

Jani Kinnunen

1970-luvun pientalon hankintakustannukset verrattuna uudisrakennuksen hintaan

Insinööriö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusala
Kevät 2014



Koulutusala Insinööri	Koulutusohjelma Rakennustekniikka
Tekijä(t) Jani Kinnunen	
Työn nimi 1970-luvun pientalon hankintakustannukset verrattuna uudisrakennuksen hintaan	
Vaihtoehtoiset ammattipinnot Tuotantotekniikka	Toimeksiantaja Jani Kinnunen
Aika Kevät 2014	Sivumäärä ja liitteet 88
<p>Tämän insinööri työn tarkoituksena on antaa tietoa 1970-luvun riskirakenteista ja mahdollisista korjaustarpeista sekä niiden tuomista kustannuksista kyseisen aikakauden asunnon ostoa harkitsevalle. Esimerkkikohteena on käytetty Kajaanissa sijaitsevaa 1970-luvun pientaloa, jonka vertailukohtana on laskettu vastaavanlaisen uuden omakotitalon materiaali- ja työkustannuksia, kun pientalo rakennettaisiin vuoden 2014 rakentamismääräysten mukaan.</p> <p>Kohteiden sijaintikunnaksi on otettu Kajaani. Sijainnilla on erittäin tärkeä rooli määrittäessä kokonaiskustannuksia, koska omakotitalojen ostohintojen yleinen hintataso ja palkkakustannukset vaihtelevat alueittain. Materiaalikustannuksissa ei sijainnilla ole niin suurta merkitystä.</p> <p>1970-luvun omakotitalon ostohinta yhdessä korjauskustannusten kanssa antaa vertailukohdan uudisrakennuksen rakennusteknisiin kuluihin, ja näitä hintoja vertaamalla voidaan saada suuntaa siitä, kumpi vaihtoehto olisi kustannusten valossa järkevämpi vaihtoehto toteuttaa. Hinnat ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, koska uudiskohteen kustannuslaskennassa ei ole huomioitu LVISA-kustannuksia, suunnittelukustannuksia sekä osa sisäpuolen pintarakenteiden kustannuksista puuttuu. Kustannuksissa ei ole huomioitu myöskään piha-alueita eikä mahdollisia muita rakennuksia. Työ toimii oppaana korjauksissa sekä antaa tietoa nykypäivän vaatimuksista ja määräyksistä uudiskohteen rakentajalle.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Korjausrakentaminen, rakentamistekniikka, kustannuslaskenta
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Jani Kinnunen	
Title Purchase Prices of Houses Dating from the 1970s Compared to New Building Costs	
Optional Professional Studies Production Technology	Commissioned by Jani Kinnunen
Date Spring 2014	Total Number of Pages and Appendices 88
<p>The objective of this engineering thesis is to provide information about risk structures dating from the 1970s and possible repair needs for people considering buying a house built during at that time. The example used for the purposes of this thesis is a 1970s town house located in Kajaani. For the sake of comparison, the material and labor costs of an equivalent type of house built according to 2014 building regulations have been calculated.</p> <p>Kajaani is the location of the above thesis subjects. The location is very important in determining the total costs because general house prices and labor costs vary region by region. The location is not so important in material costing.</p> <p>The purchase price of a house built in the 1970s together with the repair costs can be compared with the construction engineering expenses of a new building in order to provide an indication as to which alternative would be more reasonable in terms of price to accomplish. However, the prices are only indicative because the cost accounting does not include HPVEAS (heating, plumbing, ventilation, electrical installation, automation system) costs, design costs and a part of the internal surface structure costs. Nor are yard areas and possible other buildings included.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Renovation, construction engineering, cost accounting
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 1970-LUVUN PIENTALON RAKENTAMISTAPOJEN VERTAILU NYKYPÄIVÄÄN.....	2
2.1 Tyypillinen 1970-luvun omakotitalo	2
2.2 Perustus- ja sokkelirakenteet	3
2.3 Kuivatus ja salaojitus	6
2.4 Routasuojaus.....	9
2.5 Maanvaraisen alapohjan rakenteet.....	11
2.6 Ulkoseinärakenteet	13
2.7 Yläpohja ja vesikattorakenteet	18
2.8 Märkätilat	22
2.9 Kellaritilat.....	25
2.10 Ilmanvaihto.....	26
3 ESIMERKKIKOHTTEEN PERUSPARANNUS JA KORJAUSKUSTANNUKSET	28
3.1 Esimerkkikohteen perustiedot	28
3.2 Perustus- ja sokkelirakenteet	29
3.2.1 Parannusehdotus.....	31
3.2.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset.....	34
3.3 Lattiarakenteet.....	34
3.3.1 Parannusehdotus.....	35
3.4 Ulkoseinärakenteet	36
3.4.1 Parannusehdotus.....	38
3.4.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset.....	40
3.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	43
3.5.1 Parannusehdotus.....	45
3.5.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset.....	45
3.6 Märkätilat	48
3.6.1 Parannusehdotus.....	49
3.6.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset.....	51
3.7 Kustannusten yhteenveto	54

4 ESIMERKKI KOHDETTA VASTAAVAN VUODEN 2014 UUDISKOHTTEEN RAKENNUSTEKNISET KUSTANNUKSET	56
4.1 Rakennusosien kustannusten laskeminen	56
4.2 Rakennuksen perustiedot.....	59
4.3 Perustus- ja sokkelirakenteet	60
4.3.1 Harkkoperustuksen materiaali- ja työkustannus.....	60
4.3.2 Perusmuuriperustuksen materiaali- ja työkustannus.....	61
4.3.3 Yhteenveto perustusten osalta	62
4.4 Alapohjarakenteen materiaali- ja työkustannukset.....	62
4.4.1 Kuivientilojen alapohjarakenne	63
4.4.2 Märkätilojen alapohjarakenne	63
4.4.3 Alapohjarakenteiden kokonaiskustannukset.....	64
4.5 Ulkoseinärakenteen materiaali- ja työkustannukset	65
4.5.1 Kuivientilojen ulkoseinärakenne.....	65
4.5.2 Märkätilojen ulkoseinärakenne	66
4.5.3 Ikkunat ja ulko-ovet	67
4.5.4 Yhteenveto ulkoseinärakenteiden osalta	68
4.6 Väliseinien materiaali- ja työkustannukset.....	68
4.6.1 Kantavat väliseinät.....	68
4.6.2 Kevyet väliseinät	69
4.6.3 Väliovet	72
4.6.4 Yhteenveto väliseinärakenteiden osalta	73
4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	73
4.7.1 Yläpohjarakenne	74
4.7.2 Räystäsrakenteet.....	75
4.7.3 Vesikattovarusteet.....	76
4.7.4 Yhteenveto yläpohjan osalta	77
4.8 Keittiö.....	77
4.9 Uudiskohteen rakennustekniset kokonaiskustannukset.....	78
5 KUSTANNUSTEN VERTAILU	81
6 YHTEENVETO	83
LÄHTEET.....	84

NIMIKKEISTÖ

LVISA – lämpö, vesi, ilma, sähkö ja automaatio

Radon – radon on terveydelle haitallinen hajuton, mauton ja näkymätön radioaktiivinen jalkaasu.

U-arvo – eli lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen.

Diffuusio – kosteus siirtyy suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään päin ilmassa tai kiinteän aineen huokosissa diffuusiona. Rakennuksissa diffuusio suuntautuu yleensä sisältä ulospäin.

Kapillaarisuus – tarkoittaa huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huukoissa aineessa.

XPS – suulakepuristettu polystyreenilevy

EPS – polystyreenilevy

Suhteellinen kosteus (% RH) – on todellisen vesihöyrypaineen ja kyllästyshöyrypaineen välinen suhde tietyssä lämpötilassa. Kertoo kuinka monta prosenttia absoluuttinen kosteus on vallitsevan lämpötilan kyllästyskosteudesta.

Formaldehydi – formaldehydi on alifaattinen hiilivety, joka on huoneenlämmössä väritön ja pistävän hajuinen kaasu.

Bitumikermi – tarkoitetaan tukikerroksellisia vedeneristyskerroksia, joissa eristävänä aineena on bitumi tai modifioitu bitumi. Tukikerrokset ovat yleensä polyesteriä tai lasikuitua.

Selektiivi – energiaikkunoiden pinnoite, jonka avulla voidaan rajoittaa lämpösäteilyn läpäisyä.

1 JOHDANTO

Insinööriyössä on tarkoituksena tutkia mahdollisia korjaustoimenpiteitä ja niiden tuomia materiaali- ja työkustannuksia 1970-luvun rakennuksessa, sekä kertoa kyseisen aikakauden riskirakenteista. Vertailukohtana on laskettu vastaavanlaisen uuden omakotitalon materiaali- ja työkustannuksia, kun talo rakennetaan vuoden 2014 rakentamismääräysten mukaisesti.

Kustannuslaskennassa on huomioitu ainoastaan rakennustekniset kustannukset, eli LVISA-kustannuksia eikä suunnittelukustannuksia ole huomioitu. Laskennasta puuttuvat myös sisäpuolen listoitukset.

Näillä tiedoilla 1970-luvun omakotitalon ostoa suunnitteleva saa tietoa kyseisen aikakauden riskirakenteista sekä niiden korjaamisen tuomista kustannuksista. Samalla ostoa suunnitteleva voi verrata 1970-luvun omakotitalon kokonaiskustannuksia vastaavan tyyppisen uudiskohteen hintaan.

Kohteiden sijaintikunnaksi on otettu Kajaani. Sijaintikunnan merkitys tämän tyyppisessä vertailussa on erittäin tärkeää, koska lähtökohtana on tiedettävä vanhan rakennuksen ostohinta sekä kaupungin tai kunnan yleinen hintataso. Sijaintikunta vaikuttaa myös palkkakustannuksiin, mutta materiaalikustannuksissa ei sijainnilla ole niin suurta merkitystä.

Ostohinta yhdessä korjauskustannusten kanssa antaa vertailukohdan uudisrakennuksen rakennusteknisiin kuluihin. Näitä hintoja vertaamalla voidaan saada suuntaa siitä, kumpi vaihtoehto olisi kustannusten valossa järkevämpi vaihtoehto toteuttaa. Hinnat ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, koska kaikkia uudiskohteen tuomia kustannuksia ei ole huomioitu, kuten piha-alueita, eikä piha-alueen muita rakennuksia.

1970-luvun ja vuoden 2014 pientalojen rakentamista voidaan verrata jossakin määrin toisiinsa. Molemmilla aikakausilla on rakennuksen energiatehokkuuteen ja sen vaatimaan tiiviyyteen pyritty vaikuttamaan yhä enenevässä määrin, sekä rakennuksista on karsittu niin sanotut hukkaneliöt.

2 1970-LUVUN PIENTALON RAKENTAMISTAPOJEN VERTAILU NYKYPÄIVÄÄN

2.1 Tyypillinen 1970-luvun omakotitalo

1970-luvulla rakentamistyyli oli laatikkomainen ja rakennukset alkoivat muuttua suorakaiteesta monimuotoisemmiksi (kuva 1). Vaikutteita otettiin paljon myös ulkomailta. Rakennusten muodoissa alettiin suosia myös L-mallisia, ns. puoliatriumtyyppisiä terasseineen ja rinnetaloja. Runkosyvyyden kasvettua alettiin käyttää myös kupolimallisia kattoikkunoita, joiden avulla luonnonvaloa saatiin tuotua myös rakennuksen keskelle. Kyseisenä ajankohtana Suomen olosuhteet tahtoivat unohtua monilla arkkitehdeilta ja suunnittelijoilta. Kattokaltevuudet olivat loivia ja pulpettikatot olivat suosittuja. 1970-luvun jälkipuoliskolla alettiin rakentaa myös niin sanottuja käkikellotaloja, joissa kattokaltevuudet olivat vastaavasti erittäin jyrkkiä (kuva 2). Kyseisenlaiset talot olivat puolitoistakerroksia.



Kuva 1. Tyypillinen 1970-luvun tasakattoinen talo. [1.]



Kuva 2. Tyypillinen 1970-luvun "käkikellotalo". [2.]

Kaavoittajat määrittivät yhä enenevässä määrin pientaloalueille tarkempia ohjeistuksia ulko- vuorausten materiaalin ja värien suhteen. Myös lattiakorot ja kattomuodot määritettiin tarkemmin. Rakenteissa otettiin käyttöön uusia materiaaleja ja rakenneratkaisuja, joiden kestävydestä ja kosteusteknisestä toiminnasta ei ollut käytännön tietoa. Energiainsäästöratkaisuja suunniteltiin enemmän, ja syynä siihen oli 1970-luvun alun energiakriisi. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimiin tehtiin kiristyksiä vuosina 1976 ja 1978 (taulukko 1). [3],[4]

Kyseiset toimintamallit näkyvät nykypäivänä mm. kosteus- sekä home-ongelmina kyseisen aikakauden rakennuksissa.

Taulukko 1. Lämmönläpäisykertoimet kiristyivät 1970-luvulla energiakriisistä johtuen, ja niiden kiristymistä on tapahtunut tasaisin väliajoin. Taulukossa on esitetty myös vuoden 2014 lämmönläpäisykerroinvaatimukset.

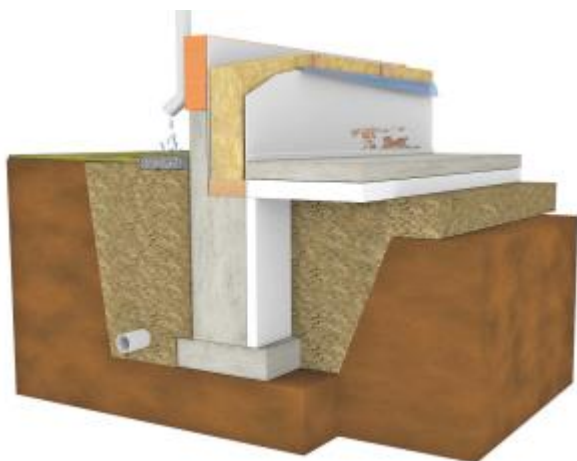
Rakennusosa	Lämmönläpäisykertoimet W/m ² K			
	Lämpimät tilat			
	1969-	1976-	1978-	2012-
Ulkoseinä	0,81	0,70	0,35	0,17
Maanvarainen alapohja	0,47	0,40	0,40	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,40	0,40	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,29	0,09
Yläpohja	0,47	0,35	0,29	0,09
Ovi	2,2	1,4	1,4	1,0
Ikkuna	2,8	2,1	2,1	1,0

2.2 Perustus- ja sokkelirakenteet

1970-luvun perustus- ja sokkelirakenteet olivat yleensä paikalla valettuja betonirakenteita, joiden betoni saatettiin valmistaa rakennuspaikalla. Betonin tiivistäminen jäi yleensä puutteelliseksi sekä suhteutus ei ollut tarkkaa, jolloin betonin lujuus saattoi jäädä heikoksi ja huokoiseksi. Hienorakeinen sokkelin vieruksen täyttömaa yhdessä huokoisen betonin kanssa johtaa kosteutta kapillaarisesti hyvin ja edesauttaa kosteuden siirtymistä vaakasuunnassa alajuoksuun. Aikakaudelle oli tyypillistä, että anturat valettiin suoraan perusmaan päälle ilman kapillaarisuuden katkaisevaa kerrosta. Tästä johtuen maaperästä nouseva kosteus pääsee siir-

tymään hyvin anturan kautta sokkeliin ja aina alaohjauspuuhun asti, mikäli alaohjauspuuta ei ole irrotettu betonista huopakaistalla.

Yleinen sokkelirakenne oli valesokkeli, joita käytettiin matalaperustaisissa pientaloissa (kuva 3). Valesokkelin tarkoitus oli tavoitella alapohjan ja seinänvälisen liitoksen parempaa lämmöneristyskykyä ja tiiviyttä. Samalla rakennus saatiin mukautettua paremmin maastoon. Tä-mäntyyppisessä rakenteessa perusmuuri on ulkopuolella näkyvässä maanpinnalla noin 300 mm ja valmis lattianpinta on lähes tasan ulkopuolen maanpinnan koron kanssa. Alaohjauspuun sijainti on 100–200 mm alempana kuin valmis lattian pinta. Valesokkelin tunnistaa hel-poiten ulko-oven ja sokkelin liittymästä, jossa sokkelin yläreuna on kynnyksestä 0,2–0,3 met-riä ylempänä. Valesokkelirakenne on erittäin riskialtistrakenne routa- ja kosteusvaurioille. [5],[6.]



Kuva 3. Kuvassa tyypillinen 1970-luvun rakennuksen perustamistyyli, joka johtaa routa- ja kosteusvaurioihin. [7.]

Ennen rakennustöihin ryhtymistä tarvitaan tontti jolle rakennetaan. Tontilla olisi hyvä huomioida riittävä valon saanti, ja tästä johtuen rakentamista pohjoisrinteelle tulisi välttää. Rakennuksen pääikkunoiden suuntaus etelään on energiatalouden kannalta edullista. Pientaloasumisen viihtyvyyden kannalta lähellä oleva luonto ja kasvillisuus on keskeinen lähtökohta. Kasvillisuuden osalta on huomioitava niiden riittävä etäisyys rakennuksesta. Tonttia valittaessa tulisi erityisesti huomioida maalaji ja sen muotoilu, koska ne vaikuttavat tontin käytettävyyteen ja rakennuskustannuksiin. Tontilla on oltava myös rakennusoikeutta, jotta sille voidaan rakentaa. Ennen rakentamistöihin ryhtymistä on järjestettävä tarvittavat luvat. Luvan hakemiseen löytyy apua ja ohjeita mm. RT-ohjekortista RT 11-10781 Luvan hakeminen rakentamiseen (2002) ja paikallisesta rakennusvalvontatoimistosta. Kajaanin kaupungin raken-

nusvalvonnassa on myös olemassa rakentajalle suunnattu ohjekirja Pientalorakentajan ABC. [8.]

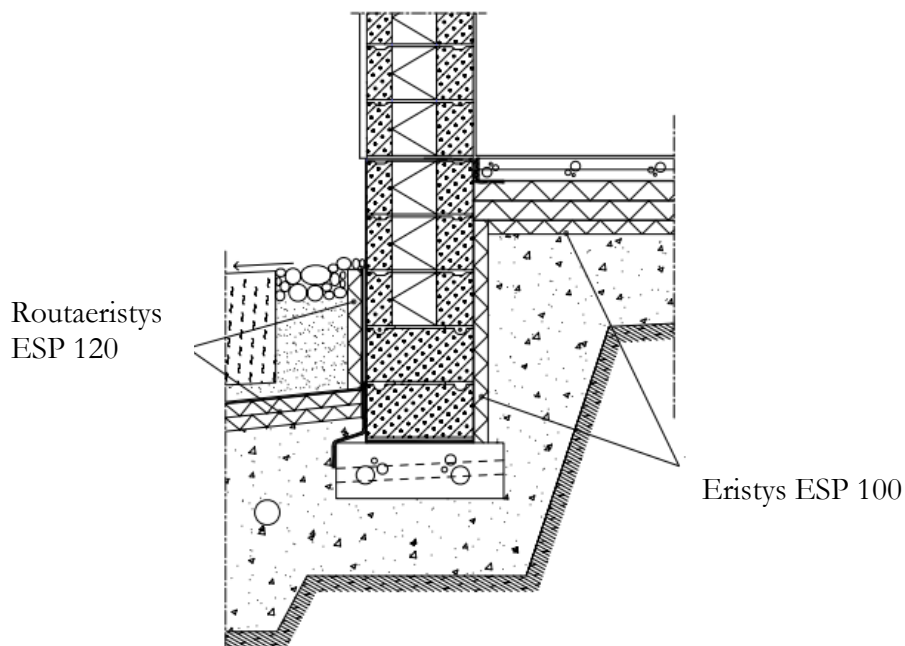
Rakennustyöt alkavat tarvittavista maanvaihtotöistä. Pohjatutkimuksilla selvitetään rakennuskohteen pinnanmuodot, maapohjan kerrosrakenne, kallionpinnan sijainti jne. Samassa yhteydessä selvitetään rakennuspohjan routaantuminen ja pohjaveden keskimääräinen korkeus. Radonriskit on huomioitava, ja niihin voidaan vaikuttaa alapohjarakenteiden ja perustustavan valinnalla. [9.]

Maatäytöissä maa-ainesten tulee soveltua teknisiltä ominaisuuksiltaan käyttökohteeseen, ja ne eivät saa sisältää haitallisia määriä humusta tai epäpuhtauksia. Maanvastaisissa lattiarakenteissa sekä seinärakenteissa tulee käyttää maantäytöissä salaojakerrosta, jonka kapillaarisuus on oltava riittävän pieni, jotta kapillaarinen veden siirtyminen saadaan katkaistua riittävän tehokkaasti. [9.]

Anturoiden koko mitoitetaan siten, että ne kestävät niille asetetut kuormat. Perustusten tehtävänä on myös estää rakennusta painumasta. Anturaperustuksen on oltava vähintään 0,5 m syvyydessä viereisestä maaperästä. Sama syvyys koskee myös laattaperustusta. [9.]

Anturaperustuksessa anturan leveys on oltava vähintään 0,3 m. Pilareiden osalla anturan on oltava vähintään 0,4 m x 0,4 m. Perustustyöli valitaan maaperätutkimusten perusteella, jotka määrittävät anturoiden tarkemman leveyden ja paksuuden sekä mahdollisen paalutustarpeen. [9.]

Perusmuuri voidaan tehdä esimerkiksi harkoista muuraamalla tai betonivaluna erillisten rakennesuunnitelmien mukaisesti (kuva 4).



Kuva 4. Perustusrakenne voidaan tehdä esimerkiksi kuvan mukaisesti. Perusmuurin rakenteessa tulee huomioida sen päältä lähtevän seinänrunгон vahvuus ja materiaali. Kuvan rakennuksenrunko on rakennettu eristeharkolla. [10.]

2.3 Kuivatus ja salaojitus

1970-luvulla salaojaratkaisut olivat puutteellisia tai niitä ei ollut ollenkaan. Salaojaputkena käytettiin muun muassa tiili- tai peltosalaojaputkia. Salaojaputkien korkeusasema oli yleensä virheellinen, ja hyvin todennäköisesti ne ovat tukkeutuneet hienosta täyttömaasta tai putkistoon kulkeutuneista roskista johtuen.

Ensimmäisenä lähtökohtana rakennuspaikan ja rakennuspohjan kuivatuksen suunnittelussa on rakennuspaikan korkeussuhteet. Suunnittelussa huomioidaan rakennuksen lähiympäristön ja piha-alueiden korkeustason lisäksi vesien virtaus kauempaa, ja ne tulee arvioida. Tonttialueen kuivatuksessa ohjailtavat ja poisjohdettavat vedet arvioidaan valuma-alueen ja sadannan perusteella. Luonnontilainen maasto ja päällystämätön piha imevät osan sadannasta maahan. [11.]

Rakennuksen välittömästä läheisyydestä pintavesiä ohjataan kallistamalla pintamaata pois päin viettäväksi tiiviillä piha-alueen maakerroksella tai pintamaan alla olevalla huonosti vettä läpäi-

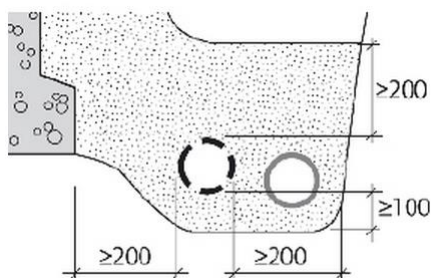
sevällä ainekerroksella. Sopiva vähimmäiskaltevuus on 1:20 korkeuseron ollessa vähintään 0,15 metriä. Maanpinnan kallistus ulotetaan vähintään kolmen metrin etäisyyteen sokkelista.

Rakennuspohja salaojitetaan veden kapillaarivirtauksen katkaisemiseksi sekä pohjavedenpinnan pitämiseksi riittävällä etäisyydellä lattiasta tai ryömintätilan maanpinnasta. Salaojajärjestelmällä saadaan maahan imeytyvät pintavedet johdettua pois perustusten vierestä sekä rakennuksen alta. Rakennuspohja voidaan jättää salaojittamatta erityistapauksessa, mikäli erikseen selvitettyinä perusmaan vedenläpäisykyky todetaan riittävän hyväksi eikä korkein pohjaveden korkeus ole haitallinen. [12.]

Salaojat tulee asentaa anturan alapinnan alapuolelle rakennuksen ympärille, ja perusmaa tulee kallistaa anturaan päin 1:50. Salaojaputkena tulee käyttää DN 100-kaksikerrosputkea. Salaojan asennuksessa tulee huomioida sijoittelu niin, ettei sijoitus tule perustusten aiheuttamaan jännityskenttään. Sijainti tulee olla perusmuurin ulkopuolella anturalevennyksen vieressä vähintään 100 mm päässä sen ulkoreunasta tai pilari-palkkiperustuksissa sokkelipalkin ulkopinnan muodostamasta pystylinjasta. Tarvittaessa salaojat sijoitetaan myös rakennuksen alle. [9.]

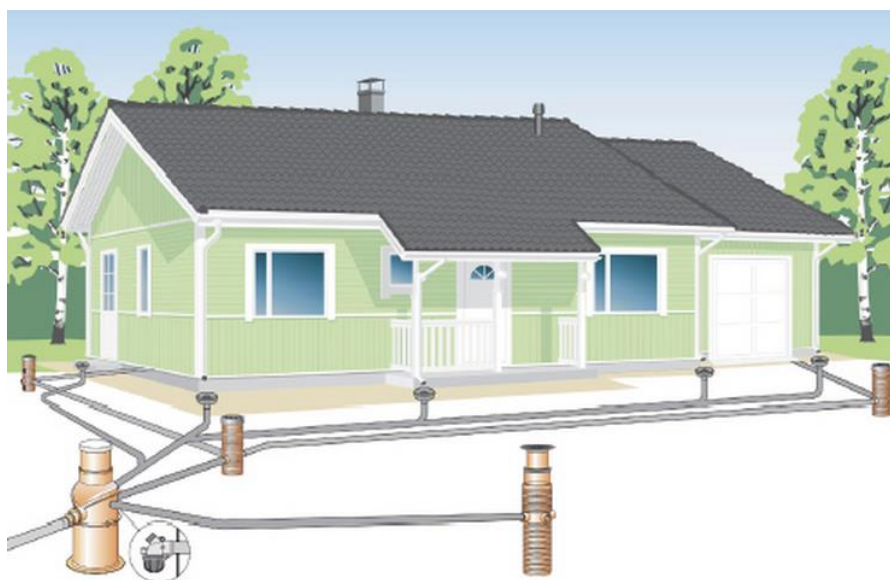
Salaojien syvyys tulisi olla riittävän syvällä tai sillä tavalla eristetty, etteivät ne jäädy. Mikäli rakennukseen asennetaan routaeristys, salaojan peitesyvyys tulisi olla vähintään 0,5 m maanpinnasta. Ilman routaeristettä peitesyvyyden tulee olla vähintään 0,8–1,2 m riippuen rakennuksen sijaintipaikkakunnasta. Salaojaputken korkeimman kohdan tulee olla vähintään 0,4 m maanvaraisen lattian alapinnan alapuolella. [12.]

Salaojaputken alapuolella ja sivuilla tulee olla salaojasoraa vähintään 100 mm ja yläpuolella 200 mm (kuva 5). Salaojat kallistetaan 1:100, mutta vähintään kuitenkin 1:200. Anturaan tehdään 2 metrin välein vedenohjausreikiä alapohjasta.



Kuva 5. Kuvassa salaojasoran vähimmäismäärät salaojaputken ympärillä (vasemman puolelmainen putki). Kuvassa esitetty harmaa putki on sadevesiviemäriin umpinainen putki, joka voidaan asentaa samalle sorapedille kuin salaojaputki. [13.]

Salaojista vesi ohjataan salaojakaivoihin. Salaojajärjestelmään kuuluu vähintään yksi liete- pesällinen kokoojakaivo sekä riittävä määrä tarkastuskaivoja. Salaojaputkien tulee viettää kai- voon päin kaltevuuden ollessa vähintään 1:200, mutta tavallisesti käytetään kallistusta 1:100. Salaojakaivojen kannet tulisi jättää näkyviin maanpintaan, koska kaivoihin tulisi olla yläkautta tarkistus sekä sakkapesän puhdistusmahdollisuus. Kaivojen sijainnit ovat rakennuksen kul- missa, salaojien liittymäkohdissa ja paikoissa, jossa salaojan korkeutta joudutaan muuttamaan hyppäyksittäin. Salaojalinjat pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan mahdollisimman suo- raviivaisesti kaivojen välillä. Kaivoja ei saa sijoittaa siten, että sadevedet pääsevät niihin, eikä niihin myöskään saa johtaa sadevesiä, esim. kattovesiä. Katolta tuleville sadevesille on oltava oma vesienohjausjärjestelmä (kuva 6). [11.],[14.]



Kuva 6. Salaoja- ja kattovesijärjestelmät sekä perusvesikaivo, jossa padotusventtiili. [13.]

Salaojakaivoissa on huomioitava roudan tunkeutuminen niiden kautta. Kaivot sijaitsevat yleensä nurkka-alueilla, ja nurkka-alueet ovat kriittisimpiä pisteitä routimisen kannalta. Nurkka-alueen lämpökenttä on kolmiulotteinen ja sivuilla kaksiulotteinen. Tästä syystä nurkka-alueilla käytetään paksumpia tai leveämpiä eristeitä. Kaivon sisälle voidaan tehdä eristeestä ”tulppa”, joka asennetaan samaan tasoon kaivoa ympäröivän eristeiden kanssa eristevahvuuden ollessa molemmissa samat. [11.]

Salaojakaivoista vesi ohjataan perusvesikaivoon, jossa tulee olla padotusventtiili estämässä salaojavesien sotkeutumista sadevesiin sekä niiden väärän virtaamissuunnan (kuva 6). Perusvesikaivon vähimmäishalkaisija tulee olla 1000 mm, ja kaivossa oleva liete- pesä on oltava vähintään 500 mm syvä laskettuna vesilukon alareunasta kaivon pohjalle. [11.]

2.4 Routasuojaus

Routasuojauksen mitoittamisessa ohjeina on käytetty Rakennustieto Oy:n ja VTT:n laatimaa Talon rakennuksen routasuojausohjeet kirjaa.

Maan lämpötilan laskiessa alle 0 °C alkaa maan huokosissa oleva vesi jäätymään eli maa routaan. Routa on veden jääytymisen seurauksena aiheutuva maakerroksen kovettuminen. Routamisen edellytyksenä on, että maakerros on routivaa, jääytymisrintamassa tai siihen voi kulkeutua vettä ja maakerroksen lämpötila alittaa jääytymislämpötilan. [11.]

Routivassa maaperässä routimisesta aiheutuva paine vaikuttaa kaikkiin maassa oleviin rakenteisiin. Routanousu on tavallisesti epätasaista, jonka seurauksena aiheutuu halkeamia, väännyksiä ja kallistumisia perusmuureissa, seinissä, palkistoissa, ulkoportaisissa ja erilaisissa tukimuureissa sekä vaikeuksia piha-alueen liikennöinnissä. Epätasainen routanousu voi vahingoittaa myös kaapeleita, salaojia ja vesi- ja viemärijohtoja. [11.]

Mikäli routasuojaukset ovat puutteellisia, pilareille tai paaluille perustetut rakennukset liikkuvat roudan vaikutuksesta epätasaisemmin kuin perusmuurianturoilla perustetut rakenteet. [11.]

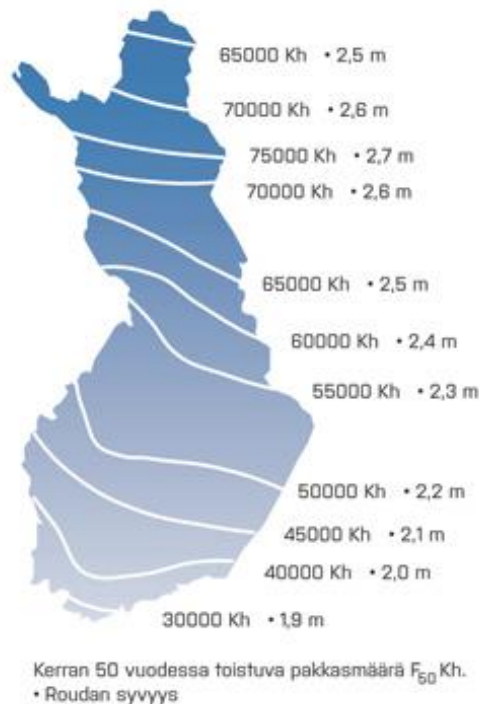
Rakennukset voidaan perustaa matalaperustaisena tai roudattomaan syvyyteen. Matalaperustamisessa perustusten alapintaa ei viedä routarajan alapuolelle vaan roudan tunkeutuminen estetään routasuojauksella. Matalaperustaminen on eniten käytetty vaihtoehto nykypäivän pientalorakentamisessa. Roudattomaan syvyyteen perustettaessa perustusten alapinta viedään niin syväälle, ettei routa pääse tunkeutumaan perustuksen alle. Tässä perustustavassa pitää routivan maan tarttumisen perustukseen estää. [11.]

Routasuojauksen mitoittamisessa tulee huomioida pohjasuhteet eli pohjatutkimuksilla selvitetään maan kerrosrakenne, koska maaperän routivuus vaihtelee eri maalajeittain. Ilmasto vaikuttaa myös routasuojauksen mitoituksessa. Ilmasto-olosuhteet vaihtelevat eri paikkakunnittain ja niistä merkittävimmät vaikuttajat roudan tunkeutumissyvyyteen on pakkasmäärä, vuoden keskilämpötila ja lumen syvyys. Pakkasmäärän merkitys on näistä tekijöistä kaikkein suurin routasuojauksen mitoituksessa. [11.]

Lämpimien rakennusten routasuojauksen mitoituksen kulku ja sen pääkohdat ovat seuraavat:

1. Rakennuspohjan ominaisuudet huomioiden sekä rakennustyyppi huomioiden valitaan perustustapa, perustussyvyys sekä perustussyvyys vaihtoehdot.
2. Mitoitetaan alapohjan lämmöneristys rakentamismääräykset, -ohjeet, perustustapa sekä lämmitysenergiakustannukset huomioiden.
3. Selvitetään mikä perustamissyvyys tulisi olla, jotta rakennuksen läpituokeva lämpö olisi riittävä estämään perustusten alla olevan maan routimisen, mikäli perustamissyvyyttä on mahdollista vaihdella maapohjan ja perustamistavan puolesta. Toisin sanoen selvitetään mikä perustamissyvyys tulisi olla, ettei routaeristettä tarvittaisi. Lopullinen perustamissyvyys valitaan teknis-taloudellisten tarkastelujen perusteella.
4. Jos perustussyvyys ei ole maapohjan ja/tai perustuspuolelta valittavissa, mitoitetaan routasuojaus pakolliselle perustamissyvyydelle.
5. Routasuojaus tulisi huomioida myös rakennusaikana.

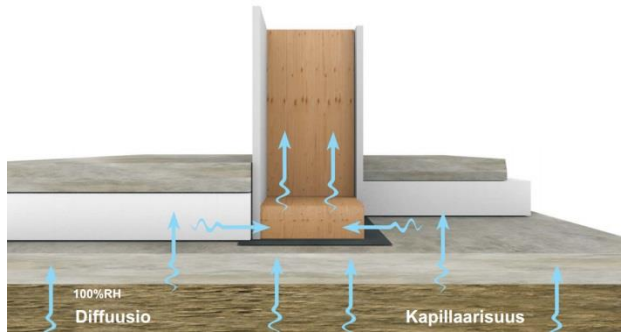
Lämpimien rakennusten osalla perustusten routasuojaus mitoitetaan huomioiden, ettei rakennus saa koko elinaikanaan haitallisesti vaurioitua perustusten alla olevan maan routimisen vuoksi. Tästä syystä mitoitusperusteena käytetään kerran viidessäkymmenessä vuodessa toistuvaa pakkasmäärää f_{50} . Mitoituksessa huomioidaan myös rakennuksen sijainti ilmasto-
vyöhykkeittäin (kuva 7). [11.]



Kuva 7. Alue vyöhykkeittäin 50 vuoden pakkasmäärä $F_{50}Kh$ sekä roudan tunkeutuminen. [15.]

2.5 Maanvaraisen alapohjan rakenteet

1970-luvulla perustustapa oli yleisimmin maanvarainen betonilaatta. Routimista estettiin valmiin lattiapinnan korkoasemalla, joka oli yleensä lähellä maanpinnan tasoa. Hyvin tyypillistä oli käytäntö, jossa lattian betonirakenteissa tehtiin aluksi pohjavalu, ”roskavalu”, jonka pinnalta väliseinien rungot rakennettiin. Pohjavalun päälle asennettiin eristeeksi EPS, jonka päälle pintavalu valettiin. Tyypillistä oli, että väliseinärunkojen levytykset, joissa käytettiin lastulevyä, lähtivät pohjavalun pinnasta ja pintavalu valettiin lastulevyä vasten. Alapohjan maatyttö oli yleensä tehty hyvin kapillaarisesti vettä johtavasta maa-aineksesta. Tämän tyyppinen rakenne on kosteudelle hyvin riskialtis, koska kosteudella on mahdollisuus siirtyä puurakenteisiin diffuusiolla ja kapillaarisesti maaperästä (kuva 102). Alaohjauspuun alapuolisen huopakaistan käyttämisellä on vaurioiden syntymistä saatu hidastettua huomattavasti. Huopakaistan käyttäminen on vaihdellut. Myöhemmässä vaiheessa alettiin suunnitella rakenteita, joissa eriste asennettiin betonilaatan alapuolelle. Vuonna 1976 lattiarakenteen U-arvoksi määritettiin $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. [4.]



Kuva 8. Tyypillinen 1970-luvun väliseinärungon ja pohjalaatan liittymätapa. Alusmaan suhteellinen kosteus on lähtökohtaisesti 100 % -RH. [7.]

Maanvaraisessa lattiassa käytetään raudoitettua betonivalua, jossa raudoitus suunnitellaan yleensä yksinkertaisella keskelle sijoitetulla raudoiteverkolla. Maanvastaisen laatan yläpinnan on oltava vähintään 0,3 m ympäröivää maanpintaa ylempänä kellarin lattiaa lukuun ottamatta. Mikäli laatan yläpinta on tätä lähempänä, sokkelin ulkopinta tulee vedeneristää.

Lämpimän tilan lämmönläpäisykerroksena maanvaraisessa lattiarakenteessa tulee käyttää vuoden 2012 ympäristöministeriön asetusta, joka on $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. [16.]

Maanvaraisten lattioiden alle sekä perusmuurin tai sokkelipalkin vierellä välittömään kosketukseen tulee tehdä salaojituskerros. Salaojituskerros tehdään salaojiin päin kallistetulle kivi- tai betonipohjalle vettä hyvin läpäisevästä tasarakeisesta seulotusta luonnonkiviaineksesta, sepelistä, pestystä singelistä tai muusta materiaalista, jolla on vastaavat vedenläpäisyominaisuudet. Materiaalin tulee kestää asennus- ja käyttöolojen rasitukset. Kerroksen alle asennetaan tarvittaessa suodatinkangas erottamaan maalajit toisistaan, mikäli perusmaa on savea tai silttiä. [12.]

Salaojituskerros tulee olla suorassa yhteydessä rakennuksen ulkopuolella olevaan salaojaputkikaa ympäröiviin salaojakerroksiin, joko sokkelipalkin alta tai perusmuuriin tehtävien reikien kautta. Salaojakerroksen tehtävänä on kerätä ja ohjata lattiapinnan alta vedet salaojaputkistoon, sekä katkaista rakennuksen alta kapillaarisen vedennousu. Tästä johtuen salaojituskerroksen on oltava suurempi kuin kerrokseen käytettävän materiaalin kapillaarinen nousukorkeus rakennetussa tiiviudessa, mutta vähintään 0,2 m paksu. [11.]

Kerroksen vahvuudessa on otettava huomioon maapohjan kallistaminen veden virtauksen ohjaamiseksi salaojiin päin. Maanvaraisen lattian alla salaojakerroksen vahvuus on oltava vähintään 200 mm (Kajaanin kaupungin rakennusjärjestyksessä vähintään 300 mm), ja se erote-

taan tarvittaessa pohjamaasta kuitukankaalla tai suodatinkerroksella. Salaojakerroksen ja salaojasoran osalla materiaali tulisi puhdistaa hienoaineesta. [11.]

Perusmuuria, sokkelipalkkia tai kellarin seinää vasten tulee olla vähintään 0,2 m paksuinen pystysuuntainen salaojakerros. [12.]

Alapohjan lämmöneristys tulee suunnitella yhdessä routaeristyksen ja mahdollisen rakennuksen vaippaan kuulumattoman perusmuurin lämmöneristyksen kanssa sekä toteuttaa siten, että vältetään routavaurioilta. Asianmukaisen routaeristyksen suunnitteluun ja rakentamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota varsinkin silloin, kun alapohja toteutetaan vertailuarvoja paremmin eristävänä. Lämpimille rakennuksille on määritetty Suomen rakentamismääräyskokoelma D3:ssa alapohjan U-arvoiksi maata vastaan olevalla rakennusosalla 0,16 W/m²K. [16.]

Alapohjan lämmöneristys tulee sijoittaa kokonaan tai pääosin pohjalaatan alle. Lattian puurakenteet tulee erottaa bitumikaistalla tai vastaavalla materiaalilla alapohjan laatan tai sokkelin betonirakenteista. Höyrynsulun tarve ja sijoitus suunnitellaan tapauskohtaisesti. Höyrynsulkua käytettäessä betonilaatan kuivuminen tulee huomioida, ja myöskään lahoavia materiaaleja ei saa jättää höyrynsulun alle. [12.]

Radonalueilla rakenteet ja niiden liittymät tiivistetään sekä maanvaraisen alapohjan salaojituskerrokseen asennetaan rakennuspohjan tuuletusjärjestelmä. Asunto suunnitellaan ja rakennetaan niin, että radonpitoisuus ei ylittäisi arvoa 200 Bq/m³. [17.]

2.6 Ulkoseinärakenteet

1970-luvulla verhousteraerialina oli yleisimmin tiilimuuraus, jonka kantavana rakenteena oli puurunko. Yleinen ongelma rakentamisessa oli, että pystysuuntainen tuuletusrako jäi hyvin olemattomaksi ja myös alimpien tiilien alapään tuuletusraot unohtuivat. Muuraustyössä oli tyypillistä, että tiiliverhouksen ja tuulensuojalevyn välinen tuuletusrako tukkeutui laastilla. Tuuletusraon tukkeutuminen estää seinärakenteen tuulettumisen sekä voi kastella seinärakennetta, koska laastia pitkin kosteus siirtyy kapillaarisesti tuulensuojalevyyn.

Ikkunoiden koko alkoi muuttua korkeuttaan leveämmäksi, ja myös maisemaikkunat nostivat suosiotaan. Maisemaikkunoissa koko olohuoneen ulkoseinän mitta saattoi olla lasia. Sisäti-

loihin tuotiin luonnonvaloa myös kattoikkunoilla valon tarpeen lisääntyessä ja runkosyvyyksien kasvettua. Vuonna 1976-ulkoseinälle vaadittiin U-arvoksi $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Seinärakenteiden huomattava muutos tapahtui 1970-luvun alussa, kun rakennuksen sisäpuolen kosteuden kulkua mineraalivillaeristeeseen alettiin estää. Materiaalina käytettiin muovitettua paperia ja myöhemmin muovia. Höyrynsulun toimivuudessa on oleellista sen tiivys, joten asennuksesta tulee tehdä aukoton ja tiivis. [4.]

Alkuaikana materiaalit olivat kestävyydeltään heikkoja ja niiden asennuksessa tapahtui paljon virheitä. Asennuksessa naulat ja läpiviennit, esimerkiksi sähköjohdot, menivät höyrynsulun läpi huolimattomasti. 1970-lukujen useampikerroksisissa taloissa (rinneratkaisut yms.) välipohjan kohdalla ulkoseinän höyrynsulkua ei ole tehty yhtenäiseksi. Tämäntyyppisissä rakennuksissa myös koko liitosrakenne voi olla yhtä kylmäsiltaa. [4.]

1970-luvun puolivälin jälkeen energiakriisin myötä ikkunoiden kokoja pienennettiin ja seinistä tehtiin paksumpia. Rakennusten pohjan muodot palasivat jälleen suorakaiteen muotoisiksi. Vuonna 1978 myös U-arvoa rakennuksen ulkoseinän osalta tiukennettiin $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Sisäpuolen seinäpäällysteistä eniten käytetty oli lastulevy. Alkuaajan ongelma oli lastulevyjen liimassa, joissa käytettiin allergisia reaktioita aiheuttavaa formaldehydiä. Alkuperäisistä sisäverhouksien lastulevyistä formaldehydi on vuosikymmenten mittaan haihtunut, mutta kosteusvaurioiden yhteydessä sitä saattaa vielä vapautua. Formaldehydin käyttö nykyisin on käytännössä poistunut, ja uusissa lastulevyissä tätä ongelmaa ei ole. [4.]

1970-luvun ovet ja ikkunat tehtiin enimmäkseen standardimittaisiksi, ja ne olivat tehdastuotteita. Ikkunatyypinä käytettiin MSK-tyyppin ikkunoita sekä kaksi/kolmilasista eli ikkunaelementtiä (MSEL), joissa oli sivussa ritilällinen tuuletusluukku. Tuuletusluukuilla korvattiin tuuletusikkunat. Ikkunoiden värinä käytettiin yleisimmin tummaa petsausta.

Ulko-ovissa tekninen merkittävä parannus tapahtui lämpöeristyksen myötä. U-arvovaatimukset muuttuivat vuonna 1976 ovien osalta $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ikkunoilla $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Sisäänkäynneissä 1970-luvun tyyliin kuului poistaa pienetkin kuistit, ja ulko-oven suojana käytettiin vain pientä lippaa tai syvennystä.

Työssä on keskitytty ainoastaan puurunkoiseen kappaletavarasta valmistettavaan runkorakenteeseen, jonka ulkopuolen materiaaliksi on ajateltu vaakaan asennettua puupaneeliverhousta. Paikalla rakennettaessa runkorakenne voitaisiin valmistaa myös eristeharkoista tai

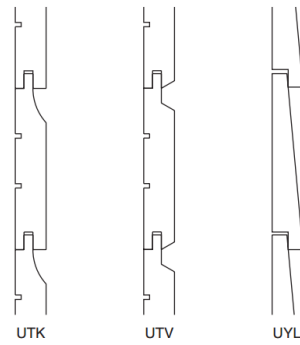
puurunkoisessa talossa käyttää verhoilumateriaalina esimerkiksi tiiliverhousta. Talotehtaat toimittavat myös erityyppisiä pien- ja suurelementtitaloja, joiden runko on yleisimmin puurunkoinen.

Ulko- ja väliseinien runko tulee tehdä mitallistetusta puutavarasta, joka tulee olla lujuusluokiteltua. Lujuuslajiteltu sahatavara tulee leimata siten, että jokaisessa lujuuslajitellussa sahatavarassa on leima. Rakentamisessa yleisin lujuusluokka on C24-sahatavara. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää liimapuupalkkeja, viilupuupalkkeja, NR-vaarnapalkkeja, levyuumaisia palkkeja sekä NR-ristikoita. Runko tulee jäykistää esimerkiksi rakennuslevyllä. [18.]

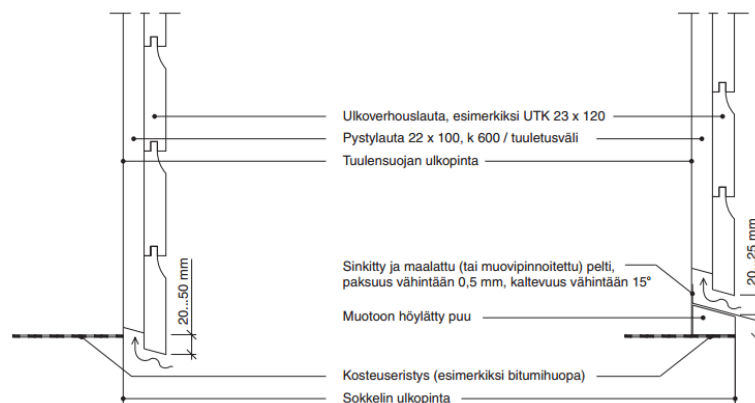
Alaohjauspuu voidaan rakentaa samasta materiaalista kuin pystyrunko. Alaohjauspuun asennuksessa tulee huolehtia, että asennuspinta on puhdas ja ehdottoman tasainen. Perusmuurin päälle asennetaan huopakasta katkaisemaan kapillaarista veden nousua alaohjauspuuhun. Ennen alaohjauspuun asettamista voidaan alaohjauspuun ja bitumikermin väliin suihkuttaa uretaani tai asentaa erillinen eristenauha, jolla varmistetaan perusmuurin ja alaohjauspuun välinen tiiviys.

Julkisivuverhouksessa käytettävä puutavara on yleensä kuusta, koska sen kosteuseläminen on mäntyä vähäisempää. Kuusella solukkorakenne sulkeutuu kuivuessaan, ja tästä johtuen kuusi imee kosteutta mäntyä vähemmän. Kosteus on otettava huomioon erityisesti asennusvaiheessa, jolloin puutavaran kosteus ei saisi ylittää 20 %. Puu kutistuu kuivuessaan, ja liiallinen kosteuspitoisuus aiheuttaa ongelmia varsinkin pontattuja verhouslautoja käytettäessä, koska pontit voivat aueta puun kutistuessa. [19.]

Verhouslautojen vahvuudeksi suositellaan sahatavarana vähintään 22 mm ja muotoon höylätyillä verhouslaudoilla 23 mm vahvuutta. Kosteusvaihtelujen myötä verhouslaudat elävät jossain määrin (kupertumista/kovertumista), ja tästä johtuen verhouslaudat tulisi asentaa aina sydänpuoli ulospäin, jolloin saadaan varmistettua lautojen saumojen tiiviys myös muodon muutosten jälkeen. Verhouslautojen kosteuselämistä ja halkeilua voidaan vähentää myös peittomaalauksella. Maalauksessa huomioitavaa on, että laudan särmissä tulisi olla pyöristys, jolla voidaan parantaa maalikalvon pysyvyyttä. [19.]



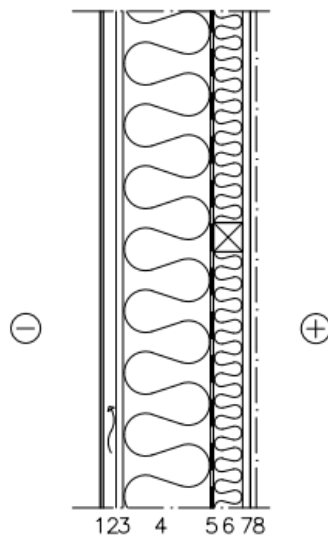
Kuva 9. Yleisimmät vaakaverhouslautojen profiilit. [19.]



Kuva 10. Vasemmalla yleisesti käytetty vaakaverhouksen liittymistapa sokkeliin ja oikealla vaihtoehtoinen ratkaisutapa. [19.]

Lämmöneristeet toimitetaan rakennuspaikalle suojattuina. Mikäli eristeitä ei päästä heti asentamaan, on niiden säilytyksessä erityisesti huomioitava kosteudelta suojaaminen. Eristeinä voidaan käyttää sekä puukuituvilla että mineraalivillatuotteita. Ulkoseinän lämmönläpäisykerroksen vaatimuksena RakMk D3 2012: Rakennusten energiatehokkuus normitalossa on $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kuvassa 20 on esitetty yhdyntyyppinen ulkoseinärakenne, jolla päästään U -arvoltaan vuoden 2012 vaatimukseen.

Lämmöneristeet tulee asentaa kuivina ja tiiviisti. Rankarakenteissa, kuten puurungossa, eristäminen toteutetaan siten, että lämmöneristelevyt painautuvat tiiviisti runkorakenteita vasten. Lämmön eristelevyjen tulee olla hieman eristettävää tilaa suurempi. Eristeiden asennus olisi hyvä toteuttaa ennen tuulensuojalevyn asentamista, jolloin voidaan varmistaa eristeen tiivis asennus. Valmis lämmöneristys tai sen osa suojataan välittömästi asennuksen jälkeen mekaanista vaurioitumista ja sään haitallisia vaikutuksia vastaan. [20.]



	1 JULKISIVUVERHOUS, rakennusselityksen mukaan
22 mm	2 TUULETUSVÄLI, lauta 22x100mm, k600
12 tai 25 mm	3 TUULENSUOJALEVY, kuitulevy
150 mm	4 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra pro ja KANTAVA RUNKO 150x50mm, k600
	5 ILMAN- TAI HÖYRYNSULKU rungon ja koolauksen väliin
50 mm	6 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra pro ja koolaus 50x50mm, k600
13 mm	7 RAKENNUSLEVY, kipsilevy
	8 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan
	U-arvo 0,17 W/m ² K

Kuva 11. Esimerkkirakenne nykypäivän rakenteesta, jolla päästään vuoden 2012 U-arvovaatimukseen normitalossa [21.]

Tuuletusilmarakoon rajoittuvalle pinnalle ei ole määritetty luokkavaatimusta, joten tuulensuojana voidaan käyttää kaikkia yleisimpiä puurakennukseen soveltuvia ja tuulensuojakäyttöön tarkoitettuja rakennuslevyjä ja tuotteita.

Julkisivuverhouksen ja tuulensuojalevyn väliin on jätettävä tuuletusrako, jonka tehtävänä on poistaa julkisivun sisäpuolelle joko sisältä tai ulkoa tullut kosteus ja vesi rakennetta vaurioittamatta. Ovien ja ikkunoiden kohdalla on myös huomioitava tuuletus samalla tavalla kuin muuallakin seinärakenteissa. Tuuletusraon on oltava koko matkalta avoin ilmanvirtausreitti ja tuuletusraon ylä- ja alareunat on oltavat avoimet ulkoilmaan. Tuuletusrako tulee olla puuverhouksella 22–25 mm.

Rakennuksen sisäpuolelle asennetaan tiivis ilma- ja höyrynsulku, jonka tehtävänä on estää vesihöyryn tunkeutumista haitallisissa määrin rakenteen sisään sekä ehkäistä ilmavuodot. Höyrynsulun päälle sisäpuolelle saa asentaa enintään 50 mm eristettä (kuva 11).

Höyrynsulun jatkoskohdissa on huolehdittava jatkoksen tiiviyydestä. Jatkoksen tiiviyyden on vastattava höyrynsulkumuovin tiiviyttä ja saumassa käytettävien materiaalien tulee kestää sama rakennustekninen käyttöikä, joka on annettu höyrynsulkumateriaalille. Höyrynsulkumuovien jatkokset tulisi limittää jatkoskohdassa yhden runkotolpan välin ja teipata tiiviiksi. [12.]

Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasoalojen summasta, mutta kuitenkin enintään 50 % rakennuksen julkisivupinta-alasta. Ikkunan pinta-ala lasketaan kehän ulkomittojen mukaan. Ikkuna/ovi tulee liittyä ilma- ja höyrytiivisti ympäröivän seinän sisäpinnan rakenteisiin. [16.]

U-arvovaatimus vuonna 2014 on $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ sekä ovien että ikkunoiden osalta.

Ikkunat ovat tyypillisesti MSE-tyyppisiä (MSE = sisäänaukeava, kaksipuitteinen kolmilasinen ikkuna) puualumiini-ikkunoita, joissa käytetään esimerkiksi sisäpuitteessa kaksinkertaisia selektiivisiä eristyslaseja Argon-kaasulla ja ulkopuutteessa tasolasia. U-arvot vaihtelevat $0,8\text{--}1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ lasituksesta riippuen.

Ulko-ovien rakenne on liimapuurunko, joka on jäykistetty molemmin puolin alumiinilevyllä, ja ikkunoina käytetään esimerkiksi kolminkertaista selektiivistä eristyslasiä Argonkaasulla. U-arvot ovat $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nykyiset ulko-ovet ovat erittäin raskaita, ja toiminnan varmistamiseksi ovesa tulisi olla vähintään kolme saranaa. Paremmissa sekä korkeammissa ovissa käytetään jopa neljääkin saranaa.

Ikkunan ulkopinnan alaosaan asennetaan vesipelti, jolla ohjataan sadevedet pois siten, etteivät ne pääse valumaan seinärakenteiden sisään. Ikkunapelti on tehtävä riittävän kaltevaksi, jottei lumi pääse kinostumaan pellillä ikkunaa vasten eikä sadevesi roisku pelliltä ikkunaan. Suositeltava kaltevuus pellille on noin 30° . [22.]

2.7 Yläpohja ja vesikattorakenteet

1970-luvun kattomallit olivat entistä loivempia ja pulpetti- ja ns. tasakattoiset talot olivat yleisiä. Tämän tyyppisten rakennuksien räystäät pienenivät tai katosivat kokonaan, ja otsarakenteeksi tehtiin korkea lautaverhous. Huopakatteiden käyttö lisääntyi ja huovan laatu parani,

koska tasakatot vaativat parempaa tiiviyttä kuin aiemmin. Myös tiilikatteet yleistyivät uudelleen.

Tasakattorakenteen ongelmat ovat usein vedenpoistokaivoissa, jotka tukkeutuvat helposti, ellei puista tippuvia neulasia ja lehtiä poisteta vesikatolta. Tukkeutuneet kaivot estävät veden poistumisen katolta, ja vesi jää seisomaan katolle ja voi tunkeutua kattohuovan alle (kuva 103). Jäätynyt vesi laajenee ja voi aukoa kатteen saumoja auki päästämällä lisää vettä huopasaumojen väliin.



Kuva 12. Tasakaton riittämättömät tarkastuskäynnit ja kattokaivojen puhdistamattomuus voivat johtaa vesikaton tulvimiseen. [23.]

Yläpohjan riittämätön ilmanvaihto on myös tyypillistä kyseisen aikakauden rakennuksille. Kosteusvaurioita vesikattorakenteissa on saatu aikaan estämällä ilman kiertämistä yläpohjan tuuletustilassa. Kyseistä ongelmaa on tasakattoisten rakennusten lisäksi jyrkkäkattoisissa ”käkikellotaloissa”, joissa kapeiden ja pitkien koko lappeen mittaisten tuuletusrakojen tuuletus voi olla puutteellinen. Yläpohjassa oli vuonna 1976 U-arvo $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja energiakriisini myötä arvoa kiristettiin $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. [4.]

Yläpohjan kerrokset ja katon tuuletus tulee suunnitella siten, ettei kattoon kerry vesihöyryn diffuusion tai ilmapvirtausten vuoksi haitallisessa määrin kosteutta, ja rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus pääsee kuivumaan.

Puurakenteisen yläpohjan höyry- ja ilmatiiviys varmistetaan asentamalla lämmöneristyksen sisäpintaan tiivis höyrynsulku tai höyrynsulkuna toimiva ainekerros, ja tarkoituksenmukaiseen kohtaan ilman läpivirtauksen estävä ilmansulku tai ilmasulkuna toimiva ainekerros. Yläpohjan ilmansulku liitetään tiiviisti seinien ilmasulun kanssa.

Lappeen suuntaisesti lämmöneristetyt harjakatot tuuletetaan räystäään lisäksi harjalla tai päädissä olevien tuuletusaukkojen kautta. Tuuletusvälin tulee olla avoin koko suunnitellulla virtaustieellä sisääntulokohdasta poistumiskohtaan. Tuuletusväliä ei saa katkaista niin, että rakenteeseen jää vain yhdeltä reunalta avoin tuuletusväli. Kylmien ullakkotilojen ja muiden tuulettutilojen riittävä tuuletus voi tapahtua ulkopuolelta johtavien tuuletusaukkojen kautta. Tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala tulisi olla vähintään 4 ‰ yläpohjan pinta-alasta. Pientaloissa riittävät yleensä 20 mm tuuletusrakoräystäillä ja 200 x 200 mm tuuletussäleiköt päätykolmioissa. Kattoristikoiden väleihin tulee asentaa tuuliohjaimet (kuva 13). [24.]

Lämpimän rakennuksen yläpohjalle annettu U-arvo vuoden 2012 rakennusmääräyksissä on 0,09 W/m²K. Kyseiseen U-arvoon päästään n. 500 mm vahvuisella lämmöneristemäärällä. Yläpohjan eristämiseksi käytetään yleisesti puhallusvilla tai palavillaa. Puhallusvilla käytettäessä tulisi pohjimmainen kerros tehdä 100 mm vahvuisella palavillakerroksella, jolla estetään villakerroksen roikkuminen. Puhallusvilla asennetaan palavillan päälle ja kerrosvahvuus tulee olla vähintään 400 mm. (Kuva13.) [16.]

Vesikaton vähimmäiskaltevuus määräytyy käytettävän katteen vaatimusten mukaisesti. Vesikatto tulee suunnitella sillä tavoin, ettei vesi poistuessaan vaurioita rakenteita. Vesi tulee ohjata räystäskouruihin, joista vesi johdetaan syöksytorvien kautta kattokaivoihin. Kaupunkialueella uusissa rakennuksissa vesi tulee ohjata kattokaivoista kaupungin hulevesiverkkoon, mikäli ei voida osoittaa vaihtoehtoista paikkaa esim. pihalla olevaa kivipesää.

Vesikatteeksi työhön valittiin teräsohutlevystä valmistettu profiloitu peltikate, kattomalliksi harjakatto ja kattokulmaksi 1:3. Kyseinen vesikattemateriaali on niin sanottu epäjatkuva kate. Epäjatkuva kate on kate, jossa on tiivistämättömiä limisaumoja tai tiivistettyjä saumoja, jotka eivät ole vesitiiviitä vedenpaineen vaikutuksen alaisena. Tämän tyyppisiä katteita ovat esimerkiksi tiili-, pelti- ja aaltolevykatteet sekä kolmiorimakate (bitumikermikate) ja kattolaattakate. Epäjatkuva kate tarvitsee aluskatteen jokaisessa tilanteessa.

Peltikatteeksi voidaan myös valita konesaumattu peltikate, jota pidetään jatkuvana katteena eli kate, joka on vesitiivis vedenpaineen vaikutuksen alaisena. Tällainen kattemateriaali on myös bitumikermikate.

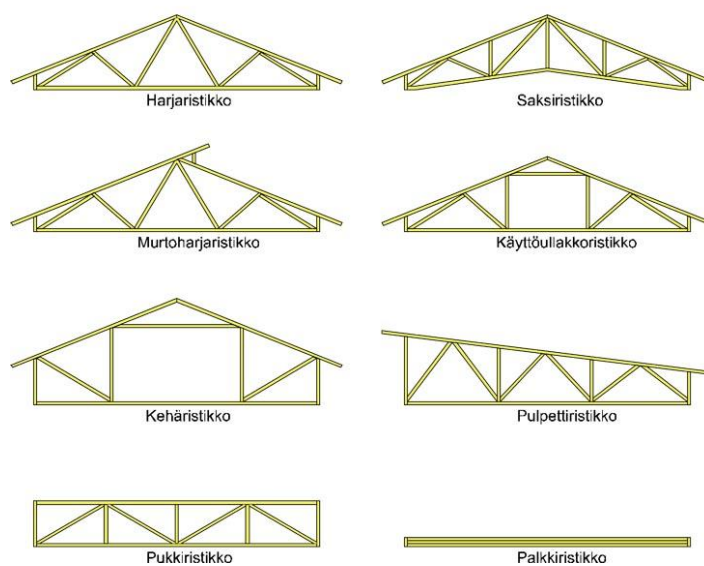
Ohessa keskitytään tarkastelemaan ainoastaan profiloitua peltikatetta ja sen vaatimia alusrakenteita.



Kuva 13. Vuoden 2014 tyyppinen yläpohjarakenne. [21.]

Kattoristikoiksi valittiin tavallisimmin omakotitaloissa käytetyt NR-harjaristikot (kuva 14). NR-rakenne on naulalevyrakenne, jossa on rakennesahatavarasta valmistettu puurakenne ja sauvojen liittimenä on käytetty naulalevyjä. NR-rakenteissa käytetään ainoastaan mitallistettua tai höylättyä ja lujuuslajiteltua sahatavaraa. NR-ristikoiden kuljetus ja säilytys tulisi tapahtua pystyasennossa. Säilytyksessä tulee huolehtia ristikoiden suojaamisesta. Ristikoita asennettaessa ristikoiden käsittely tulee olla myös pystyasennossa ja nosto tulee tapahtua valmistajan antamien ohjeiden mukaan.

NR- kattoristikkotyypit



Kuva 14. Erityyppisiä NR-kattoristikoita [25.]

Ristikot sijoitetaan rakennesuunnitelmien mukaisella jaolla suunniteltuihin kohtiin. Ristikot tulee tukea myös asennusaikana niin tukevasti, että ne pysyvät asemassaan niihin kohdistuvien rakennusaikaisten kuormitusten ajan, joissa tulee huomioida myös tuulikuorma.

Lopullinen tuenta tapahtuu rakennesuunnitelmien mukaan. Yläpohjan ja vesikaton suunnittelussa tulee ottaa huomioon rakennusosien ja koko rakenteen jäykistys.

Puurakenteisessa ulkoseinässä vaaditaan vähintään 500 mm mittaisia räystäitä. Räystäällä vesikatteen on ulotuttava aina räystään ulkoreunan yli tippanokaksi, ettei katolta johtuva vesi valu rakenteita pitkin. Sivuräystäät joudutaan rakentamaan kappaletavarasta.

Aluskatetta käytetään epäjatkovien katteiden alla. Katteen ja aluskatteen välin tulee olla tuuletettava. Aluskate asennetaan vaakasuoraan kattotuolien päälle alaräystäältä alkaen. Aluskatteen tulee ulottua vähintään 200 mm yli seinälinjan sekä ala- että päätyräystäällä, ettei aluskatetta pitkin valuva vesi aiheuta haittaa rakenteille.

Aluskate asennetaan löysälle kattotuolien väliin vähintään 150 mm päällekkäin limittäen. Harjalla aluskatteen tulee ylittää harja vähintään 150 mm. Aluskatteen läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti ja käyttää valmistajan valmiita läpivientikappaleita.

Aluskatteen ja lämmöneristeen väliin tulee jäädä riittävä tuuletusväli. Räystäsrakenne tulee toteuttaa niin, että aluskatteen ja katelevyjen väliin pääsee ilmaa tuuletusta varten. Räystäslaudan tulee olla suorassa linjassa, sillä räystäslista ja katelevyt linjataan alaräystään mukaan.

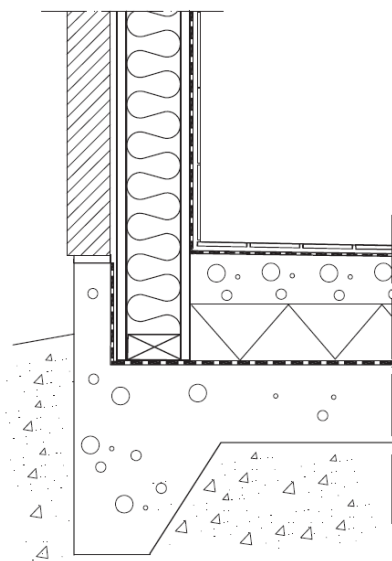
Aluskatteen päälle asennetaan vähintään 25 mm korkeat tuuletusrimat kattotuolien suuntaisesti, joiden päälle vaakaruoteet asennetaan valitun profiilityypin vaatiman ruodejaon mukaisesti. Varsinainen ruodelaudoitus asennetaan tuuletusrimojen päälle. Ruodelautajako suunnitellaan ruodelaudan vahvuuden, pellin profiilityypin ja kattoristikkojaon mukaisesti. Pellin valmistaja määrittää tarkemman ruodejaon profiilipellilleen. Ruodelautojen asennusvaiheessa tulee huomioida erilaisille läpiviennille, kuten paloluukulle, mahdollisesti tarvittavat lisäruoteet. [26.]

2.8 Märkätilat

12 päivänä marraskuuta 1975 annetun määräyksen Veden- ja kosteudeneristyksestä (C2), märkätiloista käytettiin nimitystä kosteatila. Kosteisiin tiloihin vaadittiin lattiaan vedeneristys

ja seiniin riitti kosteussulku. Vedeneristeenä bitumin tilalla alettiin käyttää muoveja. Lattiapintoina yleistyivät muovimatot, jotka itsessään toimivat vedeneristeenä. Muovimaton kanssa käytettiin usein muovitapettia. Laatoituksia käytettiin myös, ja tavallisimmin seinälaatoituksen alla kosteussulkuna käytettiin siveltävää vesiohenteista muoviemulsiota. [27.]

Kyseisen aikakauden märkätiloissa suurin ongelma on, puutteelliset vedeneristeet. Kuvassa 15 on esitetty tyypillinen 1970-luvun ulkoseinä- ja alapohjarakenne.



Tyypillinen 1970-luvun ulkoseinä rakenne

- tiili- tai puuverhous
- mahdollinen ilmaväli
- tuulensuojalevy
- puurunko ja lämmöneristys
- höyrynsulku
- sisäverhouslevy
- mahdollinen kosteudeneristys (kosteussulku)
- kiinnityslaasti tai -liima
- laatoitus

Tyypillinen 1970-luvun alapohjarakenne

- laatoitus
- kiinnityslaasti
- mahdollinen kosteudeneristys
- pintavalu 50...100 mm
- lämmöneristys, esimerkiksi polystyreenilevyistä
- mahdollinen bitumisively
- teräsbetonilaatta
- mahdollinen muovikalvo
- alustäyttö

Kuva 15. Tyypillinen 1970-luvun pesuhuoneen ulkoseinä- ja alapohjarakenne. [29.]

Lähtökohta märkätilojen rakenteessa on, että vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarisesti ympäröiviin rakenteisiin ja tiloihin. Märkätilassa lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristykseenä tai lattiapäällysteen alle ja seinäpinnoitteen taakse on tehtävä erillinen vedeneristys. [29.]

Vedeneristeen tulee olla riittävän sitkeää, jotta se saumoineen kestää rakennustyön ja käytön aikaiset rasitukset. Vedeneristämisessä tulisi käyttää ns. tuoteperheitä, joissa kaikki vedeneristystarpeet ovat saman valmistajan tuotteita ja on suunniteltu toimimaan keskenään, joka tilanteessa.

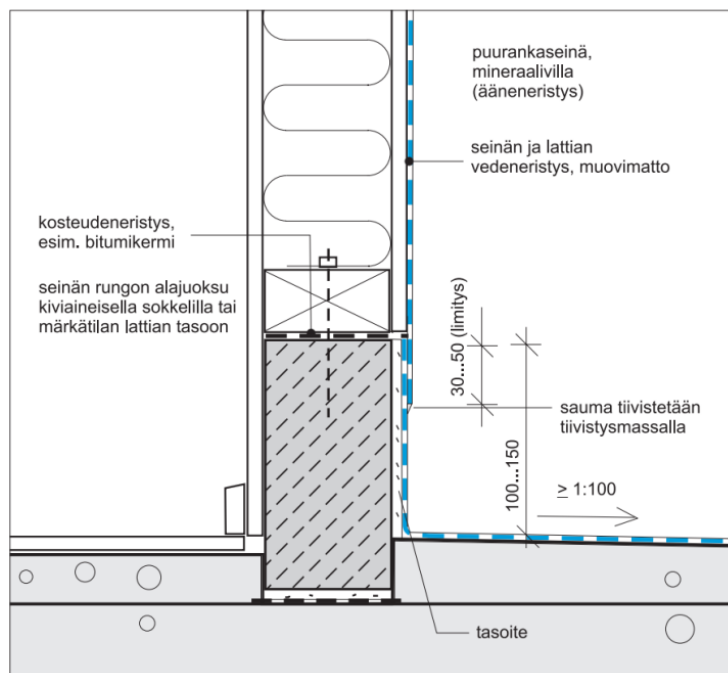
Seinän vedeneristys limitetään lattian seinälle nostetun veden eristyksen päälle tai veden eristyksen tulee muodostaa jatkuva saumaton rakenne, ettei seinältä valuva vesi pääse lattian vedeneristyksen taakse.

Lattiankallistusten tulee olla sellaiset, että vesi pääsee valumaan esteettä lattiakaivoon kuitenkin vähintään 1:100. Vedeneristyksen ja lattiakaivon liittyminen toisiinsa on oltava sellainen, että vesi ei pääse vedeneristeen alapuolelle, vaikka kaivon vedenpinta nousisi liitoksen yläpuolelle. [29.]

Märkätilan lattiaan saa tehdä vain sellaisia läpivientejä, jotka ovat tarpeen viemäröinnistä johtuen ja seinän osalla läpivientejä tulee välttää roiskeveden alueella. Märkätilassa suositellaan käytettäväksi suihkukaappia tai -seinää roiskevesien suojaksi.

Mikäli märkätilan katossa käytetään puuverhousta, tulee se koolata taustaltaan tuulettuvaksi.

Märkätilojen riittävä ilmanvaihto on edellytys rakenteiden kunnossa pysymiselle. Märkätila olisi hyvä varustaa lämmitysjärjestelmään liitettävällä tai erikseen toimivalla lattialämmityksellä. [29.]



Kuva 16. Huoneen ja märkätilan välinen puurunkoseinän detaljikuva. [29.]

2.9 Kellaritilat

1970-luvulla rakennettiin myös rinnetaloja, joissa pesutilat ovat kellarikerroksessa, mutta yleensä siellä oli muitakin tiloja.

Kellarikerroksen rakentamisessa tyypillinen tyyli oli betonista valettu anturallinen perusmuuri, jossa kellarin lattia oli maanvarainen ja tällöin perusmuurista tuli maanvastainen seinä. Kellaritilat olivat rinnetalossa osittain maanalaisia, mutta myös joissakin rakennuksissa kokonaan maanalaisia.

Maanvastaisessa kellarin seinässä 1970-luvulla on tyypillisesti lämmöneriste asennettu sisäpuolelle ja seinä on kosteustekniseltä toiminnaltaan erittäin riskialtis rakenne. Kosteusteknisesti paras ratkaisu olisikin asentaa eristys seinän ulkopuolelle.

Mikäli kellarikerros on muita käyttötiloja olennaisesti kylmempi, nousee kosteus tiloissa haitallisen korkeaksi, koska muista tiloista tuleva ilma jäähtyy ja kosteus tiivistyy kylmimpiin pintoihin. Kesäaikana myös ulkoilman kosteus voi riittää nostamaan varsinkin eristämättömien kylmien kellarien sisäilman kosteuden haitallisen korkeaksi. [3.],[5.]

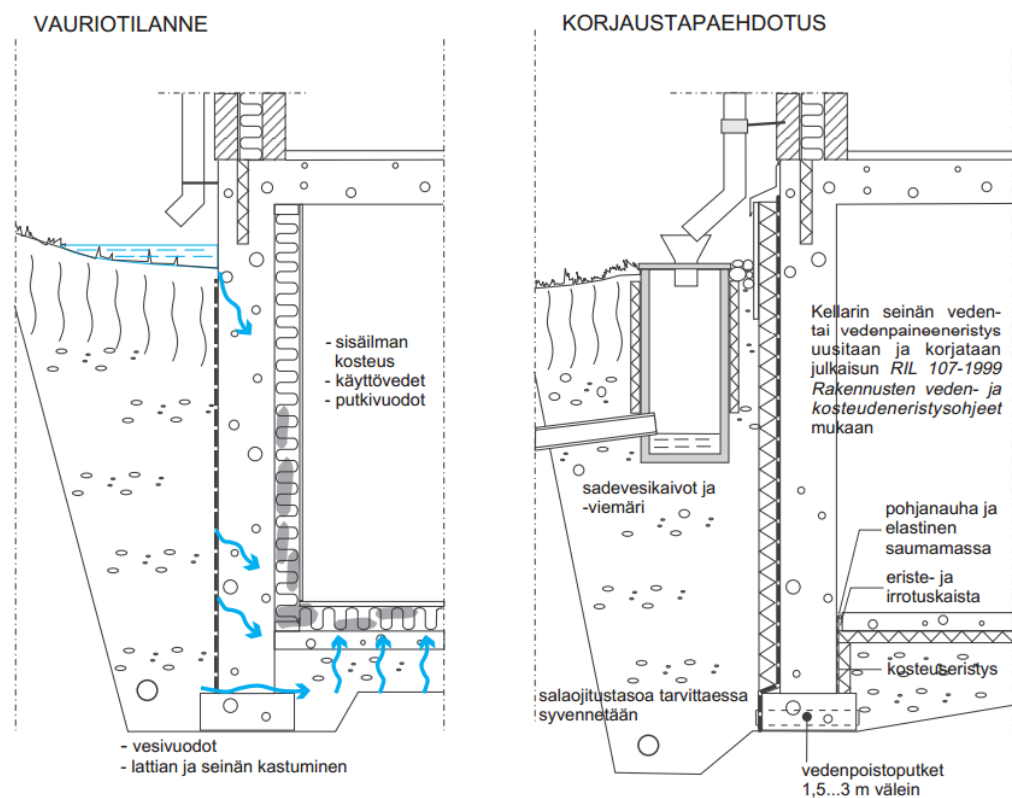
Sisäpuolelta eristettyjen kellaritilojen tyypillisiä vaurioita, missä betoni on eristeen ulkopuolella, ovat kalkkeutuminen ja pinnoitteiden irtoaminen sekä lämmöneristeiden ja puurakenteiden laho- ja mikrobivauriot ovat mahdollisia.

Vedenohjauksessa myös salaojat olivat monesti puutteellisia väärän korkeusaseman vuoksi, jolloin pohjaveden pinta voi nousta seinän alaosan ja lattian alueelle. Salaojan korkeus tulisi olla anturapinnan alapuolella myös veden kapillaarisen nousun vuoksi. Salaojat saattoivat myös puuttua kokonaan tai olla tukkeutuneet. Puuttuva, virheellisellä korkeudella oleva tai toimimaton salaoja voi aiheuttaa veden tunkeutumisen kellarin maanvastaisen seinän alaosaan ja lattiaan. [3.],[5.]

Aikakaudelle oli myös tyypillistä puutteellinen kattovesien ohjaus. Yhdessä puutteellisen kellarin ulkopuolen vedeneristyksen kanssa pääsevät vesikaton valumavedet kastelevat kellarin seinää mm. syöksyputkien kohdalta. Kattovesiä saatettiin ohjata myös salaojaverkostoon, joka aiheuttaa salaojan tulvimisen ja tekee siitä kastelujärjestelmän kuivausjärjestelmän sijasta.

Kapillaarinen veden siirtyminen seinärakenteisiin on tyypillistä aikakauden rakennuksille. Seinään siirtyy maaperän kosteutta kapillaarisesti anturan alta, jossa ei ole vettä läpäisevää

kapillaarikatkokerrosta. Maanvastaisessa seinässä tuli myös olla painevettä kestävä vedeneriste yhdessä kapillaarikatkokerroksen kanssa estämässä veden siirtymistä kapillaarisesti vaakasuunnassa seinään. Kapillaarinen nousu voi aiheuttaa ongelmia erityisesti kantavissa väliseinissä, vaikka salaojitus olisi kunnossa. Oletusarvona maanpinnan suhteellinen kosteus on aina 100 %. Kellarin maanvastaisen seinän läpi on saatettu tehdä myös sähköläpivientejä, joita ei ole tiivistetty ja vesi pääsee tiivistämättömistä kohdista kellarin seinän sisään. Kuvassa 17 on tyypillisiä 1970-luvun kellariseinärakenteen kosteusvaurioiden aiheuttajia. [3.],[5.]



Kuva 17. Tyypillisiä kellarin seinärakenteen kosteusvaurioiden aiheuttajia, ja korjaustapaehdotus, miten rakenteet tulisi nykypäivän tietämyksen mukaan korjata. [30.]

2.10 Ilmanvaihto

Koneellista ilmanvaihtoa alettiin käyttää 1970-luvun alkupuolella, mutta laitteistoa ei usein osattu asentaa oikein ja korvausilman saaminen unohtui. Rakennuksien ”ilmanvaihtoa” hoidettiin ikkunoiden kautta tuulettamalla, jonka seurauksena oli veto-ongelmia. Energiakriisin

tulon myötä ilmanvaihtokone voitiin sulkea kokonaan. Rakennuksen ilmanpitävyyden samalla parannuttua yhteisvaikutuksena sisäilman laatu heikkeni merkittävästi. [4.]

Ilmanvaihdon toiminta perustuu paine-eroihin, jossa ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään. Paine-ero voidaan saada aikaan joko puhaltimilla (koneellinen ilmanvaihto) tai lämpötilaeron ja tuulen yhteisvaikutuksella (painovoimainen ilmanvaihto). Nykyaikana tuloilma puhalletaan koneellisesti tilaan eli kyseessä tulo- ja poistoilmanvaihto. Jos tuloilmaa kostutetaan tai jäähdytetään, puhutaan ilmastoinnista. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon etuna on mahdollisuus tuloilman suodatukseen ja lämmöntalteenottoon poistoilmasta. Tuloilma tulee johtaa puhtaimpiin tiloihin, asunnoissa makuuhuoneisiin, joista se virtaa siirtoilmana keittiöön ja märkätiloihin. [31.]

Rakennuksen vaipan tiiviys on keskeinen rakenteiden kosteudensiirtoon ja ilmanvaihdon toimintaan vaikuttava tekijä. Ilmanvaihto pystytään helpoimmin hallitsemaan tiiviissä rakennuksessa, jossa lähes kaikki ilma kulkee ilmanvaihtojärjestelmän kautta. Viime vuosina on usein syytetty liian tiiviitä rakenteita, ”pullotaloja”, sisäilman ongelmista. Itse tiiviys ei kuitenkaan ole ongelmien syy, vaan sisäilman epäpuhtauslähteet ja puutteellinen ilmanvaihto niiden torjunnassa. [31.]

3 ESIMERKKIKOHTTEEN PERUSPARANNUS JA KORJAUSKUSTANNUKSET

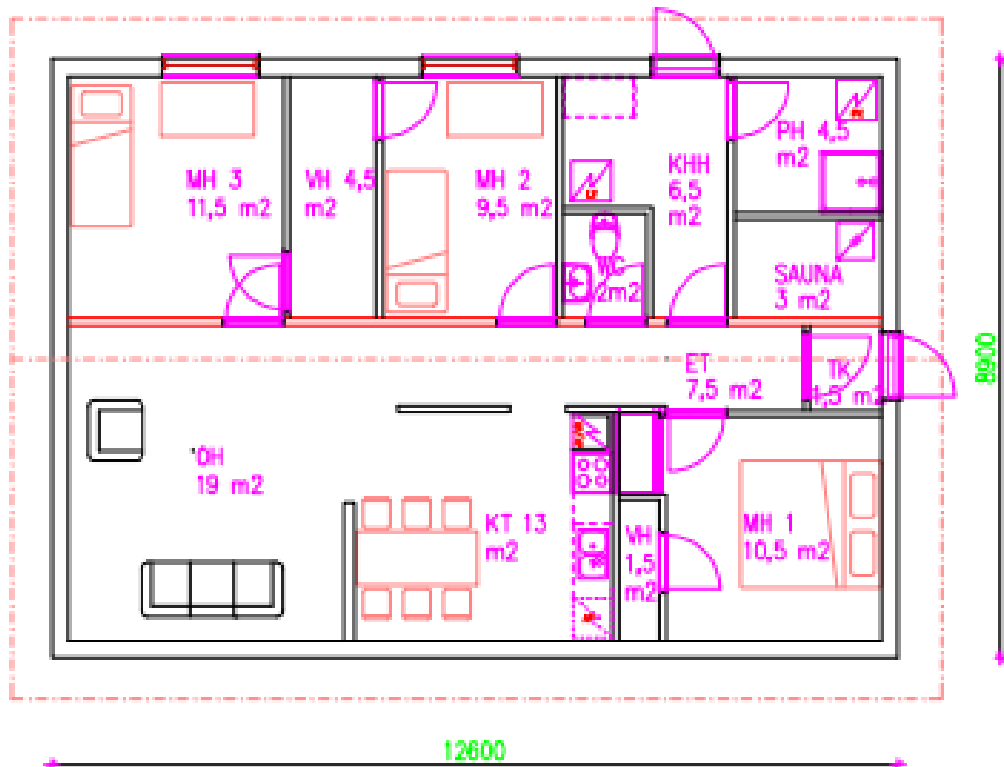
3.1 Esimerkkikohteen perustiedot



Kuva 18. Esimerkkikohteen julkisivukuva

Esimerkkikohteenä tässä työssä käytettiin Kajaanissa sijaitsevaa omakotitaloa, joka on rakennettu 1970-luvulla. Talossa alkuperäinen katto on ollut bitumikermipäällysteinen pulpettikatto, joka on muutettu 1990-luvulla harjakatoksi pukittamalla vanhan katon päältä. Samalla on tehostettu myös kattovesien ohjausta. Kattorakenteessa vanha huopakate on jätetty pukituksen alle, joka nykypäivän määräysten mukaan ei olisi sallittua palokuorman vuoksi. Rakenteen tuuletusta villatilaan on järjestetty poistamalla vanha umpilaudoitusta räystäältä noin metrin verran. Alkuperäisissä suunnitelmissa talo on suunniteltu harjakattoiseksi, mutta rakennuskaava on määrittänyt alueen kattomuodoksi pulpetti- tai tasakaton. Rakennuksen pohjakuva on esitetty kuvassa 19.

Talossa on vaihdettu 2000-luvulla uudet Selektiivi-ikkunat ja ulko-ovet. Käyttövesiputket ja lämminvesiboileri on uusittu 2010-luvulla, jolloin on asennettu myös ilmanvaihtoon koneellinen poisto, johon korvausilmaa otetaan huoneisiin tehtyjen korvausilmaventtiilien kautta.



Kuva 19. Esimerkkikohteen pohjakuva. Kantava seinälinja on osoitettu punaisella värillä.

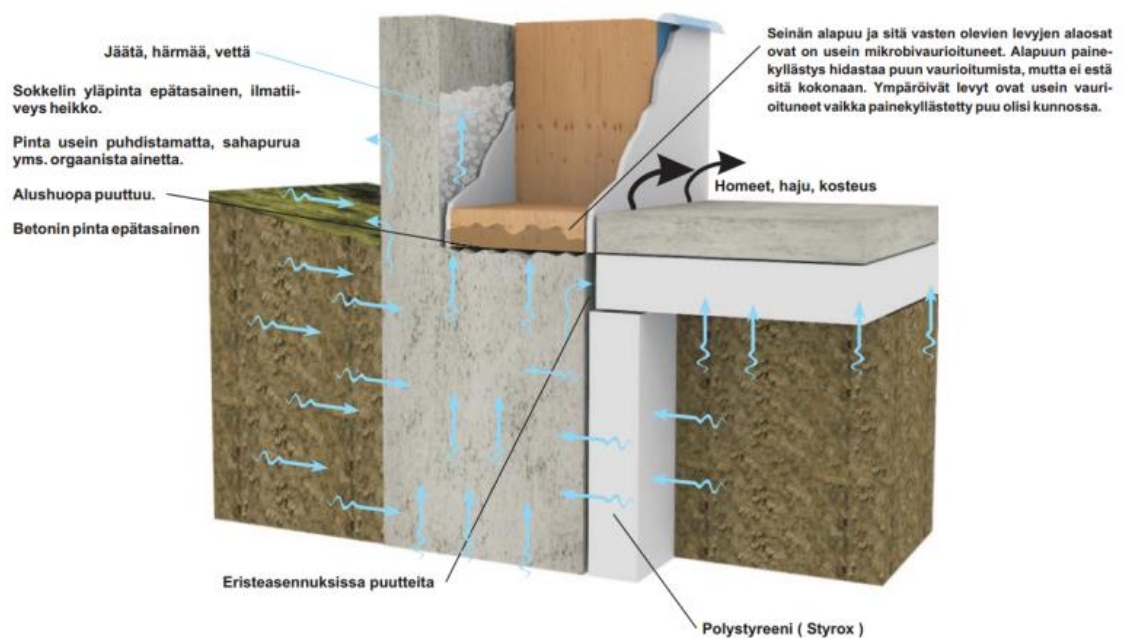
3.2 Perustus- ja sokkelirakenteet

Rakennuksen korkeusasema ympäröivän maaston korkoon nähden, kattovesien ohjaus seinän viereen ja virheellinen pintavesien ohjaus ovat tyypillisiä rakennusvirheitä 1970-luvun rakennuksissa. Näiden lisäksi toimivan salaojan ja routaeristeiden puuttuminen lisäävät omalta osaltaan ongelmia rakenteissa.

Esimerkkikohteen perustus on rakennettu aikakautensa tyypillisellä valesokkelijärjestelmällä, jossa alajuoksu on paikoitellen maanpintaa alempana (kuva 20). Rakennuksessa ei ole salaoja-järjestelmää eikä ulkopuolen routaeristeitä. Kattovedet on ohjattu hallitusti kerääjäkaivoihin ja johdettu niistä pois, mutta tarkempaa tietoa kattovesien johtamispaikasta ei ole.



Kuva 20. Lattiapinnan korkeusasema on samassa korkeudessa lähimpänä näkyvän rakennuksen kulman kanssa. Alaohjauspuun korkeusasema kyseisessä kohteessa on n. 50–100 mm lattian pintaa alempana.



Kuva 21. Kosteuden siirtymistä rakenteisiin kapillaarisesti ja diffuusion vaikutuksesta [7.]

3.2.1 Parannusehdotus

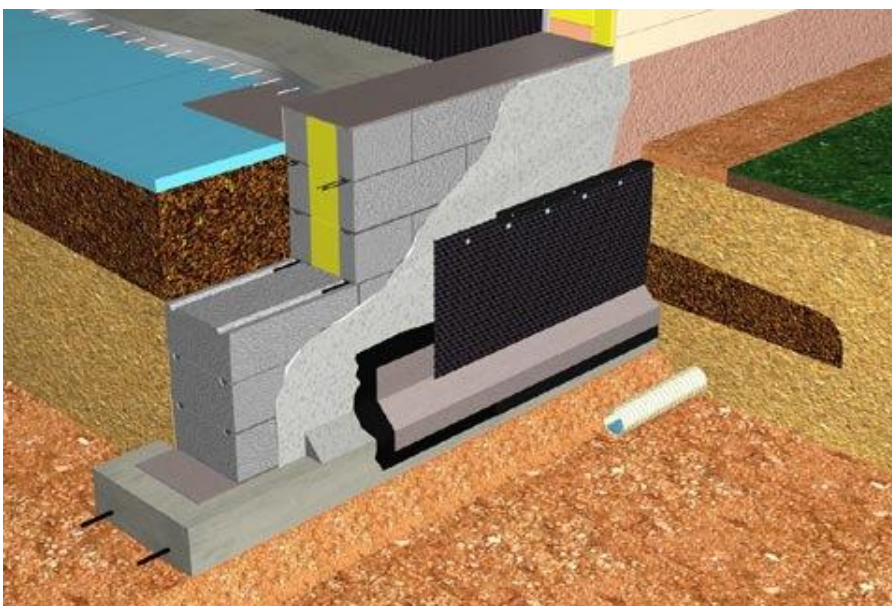
Salaojien tarkoituksena on pitää mm. pohjavesi perustuksien alapuolella.

Esimerkkikohteessa perustusten osalta sokkelin vierusta tulisi kaivaa salaojien asennusta varten. Salaojaputket tulisi asentaa anturan alapinnan alapuolelle sijainnin sivusuunnassa ollen vähintään 100 mm anturan ulkopuolen pystypinnasta. Kaivaminen voidaan toteuttaa käyttäen pientä kaivinkonetta, mutta anturan alapinnan alapuolisen korkoaseman kaivaminen tulee tehdä käsin, jottei häiritä anturan vakautta.

Salaojien asennus sekä maanmuotoilu suoritetaan aiemmin esitetyn kohdan 2.3 Kuivatus ja salaojitus mukaisesti.

Takapihan osalla, jossa maaston korkosuhteet lisäävät riskiä ylimääräiselle kosteusrasitukselle, tulee asentaa perusmuuriin jatkuva vedeneristys hitsattavasta kumibitumialuskermistä. Kermin asennuksessa alusta tulee puhdistaa teräsharjauksella, hiekkapuhalluksella tai hiomalla. Perusmuurin ja anturan taitekohtaan rakennetaan holkkalista parantamaan vedenohjausta sekä lisäämään kermin kestävyyttä. Tarkemmat asennusohjeet löytyvät RT-ohjekortista RT 83-10955. Kermin päälle asennetaan epäjatkuva vedeneristys käyttäen patolevyä (kuva 22).

Rakennuksen koko matkalle asennetaan patolevy. Anturan yläpintaan rakennetaan holkkalista, jonka osalle asennetaan jatkuva vedeneristys (kuva 22). Patolevyn yläreunaan asennetaan yläpäänlista. Asennuksessa noudatetaan valmistajan antamia ohjeita.



Kuva 22. Perusmuuri saadaan tuulettuvaksi käyttämällä patolevyä. [32.]

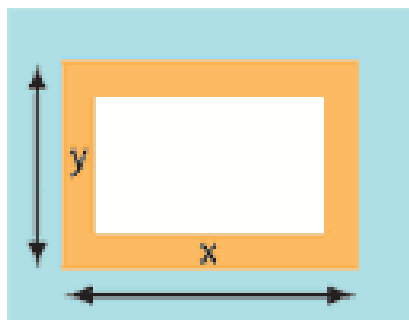
Rakennuksen ympärille asennetaan routaeristeet. Pakkasmäärä vaihtelee Suomen eri osissa. Etelä-Suomen rannikkoseudulla mitoituspakkasmäärä on vain puolet Pohjois-Suomen arvoista.

Eristystä suunniteltaessa tulee huomioida rakennuspaikan olosuhteet ja tietää, miten rakennuspaikan sijainti ja maapohjan laatu sekä perustamistapa ja kohteen käyttötarkoitus vaikuttavat eristeen laatuvaatimuksiin sekä vahvuuteen. Koska Suomessa roudan syvyys on 2–2,7 metriä, tarvitaan routaeristystä käytännössä lähes aina.

On hyvä huomioida, että rakennuksen ulkonurkissa routaeristys on paksumpi verrattuna muuhun routaeristykseen. Kylmien rakennusten ja rakenteiden routaeristyspaksuus on yleensä noin kaksinkertainen verrattuna lämpimään rakennukseen. Routaeristämisen mitoittamisesta lisää kohdassa 2.2.2.4. [15.]

Esimerkkikohteen routaeristämisen mitoitus on suoritettu Thermisolin routalaskurilla. ThermiSol routaeristyslaskentaohjelma noudattaa vuoden 2010 lämmöneristysmääräysten mukaisen lämpimän rakennuksen, pihan ja kylmän rakenteen osalta Talonrakennuksen routasuojausohjetta (VTT ja Rakennustieto Oy 2007) sekä ThermiSol Oy:n ilmoittamia lämmönjohtavuusarvoja ja lämmönläpäisykertoimia.

Esimerkkikohteen rakennuksen muoto ja mitat on esitetty kuvassa 23. Energialuokitukseksi valittiin normaali energialuokka ja mitoituspaikkakunnaksi Kajaani, jonka mitoituspakkasmäärä F_{50} on 55000Kh. Perustamissyvyydestä esimerkkikohteessa ei ole tietoa, ja perustussyvyys perustuu arvioon. Ohjelmalla saadaan laskettua routaeristeen pinta-alat ja vahvuudet sekä eristevahvuudet nurkkien osalle (L_c mitta), esitetty kuvassa 24.



Kuva 23. Esimerkkikohteen pohjanmuoto, joka vaikuttaa routaeristuksen mitoitukseen. [15.]

rakennuksen mitat ovat $y=8900$ mm ja $x=12600$ mm

Energialuokitus: normaali
 Paikkakunta: Kajaani
 Mitoituspakkasmäärä F_{50} : 55000 Kh
 Perustamissyvyys: 0.5 m

Routaeristeen pinta-ala

Seinustoilla: 48,6 m²

Nurkissa: 41,8 m²

Routasuojauksen leveys B määritetään anturan ulkopinnasta. Laskennassa käytetty sokkelin ja anturan reunan etäisyytenä 100 mm. Mikäli käytetään leveämpää anturaa, on routasuojauksen leveyttä kasvatettava vastaavasti.

Eristeen laskennallinen paksuus EPS 120 Routa

Seinustoilla: 93 mm

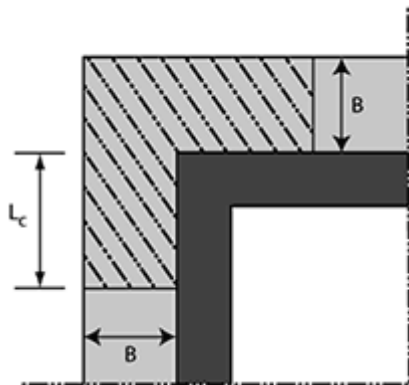
Nurkissa: 130 mm

Routaeristys EPS 120 Routa

Seinustoilla: 100 mm

Nurkissa: 130 mm, nurkista 2 metrin matkalle (kuvassa L_c)

Eristeen leveys sokkelista (B): 1.8 m, sisältäen sokkelin ja anturan välisen etäisyyden 0.1 m



Kuva 24. Nurkka-alueen L_c mitan mitoittaminen. [15.]

Rakennukselle vaadittavan routaeristeen vahvuus, sijainnin ollessa Kajaanissa, on suorille seinustoille 100 mm ja nurkka-alueille (L_c) 130 mm. Leveys laskentaohjelman mukaan on 1,8 metriä seinustalta, sisältäen sokkelin ja anturan välisen etäisyyden 100 mm.

Tarkemmin laskettaessa nurkka-alueen (L_c) eristeen leveys lasketaan yleensä suoraseinän eristeen leveyttä leveämmäksi, vahvuuden ollessa myös suoran seinän eristealuetta vahvempi.

Rakennus liitetään kaupungin hulevesiverkkoon, ja salaoja- ja kattovedet ohjataan sinne perusvesikaivon kautta.

3.2.2 Arvioidut materiaali- ja työ kustannukset

Korjauskustannukset on laskettu käyttäen KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia, Ratu Rakennustöiden menekit 2010 kirjoja.

Esimerkkikohteessa rakennuksen piiri on 43 metriä. Työt sisältävät perusmuurinvieruksen kaivamisen, salaojaputkien ja -kaivojen asentamisen, sadevesikaivojen ja -putkien asentamisen, perusmuurin vierustäytön, routasuojauksen, patolevyn asentamisen ja takapihan osalle bitumikermin asentamisen painevettä vastaan.

Taulukko 2. Perusmuurin vierustöiden kustannukset

NIMIKE JA SELITYS	MÄÄRÄTIEDOT		KUSTANNUSTIEDOT							
	Määrä	Yks.	h/yks.	h.yht	TYÖKUSTANNUS			AINEKUSTANNUS		
					€/h	€/yks.	yht.€	€/yks.	Aine €	yht.€
Maan kaivuu										
Tilavuuskaivuu perusmuurinvierus	56	m3	0,01274	0,71344	105	74,9112	74,9112	0	0	74,9112
Maan kuljetus poisventi ja tuonti	112	m3	0,5	5	60	300	300	0	0	300
Salaojat ja putkijohdot										
Salaojat ja putkijohdot, 110/095 mm x 6 m	51	jm	0,14	7,14	44	314,16	314,16	2,65	135,15	449,31
Tarkastuskaivot + kannet	4	kpl	1,4	5,6	44	246,4	246,4	40,9	163,6	410
Perusvesikaivo PVK 500 / 315	1	kpl	1,4	1,4	44	61,6	61,6	309	309	370,6
Sadevesiputki	47	jm	0,14	6,58	44	289,52	289,52	2,65	124,55	414,07
Routaeriste 2x50mm Lc alue 50 mm +70 mm	180	m2	0,208	37,44	44	1647,36	1647,36	4,38	788,4	2435,76
Rännikaivo	4	kpl	1,4	5,6	44	246,4	246,4	82,4	329,6	576
Patolevy	30	m2	0,15	4,5	44	198	198	2,50	75	273
Bitumikermi	13	m2	0,1716	2,2308	44	98,1552	98,1552	9,58	124,54	222,6952
Täyttö ja tiivistys										
Perusmuurin vierustäyttö	56	m3	0,0812	4,5472	44	200,0768	200,0768	12,43	696,08	896,1568
Konetyö	56	m3	0,0812	4,5472	105	477,456	477,456	0	0	477,456
YHTEENSÄ										
				85,29864			4154,039		2745,92	6899,959

Kokonaiskustannukseksi esimerkkikohteessa perusmuurinvieruksen korjaustoimenpiteistä tulee noin 6900,00 € ja työhön kuluu noin 80 h yhdeltä työntekijältä.

Perusmuurinvieruksen kaivamisessa, täytöissä ja maankuljetuksissa on huomioitu lisäksi koneiden työ kustannukset, mutta ei kaivinkoneen siirtoa.

3.3 Lattiarakenteet

Jos lattiapinta alkaa liian läheltä maanpintaa, ulkopuolinen valumavesi voi päästä rakenteisiin ohuen valesokkelin läpi ja vaurioittaa sekä seinien alaosien että lattian puurakenteita ja lämmöneristeitä. Kosteus voi kohota puurakenteisiin myös betonilaatan lävitse, sillä kosteus

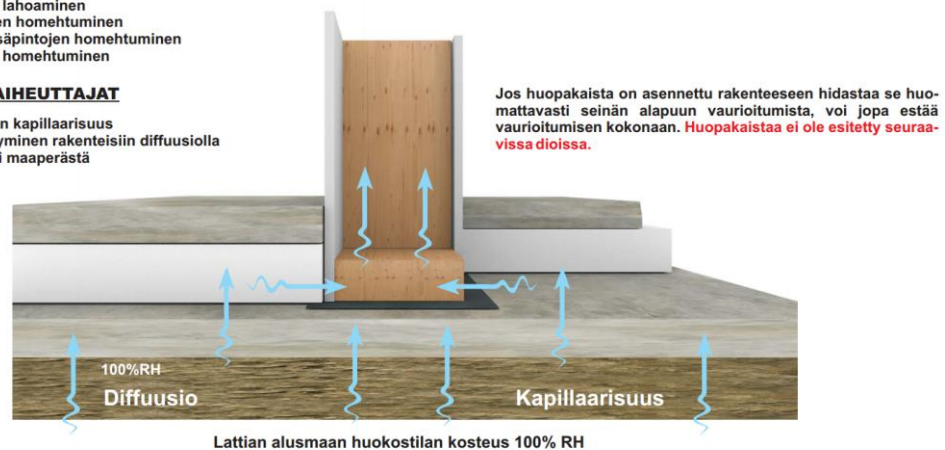
nousee rakenteissa kapillaarisesti ylöspäin. Rakenteiden kosteusvaurio voi syntyä, jos betonilaatan alla ei ole riittävää kosteuden nousun katkaisevaa karkearakeista maakerrosta tai jos laatasta puuttuu kosteudeneristys. Koolatun lattiarakenteen kosteusvaurioriski on pienempi, jos ainakin osa lämmöneristeestä on sijoitettu betonilaatan alle. Laatan alapuolinen lämmöneristäminen alkoi yleistyä 1980-luvun alkupuolella. [35.]

VAURIOT

1. Seinän alapuun lahoaminen
2. Seinärakenteiden homehtuminen
3. Seinälevyjen sisäpintojen homehtuminen
4. Seinän alapuun homehtuminen

VAURIOIDEN AIHEUTTAJAT

1. Lattian alusmaan kapillaarisuus
2. Kosteuden siirtyminen rakenteisiin diffuusiolla ja kapillaarisesti maaperästä



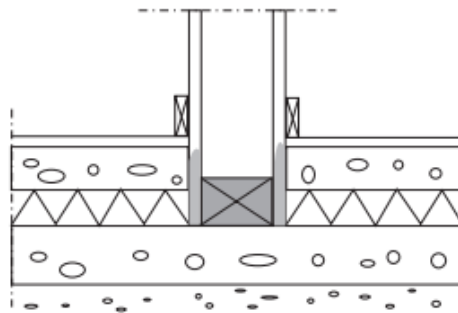
Kuva 25. Maaperän huokoskosteus on aina lähtökohtaisesti 100 % RH. [7.]

3.3.1 Parannusehdotus

Lattiarakenteiden muuttaminen vuoden 2014 tasolle ei ole kustannusten valossa järkevää. Mikäli väliseinien alaohjauspuissa on kosteusvaurioita, voidaan niiden osalta parannusehdotuksena suositella alaohjauspuiden nostamista ”roskavalun” pinnasta pintabetonin pintaan.

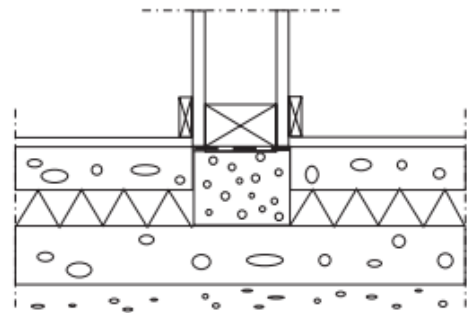
Kantavien väliseinien osalla alajuoksu asennetaan ”roskavalun” päälle asennettavan harkon päältä, jolloin kantavuus saadaan säilymään. Kevyiden väliseinien osalla poistetun alajuoksun tilalle asennetaan pohjalle EPS eriste, ja päälle valetaan betoni vanhan lattiapinnan kanssa tasakorkoon. Alaohjauspuun ja betonin väliin tulee asentaa bitumihuopakaista katkaisemaan kapillaarisesti betonista nouseva kosteus. Kantavan seinän alaohjauspuuta vaihdettaessa on huomioitava riittävä väliaikainen tuenta, etteivät kattorakenteet pääse painumaan.

VAURIOTILANNE



Seinän alaosa on jäänyt betonirakenteen sisään. Seinän alaosa on jatkuvasti kostea, minkä vuoksi siihen muodostuu kosteusvaurio.

KORJAUSTAPAEHDOTUS



Korjataan korottamalla seinän alajuoksu kiviaineisella rakennusosalla, esimerkiksi harkoilla. Niiden päälle asennetaan kosteudeneristys.

Kuva 26. Vaurioitunut väliseinän alaohjauspuu ja korjaustapaehdotus. [30.]

3.4 Ulkoseinärakenteet

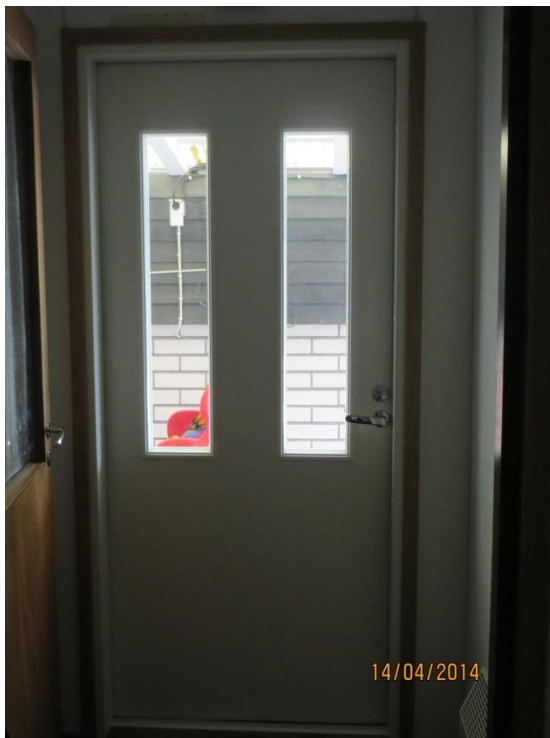
Esimerkkikohteessa on aikakaudelle tyypillisesti ulkoseinän alaohjauspuu lattianpinnan tasosta n. 100 mm alempana. Kyseisenlainen rakenne on riskirakenne, mutta mikäli alaohjauspuussa ei ole kosteusvaurioita, voidaan se jättää ennalleen. Riskiä alaohjauspuun vaurioitumiselle voidaan vähentää aiemmin kohdassa 3.2 Perustus ja sokkelirakenteet esitetyillä toimenpiteillä.

Mikäli alaohjauspuussa on kosteusvaurioita, suoritetaan korjaustyö nostamalla alaohjauspuu lattianpinnan tasolle.

Esimerkkikohteessa on vaihdettu uudet ikkunat ja ulko-ovet (kuvat 27 ja 28). Ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisella saavutetaan kosmeettisesti parempaa asumismukavuutta ja niillä saavutetaan parempi tiiviys, jolloin vedon tunne katoaa. Samassa yhteydessä saadaan uusittua rakennuksen ilmettä ja mahdolliset virheellisesti asennetut vesipellit voidaan vaihtaa uusiin. Ikkunoiden vaihtamisella harvoin saavutetaan suurta energiansäästöä suhteessa niiden hankintahintaan, että se olisi ainoastaan energiansäästön näkökulmasta järkevää. Ikkunoiden vaihtamisen yhteydessä tulee tarkistaa myös rakennuksen korvausilman saanti. Ulko-ovien vaihtamisella saavutetaan energiansäästön näkökulmasta hieman parempi hyöty kuin ikkunoilla.



Kuva 27. Esimerkkikohteeseen on uusittu ikkunat ja vesipellitykset.



Kuva 28. Esimerkkikohteeseen on uusittu ulko-ovet.

3.4.1 Parannusehdotus

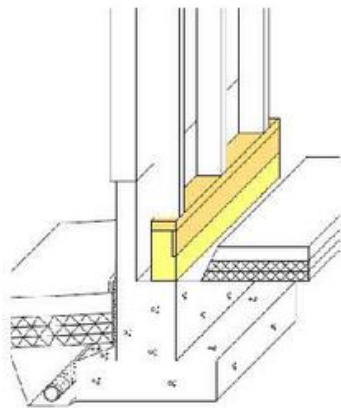
Esimerkkikohteessa alaohjauspuun kunto on tarkistettu poraamalla seiniin tarkistusreikiä ja puun kunto on todettu hyväksi. Ulkopuolen salaojituksella, paineveden suojauksella, maanmuotoilulla ja routasuojauksella saadaan varmistettua alaohjauspuun säilyminen kunnossa myös jatkossa. Esimerkkikohteeseen on vaihdettu uudet ikkunat ja ulko-ovet, joten niiden osalta toimenpiteitä ei tarvita.

Mikäli alaohjauspuussa on kosteudesta johtuvia vaurioita, tulee ulkopuolen kuivatusta parantaa aiemmin esitetyillä tavoilla kohdat 2.3 Kuivatus ja salaojitus sekä 3.2.1 Parannusehdotus mukaisesti kohteeseen soveltaen.

Lisäksi alaohjauspuun ollessa kosteusvaurioitunut tulee alaohjauspuu nostaa lattiapinnan tasolle. Kosteusvaurioituneet rakenteet puretaan RT 82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkuohjeet –mukaisesti. Purkutöihin ryhtyessä tulee varmistua, ettei rakenteessa ole asbestia ja tarvittaessa rakennukseen tehdään asbestikartoitus. Purkutöissä noudatetaan työturvallisuusviranomaisten ohjeita.

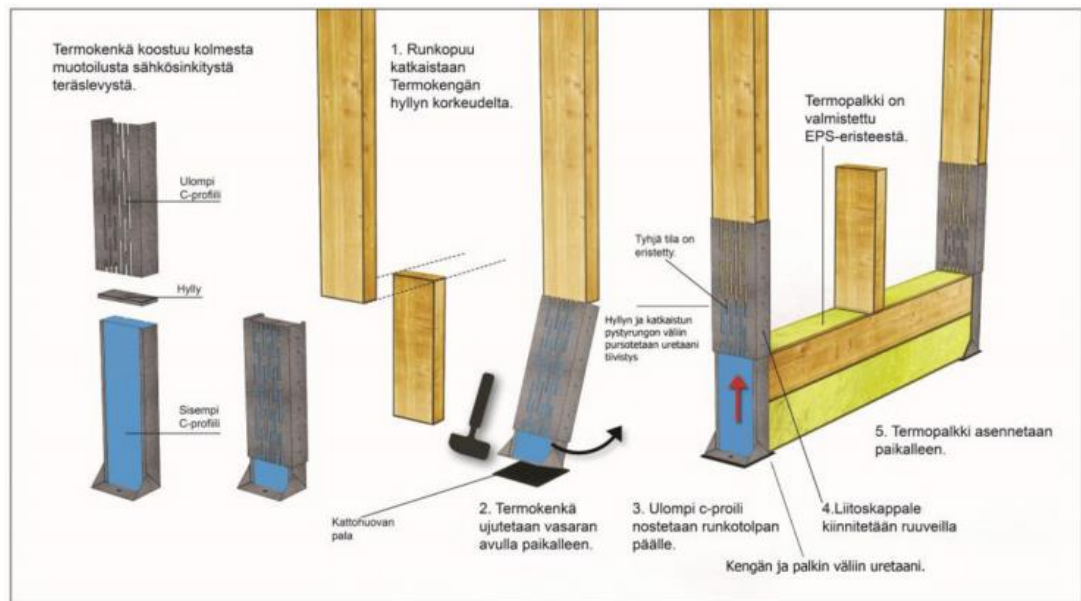
Korjaus suoritetaan Termokenkä-menetelmällä, (kuva 29). Kyseinen tuote on voittanut RIL:n vuoden 2013 Kosteusturvallisen palkinnon.

Termokenkää voidaan käyttää yhdessä Termopalkin kanssa. Tällä korjausmenetelmällä päästään selkeästi parempiin seinärakenteen lämpöarvoihin sekä merkittäviin kustannussäästöihin asennuksen osalta.

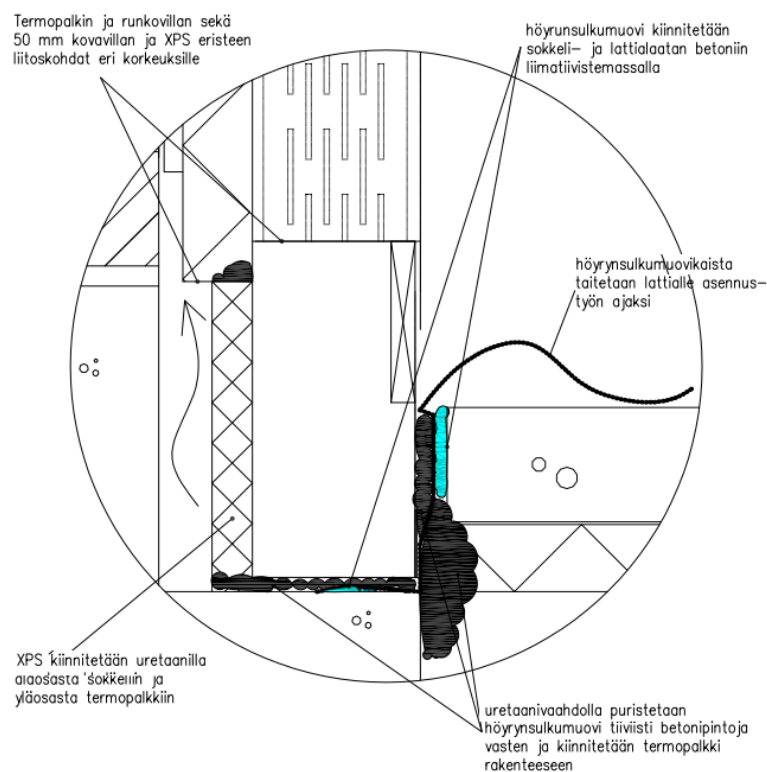


Kuva 29. Termopalkkirakenne [36.]

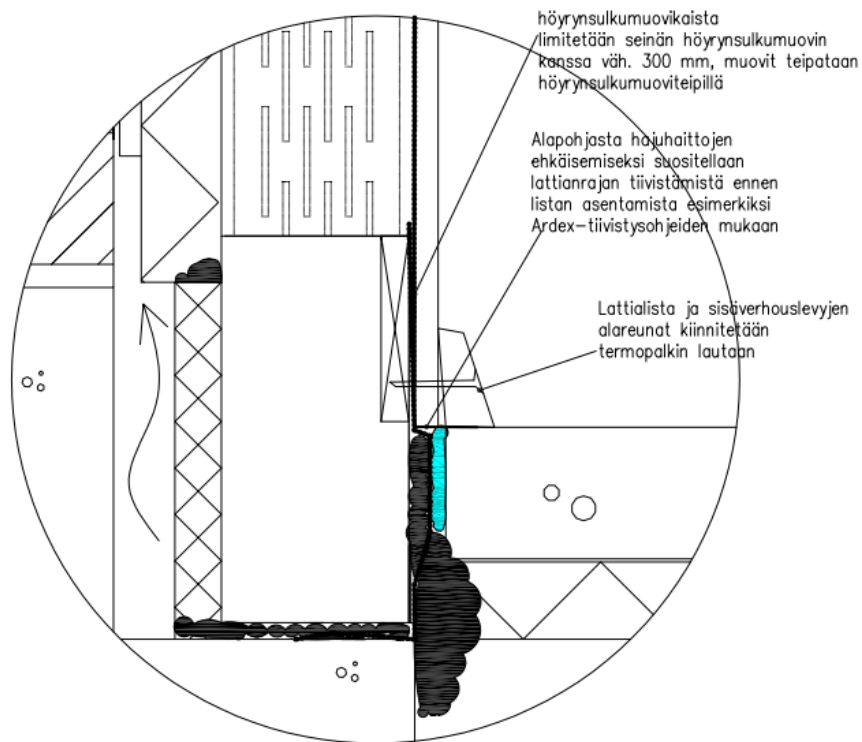
Kuvissa 30, 31 ja 32 on esitetty Termokengän ja Termopalkin asentaminen



Kuva 30. Termopalkin asennusohje. [36.]



Kuva 31. Detaljikuva Termokengän asennuksesta. [36.]



Kuva 32. Detaljokuva valmiista Termokenkärakenteesta. [36.]

3.4.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset

Korjauskustannukset on laskettu käyttäen KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia ja Ratu Rakennustöiden menekit 2010, sekä Lamox Oy:n toimittamaa aineistoa.

Valesokkeli

Valesokkeliperustuksessa alaohjauspuun korjaaminen Termomenetelmällä maksaa noin 130 €/jm ja työhön kuluva aika on noin 2,7 h/jm. Taulukossa 3 on esimerkkilaskelma Termomenetelmästä.

Taulukko 3. Esimerkkilaskelmassa on arvioitu ulkoseinä, jonka pituus on 10 jm, runko 100 mm, rakenteeseen on arvioitu kuuluvan kaksi huonetta, 1 oviaukko ja 1 nurkka. [37.]

TERMOMENETELMÄLLÄ KORJAUS				
Tuenta työt Termokengälle:				
Poikittaislaudan asentaminen ja siirrot x 4	materiaalit(€)	työaika	€/h	summa
	4	0,5	44	26 €
Termorakennetta varten tarvikkeiden hankkiminen				
lautatarv.				10 €
höyrynsulkum.				20 €
Villaeristeet 100 mm (10 m ²)				40 €
Naulat, ruuvit, uretaanivaaho yms. pientarvike				30 €
	työaika (h)	€/h		
	1,5	44		66 €
				166 €
Termotuotteet työmaalle tuotuna				
	€/kpl	kpl		
Termojalat	23,8	20		476 €
Termopalkit	23,8	10		238 €
Asennussarja	10	10		100 €
				814 €
Termorakenteella korjaaminen				
	jm	h/jm	€/h	
Höyrynsulkumuovin kiinnitys sokkeliin ja lattian betonilaattaan	10	0,1	44	44 €
Termokenkien asennus	jm	h/jm	€/h	
	10	0,3	44	132 €
Alaohj.puun kiinnitys pystyrunkoon ja pystyrungon liitokset	jm	h/jm	€/h	
	10	0,3	44	132 €
		0,7		308 €
Yhteensä Termomenetelmän työaika ja kustannukset ilman pintarakenteita				
		9	työtunt.	1 288 €
				129 € €/jm

Lisäksi hinnassa tulee huomioida purkutyö, sisäseinän pintamateriaali sekä sen asennus.

Purkutyö maksaa listoitusten, levytyksen ja villoituksen osalta noin 18,60 €/m². Kyseisessä menetelmässä sisäpuolen levytys puretaan koko huonekorkeudelta eli kokonaiskustannus on

$$2,5 \text{ m} \times 18,60 \text{ €/m}^2 = 46,50 \text{ €/jm} \text{ ja työhön kuluu noin } 0,60 \text{ h/jm}$$

Kustannuksiin lisätään sisäpuolen levytys, jalka- ja kattolistoitus ja maalaus. Kustannus laskeaan 1 metrin matkalta ja 2,5 metrin huonekorkeudelta. Kokonaiskustannukset pintatöiden osalta ovat noin 59 €/jm, josta töiden osuus 36,2 €/jm ja materiaalin osuus 22,80 €/jm.

Kokonaiskustannus sokkelin korjauksen osalta jm

$$130 \text{ €/jm} + (44 \text{ €/h} \times 2,7\text{h}) + 46,50 \text{ €/jm} + 59 \text{ €/jm} = 354,30 \text{ €/jm}$$

Hinnat sisältävät Alv. 24 %

Mikäli esimerkkikohteeseen (talonpiiri 43 jm) tehtäisiin sokkelinkorjaus koko talonosalle, kustannus siitä tulisi olemaan noin

$$43 \text{ jm} \times 354,30 \text{ €/jm} = 15234,90 \text{ €}$$

Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunoiden ja ulko-ovien vaihtamisen kustannukset koostuvat vanhojen ikkunoiden ja ovien purkamisesta ja uusien ikkunoiden asentamisesta. Vaihtaminen tapahtuu yleensä ikkunavalmistajien tarjousten perusteella, ja kustannukset ovat yleensä kiinteitä urakkahintoja (avaimet käteen -periaatteella).

Purkukustannukset ovat vesipellytyksen osalta noin 3,46 €/jm, ja ikkunoiden purkukustannukset ovat esim. puuikkuna (15 x 15 M) 24,00 €/kpl., puuikkuna (24 x 15 M) 31,15 €/kpl. ja ulko-oven purkukustannukset ovat noin 21,12 €/kpl. Hinnat sisältävät alv. 24 %.

Ikkunoiden hinnat (alv. 24 %) ovat puualumiini-ikkunoiden (MSE/AL) osalta

- 12 x 12 295,00 €/kpl.
- 15 x 14 383,00 €/kpl.
- 15 x 16 399,00 €/kpl.
- 15 x 18 429,00 €/kpl.
- 20 x 14 453,00 €/kpl.
- 3 x 6 175,00 €/kpl.
- 6 x 12 218,00 €/kpl.
- 6 x 6 196,50 €/kpl.
- 9 x 12 254,00 €/kpl.

Ulko-ovien hinnat (alv. 24 %)

- 10 x 21, valk., 1 lasiaukko 468,00 €/kpl.
- 10 x 21, valk., 2 lasiaukkoa 529,00 €/kpl.
- 9 x 21, parvekeovi, lasi 519,00 €/kpl.

Asennushinnat koostuvat siirroista, karmin asennuksesta ja ikkunan/oven sovituksesta. Asennuksen jälkeen ikkuna/ovi tilkitään ja listoitetaan.

Ulko-oven asennus maksaa noin 84,00 €/kpl ja ikkunoiden asennukset puuikkuna (12M x 12M) noin 64,50 €/kpl ja puuikkuna (15M x 15M) noin 97,00 €/kpl.

Asennukseen tulee lisäksi tarvittavat materiaalit kuten listat, kiinnitys- ja tilkitsemistarvikkeet.

Esimerkkikohteeseen ikkunoiden ja ulko-ovien vaihtamisen kustannukset olisivat

Kokonaiskustannus ulko-ovien vaihtamisesta (1 kpl 1 lasiaukollinen ja 1 kpl parvekeovi) on noin

- $3,46 \text{ €} + 21,12 \text{ €} + 468,00 \text{ €} + 84,00 \text{ €} = 576,60 \text{ €}$
- $3,46 \text{ €} + 21,12 \text{ €} + 519,00 \text{ €} + 84,00 \text{ €} = 627,60 \text{ €}$

Kokonaiskustannus ikkunoiden vaihtamisesta (6 kpl 15 x 12 ja 1 kpl 6 x 6) on noin

$((1,5 \text{ jm} \times 6\text{kpl}) \times 3,46 \text{ €}) + (24,00 \text{ €} \times 6 \text{ kpl}) + (383,00 \text{ €} \times 6 \text{ kpl}) + (90,00 \text{ €} \times 6 \text{ kpl}) = 3013,14 \text{ €}$

$(0,6 \text{ jm} \times 3,46 \text{ €}) + 24,00 \text{ €} + 196,50 \text{ €} + 64,50 = 287 \text{ €}$

Asennustarvikkeiden hinta on noin 135,00 €

Esimerkkikohteen ikkunoiden ja ulko-ovien vaihtamisen kokonaishinta sis. alv 24 %
 $135,00 \text{ €} + 576,60 \text{ €} + 627,60 \text{ €} + 3013,14 \text{ €} + 287,00 \text{ €} = 4636,34 \text{ €}$

Ikkunoiden koko ja niiden määrä vaikuttavat kokonaishintaan. Käytännössä hinta on asennuksen osalta hieman korkeampi, koska laskennassa ei ole huomioitu asennuskustannuksissa ikkunatoimittajan hintaan lisäämiä kustannuksia, kuten markkinointikulut, henkilöstönkulut yms. Ikkunoissa on myös hintaeroja eri ikkunatyyppeiden ja valmistajien välillä, sekä sälekaihtimet ja muut varusteet nostavat hintaa. Lisäkustannuksia tulee myös rahdista ja sen vakuutuksesta.

3.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Kohdassa 2.7 Yläpohja ja vesikattorakenteet on käsitelty tyypillisiä 1970-luvun kattorakenteita ja niiden ongelmia. Esimerkkikohteessa alkuperäisenä ollut pulpettikatto on muutettu harjakatoksi ”pukittamalla” se vanhan katon päältä (kuva 33). Kattorakenteessa vanha bitumikermikate on jätetty ”pukituksen” alle ja vanhaa pulpettikattoa on aukaistu ainoastaan räystäiltä noin metrin leveydeltä.



Kuva 33. Esimerkkikohteessa harjakatto on rakennettu vanhan pulpettikaton päältä pukittamalla kappaletavarasta.

Kattomuodon ollessa pulpetti- tai tasakatto tulisi katteen kunto, yläpohjan tuuletus ja vedenohjaukset tarkistaa. Ullakkotilassa mahdollisesti oleva viemärin tuuletusputki tulee myös olla ehdottomasti eristetty.

Mikäli vesikatto päädytään uusimaan, voidaan se tehdä uusimalla vanha bitumikermi. Pintakermin asentaminen suoraan vanhan vedeneristyksen päälle ei ole suotavaa, koska materiaalien tulisi olla samantyyppisiä niiden kiinnittymisen varmistamiseksi toisiinsa. Vanha bitumikermi voi elää eri tavalla kuin uusi, jolloin eristeet voivat irrota toisistaan, ja katteeseen voi tulla poimuja. Tästä syystä varmempaa on poistaa vanha bitumikermikate uuden huovan alta, jolloin saavutetaan varmasti parempi ja kustannustehokkaampi lopputulos.

Toinen vaihtoehto on muuttaa vanha pulpetti- tai tasakatto harjakatoksi. Tällöin toimenpiteeseen on haettava tarvittavat luvat paikkakunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Harjakatto voidaan toteuttaa pukittamalla rakenne vanhan vesikaton päältä, jolloin vanha bitumikermi tulee poistaa kauttaaltaan ja umpilaudoitusta avata tuuletuksen varmistamiseksi vanhaan yläpohjan eristetilään. Harjakatto voidaan toteuttaa myös asentamalla NR-kattoristikot vanhan kattorakenteen päälle. Samassa yhteydessä voidaan lisätä yläpohjaan lämmöneristettä. Eristettä lisättäessä on varmistettava yläpohjan riittävä tuulettuminen räystäältä, sekä asennettava tarvittavat tuulenohjaimet.

3.5.1 Parannusehdotus

Vanha pulpettikatto muutetaan harjakatoksi. Muutostyössä käytetään soveltaen kohdan 2.7 Yläpohja ja vesikattorakenteet mukaisia ohjeita. Vanha bitumihuopakate ja vanha umpi-laudoitus poistetaan. Vanhan pulpettikaton päälle asennetaan NR-kattoristikot ja vesikatema-teriaaliksi asennetaan peltikate. Samassa yhteydessä asennetaan uudet vesirännit ja syöksy-putket.

Vesikaton muutoksen yhteydessä yläpohjan lämmöneristeet vaihdetaan eristevahvuuden kas-vaessa noin 500 mm. Lisälämmön eristäminen asettaa vanhalle höyrynsululle parempaa tii- viysvaatimusta, joten samassa yhteydessä vanha höyrynsulku olisi hyvä uusida tai tiivistää, mi- käli höyrynsulkumuovissa on reikiä. Höyrynsulun uusiminen on kallis toimenpide ja sen uu- simista/korjaamista tulee harkita tapauskohtaisesti. Esimerkkikohteessa päädytään säilyttä- mään vanha höyrynsulkumuovi.

3.5.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset

Vesikaton muutostyö harjakatoksi vaatii vanhan bitumieristeen poistamisen, vanhan umpi- laudoituksenpoistamisen, sekä vesikaton kolmella sivulla olevien seinämien purkamisen. Purkutöissä tulee noudattaa työturvallisuusviranomaisten ohjeita.

Uusien kattotuolien asennuspohja tulee tasoittaa ja tarkistaa kattotuolien kannatuksen tuke- vuus. Uusia kattotuoleja asentaessa on tärkeää, että vesikaton kuorma saadaan siirrettyä pe- rustusrakenteille vanhojen kattotuolien tapaan.

Kustannusten laskennassa on käytetty Rakennusosien kustannuksia 2013 sekä Korjausraken- tamisen kustannuksia 2013 kirjoja.

Purkukustannukset olisivat esimerkkikohteessa (pulpettikaton pinta-ala n. 110 m²) bitumi- kermikatteen ja aluslaudoituksen purku noin 5,58 €/m² x 110m² =716,10 € ja lämmöneris- teen purku 4,75 €/m² x 105 = 618,45 €. Lisäksi Purkamisesta tulee jätekuluja noin 740 €.

Purkutyön kokonaiskustannukset ovat noin 716,10 € + 618,45 € + 740 € = 2074,55 €

Vesikaton rakentamisessa voidaan käyttää soveltaen uudiskohteen vesikaton rakentamisohjeita. Yläpohjan kustannukset:

Taulukko 4. Yläpohjan kustannuksia ilman räystäärakenteita.

Yläpohja	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Vesikate, muotolevykate, kaltevuus 1:3	m ²	18,91	0,12	3,32	22,23
Vesikatteenalusta, ruoteet 38x100 mm k 400	m ²	2,55	0,14	4,5	7,05
Aluskate, korokerima k 900	m ²	3,18	0,06	1,68	4,86
Kattotuoli, tuulenhjauslevy 25 mm	m ²	22,50	0,12	3,73	26,23
Lämmöneriste 550 mm, mineraalivilla puhallettuna, YP suora	m ²	30,04	0	0	30,04
		77,18	0,44	13,23	90,41

Yläpohjarakenteen kokonaiskustannukset ilman räystäitä kyseisessä rakennuksessa:

Katto pinta-ala	115,2 m ²
Kokonaiskustannus €/m ²	90,41 €/m ²

Yläpohjarakenteen kokonaiskustannukset ilman räystäitä alv. 0 % **10415,23 €**

Räystäiden kustannukset ovat samat, kuin uudiskohteen vastaavat kustannukset.

Taulukko 5. Yläpohjan räystäiden kustannukset.

Umpiräystä, lape	menekki 1,00 jm	kustannus €/jm	menekki tth	kustannus €/jm	yhteensä €/jm
tuulensuojalevy, kipsilevy 9 mm	0,8 m ²	3,31	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00 jm	9,45	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10 jm	1,32	0	0	0
lintueste, muovi	1,00 jm	4,08	0	0	0
naula, lankanaua 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05 kg	0,11	0	0	0
		18,28	0,58	19,08	37,36

Umpiräystä, pääty	menekki 1,00 jm	kustannus €/jm	menekki tth	kustannus €/jm	yhteensä €/jm
Soiro 48 x 123 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja	1,10 jm	1,29	0	0	0
Naula, lankanaua 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,01 kg	0,03	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00 jm	9,45	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10 jm	1,32	0	0	0
naula, lankanaua 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05 kg	0,11	0	0	0
		18,28	0,58	19,08	31,28

Räystäiden kustannukset kyseisessä rakennuksessa:

Räystä, lape jm	27,6 jm
Räystä, pääty jm	20,4 jm
Kustannus €/jm, lape	37,36 €/jm
Kustannus €/jm, pääty	31,28 €/jm
Räystäiden kokonaiskustannukset alv. 0 %	1669,25 €

Vesikattovarusteiden kustannukset ovat samat kuin uudiskohteen vastaavat kustannukset

Taulukko 6. Vesikattovarusteiden kustannukset

Vesikattovarusteet	materiaa- menekki	materiaali- kustannus €/yksikkö	työ- menekki tth	työ- kustannus €/yksikkö	kustannus
					yhteensä €
Vesikourut	27,6 jm	15	7,5	10,8	712,08
Syöksyputket (paketti)	4 kpl	89	3,5	35	496
Talotikas	1 kpl	239	2	80	319
Kattosilta	6,00 jm	50	2	13,3	379,8
Lumieste	27 jm	38	4	5,9	1185,3
			0	19	0
					3092,18

Vesikattovarusteiden kustannukset kyseisessä rakennuksessa:

vesikourut	27,6 jm
Syöksyputket	4 sarjaa
Talotikas asennussarjoineen	1kpl.
Kattosillat	6 jm
Lumiesteet	27 jm

**Vesikattovarusteiden kokonaiskustannukset
alv. 0 %** **3092,18 €**

Kokonaiskustannuksiin vaikuttavat katon muoto, jiirien, taitteiden ja läpivientien määrä, kattovarusteiden määrä sekä eristekerroksen vahvuus. Kustannuksiin vaikuttaa myös kuormitukset, jotka pitää suunnitella tapauskohtaisesti.

Vesikattovarusteisiin on laskettu vesikourut ja syöksyputket sekä kattoturvatuotteet asennettuna. Laskennassa ei ole huomioitu tuuletusputkien, tulisijojen yms. läpivientejä, joiden määrä ja laatu lisäävät myös kustannuksia. Vesikattovarusteiden kustannuksiin vaikuttavat mm.

tuotteiden laatu, materiaalit sekä työkustannukset. Kustannuksissa on huomioitu myös purkukustannukset sekä jätemaksut.

Yläpohjarakenteiden kokonaiskustannukset:

Yläpohjarakenne ilman räystäitä		10415,23 €
Räystäiden kokonaiskustannukset		1669,25 €
Vesikattovarusteiden kokonaiskustannukset		3092,18 €
Purkutyön kokonaiskustannukset ovat noin		2074,55 €
<hr/>		
Vesikaton kokonaiskustannus	alv. 0 %	17251,20 €
	alv.24 %	21391,88 €

Vesikaton kokonaishinnassa ei ole laskettu mahdollisia tarvittavia telineitä nostimia tai muita apulaitteita. Materiaalien hinta pukitusmenetelmää käyttäen voisi olla hieman pienempi, mutta uusia kattotuoleja käyttämällä saavutetaan parempi lopputulos ja lopulliset kustannukset ovat todennäköisesti lähelle pukituksella tehtävää vesikattoa työn ollessa nopeampaa.

3.6 Märkätilat

Esimerkkikohteessa pesuhuone ja sauna on uusittu 1990-luvulla. Pesuhuoneessa seinien- ja lattian pintamateriaalina on laatta, jonka alla on kyseisenä aikakautena tyypillisesti käytetty kosteussulku. Pesuhuonetilojen saumat ovat huonokuntoiset ja saunanoven päällä olevassa laatoituksessa on kopoa ja laatat ovat myös kyseisellä alueella silmämääräisesti irti (kuva 34). Tiloissa mitatussa pintakosteuden mittauksessa ei huomattu mahdollisia kosteusvaurioita pintoja rikkomatta. Pesuhuoneeseen viemäriputket ovat muovia ja tilojen käyttövesiputket on uusittu 2010-luvulla.



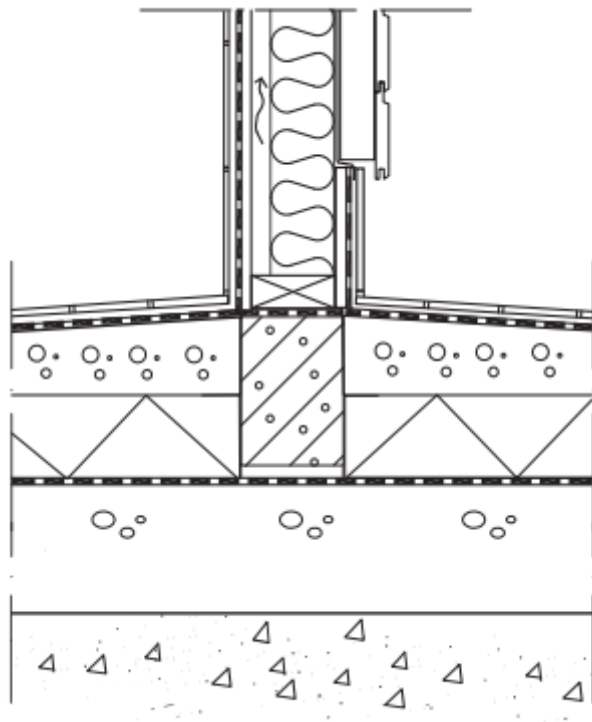
Kuva 34. Seinäläatoitus on irronnut saunanoven yläpuolelta. Kuvassa näkyvät myös uudet käyttövesiputket.

3.6.1 Parannusehdotus

Korjauksena suositellaan pesuhuoneen ja saunan pintojen uusimista kauttaaltaan ja pesuhuoneeseen asennetaan vedeneristys nykyvaatimusten mukaisesti. Korjauksessa käytetään RT-ohjekortin RT 84-11093 Asuntojen märkätilojen korjausohjeita.

Kosteusvaurioituneet rakenteet tulee purkaa ja ne puretaan käyttäen RT-ohjekortin RT 82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkuohjeita. Purkutöihin ryhtyessä tulee myös varmistua, ettei rakenteissa ole asbestia ja tarvittaessa rakennukseen tehdään asbestikartoitus.

Ulkoseinien osalta suositellaan levytyksien purkamista ja alaohjauspuun nostamista lattiapinnan tasoon käyttäen termomenetelmää kohta 3.4.1 Korjaus. Samassa yhteydessä seinien lämpöeristeet ja niiden asennustiiviyys tulee tarkastaa, ja tarvittaessa lämpöeristeet vaihdetaan uusiin. Saunan ja pesuhuoneen välisen seinän alajuoksu nostetaan valunpintaan harkkkovalulla kuvan 31 mukaisesti.



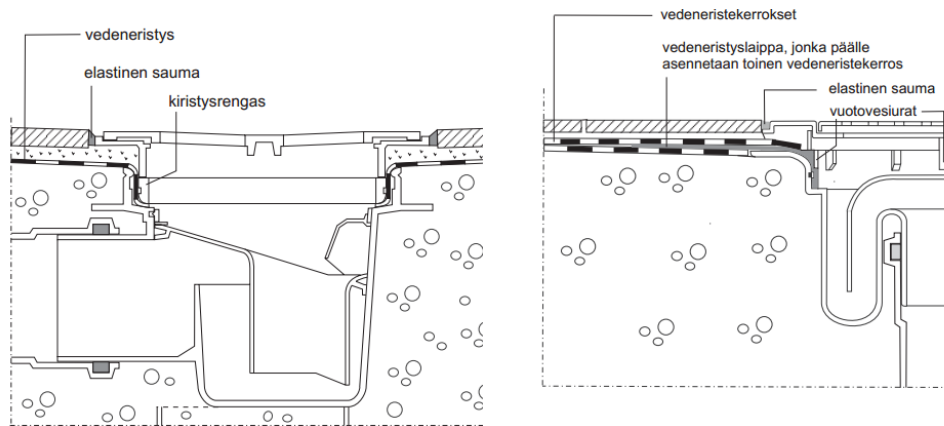
Väliseinä (pesuhuoneen ja löylyhuoneen välinen)

- laatoitus
- kiinnityslaasti
- vedeneristys
- märkätilaan soveltuva rakennuslevy
- ilmaväli (n. 20 mm)
- puurunko (75...100 mm) ja mineraalivillaeristys (50...75 mm).

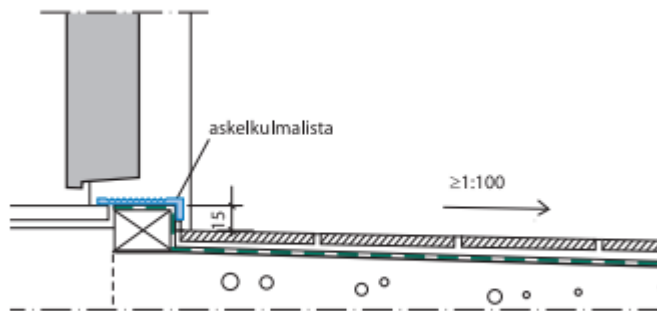
Kuva 35. Pesuhuoneen ja saunan välinen väliseinärakenne. [39.]

Lattioiden osalta vanhat lattiakaivot piikataan irti ja ne uusitaan, jotta vedeneriste voidaan liittää niihin oikealla tavalla (kuva 32). Samassa yhteydessä pesukoneen poistoputkelle roilotetaan ura betoniin. Lattiapinta hiotaan kauttaaltaan ja siihen asennetaan uusi lattialämmitys ja tasoite.

Seinät ja lattiat vedeneristetään kauttaaltaan. Vedeneriste levitetään riittävästi kuivuneen alustan päälle valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Alustan tasaisuus tulee olla suora ja siinä ei saa olla kohoumia tai kuoppia, jotta saavutetaan tarvittava vedeneristeen vahvuus. Vedeneriste nostetaan oven kynnystä vasten 15 mm esimerkiksi kuvan 33 mukaisesti. Vedeneristämisessä tulee käyttää ns. tuoteperhettä, jossa kaikki tarvittavat materiaalit tulevat samalta valmistajalta, jolloin varmistetaan tuotteiden yhteensopivuus ja saadaan tuotteille myös valmistajan antama takuu. Lopuksi pesuhuoneen pinnat laatoitetaan ja vesijohdot asennetaan pinta-asennuksena. [39.]



Kuva 36. Lattian vedeneristeen liitos tiivistetään lattiakaivoon esimerkiksi vedeneristyslaipalla tai kiristysrenkaalla [30.]



Kuva 37. Pesuhuoneen oven tulvakynnys tulee olla vähintään 15 mm korkea. [39.]

Saunassa puretaan vanhat lauteet ja panelointi. Paneloinnin alla olevan alumiinipaperin kunto tulee tarkistaa ja tarvittaessa siinä olevat reiät paikataan tai paperi vaihdetaan uuteen. Alaohjauspuun kunto tulee tarkistaa ja tarvittaessa se vaihdetaan uuteen. Sauna paneloidaan uudelleen ja sinne asennetaan uudet lauteet.

3.6.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset

Esimerkkikohteen märkätilojen korjauskustannukset on laskettu parannusehdotuksen mukaisesti. Ulkoseinän alaohjauspuun nostamisen asennusohjeita Termomenetelmällä löytyy tarvittaessa kohdasta 3.4.1 Parannusehdotus. Ulkoseinälle asennetaan vaakaan 50 x 50 mm koolaus k400 ja lisälämmöneristys 50 mm. Koolausjakoa tihentämällä saadaan levytykselle

laatoituksen vaatima kiinnitysjakko. Pesuhuoneen väliseinien runkojako tihennetään myös k400.

Korjauskustannukset on laskettu käyttäen KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia ja Ratu Rakennustöiden menekit 2010 kirjoja. Korjauskustannukset koostuvat purkukustannuksista sekä uudelleen rakentamisesta. Hinnat sisältävät alv. 24 %. Pesuhuoneen lattia pinta-ala on noin 5 m² ja pinnoitettavien seinien pinta-ala on noin 16 m². Saunan lattia pinta-ala on noin 3 m² ja seinien pinta-ala noin 13 m².

Purkukustannukset

Purkukustannuksia pesuhuoneen ja saunan lattioiden osalta

- laatoituksen purkaminen $14,53 \text{ €/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = 116,25 \text{ €}$
- betonilattianhionta ja tasoitus $24,47 \text{ €/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = 195,75 \text{ €}$
- lattiakaivojen vaihtaminen sis. uusien kaivojen valut ei asennusta 132,00 €
- pesukoneen poistoputken roilotus lattiaan $30,95 \text{ €/jm} \times 1,5 \text{ jm} = 46,42 \text{ €}$

Lattioiden purkukustannus

$$116,25 \text{ €} + 195,75 \text{ €} + 132,00 \text{ €} + 46,42 \text{ €} = 490,42 \text{ €}$$

Purkukustannuksia pesuhuoneen seinien osalta

- seinälevytyksen laatoituksen purkaminen $15,92 \text{ €/m}^2 \times 16 \text{ m}^2 = 254,72 \text{ €}$
- seinälevytyksen purkaminen $7,96 \text{ €/m}^2 \times 16 \text{ m}^2 = 127,36 \text{ €}$
- alaohjauspuun poistaminen PH-sauna väliltä $20 \text{ €/jm} \times 1,3 \text{ jm} = 26,00 \text{ €}$
- ovien purkaminen sauna ja pesuhuone $76,38 \text{ €} \times 2 \text{ kpl} = 76,39 \text{ €}$

Pesuhuoneen seinien purkukustannukset

$$254,72 \text{ €} + 127,36 \text{ €} + 26,00 \text{ €} + 76,39 \text{ €} = 414,47 \text{ €}$$

Purkukustannuksia saunan seinien ja lauteiden osalta

- lauteiden purkaminen $54,25 \text{ €} \text{ erä} = 54,25 \text{ €}$
- paneloinnin purku $10,38 \text{ €/m}^2 \times 13 \text{ m}^2 = 134,94 \text{ €}$

Saunan seinien ja lauteiden purkukustannukset

$$54,25 \text{ €} + 134,94 \text{ €} = 189,15 \text{ €}$$

Purkukustannuksia pesuhuoneen ja saunan kattojen osalta

- paneloinnin purku $8,37 \text{ €/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = 66,96 \text{ €}$

Saunan ja pesuhuoneen paneelikattojen purkaminen noin

$$66,96 \text{ €}$$

Kokonaispurkukustannukset saunan ja pesuhuoneen osalta yhteensä

$$490,42 \text{ €} + 414,47 \text{ €} + 189,15 \text{ €} + 66,96 \text{ €} = 1161,00 \text{ €}$$

Pesuhuoneen ja saunan rakentamistyöt

Pesuhuoneen seinä ja sisäkatto

Esimerkkikohteessa pesuhuoneen ulkoseinien osalta alaohjauspuu nostetaan Termomenetelmällä valun pintaan. Pesuhuoneen ja saunan välisen seinän alaohjauspuu nostetaan valunpintaa harkolla muuraamalla kuvan 400 mukaisesti. Muilta osin alaohjauspuuta ei nosteta. Ulkoseinälle asennetaan 50 x 50 mm lisäkoolaus laatoitus-alustan varmistamiseksi ja muita osilta väliseinä runkoa tihennetään. Hinnat sisältävät materiaalin ja työn sekä alv. 24 %. Hinnoinnissa ei ole huomioita LVIS-töitä. Hinnat sisältävät työt sekä materiaalit.

- alaohjauspuun nostaminen (PH) Termomenetelmällä $248,80 \text{ €/jm} \times 4,5 \text{ jm} = 1119,60 \text{ €}$
- alaohjauspuun nostaminen harkolla (Ph/sauna) $1,3 \text{ jm} = 116,08 \text{ €}$
- lisäkoolaus 50 x 50 mm (vaaka k400 + villa 50 mm) $19,14 \text{ €/m}^2 \times 9,6 \text{ m}^2 = 183,80 \text{ €}$
- lisäkoolaus väliseinien pystyrunko 134, 50 €
- levytykset $16 \text{ m}^2 \times 11,80 \text{ €/m}^2 = 189,00 \text{ €}$
- vedeneriste + laatoitus $16 \text{ m}^2 \times 74,53 \text{ €/m}^2 = 1192,48 \text{ €}$
- pesuhuoneen ja saunan ovet 249 €
- ovien ja ikkunan listoitukset $22 \text{ jm} \times 5,4 \text{ €/jm} = 118,80 \text{ €}$
- katon panelointi $4,2 \text{ m}^2 \times 40,90 \text{ €/m}^2 = 171,80 \text{ €}$

Pesuhuoneen seinien ja sisäkaton rakentamiskustannukset 1387,06 €

Pesuhuoneen ja saunan lattiat

Hinnat sisältävät työt ja materiaalit pesuhuoneen ja saunan lattioiden osalta. Lattian tasoitukset on huomioitu purkukustannuksissa.

- vedeneristys + laatoitukset $8 \text{ m}^2 \times 104,25 \text{ €/m}^2 = 834,00 \text{ €}$

Pesuhuoneen ja saunan lattioiden rakentamiskustannukset 834,00 €

Saunan seinät ja sisäkatto

Hinnat sisältävät työt ja materiaalit saunan seinien ja katon osalta

- Panelointi seinät $14,5 \text{ m}^2 \times 40,90 \text{ €/m}^2 = 593,05 \text{ €}$
- Panelointi katto $3 \text{ m}^2 \times 37,60 \text{ €/m}^2 = 112,80 \text{ €}$
- lauteet 518 €

Saunan seinien ja sisäkaton rakentamiskustannukset 1223,85 €

Pesuhuoneen ja saunan rakentamisen kustannukset Yhteensä 3444,91 €

Lopulliset kustannukset pesuhuoneen ja saunan purkavat ja rakennustyöt yhteensä

1161,00€ + 3444,91 = 4605,91 €

Kustannukset ovat suuntaa antavia ja niissä ei ole huomioitu mm. suojaamisen, mahdollisen asbestityön ja kuivatusten tuomia lisäkustannuksia. Pintamateriaalien valinnalla voidaan vaikuttaa kokonaiskustannuksiin. Laskennassa ei ole huomioitu myöskään LVIS-kustannuksia.

3.7 Kustannusten yhteenveto

Kustannuslaskentaosiossa on keskitytty ainoastaan tyypillisimpiin 1970-luvun rakennusten rakenteellisiin ongelma-kohtiin ja niiden korjaamiseen. Korjauksen kustannukset koostuvat materiaalien ja työnosuudesta. Laskennassa työt on suoritettu urakoitsijan suorittamana ja omantyyön osuutta ei ole huomioitu. Korjaustöiden yhteydessä tulee huomioida, että rakennuksen korjaaminen tapahtuu niin sanotusti syy ja seuraus periaatteella, eli ensin poistetaan vaurioiden aiheuttaja ja vasta sen jälkeen korjataan vaurioituneet osat. Ylikorjaamista tulisi

välttää ylimääräisten kustannusten vuoksi. Vanhaa rakennusta ei ole myöskään järkevää korjata uuden tasolle vaan ainoastaan poistaa vaurioituneet rakenteet sekä niihin johtaneet syyt.

Korjaustyöllä tässä yhteydessä tarkoitetaan lähinnä riskirakenteiden ja niistä johtuneiden vaurioiden korjaamista, eikä normaalia huoltokorjaamista. Pientalojen osalta on myös huomioitava, että jokainen rakennus on yksilönsä niin rakentamisen, kuin tontinkin osalta ja näin ollen eri rakennuksissa voi olla eri korjaustarpeita. Lisäksi kustannuksia lisäävät mahdolliset rakennukseen tarvittavat pinta- ja LVIS-remontit.

Mikäli esimerkkikohteeseen tehtäisiin kaikki kustannusosiossa lasketus osiot, olisi kustannus niiden osalta

6900 € + 15 234,90 € + 4636,34 € + 21391,88 € + 4605,91 € = 52769,03 €

4 ESIMERKKI KOHDETTA VASTAAVAN VUODEN 2014 UUDISKOHTEEN RAKENNUSTEKNISET KUSTANNUKSET

4.1 Rakennusosien kustannusten laskeminen

Kustannusten laskemisessa on käytetty Rakennusosien kustannuksia 2013 kirjaa. Kirjassa olevat viittaukset ovat päivitetty ja vastaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman ja Rt-kortiston julkaisuja ohjeita ja määräyksiä vuoden 2013 mukaisiksi. Lämmöneristysten osalta tiedot vastaavat vuoden 2014 tammikuussa voimassa olleita lämmöneristysmääräyksiä. Rakenteiden työ- ja materiaalikustannukset on päivitetty vastaamaan vuoden 2013 hintatasoa. Kustannuslaskennassa on huomioitu ainoastaan rakennustekniset kustannukset, eli niistä puuttuvat LVISAJ-kustannukset sekä suunnittelukustannukset.

Rakenteiden yksikkökustannuksiin vaikuttavat mm. rakennuskohteen sijaintipaikkakunta ja kohteen olosuhteiden vaikeus, rakenteiden suhteellinen määrä koko kohteeseen nähden ja rakennuskohteen koko. Tyypillisesti työmenekit laskevat suoritusmäärän kasvaessa. Laskennassa käytetyn kirjan kohteet ja hinnoittelu on otettu pääasiassa suurista ja ammattimaisesti toteutetuista kohteista ja pienten kohteiden työmenekit saattavat olla esitettyä korkeampia. Omatoimirakentaminen nostaa myös yleensä työmenekkejä.

Materiaalikustannukset

Materiaalihintoihin vaikuttavat kertaostojen suuruus ja asiakassuhteet mm. kattotuolien kustannukset ovat suuntaa antavia ja tulisi selvittää tapauskohtaisesti. Merkittäviä eroja ohessa esitettyjen tietojen ja mahdollisen toteutuneen hankkeen kustannuksien välillä aiheuttavat suhdannetilanne, kertaostojen suuruus sekä mahdollisesti saadut alennukset. Materiaalit on laskettu teoreettisen menekin mukaan ja lisäksi niihin on huomioitu valmistajien- ja Ratu-tiedostojen antamat materiaalisat ja hukat. Menekit ovat suuntaa antavia ja tilauksia tehtäessä materiaalit tulisi laskea suunnitelmien mukaan tapauskohtaisesti.

Taulukko 7. Laskennassa käytettävät materiaalisat

-
- betonointi, antura ja perusmuuri 5...10 %

▪ betonointi, seinät ja laatat	5...12 %
▪ betoniteräket anturoissa	5...11 %
▪ muottipuutavaran laudoitus	10...17 %
▪ muottirunko	5...15 %
▪ puurunko	5...13 %
▪ verhoukset	4...16 %
▪ kipsilevy seinissä	5...13 %
▪ kipsilevy katoissa	8...15 %
▪ lämmöneristys, mineraalivilla	2...7 %
▪ lämmöneristys, solumuovi	3...8 %
▪ lämmöneristys kevytsora	5...10 %
▪ muuraus, kuiva- ja muurauslaastit	6...10 %
▪ muuraus, valmiit märkälaastit	4...13 %

Lähde: Ratu 1191-S Rakennustyön materiaalilisät ja –hukat

Työkustannukset

Paikkakuntavaikutus kustannuksiin on pääasiallisesti työkustannuksissa. Materiaalien osalta vaikutus on pienempi. Rakentamisen työkustannukset ovat korkeammat varsinkin pääkaupunkiseudulla ja sen lähialueella. Rakennuspaikkakunnan vaikutus työkustannuksiin voidaan jakaa kolmeen osaan.

Taulukko 8. Rakennuspaikkakunnan vaikutus työkustannuksiin.

1. pääkaupunkiseutu ja sen lähialueet	Alue 1	1,45
2. muut suuret kaupungit ja kasvukeskukset	Alue 2	1,20
3. edullisen rakentamisen alueet	Alue 3	1,00

Vuosikustannukset

Rakennuksen elinkaari ulottuu suunnittelusta, rakentamisesta, käyttöön sekä mahdolliseen purkamiseen saakka. Tästä syystä rakennuksen ja rakenteiden kokonaiskustannuksia tulisi tarkastella koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Elinkaaren kustannuksiksi muodostuvat rakentamisen ja korjaamisen pääomakustannukset sekä rakenteiden laskennallisen käyttöiän ja huoltotarpeen mukaan. Tavallisimmin pintakäsittelyn käyttöiäksi lasketaan 12 vuotta, pintarakenteille, oville ja ikkunoille 25 vuotta ja muille rakennusosille 50 vuotta.

Esimerkkien hinnoittelussa on laskettu pelkästään uudisrakentamisen rakennuskustannusten perusteella annuiteettimenetelmällä. Laskenta korkokantana on käytetty 5,5 % ja rakenteen käyttöikä 50 vuotta.

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on välittömien investointikustannusten ohella kiinnitettävä huomiota rakenteiden ja rakennusmateriaalien käyttöikänsä ja huoltotarpeeseen. Lisäksi on tarkasteltava rakennuksen, rakenteiden ja materiaalien valmistuksen, käytön ja käytöstä poistamisen kustannuksia ja ympäristövaikutuksia.

Laskuissa käytetyt hinnat ovat alv. 0 % hintoja ja lopputulos on muutettu alv. 24 % hintaiseksi. Liittymäkustannukset ovat arvonlisäverollisia hintoja.

Taulukko 9. Rakennusosakohtaiset lämmönläpäisykertoimet U. [16.]

Lämpimän tai erityisen lämpimän tilan rajoittuessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan rakennusosien lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo U on:

▪ seinä	0,17 W/m ² K
▪ yläpohja, ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/m ² K
▪ ryömintätilaan rajoittuva alapohja, tuuletusaukkojen määrä ≤ 8 ‰ ap:n pinta-alasta	0,17 W/m ² K
▪ maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m ² K
▪ ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,00 W/m ² K

Lähde: Rt RakMK-21402 RakMK C3 Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010.

4.2 Rakennuksen perustiedot

Uudiskohteen laskennan esimerkkinä on tarkoitus käyttää vastaavan tyyppistä ja kokoista rakennusta, kuin aiemmin esitetty esimerkkikohde, jotta vertailu olisi mahdollisimman tarkka. Sijainti paikkakuntana on Kajaani. Rakennuspaikkana esimerkkikohteessa on käytetty tasamaan tonttia, jossa maaperä on moreenia.

Kajaanissa tontteja on tarjolla esimerkiksi Nakertajassa, jossa tonttien koko on etupäässä n. 1100 m² ja hinnat n. 11500 €. Ketussa on tarjolla muutamia tontteja ja näissä pinta-ala on n. 1000 m² joiden hinnat ovat alkaen 12500 €. Uusi asuinalue on Kangasmaasto, jossa tarjolla olevien tonttien koko on alkaen 1100 m² hinnan ollessa n. 12000 €. Hajatontteja on eripuolilla kaupunkia. Keskihintana tontille työssä voidaan tämän perusteella käyttää 12000 €. [40.]

Tontille tarvitaan myös erinäisiä liittymiä mm. sähkö-, vesi- ja viemäri, kaapeli-tv, kuitu. Nakertajassa on myös mahdollista liittyä kaukolämpöön, jolloin tarvitaan kaukolämpöliittymä.

Liittymä kustannuksia

- Talousvesiliittymän liittymismaksu on 1567,02 €.
- Viemäri-vesiliittymismaksu, joka sisältää jäte- ja huleveden 3606,78 €
- Kuidun liittymismaksu on 1240,00 €
- Kaapeli-tv:n liittymismaksu on 390,00 €
- Kaukolämmön liittymismaksu tavallisessa omakotitalossa on 2610,00 €

[41],[42],[43]

Suunniteltu rakennus on perusmuotoinen suorakaide (12,8 m x 8,9 m) ilman erkkereitä, autokatoksia tai muita perustalosta poikkeavia rakenteita ja vesikaton muoto on tavallinen 1:3 harjakatto. Ulkoverhous materiaalina on käytetty puuverhousta. Rakenteet noudattavat vuoden 2014 mukaisia rakennusmääräyksiä ja Rt-kortiston ohjeita. Eristevahvuudet ja U-arvot ovat vuoden 2012 vaatimusten mukaisia.

Rakennuksen tilat:

- eteinen ja eteiskäytävä
- tupakeittiö
- 3 kpl. makuuhuonetta
- 2 kpl. vaatehuonetta
- wc
- kodinhoitohuone

- pesuhuone
- sauna

4.3 Perustus- ja sokkelirakenteet

Perustus vaihtoehtoina on tarkasteltu harkkoperustusta sekä paikallavalettua betoniperusmuuria. Molemmissa on paikalla valettu betoniantura sekä lattiarakenne on rakennettu maanvaraiselle laatalle. Molemmat rakenteet ovat yleisesti käytettyjä vaihtoehtoja ja samalla voidaan vertailla niiden kustannuksia toisiinsa. Perustuksen kokonaismäärä on 43,4 jm.

Hinnoissa on huomioitu tarvittavat rakennusmateriaalit ja myös valujen osalta muottityöhön tarvittavat materiaalit. Kallion louhinta ja maankaivu eivät ole mukana kustannuksissa. Perustusten routasuojaus mitoitus, perustusten raudoitus ja vedeneristys on kustannuksissa esitetty yleistasolla. Tarkempi routasuojauksen paksuus on laskettava ilmastovyöhykkeen mukaan sekä perustusten raudoitus ja vedeneristys rakennesuunnitelmien mukaisesti.

4.3.1 Harkkoperustuksen materiaali- ja työkustannus

Harkkoperustus, h=800 mm, yläosa eristeharkkoa RT 81-10854

Kevytsoraharkkoperusmuuri, yläosassa eristysharkko, betoniantura

Rakenteen paksuus 303 mm

Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle 11,32 €/m²/a

Taulukko 10. Harkkoperustuksen kustannuksia

	yksikkö	materiaali- kustannus €/jm	työ- menekki tth	työ- kustannus €/jm	kustannus yhteensä €/jm
Bitumikermi perustuksen yläpinnassa 300 mm	jm	2,49	0,05	1,34	3,83
Perusmuuri, kevytsoraharkko 290 mm, h = 800 mm, yläosa kevytsoraeristysharkko	jm	52,79	1,09	32,89	85,68
Rappaus, ohutrappaus 2 kertaa (0,4 m ²)/jm, sokkelirappaus	jm	1,2	0,11	3,66	4,86
Perusmuurilevy, vedeneriste anturan liitoskohdassa	jm	8,03	0,11	2,97	11
Antura 600x200 mm, betoni	jm	25,1	0,3	9,38	34,48
Routasuojaus 100 mm, 1 m:n leveydelle, kallistus 1:10	jm	11,49	0,07	1,87	13,36
Salaoja 110 mm, muovia 1,0 m	jm	2,05	0,12	3,35	5,4
Sepelitäyttö 1 m ³ /jm	jm	29,35	0,14	3,65	33
		132,5	1,99	59,11	191,61

Perustusten kokonaiskustannus kyseisessä rakennuksessa:

Perustuksen piiri	43,4 jm
Kokonaiskustannus €/jm	191,61 €/jm

Perustusten kokonaiskustannus 43,4 jm	alv. 0 %	8315,90 €
	alv. 24 %	10311,72 €

4.3.2 Perusmuuriperustuksen materiaali- ja työkustannus

Perusmuuriperustus RT 81-10854

Paikallavalettu betoniperusmuuri ja –antura, routasuojaus

Rakenteen paksuus 440 mm

Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle 12,93 €/m²/a

Taulukko 11. Perusmuuriperustuksen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/jm	työ- menekki tth	työ- kustannus €/jm	kustannus yhteensä €/jm
Bitumikermi perustuksen yläpinnassa 300 mm	jm	2,49	0,05	1,34	3,83
Perusmuuri, paikallavalettu betoni 440 mm, h = 800 mm,	jm	70,43	1,46	47,3	117,73
Perusmuurilevy, vedeneriste anturan liitoskohdassa	jm	8,03	0,11	2,97	11,00
Antura 600x200 mm, betoni	jm	25,10	0,30	9,38	34,48
Routasuojaus 100 mm, 1 m:n leveydelle, kallistus 1:10	jm	11,49	0,07	1,87	13,36
Salaoja 110 mm, muovia 1,0 m	jm	2,05	0,12	3,35	5,40
Sepelitäyttö 1 m ³ /jm	jm	29,35	0,14	3,65	33,00
		148,94	2,25	69,86	218,8

Perustusten kokonaiskustannus kyseisessä rakennuksessa:

Perustuksen piiri	43,4 jm
Kokonaiskustannus €/jm	218,80 €/jm

Perustusten kokonaiskustannus 43,4 jm	alv. 0 %	9495,95 €
	alv. 24 %	11774,98 €

4.3.3 Yhteenveto perustusten osalta

Perustusten osalta kevytsoraharkkoperusmuuri on hankintahinnaltaan n. 1000 € halvempi, kuin paikallavalettu betoniperusmuuri. Laskennassa ei ole kuitenkaan huomioitu elinkaaren aikana tapahtuvien huoltotoimenpiteiden ja mahdollisen purkukustannuksen vaikutusta elinkaaren aikaiseen kokonaiskustannukseen.

Kustannukseen vaikuttavat:

- perustamissyvyys, harkkojen määrä
- suojaustarve, kuumabetonin käyttö, lämmitys
- sokkelin kulmien ja tasoerojen määrä
- sokkelin korkeus ja yläosan pintakäsittely
- pilarien ja anturoiden etäisyys

Tässä esimerkki laskennassa päädytään käyttämään hankintahinnaltaan halvempaa vaihtoehtoa eli harkkoperustusta eikä elinkaaren aikaisia kustannuksia huomioida.

4.4 Alapohjarakenteen materiaali- ja työkustannukset

Alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetoni-laatta. Lämmöneriste on keskialueella 100 mm paksuja reuna-alueilla 200 mm paksu polystyreeni lämmöneriste. U-arvo on kyseisellä rakenteella 0,16 W/m²K. Pesuhuoneen osalla on lisäksi kaatovalu ja vedeneriste. Maankaivu ei ole mukana kustannuksissa.

Työssä tarvitaan mm.

- betonipumppukalusto, oikolaodat ja hiertimet
- tasoitus- ja hiontakalusto lattian tasoitukseen
- mattomiehen välineet
- märkätiloissa vedeneristys- ja laatoitusvälineet

4.4.1 Kuivientilojen alapohjarakenne

Maanvarainen teräsbetonilaatta, alapuolinen lämmöneriste 100 mm RT 83-11009 RT AP 417

Muovimatto, lattiatasoite, teräsbetonilaatta, polystyreeni

Rakenteen paksuus	190 mm
Eristepaksuus	100/200 mm
U-arvo	0,16 W/m ² K
Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle	4,12 €/m ² /a

Taulukko 12. Kuivien tilojen alapohjarakenteen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Matto, muovimatto 2,6 mm, joustovinyyli	m ²	11,36	0,11	2,97	14,33
Lattiatasoite, lattiatasoite 5 mm, pumpattava tasoite	m ²	6,46	0,06	1,77	8,23
Teräsbetonilaatta 80 mm	m ²	13,43	0,21	6,06	19,49
Suodatinkangas, käyttöluokka II (AP)	m ²	0,72	0,01	0,16	0,88
Lämmöneriste 100 mm (50+50), reuna-alueella 200 mm	m ²	11,12	0,15	4,06	15,18
polystyreeni, laatan alapuolinen					
Sepelitäyttö > 300 mm, maanvarainen laatta	m ²	10,07	0,06	1,58	11,65
		53,16	0,60	16,60	69,76

Alapohjan kokonaiskustannus ilman märkätiloja kyseisessä rakennuksessa:

Alapohjan pinta-ala	91 m ²
Kokonaiskustannus €/m ²	69,76 €/m ²

Kuivientilojen alapohjan kokonaiskustannus	alv. 0 %	6348,20 €
	alv. 24 %	7871,77 €

4.4.2 Märkätilojen alapohjarakenne

Maanvarainen teräsbetonilaatta, alapuolinen lämmöneriste 100 mm märkätila RT 83-11009 RT AP 418

Lattialaatta, vedeneriste, lattiatasoite, teräsbetonilaatta kaadoilla, polystyreeni 50+50 mm, reuna-alueella 200 mm

Rakenteen paksuus	190 mm
-------------------	--------

Eristepaksuus	100/200 mm
U-arvo	0,16 W/m ² K
Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle	9,32 €/m ² /a

Taulukko 13. Märkätilan alapohjarakenteen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Laatoitus, lattialaatta 97x97 mm, Märkätila	m ²	32,45	1,15	38,61	71,06
Vedeneristysmassa, lattia	m ²	19,56	0,35	11,63	31,19
Lattiatasoite, lattiatasoite 5 mm, pumpattava tasoite	m ²	6,46	0,06	1,77	8,23
Teräsbetoni-laatta 80 mm	m ²	13,43	0,21	6,06	19,49
Suodatinkangas, käyttöluokka II (AP)	m ²	0,72	0,01	0,16	0,88
Lämmöneriste 100 mm (50+50), reuna-alueella 200 mm	m ²	11,12	0,15	4,06	15,18
polystyreeni, laatan alapuolinen					
Sepelitäyttö > 300 mm, maanvarainen laatta	m ²	10,07	0,06	1,58	11,65
		93,81	1,99	63,87	157,68

Märkätilan alapohjan kokonaiskustannus kyseisessä rakennuksessa:

Alapohjan pinta-ala	10 m ²
Kokonaiskustannus €/m ²	157,68 €/m ²

Märkätilan alapohjan kokonaiskustannus	alv. 0 %	1576,80 €
	alv. 24 %	1955,23 €

4.4.3 Alapohjarakenteiden kokonaiskustannukset

Alapohjarakenteen kustannuksiin vaikuttavat mm. laatan kuormitus, tilan monimuotoisuus ja lattia pintamateriaali. Esimerkkinä laskennassa on käytetty kuivientilojen pintamateriaalina muovimattoa, jonka hinta on 11,36 €/m². Mikäli materiaali vaihdettaisiin 33 €/m² maksavaan parkettiin, vaikutus tällä olisi alapohjarakenteen kokonaishintaan lähes 2000 €.

Alapohjan kokonaiskustannukset kaikkien tilojen osalta:

Kuivientilojen alapohjarakenteet 91 m ²		6348,20 €
Märkätilojen alapohjarakenteet 10 m ²		1576,80 €
Alapohjan kokonaiskustannukset 101 m²	alv. 0 %	7925,00 €
	alv. 24 %	9827,00 €

4.5 Ulkoseinärakenteen materiaali- ja työkustannukset

Ulkoseinä rakenteena laskelmissa on käytetty puurunkoista vaakapaneeliverhottua seinää ja märkätilojen osalla sisäpuolella on lisäksi käytetty märkätilan kipsilevyä. U-arvo vaatimus ulkoseinärakenteilla on 0,17 W/m²K. Kustannukset on laskettu käyttäen pitkää puutavaraa.

Työssä tarvitaan mm.

- mittavälineet
- kirvesmiesvarusteet
- sirkkeli
- telineet
- maalaus- ja tasoitusvälineet
- märkätiloissa vedeneristys- ja laatoitusvälineet

4.5.1 Kuivientilojen ulkoseinärakenne

Puurakenteinen ulkoseinä, ristirunko 200+50 mm, vaakapaneeliverhous

Ulkomaali, vaakapaneeliverhous, koolaus, tuulensuojalevy, puurunko + mineraalivilla k600, höyrynsulku, puurunko + mineraalivilla k 400, kipsilevy, seinätasoite, seinämaali.

Rakenteen paksuus	363 mm
Eristepaksuus	300 mm
Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle	8,48 €/m ² /a

Taulukko 14. Kuivien tilojen ulkoseinärakenteen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Js-maalaus, maali 2 kertaa, öljymaali, sahattu puunpinta	m ²	3,81	0,13	3,42	7,23
Ulkoverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm	m ²	15,02	0,52	16,84	31,86
Tuulensuojalevy 50 mm, mineraalivilla, naulausvälike	m ²	18,98	0,1	3,36	22,34
Puurunko 200+50 mm k 600, ristirunkoinen, US	m ²	11,42	0,66	21,28	32,70
Lämmöneriste 200 mm, mineraalivilla US	m ²	21,68	0,07	1,87	23,55
Lämmöneriste 50 mm, mineraalivilla US	m ²	6,71	0,07	1,87	8,58
Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys	m ²	4,62	0,18	5,63	10,25
Seinätasoite, tasoite 1,5 kertaa ja saumaus, kipsilevy	m ²	0,9	0,07	1,9	2,80
Seinämaalaus, maali 2 kertaa, kuivatila	m ²	1,46	0,1	2,69	4,15
		84,60	1,90	58,86	143,46

Kuivientilojen ulkoseinärakenteen kokonaiskustannukset kyseisessä rakennuksessa:

Ulkoseinän pinta-ala	94,80 m ²
Kokonaiskustannus €/m ²	143,46 €/m ²

Kuivientilojen ulkoseinärakenteiden kokonaiskustannukset	alv. 0 %	13600,00 €
	alv. 24 %	16864,00 €

4.5.2 Märkätilojen ulkoseinärakenne

Puurakenteinen ulkoseinä, ristirunko 200+50 mm, vaakapaneeliverhous, märkätila

Ulkomaali, vaakapaneeliverhous, koolaus, tuulensuojalevy, puurunko + mineraalivilla k600, ristikoolaus + villa k400, märkätilan kipsilevy, seinätasoite, vedeneriste, seinälaatta.

Rakenteen paksuus	363 mm
Eristepaksuus	300 mm

Taulukko 15. Märkätilojen ulkoseinärakenteen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Js-maalauus, maali 2 kertaa, öljymaali, sahattu puunpinta	m ²	3,81	0,13	3,42	7,23
Ulkoverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 28 mm	m ²	15,02	0,52	16,84	31,86
Tuulensuojalevy 50 mm, mineraalivilla, naulausvälike	m ²	18,98	0,10	3,36	22,34
Puurunko 200 mm k600 + 50 mm k400, ristirunkoinen, US	m ²	11,42	0,66	21,28	32,70
Lämmöneriste 200 mm, mineraalivilla US	m ²	21,68	0,07	1,87	23,55
Lämmöneriste 50 mm, mineraalivilla US	m ²	6,71	0,07	1,87	8,58
Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen levytys märkätila	m ²	8,98	0,18	5,63	14,61
Seinätaasoite, tasoite 1 kertaa, märkätila	m ²	0,77	0,07	1,90	2,67
Vedeneristysmassa, seinä	m ²	16,2	0,31	10,47	26,67
Laatoitus, seinälaatta 147x147 mm, märkätila	m ²	25,14	0,64	21,55	46,69
		128,71	2,75	88,19	216,90

Märkätilojen ulkoseinärakenteen kokonaiskustannukset kyseisessä rakennuksessa:

Ulkoseinän pinta-ala	18,2 m ²
Kokonaiskustannus €/m ²	216,90 €/m ²

Märkätilojen ulkoseinärakenteiden kokonaiskustannukset	alv. 0 %	3947,60 €
	alv. 24 %	4895,02 €

4.5.3 Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunoiden (puualumiini-ikkunoiden (MSE/AL) sekä ulko-ovien asennus ja materiaali kustannukset. Ikkunoiden ja ulko-ovien hinnat löytyvät kohdasta 3.4.2 Arvioidut materiaali- ja työkustannukset/ikkunat ja ulko-ovet.

Asennushinnat koostuvat siirroista karminasennuksesta ja ikkunan/oven sovitukselta. Asennuksen jälkeen ikkuna/ovi tilkitään ja listoitetaan.

Ulko-oven asennus maksaa noin 84,00€/kpl. ja ikkunoiden asennukset puuikkuna (12M x 12M) noin 64,50 €/kpl. ja puuikkuna (15M x 15M) noin 97,00 €/kpl. Asennukseen tulee lisäksi tarvittavat materiaalit kuten listat, kiinnitys- ja tilkitsemistarvikkeet n. 135 €. Hinnat sisältävät alv. 24 %. Ovien ja ikkunoiden hinnoittelussa on käytetty apuna KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia kirjaa.

Esimerkkikohteeseen ikkunoiden ja ulko-ovien vaihtamisen kustannukset olisivat

Kokonaiskustannus ulko-ovien vaihtamisesta (1kpl. 1 lasiaukollinen ja 1kpl. parvekeovi) on noin

- 1 lasiaukollinen ovi 468,00 € + 84,00 € = 552,00 €
- parvekeovi 519,00 € + 84,00 € = 603,00 €

Kokonaiskustannukset ikkunoiden vaihtamisesta (6 kpl. 15 x 12 ja 1kpl. 6 x 6) ovat noin

- ikkunat 15 x 12 (383,00 € x 6 kpl.) + (90,00 € x 6 kpl.) = 2838,00 €
- ikkuna 6 x 6 196,50 € + 64,50 = 261,00 €

Asennustarvikkeiden hinta on noin 135,00 €

Esimerkkikohdetta vastaavan uudiskohteen ikkunoiden ja ulko-ovien vaihtamisen kokonaishinta olisi noin 135,00 € + 552,00 € + 603,00 € + 2838,00 € + 261,00 € = 4389,00 €

4.5.4 Yhteenveto ulkoseinärakenteiden osalta

Ulkoseinärakenteessa päädyttiin käyttämään puuverhousta. Hankintahinnaltaan puuverhous on tiiliverhousta halvempi vaihtoehto.

Ulkoseinien kustannuksiin yleisesti vaikuttavat mm.

- rakennustapa: pitkä tavara, pre-cut tai elementti
- erikoisdetaljien määrä: liittyminen muihin rakenteisiin
- aukkojen ja nurkkien määrät, ovi- ja ikkuna-aukkojen määrä, kuormitukset, rakennus korkeus
- talven vaikutus
- pintamateriaalit

Ulkoseinärakenteiden kokonaiskustannukset kaikkien tilojen osalta:

Kuivientilojen ulkoseinärakenteet	16864,00 €
Märkätilojen ulkoseinärakenteet	4895,02 €
Ikkunat ja ulko-ovet	4389,00 €
<hr/>	
Ulkoseinärakenteiden kokonaiskustannukset alv. 24 %	26148,02 €

4.6 Väliseinien materiaali- ja työkustannukset

4.6.1 Kantavat väliseinät

Rakennuksessa on läpitalon kantava väliseinä, jonka kokonaispituus on noin 12100 mm ja korkeus 2500 mm. Kantavassa väliseinässä on 4 kpl. väliovia.

Puurunkoinen kipsilevyseinä 97 mm, eristetty RT 82-10903 RT VS 703

Seinämaali, seinätasoite, kipsilevy, puurunko, mineraalivilla, kipsilevy, seinätasoite, seinämaali

Rakenteen paksuus 123 mm

Eristepaksuus 100 mm

Kuivan- ja märkätilan väliseinän pinta-ala on noin (väliovet vähennetty) 4 m²

Kustannus €/m² 128,07 €/m²

Kuivantilan ja märkätilan väliseinän kokonaiskustannus

4 m ² x 128,07 €/m ²	alv. 0 %	512,28 €
	alv. 24 %	635,23 €

Saunan ja kuivantilan väliseinä

Saunan ja kuivantilan välinen puurunkoinen kipsilevyseinä 97 mm

Seinämaali, seinätasoite, kipsilevy, puurunko, mineraalivilla, saunapaneeli

Eristepaksuus 100 mm

Taulukko 19. Saunan ja kuivantilan väliseinän kustannus.

Saunan ja kuivantilan väliseinä	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Seinämaalaus, maali 2 kertaa, levypinta	m ²	1,46	0,1	2,69	4,15
Seinätasoite, tasoite 1,5 kertaa ja saumaus, kipsilevy	m ²	0,9	0,07	1,9	2,8
Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen	m ²	4,62	0,18	5,63	10,25
Pystylauta 22 mm k300, tuuletusväli	m ²	2,1	0,07	2,18	4,28
Puurunko 97 mm k600, VS	m ²	3,51	0,23	7,47	10,98
Lämmöneriste 100 mm, mineraalivilla, VS	m ²	8,48	0,07	1,87	10,35
Seinäpanelointi, saunan panelointi	m ²	25,63	0,73	23,63	49,26
Seinän käsittely saunasuoja	m ²	0,95	0,06	1,61	2,56
		47,65	2,41	46,98	94,63

Saunan ja kuivantilan pinta-ala on noin (väliovi vähennetty) 3,5 m²

Kustannus €/m² 94,63 €/m²

Saunan ja kuivantilan väliseinän kokonaiskustannus

3,5 m ² x 94,63 €/m ²	alv. 0 %	331,20 €
	alv. 24 %	410,69 €

Saunan ja pesuhuoneen väliseinä

Saunan ja pesuhuoneen välinen puurunkoinen kipsilevyseinä RT 82-10903 RT VS 707

Seinälaatta, vedeneriste, kipsilevy, puurunko, mineraalivilla, saunapaneeli

Taulukko 20. Pesuhuoneen ja saunan väliseinän kustannukset.

Pesuhuoneen ja saunan väliseinä	yksikkö	materiaali-	työ-	työ-	kustannus
		kustannus	menekki	kustannus	yhteensä
		€/m ²	tth	€/m ²	€/m ²
Laatoitus, seinälaatta 147 x 147 mm, märkätila	m ²	25,14	0,64	21,55	46,69
Vedeneristysmassa, seinä	m ²	16,2	0,31	10,47	26,67
Seinälevytys, kipsilevy 13 mm, 1-kertainen, märkätila	m ²	8,98	0,18	5,63	14,61
Pystylauta 22 mm k300, tuuletusväli	m ²	2,1	0,07	2,18	4,28
Puurunko 96 mm k300, VS	m ²	6,38	0,26	8,59	14,97
Lämmöneriste 70 mm, mineraalivilla, VS	m ²	6,45	0,07	1,87	8,32
Seinäpanelointi, saunan panelointi	m ²	25,63	0,73	23,63	49,26
Seinän käsittely saunasuoja	m ²	0,95	0,06	1,61	2,56
		91,83	2,32	75,53	167,36

Saunan ja ph väliseinän pinta-ala on noin (väliovi vähennetty) 4 m²

Kustannus €/m² 167,36 €/m²

Pesuhuoneen ja kuivantilan väliseinän kokonaiskustannus

4 m² x 167,36 €/m² alv. 0 % 669,44 €
alv. 24 % 830,10 €

4.6.3 Väliovet

Rakennuksessa on yhteensä 11 kpl. väliovia. Oven asennuksen hinta on 44 €/kpl. ja sisältää asennuksen ja tilkitsemisen. Hinta ei sisällä listoituksia. Ovien hinnoittelussa on käytetty apuna KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia kirjaa.

Rakennuksen väliovet:

- makuuhuoneen ovia 9 x 21 3 kpl 105,00 €
- vaatehuoneen ovia 9 x 21 3 kpl 105,00 €
- eteisen ikkunallinen väliovi 10 x 21 1 kpl 255,00 €
- kodinhoitohuoneen ovi 9 x 21 1 kpl 105,00 €

• wc:n ovi 9 x 21	1 kpl	105,00 €
• pesuhuoneen ovi 9 x 21	1 kpl	240,00 €
• saunanovi 8 x 19	1 kpl	120,00 €

Väliovien kustannukset yhteensä

$$(8 \text{ kpl} \times 105 \text{ €}) + 255 \text{ €} + 240 \text{ €} + 120 \text{ €} = 1455,00 \text{ €}$$

4.6.4 Yhteenveto väliseinärakenteiden osalta

Väliseinät on laskettu töiden ja materiaalin osalta ja niistä puuttuvat ainoastaan listoitukset.

Rakennuksessa on viisi erityyppistä väliseinärakennetta

- kantavat väliseinät
- kuivientilojen kevyet väliseinät
- pesuhuoneen ja kuivantilan väliseinä
- saunan ja kuivantilanväliseinä
- saunan ja pesuhuoneen väliseinä

Väliseinärakenteiden kustannukset yhteensä alv. 24 %

$$1626,05 \text{ €} + 1416,65 \text{ €} + 635,23 \text{ €} + 410,69 \text{ €} + 830,10 \text{ €} = 4918,72 \text{ €}$$

lisäksi väliovet joiden kustannus on 1455,00 €

$$\text{Kokonaishinta} \quad 4918,72 \text{ €} + 1455,00 \text{ €} = 6373,72 \text{ €}$$

4.7 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Yläpohja, U-arvo vaatimuksena on 0,09 W/m²K. Esimerkki kohteeseen valitaan vesikate materiaaliksi peltikate sekä kattokaltevuudeksi 1:3. Sisäkatto on vaakatasossa ja eristemääränä on 550 mm mineraalivillaa, joka on toteutettu puhallusmenetelmällä. Laskennassa on eritelty räystäiden osuus kustannuksista.

Työssä tarvitaan mm

- nostokalusto
- kirvesmiesvarustus
- ruuvinväännin, leikkausvälineet kuten käsisirkkeli

4.7.1 Yläpohjarakenne

Kustannukset on laskettu yläpohja- ja vesikattorakenteen vaaka-m² kohden Rakennuskustannukset eivät sisällä räystäiden kustannuksia. Ruoteiden mitat suunnitellaan aina tapauskohtaisesti kattolapteen pituuden ja kaltevuuden mukaan.

Puurakenteinen yläpohja, muotolevykate

Muotolevy, kattotuoli, tuulenohjauslevy, puhallettava mineraalivilla, paneeli, kattolakka.

Eristeenpaksuus 550 mm

Pääoman vuosikustannus 50 vuodelle 8,54 €/m²/a

Taulukko 21. Yläpohjarakenteen kustannuksia.

	yksikkö	materiaali- kustannus €/m ²	työ- menekki tth	työ- kustannus €/m ²	kustannus yhteensä €/m ²
Vesikate, muotolevykate, kaltevuus 1:3	m ²	18,91	0,12	3,32	22,23
Vesikatteenalusta, ruoteet 38x100 mm k 400	m ²	2,55	0,14	4,5	7,05
Aluskate, korokerima k 900	m ²	3,18	0,06	1,68	4,86
Kattotuoli, tuulenohjauslevy 25 mm, höyrynsulku	m ²	22,50	0,12	3,73	26,23
Lämmöneriste 550 mm, mineraalivilla puhallettuna, YP suora	m ²	30,04	0	0	30,04
Rakennuslevy 9 mm, puukuitulevy	m ²	2,98	0,1	3,36	6,34
Kattoverhouksen kannatuspuut, rima 45x45 mm k 400	m ²	4	0,1	3,32	7,32
Kattopaneeli, sisäverhouslauta 14 mm, kattopaneeli	m ²	11,80	0,74	24,01	35,81
Kattomaalaus, lakka 2 kertaa, puupinta	m ²	1,19	0,13	3,41	4,6
		97,15	1,51	47,33	144,48

Yläpohjarakenteen kokonaiskustannukset ilman räystäitä kyseisessä rakennuksessa:

Katto pinta-ala 115,2 m²

Kokonaiskustannus €/m² 144,48 €/m²

Yläpohjarakenteen kokonaiskustannukset

ilman räystäitä alv. 0 % 16644,10 €

alv. 24 % 20638,68 €

Kustannuksiin vaikuttavat katon muoto, jiirien, taitteiden ja läpivientien määrä, kattovarusteiden määrä sekä eristekerroksen vahvuus.

4.7.2 Rästärakenteet

Rästärakenteet toteutetaan umpiräystäinä. Kustannuksiin vaikuttavat katon muoto ja kuormitukset, jotka pitää suunnitella tapauskohtaisesti.

Taulukko 22. Rästärakenteiden kustannuksia.

	materiaali- menekki	materiaali- kustannus	työ- menekki	työ- kustannus	kustannus yhteensä
	1,00 jm	€/jm	tth	€/jm	€/jm
Umpiräystäs, lape					
tuulensuojalevy, kipsilevy 9 mm	0,8 m ²	3,31	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00 jm	9,45	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10 jm	1,32	0	0	0
lintueste, muovi	1,00 jm	4,08	0	0	0
naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05 kg	0,11	0	0	0
		18,28	0,58	19,08	37,36
Umpiräystäs, pääty					
Soiro 48 x 123 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja	1,10 jm	1,29	0	0	0
Naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,01 kg	0,03	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00 jm	9,45	0	0	0
sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10 jm	1,32	0	0	0,00
naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05 kg	0,11	0	0	0
		18,28	0,58	19,08	31,28

Räystäiden kustannukset kyseisessä rakennuksessa:

Räystäs, lape jm	27,6 jm
Räystäs, pääty jm	20,4 jm
Kustannus €/jm, lape	37,36 €/jm
Kustannus €/jm, pääty	31,28 €/jm

Räystäiden kokonaiskustannukset	alv. 0 %	1669,25 €
	alv. 24 %	2069,87 €

4.7.3 Vesikattovarusteet

Vesikattovarusteisiin on laskettu vesikourut ja syöksyputket sekä kattoturvatuotteet asennettuna. Laskennassa ei ole huomioitu tuuletusputkien, tulisijojen yms. läpivientejä, joiden määrä ja laatu lisäävät myös kustannuksia.

Taulukko 23. Vesikattovarusteiden kustannuksia.

Vesikattovarusteet					materiaali-	materiaali-	työ-	työ-	kustannus
					menekki	kustannus	menekki	kustannus	yhteensä
					€/yksikkö	tth	€/yksikkö	€	€
Vesikourut					27,6 jm	15	7,5	10,8	712,08
Syöksyputket (paketti)					4 kpl	89	3,5	35	496
Talotikas					1 kpl	239	2	80	319
Kattosilta					6,00 jm	50,00	2	13,3	379,8
Lumieste					27 jm	38	4	5,9	1185,3
						0	19	0	3092,18

Vesikattovarusteiden kustannukset kyseisessä rakennuksessa:

vesikourut	27,6 jm
Syöksyputket	4 sarjaa
Talotikas asennussarjoineen	1kpl.
Kattosillat	6 jm
Lumiesteet	27 jm

Vesikattovarusteiden kokonaiskustannukset

alv. 0 %

3092,18 €

alv. 24 %

3834,30 €

Vesikattovarusteiden kustannuksiin vaikuttavat mm. tuotteiden laatu, materiaalit sekä työ-
kustannukset.

4.7.4 Yhteenveto yläpohjan osalta

Kokonaiskustannuksiin vaikuttavat katon muoto, jiirien, taitteiden ja läpivientien määrä, kattovarusteiden määrä sekä eristekerroksen vahvuus. Kustannuksiin vaikuttaa myös kuormitukset, jotka pitää suunnitella tapauskohtaisesti.

Vesikattovarusteisiin on laskettu vesikourut ja syöksyputket sekä kattoturvaluotteet asennettuna. Laskennassa ei ole huomioitu tuuletusputkien, tulisijojen yms. läpivientejä, joiden määrä ja laatu lisäävät myös kustannuksia. Vesikattovarusteiden kustannuksiin vaikuttavat mm. tuotteiden laatu, materiaalit sekä työkustannukset.

Yläpohjarakenteiden kokonaiskustannukset:

Yläpohjarakenne ilman räystäitä		16644,10 €
Räystäiden kokonaiskustannukset		1669,25 €
Vesikattovarusteiden kokonaiskustannukset		3092,18 €
<hr/>		
Vesikaton kokonaiskustannus	alv. 0 %	21405,53 €
	alv. 24 %	26542,85 €

4.8 Keittiö

Keittiön osalta on laskettu keittiökalusteet sekä niiden asennus kuvan 34. mukaisesta keittiöstä.



Kuva 38. Esimerkkikuva nykyajan keittiökalusteista.

Keittiökalusteiden hinta on noin 6500 € ilman keittiökoneita ja välitilaa myöskään valaistuksen hintaa ei ole huomioitu. Kyseisen keittiön asennushinta on noin 2000 €.

4.9 Uudiskohteen rakennustekniset kokonaiskustannukset

Uudiskohteen kustannuslaskennalla on tarkoitus saada suuntaa-antavaa tietoa rakennusteknisistä kokonaiskustannuksista. Pintamateriaalit on laskettu seinien osalta maalilla ja lattiat matolla. Sisäkattojen pintamateriaali on puupaneeli. Kustannuksissa on huomioitu tontin ja liittymien osuus sekä perustus, alapohjarakenne, ulko- ja väliseinärakenteet, yläpohja- ja kattorakenteet sekä märkätilat. Uudiskohteen laskennassa huomioidut kustannukset on esitetty taulukossa 24.

Seinäpinnat, katot ja lattiat ovat valmiilla pinnalla ilman listoituksia. Keittiössä on keittiökalusteet ilman koneita, valaistusta ja välitilaa. Kaikki tarvittavat väliseinät ovat paikallaan ja niissä on väliovet, muttei peitelistoituksia. Ulko-ovet ja ikkunat on asennettu paikalleen, muttei niissä ole peitelistoituksia.

Taulukko 24. Uudiskohteen rakennustekniset kokonaiskustannukset sekä kustannukset €/m² sisältävät alv. 24 %.

Kustannukset	Esimerkkikohteen kustannukset (112 m ²)	€/m ²
tontti	12000,00	107,15
Talousvesiliittymä	1567,02	14,00
Viemäri-vesiliittymismaksu, joka sisältää jäte- ja huleveden	3606,78	32,20
Kuidun liittymismaksu on	1240,00	11,10
Kaukolämmön liittymismaksu	2610,00	23,30
harkkoperustus	10311,72	92,05
kuivientilojen alapohjarakenteet	7871,77	70,30
märkätilojen alapohjarakenteet	1955,23	17,45
kuivientilojen ulkoseinärakenne	16864,00	150,60
märkätilojen ulkoseinärakenne	4895,02	43,70
ulko-ovet ja ikkunat	4389,00	39,20
kantavat väliseinät	1626,05	14,52
kuivientilojen kevyet väliseinät	1416,65	12,65
kuivantilan ja märkätilan väliseinä	635,23	5,70
saunan ja pesuhuoneen väliseinä	410,69	3,70
pesuhuoneen ja kuivantilan väliseinä	830,10	7,40
väliovet	1455,00	121,25
vesikatto ja yläpohjarakenne	26542,85	237,00
Keittiö	8500,00	75,90
	108727,11	1079,17

Laskennalla saadaan esimerkkikohdetta vastaavan uuden pientalon kokonaiskustannuksiksi 108727,11 € ja kustannukseksi €/m² 1079,17 €/m².

Laskennassa ei ole huomioita mm. listoituksia, WC- ja saunavarusteita. Taulukossa 25. on esitetty puuttuvia kustannuksia. Lopullista kokonaiskustannusta laskiessa myös kyseiset osat alueet tulisi huomioida.

Taulukko 25. Laskennasta puuttuvat kustannukset sekä kustannukset €/m². Hinnat sisältävät alv. 24 %.

Puuttuvat kustannukset	Kustannus €	€/m²
Piha-alueen raivaus	3000,00	26,80
LVIS-tekniikka	35000,00	312,50
Suunnitelmat	8000,00	71,40
Piha-alueen maatyöt	10000,00	89,30
Säilytyskalusteet	5000,00	44,65
	61000,00	544,65

Laskennassa huomioimatta jääneet kustannukset ovat noin 61000,00 €, jolloin €/m² saadaan 544,65 €.

Pientalon 112 m² laskennassa saadut rakennustekniset kokonaiskustannukset ovat noin 108727,11 € (taulukko 24). Kokonaishintaan tulee lisätä taulukon 25. mukaiset kulut, jolloin **kokonaiskustannukset ovat 169727,11 € ja kustannukset €/m² ovat 1623,82 €/m².**

5 KUSTANNUSTEN VERTAILU

Vertailu paikkakunta on Kajaani. Vertailussa on huomioitu Kajaanissa sijaitsevien kyseisen aikakauden myynnissä olleiden omakotitalojen keskihinnat. Kajaanissa 1970-luvun omakotitaloja oli insinööriyötä tehtäessä myynnissä 10 kappaletta. Keskihinta niiden osalta on 141 500 € halvimman ollessa 45 000 € (purkukuntoinen) ja kalleimman 182 000 € (remontoitu kauttaaltaan). Lähde Etuovi.com

Kajaanissa 1970-luvun omakotitalot ovat suurimmaksi osaksi joiltakin osin korjaamisen tarpeessa (pintaremontteja ei ole huomioitu). Havaittavissa on ollut kuitenkin kyseisen aikakauden pientalojen osalta vesikatto remontit sekä märkätilojen remontit, joita on tehty yhä kiihdyvässä tahdissa.

Hintavertailuun otetaan esimerkkikohteena käytetty pientalo, jonka myyntihinta nykyisessä kunnossaan on noin 130–135 tuhatta euroa. Esimerkkikohteeseen on vaihdettu uudet ikkunat ja ulko-ovet sekä vesikatto muutettu harjakatoksi. Myös käyttövesiremontti on tehty.

Rakennus tarvitsee toimivan salaojajärjestelmän, kattovesienohjauksen ja routasuojauksen korjaussuunnitelman mukaisesti. Pesuhuone ja sauna ovat myös korjauksen tarpeessa.

Esimerkkikohteen kustannukset

Esimerkkikohteen todellinen myyntihinta	135000,00 €
Salaojat, vedeneristys, routasuojaus ja kattovesienohjaus	6900,00 €
<u>Pesuhuoneen korjaus</u>	<u>4605,00 €</u>
Kokonaiskustannus yhteensä sis. alv. 24 %	146505,00 €
Kustannukset €/m²	1308,08 €/m²

Uudiskohteen kustannukset

Uuden pientalon kustannusten laskennalla saatu hinta on esimerkkikohdetta vastaavanlaisen rakennuksen hinta, eli rakennuksen muoto on suorakaiteen muotoinen, ilman erkkereitä tai sisään tulokatoksia, jotka omalta osaltaan nostavat rakennuskustannuksia.

Kustannuksissa tulisi huomioida myös piha-alueen varusteet sekä mahdolliset lisärakennukset kuten autotalli ja varasto.

Rakentaminen pitkästä tavarasta tulisi maksamaan noin 169727,11 €

Kustannukset €/m² 1623,82 €/m²

Yhteenveto

Esimerkkikohteen kokonaiskustannukset verrattuna uuden pientalon hintaan ovat

Kokonaiskustannukset 169727,11 € - 146505,00 € = 23222,11 €

Kustannukset €/m² 1623,82 €/m² - 1308,08 €/m² = 315,74 €/m²

Uuden pientalon kokonaishinta on noin 23222,22 € kalliimpi, kuin vastaavan kokoinen 1970-luvun pientalo. Vertaamalla €/m² hintoja uudiskohde on noin 315,74 € /m² kalliimpi kuin vastaavan kokoinen 1970-luvun pientalo.

6 YHTEENVETO

Insinööriyössä päästään siihen lopputulokseen, ettei vanhan ja uuden pientalon kustannusten vertailu pelkillä rakennusteknisillä laskennoilla ole helppoa. Laskennalla voidaan kuitenkin osoittaa se, että 1970-luvun pientaloa ostaessa on huomioitava todella tarkkaan rakennukseen tarvittavat korjaukset, koska pientalon kokonaishinta koostuu ostohinnan ja korjauskustannusten summasta. Rakennusta ei tule ostaa pelkkien uusittujen sisäpintojen perusteella, vaan tärkeämpää on huomioida rakennuksen rakennustekninen kunto, riskirakenteet sekä siitä koostuvat korjaustarpeet.

Laskennasta voidaan päätellä, että Kajaanissa sijaitsevan vanhan pientalon hinnan ollessa korjauskustannusten kanssa yhdessä yli 170000 € kannattaa harkita uuden pientalon rakentamista. Uudiskohdetta puoltavat Kajaanin pientalotonttien halvat keskihinnat (noin 12000 €), uuden pientalon energiakustannuksissa saavutettava säästö, sekä uuden pientalon elinkaarren aikaiset kustannukset tulevat myös olemaan halvemmat verrattuna 1970-luvun pientaloon. Korjauksista huolimatta 1970-luvun pientalossa rakennustekniset käyttöiät ovat monelta osin loppumassa.

LÄHTEET

1. Kodinremontit.fi verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 27.2.2014 Saatavissa: <http://kodinremontit.fi/remontti/tasakatto-pois-ja-uutta-tilalle/>
2. Vuodatus.net verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 27.2.2014 Saatavissa: <http://peikkoemon.vuodatus.net/>
3. Itä-Suomen yliopiston ylläpitämät verkkosivut Tapani Moilanen 70-luvun pientalon korjausopas [verkkodokumentti], luettu 3.11.2013 Saatavissa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0338-9/urn_isbn_978-952-61-0338-9.pdf
4. Ympäristöministeriön ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 5.12.2014 Saatavissa: http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Pientalojen_rakenteet_1940-1970/
5. Suomen Sisäilmakeskus Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 5.11.2013 Saatavissa: [http://www.sisailmakeskus.fi/kuvat/file/Artikkeli_Riskirakenteet%20ja%20niiden%20tunnistaminen__\(1\).pdf](http://www.sisailmakeskus.fi/kuvat/file/Artikkeli_Riskirakenteet%20ja%20niiden%20tunnistaminen__(1).pdf)
6. Ympäristöministeriön ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 5.11.2013 Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/kosteus-ja-homevauriot-sisailma-terveydelle-vaaralliset-aineet/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-rivitaloissa.html>
7. Ympäristöministeriön ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 26.3.2014 Saatavissa: http://devhometalkoot.mcasiakas.net/filebank/904_Tunnista_ja_tutkiriskirakenne2012.pdf
8. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 26.3.2014 Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410244%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%241078/10244.pdf>
9. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 7.11.2013 Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2421228%2444>

- 6%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%248743/21228.pdf
10. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 26.3.2014 Saatavissa:
http://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/kirjastot/kirjasto/75/Kirjasto_tuotteet/4446.html
 11. Talon rakennuksen routasuojausohjeet 2007, VTT ja Rakennustieto Oy, ISBN 978-951-682-851-3 [luettu 1.1.2014]
 12. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 17.2.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2421099%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%247277/21099.pdf>
 13. Yksityisen henkilön verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 26.3.2014
<http://www.hannuh.fi/58>
 14. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 7.11.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410854%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%249155/10854.pdf>
 15. ThermiSol Oy:n verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 1.4.2014 Saatavissa:
<http://www.mittaviiva.fi/thermisol/>
 16. Edita Publishing Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 1.1.2014 Saatavissa http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf
 17. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 1.1.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411009%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105117/11009.pdf>

18. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 3.4.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410978%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-103553/10978.pdf>
19. RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 4.3.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410829%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%248907/10829.pdf>
20. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 4.3.2014 Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/106032.html.stx>
21. Paroc Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 27.2.2014
<http://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/~media/Files/CAD%20Drawings/CAD-Drawings-BIFI.ashx>
22. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 12.3.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410947%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-102969/10947.pdf>
23. Sanoma Media Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 26.3.2014
http://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/7657/asoy_icopal_huolto_urakointi.htm#.UzJ0_6h_t8E
24. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 28.4.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2421099%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%247277/21099.pdf>
25. Tyyllitalon ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 21.3.2014 Saatavissa:
<http://www.hietakulma.fi/ristikot.php>

26. Easylock peltikatteen ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 21.3.2014
Saataavilla: <http://www.easykate.fi/uploads/asennusohjeet.pdf>
27. Museoviraston ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 8.11.2013 Saataavilla: <http://www.nba.fi/fi/File/1106/korjauskortti-25.pdf>
28. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 25.1.4.2014
Saataavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411093%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105170/11093.pdf> Rakennustieto Rt 84-11093 Asuntojen märkätilojen korjaus
29. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 1.4.2014 Saataavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410759%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%248316/10759.pdf>
30. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 7.4.2014 Saataavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410712%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%247903/10712.pdf>
31. Sisäilmayhdistyksen ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 9.4.2014
<http://www.sisailmayhdistys.fi/paasivuista-toinen/ilmanvaihdon-perusteet/>
32. Rakentaja.fiN ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 3.3.2014
http://www.rakentaja.fi/artikkelit/1780/universal_perusmuurilevy_eristaa.htm#.UxRXF-N_t8E
33. KOR 2013 Korjausrakentamisen kustannuksia, Rakennustieto Oy 2013, ISBN 978-952-267-036-3 [luettu 12.1.2014]
34. Ratu Rakennustöiden menakit 2010, Rakennustieto Oy, ISBN 978-951-682-937-4 [luettu 2.2014]
35. Kiinteistölakimiehet.fi:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 21.1.2014 Saataavilla: <http://www.kiinteistolakimiehet.fi/fi/artikkelit/18->

[erikoisartikkelit/36-ole-tarkkana-ostaessasi-1970-luvun-omakotitaloa-tai-rivitalo-
huoneistoa](#)

36. Lamox Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 8.4.2014 Saatavilla:
http://www.lamox.fi/asennusohje_html/asennusohje.html
37. Ahti Hakala Lamox Oy [sähköposti], luettu 8.4.2014
38. ROK Rakennusosien kustannuksia 2013, Rakennustieto Oy, ISBN 978-952-267-035-9
39. Rakennustiedon RT-kortisto verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 10.4.2014 Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411093%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105170/11093.pdf>
40. Kajaanin kaupungin ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 13.4.2014 Saatavilla: <http://www.infokartta.fi/kajaani/?teema=10>
41. Kajaanin Vesi -liikelaitoksen ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 14.4.2014 Saatavissa: <http://www.kajaaninvesi.fi/palvelut/hinnasto-sopimusehdot/>
42. Kaisanet:in ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 13.4.2014 Saatavilla: http://www.kaisanet.fi/hinnasto_4
43. Kajaanin Lämpö Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 13.4.2014 Saatavilla: <http://www.taustavoimaa.fi/kajaaninlampo/hinnat/oheiset/Perus-%20ja%20kulutusmaksuhinnasto%201.2.2014.pdf>
44. Alma Mediapartners Oy:n ylläpitämät verkkosivut [verkkodokumentti], luettu 11.4.2014 Saatavilla:
http://kuluttaja.etuovi.com/crometapp/portal/eo/realities/residences/apartments/search/public/item/itemlist.jsp?list_id=13974754198760&itemgroup_id=50.1&fromSearchSubmit=fromSearchSubmit&search_type=&portal=eo

