



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ANTON RISSANEN

Tuulettuvan ja maanvaraisen alapohjan kustannusvertailu

RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2021

Tekijä(t) Rissanen, Anton	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kesäkuu 2021
	Sivumäärä 30	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Tuulettuvan ja maanvaraisen alapohjan kustannusvertailu		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
<p>Opinnäytetyö tehtiin suomalaiselle Lehto Group -konserniin kuuluvalle Lehto Asunnot Oy:lle. Työssä käsiteltiin kustannus- ja toteutusvertailua tuulettuvan ja maanvaraisen alapohjan välillä. Työn tavoitteena oli saada aikaan jo rakennettujen todellisten rakennusten todelliset rakennuskustannukset. Opinnäytetyön tuloksena saavutettiin luotettavat kustannusvertailut, jotka auttavat tulevien projektien budjettien laatimisessa. Opinnäytetyö antaa kattavat perustelut alapohjatyypin valitsemiseen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena havaittiin, että alapohjatyyppejä valittaessa kustannukset eivät näyttele kovinkaan suurta osaa. Merkittävämmäksi syyksi alapohjatyyppejä valittaessa osoittautui rakennuspaikan perusmaan kantavuus. Opinnäytetyön kirjoittamista varten kerättiin molempien kohteiden toteutuneet kustannukset sekä tietoa rakennusalan keskeisistä materiaali- sekä ohjepankeista.</p>		
Alapohja, maanvastainen alapohja, tuulettuva alapohja		

Author(s) Rissanen, Anton	Type of Publication Bachelor's thesis	Data June 2021
	Number of pages 30	Language of publication: Finnish
Title of publication Cost comparison of ventilated and slab-on ground floor		
Degree programme Construction and Municipal Engineering, Bachelor of Engineering		
<p>This research was commissioned by Lehto Group. This thesis concentrates on comparing construction costs between hollow slab and ground based base floors. The aim of the thesis is to achieve a better idea of the choice of the implementation type of the slabs. This thesis provides reliable cost comparisons which help calculate the budget for future projects. In the future, the thesis offers arguments for choosing a subfloor type.</p> <p>The project showcases that when choosing the subbase type, costs are not the main factor. The most significant difference was the implementation schedule of the subfloor and the placement of the building technology. For writing parts of this report information from Lehto's billing service of subbase types, building materials and instructions were included.</p>		
Hollow slab, Ground based basefloor, Basefloor		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 ALAPOHJA	7
2.1 Tuulettuva alapohja	7
2.2 Tuulettuvan alapohjan tuulettaminen	8
2.3 Maanvarainen alapohja.....	9
3 PERUSTUSTAVAN VALINTA	10
3.1 Pohjatutkimus.....	10
3.2 Routa pohjatutkimuksissa.....	10
3.3 Radon pohjatutkimuksissa.....	11
4 ALAPOHJARAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNINEN TOIMINTA SEKÄ RADONIN TORJUNTA	13
4.1 Alapohjien tiiveys.....	14
4.2 Routasuojaus alapohjassa	14
4.3 Radonin torjunta alapohjassa.....	15
5 ESIMERKKIKOHTTEET.....	20
5.1 Esimerkkikohde A	20
5.2 Esimerkkikohde B	22
6 KUSTANNUKSET.....	24
6.1 Kustannusten vertailu	24
6.2 Työkustannusten vertailu	25
6.3 Materiaalikustannusten vertailu	26
6.4 Todelliset kokonaiskustannukset.....	27
7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	28
8 LÄHDELUETTELO.....	29

1 JOHDANTO

Alapohja on rakennuksen lämmöneristetyin vaipan osa. Alapohjaan kuuluvat kaikki lattiarakenteet sisältäen lämmöneristeen. Rakennuksen kuivatukseen liittyvät asiat ovat olennainen osa alapohjan rakennetta sekä alapohjan rakennusteknistä toimivuutta. Alapohjaan liittyvät kiinteästi myös sokkeli sekä rakennuksen perustusrakenteet. Nämä kaikki ovat toisistaan riippuvaisia ja muodostavat rakennuksessa yhdessä toimivan kokonaisuuden. Näin ollen yhden rakenteellisen asian valinta vaikuttaa myös muiden asioiden valitsemismahdollisuuksiin.

Alapohjan alin osa on perustukset. Alapohjan rakennetyypistä riippumatta alapohjan alla tulee olla kapillaarikatko, tämä katko estää kapillaarisen veden nousemisen alapohjaan ja siitä edelleen muihin rakenteisiin. Perustusten päällä on sokkeli. Sokkeli voidaan paikallavalaa, muurata tai toteuttaa betonielementeillä. Maanvaraisessa alapohjassa alapohjan betonilaatta valetaan eristekerroksen päälle. Eristekerros tulee asentaa kapillaarikatkon päälle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää maanvaraisen alapohjan sekä betoni-rakenteisen tuulettuvan alapohjan rakennuskustannuksia. Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Lehto Asunnot Oy:lle. Lehto Asunnot Oy on osa Lehto Group konsernia, joka toimii ympäri Suomea. Lehto Group työllistää vuosittain yli tuhat työntekijää. Lehto Groupin liikevaihto oli vuonna 2019 667,7 miljoonaa euroa. Lehto Asuntojen toimiala on uudisrakentaminen kuluttajille sekä vuokratuotantoon. (Lehto Group Oyj:n www-sivut, 2021.)

Opinnäytetyö koostuu teoreettisesta osasta, jossa esitellään alapohjat ja niiden rakenteiden kosteustekninen toiminta sekä perustustavan valinta. Opinnäytetyön teorian pohjana toimii rakennustiedon ylläpitämä RT-kortisto, erilaiset verkkojulkaisut, sekä rakennus- ja maankäyttölaki. Teoriaosuudessa käydään läpi rakennesuunnitelmia sekä Lehto Asuntojen kustannusseurantaa. Teoriaosuuden lisäksi työssä esitellään tutkittavat kohteet ja opinnäytetyön tulokset. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää maanvaraisen alapohjan ja tuulettuvan alapohjan kustannuseroja.

Kustannusten vertailu antaa opinnäytetyön toimeksiantajalle lisätietoa todellisista alapohjan kustannuksista. Todellisten kustannuksien tieto auttaa työn tilaajaa laatimaan tulevien rakennusprojektien budjetteja.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi tarkat laskelmat alapohjien kustannuseroista. Tulokseen päästiin, kun tarkasteltiin eroja Lehto Asunnot Oy:n rakennuttamien kohteiden esimerkkikohde A:n sekä esimerkkikohde B:n välillä. Tulokset jäävät koko konsernille, joten laskelmat ovat käytettävissä jatkossa jokaisella Lehto Group konserniin kuuluvalla yrityksellä.

2 ALAPOHJA

Ympäristöministeriön asetuksessa kuvaillaan pohjarakenteita seuraavasti: ”Alapohja ja kellarirakenteet on suunniteltava ja rakennettava niin, että rakenteiden painumat ja muut muodonmuutokset ovat niin pieniä ja rakenteet niin tiiviitä, ettei rakenteiden ja rakennuksen suunniteltu toiminta vaarannu rakennuksen ja rakenteiden käyttöiän aikana. Routimisen vaikutukset rakenteisiin on estettävä. Kantavaa alapohjaa on käytettävä silloin, kun maanvaraisen alapohjan painumat tulisivat liian suuriksi.” (Suomen rakentamismääräyskokoelma B3 2004, 21.)

2.1 Tuulettuva alapohja

Tuulettuvasta alapohjasta käytetään myös nimityksiä rossipohja ja ryömintätällinen alapohja. Tuulettuvassa alapohjassa on huonosti toteutettuna hyvin usein otolliset olosuhteet homeen sekä itiöiden kasvamiselle. Hyvin toteutettu alapohja tarvitsee riittävän tuuletuksen rakenteen kuivattamiseksi. Myös materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa lopulliseen tulokseen. (Lahdensivu, Suonketo, Vinha, Saastamoinen, Salminen, Lindberg, Manelius, Kuhno & Lähdesmäki 2012, 79.)

Alapohja tulee lämmöneristää kauttaaltaan, jottei kosteutta kondensoivia kylmäsiltoja pääse syntymään. Maanpinnan lämmöneristämiseen tulisi kiinnittää huomiota, jotta maa-aines ei roudi ja kerää kosteutta. Tuulettuvassa alapohjassa lämmöneriste tulee sijoittaa kivirakenteen alapuolelle. Kun eriste on kivirakenteen alapuolella taataan, kivirakenteen sijoittuminen lämpimiin olosuhteisiin alapohjassa, sekä alapohjan parempi kosteustekninen toimivuus. Jos lämmöneristeitä ei asenneta betonirakenteen alapuolelle, syntyy tilanne, jossa mahdollinen kapillaarinen vesi pääsee nousemaan alapohjarakenteita pitkin ulkoseinäliitoksiin ja siitä edelleen muihin rakenteisiin. (Lahdensivu ym. 2012, 79.) Kuvassa 1 havainnollistetaan pientalon tuulettuvaa alapohjarakennetta.



Kuva 1 Perustuselementeistä ja ontelolaatoista perustukset ja alapohja valmistuvat nopeasti. Perustukset valmiina odottamassa ontelolaattojen asennusta.

2.2 Tuulettuvan alapohjan tuulettaminen

Tuulettuvaa alapohjaa nimensä mukaan tuuletetaan. Tuulettuvan alapohjan seinissä pitää olla tuuletusaukkoja, jotka ovat suuruudeltaan 1–1,5 prosenttia alapohjan pinta-alasta. Näissä arvoissa tulee huomioida tuuletusritilät, jotka vähentävät reikien pinta-alaa. Reikien pinta-ala riippuu alapohjan pinta-alasta. Mitä suurempi alapohjan pinta-ala, sitä enemmän tarvitaan alapohjan tuuletukseen tarkoitettujen reikien pinta-alaa. (Kosteudenhallinta.fi-www-sivut, 2021.)

”Alapohjan alapuoliseen ryömintätilaan ei saa kerääntyä vettä. Ryömintätilan on tuulettava. Ryömintätilan kosteus ei saa aiheuttaa haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 19§.)

2.3 Maanvarainen alapohja

Maanvaraisella alapohjalla tarkoitetaan alapohjaa, joka on rakennettu maata vasten. Tällöin lattian yläpinta tulee olla vähintään 0,3 metriä rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. ”Maanvaraisen alapohjan lämmöneriste tulee sijoittaa pääosin tai kauttaaltaan pohjalaatan alle, jotta estetään veden kapilaarinen nousu rakenteisiin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 18§.) Maanvaraisessa alapohjassa betonilaatta toimii ilma- ja höyrinsulkuna. Maaperän kosteuden katkaisemiseen tarvitaan kapillaarikatkona yli 200 millimetriä paksu pestystä sepelistä tehty sorakerros. Lisäksi maaperä kuivatetaan tehokkaasti salaojituksella. (Koskenvesa, 2010.)

3 PERUSTUSTAVAN VALINTA

Ympäristöministeriön asetuksessa pohjarakenteista kerrotaan seuraavaa: ”Pohja- ja maa- rakenteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakenteiden painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset pysyvät niin pieninä, etteivät ne haittaa rakennuksen tai rakenteen käyttöä ja etteivät rakenteet haitallisesti halkeile tai saa haitallisia pysyviä muodonmuutoksia. Maapohjan ja rakenteiden varmuuksien murtumista vastaan on oltava riittävän suuria sekä rakennusaikana että rakenteen käyttöaikana.” (Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista 465/2014 2§.)

3.1 Pohjatutkimus

Pohjatutkimuksesta on käytävä ilmi maaperän laatu, tontilla esiintyvän pohjaveden pintakorkeus, tontin tulvariski, rakennuksen perustamistapasuositus, tontin sekä rakennuksen korkeusasemat ja radonin esiintyvyys.

”Rakennushankkeen geotekninen suunnittelija vastaa pohjatutkimusten ohjelmoinnista, johon sisältyy käytettävien tutkimusmenetelmien valinta sekä tutkimuspisteiden määrän ja sijainnin suunnittelu. Geotekninen suunnittelija seuraa pohjatutkimuksen edistymistä, arvioi sen tuloksia ja tarvittaessa täydentää tutkimusohjelmaa sekä vastaa geoteknisessä suunnitteluraportissa esitetyistä tulkinnoista.” (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2018,10.)

3.2 Routa pohjatutkimuksissa

Routaantumisella tarkoitetaan maan sisältämän huokosveden jäätymistä. Routimisella taas tarkoitetaan routiintumista sekä tästä johtuvaa maalajin laajenemista. Kaikki maalajit routiintuvat, mutta kaikki maalajit eivät roudi, kuten esimerkiksi sepeli. Usein käsitetään, että routa sulaa ylhäältä alaspäin. Näin ei kuitenkaan ole, vaan routa alkaa sulaa myös routarajasta ylöspäin maanlämmön takia. Tämä saa aikaa pinnan muutoksia, joka voi vaikuttaa myös rakenteiden elämiseen. Maaperän routaantuminen alkaa, kun lämpötila maanpinnassa laskee alle nollan Celsius-asteteen. (Pylkkänen & Nurmi 2015, 44.)

3.3 Radon pohjatutkimuksissa

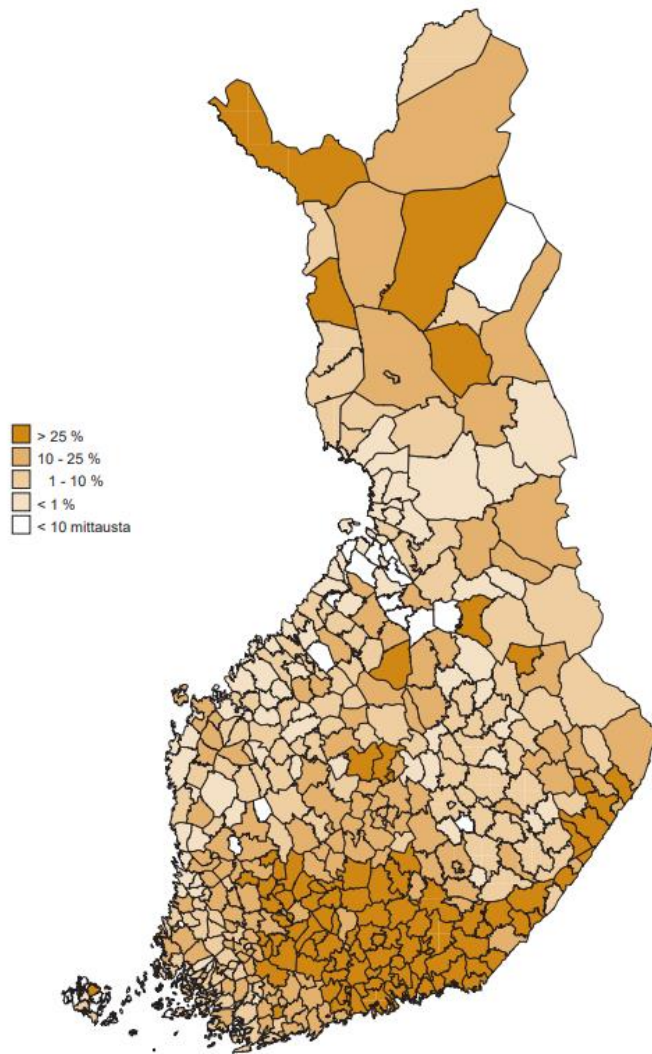
Radon on kaasu, joka on täysin hajuton, mauton ja väritön. Sitä esiintyy maaperässä sekä huoneilmassa. Radonpitoisuuden havaitseminen on ainoastaan mahdollista mitaamalla, koska radonia ei voi havaita aistinvaraisesti johtuen kaasun ominaisuuksista. Kaasun nousua huoneilmaan rajoitetaan radonputkistolla sekä tiivistämällä kaikki rakennuksen läpiviennit alapohjasta. Nämä toimenpiteet on helpoin tehdä jo rakennuksen rakennusvaiheessa. (Säteilyturvakeskuksen www-sivut, 2021.)

Suomessa esiintyy radonia enemmän kuin useissa muissa maissa. Syynä tähän on Suomen maaperän korkeat uraanipitoisuudet. Radon nousee maaperästä ylös parhaiten ilmaa hyvin läpäisevien maakerrosten lävitse. Hiekkaharjujen päälle rakennettujen talojen sisäilmassa esiintyy usein korkeita radonpitoisuuksia. Suomessa suurimpia radonpitoisuuksia mitataan Lahden, Itä-Uudenmaan sekä Kymenlaakson alueilla. Vastaavasti pienempiä pitoisuuksia mitataan Pohjois-Karjalassa, Kainuussa sekä Pohjois-Lapissa. (Säteilyturvakeskuksen www-sivut, 2021.)

Suunnittelun ja rakentamisen ohjearvona Radonin osalta pidetään kahtasataa Becquereliä kuutiolta. Kuntakohtaisesti radonpitoisuudet saattavat ylittää tämän arvon kymmenillä prosenteilla. Ylitykset voivat johtua myös rakennuksen alla olevista salaaja- ja täyttömaakerroksista. Maaperän radonpitoisuuden vaikutuksen lisäksi karkea salaajasora lisää tiiviimmästä perusmaasta nousevia radonvirtauksia. (RT 103123 2019, 2.)

Kaikki mineraaliainesta sisältävät rakennusmateriaalit erittävät Radonia. Säteilyturvakeskus on antanut omassa raportissaan tiedot rakennusmateriaalien radioaktiivisista aineosista. Kerrostalojen betonirakenteet nostavat sisäilman radonpitoisuuksia noin seidemänkymmentä Becquereliä per kuutio. (RT 103123 2019, 2.)

Kuvassa 2 on esitetty radonpitoisuuden enimmäisarvon 200Bq/m^3 ylitykset prosentuaalisesti. Kuntien sisällä saattaa esiintyä huomattavaa alueellista vaihtelua sisäilman radonpitoisuuksissa.



Kuva 2 Huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvon 200 Bq/m³ ylitykset kunnissa. Kuntien sisällä voi esiintyä huomattavaa alueellista vaihtelua.

4 ALAPOHJARAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNINEN TOIMINTA SEKÄ RADONIN TORJUNTA

Diffuusiolla tarkoitetaan kaasun molekyylien liikettä suuremmasta kaasupitoisuudesta pienempään. Molekyylit liikkuvat keskinäisten törmäyksien vuoksi. Suomessa diffuusiosiiirtymistä tapahtuu eniten talviaikana. Talviaikana sisäilmassa on enemmän vesihöyryä kuin ulkoilmassa. Tämä johtaa veden diffuusiosiiirtymiseen. Sisäilman vesihöyry pyrkii diffuusioitumaan ulkoilmaan ulkovaipan läpi. Rakenne pyrkii estämään diffuusiovirtausta. (Lehtoviita, Laine & Alitalo 2004, 27.)

Kapillaarisella vedellä tarkoitetaan veden nousemista kapillaarisesti huokoiseen materiaaliin. Vesi nousee kapillaarisesti rakennusmateriaaliin vain, jos rakennusmateriaali on huokoista sekä se on kosketuksissa veteen tai materiaaliin, jossa on kapillaarista kosteutta. Kapillaarinen siirtyminen johtuu kapillaaristen voimien aiheuttamasta huokosalipaineesta. Huokosalipaineen suuruus riippuu huokosten koosta. Mitä pienempi huokonen sitä suurempi huokosalipaine on. (Lehtoviita ym. 2004, 22.)

Rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei niihin aiheudu kosteudesta rakenteellisia vikoja koko rakennuksen käyttöiän aikana. Rakenteissa esiintyvä kosteus ei saa myöskään aiheuttaa rakennuksen käyttäjille hygienia tai terveyshaittoja. Rakenteet ovat tärkeää suojata kapillaariselta sekä painovoimaisesti tulevalta vedeltä. Rakenteita tulee myös suojata konventiolla sekä diffuusiolla siirtyvältä kosteudelta. Rakennusfysiikan rooli rakentamisessa on kasvanut ja kasvaa edelleen. Tämä johtuu rakennuksissa havaituista ongelmista, vioista ja vaurioista. Usein ongelmat, viat sekä vauriot johtuvat rakennuksen lämpö- ja kosteusteknisestä toimimattomuudesta. (Vinha 2009, 394, 399.)

Vaipparakenteiden kosteustekniseen toimintaan vaikuttavat sisä- ja ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden muutokset eri vuodenaikoina. Ulkoilma, jota otetaan ilmanvaihdon mukana rakennuksen sisälle, toimii kosteusteknisen toiminnan lähtökohtana. Kosteuslisää tuottaa ilmaan myös asuminen. Kosteuslisän määrä riippuu asukkaiden asumistottumuksista. Diffuusiolla pyritään tasoittamaan kosteuseroa vaipparakeiden läpi sisä- ja ulkoilman välillä. Mikäli rakennuksessa on ylipainetta, kosteus voi siirtyä vaipparakenteisiin myös konventiolla erilaisten reikien ja rakojen kautta.

Rakenteisiin voikin siirtyä paljon enemmän kosteutta konvention kuin diffuusion avulla. (Vinha 2009, 400.)

4.1 Alapohjien tiiveys

Alapohjien tiiveyden perustana on perusrakenteiden suunnittelu ja toteutus siten, että rakenteissa ei tapahdu painumista eikä routaantumista johtuvia muutoksia. Tiivistysratkaisut tulee suunnitella niin, että ne täyttävät ympäristöministeriön asetuksen 782/2017 rakennusten kosteusteknisistä toimivuuksista. (RT 103123 2019, 4.)

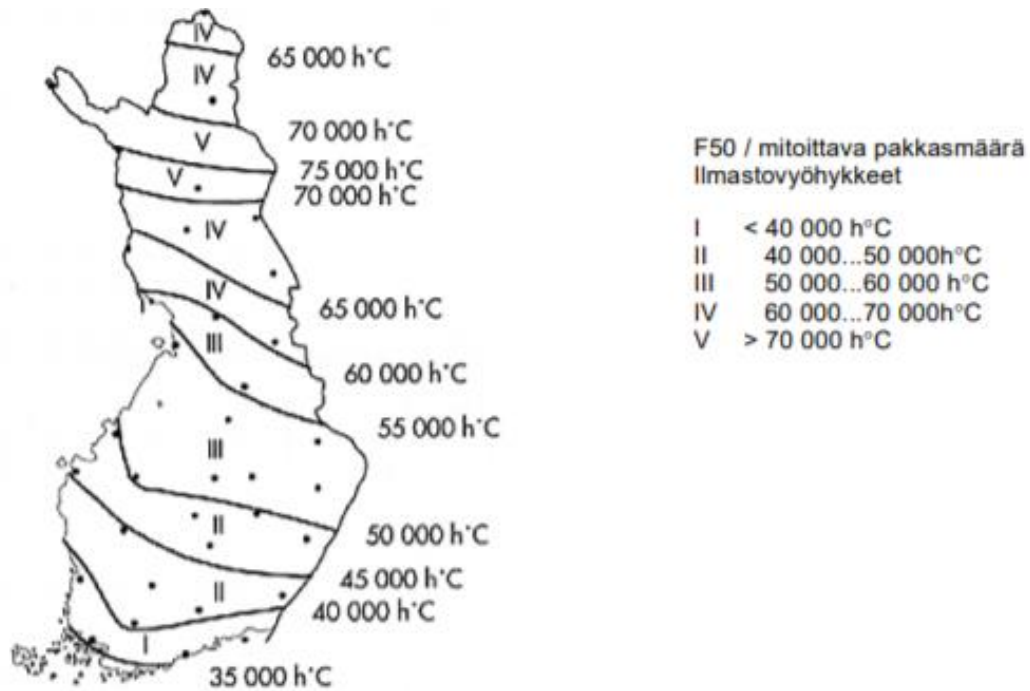
Alapohjassa sijaitsevat läpiviennit tulisi toteuttaa tehdasvalmisteisilla läpivientikappaleilla. Mahdollisuuksien mukaan nämä läpiviennit tulisi asentaa jo elementtitehtaalla. Läpivientejä suunniteltaessa ja asennettaessa on otettava huomioon läpiviennistä läpimenevien rakennusmateriaalien mahdollinen lämpölaajeneminen sekä rakenteiden liikkumisesta johtuva liikkuminen. (Koskenvesa, 2010.)

4.2 Routasuojaus alapohjassa

Routaeristyksen suunnittelun pohjana käytetään paikkakuntakohtaisia ilmastotekijöitä, vuoden keskilämpötilaa ja mitoittavaa pakkasmäärää. Vuoden keskilämpötilasta ilmenee lämpötila routarajan alapuolelta sekä maaperän lämpösisältö. Paikkakunnan pakkasmäärällä arvioidaan alueen routaantumisvyyttä. Routasuojaukselta mitoitetessa talvikauden ankaruutta ilmaistaan erilaisilla pakkasmäärän todennäköisyyksillä F2, F10, F20 sekä F50. F2 esiintyy keskimäärin kerran kahdessa vuodessa, F10 kerran kymmenessä vuodessa, F20 kerran kahdessakymmenessä vuodessa ja F50 kerran viidessäkymmenessä vuodessa. F50-arvoa käytetään perustuksia sekä routaeristystä mitoittaessa. (RT 81-10590, 1.)

”Maaperän routivuus ja routanousujen suuruus vaihtelevat silttimaapohjan erittäin suuresta routivuudesta, saven ja moreenien keskinkertaiseen ja hiekkamoreenin usein vähäiseen routivuuteen. Routaolosuhteiden vaikeuteen vaikuttavat lisäksi pohjavedenpinnan sijainti ja erityisesti rinnemaastossa pohjaveden mahdollinen virtaus rakennetulle alueelle. Routaolosuhteiden vaikeus otetaan huomioon niissä rakenteissa, joille

sallitaan jonkinlaisia routanousuja. Vaikeissa routaolosuhteissa kasvaa myös routavaurioiden riskit lämpimissä rakennuksissa, jos routasuojaus on puutteellinen vähäiselläkään osalla perustuksia.” (RT 81-10590, 3.) Kuvassa 3 on esitettyä kylmien rakenteiden keskimääräinen perustamissyvyys eri leveysasteilla.



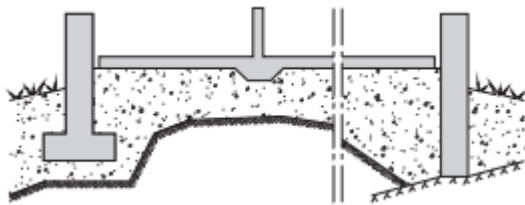
Kuva 3 Sääasemat ja kylmien rakenteiden keskimääräinen perustamissyvyys havainnointikauden 1931–1960 perusteella. Suomen pakkasmääräkartat havainnointikaudelta 1961–1990.

4.3 Radonin torjunta alapohjassa

Usein perustusratkaisuilla voidaan vaikuttaa radonteknisten ratkaisujen määrään. Jos rakennusalueen muissa rakennuksissa on todettu kohonneita radonpitoisuuksia, voidaan perustusratkaisulla vaikuttaa radonintorjunnan onnistumiseen. Rakennuksissa, joissa on tuulettuva alapohja, todetaan huomattavasti vähemmän korkeita radonpitoisuuksia kuin maanvaraisissa ratkaisuissa. Tuulettuva alapohja ei ole kuitenkaan ta radonpitoisuuksien hillitsemiseen. Läpivientien sekä rakenteiden liityntäkohtien tiivistämiseen pitää kiinnittää huomiota ja erityistä tarkkuutta. Näiden toimenpiteiden tavoitteena on taata alapohjan ilmasulku. Tämä estää radonin, muiden epäpuhtauksien, kuten kosteuden ja itiöiden pääsyn huoneistojen sisäilmaan. (RT 103123, 3.)

Tutkittavissa kohteissa radonin nousu sisäilmaan estettiin eri tavoin. Esimerkkikohde A:ssa erillistä radonin poistoa ei tarvita, koska rakennuksessa on tuulettuva alapohja. Tuulettuvassa alapohjassa radon poistuu rakennuksesta samalla kun alapohja tuulettuu tuuletusventtiilin kautta. Radon ei täten pääse rakennuksen sisäilmaan. (Helminen, 2020.)

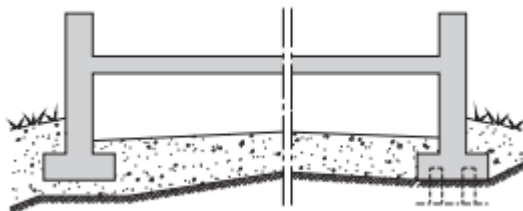
”Kuvassa 4 on perusmuuri ja maanvarainen alapohja rakenneratkaisussa. Tässä alapohja tyypissä kantavien väliseinien ym. perustaminen laattavahvistusten varaan vähentää tiivistettävien liittymien määrää.” (RT 103123, 3.)



Kuva 4 Perusmuuri ja maanvarainen alapohja.

”Tässä rakenneratkaisussa on kiinnitettävä erityistä huomiota maanvaraisen laatan ja lävistävien rakennusosien liittymien tiivistämiseen, perusmuurin ja alapohjan liitoskohdan tiivistämiseen, läpivientien tiivistämiseen sekä monimuotoisissa rakennuspohjissa lattialaatan halkeamiin.” (RT 103123, 3.)

”Kuvassa 5 on perusmuuri sekä kantava ryömintätalallinen alapohja. Kyseisessä rakenneratkaisussa tuulettuva ryömintätila vähentää rakennuspohjan ilmavirtausten radonpitoisuutta eikä rakennuspohjan tuuletusjärjestelmää tarvita” (RT 103123, 3.)

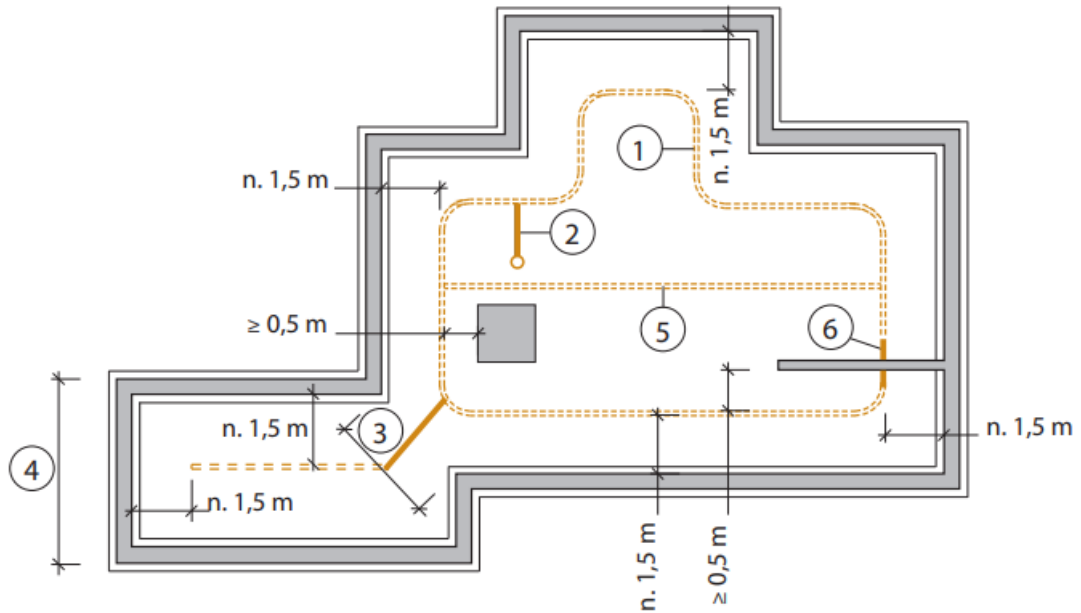


Kuva 5 Perusmuuri ja ryömintätalallinen kantava alapohja.

”Tässä rakenneratkaisussa on kiinnitettävä erityistä huomiota, alapohjarakenteen ja sen liitoskohtien tiivistämiseen sekä alapohjarakenteen läpivientien tiivistämiseen.” (RT 103123, 3.)

Radonputkiston perusideana on kierrättää ilmaa joko painovoimaisesti tai koneellisesti rakennuksen alla salaojakerroksessa. Salaojakerroksen pitää olla paremmin ilmaa läpäisevää kuin perusmaan. Radonputkisto viedään putkien avulla rakennuksen vesikatolle. Radonputkiston toiminnan kannalta on tärkeää, että kaikki rakennuksen läpivienit ovat tiivistetty oikein ja asianmukaista tarkkuutta käyttäen. Radonputkiston tulee olla korroosiovapaata materiaalia. (RT 103123, 9.)

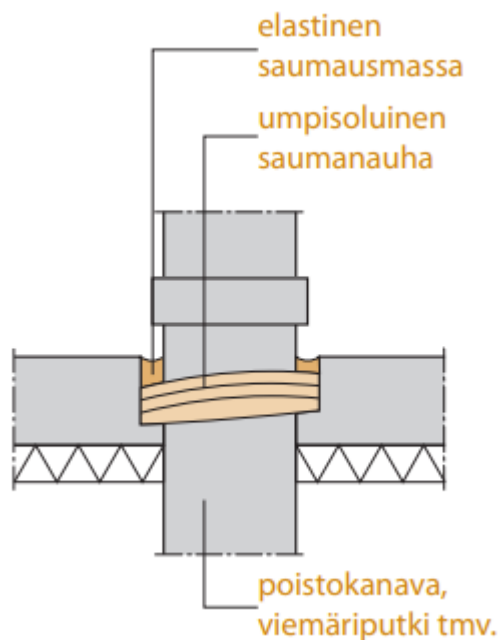
Radonputkisto suunnitellaan joko rengasmaiseksi tai monihaaraiseksi. Radonputkisto tulee sijoittaa siten, että se ylittää jokaiseen alapohjan osaan, joka rajautuu perustusrakenteeseen. Kuvassa 6 on esitetty rakennuksen alapohjaan asennettu rengasmainen radonputkisto. Imukanavisto (1) tulee sijoittaa noin 1,5 metrin päähän perusmuurista, kuitenkin putken etäisyys laatan lävistävistä rakennusosista vähintään 0,5 metriä. Siirtoputki ja poistokanava (2) tulee olla muovista viemäriputkea. Jos imukanavan reitillä on kapeampia kohtia kuin 3 metriä, tulee kanaviston olla kyseisessä kohdassa tiivistä putkea (3). Jos rakennuksen runkosyvyys on 3–4 metriä voidaan rengasmallisen imukanaviston sijasta käyttää pitkittäistä imukanavaa (4). Jos rakennuksen rungon syvyys ylittää 10 metriä, tarvitaan lisäimukanava, jonka pää suljetaan (5). Perustusten läpivientikohdassa imukanava vaihdetaan tiiviiksi putkeksi (6). (RT 103123, 10.)



Kuva 6 Rengasmallinen radonputkisto rakennuksen alapohjassa.

Alapohjasta nousevien sähköjohtojen, vesiputkien, viemäriputkien sekä lämmitysputkien läpiviennit tulee tiivistää asianmukaista tarkkuutta käyttäen. Jos läpivientejä ei tiivistetä hyvin, saattavat ne toimia radonin kulkureittinä. Kaikki tarkastusluukut tulee olla ilmatiiviitä, sekä niiden asennus on oltava ilmatiivis. (RT 103123, 8.)

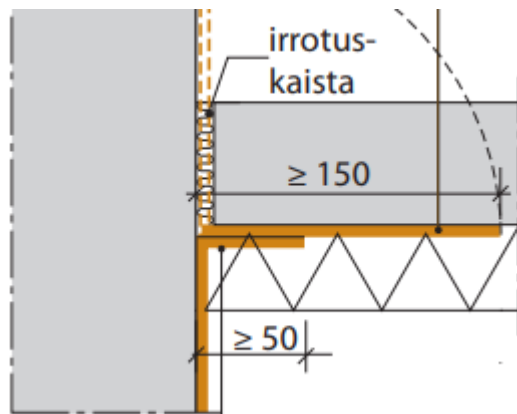
Kuvassa 7 on esitetty asianmukainen tiivistys poistokanavan sekä rakennuksen maanvaraisen laatan liitoskohdan tiivistämisestä.



Kuva 7 Esimerkki tiiviin putken ja maanvaraisen laatan tiivistämisestä.

Usein betonirakenteet ovat riittävän tiiviitä estämään radonin nouseminen maaperästä huoneilmaan, mutta rakenteissa tulee huomioida kaikkien saumojen ja liittymien tiivistämisestä. Paikallavaletuissa rakenteissa on oltava mahdollisimman halkeilematon betonirakenne, sillä pienetkin hiushalkeamat mahdollistavat radonin kulkeutumisen huoneilmaan. Sokkelin ja maanvaraisen laatan liityntäkohta tulee tiivistää kumibitumikermikaistalla, joko liimaamalla tai hitsaamalla. Kumibitumikermi tulee asentaa rakenteeseen, siten ettei se hajoa tai irtoa rakenteen kutistumisen, painumisen tai minkään muun liikkeen vuoksi. (RT 103123, 4.)

Kuvassa 8 esitetty esimerkki detalji alapohjan asianmukaisesta tiivistämisestä kumibitumikermiä käyttäen.



Kuva 8 Kumibitumikermin sijainti alapohjarakenteessa.

5 ESIMERKKIKOhteET

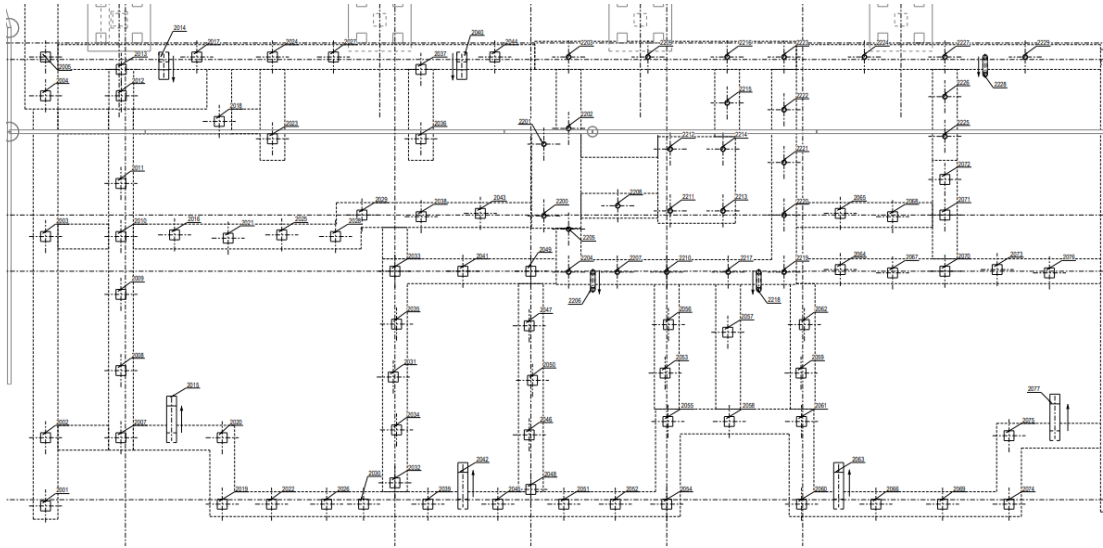
Esimerkkikohteet ovat rakennettu vierekkäisille tonteille Etelä-Suomeen. Esimerkkikohteilla on yhteinen autohalli, joka sijaitsee esimerkkikohteiden sisäpihalla, ja joka rajautuu molempien esimerkkikohteiden ulkoseiniin. Esimerkkikohde A on toteutettu tuulettuvalla alapohjalla. Alapohja ja perustukset on suurelta osin paalutettu. Rakennuksen toinen pääty on perustettu kalliota vasten anturoilla. Esimerkkikohde B on toteutettu tuulettumattomalla alapohjalla. Alapohja ja perustukset ovat molemmissa esimerkkikohteissa paalutettu.

Molempien esimerkkikohteiden tonttien osalta pohjatutkimuksen maaperäkairaukset loppuivat tasolle 0,3 m–12,5 m vallitsevasta maanpinnasta mitattuna. Kallionpinta havaittiin 1,8 m–5,6 m syvyydestä. Pintamaan alapuolella havaittiin silttisavikerros, mikä rajoittuu alapinnastaan hiekkaan. Pohjavettä ei kairaustöiden yhteydessä rakennuspaikalla havaittu.

5.1 Esimerkkikohde A

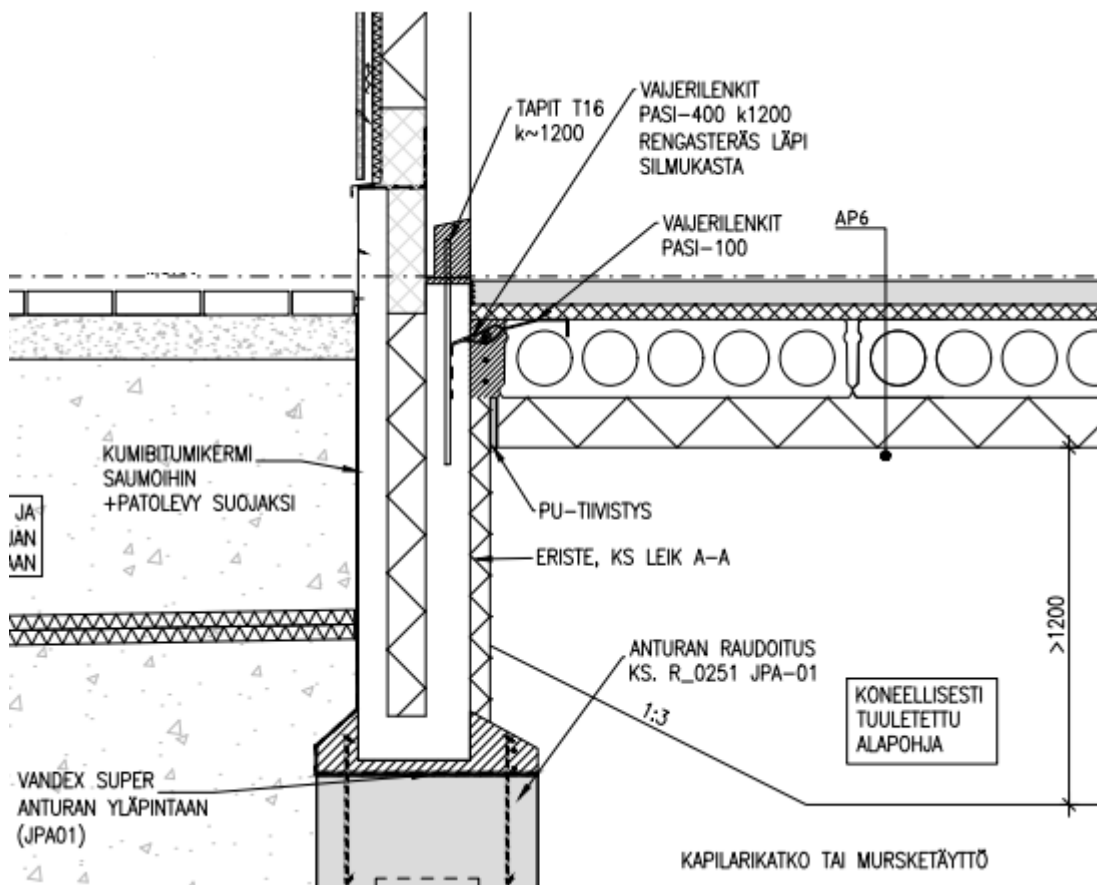
Rakennuksen pinta-ala on 4088 neliometriä, alapohjan pinta-ala 743 neliometriä. Taloyhtiössä on kaksi rappua, A-rapussa viisi kerrosta B-rapussa kuusi kerrosta. Esimerkkikohteen A osalta pohjatutkimuksessa suositellaan perustamista anturoilla luonnontilaisen tiiviin moreenin varaan. Tutkimuksessa kuitenkin mainitaan, että vaihtoehtoisesti rakennus voidaan perustaa myös teräsbetonipaalujen varaan. Esimerkkikohde A perustettiin osin teräsbetonipaalujen varaan, rakennuksen toinen pääty perustettiin porapaalujen varaan. Kirjoittaja ei saanut selville miksi rakennus perustettiin suurilta osin teräsbetonipaalujen varaan, eikä luonnontilaisen tiivistetyn moreenin varaan. A-rapun anturat perustettiin porapaalujen varaan. Paalujen vaihto betonipaaluista porapaaluihin johtui peruskallion korkoasemasta. Pohjatutkimuksen mukaan alle 1,5 metriä pitkät lyöntipaalut korvataan porapaaluilla, joiden tulee upota vähintään 0,3 metriä peruskallioon.

Kuvassa 9 on esitetty esimerkkikohde A:n paalukartta.



Kuva 9. Nodetec a, esimerkkikohde A:n paalukartta, 2018.

Kuvassa 10 on esitetty esimerkkikohde A:n alapohjaleikkaus.



Kuva 10. Nedotec b, esimerkkikohde A:n alapohjaleikkaus, 2018.

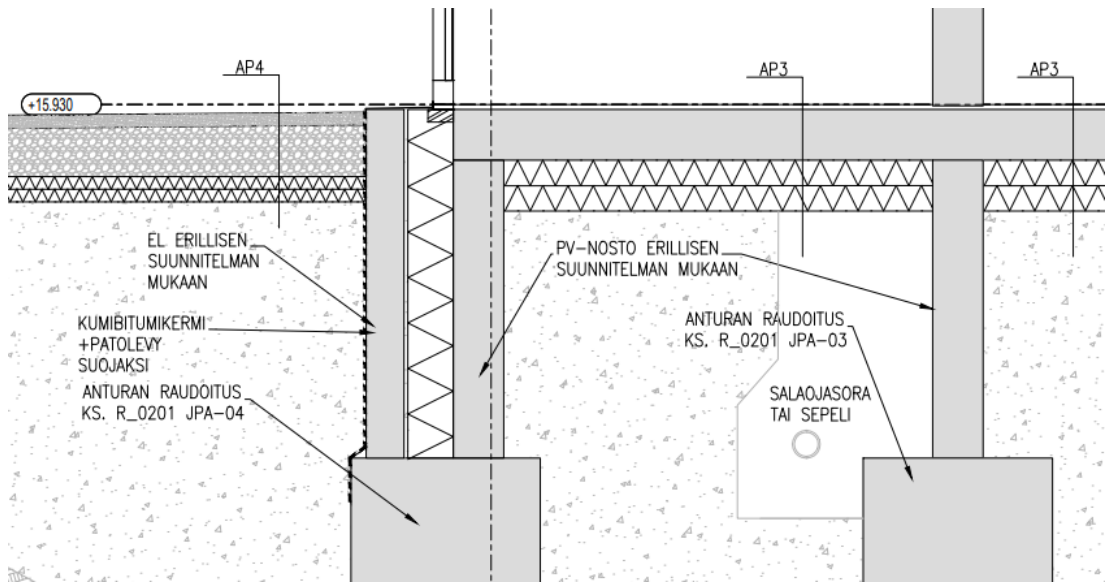
Sokkeleista nousevilla T16 tartuntateräksillä sekä myöhemmin tehtävällä juotosbetonoinnilla lukitaan julkisivuelementti sokkelielementtiin. Pasi-400 vaijerilenkeillä sekä myöhemmin tehtävällä ontelolaattojen saumabetonoinnilla lukitaan ontelolaattakenttä sokkelielementteihin. Ulkopuolisella kumibitumikermillä suojataan sokkelit vaakasuuntaan perusmaasta siirtyvältä kosteudelta, sekä ohjataan rakennuksen ulkopuolelta tulevat valumisvedet anturan alapuolelle ja sieltä edelleen salaojiin. Patolevy suojaa kumibitumikermiä ulkopuolisilta iskuilta, sekä poistaa kosteutta perustuksista. Sokkelin lämmöneristeellä estetään lämpöhäviöt alapohjasta. Vandex Super-tasoitteella estetään kapillaarisen veden nouseminen anturasta sokkelielementtiin ja siitä muihin rakenteisiin.

Esimerkki kohde A:n alapohjarakenne toteutettiin paalujen varaan paikallavalettavalla anturalla, sokkelielementeillä sekä ontelolaatoilla. Ontelolaattojen pituudet vaihtelivat 1,3 metristä 8,1 metriin. Esimerkki kohde A:ssa routasuojaus toteutettiin 120 millimetriä paksulla EPS-eristeellä. Eristeet asennettiin kauttaaltaan sokkelin ulkoreunoja kiertämään. Eristeet ulotettiin jatkumaan 1,5 metriä sokkeleista ulospäin.

5.2 Esimerkkikohde B

Esimerkkikohde B sijaitsee Espoossa. Rakennuksen pinta-ala on 3942 neliometriä, alapohjan pinta-ala 788 neliometriä. Taloyhtiössä on kaksi rappua, joissa molemmissa viisi kerrosta. Pohjatutkimuksen suosituksen mukaan esimerkkikohde B perustettiin betonisten lyöntipaalujen varaan. Pohjatutkimuksen mukaan esimerkkikohde B:n anturoita ei saa perustaa peruskallion varaan. Jos kallion pinta nousee anturoiden tasolle, tulee kalliota louhia irti 0,5 m–1,0 m.

Kuvassa 11 on esitetty Esimerkkikohde B:n alapohjaleikkaus.



Kuva 11. Nodetec c, horisontin alapohjaleikkaus, 2018.

Ulkopuolisella kumibitumikermillä suojataan sokkelit vaakasuuntaan perusmaasta siirtyvältä kosteudelta, sekä ohjataan rakennuksen ulkopuolelta tulevat valumisvedet anturan alapuolelle ja sieltä edelleen salaojiin. Patolevy suojaa kumibitumikermiä ulkopuolisilta iskuilta, sekä poistaa kosteutta perustuksista. Paikallavalettavat paikallavalunostot valettiin työmaalla viemään hallitusti koko rakennuksen paino betonipaluille. Alapohjan eristeellä estetään alapohjan lämpöhäviöitä. Esimerkkikohde B:n routasuojaus toteutettiin 120 millimetriä paksulla EPS-eristeellä. Eriste asennettiin sokkelin ulkoreunoja kiertämään. Eriste ulottui 1,5 metriä sokkeleista ulospäin. Anturat valettiin routiintumattoman murskeen päälle. Radonin torjuntaa varten asennettiin koko esimerkkikohde B:n alapohjan alapuolelle mursketäyttöön radonputkisto. Lisäksi kaikki alapohjan läpiviennit kitattiin elastisella saumamassalla.

6 KUSTANNUKSET

Kustannuslaskennassa on käytetty toteutuneita kustannuksia, vain esimerkkikohteiden ensimmäisien kerrosten lattioiden osalta. Molemmissa esimerkkikohteissa oli sama runkourakoitsija, samoilla yksikköhinnoilla. Tämän takia kustannuksia voidaan pitää vertailukelpoisina. Kustannuksia laskiessani käytin apuna Excel-ohjelmaa sekä Lehto Asuntojen laskutuspalvelua. Laskutuspalvelusta ilmeni urakoitsijan laskuttamat urakasuoritteet. Urakoitsija oli antanut molempien kohteiden osalta yksikköhintaurakan.

6.1 Kustannusten vertailu

Kustannusten vertailussa on laskettu molempien esimerkkikohteiden materiaali- sekä työkustannukset prosentuaalisesti.

Taulukko 1. Esimerkkikohde A:n työ- sekä materiaalikustannukset. Tiedot on haettu Lehto Asuntojen laskutuspalvelusta.

Esimerkkikohde A 743 m²	kustannukset/%
Työkustannukset	
Ontelolaatan asennus	60,9
Reunamuotti	6,3
Ontelokentän saumaraudoitukset	2,9
Ontelokentän saumojen betonointi	0,7
Varaukset ontelolaataan	0,8
Nosturi ontelolaattojen asennukseen	28,4
Työkustannukset yhteensä	100
Materiaalikustannukset	
Ontelolaatat	90,3
Betoni	4,8
Raudoitteet	4,9
Materiaalikustannukset yhteensä	100

Taulukko 2. Esimerkkikohde B:n työ- sekä materiaalikustannukset. Tiedot on haettu Lehto Asuntojen laskutuspalvelusta.

Esimerkkikohde B 788 m²	kustannukset
Työkustannukset	
Betonilaatan pinta/kpl	40,1
Eristeen sekä rauditusverkkojen asennus/kpl	51,2
Lisäterästen asennus/kg	8
Tekniikkastudiomuotin asennus/kpl	0,4
Varaukset betonilaattaan/kpl	0,3
Työkustannukset yhteensä	100
Materiaalikustannukset	
Rauditusverkot	17,8
Betoni	38,1
Rauditusvälikkeet	2,3
Lisäraudoitteet	17,4
Eristeet maanvaraisen laatan alle	22,9
Eristeruuvit	1,5
Materiaalikustannukset yhteensä	100

6.2 Työkustannusten vertailu

Töiden osuuksien kustannuksissa esimerkkikohde A oli 31 prosenttia halvempi. Työkustannuksien suurimmat eroavaisuudet johtuivat ontelolaattojen asennuksesta, sekä ontelolaattojen asennukseen tarvittavan nosturin vuokrasta. Esimerkkikohde A:ssa ontelolaatat asennettiin kahdessa osassa, ensin B-rappu ja myöhemmin A-rappu. Tästä johtuen ontelokentän reunoille jouduttiin tekemään reunamuottia. Reunamuotti mahdollisti B-rapun ontelokentän saumojen valamisen ennen kuin A-rappuun asennettiin ontelolaattoja. Ontelolaattoihin jouduttiin tekemään työmaalla varauksia, jotta myöhemmin voitiin asentaa talotekniikka alapohjaan. Tämä johtui osittain puutteellisista suunnitelmista sekä talotekniikan läpivienneistä, joita ei pystytty tekemään ennen ontelolaattakentän saumojen valamista.

Esimerkkikohde B:ssä betonilaatan sekä perusmaan väliin asennettiin lämmöneriste. Eriste pienentää lämpöhäviötä betonilaatasta perusmaahan sekä estää kosteuden nousumisen perusmaasta maanvaraiseen betonilaattaan. Rauditusverkot asennettiin beto-

nilaatan ylä- sekä alapintaan. Lisäteräksillä tarkoitetaan yksittäisiä, pitkittäis- ja poikittaisteräksiä raudoitusverkkojen välissä sekä tekniikkaelementin muotin ympärille tulevia teräksiä.

Tekniikkaelementin muotit asennettiin, jotta betonilaattaan jää tekniikkaelementin vaatima varaus. Talotekniikan yhdistämiseksi tekniikkaelementin muotin viereen tehtiin varaus. Tästä varauksesta kytkettiin myöhemmin talotekniikka tekniikkaelementtiin. Työkustannuksien vertailussa neliöhinnan ero esimerkkikohteiden välillä ei ole kovinkaan suuri, mutta kokonaishinnassa kustannusten ero on huomattavampi. Kyseinen ero työkustannuksissa johtuu suurilta osin ontelolaattojen asennuksesta.

6.3 Materiaalikustannusten vertailu

Rakennusmateriaalien osalta esimerkkikohde B oli 5 % halvempi. Esimerkkikohde B:n osalta suurimmat materiaalikustannukset tulivat alapohjan betonista, raudoitteista sekä alapohjan eristeistä. Esimerkkikohde A:n osalta suurimmat materiaalikustannukset tulivat ontelolaattojen hankinnasta.

Pelkästään materiaalienkustannusten osuuksia vertailtaessa, huomataan esimerkkikohde A:n olevan halvempi. Ero ei kuitenkaan ole prosentuaalisesti kuin 5 %. Esimerkkikohde A:n materiaalikustannuksien osalta suurin menoerä on ontelolaatat, joiden prosentuaalinen osuus oli lähes 91 prosenttia. Teräksien ja betonin osuus esimerkkikohde A:n materiaalikustannuksista on noin 10 prosenttia. Esimerkkikohde B:n materiaalikustannuksista suurin oli betonin osuus, jonka osuus kokonaiskustannuksista oli 38 prosenttia. Muita suuria materiaalikustannuksia kertyi raudoitusverkoista, lisäraudoitteista, sekä eristeistä.

Esimerkkikohde A:n suurin yksittäinen materiaalikustannus oli ontelolaatat, joiden kustannukset olivat lähes 91 prosenttia kaikista materiaalikustannuksista. Esimerkkikohde B:ssä suurin materiaalikustannus oli sen sijaan betoni, johon kului 38 prosenttia kaikista materiaalikustannuksista. Suuri prosentuaalinen ero esimerkkikohteiden välillä johtuu pitkälti ontelolaatoista. Ontelolaatat tulevat suoraan betonielementtiteh-

taalta, ja täten nostavat materiaalikustannuksia työkustannuksiin nähden. Tässä kuitenkin on huomioitava se, että ontelolaattojen mukana elementtitehtaalta tulevat suuri osa teräksistä sekä lämmöneristeestä.

6.4 Todelliset kokonaiskustannukset

Esimerkkikohteiden neliöhinnan ero oli 8,3 prosenttia, esimerkkikohde A:n osoittautuessa kalliimmaksi vaihtoehdoksi. Kustannusten ero johtui suurilta osin esimerkkikohteen A alapohjan rakenteesta, joka sisälsi ontelolaattakentän. Ontelolaattojen asennus sekä hankinta olivat suurimmat kustannukset esimerkkikohde A:n osalta. Esimerkkikohde B:n osalta suurimmat kustannukset karttuivat eristeistä, raudoituksesta, edellä mainittujen asennuksesta sekä betonista. Kokonaiskustannuksien laskelmissa ei ole otettu huomioon maanrakennusta, routasuojasta, radonintorjuntaa, anturoita eikä esimerkkikohde A:n valettua kelluvaa pintalaattaa eikä pintalaatan sekä ontelokentän väliin tulevaa eristekerrosta.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuulettuvalla ja maanvastaisella alapohjalla havaittiin olevan kustannuseroja. Tässä työssä kustannuseroksi muodostui $8,3 \text{ \%/m}^2$. Työssä käytettiin toteutuneita kustannuksia. Tuntitöitä ei jouduttu kummassakaan alapohjassa teettämään runkourakoitsijalla. Työssä huomioitiin ainoastaan rakentamiskustannukset. Kustannusten laskemisella pyritään antamaan lisätietoa Lehto Asuntojen tuleviin kohteisiin. Alapohjan tyyppiä valittaessa kuitenkin kustannukset eivät näyttele kovin suurta osaa. Maaperän kantavuus näyttelee kaikista suurinta osaa alapohjan tyyppiä valittaessa.

Alapohjien hinta on kuitenkin vertailukelpoinen, sillä molemmissa esimerkkikohteissa käytettiin samaa runkourakoitsijaa. Esimerkkikohteet olivat vierekkäin käytännössä samalla tontilla. Materiaalit tulivat samoilta toimittajilta sekä työmaan työmaahenkilöstö pysyi koko ajan samana. Johtopäätöksenä vertailusta voidaan todeta, että tuulettuva alapohja on kalliimpi rakenneratkaisu kuin maanvarainen alapohja. On kuitenkin muistettava, että pelkän rakennuksen alapohjan kustannukset ovat prosentuaalisesti pieni kuluerä koko rakennusprosessin aikana. Alapohjatyypin valintaan ei riitä vain kustannusten vertailu. Alapohjan tyypin valintaan suurimpana vaikuttavana tekijänä on pohjamaan kantavuus. Routasuojauksen, radonintorjunnan, maanrakennuksen sekä anturoiden kustannukset saattavat muuttaa alapohjatyypien prosentuaalista hintaeroa. Tämä täytyy ottaa huomioon laskettaessa seuraavien kohteiden tavoitearviolaskelmia.

Opinnäytetyön laskelmissa ei ole otettu huomioon kuin kaksi esimerkkikohdetta. Otanta eri alapohjatyypien kustannuksista on suppea. Kustannukset saattavat muuttua materiaalihintojen, eri urakoitsijoiden, rakennesuunnitelmien, toteutusmenetelmien sekä maaperän ominaisuuksien vuoksi.

8 LÄHDELUETTELO

Helminen, J. 2020. Opinnäytetyö esimerkkikohteet. Henkilökohtainen sähköpostiviesti 03.06.2020. Vastaanottaja A. Rissanen.

Koskenvesa, A. (2010). Rakentajainkalenteri. Haettu 13.05.2020 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rk/fi/index.html.stx>

Kosteudenhallinta. (2021). Rakentamisen kosteudenhallinta. Ryömintätilalliset eli tuulettuvat alapohjat. Haettu 14.05.2021 osoitteesta: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/ryoemintatilalliset-eli-tuulettuvat-alapohjat>

Lahdensivu, J., Suonketo, J., Vinha, J., Saastamoinen, K., Salminen, K., Lindberg, R., Manelius, E., Kuhno, V. & Lähdesmäki, K. (2012). Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Lehto Group Oyj. (2021.) Haettu 09.06.2021 osoitteesta: <https://lehto.fi/>

Lehtoviita, T., Laine, E. & Alitalo, S. (2004). Rakennusfysiikkaa rakennusinsöörille. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu.

Nodetec. (2018a). Esimerkkikohde A:n alapohjaleikkaus.

Nodetec. (2018b). Esimerkkikohde B:n alapohjaleikkaus.

Nodetec. (2018c). Esimerkkikohde A:n paalukartta.

Pylkkänen, K. & Nurmikolu, A. (2015). Routa ja routiminen ratahankkeissa. Helsinki: Liikennevirasto. Haettu 29.05.2021 osoitteesta: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-22_routa_routiminen_web.pdf

RT RakMK-21228 (Infra RakMK-720040). (2003.) Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004. Haettu 07.05.2021 osoitteesta: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20RakMK-21228>

RT 81-10590. (1995.) Routasuojusrakenteet. Haettu 07.06.2021 osoitteesta: [https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT 81-10590](https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-10590)

RT 81-10791 (LVI 37-10357). (2012.) Radonin torjunta. Haettu 30.05.2021 osoitteesta: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-10791>

Rakentaja www-sivut. (2021.) Haettu 05.05.2021 osoitteesta: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/847/radonalueelle_tuulettuva_alapohja.htm

Säteilyturvakeskus. (2021.) Radon Suomessa. Haettu 15.01.2021 osoitteesta: <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radon-suomessa>

Vinha, J. (2009). Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakennetekniikan laitos. Haettu 31.05.2021 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080303.pdf>

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista. 1.9.2014/465. Haettu 06.06.2021 osoitteesta: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140465>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. 24.11.2017/782. Haettu 06.06.2021 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriö. (2021.) Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Haettu 31.05.2021 osoitteesta: <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>