-aines ja liian hienorakeinen täyttöhiekka perustusten alla menettää kantokykynsä kyllästyessään vedellä. Läpäisevä ja karkea sora voi kyllästyä ajanoloon hienommasta aineksesta, jolloin kapillaarisuus ja vedenläpäisevyys muuttuvat. Salaojien säännöllinen kuntotarkastus ja kunnossa pitäminen edesauttavat rakenteen toimivuutta.

5.2 POHJAVEDEN PINTA JA SEN KORKEUSVAIHTELUT

Pohjaveden muodostuminen on jaksottaista, erityisesti vuodenaikavaihtelusta riippuvaa. Alimmillaan pohjavesi on talven päättyessä, kun routa on estänyt veden imeytymisen pohjavedeksi. Korkeimmillaan pohjavesi on roudan sulamisen jälkeen

(Rantamäki ym. 1979). Pohjavedenpinta sijaitsee tavallisesti lähellä maanpintaa ja tämän vuoksi se on otettava myös rakentamisessa huomioon. Pohjavettä joudutaan usein alentamaan myös työnaikaisesti pumppaamalla. Pohjavedenpinnan laskeminen voi johtaa muun muassa kaivojen kuivumiseen, pohjaveden virtaussuuntien muutoksiin ja maanpinnan painumiseen. Kaupunkiympäristössä pohjavedenpinnan aleneminen saattaa kuivattaa lähellä olevien vanhojen rakennusten puupaaluperustuksia, mistä seuraa puupaalujen lahoamista. Myös aikaisemmin rakennetuilla savikkoalueilla pohjavedenpinnan korkeus on pyrittävä pitämään ennallaan, sillä aleneva pohjavedenpinta saa aikaan savikerroksen kokoonpuristumista. Kasvillisuuden menestyminen rakennetuilla alueilla edellyttää pohjavesiolosuhteiden säilymistä ennallaan (Rantamäki ym. 1979).



Kuva 9. Ryömintätila, jossa on rakennusjätettä, pohjaveden pinta nousee ryömintätilan maapinnan yläpuolelle (Ympäristöopas 28, 1997).

5.3 MAASTOKATSELMUS JA POHJATUTKIMUKSET

Erilaisten rakennushankkeiden synnyttämät pohjatutkimustarpeet ja -tavoitteet vaihtelevat paljon. Perustusten kunnostusten yhteydessä ei välttämättä tehdä kattavaa pohjatutkimusta, aina on kuitenkin selvitettävä mahdollisten vaurioiden syyt, esim. routiminen tai painumat. Rakennuksen vierustalle kaivetaan koekuoppia, joista tar-

kastetaan maalajit, routaeristeiden ja salaojien kunto ja perustuksen rakenne. Salaojat huuhdellaan ja huomioidaan mahdolliset painumat ja tukkeumat.
Rakennuksen ympäristön maanpinnan korkoa tarkastellaan kivijalkaan nähden. Vanhempaa rakennusta kunnostettaessa on rakennusta ympäröivä maanpinta voinut nousta useita kymmeniä senttejä. Maanpintaa joudutaan usein madaltamaan perustusten kunnostuksen yhteydessä, joskus hyvinkin laajalta alalta, jotta riittävät pintakaadot saadaan aikaiseksi.

Kuva 10. Maanpinnan madallusta. Pihaa on jossain vaiheessa täytetty reilusti, hieman kauempaa talosta jopa 50 – 100 cm (JR).

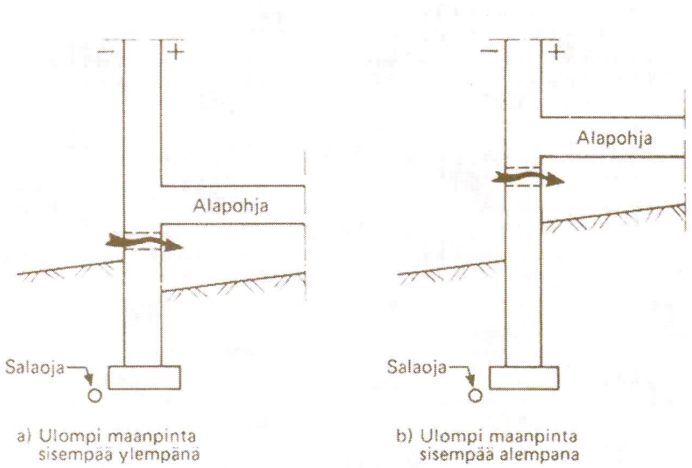
Pohjaveden korkeutta mitataan, jotta voidaan määrittää suunniteltavan rakenteen kuivatustarve. Pohjaveden korkeusasema tulee selvittää luotettavasti ennen rakennuskaivannon kaivun aloittamista.
Hienorakeisissa maalajeissa, kuten savessa ja siltissä ei voida määritellä pohjavedenpintaa, vaan veden paineolosuhteita kuvataan näissä maalajeissa huokosvedenpainekäsitteen avulla. Huokosvedenpainemittauksia tehdään yleensä savi- ja silttimaille

kun halutaan selvittää niiden vakavuus, maan leikkauslujuus riippuu ratkaisevasti maakerroksessa vaikuttavasta huokosvedenpaineesta (Toroi 2007). Salaojituksen tukkeutuminen voi aiheuttaa maapohjan vakavuuden ja leikkauslujuuden menetyksen, jolloin rakennus voi painua tai kallistua.

6 Rakenteiden kosteustekninen toimivuus

6.1 RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA

Alapohjan alapuolinen ryömintätila on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei ryömintätilaan kerääny vettä ja ryömintätila tuulettuu riittävästi, eikä ilmatilan kosteudesta ole haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle (RakMK C2 opas). Sisäpuolinen maan pinta voi olla ulkopuoliseen maanpintaan nähden joko alempana tai ylempänä, jälkimmäinen vaihtoehto on parempi (Björkholtz 1997).



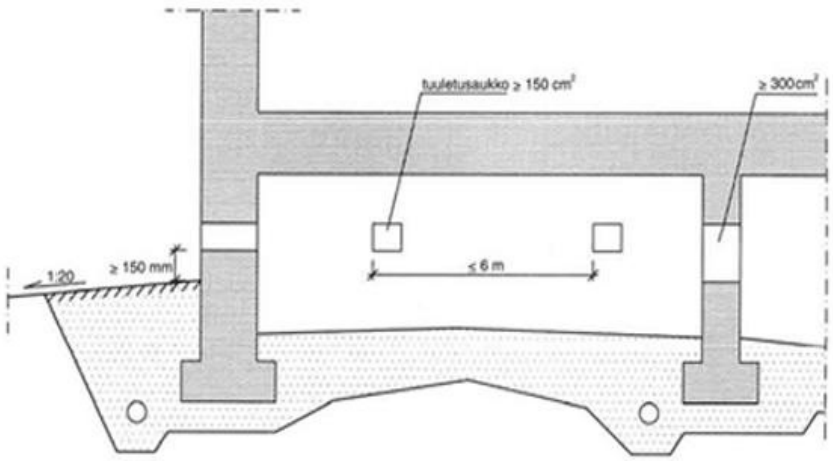
Kuva 11. Ylempi maanpinta ryömintätilassa on parempi ratkaisu (Björkholtz 1997).

Jos esim. ryömintätilan maanpinta on rakennusta ympäröivää maanpintaa alempana, kohdistuu sinne suurempi maaperästä nouseva kosteusrasitus. Tämä johtuu lähempänä olevasta pohjavedenpinnan tasosta. Kun tuulettuvan alapohjan maanpinnanta-

so on hieman ylempänä kuin rakennusta ympäröivä maanpinta, eivät esim. sulamisvedet virtaa alapohjaan.

6.1.1 Määräykset ja ohjeet tuuletustilan ilmanvaihdosta

Ryömintätilan korkeuden tulisi olla vähintään 800 mm ja tilaan on järjestettävä tarkastusmahdollisuus ja pääsy kaikkialle tilaan (RT 81-10854). Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteispinta-ala tulee olla ainakin 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Tuuletusaukkojen pinta-alalla tarkoitetaan suojaavan ritilän tai säleikön vapaata pinta-alaa. Tuuletusaukot jaetaan tasaisesti ulkoseinälinjalle siten, että koko ryömintätila tuulettuu. Aukkojen alareunan tulee olla vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, mutta mahdollisuuksien mukaan korkeammalla. Aukkojen vähimmäiskoko on 150 cm² sekä enimmäisväli 6 m (RakMK C2 Opas).



Kuva 12. Kosteuden haihtumista vähentävä ryömintätilan salaojituskerros sekä pintavesien johtaminen pois rakennuksen vierestä, sekä alapohjan tuuletuksen sijoitus (RakMK C2 opas). Ohjeessa annetaan tuuletusaukkojen enimmäisväliksi 6 m. Ohjeessa ei ole annettu suositusta tuuletusluukkujen yläpuolelle jäävästä matkasta ryömintätilan kattoon.

Tuuletusaukot sijoitetaan perusmuuriin enintään 0,5 m nurkasta ja vähintään 0,1 m maanpinnasta ylöspäin. Aukkojen suuruus on puu- ja betonialapohjissa 5 – 10 cm²/m² -alapohjaa (pienempi arvo tuulisella, suurempi arvo tyynellä paikalla). Kevytbetonialapohjissa ovat vastaavat arvot 10-20 cm²/m². Jos välitilassa on kantavien

seinien perusmuureja, tulee myös näihin tehdä aukot. Näiden tulee olla paljon, vähintään n. 10 kertaa suuremmat (Björkholtz 1997).

Kosteusteknisesti vaikeissa olosuhteissa (esim. pohjavesi korkealla, alavat maastonosat, vettä läpäisevä perusmaa) on koneellinen tuuletus suositeltavaa. Koneellinen tuuletus ja tuuletusaukkojen määrä esitetään ilmanvaihtosuunnitelmassa. Painovoimaisen tuuletuksen yhteydessä suositellaan ryömintätilan ja maapohjan välistä lämmöneristystä (RT 81-10854).

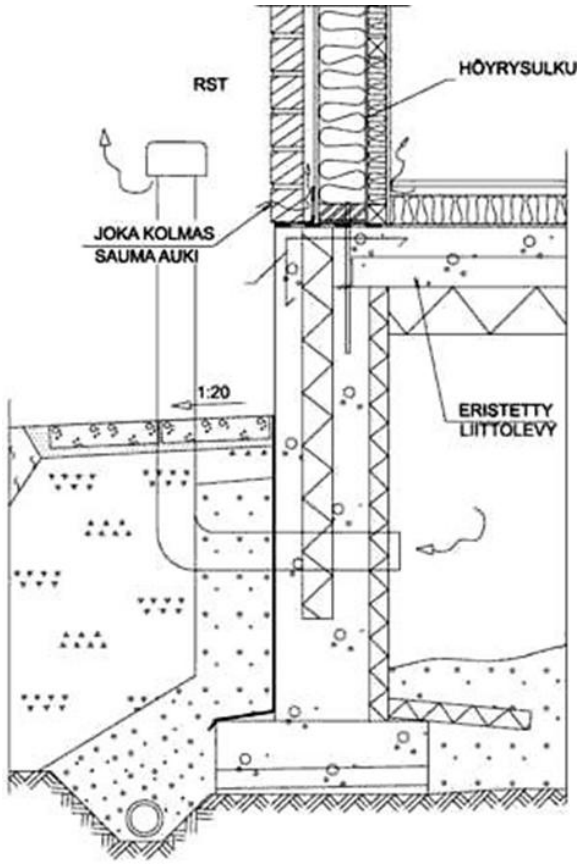
Edellä mainittujen lähteiden ohjeet poikkeavat hieman tuuletusaukkojen koon mitoituksessa, mutta ovat samansuuntaiset.

6.1.2 Nykyisen ryömintätilan toimivuus

Uusimmissa ohjeissa tuuletustilan maapohja on usein alempana kuin ulkopuolinen maanpinta. Pohjaveden pinta maaperässä noudattaa suurpiirteisesti maanpinnan muotoa, näin yksittäisen kuopan kohdalla pohjaveden pinta on lähempänä ja kosteuden nousu tältä kohtaa suurempaa. Karkean soratäytön avulla saadaan aikaan tehokas kapillaarikatko, mutta veden haihtuminen sorakerroksen läpi voi olla suurta, jos pohjaveden pinta on lähellä, tai jos sorakerroksen pohjalle muodostuu lammikko.

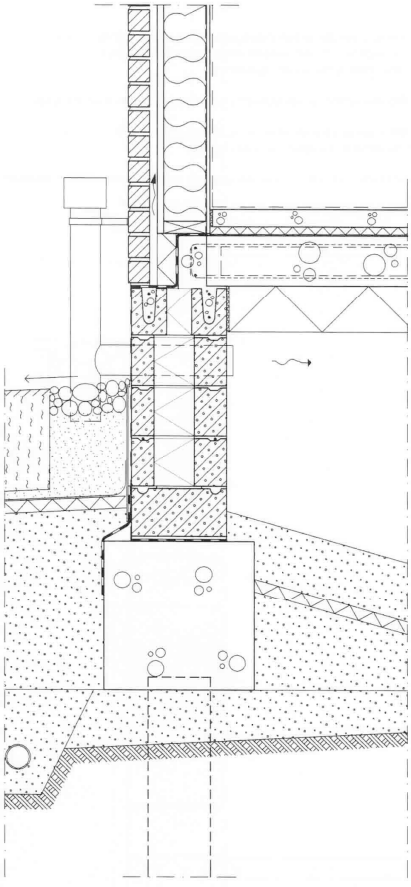
Nykyisissä ohjeissa tuuletusaukkoihin on usein asennettu putket. Kostean ja lämpimän ilman ulospäin suuntautuvan virtauksen helpottamiseksi tuuletusaukkojen optimaalisin paikka on tuuletustilan yläosassa. Osassa ohjeista putket sijoittuvat kuitenkin tuuletustilan keskiosaan, tai jopa sen alapuolelle.

Vapaasti tuulettuvassa alapohjassa (ilman putkitusta) ilma virtaa alapohjaan suunnasta, johon tuuli aiheuttaa painetta. Vastakkaiselle seinälle samansuuntainen tuuli aiheuttaa alipaineen, joka tehostaa ilman virtausta alapohjasta ulospäin. Alapohjan tuuletusaukkoihin asennetut tuuletusputket heikentävät ilmavirtausta putkiston virtausvastuksen ja putken ylösnostosta syntyvän korkeuseron vuoksi. Heikosti tuulettuvalla paikalla tuuletustila tulee varustaa poistopuhalluksella.



Kuva 13. Ryömintätilainen alapohja (betoniopas, www-sivut). Tuuletusputken sijoitus on tuuletustilan alalaidassa, onko syynä tuuletuksen kannalta epäedulliseen sijoitukseen putkelle muodostuva maatuki perustuksen ulkopuolella.

Kuva 14. Ryömintätilan tuuletusputket. Vasemmalla kuvassa on putket ulkopuolelta ja oike-alla kuvassa on putken pää ryömintätilassa (Ympäristöopas 28, 1997).
Kuvassa ympäröivä maanpinta on nostettu lähes puuverhoukseen asti.

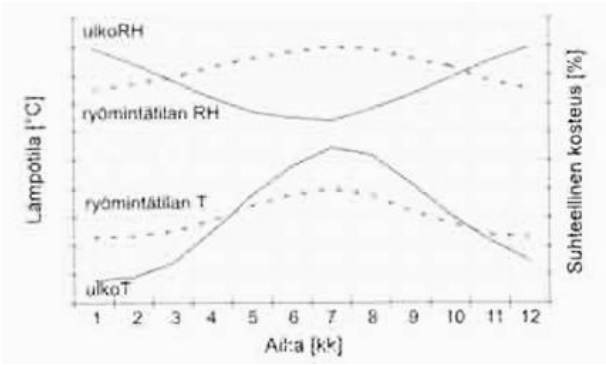


Kuva 15. Nykyaikaisen tuulettuvan alapohjan suunnitteluohje (RT 81-10854). Alapohjan tuuletus tapahtuu putkiston kautta. Pehmeikkö olosuhteissa perustuksen anturalinja tuetaan paalujen varaan.

6.1.2 Ryömintätilan ilmanvaihdon ongelmat

Yleinen riittämättömän tuuletuksen syy on liian pieni tuuletusaukkojen pinta-ala ja tuuletus aukoissa käytettävät ritilät, verkot ja tuuletusputket, joiden vaikutusta ei ole otettu huomioon suunnittelussa. Ritilät, verkot tuuletusputket pienentävät ryömintätilan tuuletusaukon tehokasta pinta-alaa, jolloin tuuletus vastaavasti pienenee. Esimerkiksi yleisesti käytetyillä ritilöillä ja verkoilla tehokas pinta-ala voi olla 1/8…1/6 avoimiin tuuletusaukkoihin verrattuna, millä on huomattava merkitys ryömintätilan tuulettuvuuteen. Tuuletus putkissa tehokas pinta-ala voi olla tätäkin pienempi, jol-

loin ne on mitoitettava aina erikseen. Tuuletustehokkaaseen pinta-alaan vaikuttaa myös putkiston geometria (Ympäristöopas 28, Ympäristöministeriö 1997).



Kuva 16. Periaatekuva ulkoilmaan tuuletetun ryömintätilan ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaihtelusta vuoden aikana (Ympäristöopas 28, 1997). Kuvaajan perusteella voidaan arvioida reilumman tuuletuksen kuivattavan ryömintätilaa maaliskuulta lokakuulle asti. Talven aikana normaali tuuletuksella ryömintätila on ulkoilmaa kuivempaa.

Tuulettuvan alapohjan ongelmat ilmenevät yleensä kesällä. Tuulettuva alapohjan ollessa vielä kylmä talven tai pitkän viileän kauden jälkeen, voi alapohjaan virtaavan lämpimämmän ilman kosteus tiivistyä viileämpiin alapohjarakenteisiin, vettä kondensoituu lämpimästä ulkoilmasta kylmiin pintoihin. Ryömintätilan kesäaikaista lämpötilaa voidaan nostaa eristämällä maapohja tehokkaammin, tällöin maapohjan ryömintätilaa viilentävä vaikutus pienenee, ja alapohjan rakenteet lämpenevät nopeammin ulkoilman vaihtelujen mukaan, eikä kondensoitumista tapahdu. Viileämpänä pysyvä maanpinta myös haihduttaa kosteutta vähemmän. Paras routaeriste maapohjaa vasten on kevytsora, joka hygroskooppisena tasaa maaperän kosteutta, eikä muodosta tiivistä kerrosta, joka keräisi kosteutta. Kevyt sora myös muotoutuu etenkin vanhojen rakennusten ryömintätiloissa paremmin epätasaiseen, joskus kiviseen maapohjaan. Suuret, tukevasti maassa olevat ja kevytsoran peitteen yläpuolelle nousevat maakivet pysyvät hyvin pitkään kylminä talven jälkeen. Näihin kylmiin kiviin

kondensoituu vettä, tämä kuivattaa hiukan alapohjan suhteellista kosteutta, kuivatusmielessä merkitys voi jäädä vähäiseksi. Suuret maakivet jäähdyttävät maapohjaa talvella, josta voi seurata routimista kivien läheisyydessä.

Pohjaveden pinta on yleensä talvella matalimmillaan joka osaltaan on vähentänyt maapohjasta haihtuvan kosteuden määrää. Jos maaperä on kostea, voi suhteellinen kosteus nousta alapohjan alla liian suureksi myös talviaikaan.

6.1.3 Perinteisten ryömintätilojen tuuletuksen säätely

Perinteisesti on annettu ohje sulkea alapohjien tuuletusluukut talveksi. Näin on täytynyt toimia routivilla maalajeilla, joissa alapohjan tuuletuksen rajoittaminen liittyy ryömintätilan maaperän routimisen ehkäisemiseen. Multapenkkiperustuksessa keskilattia on eristämätön, eikä tuuletuksen auki pito talvella olisi ollut mahdollista ilman, että lattia olisi jäähtynyt liikaa. Tosinaan ryömintätilallisten lattioiden eristevahvuus mitoitettiin pienemmäksi, jolloin lämpöä siirtyi lattian läpi ryömintätilaan. Lämpötilan noustessa ryömintätilassa, kosteuden tiivistymistä ei välttämättä päässyt syntymään ja perustusten routimisen riski pienenee. Myös multapenkkirakenteessa on pyritty lämmittämään lattianalustilaa esim. rakentamalla uunin savukanavat kiertämään lattiantasoa alempana, jolloin uunilla on lämmitetty myös lattianalustilaa. Vanhan rakennuksen ryömintätilan tuuletusta rajoitettaessa on ryömintätilan suhteellista kosteutta tarkkailtava erityisen tarkasti. Jos routimisvaaraa ei ole, ja alapohjan lämpöeritys on riittävän tehokas, kannattaa alapohjaa tuulettaa myös talvella.

6.1.4 Lumi rakennuksen seinustalla

Ryömintätilaista alapohjaa pidettiin talviaikaan lämpimämpänä lumeamalla kivijalka ulkoapäin. Nykyaikaisen talon ulkolaudoituksen alaosaa ei saa peittää, ettei tuuletusrako ulkoverhouksen alaosassa tukkeutuisi. Vanhemmassa rakennuskannassa ei tätä tuuletusrakoa ulkoseinän vuorilautojen alla välttämättä ole. Ulkomaalina käytettiin usein ns. hengittäviä keittomaaleja, joista seinän läpi kulkeutuva kosteus pääsi

haihtumaan. Vanhaa tuulettumatonta seinärakennetta ei saa maalata tiivistä kalvoa muodostavalla maalilla.

Keväällä, kun lumi on märkää, voi lumen kosteus imeytyä rakennuksen kivijalkaan. Tästä syystä esim. valesokkelirakenne, jossa betoniin imeytyvä vesi voi kastella lämpöeristeen ja rungon, on pidettävä lumettomana. Nykyisin annettu ohje poistaa lumet seinänvierustalta liittyykin nykyaikaisiin routaeristettyihin perustusrakenteisiin ja nykyaikaiseen tuulettuvaan ulkoverhousrakenteeseen. Jos perustusten routaeristeet eivät ole riittävän tehokkaat, voi lumen poistaminen aiheuttaa routavaurioita perustuksissa.

6.2 RYÖMINTÄTILAINEN ALAPOHJA ILMAN TUULETUSAUKKOJA

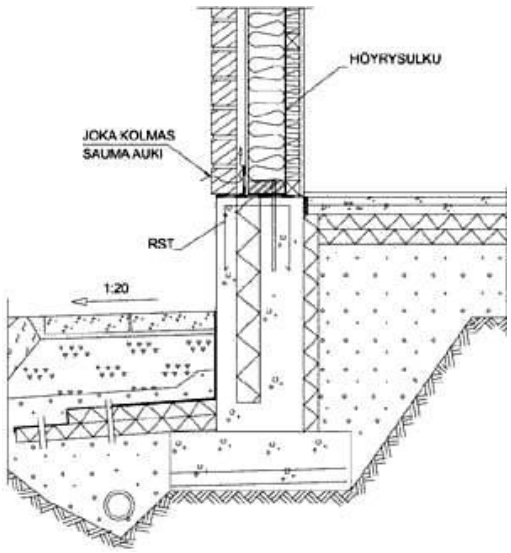
Markkinoille on tullut ratkaisuja, joissa tuuletustilaan asennetaan kosteuden kerääjä vähentämään kosteutta tuletustilasta. Näissä ratkaisuissa tuuletusaukot tukitaan, ilmaa vaihdetaan vain kosteuden kerääjän kautta. Ryömintätilan suhteellinen kosteus pyritään pitämään alle kriittisen rajan, RH 65 %. Umpinaiseksi rakennettu tuuletustila on syytä rakentaa betonialapohjaisena. Mahdollisten ongelmatilanteiden aikana (laiteviat, sähkökatkot) voi mikrobikasvustoa esiintyä puualapohjassa nopeasti umpinaisen tuuletustilan ja maakosteuden seurauksena.

6.3 MAANVARAINEN ALAPOHJA

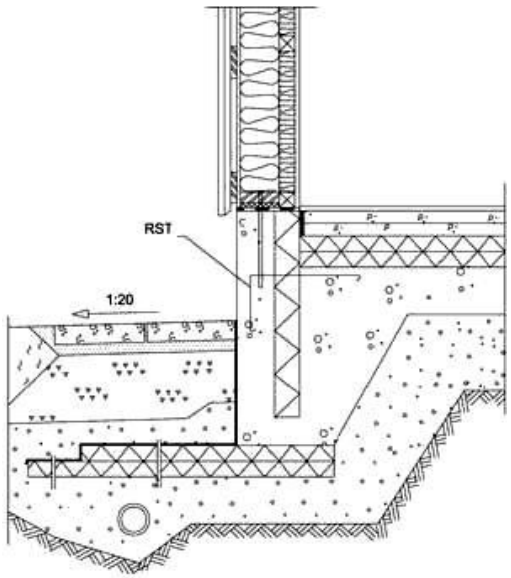
Edellä kuvattu betonialapohjainen tuulettamaton ryömintätilallinen alapohja on rakenteellisesti hyvin lähellä nykyistä maanvaraista alapohjaa. Erona on maanvaraisen laatan kapillaarikatkon muodostava karkea soratäyte. Mitä karkeampaa sora on, sitä enemmän se sisältää ilmaa ja olosuhteet muistuttavat kosteusteknisesti tuulettamatonta ryömintätilaratkaisua. Maanvaraan valettujen kantavien laattojen alle voi muodostua tyhjä tila täyttökerrosten ja alla olevan maaperän painuessa. Useimmiten näitä painumia esiintyy paalutetuilla pehmeikköalueilla. Täyttöjen pinnan laskeutuessa routaeristeet laskeutuvat maanpinnan mukana, jos niiden kiinnitystä betonilaat-

taan ei huolehdita. Maanvaraisen alapohjan radon poisto tapahtuu radonputkiston avulla. Putkistosta imettävä ilma aiheuttaa korvausilman virtaamista alapohjaan, tapauksesta riippuen korvausilmaa voi virrata tiiviin sokkelin alta, mahdollisesti jopa salaojaputkiston kautta. Salaojaputkiston ilma sekä rakennuksen vierustan multa tai asfaltti voi aiheuttaa korvausilmaan monenlaisia päästöjä, kuten mikrobi- ja hiilivetypäästöjä.

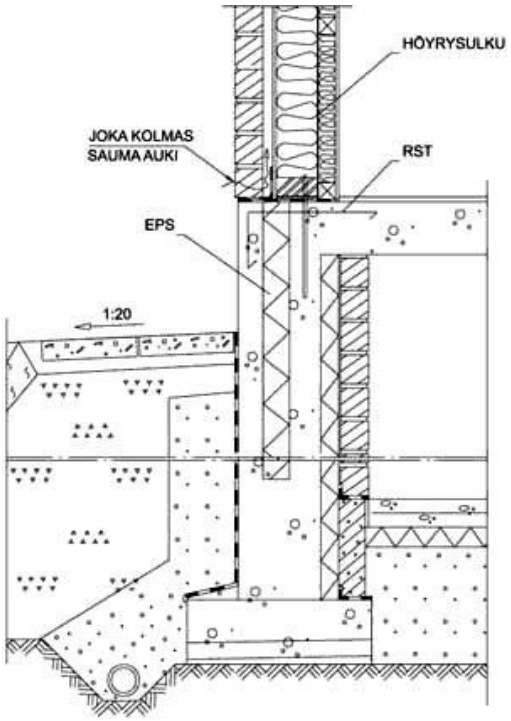
Vanhojen maanvaraisten laattojen tiiveydessä on paljon toivomisen varaa. Ilman radon suojausta maanvastainen laatta voi olla huomattavan epätiivis, jolloin huoneen alipaineisuudesta johtuen ilmavuotoa pääsee syntymään maanvaraisen laatan alta. Lattialaatan alle jääneet eloperäiset aineet, kuten valumuottilaudoitukset, sahanpuru, multa tai puunkappaleet aiheuttavat mikrobipäästöjä.



Kuva 17. Perusmuuri ja maanvarainen betonilaatta-alapohja (betoniopas, www-sivut).



Kuva 18. Reunapalkilla vahvistettu laattaperustus (betoniopas, www-sivut).



Kuva 19. Esimerkki kellarillisesta anturaperustuksesta: perusmuuri ja maanvarainen betonilaatta-alapohja (betoniopas, www-sivut).

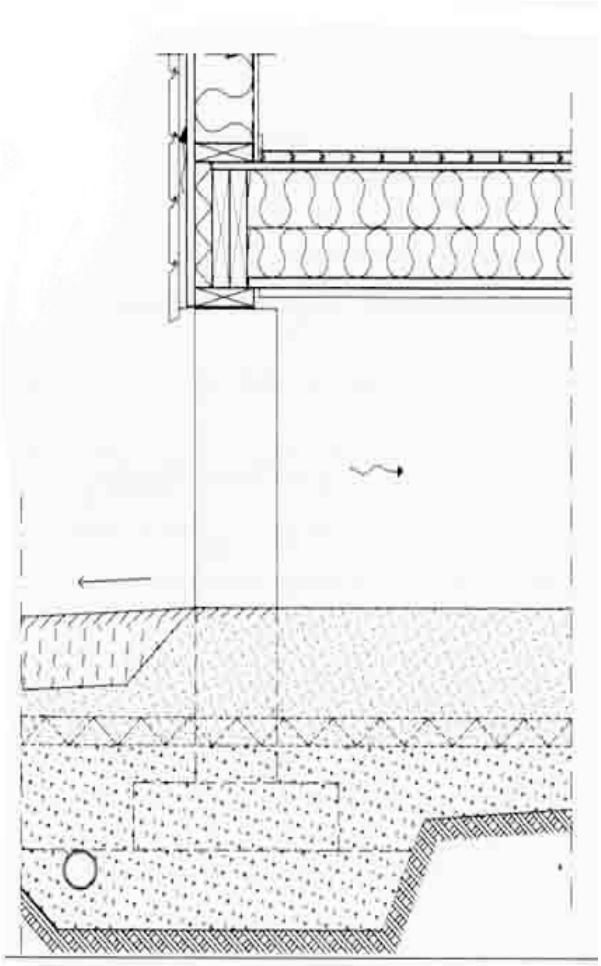
6.4 PILARIPERUSTUKSET

Jos sokkelin tuuletusaukkojen pinta-ala on yli 0,8 % ryömintätilan pinta-alasta, saa alapohjan U-arvo olla korkeintaan 0,16 W/m²K. Jos pilareiden välit levytetään, on riittävästä tuuletuksesta kuitenkin huolehdittava (RT 81-10854).

Edellisen ohjeen perusteella ryömintätilan jäähtyminen ja tavallista suuremmat tuuletusluukut huomioidaan tehostamalla alapohjan lämpöeristystä, näin toimitaan mm. pilariperustusten yhteydessä. Pilariperustuksissa alapohja tuulettuu täysin vapaasti, alapohjan rakenteet lämpenevät nopeammin ulkoilman lämpötilaan, jolloin kondenssiongelmia ei synny. Pilariperustuksen rakennuksen alla oleva maapohja on muotoiltava keskeltä reunoille päin viettäväksi, jottei lammikoitumista synny.

Pilareiden välit voidaan verhoilla esim. vaakarimoituksella, joka peittää noin puolet vapaasta pinta-alasta. Vaihtoehtoisesti verhous voidaan tehdä tiiviimmällä ratkaisulla, tällöin verhoukseen voidaan suunnitella avattavia luukkuja, joita voidaan pitää auki tarvittaessa.

Pehmeikköolosuhteissa käytettävät paalut ovat nykyisin monesti teräspaaluja. Teräspaaluja käytettäessä voidaan routaeristyksestä tietyissä tapauksissa tinkiä, jäätyvä routakerros ei jäädy kiinni pyöreään ja tasaiseen teräspaalun pintaan niin helposti kuin betonipaalujen karkeaan ulkopintaan. Usein piha-alueet kuitenkin routaeristetään muiden piharakenteiden vuoksi.



Kuva 20. Nykyaikaisen pilariperustus (RT 81-10854). Alapohjan tuuletus tapahtuu täysin vapaasti.

7 Johtopäätökset

Lattiarakenteiden korkeusasemalla ympäröivään maahan nähden on vaikutusta. Mitä korkeammalla lattia on, sitä vähemmän maapohjan kosteus kastelee alapohjarakenteita. Suomessa on paljon asuinalueita, jotka on perustettu aivan liian matalalle. Nykyaikainen ryömintätilallinen alapohjan suunnitellaan lähes poikkeuksella hyvin matalalle. Rakennuksen ryömintätilasta muodostuu kuoppa, johon voi kertyä kosteutta. Pohjaveden pinnan ollessa lähellä, on kaivannon syvyydellä suuri merkitys ryömintätilan kosteuteen. Ryömintätilojen alapohjat tulisi rakentaa korkeammalle tasolle.

Ryömintätilan tuuletusaukot jäävät usein hyvin alas, ulkopuolelta katsottuna maanpinnan alapuolelle, tällöin tuuletuksen mahdollistamiseksi aukkoihin on asennettava putket. Putkistojen virtausvastus heikentää tuuletusta, jota taasen tehostetaan koneellisella poistopuhaltimella. Koneiden ylläpito ei aina ole ongelmatonta, tästä syystä tulisi pyrkiä ratkaisuihin, jotka toimivat mahdollisimman pitkälle ilman koneita, kosteuden hallinnan kuitenkaan vaarantumatta. Ryömintätilaisissa alapohjissa esiintyy usein reilun tuuletuksen aiheuttamaa kondenssi ongelmaa kesäisin. Tätä ongelmaa voidaan pienentää routaeristämällä maapohja tehokkaammin. Ryömintätilan maapohjan routaeristys jätetään monesti kuitenkin heikoksi, oletuksena kai on, ettei putkistojen kautta virtaava ilma ennätä jäähdyttää maapohjaa talvella, ja että maasta nouseva lämpö saadaan hyödynnettyä talon lämmityksessä.

Viime aikoina markkinoille tuotuja ratkaisuja, jossa ryömintätilaa ei tuuleteta suoraan ulkoilmaan, vaan alapohjan kuivaus pyritään hoitamaan ilman kuivaimella. Kokeilut puualapohja kohteissa ovat osoittautuneet hyvin riskialttiiksi, virheet kuivatuslaitteistojen mitoituksessa ovat aiheuttaneet mittavia mikrobivaurioita jo lyhyessä ajassa. Maapohjasta nousevaa kosteus on usein arvioitu reilusti alakanttiin. Määräyksissä ei tehdä eroa puurakenteisen ja betonirakenteisen alapohjarakenteen

välille, koneellisesti kuivatussa alapohjassa ero on kuitenkin hyvin suuri. Puualapohjissa ryömintätilan umpisokkelirakennetta ei tule käyttää.

Olosuhteet nykyaikaisen maanvaraisen laatan alla on hyvin samankaltaiset kun tuulettumattomassa ryömintätilassa. Laatan ja eristeen alle muodostuu ilmatilaa sitä enemmän, mitä karkeampaa sepeli on. Maanvaraan valettujen kantavien laattojen alle voi muodostua tyhjä tila täyttökerrosten ja alla olevan maaperän painuessa. Useimmiten näitä painumia esiintyy paalutetuilla pehmeikköalueilla. Laatan alle muodostuu ilmatasku, josta ilmaa pääsee huonetiloihin laatan raoista. Uusissa rakennuksissa laatan alustila voidaan yrittää alipaineistaa radonputkiston avulla. Vanhoihin lattioihin voitaisiin jälkikäteen asentaa radon kaivo, jolla laatan alustila alipaineistetaan. Maanvaraisten alapohjan tiiveyteen pitäisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota myös korjausrakentamisessa. Korvausilman tullessa suhteellisen lämpimänä laatan alta, jää vuoto usein huomaamatta. Alapohjien tiiveyttä voidaan tutkia lämpökamerakuvauksen lisäksi erilasten merkkiaineiden avulla.

Pilariperustuksen yhteydessä ei esiinny tuulettuville alapohjille tyypillistä kondenssiongelmaa, koska ulkoilmaan avoimet rakenteet lämpenevät nopeasti. Maaperän tehokas routaeristäminen nopeuttaa myös rakennuksen alapohjarakenteiden lämpenemistä. Pilariperustaminen mielletään kesämökkien ja muiden pienten rakennusten perustamistavaksi, jota tuskin mainitaan asuinrakennuksen perustamistapaa valittaessa. Voisiko pilariperustaminen olla vaihtoehtona, kun riskit huonoon sisäilmaan halutaan minimoida. Ryömintätilaisissa alapohjissa talviaikainen tuuletus riittää usein nykyiselläkin mitoituksella, kesäaikaista tuuletusta voitaisiin lisätä reilusti. Eri rakenneratkaisujen hyvien ominaisuuksien yhdistämisestä voidaan saada aikaan toimivia ratkaisuja.

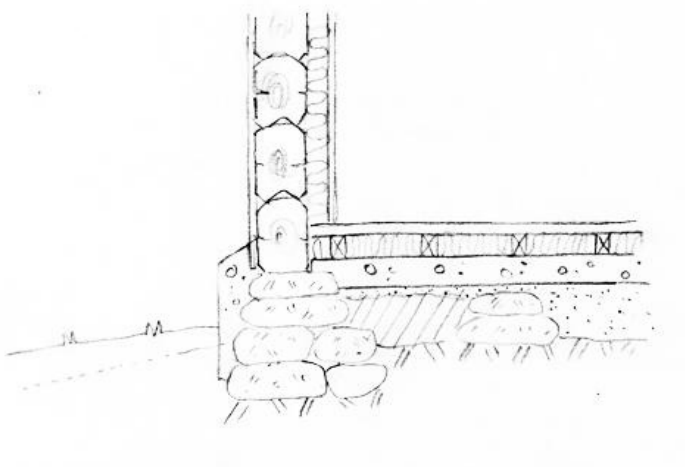
8 Esimerkkitapaukset alapohjien korjauksesta

8.1 TAPAUS MUMMONMÖKKI

1900-luvun alun mökkiin on tehty 1970-luvulla remontti, tuolloin multapenkkiperustus on muutettu maanvaraiseksi laataksi. Hirsiseinät on vuorattu ulkoapäin levyillä, jotka maalattu. Kiviladelmaperustusta on modernisoitu valamalla betonikuori kivien päälle, samalla alimmasta hirrestä puolet on jäänyt betonivalun sisään. Viistosateet ovat kastelleet seinän, vesi on päässyt valumaan betonivalun raosta ja kastellut alimman hirren.

Mökin perustusvauriot kunnostettiin vuonna 1998, tuolloin kaksi alinta hirttä korvattiin uudella seinärakenteella, ulkoseinät laudoitettiin ja kivijalan sisään jätetty hirsi korvattiin betonivalulla. Korjauksen jälkeen lahopuun haju poistui mökistä.

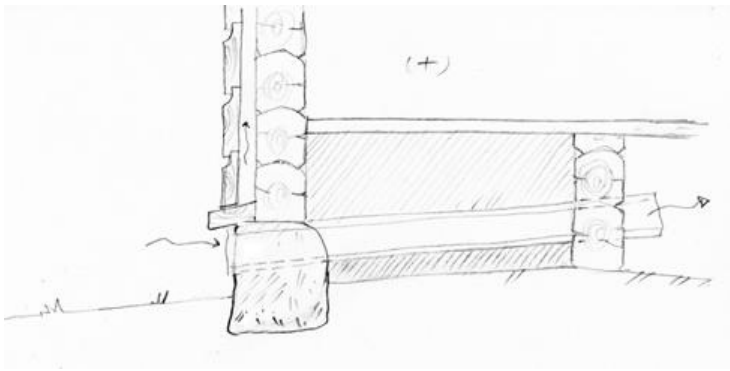
Remontissa ei avattu lattioita, arvoitukseksi jäi, kuinka tarkasti alkuperäinen multapenkkiperustuksen multatäyte on poistettu ennen laatan valamista. 1970-luvun remontin tekijä kertoi kuitenkin alapohjan tyhjennetyn, jonka jälkeen tila on täytetty hiekalla. Rakennus sijaitsee kumpareella, josta laskua joka suuntaan reilusti.



Kuva 21. Tilanne ennen 1990 –luvun remonttia. Mökin multapenkkiperustus on vaihdettu maanvaraiseksi laataksi jo aiemmin (JR).

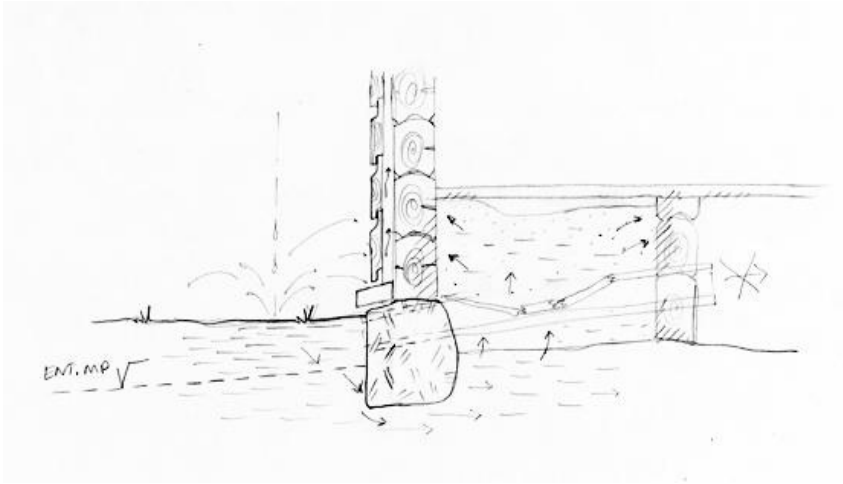
8.2 TAPAUS VANHA KIRKKO

Hirsirakenteiseen vuonna 1863 rakennettuun, nykyisin kylmillään olevaan kirkkoon oli kaavailtu katto- ja ulkomaalausremonttia. Syksyllä 2006, ennen ulkopuolen remontoimista tarkasteltiin rakennuksen kuntoa hieman tarkemmin. Kirkkosalin lattiasta havaittiin lahovaurioita, jota oli paikattu levyllä. Salissa huomattiin myös punaista pölyä penkkien pinnoilla. Alapohja oli piirustusten mukaan rossipohja, mutta lattian avauksen yhteydessä huomattiin alapohjan olevan multapenkkiperustus. Lattian alta paljastui lattiasienikasvusto, joka oli levinnyt noin 1/3 osalle kirkkosalin lattiasta. Lattiasieni oli noussut yhdestä kohtaa seinälle noin parin neliön alueelle.



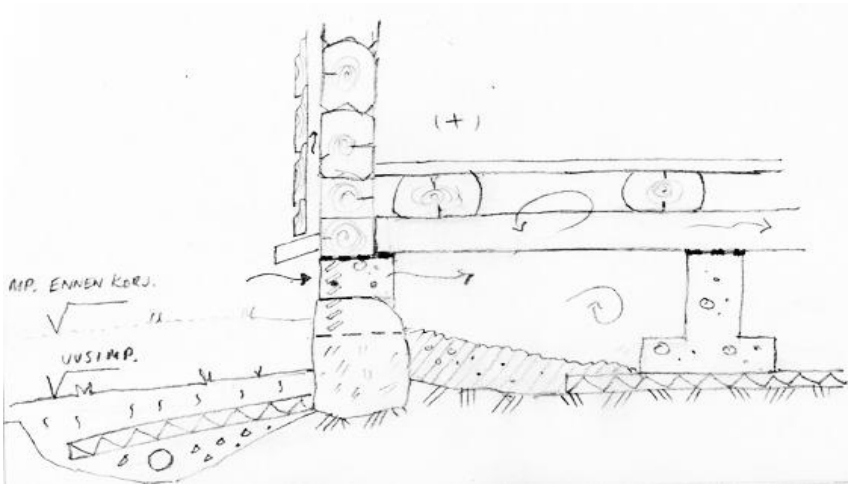
Kuva 22. Alkuperäinen rakenne. Kivijalka on hyvin matala. Multapenkki nousee noin 30-40 cm korkeuteen kivijalan yläpinnasta (JR).

Kirkkosalin lämmitys on lopetettu 1980-luvulla, lämmityksen aikana lämmön kuivattava vaikutus on pitänyt multiaishiekkakerroksen kuivana. Ulkopuolen maanpinta on noussut rakennuksen seinustalla reilun sadan vuoden aikana noin 20 cm. Alapohjan tuuletus on tapahtunut lautarakenteisten tuuletusputkien kautta täytteenä olevan hienon hiekkakerroksen läpi. Tuuletusputket ovat jääneet kohonneen maanpinnan alle, ja tuuletus on estynyt.



Kuva 23. Tilanne ennen korjausta v. 2006 (JR).

Katon räystäskourut ovat rikkoontuneet, vettä pääsee valumaan maahan, kohonneen maanpinnan seurauksena roiskevedet kastelevat seinän alaosaa. Vedet imeytyvät maahan, josta ne siirtyvät kapillaarisesti matalan kivajalan alta multapenkkiperustuksen täytteisiin, hieno hiekkatäyte kastuu kapillaarisesti ylös asti. Puurakenteinen tuuletusputki on lahonnut ja tukkeutunut. Alimmat hirret ovat lahonneet hiekka täytteen kohdalta.



Kuva 24. Korjattu rakenne. Luonnonkivijalkaa korotettu 20 cm betonivalulla. Maapohja puhdistettu ja käsitelty boorijauheella sekä eristetty spu-eristeellä ja kevytsoralla (JR).

Kirkko on suojelukohde, joten lattiarakenteen muutokselle haettiin lupaa Museovirastolta. Suunnitelmana oli muuttaa lattia eristämättömäksi tuulettuvaksi alapohjaksi. Lupa saatiin ja työt aloitettiin.

Ulkopuolista maanpintaa on madallettu noin 20-30 cm. Matalan kivijalan vierusta on kaivettu auki, perustukset routaeristettiin ja salaojitettiin. Kostea nurmialue rakennuksen toiselta sivulta viemäröitiin asentamalla pihakaivot. Multapenkin hiekkatäyte poistettiin, samoin täytehiekkaa pidelleet hirsiarinat. Kaksi alinta ulkoseinähirttä vaihdettiin uusiin, samalla matalaa kivijalkaa korotettiin noin 20 cm valamalla betonivalu vanhan luonnonkiviperustuksen päälle. Uuteen betonisokkeliin tehtiin suuret tuuletusaukot. Lattiakannakkeiksi valettiin betonipilarit, jotka routaeristettiin. Maapohja puhdistettiin huolellisesti ja käsiteltiin boorijauheella. Routaeristeenä käytettiin kevytsoraa ja pilareiden alla spu-eristettä. Uusi lattia rakennettiin pelkkahirsien varaan. Perustuskorjaukset ja vanhojen ikkunoiden kunnostus tehtiin syksyn ja talven aikana. Seuraavana kesänä konesaumakate ja ulkomaalaus uusittiin suunnitellusti.

Kuva 25. Kirkon lattian alta paljastunut lattiasieni vaurio (JR).

Kuva 26. Kirkon kivijalan korotus ja alimpien hirsien vaihto (JR).

Viiden vuoden kuluttua alapohjan korjauksesta tilanne vaikuttaa hyvältä. Aikaisemmin routavaurioista kärsinyt maapohja on pysynyt liikkumattomana. Piha-alueen viemäröinti kuivattaa pintavedet tehokkaasti.

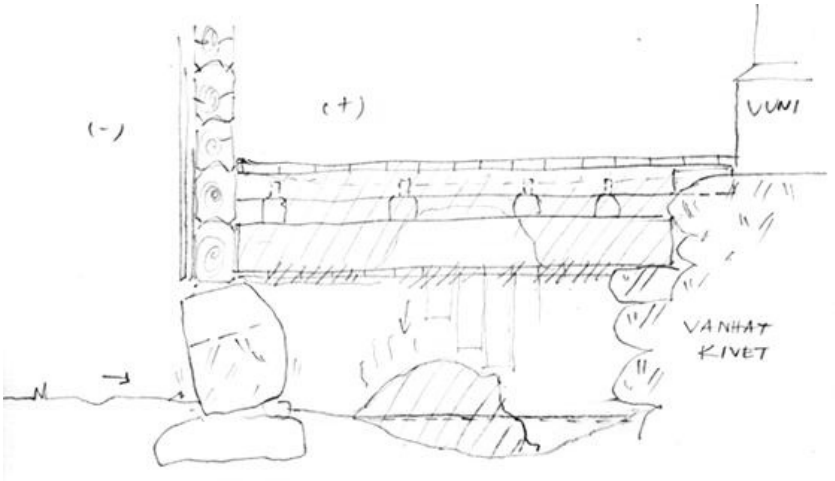
8.3 TAPAUS VANHA KOULU

Vuonna 1908 rakennettu koulurakennus kunnostettiin asunnoksi. Rakennuksessa on luonnonkiviperustus ja tuulettuva alapohja. Kunnostustyöt aloitettiin vuonna 1999 madaltamalla maanpinnan tasoa rakennuksen ympärillä. Rakennuksen perustukset kaivettiin auki, salaojitettiin ja kaivanto peitettiin väliaikaisesti soralla. Rakennuksen savupiiput, uunit ja alapohja purettiin. Hirsikehikkoa oikaistiin, rakennuksen eteläpuolella kehikko nousi noin 5 cm. Nostossa käytettiin apuna kahta 20 tonnin pullotunkkia (vierekkäin) ja koivukiiloja hirren ja kiven välissä väliaikaisina tukina. Rakennuksen peruskivet olivat liikkuneet routimisen seurauksena rakennuksen eteläpuolella. Peruskivet oiottiin ja nostettiin oikaistuun hirsikehikkoon kiinni, kivet tuettiin kiilakivien varaan. Peruskiven ja anturakiven välit valettiin kevytsoravalulla. Perustukset routaeristettiin ja eristelevyt peitettiin savisella multamaalla.

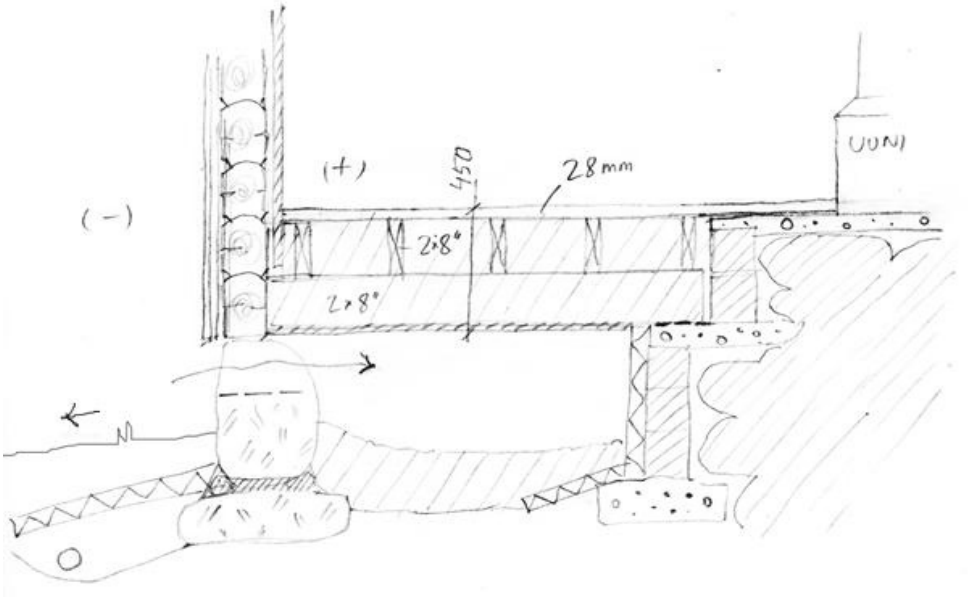
Rakennuksen alapohja purettiin kokonaan, myös kannatin hirret, jotka olivat lahonneet alapuolelta noin 50 mm syvyydelle. Rakennuksen alle on aikaisemmin päässyt kertymään sulamisvesiä, jotka ovat kostuttaneet alapohjaa. Maapohja puhdistettiin

huolellisesti ja muotoiltiin salaojiin päin viettäväksi. Maapohja käsiteltiin boorijauheella ja routaeristettiin kevytsoralla. Alkuun kevytsoraa laitettiin 15-20 cm. Seuraavan talven aikana, ennen lattiarakenteiden rakentamista, huomattiin maapohjan routimista pienellä alueella. Pilariantureiden routaeristystä parannettiin ja maapohjaa lisäeristettiin vielä seuraavana kesänä noin 15 cm kevytsorakerroksella. Lattiat rakennettiin 40 cm lämpöeristyksellä, nykyaikaisena runkorakenteena.

Ongelmana oli hyvin matala perustus, luonnonkiviharkot ovat vain noin 60 cm korkuisia. Kun kivijalkaa haluttiin jättää näkyville 40 cm, mahtui maanpinnan alle vain 50 mm spu-eriste ja 15 cm maata. Kohtiin, joista poistetaan lumet sekä katosten alla routaeristettä laitettiin 10 cm. Spu-eriste, pintamaiden muotoilu, salaojitus, kevytsoravalu peruskivien ja anturakivien välissä ovat olleet riittävät toimenpiteet routimisen estämiseksi, eikä vaurioita ole ilmaantunut noin kymmenen vuoden seurantajakson aikana.



Kuva 27. Tilanne ennen korjausta. Routavaurioita perustuksissa ja uunin pohjissa. Rakennuksen alle muodostuu keväisin suuret lammikot. Alapohjan kannatinhirret alapuolelta lahonneet noin 5 cm matkalta, osa eristeistä pudonnut maahan. Ulkoseinät ehyet (JR).



Kuva 28. Korjattu rakenne. Alapohja uusittu rankarakenteisena, eristeenä kutterinlastua 200mm ja selluvillaa (päällä) 200mm. Uunin perustukset osittain purettu, uudet tehty kevytsoraharkoista ja betonista. Uunit ja piiput uusittu. Maapohja puhdistettu ja käsitelty boorijauheella, jonka jälkeen lisätty 300mm kevytsoraa. Ulkopuolinen routaeristys ja salaojitus. Anturakiven ja perustuskiven välit kiilattu kivillä ja valettu umpeen kevytsoravalulla (JR).

Lähdeluettelo

Betoniopas, http://www.betoni.com/fi/Betoniopas/Betoni+rakennusmateriaalina/ Betonin+k%C3%A4ytt%C3%B6kohteet/Perustukset/ (luettu 4.4.2012).

Björkholtz Dick, Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka, 1997.

Rantamäki M., Jääskeläinen R. ja Tammirinne M. Geotekniikka, Otakustantamo 1979.

Kolehmainen Alfred, Puurakentamisperinne, Rakennustieto 1997.

RakMK C2 opas, Kosteus rakentamisessa, Ympäristöministeriö 1999.

RIL-107, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 2000.

RT 81-10486, Pientalon perustamistavan valinta, 1992.

RT 81-10854, Pientalon perustuksen ja alapohjan liittymät, 2005.

Toroi Sirpa, Mertakadun koerakenteen seurantamittaukset, Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma, tutkintotyö 2007.

Ympäristöopas 28, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, Ympäristöministeriö 1997.

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO
Koulutus- ja kehittämispalvelu
Aducate

ISBN 978-952-61-0733-2