



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PAALU- JA ONTELO- LAATTA-ALAPOHJAN KUS- TANNUSVERTAILU

TEKIJÄ: Juho Karsikas

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Juho Karsikas			
Työn nimi Paalu- ja ontelolaatta-alapohjan kustannusvertailu			
Päiväys	26.11.2019	Sivumäärä/Liitteet	29/11
Ohjaajat tuntiopettaja Jarmo Taavitsainen ja yliopettaja Arto Puurula			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike Sorvoja Oy/ Tommi Sorvoja			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kustannusvertailu paalu- ja ontelolaatta-alapohjille. Kustannusarvion lähtötietoina oli erään kohteen rakennesuunnitelmat, joista on työstetty kustannuslaskenta.</p> <p>Työtä aloitettiin työstämään kustannusarvioiden tekemisellä sekä teorian tiedon keräämisellä. Laskentaa suoritettiin Excel taulukkolaskenta ohjelmalla. Exceliin koostettiin kaikki kustannuslaskentaan tarvittavat tiedot, jotta saatiin kustannuslaskenta kokonaisuutena suoritettua samassa taulukossa. Kahta Excel taulukkoa vertailtiin diagrammien avulla.</p> <p>Työn teoriaosuuteen pyrittiin tuomaan kattavasti asiaa ja varsinkin kertomaan ontelolaatoista ja paalulaatasta, koska tähän koko työ perustui. Paalulaatta on talonrakentamisessa vielä aika vähän käytetty, mikä osaltaan vaikeutti tiedon keruuta. Ontelolaatat taas ovat paljon käytettyjä ja niistä vaikeutena oli teorian tiedon rajaaminen työhön liittyviin asioihin.</p> <p>Opinnäytetyöstä saatiin kaksi valmista kustannuslaskentaa, joiden pohjaa voi käyttää myös tulevien kustannusarvioiden teossa. Tuloksena saatiin vertailu myös tilaajalle, jota hän voi käyttää tulevissa rakennusurakoiden laskennassa hyväkseen.</p>			
Avainsanat paalulaatta, ontelolaatta, kustannuslaskenta ja alapohja			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Juho Karsikas			
Title of Thesis Cost Comparison of a Base Floor Made of Flat Slab and Hollow-Core Slab			
Date	26 November 2019	Pages/Appendices	29/11
Supervisor(s) Mr. Jarmo Taavitsainen, Lecturer; Mr. Arto Puurula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennusliike Sorvoja Oy/ Tommi Sorvoja			
<p>Abstract</p> <p>The objective of this final project was to make a cost comparison of base floor when built of flat slab and hollow-core slab. The starting points of this work was the structure plans of a certain project. Using these plans as reference, making the cost comparison was started.</p> <p>The work was started by making a cost estimate and by collecting theoretical information. Calculations were performed by using an Excel worksheet software. In Excel, all the information needed for the cost accounting was combined to make all the cost accounting of the same worksheet. Two Excel tables were compared with the help of diagrams.</p> <p>In the theoretical part of this thesis, the aim was to provide plenty of information particularly about hollow-core slab and flat slab. Flat slab is still not widely used in house building and therefore it was difficult to find information about it. Hollow-core slab is widely used in house building and theoretical information can easily be found but outlining the information was a challenge.</p> <p>As a result of this project there were two cost calculations that could be used in future cost estimates. The project also provided the client with a cost comparison that can be used for cost estimates in the future.</p>			
<p>Keywords flat slab, hollow-core slab, cost accounting and base floor</p>			

ESIPUHE

Kustannuslaskentaan kuuluva aihe oli minusta kiinnostava, joka edesauttoi työn edistymistä. Aiheen tekee mielenkiintoiseksi se, että täysin oikeaa vastausta ei ole saatavilla, koska aihe perustuu aina jonkin verran arvioon.

Haluan kiittää kaikkia opinnäytetyössäni tukeneita sekä Rakennusliike Sorvoja Oy:ta, jolta sain aiheen ja tarvittavat materiaalit työn tekemiseen.

Haapajärvellä 8.11.2019

Juho Karsikas

SISÄLLYS

LYHENTEITÄ	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Aiheen esittely	8
1.2 Rakennusliike Sorvoja Oy	8
2 KUSTANNUSLASKENTA	9
2.1 Kustannuslaskennan periaate	9
2.2 Nimikkeistöt.....	9
2.3 Määrälaskenta	10
2.4 Työkustannukset.....	10
2.5 Hankinnat.....	10
3 RAKENNUSOSAT	11
3.1 Alapohja.....	11
3.1.1 Maanvastainen alapohja	11
3.1.2 Tuulettuva alapohja	12
3.2 Paalulaatta alapohja.....	12
3.2.1 Pilarilaatta	13
3.2.2 Sienilaatta	13
3.2.3 Pilari-palkki-laatta	14
3.2.4 Paaluhattulaatta.....	14
3.3 Ontelolaatta-alapohja	15
3.3.1 Ontelolaatta.....	15
3.3.2 Ontelolaattojen ominaisuuksia	16
3.3.3 Ontelolaattojen asennus	17
4 ALAPOHJIEN KUSTANNUSVERTAILU	18
4.1 Työn tekeminen.....	18
4.2 Määrien laskenta.....	18
4.3 Työntehokkuuksien laskenta	19
4.4 Ainehinnoittelu.....	19
5 ANALYSOINTI JA YHTEENVETO	21
5.1 Paalulaatta-alapohjan tulos.....	21
5.2 Ontelolaatta-alapohjan tulos	22

5.3 Tulosten vertailu	23
6 POHDINTA.....	26
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	28
LIITE 1: PAALULAATAN KUSTANNUSLASKENTA	30
LIITE 2: ONTELOLAATTA-ALAPOHJAN KUSTANNUSLASKENTA	32
LIITE 3 RAKENNESUUNNITELMAT	34

LYHENTEITÄ

Jm= Juoksumetri

m²= Neliö

m³= Kuutio

Kg= Kilo

€= Euro

tth= Työntekijätuntia

1 JOHDANTO

1.1 Aiheen esittely

Aiheena opinnäytetyössäni on paalu- ja ontelolaatta-alapohjan kustannusvertailu. Kustannuksia verrataan Excel taulukoihin tehtävien urakkalaskentojen kautta. Paalulaatta-alapohjaan oli valmiit suunnitelmat jo aiemmin toteutetusta kohteesta. Ontelolaatta-alapohjaa verrataan näiden pinta-alojen avulla, jotta kustannusvertailusta saataisiin paikkansa pitävä. Tavoitteena on kiinnittää huomiota urakan hintaan sekä aikataullisiin seikkoihin. Työn tuloksena on tarkoitus saada kustannusvertailuna hinnat alapohjien toteuttamiselle sekä työntekijätunnit, jotka työstä syntyvät. Työn lopputuloksena tulisi pystyä vertailemaan työhön kulunutta aikaa, materiaaleista syntyneitä kuluja ja kokonaiskustannuksia.

Olen työskennellyt Rakennusliike Sorvoja Oy:lla kolmena edellisenä kesänä, joten oli loogista kysyä heiltä opinnäytetyö aihetta. Toivoin opinnäytetyöni aiheeksi, jotain kustannusvertailuun liittyvää ja tämän avulla saimme muovattua minulle aiheen, josta myös yritys hyötyisi. Olin toteuttamassa kohdetta, jonka suunnitelmia käytän opinnäytetyön toteuttamiseen. Opinnäytetyöni kohde on Koy kesti, jonka suunnitelmia käytin opinnäytetyöni toteuttamiseen.

1.2 Rakennusliike Sorvoja Oy

Rakennusliike Sorvoja Oy on keskisuuri rakennusliike Oulaisista pohjois-pohjanmaalta. Yritys on perustettu vuonna 1966, joten yrityksellä on jo yli 50 vuoden kokemus rakentamisesta. Rakennusliike Sorvoja toimii koko Suomen alueella ja rakentamisen eri sektoreilla infra-, uudis- ja korjausrakentamisen parissa. Yrityksellä on omaa asuntotuotantoa sekä rakennusurakointia kokonaisvastuu-urakoista aliurakointiin. Yritys työllistää noin 50 työntekijää, joista toimihenkilöitä noin 12. Yritykselle on myönnetty laatu- ja ympäristöjärjestelmän sertifikaatti. Rakennusliike Sorvoja Oy panostaa rakentamisessa laatuun muun muassa P1- puhtausluokan kohteita toteuttamalla. (Sorvojaoy.com.)

2 KUSTANNUSLASKENTA

2.1 Kustannuslaskennan periaate

Kustannuslaskennassa lasketaan arviota sille, mitä jokin asia maksaisi. Kustannuslaskentaan vaikuttavat: hankinnat, menekit, menetelmät, määrät, katteet sekä kustannusnousuvarat. Kustannuslaskennalla haetaan kustannusten summaa. Kustannus lasketaan kaavalla: $\text{Kustannus} = \text{Tuotantotekijöiden määrä} \times \text{yksikköhinta}$. Kustannuslaskentaa suorittamalla pyritään saamaan yritykselle kustannukset tietoon sekä arvioimaan voiton määrää. (Ahola 2012.)

Rakennushankkeessa urakoitsija suorittaa yleensä kustannuslaskennan saatujen tarjouspyyntö asiakirjojen perusteella. Kustannusarvio laaditaan saatujen piirustusten ja selostusten avulla, vaihtoehtoisesti voi tilaaja myös antaa valmiiksi lasketut määrät, joita urakoitsija käyttää urakkalaskennan perusteena. Urakoitsija hinnoittelee työn, materiaalit ja muut hankinnat omien laskentojensa avulla. Urakkalaskennassa ei monesti huomioida työn toteutusta, mikä johtaa siihen, että kustannuslaskennassa kannattaisi käyttää vakio panoshinnoitteluja. (Kaikkonen 2013.)

2.2 Nimikkeistöt

Talo 80-nimikkeistö on rakennusalalla eniten käytössä ollut nimikkeistö, jota käytetään osittain edelleen. Koko rakennusala on käyttänyt Talo 80-nimikkeistöä, jonka tarkoituksena on ollut luoda rakentajalle selkeät kustannuslaskennat vaiheet. Talo 80-nimikkeistö koostuu rakentamisosan numeroinnista sekä suoritusosan numeroinnista. Rakentamisoisa numero määrittää mille alkavalle litteralle kustannus määräytyy. Suoritusosa taas jakaa rakentamisosan numeroinnit laajasti eri suoritteille. Talo 80-nimikkeistö on niin sanotusti osanikkeistö. (Kaikkonen 2013.)

Talo 90-nimikkeistö on tuonut rakennustyölle eri näkökulmia, muun muassa nimikkeistöt on jaettu tilaryhmiin sekä eri tiloihin. Tuotannon näkökulmasta talo 90-nimikkeistö ei tuonut muita muutoksia talo 80-nimikkeistöön verraten, kuin erilaisen pääjaottelun. Talo 90-nimikkeistössä käytetään erilaisia panoksia kustannusten hinnoitteluun, jotka ovat talo 90-nimikkeistössä jaettu suoritusten mukaiseen järjestykseen. Lisäksi käytössä on erilaisia panoksia aliurakan hinnoitteluun. (Kaikkonen 2013.)

Talo 2000-nimikkeistö on uusin rakennusalalla käytössä oleva nimikkeistö. Talo 2000-nimikkeistön korvannee aikaisemmin tulleet talo 80- ja 90-nimikkeistöt. Talo 2000-nimikkeistön on tarkoituksena ottaa huomioon rakentamista laajemmin mitä talo 80 ja 90-nimikkeistöjen. Periaate, millä Talo 2000-nimikkeistö tulee toimimaan: Nimikkeistön avulla pystytään parantamaan tiedon kulkua eri osapuolten kanssa, nimikkeistössä on otettu huomioon rakennusosien elinkaari, pyritty tukemaan tietomallintamista ja siinä ei sidota rakennusorganisaatioiden toteutusmenettelyitä. Talo 2000-nimikkeistö soveltuu myös kansainväliseen rakentamiseen. Rakentamisen tuotannon vaiheet kuvataan panoshinnoittelun avulla. (Kaikkonen 2013.)

2.3 Määrälaskenta

Määrälaskennassa käsitellään teoreettisia määriä huomioimatta työmaalla syntyviä hukkia. Määrälaskennan voi suorittaa tilaaja tai urakoitsija. Määrälaskennan periaatteena sovelletaan talo 80,90 ja 2000 –nimikkeistöjä. Rakennusurakoitsija ei yleensä laske talotekniikan töitä itse, vaan pyytää niistä ennakkotarjouksen. Laskenta-aineistosta tulee tutkia tarkoin, mitä materiaaleja on käsketty käyttää. Määrälaskennan tarkkuuden tavoitetasona voidaan pitää kahta prosenttia. Määrälaskennassa yleisimpiä virheitä ovat: puuttuvat nimikkeet, väärin tai moneen kertaan lasketut määrät, väärin tulkittu urakkarajaliite, nimikkeistöjen vääränlainen tulkinta tai tietyn laatutason puute. (Haaranen 2019.)

2.4 Työkustannukset

Työkustannusten hintaan vaikuttaa useita asioita. Työkustannukset lasketaan työmenekkien avulla. Työmenekkejä voidaan arvioida Ratu kirjojen, yrityksen omien kokemusten ja menekkien avulla sekä arvioimalla työnkestoja. Työkustannuksiin vaikuttavat työntekijöiden ammattitaito, työmaalla tapahtuvan työn toistuvuus, siirtomatkat ja millä siirrot tehdään, vuodenajan ja säätilan vaikutukset, työmaansuunnittelu, työntekopaikkojen riittävyys, työvälineiden saatavuus ja mahdolliset sattumat, mitä työmaalla voi tapahtua. (Haaranen 2019.) Työkustannukset ovat näin ollen monen asian summa.

2.5 Hankinnat

Hankintoja hinnoitellessa otetaan materiaalien hukat huomioon. Hankintojen hinnoitteluun vaikuttavat useat seikat. Hankinnat hinnoitellaan aina alv. 0% hintaan. Hankintoja voidaan hinnoitella tarjouksien mukaan, aikaisemmin luotujen sopimusten mukaan, yritysten kohdistettujen hinnastojen mukaan, aikaisempien urakoiden jälkilaskennan tuloksen avulla ja arvioimalla materiaalien hintoja. (Haaranen 2019.) Hintoja voidaan myös tarkastaa käyttämällä Rakennustiedon kustannuslaskenta ohjelmaa, jossa materiaaleille on annettu toteutuneita keskiarvo-kustannuksia.

3 RAKENNUSOSAT

3.1 Alapohja

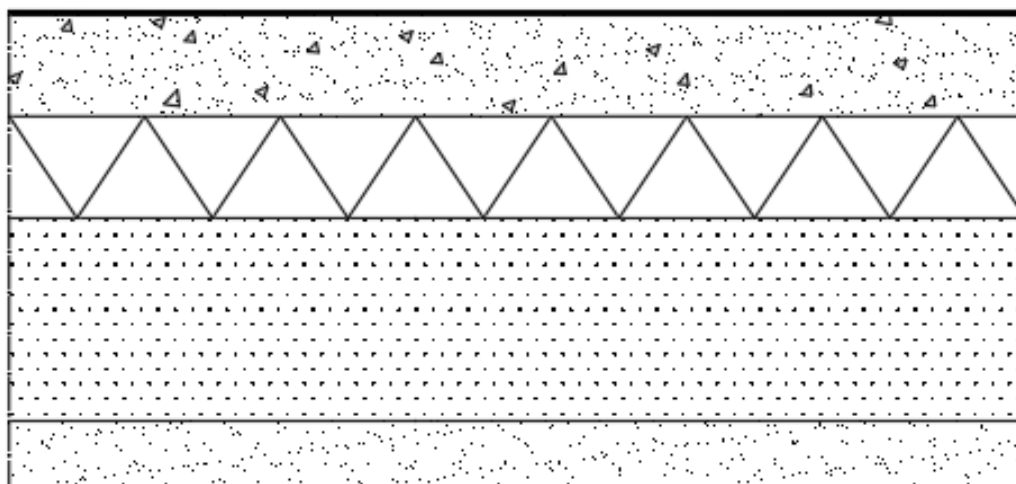
Alapohja on yleisnimitys rakennuksen alimmaisille rakenteille. Rakennuksen alapohja voi olla maanvastainen tai tuulettuva alapohja. Maanvastainen laatta voi olla joko maanvarainen tai muuten kannatettu. Maanvastainen muuten, kuin maanvaraisesti kannatettu laatta on kantava rakennusosa. (YM 2017)

3.1.1 Maanvastainen alapohja

Maanvastainen alapohja on kosketuksissa erilaisten maa-aines tai salaojituskerroksen kanssa. Maanvastaisen alapohjan kosteusrasitukset ovat täten hyvin erilaiset mitä muiden maanpäällisten rakennusosien. Maanvastaisen alapohjan tulee päästä kuivamaan joko huoneilmaan tai alapuolisiin täyttökerroksiin. Maanvastaisessa alapohjassa on kosteutta rakenteen kuivumisaikana, jonkin ulkoisen vaurion takia tai maasta nousevan kosteuden takia. (Leivo ja Rantala 2002, 5.)

Maanvastaisten rakenteiden tulisi sijaita sellaisen materiaalin päällä, jonka kapillaarinen vedenjohtamiskyky on huono ja näin ollen kapillaarinen vedennousu pysähtyisi kyseiseen rakennekerrokseen. Diffuusiolla siirtyvää kosteutta on rakenteissa aina, mutta diffuusion avulla siirtyvä kosteus on huomattavasti vähäisempää kuin kapillaarisesti nouseva kosteus. (Fise.fi.)

Maanvastaisen alapohjan on oltava 0,3m korkeammalla kuin rakennuksen viereisen maanpinnan. Kellaritiloja tai tiloja jotka osittain ovat maanpinnan alapuolella on rajattu tämän määräyksen ulkopuolelle. Mikäli lattiapinta on alle 0,3 metrin korkeudella maanpinnasta on tähän oltava erityinen syy ja suunnittelijoiden tulee kiinnittää tähän erityistä huomiota (kuva 1). (Ym. 2017)



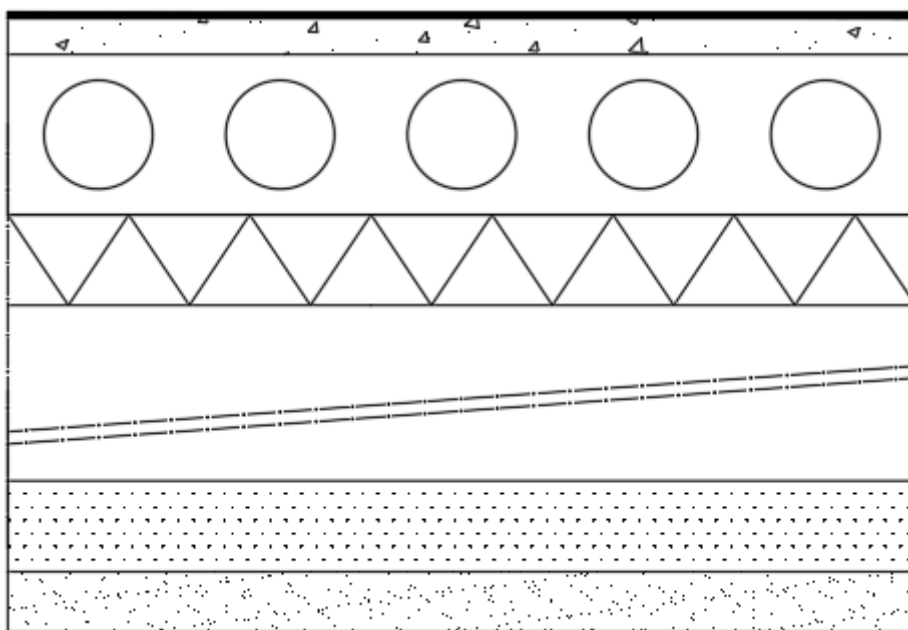
Kuva 1 Maanvastainen alapohja. (KARSIKAS 2019-11-10)

Radonia voidaan torjua maanvastaisissa laattarakenteissa tiivistämällä läpiviennit sekä eristämällä kumibitu- mikermillä rakenteiden saumat. Radonia torjutaan maanvaraisissa perustusten sisään valetuissa rakenteissa myös radon putkituksella, johon voidaan myös tarvittaessa asentaa imuri poistamaan radonia alapohjasta, millä voidaan myös vähentää sisäilman radon pitoisuutta. (Stuk.fi.)

3.1.2 Tuulettuva alapohja

Tuulettuvassa alapohjassa alapohjaa tuuletetaan ilmavirran avulla. Ilmavirran liikettä voidaan tehdä joko koneellisesti tai riittävien tuuletusaukkojen avulla. Tuulettuvaan alapohjaan jätetään ryömintätila. Ryömintätilassa on pyrittävä kuivattamaan maaperästä tuleva kosteus ennen sen pääsemistä rakenteisiin. Tuulettuvassa alapohjassa ei saa olla alapohjan tuuletuksen katkaisevia sokkeleita tai palkkeja. (Ym. 2017) Tuulettuvassa alapohjassa tulisi ilman vaihtua vähintään kerran tunnissa. Tuuletusaukkojen koon tulisi olla vähintään 0,5-1 promillea riippuen rakennuksen koosta. Ryömintätilaisen alapohjan alapinnan tulisi olla korkeammalla, kuin maan pinnan. Näin tekemällä sekä maanpintaa muotoilemalla pystytään ohjaamaan sade- ja sulamisvedet pois alapohjasta ja varmistamaan alapohjan riittävä tuuletus. (Kosteudenhallinta.fi.)

Tuulettuvan alapohjan tulee olla keskimäärin ainakin 0,8 metriä. Tuulettuvassa alapohjassa olevia koneita ja laitteita tulee pystyä huoltamaan ryömintätilassa. Tuulettuvaan alapohjaan tulee järjestää kulkuyhteys. Kulkuyhteys voi olla perustusten ulkopuolelta tai ilmatiiviillä luukulla järjestettynä rakennuksen alapohjan läpi (kuva 2). (Ym. 2017)



KUVA 2 Tuulettuva alapohja (KARSIKAS 10.11.2019.)

Tuulettuva alapohja on radon kaasun kannalta turvallinen ratkaisu, mikäli tuulettuvan alapohjan riittävästä tuuleduksesta on pidetty huolta ei radon pääse sisäilmaan. Riskejä tuulettuvan alapohjan radon torjunnassa on, huonosti tiivistetyt läpiviennit tai niiden tiivistämättä jättäminen, ryömintätilan ollessa liian matala, jolloin ilmavirta ei pääse tuulettamaan radonia pois tai alapohjan tuuletusaukot on tukittu, kun suoritetaan koneellista kuivausta alapohjaan. (Stuk.fi.)

3.2 Paalulaatta alapohja

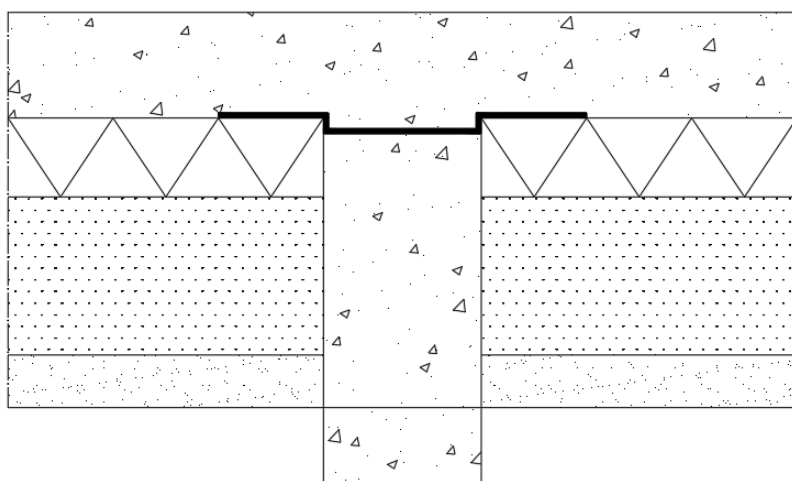
Paalulaatta alapohjaa voidaan käyttää talonrakentamisen kohteissa, joissa maan kantama ei ole riittävä. Paalulaatta on itsessään kantava painumaton rakenne, joten sen varaan voidaan perustaa muita rakenteita. Paalulaattaa käytetään kohteissa, joissa muiden pohjanvahvistustapojen käyttäminen ei ole taloudellisesti tai

toteutusteknisesti mahdollista. Paalulaatta on paalujen varaan valettu teräs- tai kuitubetoninen laatta. Yleisimmin käytetään teräsbetoni laattaa. Paaluina käytetään yleisemmin teräsbetoni paaluja. Paalulaatta rakenteita on neljää erilaista: Pilarilaatta, Sieni-, palkki- ja paaluhattulaatta. (Martinmäki 2016.)

3.2.1 Pilarilaatta

Pilarilaatta on paalujen varaan perustettu paalulaatta, jossa tulee kiinnittää erityistä huomioita siihen, että paalun pää ei saa mennä laatan sisään. Paalut tulisi katkaista päistään tasaiseksi ja laatta rakenteen alapuolelle noin 20-50mm, jotta laatan luonnolliselle painumalle jää riittävästi tilaa. Kuitubetoni laattaa käytettäessä paalujen päät tulisi laakeroida irti laattarakenteesta. Paalujen päiden laakerointiin voidaan käyttää neopreenia tai kaksinkertaista muovikalvoa. (Martinmäki 2016.)

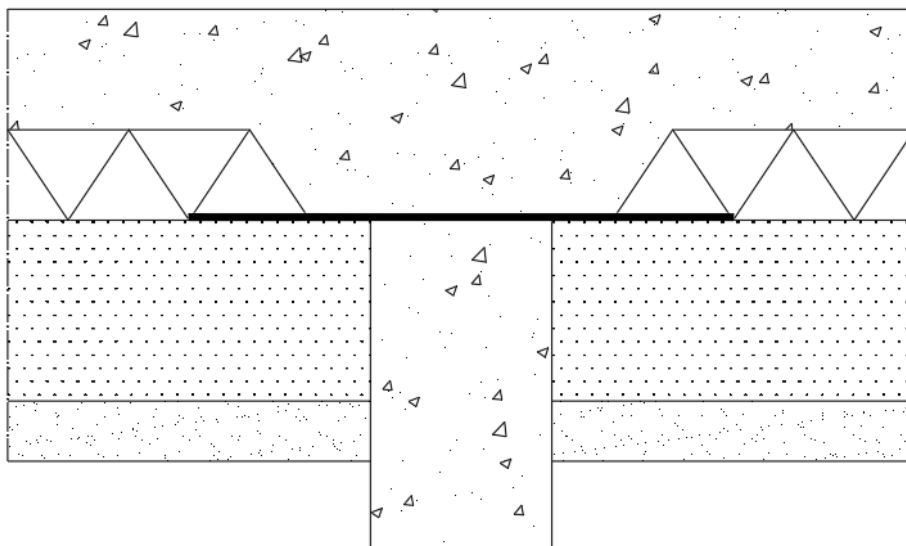
Pilarilaattaa käytettäessä paalut voidaan myös kiinnittää laattarakenteeseen, mutta tällöin rakenne vaatii raudituksen molempiin pintoihin. Paalun mennessä kiinni laattaan syntyy pakkovoimia, minkä vuoksi laatan kokoa tulisi pienentää ja lisätä liikuntasauvojen määrää (kuva 3). (Martinmäki 2016.)



KUVA 3 Pilarilaatan esimerkki (KARSIKAS 2019-11-8)

3.2.2 Sienilaatta

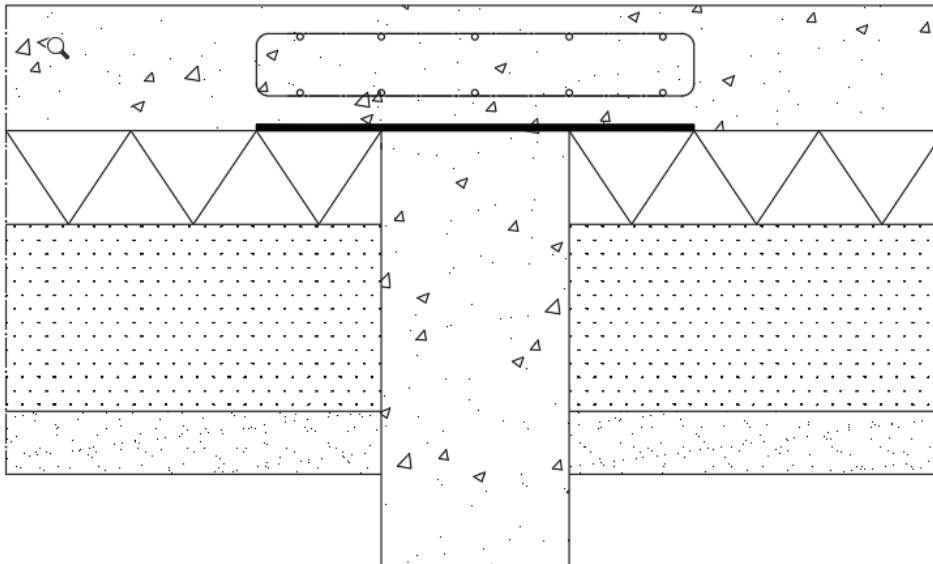
Sienilaatassa laattaan tehdään vahvennos paalun kohdalla, josta se saa sienilaatta nimensä, koska se muistuttaa malliltaan sientä. Vahvennokset tehdään samanaikaisesti laatan valun kanssa. Tukivoimakestävyyden laskentaan voidaan hyödyntää vahvennosta. Teräsbetonilaatassa joudutaan rauditus yleensä tekemään läpi asti, vaikka yleensä rakennetta ei tarvitsisi raudittaa kuin paalun kohdalta. Kuitubetonilaatalla suositellaan huomioimaan rakenteen pakkovoimat, jotta sienivahvennoksia voidaan käyttää (kuva 4). (Martinmäki 2016.)



KUVA 4 Sienilaatta. (KARSIKAS 2019-8-11)

3.2.3 Pilari-palkki-laatta

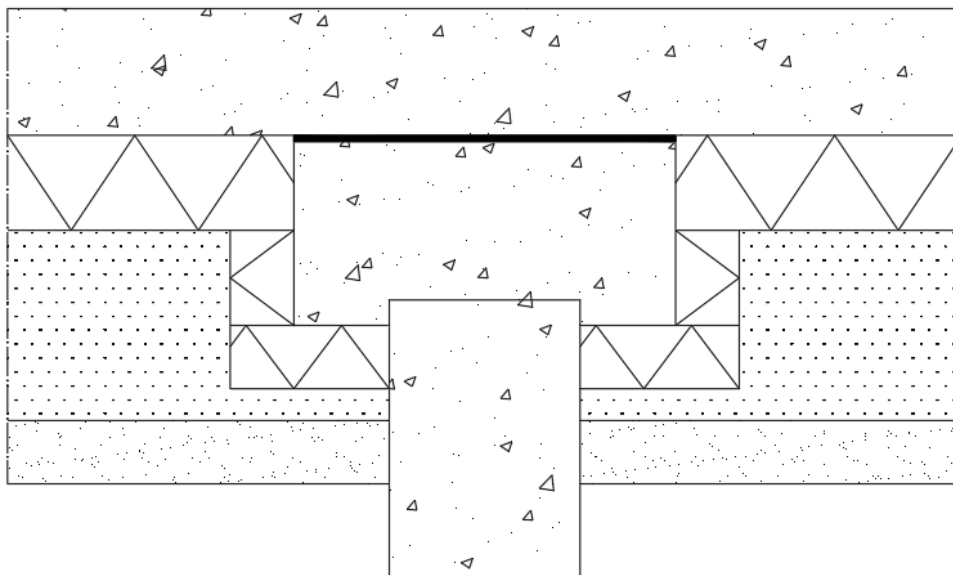
Pilari-palkki-laatta paalulaatassa palkkina tarkoitetaan paalujen väliin sijoittuvaa raudoitettua palkkimaista osaa, joka muodostaa paalun päälle palkiksi laatan yhteyteen. Palkki-laatta menetelmää käytetään yleensä, kun käytetään kuitubetonia eikä laatan osia raudoiteta erikseen (kuva 5). (Martinmäki 2016.)



KUVA 5 Pilari-palkki-laatta. (KARSIKAS 2019-8-11)

3.2.4 Paaluhattulaatta

Paaluhattulaatassa valetaan paalun päälle hattu, jonka avulla pyritään pienentämään paalulle tulevaa tukimomenttia. Paaluhattulaattaan tulee tehdä hatun katkaisu muovikalvoilla tai puristusta kestävillä eristelevyillä, jotta laatta pääsee elämään katkaisun avulla tuomatta suuria pakkokuormia paalulle. Paaluhattulaattaa käytettäessä, voidaan kuitubetonin avulla valaa suuriakin määriä samassa työvuorossa ja liikuntasauvoja ei välttämättä tarvita niin paljon (kuva 6). (Martinmäki 2016.)



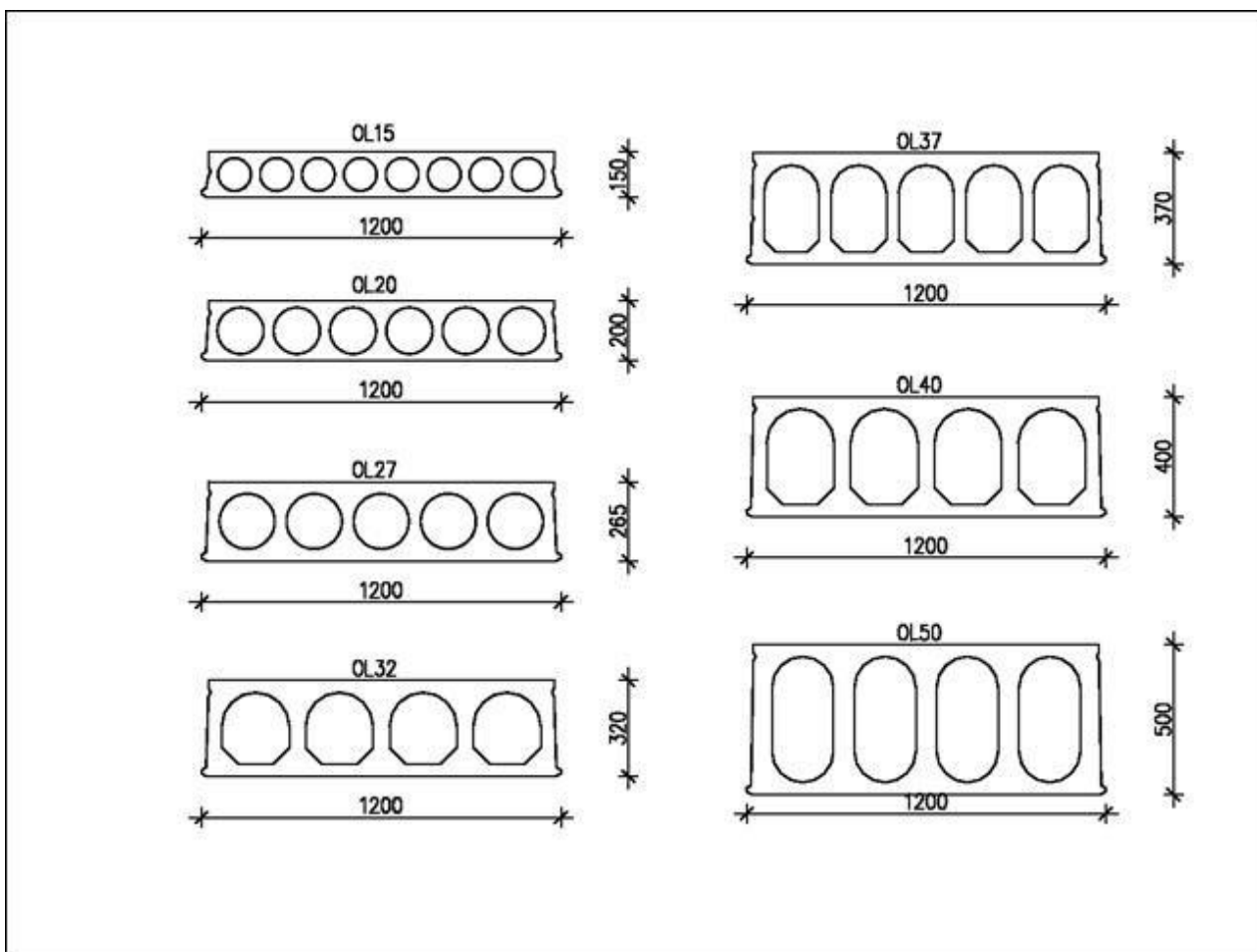
KUVA 6 Paaluhattulaatta. (KARSIKAS 2019-8-11)

3.3 Ontelolaatta-alapohja

Ontelolaatta-alapohjat ovat tuulettuvia alapohjia. Ontelolaattojen alle suositellaan vähintään 800mm ryömintätilaa. Ontelolaatta-alapohja tulee eristää joko ala- tai yläpuolisesti. Kapillaarinen veden kulku tulee katkaista myös ontelolaatta-alapohjassa. (Ym. 2017) Ontelolaatta-alapohjaa ei tarvitse kannattaa kuin laattojen päissä olevien sokkeleiden avulla. Ontelolaatta-alapohja on paloturvallinen valinta. Ontelolaatoista voidaan oikein toteutettuna tehdä tiivis rakenne, joka mahdollistaa energian säästämisen. (Parma.fi.)

3.3.1 Ontelolaatta

Ontelolaatta on elementtilaatta, jota käytetään yleisesti rakennusten ylä-, väli- ja alapohjissa. Ontelolaatat ovat etukäteen jännitetyjä laattoja, joten niiden keskikohta on korkeammalla kuin laatan päädyt, kun laatat asennetaan kohteeseen. Ontelolaattoja on korkeudeltaan 150mm- 500mm korkeita (kuva 7). Yleisimmin käytetään 200-400mm vahvoja ontelolaattoja. Ontelolaatat ovat 1200mm leveitä. Ontelolaattoja käyttämällä voidaan päästä jopa 20 metriä pitkiin jänneväleihin, 10 metrin jänneväleihin päästään ontelolaatoilla helposti. Ontelolaattoja käytettäessä kierretään ontelolaattojen saumat rengasteräksillä sekä onteloiden saumat vaeleetaan täyteen saumamassalla. Saumamassana voidaan käyttää normaalia- tai itsetasoittuvaa betonia. Normaalialla betonia käytettäessä tule saumat vibrata, jotta massa täyttää saumat kokonaan. (Elementtisuunnittelu.fi.)



Kuva 7. Ontelolaattojen yleisimpiä kokoja. (Elementtisuunnittelu.fi 2019-10-30).

3.3.2 Ontelolaattojen ominaisuuksia

Ontelolaattojen palonkesto aika on ilman erillistoimenpiteitä REI60. Ontelolaattoja suunnitellaan myös eri palonkesto aikoihin. Erittäin pitkiin palonkesto aikoihin tarvitaan yleensä alapuolista paloeristystä. Ontelolaatoista pystytään myös rakentamaan paloseiniä. (Elementtisuunnittelu.fi.)

Laatat ovat yleensä 1200mm leveitä ja tätä tulisikin käyttää suunnittelun lähtökohtana, jotta pystyttäisiin käyttämään mahdollisimman paljon kokonaisia laattoja. Laattoja kavennettaessa tulisi pyrkiä siihen, että laattojen molemmat puolet voitaisiin hyödyntää. Kavennettuihin laattoihin pitää jäädä vähintään kaksi ehjää onteloa. Laattojen kaventaminen suoritetaan onteloiden kohdalta. (Elementtisuunnittelu.fi.)

Ontelolaattoja on myös valmiiksi eristettyinä, joita käytetään rakennusten alapohjissa. Tällaisissa laatoissa on eristys kiinnitetty tehtaalla laattoihin ja työmaalle jää vain eristesauvojen tiivistäminen. Lämpimissä tiloissa tulisi käyttää vähintään 170mm vahvaa eristettä, jotta täytetään alapohjan lämmöneristevaatimukset. (Elementtisuunnittelu.fi.)

Ontelolaattoja voidaan reiittää tarpeen vaatiessa. Pienemmillä laatoilla, kuten 200-370mm korkeilla voidaan yhden ontelon kohdalle tehdä enintään kolme reikää. Suurempien ontelolaattojen kohdalla reikiä voidaan tehdä korkeintaan kaksi samaan poikkileikkaukseen. Alle 150mm reiät, jotka sijoittuvat onteloiden kohdalle,

suositellaan tekemään vasta työmaalla. Suurempien reikien tekeminen suositellaan suorittamaan tehtaalla. Reikiä tehdessä kannattaisi ottaa huomioon kannaksien sijainti ontelolaatoissa. Yli 800mm Aukkojen tekeminen kannattaa tehdä käyttämällä jälkivalupalkkia ja katkaisemalla laatta. Jälkivalupalkkia käytettäessä jäykistetään laatasto poikkisuunnassa. (Elementtisuunnittelu.fi.)

3.3.3 Ontelolaattojen asennus

Ontelolaattojen asennuksessa tulee aina huomioida työturvallisuus. Ontelolaattoja purettaessa tulee huolehtia riittävästä putoamissuojauksesta. Ontelolaattoihin tulee kiinnittää turvakettinki ennen kuin ontelolaatta on yli 100mm korkeudella. Mikäli ontelolaattoja varastoidaan työmaalla, tulee niille osoittaa riittävän tasainen ja kantava paikka. Ontelolaattoja asennettaessa asennetaan ontelolaatat järjestyksessä aina edellisen asennetun ontelolaatan päältä. Ontelolaattoja voidaan vääntää paikoilleen asennuskankia käyttämällä. ontelolaatat asennetaan neopreenin ja asennuspalojen avulla. Ontelolaatat tarvitsevat tukipintaa vähintään 60mm, mutta yleisesti käytetään 80mm. Ontelolaattojen saumat raudoitetaan ja sähkö putkitetaan valmiiksi, jotta saumat voidaan valaa täyteen saumavalumassalla. Ontelolaattojen vesireiät avataan vielä työmaalla, jotta elementteihin päässyt vesi pääsee pois onteloiden sisältä. (Pielisenbetoni.fi.)

4 ALAPOHJIEN KUSTANNUSVERTAILU

4.1 Työn tekeminen

Paalulaatan kustannuslaskennan tekemisen aloitin koostamalla valmiiseen Excel taulukkoon erilaisia työ- ja materiaalipanoksia. Excel taulukkoon koostin paalulaattaan tarvittavat materiaalit sekä työt. Käytin panosten litteroimiseen talo 80-nimikkeistä järjestelmää, jossa on annettu rakennusosille oma numeronsa sekä suoritteille omat numeronsa. Haasteena litteroinnissa oli se, että kaikkia rakennusosia ei löytynyt talo 80-nimikkeistä suoraan, vaan osa täytyi soveltaa jo aikaisemmin opitun tiedon perusteella. Litteroimalla pyrin siihen, että laskennassa olevat rakennusnimikkeet olisivat loogisessa järjestyksessä. Nimikkeistössä rakennusosien numeroinnin olisi tarkoitus kulkea loogisesti nolasta yhdeksään, mutta koska olen rajannut aiheeni alapohjiin, syntyivät kustannukseni maa- ja pohjarakennus sekä perustukset litteroille. (Kuva 8) Myös työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten litteroille syntyy kustannuksia kustannusvertailussa, koska sinne lasketaan muun muassa työntekijöiden sosiaalikulut, sekä pienmateriaalihankinnat. Pienmateriaalihankinnoissa voidaan pitää periaatteena, että ne hankinnat mitkä tehdään suoraan työmaalle niin ne kuuluvat litteralle kahdeksan.

YHTEENVETO														
1	Maa- ja pohjarakennus			547	17,56 €	9 598,55 €	29,72 €	39 563,34 €			34 542,88 €	62,89 €	83 704,78 €	31,17 %
2	Perustukset			1 561	17,96 €	28 035,25 €	66,47 €	88 471,41 €			0,00 €	87,53 €	116 506,66 €	43,39 %
3	Runko			0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 %
4	Täydentävät rakennusosat			0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 %
5	Pintarakenteet			0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 %
6	Kalusteet, varusteet, laitteet			0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 %
7	Konetekniset aputyöt			40	18,00 €	720,00 €	0,00 €	0,00 €			0,00 €	0,54 €	720,00 €	0,27 %
8	Työmaan käyttökustannukset			16	14,00 €	224,00 €	0,93 €	1 239,00 €			15 150,00 €	12,48 €	16 613,00 €	6,19 %
9	Työmaan yleiskustannukset			20	14,00 €	280,00 €	0,00 €	0,00 €			50 686,30 €	38,29 €	50 966,30 €	18,98 %
														100,0 %
				tth	tth/m ²		Aine €/m ²				€/m ²			
	Työmaa yhteensä	1331	m ²	2184	1,64	38 857,80 €	97,13 €	129 273,75 €			100 379,18 €	201,74 €	268 510,73 €	B1

KUVA 8. kustannusten jakautuminen päänimikkeille. (Karsikas 2019)

4.2 Määrien laskenta

Paalulaatta-alapohjalle laskin määrät valmiista rakennesuunnittelijan tekemistä suunnitelmista. Suunnitelmat kävin ensin läpi, jotta pystyin huomioimaan, että olisin luonut nimikkeet kaikille osille sekä materiaaleille, joita tarvitsen laskennassani. Nimikkeistöjä pystyin hyvin tarkistamaan suunnittelijan tekemien detaljien avulla. Muunnin osan PDF tiedostoina saamistani kuvista AutoCAD:in DWG tiedosto muotoon, jotta määrien laskeminen olisi helpompaa. Autocadissa jouduin vielä skaalaamaan kuvat oikean kokoisiksi ja tämä onnistui hyvin valmiiden mittaviivojen avulla. AutoCadissa pystyin muun muassa käyttämään valmiita mittatyökaluja, joilla sain pinta-aloja sekä pituuksia kätevästi työhöni.

Ontelolaatta-alapohjan määrät laskin 1200mm välein kulkevin kuvitteellisten ontelolaattojen reunojen avulla. Reunojen oli tarkoitus kuvata ontelolaatta kenttää, jolla kohde voitaisiin toteuttaa. Ontelolaatan leveys on yleensä 1200mm ja tämän takia valitsen ontelolaattojen leveydeksi 1200mm.

Määrälaskennassa käytin yksikköinä sellaisia yksikköjä, joita pystyisin aikataulukirjan avulla hinnoittelemaan. Määriin jouduin tekemään jonkin verran muutoslaskelmia ja käyttämään muun muassa raudotteiden laskeamiseen yksikkömuutoksia. Pinta-aloja laskiessa otin huomioon yli 1m² aukot, jotka jo vaikuttavat määriin. Alle 1m² aukkoja en huomionut työssä. Määrälaskennassa molemmille alapohjille toistui huomattava määrä nimikkeistöjä ja määriä. Suurimpia eroja tuli sitten itse paalulaatan määrien laskennassa. Määrälaskennassa en huomionut materiaalien hukkaa, vaan laskin materiaaleilla tarkkoja määriä, mitä sain valmiista suunnitelmista. Määrälaskennassa piti ottaa huomioon materiaalien laskennan lisäksi se, että voidaanko työ hinnoitella samalla määrällä kuin materiaali, vaan pitääkö työlle ja materiaalille olla oma nimike.

4.3 Työntehokkuuksien laskenta

Työntehotunteja laskiessani käytin Ratu aikataulukirjaa 2016 sekä rakennustöiden menekit 2015 kirjaa. Näistä kirjoista sain työlle yleisesti käytössä olevat keskiarvo tehokkuudet. Työntehokkuuksia laskiessani piti ottaa huomioon, että lasken kustannusarviota, joten käytän T4 työaika menekkiä. Kirjoissa osa tehokkuuksista oli ilmoitettu T3 tehokkuuksina, joten nämä jouduin muuttamaan kirjan ohjeiden mukaan T4 menekiksi.

Työmenekeistä osa oli ilmoitettu valmiina tehtävä kokonaisuuksia, jolloin niissä oli huomioitu muun muassa: Siirrot, mittaukset, siivoukset sekä yhdistellyt tehtävät, kuten esimerkiksi ontelolaattojen asennus ja saumavalu on ilmoitettu työkokonaisuutena, jolloin materiaalit oli laskettava eri riveille, mutta työ vain yhdelle riville. Tämä tuo kustannusarvion tekoon oman haasteensa, mikä johtaa siihen, että kustannusarviota tehdessä oli hyvä pitää itselläni muistiota sekä edetä lineaarisesti tehokkuuksien laskennassa.

Samalla, kun laskin työtehokkuuksia, kirjasin työryhmät, joilla työn voisi toteuttaa, mikä edesauttaa myöhempiä työn suunnittelua ja muun muassa aikataulun tekemistä. Työntehokkuuksien laskennassa työryhmät kulkevat myös oleellisesti mukana, koska yksin tekeminen on monesti hitaampaa ja vaikeampaa, kuin työryhmänä tai –parina tekeminen. Työntekijöiden tuntipalkat tulee myös kirjata Exceliin, jotta Excelin avulla pystytään laskemaan työlle muodostuva hinta.

Kun sain työntehokkuudet laskettua, sain Excelin avulla työhön arvioidun tuntimäärän, joka tuli hinnoitella. Tuntimäärä lasketaan kaavalla: Määrä x työntehokkuus= työhön käytettävä tuntimäärä (kuva 9).

Työ	Määrä	yks.	tth/m2	Lasku	h
muottityö	150	m2	0,610	150m2*0,61tth/m2=	91,500

KUVA 9 Esimerkki työn laskemisesta. (KARSIKAS 2019-11-6)

4.4 Ainehinnoittelu

Materiaalit hinnoittelin pääosin käyttämällä Rakennustietokannan kustannuslaskenta ohjelmaa, jossa on kirjattuna yleisimmät rakennusmateriaalit ja niiden keskiarvohinnat. Aineet hinnoittelin aina euroa per yksikkö.

Rakennustietokannasta pystyi hakemaan rakennusmateriaaleja ja siellä oli kirjattuna sekä tietokannan omia materiaalihintoja, että tietokannan käyttäjien kirjaamia tietoja. Tietokannassa pystyi vertailemaan hintoja keskenään, mikä tasoittaa materiaalien kustannuslaskennan virhemarginaalia.

Materiaalien hukat määriteltiin aine hinnoittelun kanssa yhtä aikaa ja materiaali hukille on olemassa rakennustöiden menekit kirjassa yleisimpiä hukka prosentteja. Prosenteista alitetaan kohteen erityispiirteet huomioon ottaen sopivimmat. Laajoissa töissä, joissa materiaaleja kuluu paljon, on myös hukkaprosentti monesti pienempi. Hukkaprosentti tulisi koittaa työmaa vaiheessa pitää mahdollisimman pienenä, sillä se aiheuttaa välillisiä lisäkustannuksia, joita ei voi kustannusarviossa ottaa huomioon. Tällaisia kustannuksia voisi muun muassa olla lisääntynyt jätteen määrä ja ylimääräiset siirrot.

Alihankinnat kirjataan kustannuslaskennassa omalle rivilleen joko saatujen tarjousten perusteella tai laske- malle työlle syntyneen tuntimäärän ja käyttämällä sitten kone tunnin hintaa. Opinnäytetyöni kustannusarviossa käytin tätä jälkimmäistä tapaa, joten todelliset alihankinta erät olisivat todennäköisesti hieman erilaisia. Kustannusarviossani en laskenut alihankintaa kuin sellaisille töille, joissa pitää käyttää konekantaan kuten kairavinkonetta ja kuorma-autoa.

Kustannusarviossa on jätetty huomioimatta mahdolliset muotteihin menevät materiaalit ja siitä syntyvät henkilöstökustannukset. Muottien valmistusta ei ole otettu huomioon sen takia, että sama työ olisi toistunut molemmissa kustannuslaskennoissa ja laskenta on suoritettu, sillä ajatuksella, että toteuttavalla yrityksellä olisi jo valmiina muottikalusto, jota tarvitaan perustusten tekemiseen. Muoteille on kuitenkin laskettu siirto työmaalle, joten kokonaan huomioimatta se ei ole jäänyt.

5 ANALYSOINTI JA YHTEENVETO

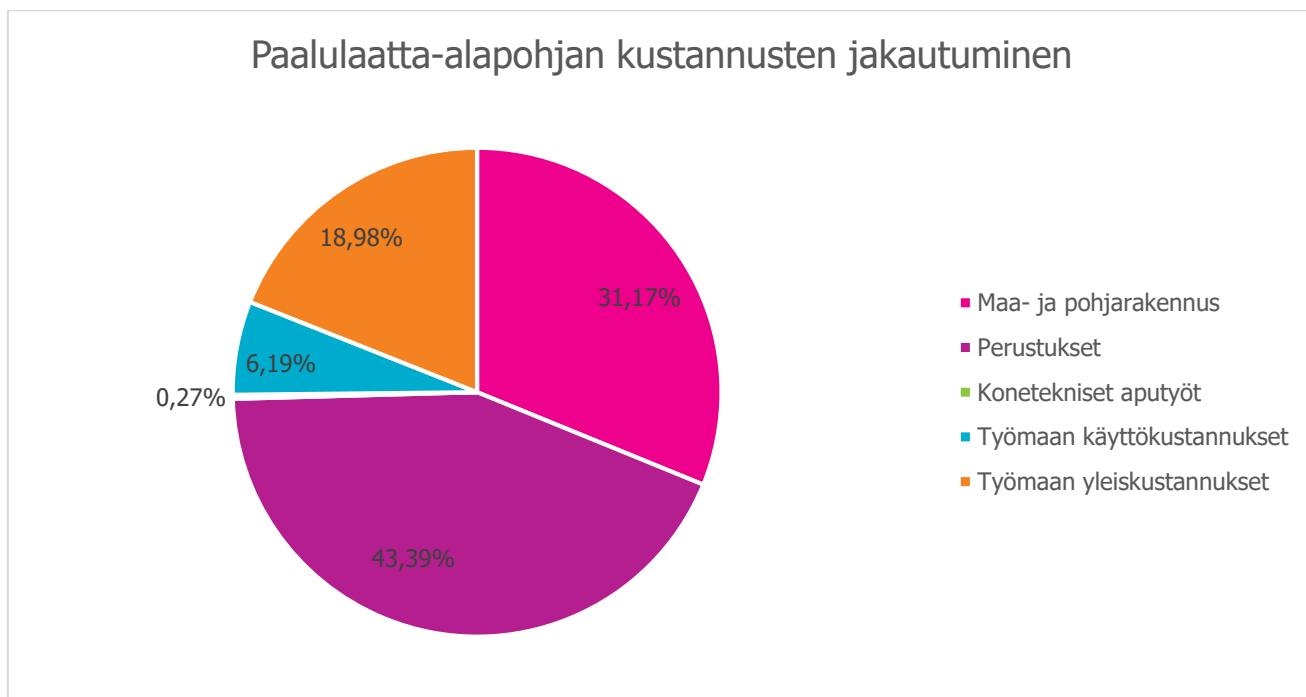
Alapohjan laskemiseen oli otettu huomioon paalutuksesta ja täytöistä lähtien kaikki rakennusosat jotka rakenteisiin kuuluvat, rajaten ne siten laattoihin ja perustuksiin, jotka suoraan liittyvät kustannuksiltaan alapohjan toteuttamiseen. Kustannuslaskennassa ei otettu huomioon LVIS tekniikka eikä LVIS työhön tarvittavaa aikaa ja kustannuksia. Kustannusarvioon on huomioitu myös työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksia, siltä osin kuin ne voisivat syntyä alapohja työn seurauksena. Työtunnit laskettuani käytin työhön menevää aikaa apuna siihen, kuinka määrittelin muun muassa työnjohtajalle varattavan kustannuksen.

5.1 Paalulaatta-alapohjan tulos

Paalulaatta alapohja oli kustannukseltaan halvempi vaihtoehto, mutta työtunteja kertyi paalulaattaa käytettäessä runsaammin. Paalulaatta-alapohjan kustannusarvioksi sain 268 510,73 €. Tulos oli odotetun kaltainen ja kustannuksiltaan mahdollinen.

Työtunteja kustannusarvion mukaan syntyi 2184 ja työkustannukset näin ollen olivat 38 857,80€. Ainekus- tannuksia paalulaatta-alapohjalle syntyi 129 273,75€. Alihankinta kustannuksia sekä muita omien palveluiden kustannuksia syntyi 100 379,18€. Nämä kustannukset yhteen laskettuina tuovat alapohjan kokonaiskustannuksen lukuun ottamatta katetta, kustannusten nousuvarausta sekä muuta riskivarausta työmaalle.

Kustannukset jakaantuivat talo 80 nimikkeistön mukaisille päälitteroille maa- ja pohjarakennus, perustukset, konetekniset aputyöt, työmaan käyttökustannukset ja työmaan yhteiskustannukset. Maa- ja pohjarakennus litteralle syntyi kuluja 83 704,78€, jotka koostuivat pääosin ainekustannuksista ja alihankinnasta. Alihankinnaksi tähän ryhmään luetaan muun muassa kaivinkone sekä maankuljetustyöt. Perustukset litteralle syntyi kuluja 116 506,66€. Suurimmiksi eriksi perustustyölle muodostuivat työ- ja ainekustannukset, joista ainekustannukset olivat kuitenkin huomattavasti suuremmat. Koneteknisiin aputöihin laskin ainoastaan työkustannuksia ja paalulaatta-alapohjan tapauksessa varasin niille 720€. Työmaan käyttökustannukset laskin arvioidun työmaan keston avulla. Käyttökustannuksia syntyi pääosin omille palveluille, joka oli huomattavasti muita kustannuksia suurempi. Käyttökustannuksien yhteenlaskettu hinta oli 16 613€. Työmaan yhteiskustannuksia laskin myös vertaamalla kuluja työmaahan käytettyyn aikaan suhteutettuna ja myös tälle litteralle suuri erä koostui omille palveluille, mutta sosiaalikulut olivat kuitenkin suurin litteralle muodostunut erä. Yhteiskustannusten kokonaissummaksi tuli 50 966,30€. Paalulaatta-alapohjan kustannusten jakautumista on kuvattu oheisella diagrammilla.



KUVIO 10 Paalulaatta-alapohjan kustannusten jakautuminen. (KARSIKAS 2019-11-5)

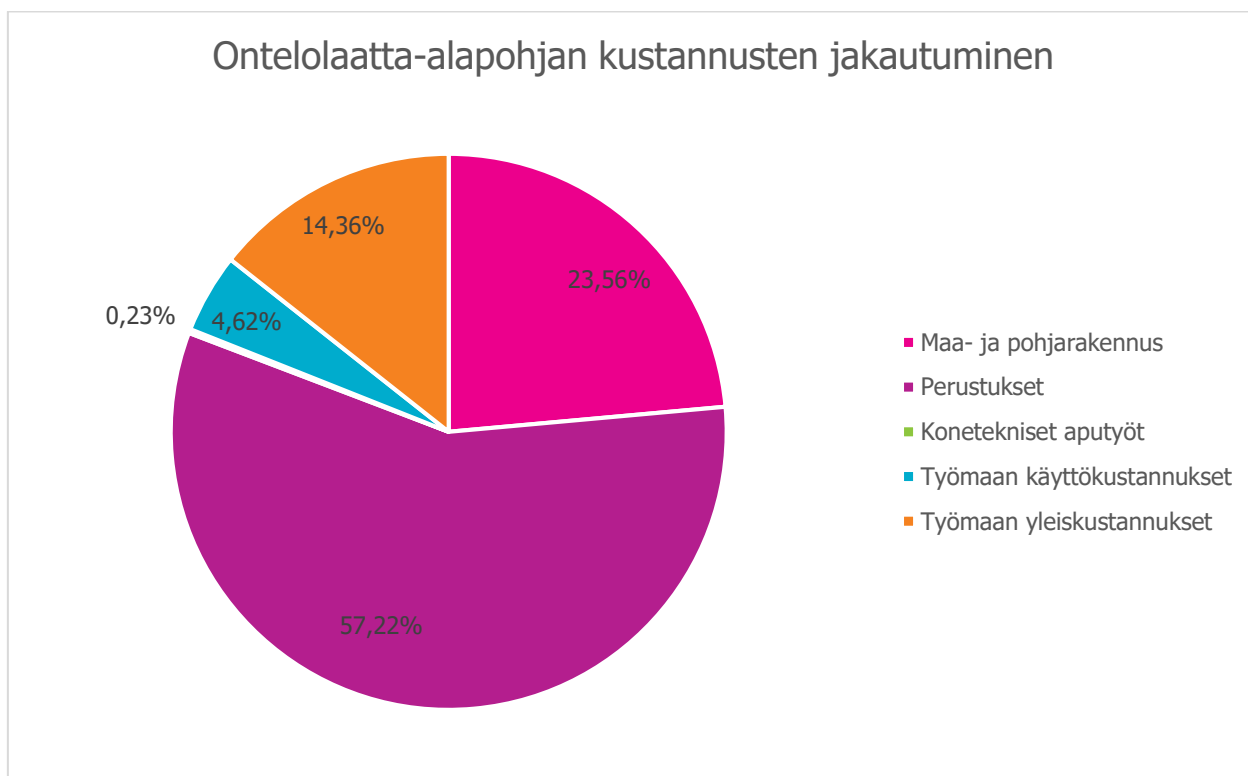
5.2 Ontelolaatta-alapohjan tulos

Ontelolaatta-alapohjassa syntyi vähemmän työtunteja työmaalle tehtäväksi, mutta kokonaishinnaltaan ontelolaatta-alapohja oli kuitenkin kalliimpi. Ontelolaatta-alapohjan hinnaksi muodostui 312 769,67€. Ontelolaatta-alapohjan kustannukset muodostuivat, kuten olin odottanutkin ja hinta oli sellainen, joka voisi muodostua, mikäli kohde toteutettaisiin ontelolaatoilla.

Työtunteja kustannusarvioon syntyi 1853, näin ollen työkustannuksiksi tuli 32 906,63 €. Ainekustannuksia syntyi kustannusarvioon 194 353,59€. Alihankinta kustannuksia sekä muita omien palveluiden kustannuksia syntyi 85 509,44€. Näiden kustannusten yhteen lasketusta summasta tulee kustannuslaskennan loppusumma lukuun ottamatta katetta, kustannusnousuvaraa ja riskivarausta.

Kustannukset jakaantuivat talo 80 nimikkeistön mukaisille pää litteroille maa- ja pohjarakennus, perustukset, konetekniset aputyöt, työmaan käyttökustannukset ja työmaan yhteiskustannukset. Maa- ja pohjarakennus litteralle syntyi kuluja 73 691,52€, jotka koostuivat pääosin ainekustannuksista ja alihankinnasta. Alihankinnaksi tähän ryhmään luetaan muun muassa kaivinkone sekä maankuljetustyöt. Perustukset litteralle syntyi kuluja 178 977,17€ Kustannukset tälle litteralle muodostuivat hyvin pitkälle ainekustannuksista. Ainekustannusten määrä laskee työtunteihin menevää summaa. Koneteknisiin aputyöihin laskin ainoastaan työkustannuksia ja ontelolaatta-alapohjan tapauksessa varasin niille 720€. Työmaan käyttökustannukset laskin arvioiden työmaan keston avulla. Käyttökustannuksia syntyi pääosin omille palveluille, joka oli huomattavasti muita kustannuksia suurempi. Käyttökustannuksien yhteenlaskettu hinta oli 14 461,75€. Työmaan yhteiskustannuksia laskin myös vertaamalla kuluja työmaalla käytettyyn aikaan suhteutettuna ja myös tälle litteralle

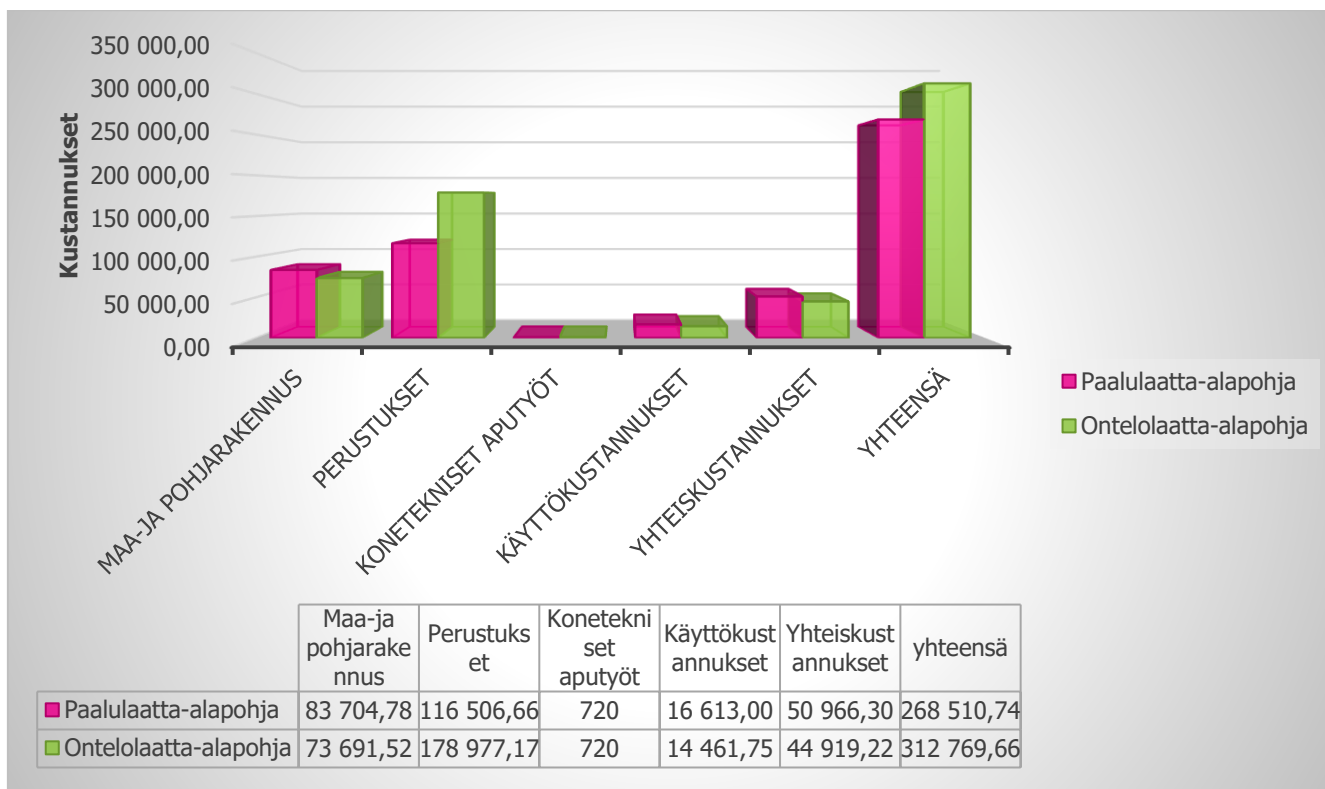
suuri erä koostui omille palveluille, mutta sosiaalikulut olivat kuitenkin suurin litteralle tuleva erä. Yhteiskustannusten kokonaissummaksi tuli 44 919,22€. Ontelolaatta-alapohjan kustannusten jakautumista on esitetty alla olevassa diagrammissa.



KUVIO 11 Ontelolaatta-alapohjan kustannusten jakautuminen. (KARSIKAS 2019-11-5)

5.3 Tulosten vertailu

Kustannukset ovat syntyneet eri litteroille ollen kuitenkin molemmissa kustannusarvioissa suurimpia perustuslitteralla, johon suurimpien kustannusten pitikin syntyä. Kokonaiskustannuksista on nähtävissä, että ontelolaatta-alapohjan toteuttaminen on halvempi ratkaisu kaikilla muilla paitsi perustuslitteralla, jossa se on huomattavasti suurempi kuin paalulaatta-alapohjalla. Näiden kustannusten takia ontelolaatta-alapohja nousi kalliimmaksi ratkaisuksi kokonaiskustannuksiltaan. Kustannukset muotoutuivat eri litteroille (kuvio 12) Taulukossa nähtävillä olevat arvot ovat litteran kokonaisarvoja, johon on laskettu kaikki kyseiselle litteralle syntyneet kustannukset.



KUVIO 12 Kustannusten muodostuminen. (Karsikas 2019-11-5)

Kustannuksia verratessa tulee kiinnittää huomiota siihen mihin syntyneet kustannukset ovat muodostuneet. Paalulaatta-alapohjassa kustannuksia on syntynyt enemmän henkilöstökuluihin, vaikka materiaali kustannukset olivat kuitenkin isoin erä. Ontelolaatta-alapohjassa materiaalikustannukset korostuvat entistä selvemmin, mikä selittyy sillä, että asennettavat ontelolaatat ovat tehty jo tehtaalla valmiiksi ja näiden työkulut ovat syntyneet jo tehtaalla, joten ne on sisällytetty materiaalikustannuksiin.

Aikataulullisesti kustannuslaskennan perusteella voidaan todeta, että ontelolaatta-alapohja tarvitsee vähemmän työtunteja työmaalla. Työvuoroiksi muunnettuna ero on noin seitsemän työvuoroa, kun työmaalla on töissä kuusi työntekijää. Työvuorojen eroa kasvattaisi se, että ontelolaatta asennus laskettaisiin tehtäväksi kokonaan alihankintana, jolloin voitaisiin saada aikatauluun muutama päivä lisää joustoa. Paalulaatta-alapohjassa on myös paksumpi lattiavalu, joka myös tarvitsee pidemmän kuivumisajan, kuin ontelolaatta-alapohjan pintavalu. Tästä johtuen voi tulla merkittäviä eroja ennen kuin päästä pinnoittamaan lattioita ja pahimmassa tapauksessa työmaa joutuu olemaan tyhjäkäynnillä hetken aikaa. Paalulaatta-alapohjan paksumman lattiavalun kuivumisaikaa voidaan myös lyhentää käyttämällä erilaista betoni laatua, mutta tämä myös lisää kustannuksia, jolloin kustannusten ero pienenee hieman. Kokonaisuutena nopeitten pystytään toteuttamaan alapohja ontelolaatoilla, mikä voi kireässä aikataulussa tuoda merkittävän hyödyn.

Toteutukseen tulisi myös huomioida ajankohta, milloin työtä lähdetään toteuttamaan, sillä olosuhteista johtuvat häiriöt voivat vaikuttaa työn toteutuksen aikatauluun. Talvella täytyy huomioida lumen ja jään aiheuttamat hidastukset ja mahdolliset pakkaspäivät, joten jopa pieni aikataulun nopeuttaminen voi auttaa huomattavasti työn toteutukseen. Työmaan sijainti ja tontin koko vaikuttaa myös ontelolaatta elementtien toimi-

tuksiin, mikäli ontelolaatat voidaan varastoida työmaalle, pienentää se toimitusten häiriö herkkyyttä. Jos ontelolaatat joudutaan asentamaan suoraan autosta nostaa se aikataulutuksen tärkeyden esiin. Paalulaatta-alapohjassa ei materiaali toimitukset nouse niin suureen rooliin työmaan onnistumisen kannalta.

Työvoiman merkitys kustannuksia vertaillessa voi olla huomattava, sillä kokenut ammattihenkilö voi olla huomattavasti tehokkaampi kuin vasta aloitteleva työntekijä. Mikäli työtä toistetaan huomattava määrä voi työn tahti kiihtyä selvästi työn edetessä, joten käytettävissä oleva työvoima määrittää suuresti työmaan tehokkuuden. Työvoiman tehokkuutta voidaan lisätä esimerkiksi urakkapalkkauksella. Kustannuslaskennassa näitä eroja pyritään tasoittamaan käyttämällä T4 työaikamenekkejä. Aikataulullisesti työn toteutuminen voi tapahtua nopeammin tai hitaammin kuin on laskettu, mikä lisää hankaluutta vertailla rakenteita ajallisesti. Kokonaistaloudellisesti järkevin ratkaisu tämän kustannuslaskennan jälkeen on paalulaatta-alapohja, koska sen rakennushinta on huomattavasti halvempi kuin ontelolaatta-alapohjan, sen tekemisen riskit ovat työmaalla urakoitsijan omissa käsissä, johon hän voi vaikuttaa muun muassa muuttamalla työvoiman määrää. Ontelolaatta-alapohjan hinta vaihtelee hyvin paljon suhdanteiden mukaan. Suhdanteiden ollessa korkealla hinnat nousevat, toimitusajat pitenevät ja häiriöherkkyys lisääntyy. Mikäli tämä sama kustannuslaskenta tehtäisiin matalasuhdanteen aikaan voisi kustannusten ero olla pienempi. Lopulliseen valintaan täytyy myös ottaa huomioon oma osaava työvoiman ja saatavissa oleva työvoiman määrä, mikäli työvoimaa ei olisi käytössä tarpeeksi voisi se johtaa siihen, että työt jouduttaisiin tekemään ylitöillä, mikä myös nostaisi äkkiä kustannusten määrää. Jos työvoiman määrä on sopiva, on paalulaatta-alapohjan toteuttaminen järkevä ratkaisu. Jos työvoimaa ei olisi saatavilla ja työn etenemisessä voisi tulla eteen haasteita kannattaisi miettiä uudelleen valittavaa ratkaisua.

6 POHDINTA

Lähtiessäni tekemään opinnäytetyötä oli itselleni suhteellisen selvää, mitä lähdän tekemään ja kuinka rajaan työni, jotta kokonaisuus ei riistäytyisi käsistä. Mikäli työhön olisi ollut käytössä samalle kohteelle tehtyt ontelolaatta-alapohjan rakennesuunnitelmat olisin saanut työstäni vieläkin paremman, koska silloin olisin voinut laskea valmiista kuvista määriä eikä omaan arvioimiseen ja selvittämiseen olisi tarvinnut käyttää niin paljon aikaa. Työn aiheen kannalta sain olettamani lopputuloksen ja sain kehitettyä omia kustannuslaskenta taitoja. Kustannuslaskennassa on paljon vaihtelua, mikä antaa omaa perspektiiviä työhön.

Sain opinnäytetyöni vertailun mielestäni hyvin tehtyä. Kustannuslaskennassa on paljon muuttuvia tekijöitä jotka voivat vaikuttaa kustannuslaskennan lopputulokseen. Kustannuslaskennassa on aina jonkin verran arvioitavia kohteita, jonka takia eri kustannuslaskija saa aina hieman erilaisen lopputuloksen. Tulokset ovat kuitenkin suuruusluokaltaan lähellä oikeaa, eikä kumpikaan kustannusarvioista muodostunut huomattavasti suuremmaksi toistaan, mikä lisää tuloksen luotettavuutta. Työn arvioitu lopputulos piti mielestäni hyvin paikkansa, vaikkakin kustannusten ero kasvoi hieman suuremmaksi kuin odotin.

Opinnäytetyöni valmistui nopeammassa ajassa kuin olin itse alun perin ajatellut. Työn tekemisen aloitin tekemällä kustannusvertailuja sekä keräämällä teoria tietoa sekä lähteitä. Välillä teorian kirjoittaminen oli työlästä, joten siirryin sitten tekemään kustannuslaskentaa, mikä toi työn tekemiselle sopivaa vaihtelua ja nopeutti työn tekemistä. Teoria osuuden kasasin huomioiden kustannusarvion tekemistä ja sen raportointia, jotta sain ajateltua teorian kautta asiat jo läpi, ennen kuin kävin ne työssä ja raportoinnissa läpi. Alkaessani kirjoittaa työn tekemisestä ja vaiheista oli minulle jo itselleni hyvinkin selvää mitä tulisin mihinkin kappaleisiin kirjoittamaan.

Työn lopputuloksen kannalta ja oman kustannuslaskenta taitoni takia olisi hyvä, jos pääsisin vertaamaan laskennan kautta syntyneitä kustannuksia jo oikeasti toteutettuun kohteeseen ja pystyisin vertaamaan kustannuslaskennan tulosta kohteen jälkilaskentaan. Kustannuslaskentaan kuitenkin jokainen laskija saa hieman erilaisen lopputuloksen.

Työn tuloksen kannalta pitää muistaa, että työssä ei ole pystyttävä ottamaan kaikkia kustannuksiin vaikuttavia asioita täydellisesti huomioon. Työmaata ei olla uudestaan lähdössä toteuttamaan, minkä johdosta työmaan sijoittumista vuodenaikaan ja olosuhteisiin ei pystytä täysin tietämään. Tämä on kylläkin otettu huomioon käyttämällä T4 aikataulumenekkejä, joilla saadaan karsittua mahdolliset virheet pois. Työt totteltettaessa tulisi pystyä ottamaan huomioon myös rakennuspaikan sijainti, joka vaikuttaisi muun muassa rahteihin ja materiaalien oikea-aikaisten toimitusten tärkeyteen. Jokaisella työkohteella on kuitenkin omat erityispiirteensä, jotka täytyy työnsuunnittelua tehdessä ottaa huomioon.

Olisi mielenkiintoista lähteä toteuttamaan oman kustannuslaskennan pohjalta kohdetta, koska tällöin pystyisi huomaamaan mitä ei ole pystynyt täysin huomioimaan laskennassa. Myös kustannusten muodostumista eri litteroille olisi mielenkiintoista seurata, että muodostuvatko kustannukset niin kuin ne on itse laskenta vai-

heessa ajatellut. Olisi myös hieno nähdä, kuinka pystyisi reagoimaan, mikäli kustannuslaskennassa olisi tapahtunut jokin virhe. Työsuunnittelun tekemistä kustannuslaskentaan osallistuminen ainakin helpottaisi, sillä silloin pystyisi jo laskennan aikana huomattuja seikkoja huomioimaan toteutuksessa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

AHOLA, Kaija 2012. Kustannuslaskenta toimiva työväline? Turun ammattikorkeakoulu. Yrittäjyys ja liiketoimintaosaaminen. Opinnäytetyö. [viitattu 2019-10-31] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/50067/Ahola_Kaija.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Elementtisuunnittelu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-10-30] Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Elementtisuunnittelu.fi 2019-30-10 [digikuva]. Sijainti: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

fise.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-10-29] Saatavissa: <https://fise.fi/virhekortti/kapillaarisen-kosteuden-paasy-maanvaraisiin-alapohjarakenteisiin/>

HAARANEN, Hannu. 2018. Talo80 -rakentamismikkeet taulukkona mittausohjeineen [opetusmoniste]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

HAARANEN, Hannu. 2019 Urakkatarjouslaskenta [Opetusmoniste] Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

KAIKKONEN, Mirja 2013. Määrien hallinta nimikeluettelon avulla pysäköintihallihankkeessa. Tampereen ammattikorkeakoulu Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2019-10-31] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/67632/Mirja_Kaikkonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KARSIKAS, JUHO 2019-11-08. Pilarilaatta [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-08. Sienilaatta [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-08. Pilari-palkki-laatta [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-08. Paaluhattulaatta [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-08. Kustannusten jakautuminen päänimikkeille [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-06. Esimerkki työn laskemisesta [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-10. Tuulettuva alapohja [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

KARSIKAS, JUHO 2019-11-10. Maanvastainen alapohja [digikuva]. Sijainti: Haapajärvi tekijän sähköiset kokoelmat.

kosteudenhallinta.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-11-6] Saatavissa:<http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/ryoemintatilalliset-eli-tuulettuvat-alapohjat>

kustannuslaskenta.rakennustieto.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-11-5] Saatavissa: <https://kustannuslaskenta.rakennustieto.fi/#/projects>

Leivo, Virpi ja Rantala, Jukka 2002. Maanvastaisten alapohjarakenteiden kosteustekninen toimivuus. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
[https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/maanvastaiset-alapohjarakenteet--kosteustekninen-mi-toittaminen-ja-korjaaminen\(d9768b57-eb7b-4f97-8757-6cc406a13eb8\).html](https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/maanvastaiset-alapohjarakenteet--kosteustekninen-mi-toittaminen-ja-korjaaminen(d9768b57-eb7b-4f97-8757-6cc406a13eb8).html)

MARTINMÄKI, Tomi 2016. Paalulaatan optimointi. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan Diplomi-insinöörin tutkimusohjelma Diplomityö. [viitattu 2019-10-22]. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/24425/martinmaki.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parma.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-10-31] Saatavissa: <https://parma.fi/pientalorakentajat/pientalotuotteet/>

Pielisenbetoni.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-10-30] Saatavissa: https://www.pielisenbetoni.fi/wp-content/uploads/2017/11/asennusohje_ontelolaatta.pdf

RAKENNUSTIETO OY. 2015. Aikataulukirja 2016. 13. uudistettu painos. Tampere: Tammerprint Oy.

RAKENNUSTIETO OY. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Tampere: Tammerprint Oy.

Sorvojaoy.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-10-22]
Saatavissa: <https://sorvojaoy.com/>

stuk.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2019-10-29] Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radon-uudisrakentamisessa/perustustapa>

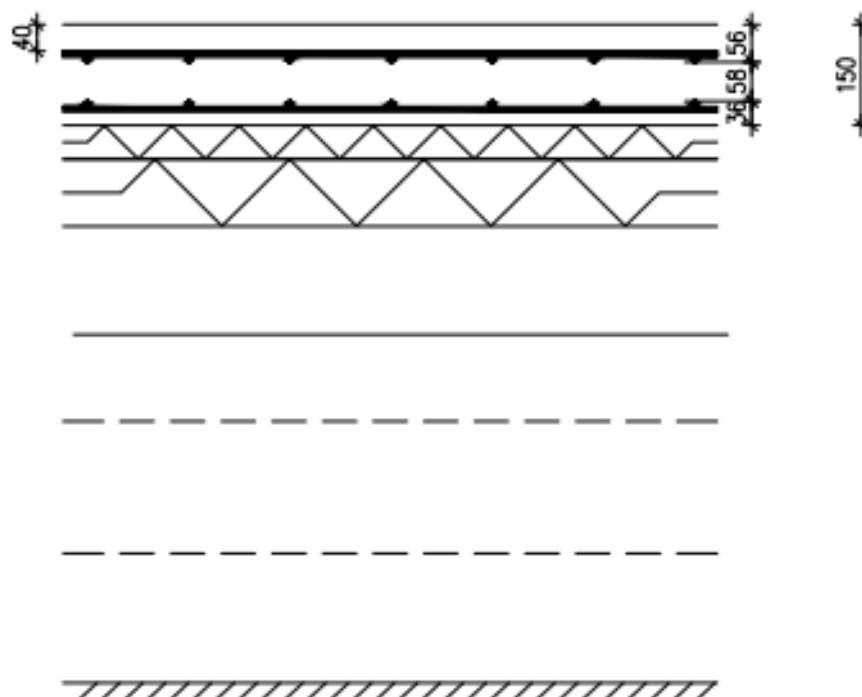
YM 2017. Ympäristöministeriön asetus. Rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta. [verkkokausu].[Viitattu 2019-10-29.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Koodi	Nimike ja selitys	Määräedot		Kustannustiedot														Yhteensä		Työryhmä	
		määrä	yks.	Työkustannus					Ainekustannus			Aih.omat palvelut/muut k.									
				hhyks	h	€h	€/yks	yht.€	tuk-ka %	€/yks	yht.€	kl	€/yks	yht.€	€/yks	yht.€					
91	50 Vartointi	1,8	kk													200,00 €	108,70 €	200,00 €			
92	10 Mittaus	1,8	kk													500,00 €	271,74 €	500,00 €			
92	30 Työmaatilien hoito	1,8	kk			10,000	14,00 €	76,09 €	140,00 €							0,00 €	76,09 €	140,00 €		1	
92	40 Siivous ja raivaus	1,8	kk			10,000	14,00 €	76,09 €	140,00 €							0,00 €	76,09 €	140,00 €		1	
92	45 Kaatopaikkamaksut ja kuljetukset	1331	m2													1 200,00 €	0,90 €	1 200,00 €			
96	10 Työmaan vakuutukset	1331	m2													150,00 €	0,11 €	150,00 €			
96	20 Työ- ja takuuläisöt vakuudet	1	erä													1 563,00 €	1 563,00 €	1 563,00 €			
96	30 Takuukorjaukset	1	erä													3 126,00 €	3 126,00 €	3 126,00 €			
97	100 Työkulukorvaukset	232	kpl													1,89 €	392,32 €	1,89 €		392,32 €	
97	200 Matkakorvaukset	232	kpl													3,13 €	726,60 €	3,13 €		726,60 €	
98	Työntekijöiden sosiaalikulut (0,71 kertomella)	32 907	€			71,0 %										23 363,71 €		23 363,71 €			
	Työmaan yleiskustannukset yhteensä					20		280,00 €			0,00 €					44 639,22 €		44 919,22 €			
	YHTEENVETO																				
1	Maa- ja pohjarakennus			439		17,67 €		7 747,13 €		29,69 €	39 516,68 €					26 427,72 €	55,37 €	73 691,52 €	23,56 %		
2	Perustukset			1 339		17,88 €		23 935,51 €		115,80 €	154 129,16 €					912,50 €	134,47 €	178 977,17 €	57,22 %		
7	Koneelliset apuyöt			40		18,00 €		720,00 €		0,00 €	0,00 €					0,00 €	0,54 €	720,00 €	0,23 %		
8	Työmaan käyttökustannukset			16		14,00 €		224,00 €		0,53 €	707,75 €					13 530,00 €	10,87 €	14 461,75 €	4,62 %		
9	Työmaan yleiskustannukset			20		14,00 €		280,00 €		0,00 €	0,00 €					44 639,22 €	33,75 €	44 919,22 €	14,38 %		
	Työmaa yhteensä	1331	m2			1853	1,39	32 906,63 €			146,02 €	194 353,59 €				85 509,44 €		234,99 €	312 769,67 €	B1	
	Tarjoushinta																		0,00 €	B2	
	Kustannuslisävaraa (kustannuksista)					38,609												0,00 %	0,00 €	B3	
	Kate (kustannuksista)																		0,00 €	B4	
	Rinkivaraus																				
	Yhteensä veroton																		312 769,67 €		
	Arvonlisävero													24,00 %					75 064,72 €	B5	
	Veroton tarjoushinta B1 + B2 + B3 + B4																		312 769,67 €	B6	
	Arvonlisäverollinen tarjoushinta B5 + B6																		387 834,39 €	B7	

LIITE 3 RAKENNESUUNNITELMAT

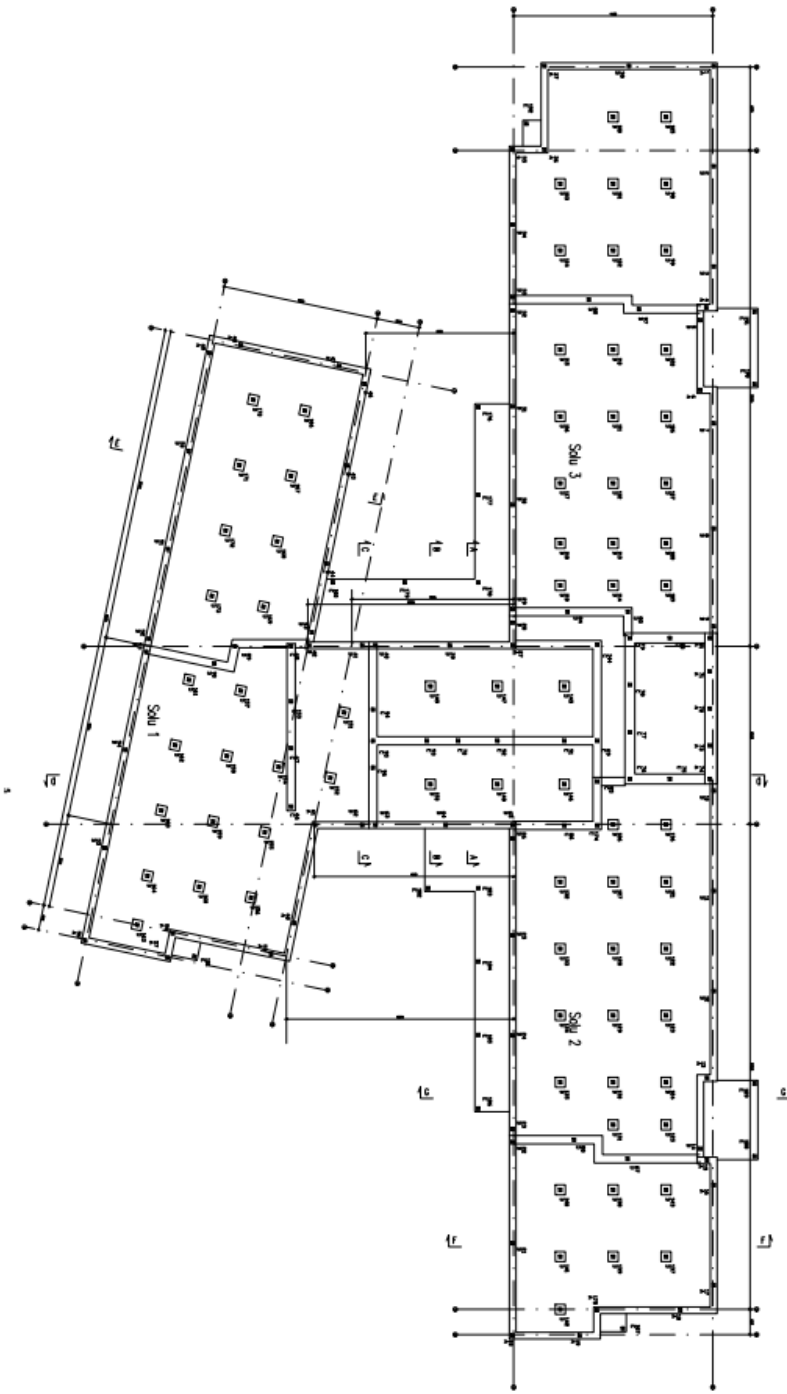
AP1 Alapohjat yleensä

1:10



150mm	Pintamateriaali ARK suunnitelman mukaan TB-laatta, verkko 8-150 B500K molempiin pintoihin tasokuvan mukaan
	Eristeklinnike Dkaria 4kpl/m ²
150mm	EPS 100 lattia 150mm
300mm	Kapillaarisora 6...16
300mm	Karkea hiekka tai sora, tai murske 0...16
300mm	Masuunihiekkä
0...	Karkea hiekka tai sora, tai murske tarvittaessa. Suodatinkangas KL2 Perusmaa

U-Arvo 0.16W/m²K

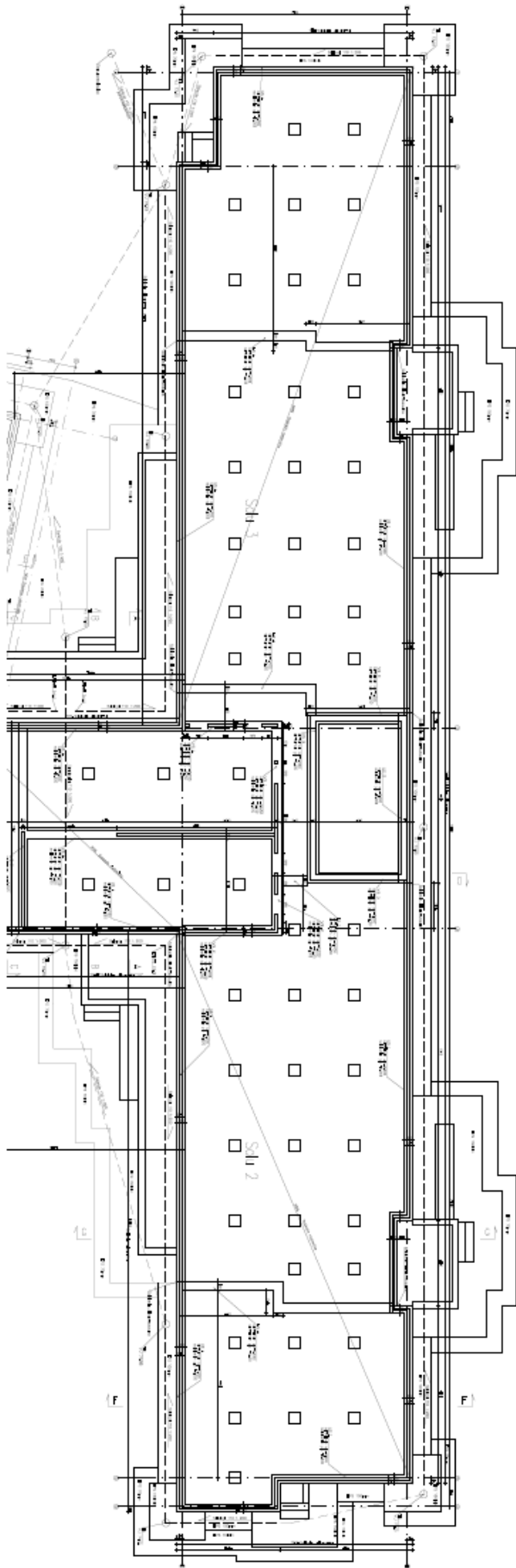


PERATURAN DASAR

1. Struktur bangunan ini adalah struktur beton bertulang.
2. Mutu beton yang digunakan adalah mutu beton normal (M₃₀) dan mutu beton kuat (M₄₀).
3. Mutu baja tulangan yang digunakan adalah mutu baja tulangan normal (B₂₃₅) dan mutu baja tulangan kuat (B₄₁₀).
4. Dimensi minimum tulangan minimum adalah 10 mm.
5. Dimensi minimum tulangan maksimum adalah 100 mm.
6. Dimensi minimum tulangan sengkang adalah 6 mm.
7. Dimensi minimum tulangan sengkang maksimum adalah 100 mm.
8. Dimensi minimum tulangan sengkang minimum adalah 6 mm.
9. Dimensi minimum tulangan sengkang maksimum adalah 100 mm.
10. Dimensi minimum tulangan sengkang minimum adalah 6 mm.
11. Dimensi minimum tulangan sengkang maksimum adalah 100 mm.
12. Dimensi minimum tulangan sengkang minimum adalah 6 mm.
13. Dimensi minimum tulangan sengkang maksimum adalah 100 mm.
14. Dimensi minimum tulangan sengkang minimum adalah 6 mm.
15. Dimensi minimum tulangan sengkang maksimum adalah 100 mm.

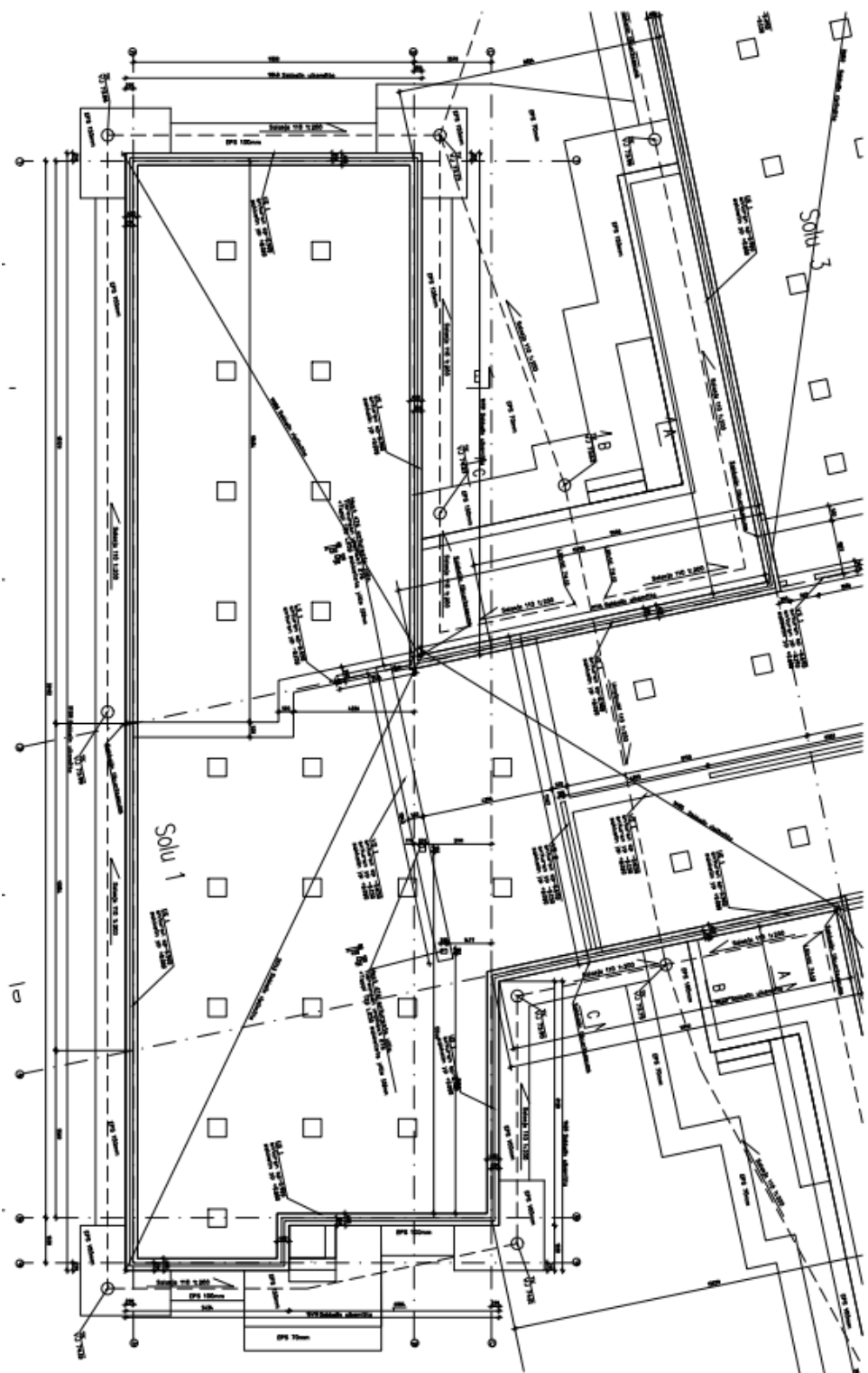
No	Partai	Volume	Unit	Volume	Unit
1	Beton	100	m ³	100	m ³
2	Baja	100	kg	100	kg
3	Batu	100	m ³	100	m ³
4	Plaster	100	m ²	100	m ²
5	Langka	100	m ²	100	m ²
6	Langka	100	m ²	100	m ²
7	Langka	100	m ²	100	m ²
8	Langka	100	m ²	100	m ²
9	Langka	100	m ²	100	m ²
10	Langka	100	m ²	100	m ²

		PT. BINA BANGUNAN INDONESIA Gedung Perkantoran Jl. ... No. ... Jakarta, Indonesia	
Nama Klien:		Nama Proyek:	
No. Dokumen:		No. Revisi:	
Tanggal:		Lokasi:	
Disetujui:		Disetujui:	
Ditinjau:		Ditinjau:	
BSM		30%	
01			



NO.	REV.	DATE	BY	CHK.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

Architectural drawing details including notes, specifications, and a list of materials or components. The text is dense and includes technical information relevant to the construction of the building shown in the plan above.



NO	NAME	DATE	SCALE
PROJECT TITLE		DRAWING TITLE	
DRAWING NO.		DRAWING DATE	
DRAWING SCALE		DRAWING STATUS	
DRAWING AUTHOR		DRAWING CHECKER	
DRAWING APPROVER		DRAWING REVIEWER	
DRAWING DATE		DRAWING SCALE	
DRAWING STATUS		DRAWING NO.	
DRAWING AUTHOR		DRAWING CHECKER	
DRAWING APPROVER		DRAWING REVIEWER	
DRAWING DATE		DRAWING SCALE	
DRAWING STATUS		DRAWING NO.	

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THE ARCHITECT AND SHOULD NOT BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE ARCHITECT.

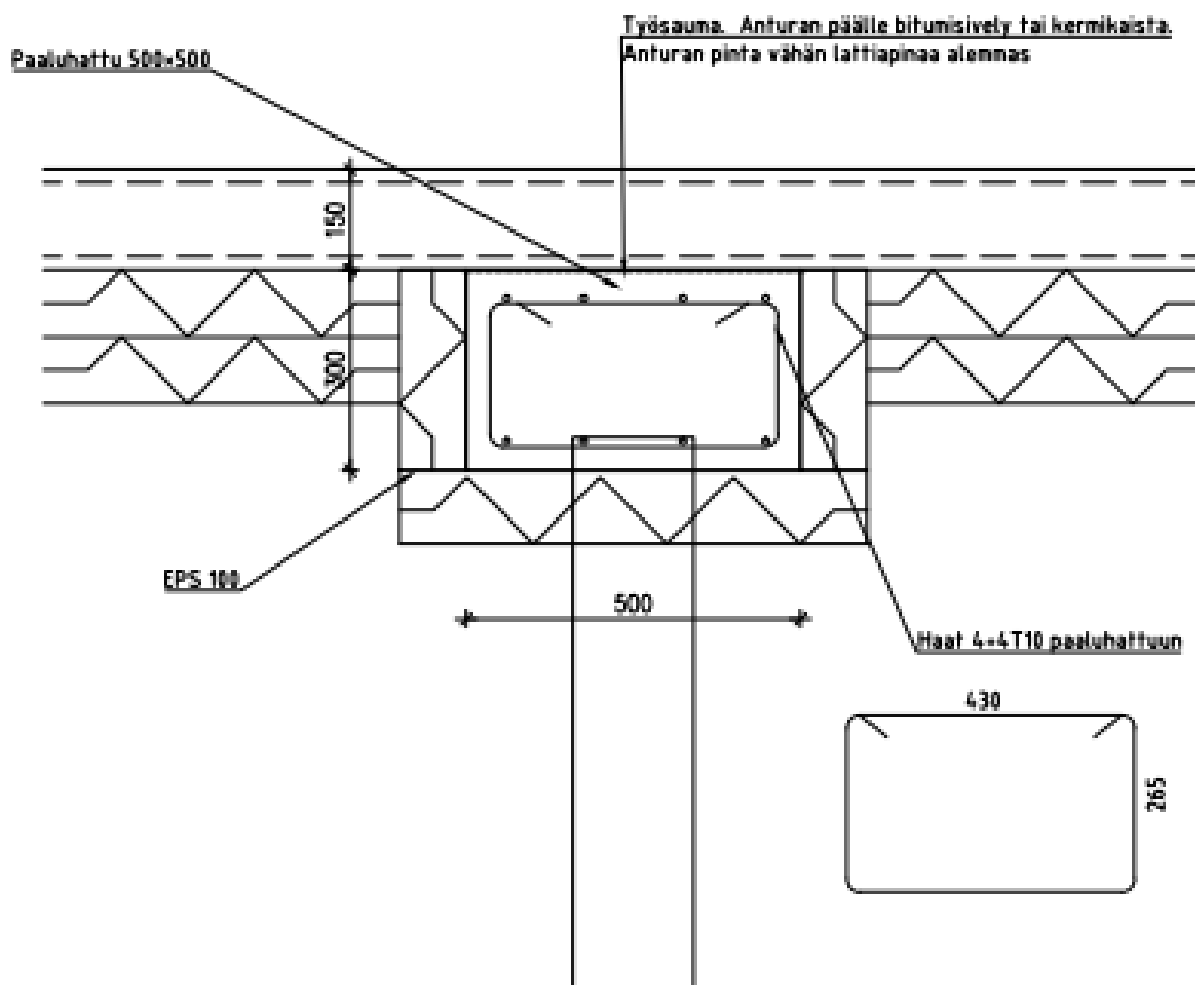
THE ARCHITECT ASSUMES NO LIABILITY FOR THE ACCURACY OF THE INFORMATION PROVIDED IN THIS DRAWING, NOR FOR THE CONSEQUENCES OF ANY ACTION TAKEN OR NOT TAKEN IN RELIANCE ON THIS DRAWING.

THE ARCHITECT'S RESPONSIBILITY IS LIMITED TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE BUILDING AS SHOWN ON THIS DRAWING, AND DOES NOT INCLUDE THE DESIGN OR CONSTRUCTION OF ANY OTHER WORKS OR SERVICES.

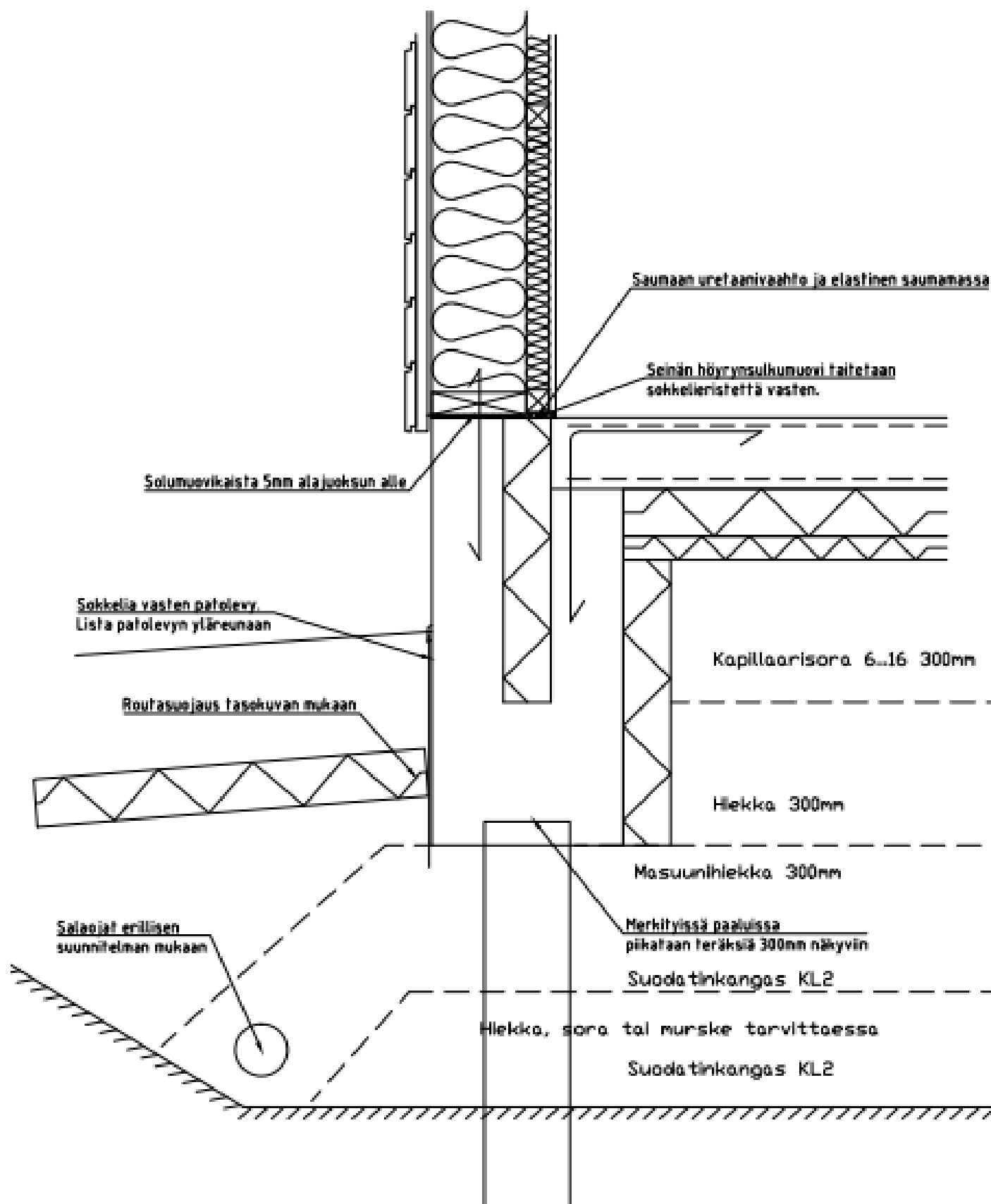
THE ARCHITECT'S LIABILITY IS LIMITED TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE BUILDING AS SHOWN ON THIS DRAWING, AND DOES NOT INCLUDE THE DESIGN OR CONSTRUCTION OF ANY OTHER WORKS OR SERVICES.

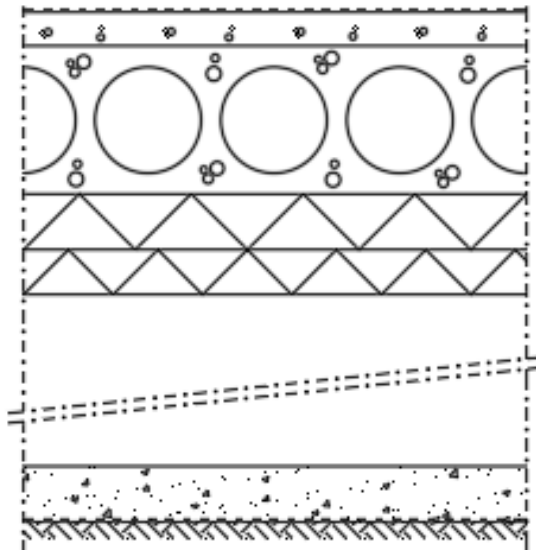
THE ARCHITECT'S LIABILITY IS LIMITED TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE BUILDING AS SHOWN ON THIS DRAWING, AND DOES NOT INCLUDE THE DESIGN OR CONSTRUCTION OF ANY OTHER WORKS OR SERVICES.

Paaluhattu
1:10



US perustusleikkaus
1:10





	Pintamateriaali
60 mm	Pintalaatu
265 mm	ontelalaatta 180 mm Lämmeneriste EPS
>800 mm	Tuuletettu ryömnittölä
300 mm	kevytsora
	Suodatinkangas
	Perusmaa, kaivurojien kallistus salaojin 1:100