

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennustuotanto

Anne Toroi

RIVITALON PERUSTAMISEN TUOTANTOVAIHTOEHDOT

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

TOROI, ANNE

Rivitalon perustamisen tuotantovaihtoehdot

Opinnäytetyö

53 sivua + 2 liitesivua

Työn ohjaajat

yliopettaja Tarmo Kontro, lehtori Juha Karvonen

Toimeksiantaja

YIT Rakennus Oy

Huhtikuu 2012

Avainsanat

perustukset, rivitalot, tuotanto, kustannukset

Opinnäytetyössä tutkitaan rivitalon perustamisen tuotantovaihtoehtoja. Työn tavoitteena on löytää uusia yrityksen tuotantoon sopivia ja kustannustehokkaita rivitalon perustamisvaihtoehtoja verrattuna yrityksen normaalisti käyttämiin perustamisvaihtoehtoihin. Työ on rajattu koskemaan yrityksen kolmea rivitalokohdetta. Rakenteellisesti työ on rajattu alapohjan yläpinnan alapuolisiin rakenteisiin. Opinnäytetyö tehtiin tutkimalla kirjallista materiaalia ja yrityksen toteutettavia ja jo toteutuneita kohteita sekä vaihtoehtoisia perustamistapoja.

Perustukset ovat tärkeä osa taloa niin rakenteellisesti kuin kustannuksellisesti. Virheet, jotka perustuksien teossa tapahtuvat, ovat vaikeita ja kalliita korjattavia. Rakenteen toteutukseen vaikuttavat kustannuksien lisäksi muun muassa rakennusajankohta, aikataulu ja henkilöresurssit. Kustannustehokkain vaihtoehto ei aina ole soveltuvin rakennuskohteeseen.

Kustannusvertailu antaa tulokset antura-sokkelirakenteen yhteiskustannuksista. Kustannukset sisältävät työ-, materiaali- ja muut kustannukset, joita ovat muun muassa kalustovuokrat, rahat ja muut erittelemättömät kulut. Kustannuserot perustamisvaihtoehtojen välillä johtuvat työn toteutustavasta ja urakkamuodosta. Käytetyllä materiaalilla ei ole kustannusten kannalta merkitystä. Kustannusvertailussa on mukana paikalla tehtäviä perustusrakenteita, puolivalmiita muottijärjestelmiä sekä valmiita elementtejä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

TOROI, ANNE

Production Alternatives for Terraced House Foundations

Bachelor's Thesis

53 pages + 2 pages of appendices

Supervisors

Mr Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Mr Juha Karvonen, Senior Lecturer

Commissioned by

YIT Rakennus Oy

April 2012

Keywords

foundations, terraced houses, production, costs

This thesis work examines the production alternatives for terraced house the foundations. The goal of this thesis work was to find new founding methods for terraced houses which would be cost efficient and more suitable for production when compared to the typical methods the company uses today. This thesis concerns three different terraced houses. Structurally this thesis work concerns the underneath structures of a base floors upper surface. The thesis work was made by studying literature about the subject and examining the finished terraced houses and houses that are being built by the company. Alternative founding methods were also studied.

The foundation is a crucial part of a building both structurally and cost effectively. Mistakes that occur during the making of the foundation are difficult and expensive to repair. The schedule, resources available and the time of the year all have an effect on the execution of a structure. The most cost efficient alternative is not always the most suitable method for a certain building.

The cost comparison gives the results for the overall expenses of the footing-plinth structure. These expenses include work, material and other expenses such as equipment rent, freight and other miscellaneous expenses. The cost differences between the founding methods depends on the working methods and the type of the contract. Secondhand materials make no difference in the overall expenses. The cost comparison includes foundation structures that are built at the site, half made mould systems and elements.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin YIT Rakennus Oy:n Talonrakennus Kaakkois-Suomen yksikköön. Haluan kiittää työni ohjaajia projektipäällikkö Kari Lahtea YIT Rakennus Oy:stä sekä yliopettaja Tarmo Kontroa ja lehtori Juha Karvosta Kymenlaakson ammattikorkeakoulusta.

Lisäksi haluan kiittää kaikkia opinnäytetyöhön osallistuneita ja myötävaikuttaneita, erityisesti kustannuslaskija Jarkko Nummelaa ja projekti-insinööri Minna Elorantaa YIT Rakennus Oy:stä sekä perhettäni.

Orimattilassa 2.3.2012

Anne Toroi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet	8
1.2	Opinnäytetyön rajaus	8
1.3	Opinnäytetyön toteutus	8
1.3.1	Asunto Osakeyhtiö Hollolan Willa Sarkatie	9
1.3.2	Asunto Osakeyhtiö Lahden Ajurinpuisto	10
1.3.3	Asunto Osakeyhtiö Iitin Ilkanportti	11
2	PERUSTAMISTAVAT	12
2.1	Kallionvaraiset perustukset	15
2.2	Maanvaraiset perustukset	15
2.2.1	Matalaperustus maanvaraisella alapohjalla	15
2.2.2	Matalaperustus ryömintätilallisella alapohjalla	16
2.2.3	Laattaperustus	16
2.2.4	Pilarianturaperustus	17
2.3	Massanvaihdon varaiset perustukset	17
2.4	Paaluperustus	17
3	RAKENNUKSEN PERUSTUKSET	18
3.1	Anturat	19
3.1.1	Paikallavaluanturat	19
3.1.2	Anturaharkko	20
3.2	Sokkeli	21
3.2.1	Paikallavalusokkeli	21
3.2.2	Sokkelielementti	21
3.2.3	Harkkosokkeli	22
4	VAIHTOEHTOISET RAKENNERATKAISUT PERUSTUKSIIN	25
4.1	Paikalla valettu antura ja elementtisokkeli	25

4.2	Harkkoperustukset	25
4.2.1	Anturaharkon toteutus	26
4.2.2	Harkkosokkelin toteutus	26
4.3	Soklex perustusjärjestelmä	26
4.3.1	Käyttökohteet	27
4.3.2	Perustusmuottimallisto	27
4.3.3	Toteutus	28
4.4	Perustava vahva valusokkeli	29
4.4.1	Käyttökohteet	29
4.4.2	Mallisto	30
4.4.3	Toteutus	31
4.5	LammiTassu-valmisanturamuotti	32
4.5.1	Mallisto	32
4.5.2	Toteutus	33
4.6	Tarjouspyynnöt	34
4.7	Tarjoukset	34
4.7.1	Soklex Oy:n tarjous	34
4.7.2	Perustava Oy:n tarjous	35
4.7.3	Lammi-Perustus Oy:n tarjous	36
5	TULOKSET	36
5.1	Toteutukseen vaikuttavia tekijöitä	36
5.1.1	Rakennusajankohta	36
5.1.2	Aikataulu	37
5.1.3	Henkilöressit	37
5.1.4	Urakan hinta	37
5.1.5	Maaston muodot	37
5.2	Vaihtoehtoratkaisujen kustannustehokkuus	38
5.3	Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannusvertailu	39
5.3.1	Vaihtoehto 1	39
5.3.2	Vaihtoehto 2	40
5.3.3	Vaihtoehto 3	41

5.3.4	Vaihtoehto 4	42
5.3.5	Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannustehokkain perustusvaihtoehto	42
5.4	Asunto Oy Lahden Ajurinpuiston kustannusvertailu	44
5.4.1	Vaihtoehto 1	44
5.4.2	Vaihtoehto 2	45
5.4.3	Vaihtoehto 3	46
5.4.4	Asunto Oy Lahden Ajurinpuiston kustannustehokkain perustusvaihtoehto	47
6	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	
	LIITTEET	

Liite 1. Ennakkotarjouspyyntö

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä YIT Rakennus Oy Talonrakennus Kaakkois-Suomen yksikön (myöhemmin tekstissä YIT) kanssa. Tarve työhön lähti yrityksen halusta kartoittaa vaihtoehtoisia rivitalon perustamisen tuotantomuotoja verrattuna käytössä oleviin muotoihin.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää uusia YIT:n tuotantoon sopivia ja kustannustehokkaita rivitalon perustamisvaihtoehtoja nykyisten YIT:n käyttämien perustamisvaihtoehtojen lisäksi. Työssä pyritään seulomaan perustamiseen edullinen ratkaisu, jonka tulee olla aikataulullisesti, logistisesti ja ympäristöteknilisesti hyvä. Työssä otetaan myös huomioon perustamistavan vaikutus perustuksiin.

Opinnäytetyön tavoite on löytää luotettava ja toteutuskelpoinen vaihtoehto, joka ei tuota laskenta-, hankinta-, suunnittelu- ja toteutusongelmia. Työhön on tarkoitus saada riittävän monipuolinen otos vaihtoehtoratkaisuja toimittavista yrityksistä, jotta työstä tulee kattava.

1.2 Opinnäytetyön rajaus

Työ on rajattu koskemaan YIT:n kolmea rivitalokohdetta. Kaksi kohteista on tulossa tuotantoon ja yksi kohde on jo valmistunut. Rakenteellisesti työ rajataan alapohjan yläpinnan alapuolisiin rakenteisiin.

1.3 Opinnäytetyön toteutus

Työn toteutuksen pääpiirteet ovat kirjallisuustutkimus, tutustuminen yrityksen nykytilanteeseen, vaihtoehtojen kartoitus, eri menetelmien kustannusten selvitys ja johtopäätösten teko. Tutkimuksessa on käytetty kolmea eri lähdetyyppiä, joista saatuja tietoja on verrattu toisiinsa. Lähdetyypit ovat kirjallinen materiaali ja YIT:n tuotantoon tulossa olevat rivitalokohteet sekä jo valmistuneet kohteet.

Kirjallisesta materiaalista on etsitty teorian tietoa tutkimuksen pohjaksi. Ajankohtaista ja päivitettyä kirjallista materiaalia on haettu internetistä. Tieto rivitalokohteista on

saatu projektipankeista, esitteistä ja YIT:n kustannuslaskijalta kustannusarvion ja menetelmälaskelmien muodossa. Tarjouskyselyitä on lähetetty vaihtoehtoratkaisuja perustamiseen tarjoaville yrityksille. Tarjousten ja YIT:n tavoitearvion pohjalta on tehty vertailu eri perustamisratkaisujen sopivuudesta YIT:n tuotantoon.

1.3.1 Asunto Osakeyhtiö Hollolan Willa Sarkatie

Willa Sarkatie käsittää kolme rivitaloa, joihin valmistuu 12 YIT-Kotia. Kuvassa 1 on kohteen asemapiirros. Huoneistot ovat yksitasoisia ja varustetasoltaan hyviä. Niihin kuuluu muun muassa tammilautaparketti, pesutiloissa laattapinnat sekä lattialämmitys, oma sauna ja keittiöissä monipuoliset kodinkoneet. Asunnoissa on lisäksi oma piha, tilava terassi ja kylmä irtaimistovarasto. (1.)

Willa Sarkatie sijaitsee Hollolan kunnan Kartanon alueella. Tontin pinta-ala on 6058,5 m². Huoneistotyyppinä on saatavana kolmea kokoa, 63,5–96,5 m². Suurin huoneistotyyppi on 4h+k+s ja pienin kaksio. Kohteen arkkitehtisuunnittelusta vastaa Vuorelma Arkkitehdit Oy. (1.)

Rivitalot perustetaan maanvaraisten perusanturoiden varaan. Anturat sekä maanvarainen alapohja tehdään paikalla valettuina. Sokkelit ovat betonielementtejä. Ulkoseinät ovat puurakenteisia, huoneistojen väliset seinät betonielementtejä ja asuntojen väliseinät levyverhottuja teräsrunkoisia seiniä tai kiviainesta. Kattomuoto on harjakatto, katteena on betonitiilikate. (1.)

Willa Sarkatie on myös energianero koti. Energianeron kodin suunnittelun lähtökohdista on säästää energiaa ja estää lämpöhäviöt. Asunnot on varusteltu tekniikalla, joka mahdollistaa itsenäisen energiankulutuksen seuraamisen ja sitä kautta kulutuksen vähentämisen. Energianeron kodin lämmitysmuotona on edullinen ja ympäristöystävällinen kaukolämpö. Tällaisen kodin vesikalusteet ja kodinkoneet on myös valittu energiaa säästäviksi (1.)



Kuva 1. Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien asemapiirros (1)

1.3.2 Asunto Osakeyhtiö Lahden Ajurinpuisto

Lahden Ajurinpuisto käsittää kolme rivitaloa, joihin valmistuu 14 YIT-Kotia. Kuvassa 2 on kohteen asemapiirros. Huoneistot ovat yksitasoisia. Asunnoissa on tammilautaparketti, pesutiloissa laattapinnat sekä lattialämmitys, oma sauna ja keittiöissä monipuoliset kodinkoneet. Asunnoista löytyy säilytystilaa niin sisältä kuin ulkoa, erillisestä irtainvarastosta. (2.)

Ajurinpuisto sijaitsee Lahden kaupungin Kariston alueella. Lahden keskustaan on matkaa vajaa 10 kilometriä ja ulkoilumahdollisuudet alueella ovat hyvät. Huoneistotyyppinä on saatavana kuutta kokoa, 61,5–97 m². Suurin huoneistotyyppi on 4h+k+s ja pienin kaksio. Kohteen arkkitehtisuunnittelusta vastaa Arkkitehtisuunnittelu Pakkanen Oy. (2.)

Rivitalot perustetaan teräsbetonipaaluvaraan. Paaluanturat ovat paikalla valettuja ja sokkelit tulevat elementteinä. Ulkoseinät ovat puuelementtejä ja asuntojen väliseinät levyverhottuja teräsrunkoisia seiniä. Kattomuoto on harjakatto, katteena on betoni-tilikate. (2.)



Kuva 2. Asunto Oy Lahden Ajurinpuiston asemapiirros (2)

1.3.3 Asunto Osakeyhtiö Iitin Ilkanportti

Iitin Ilkanportti käsittää neljä rivitaloa, joissa on yhteensä 18 kpl asuntoja (kuva 3). Huoneistot ovat yksitasoisia. Asunnoissa on laminaattilattiat, pesutiloissa laattapinnat, oma sauna ja perusvarustellut keittiöt. Tontilla on kolme ulkorakennusta, joista löytyy muun muassa irtaimistovarastot ja autopaikkoja. (3.)

Ilkanportti sijaitsee Iitin kunnan Kausalan alueella. Huoneistotyyppiä on kuutta kokoa, 46–82 m². Suurin huoneistotyyppi on 4h+k+s ja pienin kaksio. Kohteen arkkitehtisuunnittelusta vastasi arkkitehtitoimisto Andersson & Co. (3.)

Rivitalot on perustettu maanvaraisten perusanturoiden varaan. Anturat on tehty paikalla valettuina ja jatkuvina kantavien seinien kohdalle. Sokkelit on muurattu kevytsoraharkkoista. Sokkeleissa on käytetty perusharkkoja, eristeharkkoja ja valuharkkoja. Ulkoseinät ovat puurakenteisia ja asuntojen väliseinät levyverhottuja teräsrunkoisia seinä tai kiviainesta. Kattomuoto on harjakatto, katteena on betoniitiilikate. Iitin Ilkanportti valmistui keväällä 2010. (3.)



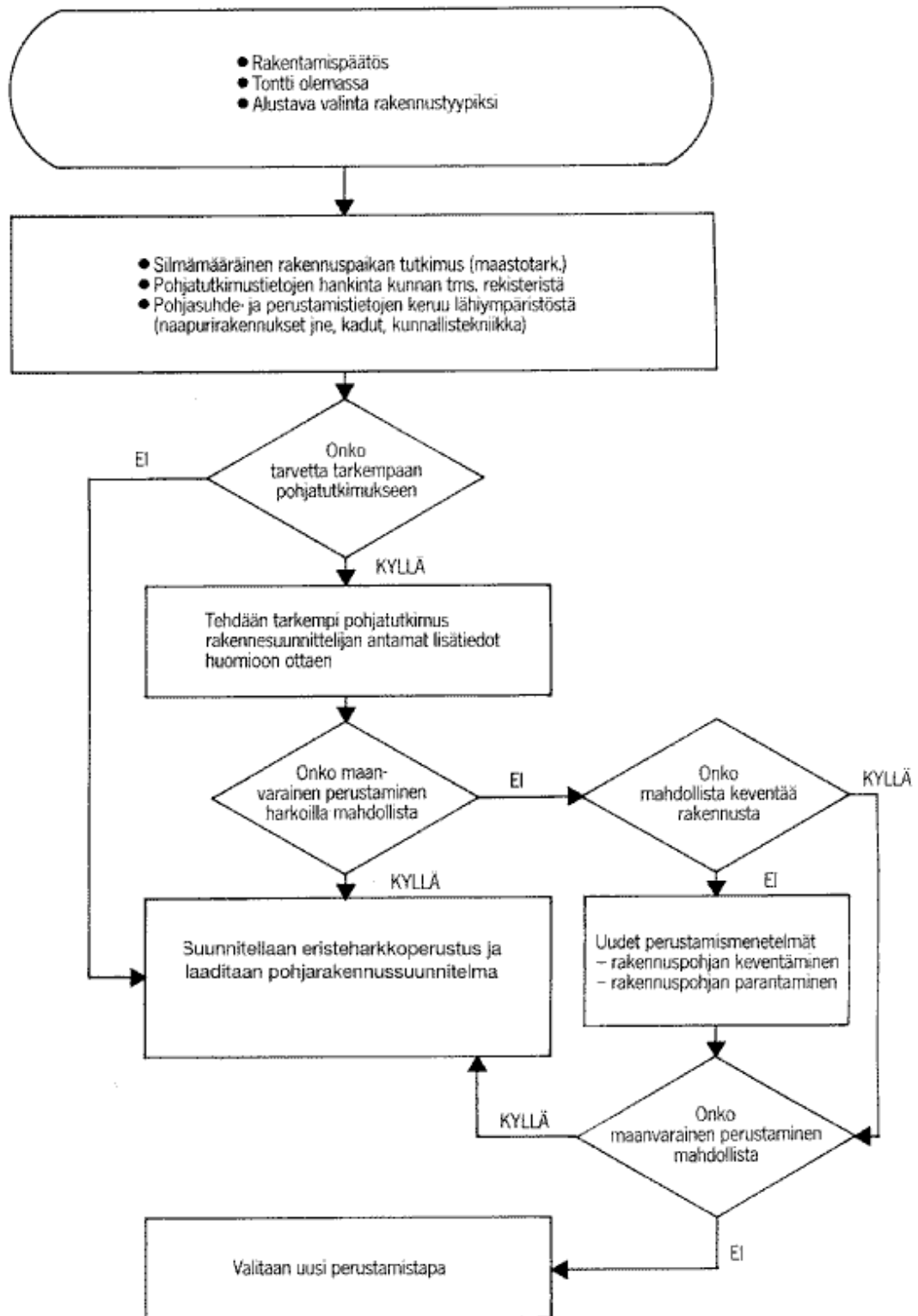
Kuva 3. Iitin Ilkanportti, 4 kpl rivitaloja (4)

2 PERUSTAMISTAVAT

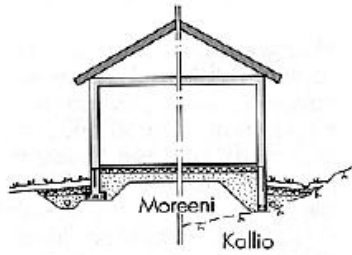
Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan rakennuspohjan laatu on tutkittava ennakoita rakennushankkeeseen ryhdyttäessä. Pohjan laatu selvitetään pohjatutkimuksella, jolla kartoitetaan rakennuspaikan pinnanmuodot, maaperän kerrokset, maakerrosten ominaisuudet, pohjavesisuhteet, kallioperän korkeusasema ja sen rakenne. Mikäli rakennuspaikalla on jo vanhaa rakennuskantaa, on tutkimuksessa otettava huomioon, että uusi rakennus voidaan sijoittaa suunnitellulle paikalle luotettavasti ja turvallisesti. (5, 214.) Pohjatutkimuksen tarkoituksena on kerätä tiedot, jotka johtavat perustamistavan ja -syvyyden valitsemiseen sekä auttavat perustusten suunnittelussa (6). Kuvassa 4 on esitetty perustamistavan valintaprosessi.

Pohjatutkimuksessa selvinneiden asioiden lisäksi perustamistavan valintaan vaikuttavat rakennuksen muoto, käyttötarkoitus ja käytettävät rakenteet sekä rakennukselle tulevat kuormat. Suunnittelun lähtökohtana on perustusten kunnollinen ja luotettava toiminta lujuuden ja lämmön- sekä kosteudeneristyksen suhteen. Perustamisessa tapahtuneet virheet ovat vaikeita sekä kalliita korjata. Perustuksille asetetut vaatimukset yritetään saavuttaa taloudellisesti. Merkittävä asia kustannusten kannalta on valita kohteeseen parhaiten soveltuva perustamistapa. (7.) Yleisimmät perustamistavat voidaan jakaa neljään kategoriaan: kallion varaan tehdyt perustukset, maapohjan varaan tehdyt perustukset, massanvaihdon varaan tehdyt perustukset ja paalujen varaan tehdyt perustukset (kuva 5) (5, 286).

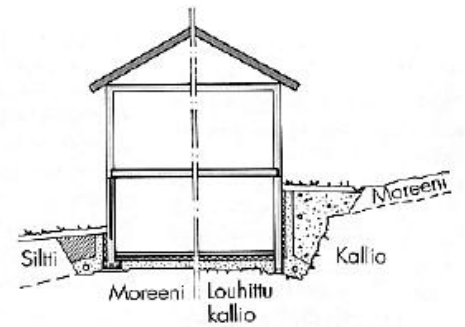
PERUSTUSTEN SUUNNITTELU



Kuva 4. Kaavio perustamistavan valinnasta (8, 43)



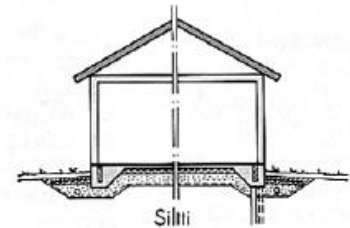
1. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja
Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat



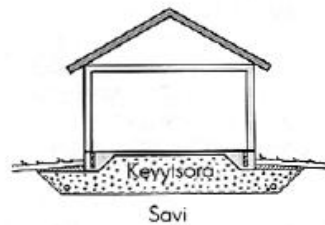
2. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari
Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, rinnemaasto



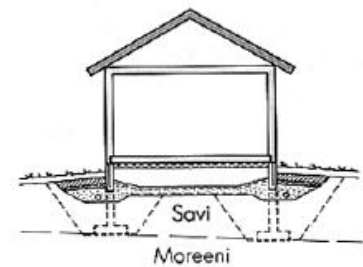
3. Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila
Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, tasaiset tai kaltevat rakennuspaikat



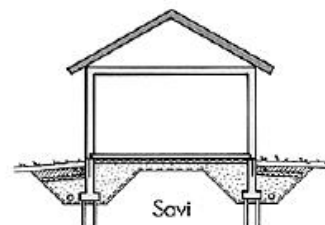
4. Laattaperustus
Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset rakennuspaikat



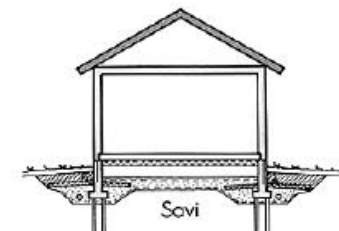
5. Laattaperustus, kevennysperustus
Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat



6. Pilari-palkkiperustus ja kantava alapohja, ryömintätila
Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, vaihtelevat perustamistasot



7. Paaluperustus ja kantava alapohja, maata vasten valettu
Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat



8. Paaluperustus ja kantava alapohja, ryömintätila
Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, kaltevat rakennuspaikat

Kuva 5. Pientalon perustamistapoja eri maaperäolosuhteissa (9)

2.1 Kallionvaraiset perustukset

Kalliolle tehdyt perustukset voivat olla perusmuuriperustuksia tai peruspilariperustuksia, jotka siirtävät rakennuksen painon suoraan kallion varaan (5, s.286). Ehjä, rapautumaton kallio on hyvin luotettava perustus pohja, joka kestää suuria jännityksiä. Kalliolle perustettaessa voidaan perusmuurit tuoda suoraan kalliota vasten ilman anturarakenteita, koska kallio ei roudi. Kallioperustus tulee edullisimmaksi painavien rakennusten, kuten tehdasrakennusten ja voimalaitosten ynnä muiden sellaisten, perustusmuotona. Kalliolle rakennettaessa joudutaan miltei poikkeuksetta louhimaan. Raskaisissa rakennuksissa kallio pohjan tuoma hyöty perustettaessa ohittaa louhintakustannukset. Rivitalojen ja omakotitalojen kantavuus löytyy hiekka- sekä savi- ja silttipohjiltakin, ja perustaminen näille tulee yleensä edullisemmaksi kuin kalliolle perustaminen. (10, 24.)

2.2 Maanvaraiset perustukset

Perusmaapohjan varaan eli kaivupohjalle tiivistetyn ohuen mursketäytön päälle tehdyt perustukset ovat yleensä anturaperustuksia, perusmuuri-, peruspilari- tai peruslaattaperustuksia (5, 287). Matalaperustus on yleinen pientalojen perustamistapa Suomessa. Matalaperustuksessa anturat ovat välittömästi maan tai kallion kannattamana routarajan yläpuolella. Matalaperustuksessa roudan pääsy perustuksiin on estetty routasuojauksella. Matalaperustus soveltuu niin routimattomille kuin routiville maalajeille sekä kantaville ja heikosti kantaville maapohjille. Maanvarainen perustaminen voidaan jakaa matala- ja syväperustuksiin. Syväperustuksissa perustuksen alapinta on routarajan alapuolella. (11.)

2.2.1 Matalaperustus maanvaraisella alapohjalla

Maanvaraisella laatalla tarkoitetaan yhtenäistä laattaa, joka perustetaan suoraan maan tai soratäytön päälle. Maanvarainen perustamistapa sopii karkearakeisille maalajeille, kuten moreenille. Karkearakeiselle maapohjalle tehdyn perustamisen edullisin ratkaisu on yleensä antura ja perusmuuri sekä maanvarainen lattia eli perusmuurianturaperustus. (12, 21.)

Matalaperustus maanvaraisella alapohjalla soveltuu rakennuspaikalle, jonka korkeuserot ovat pienet. Yli 500 mm korkeuserot kasvattavat täyttömääriä ja lisäävät kustan-

nuksia. Alapohjan ollessa maanvarainen perustuksia rasittaa vain seinärakenteilta tulevat kuormat, mutta pohjan kokonaiskuormitusta lisää kuitenkin täytön paino. Jos alapohja on kantava myös, alimman kerroksen lattiakuormat siirtyvät kantavien seinien kohdalla sijaitseville anturoille. (8, 42.)

Maanvaraisella alapohjalla olevan matalaperustuksen etuja ovat kaivumassojen vähäisyys, täyttömäärien kohtuullisuus ja yksinkertainen rakenne. Rakenteessa, laatan alapuolisen salaojituksen ansiosta, maa pysyy kuivana ja pohjavesipinnan taso sopivalla korkeudella. Perustamistavan haittoja ovat routaeristämisestä koituvat kustannukset sekä soveltumattomuus kaltevalle rakennuspaikalle. Rinteessä anturaa voidaan kuitenkin porrastaa 200 mm nousuin myötäillen rinnettä. (8, 51.)

2.2.2 Matalaperustus ryömintätalallisella alapohjalla

Ryömintätalallisella alapohjalla tarkoitetaan perusmuuriin tukeutuvaa alapohjarakennetta, jonka alapuolella on tuulettuva tila. Maanvaraiseen alapohjaan verrattuna ryömintätalallisen rakennuksen koko alalle tuleva kuormitus on pienempi, mikä johtuu sisäpuolisen täytön pois jäännistä. (8, 53, 54.)

Ryömintätalallisen alapohjan etuja ovat sen sopivuus vaihteleviin korkeuseroihin, vähäiset kaivu- ja täyttökustannukset, johdotusten ja putkitusten asennuksen ja muunneltavuuden helppous sekä taipumus vähentää maaperästä mahdollisesti tunkeutuvien radonkaasujen pääsy huonetiloihin. Perustamistavan haittoja ovat tuuletuksen aiheuttama lämmönhukka ja suurempi perustamissyvyys. Maanvaraiseen alapohjaan verrattuna ryömintätalallinen alapohja joudutaan usein perustamaan syvemmälle. (8, 54.) Tuulettutilaan ei saa jäädä orgaanista rakennusjätettä, vaan pohjalle laitetaan puhdasta hiekkaa tai kevytsoraa. Tuulettutilan on aina pysyttävä kuivana (13, 112).

2.2.3 Laattaperustus

Kun maan kantokyky on heikko, voidaan perustatapana käyttää reunavahvistettua laatataa. Tällöin edellytyksenä on, että huolimatta perusmaan huonosta kantavuudesta painumien tulee pysyä sallittujen kokonaispainumien ja kulmakiertyminen rajoissa. Sorran päälle tulevan laatan muotitus, raudoitus ja valu tapahtuvat kerralla. Jäykkä laatta jakaa rakennuksen kuormituksen koko rakennuksen alalle, jolloin yhdelle neliömetril-

le tuleva kuormitus on pieni. Reunavahvistetun laatan riittävä sokkelikorkeus on huomioitava. (13, 112.)

2.2.4 Pilarianturaperustus

Pilariperustus sopii hyvin kantaville perusmaille. Pilariperustuksessa pilareita on harvakseltaan ja ne ovat yleensä neliön muotoisten perusanturoiden varassa. Anturoiden kasvattaminen tulee kalliiksi, joten jos maa ei ole tarpeeksi kantava, ei perustusmuotoa kannata käyttää. (5, 287.)

2.3 Massanvaihdon varaiset perustukset

Arinalla tarkoitetaan kerrosta, joka on tehty perustuksien alle ja jonka tehtävä on jakaa rakennuksen paino luonnollisen maan varaan niin, että heikosti kantava maapohjakin kestää rakennuksen painon (5, 288). Arinaperustuksia voidaan pitää vaihtoehtona paalutukselle. Maata poistetaan talon alta rakennuksen ja täyteaineen massan verran, ja se korvataan usein kevytsoralla. (13, 111, 112.)

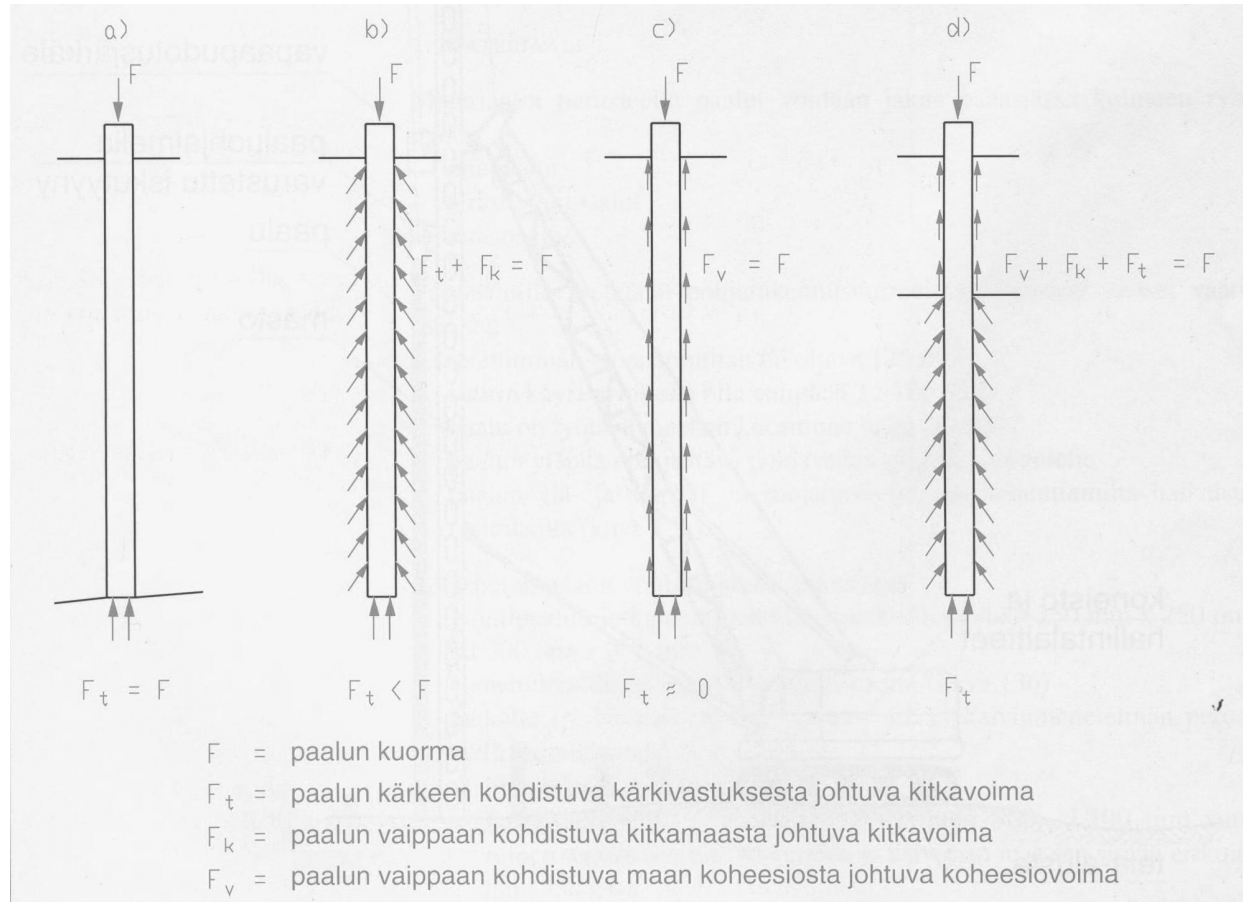
2.4 Paaluperustus

Alueilla, joilla pohjaolosuhteet ovat huonot, käytetään paaluja. Niillä saavutetaan teknisesti luotettava perustus. Paaluperustuksessa rakennuksen paino siirretään syvemmälle sijaitsevaan kantavaan maakerrokseen paalujen välityksellä. Paalujen käyttö ehkäisee painumien, siirtymien ja kiertymien syntyä (5, 325). Kantavan maakerroksen ollessa yli viidessä metrissä yleensä päädytään paaluperustuksiin (14).

Paalut jaetaan tukipaaluihin, kitkapaaluihin, koheesiopaaluihin ja välimuotopaaluihin. Jaottelu on esitetty kuvassa 6. Tukipaalu siirtää suurimman osan kuormasta kärjen välityksellä kallioon tai kantavaan maakerrokseen. Kitkapaalu siirtää pääosan kuormastaan maapohjan varaan, maan ja paalun vaippapinnan välisen kitkavoiman kautta. Koheesiopaalu toimii kitkapaalun tavoin, mutta kuorman siirtyminen tapahtuu vaippapinnalla syntyvän adheesion välityksellä. Välimuotopaalut toimivat kaikilla edellä mainituilla periaatteilla, maalajista riippuen. (5, 327.) Suomessa käytetään eniten teräsbetonista lyöntipaaluja. Perustettaessa paaluille tehdään antura usein paikalla valetuna (15). Anturan yläpuoliset rakenteet voidaan valita vapaasti. Teräsbetonisten lyöntipaalujen ja asennustyön hankinta kannattaa ottaa paalutusurakoitsijalta. Paalutusura-

koitsijalla on vastuu toimituksesta, asennuksesta ja paalujen sijainnin mittauksesta.

(14.)



Kuva 6. Paalujen jaottelu: a) tukipaalu, b) kitkapaalu, c) koheesiopaalu, d) välimuotopaalu (5, 327)

3 RAKENNUKSEN PERUSTUKSET

Rakennuksen perustusten tehtävänä on siirtää rakennuksen paino kantavalle maapohjalle, estää maanpohjan routimisesta sekä epätasaisista painumista johtuvat rakennevauriot ja suojata rakennusta maan kosteudelta ja pohjavesiltä (5, 286).

Perustusrakenteiden tehtävä on estää maaperän kosteuden ja maahan valuvien pintavesien pääsy rakenteisiin ja sisätiloihin. Rakennuspohjan salaojituksella ja tarvittavilla veden- ja kosteuseristyksillä torjutaan kosteuden haittavaikutukset. Sade- ja sulamisvesien seinää vasten patoutumisen estämiseksi maan pinta muotoillaan rakennuksesta

poispäin viettäväksi. Kolmen metrin matkalla viettoa pitää ohjeellisesti olla 15 cm. Maaperän kosteuden nouseminen lattiarakenteisiin estetään asettamalla alapohjan alle vähintään 200 mm veden kapillaarisen nousun katkaiseva kerros, esimerkiksi kevytsoraa. Myös perusmuuria, sokkelipalkkia tai kellarin seinää vasten laitetaan vähintään 200 mm kerros hyvin läpäisevää soraa. Puurakenteet pidetään erillään perustuksista kosteuseristeellä sekä aluspuun ja perustusten välinen sauma tiivistetään ilmapuotoja vastaan. Eristeenä ja tiivisteinä käytetään esimerkiksi kumibitumikaistaa, umpisolumuovinauhaa tai polyuretaanivaahtoa. (16, 6.)

3.1 Anturat

Rakennuksen kantavan rungon alle tehdyt anturat jakavat rakennuksen painon maapohjalle. Anturat ovat maanvaraisperustuksia. Anturoiden käyttökohteen mukaan voidaan erotella anturatyypit seinäanturaan ja pilarianturaan. Seinäanturassa on koko seinän pituudelta alapäässä levitysosa. Pilarianturassa on pilarin alapäässä joko neliön tai suorakaiteen muotoinen levitys. (5, 295.)

3.1.1 Paikallavaluanturat

Antura vaatii alustakseen aina kiinteän ja tasaisen maan, jotta epätasaiset painumat vältetään (5, 296). Anturoiden muotit tehdään yleensä laudasta tai vanerista (kuva 7). Lautai- tai vanerisiivut valmistetaan etukäteen. Etukäteisvalmistelut säästävät aikaa muotin kokoamisessa ja paikalleen tukemisessa (17). Muottikierron päätteeksi muottimateriaalin hyödyntäminen on hankalaa. Naulojen ja betonin poisto muottimateriaalista on työlästä ja käyttökohteita puhdistuksen jälkeen ovat toisarvoiset rakenteet tai käyttö polttopuuna. Muottijärjestelmät, joissa muotti jää rakenteen osaksi ovat harkinnan arvoisia vaihtoehtoja (18). Pientalorakentamisessa anturanvalumuotteina käytetään myös sokkelin harkkoja. Harkkomuotin lopputulos ei kuitenkaan ole yhtä hyvä kuin muottilaudoitettussa ratkaisussa.

Kaikkien valumuottien käyttö voi aiheuttaa monia ongelmia, ja sen takia tekijöiden pitää olla ammattitaitoisia. Muotin mittojen tulee vastata rakenteen mittoja, jotta valettavasta rakenteesta saadaan oikean muotoinen ja kokoinen. Muotin tulee kestää tuoreen betonimassan aiheuttama valupaine ilman, että se muuttaa muotoaan tai mittojaan (19). Anturat tehdään omalla työvaiheellaan ja niiden päälle asennetaan myöhemmin joko peruspilarit tai perusmuurit eli sokkelit (5, 298).



Kuva 7. Vanerimuottiin valettu antura (20)

3.1.2 Anturaharkko

Anturaharkot ovat kevytsorasta valmistettuja erikoisharkkoja (kuva 8). Rakennuspohjan ollessa hyvä anturaharkkoja käyttämällä vältetään kokonaan muottityö ja betonivalu. Hyvällä rakennuspohjalla tarkoitetaan tasaista ja hyvin kantavaa perusmaata. Anturaharkot laitetaan tiivistetyn soratäytön päälle ja ne hierretään tiiviisti alustaansa vasten. Anturaharkkojen yläpinnassa sijaitsevat kourut, joihin asennetaan kolme harjaterästankoa (\varnothing 8 millimetriä), jotka valetaan umpeen. Anturaharkkojen tekniset ominaisuudet ovat samat kuin perusharkkojen (21). Perusharkkojen ominaisuuksista kerrotaan luvussa 3.2.3.



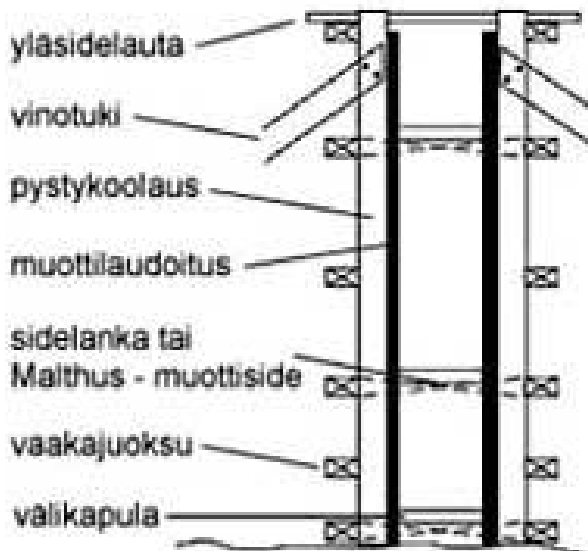
Kuva 8. Anturaharkko (22)

3.2 Sokkeli

Sokkeli eli perusmuuri toimii jalustana ylärakenteille sekä rakennuksen kuorman siirtäjänä anturalle. Sokkeli tehdään valamalla betonista, joko paikallavaluna tai elementtinä, tai muuraamalla harkoista. Se voi olla kylmä tai lämpöeristetty. (5, 301.)

3.2.1 Paikallavalusokkeli

Sokkelimuotit valmistetaan yleensä 22 x 100 mm sahatavarasta. Muottityö nopeutuu, jos materiaalina käytetään vaneria. Muotit tuetaan valupaineen takia. Muurin muottipinta naulataan lautapystytukiin ja pystykoolaus tukeutuu vinotukiin. Muottiseinämät sidotaan yhteen 5 - 6 mm teräslangalla tai harjateräksillä, jotka on varustettu muottilaukoilla. Näitä kutsutaan sideteräksiksi ja ne asennetaan noin 50 cm välein. Muottivälikkeenä käytetään seinän vahvuuden mittaista, valun yhteydessä poistettavaa puukapulaa. Sen tehtävä on säätää muotin leveys oikeaksi. Kuvassa 9 on sokkelimuotin osat. Valu suoritetaan betonipumpulla tai suoraan kuljetusauton kourusta ja lopuksi betonimassa tiivistetään. (17.)



Kuva 9. Sokkelimuotin osat (21)

3.2.2 Sokkelielementti

Sokkelielementtejä valmistetaan kolmea tyyppiä; sandwich-elementtejä, eristämättömiä sokkelipalkkeja ja ontelolaattoja. Suunnittelussa pyritään siihen, ettei elementtejä

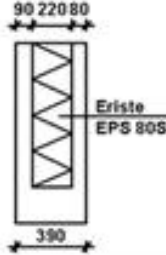
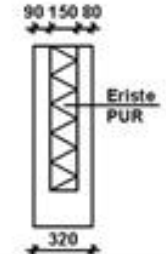
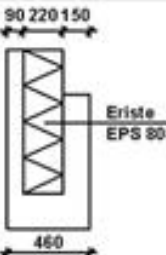
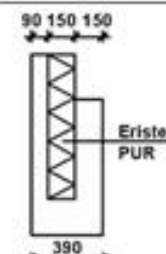
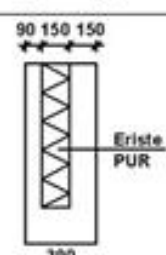
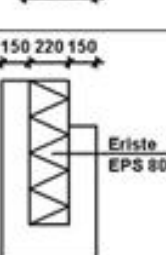
tarvitse loveta alapinnastaan. Elementtien korkeusaseman valinnalla ja sokkelien tukeutumisella suoraan anturan yläpintaan voidaan vaikuttaa loventaan. Elementin ja anturan välissä käytetään elementin asennuspala. 30 mm asennusvara otetaan huomioon anturoita tehtäessä. (24.)

Sandwich-sokkelirakennetta voi käyttää kaikissa rakennustyypeissä. Elementtien tuenta tapahtuu seinäanturoiden tai pilarianturoiden päältä. Sandwich-sokkelielementin sisäkuoren paksuus on 80–180 mm, ja se valitaan yläpuolisten rakenteiden ja kuormitusten perusteella. Elementti saadaan halutun paksuiseksi säätämällä sisäkuoren paksuutta. Yleensä elementin eristeenä käytetään polystyreeniä eli EPS-eristettä tai polyuretaania eli PUR-eristettä, joiden paksuus on yleensä 150 tai 220 mm. Elementin ulkokuoren paksuuteen vaikuttavat yläpuolinen seinärakenne sekä käytettävä pintamateriaali. Ulkokuoren suositeltu paksuus on 90 tai 150 mm. Kuvassa 10 on esitetty sokkelielementtien suosituskokoja. Raudoitus on aina suunniteltava kaikkiin kohteisiin erikseen. Vakiokorkuisia elementtejä on neljää kokoa: 770, 970, 1170 ja 1470 mm. (24.)

Ontelolaattasokkeli soveltuu hyvin paalutettuihin rivitalokohteisiin. Sitä on saatavana sekä eristettynä että eristämättömänä. Ontelolaattasokkelia voidaan valmistaa jopa 12-metrisenä, kun normaalin sokkelielementin suositeltu maksimipituus on 8 - 9 metriä. (24.)

3.2.3 Harkkosokkeli

Harkot jaetaan valmistusmateriaalin mukaan kahteen tyyppiin, betoni- ja kevytsora-harkkoihin. Harkkojen saatavuus on hyvä, koska Suomessa on useita harkkojen valmistajia (25, 8). Muuraamalla tehdyn sokkelin ominaisuuksia ovat hyvä lämmöneristävyys, työvaiheiden vähäinen määrä, arkuus halkeamille, heikohko kantavuus ja kosteuseristävyystöiden suuri tarkkuusvaatimus (5, 306).

SOKKELITYYPPI	YLÄPUOLINEN SEINÄTYYPPI
	<p>Ei kantava sandwich-elementti</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 80mm Eriste mineraalivilla tai EPS 240mm Ulkokuori 70mm <p>Paksuus 390mm</p>
	<p>Ei kantava sandwich-elementti</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 80mm Eriste EPS 180mm $\lambda_D \leq 0,031$ W/mK Ulkokuori 70mm <p>Paksuus 330mm</p>
	<p>Kantava sandwich-elementti</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 150mm Eriste mineraalivilla tai EPS 240mm Ulkokuori 70mm <p>Paksuus 460mm</p>
	<p>Kantava sandwich-elementti</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 150mm Eriste EPS 180mm $\lambda_D \leq 0,031$ W/mK Ulkokuori 70mm <p>Paksuus 400mm</p>
	<p>Rapattu julkisivu</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 150mm Eriste mineraalivilla 240mm Ohutrappaus 10mm <p>Paksuus 400mm</p> <p>Rappausjärjestelmä voi vaihtoehtoisesti olla 220mm eriste ja 25 mm rappaus.</p>
	<p>Muurattu julkisivu</p> <ul style="list-style-type: none"> Sisäkuori 150mm Eriste mineraalivilla 220mm ilmarako 40mm Muuraus 130 mm <p>Paksuus 540mm</p>

Kuva 10. Sokkeli-elementtien suosituskokoja sekä niiden yläpuolelle soveltuvia ulko-seinätyyppejä (24)

Betoniharkot soveltuvat hyvin perustuksien tekoon. Niiden avulla pystytään rakentamaan sokkelit ilman erillisiä muottirakenteita. Betoniharkon raaka-aineet ovat luonnonkiviaines, sementti ja vesi (26). Harkot ovat mittatarkkoja, ja niiden sovittaminen muihin rakennusosiin on helppoa moduulimitoituksen ansiosta. Betoniharkkoja valmistetaan useita eri leveyksiä. Niiden korkeus on normaalisti 190 mm 10 mm laastisaumalla, jolloin harkkokerroksen korkeus on 200 mm eli moduulein 2M. Harkkojen leveydet mitoitetaan vastaavasti kuin korkeus (27). Betoniharkkojen laskennallinen käyttöikä on 50–100 vuotta, harkot ovat pakkasenkestäviä ja ne ovat tiiviitä, joten niitä ei tarvitse pinnoittaa (25, 20).

Betoniharkkoja valmistetaan kahta tyyppiä. Ne eroavat toisistaan asennustavaltaan. Harkkotyypit ovat muurattava betoniharkko ja muottiharkko. Muurattavassa betoniharkossa on valmiit urat, joihin asennetaan vaakasuuntaiset harjateräksiset muurauksen yhteydessä. Urien ansiosta teräksen vaatimat suojaetäisyydet täyttyvät. Betoniharkot muurataan normaalilla M100/500-muurauslaastilla. Betonimuottiharkot ladotaan päällekkäin, mutta niitä ei muurata toisiinsa kiinni. Niissä on onkalot, jotka päällekkäin aseteltuna muodostavat yhtenäisen verkoston. Ladottavissa muottiharkoissa on muurattavien betoniharkkojen tapaan valmiit paikat raudoitusteräksille. Haluttaessa lisätä vaakavoimien kantokykyä voidaan muottiharkkoihin vaakasuuntaisten raudoitteiden lisäksi asentaa pystysuuntaisia raudoitteita. Raudoitteet asennetaan ladonnan yhteydessä ja ladonnan jälkeen onkalot valetaan täyteen juoksevalla betonimassalla. Notkea betonimassa täyttää harkkojen onkalot, jolloin rakenteesta tulee yhtenäinen ja tiivis. Muottiharkot tarvitsevat tuentaa ennen valua. Sekä muurattavista että ladottavista betoniharkoista löytyy myös lämpöeristetyt vaihtoehdot. Tällaisen harkon rakenne muodostuu paisutetusta polystyreenistä (EPS) ja betonikerroksista, joiden väliin EPS on sijoitettu. (27.)

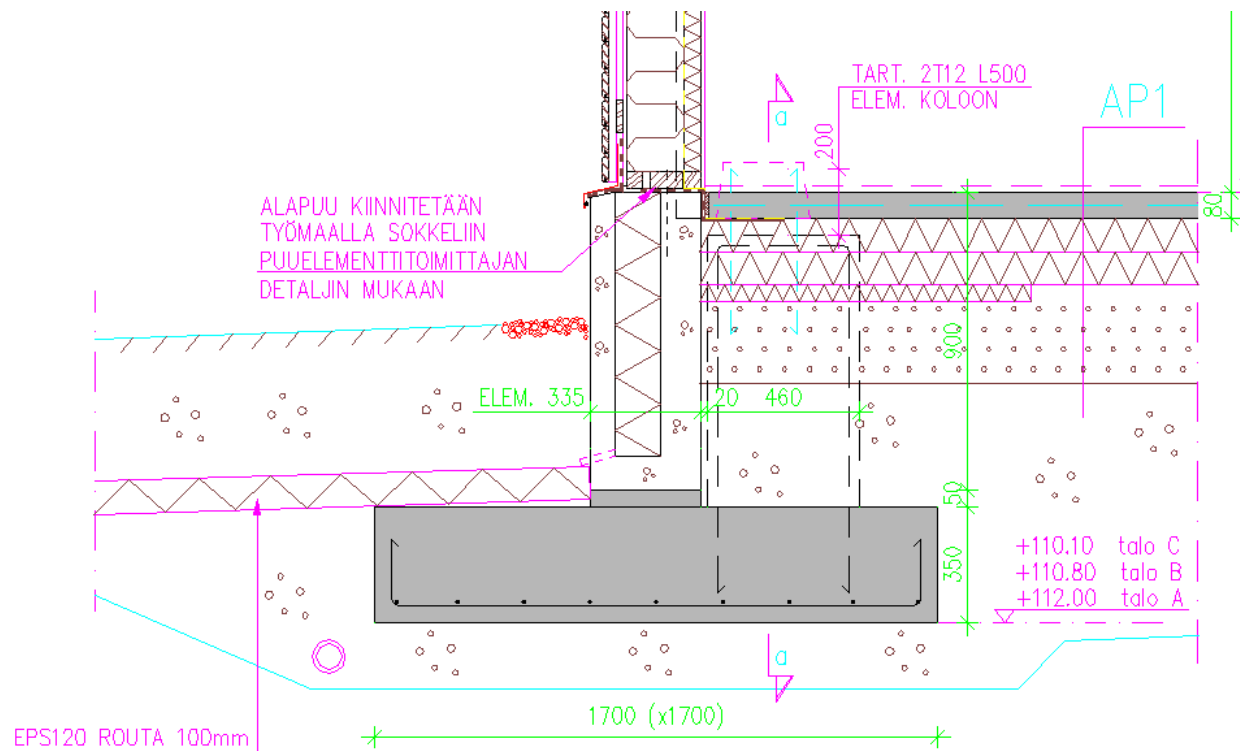
Kevytsoraharkot valmistetaan kevytsorasta, rakennussementistä, vedestä ja täyteaineista. Kevytsoraharkot ovat standardimittaisia ja ne on suunniteltu käytettäväksi moduulimitoitetuissa rakenneosissa. Niiden vaakamoduuli on 300 mm ja korkeusmoduuli 200 mm, leveys vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Kevytsoraharkkoja on myös eristeharkkoina, mutta niiden mitoitusta ei ole standardisoitu. Harkot ovat mittatarkkoja rakennuskappaleita ja aina muurattavia toisin kuin betoniharkot. (25, 8, 9, 13.)

Kevytsoraharkkorakenteiden hyviä ominaisuuksia ovat keveys, lujuus, sään- ja pak-
kasenkestävyys ja palamattomuus. Kevytsoraharkko on huokoisuudestaan johtuen ai-
na pinnoitettava esimerkiksi slammaamalla, rappaamalla tai tasoittamalla. (25, 13, 14.)

4 VAIHTOEHTOISET RAKENNERATKAISUT PERUSTUKSIIN

4.1 Paikalla valettu antura ja elementtisokkeli

YIT:n normaalissa tuotannossa oleva tavallinen anturarakaisu on paikalla valettava.
Paikallavaluanturasta kerrotaan opinnäytetyön luvussa 3.1.1. Sokkelin tuotantomuoto
on elementti, josta kerrotaan luvussa 3.2.2. Kuvassa 11 on YIT:n normaalissa tuotan-
nossa oleva perustusratkaisu. Tässä työssä etsitään kilpailukykyisiä vaihtoehtoja
paikalla valetulle anturalle sekä elementtisokkelille.



Kuva 11. YIT:n normaalissa tuotannossa oleva perustusratkaisu (28)

4.2 Harkkoperustukset

Harkoista on mahdollista tehdä niin antura kuin sokkelikin. Anturaharkosta kerrotaan
tämän työn luvussa 3.1.2 ja harkkosokkelista luvussa 3.2.3.

4.2.1 Anturaharkon toteutus

Maan epätasaisuudet tasataan sora- tai murskekerroksella suunniteltuun tasoon. Anturan alustäyttö tiivistetään ja sen päälle voidaan laittaa enintään 20 mm tasaushiekka-kerros. Anturaharkot asennetaan linjalangan avulla tasauserroksen päälle ja hierretään paikalleen. Harkkojen yläpinnan kouruun asennetaan tarvittava rauditus ja kouru täytetään betonilla. Anturaharkoilla on mahdollista tehdä porrastus kaltevaan maaperään. (25, 59.)

4.2.2 Harkkosokkelin toteutus

Harkkosokkeli voidaan aloittaa anturaharkon tai betonianturan päältä. Harkkomuuraus etenee nurkasta aloittaen kerros kerrallaan. Linjalanka ohjaa muurausta aina tulevan kerroksen yläreunan kohdalla. Harkot lasketaan laastikerroksen päälle ja ne voidaan koputella kumivasaralla paikoilleen. Laastinlevitykseen paras työkalu on muurauskelkka, jolloin laastikerroksesta tulee tasainen. Harkon rauditusurat täytetään laastilla ja niihin painetaan suunnitelmien mukaiset teräkset. Raudoituksia ei saa painaa uran pohjaan, jotta suojaetäisyydet täytyvät. Saumoista ylipursunnut laasti poistetaan ennen sen jähmettymistä. Sokkeli pintakäsitellään, jotta harkkorakenne saavuttaa riittävän ilmatiiviuden. (25, 59, 60.)

Sokkeli voidaan tehdä myös muottiharkoista. Se toteutetaan samoin kuin muurattava sokkeli, mutta valettavat harkot ladotaan päällekkäin limittäin, jolloin rakenteeseen muodostuu valuontelot betonointia varten. Muottiharkkoja ei muurata ladonnan yhteydessä toisiinsa kiinni, vaan ladonnan jälkeen onkalot valetaan notkealla betonimassalla. (25, 61.)

4.3 Soklex perustusjärjestelmä

Soklex Oy on perustamiseen ja eristämiseen erikoistunut, yli 20 vuotta vanha suomalainen perheyhtiö. Se valmistaa perusmuotteja sekä alapohja- ja routaeristeitä. (29.) Kuvassa 12 on esitetty muotin periaate.



Kuva 12. Soklex-perusvalumuotti valettuna (30)

4.3.1 Käyttökohteet

Soklex-valmismuotit soveltuvat hyvin erityyppisiin kohteisiin. Niitä voidaan käyttää pien- ja rivitaloissa, lomarakennuksissa, pienkerrostaloissa sekä maatalous- ja teollisuusrakennuksissa. Matalaperustuksissa muotti ja valettu betonirakenne toimii maanvaraisena anturana ja sokkelina. Laattaperustuksissa se toimii reunapalkkina ja paalu-perustuksissa palkkina. Perustusjärjestelmä soveltuu niin teräsbetoni- kuin teräspaalu-perustamiseen. Soklex-muottien käyttö ei poissulje mitään runkomateriaalia. Soklex-järjestelmän muilla tuotteilla, kuten pilarimuotilla, anturalaatikolla ja paaluanturamuotilla, voidaan täydentää perustusratkaisuja. (29.)

Antura- ja sokkelimuotit sopivat matalaperustamiseen silloin, kun maaperä on moreenia, soraa tai hiekkaa. Kallion päälle perustettaessa täytyy sorasta tai murskeesta tehdä tasauskerros. Siltti- ja savipohjallekin perustaminen on mahdollista, mikäli rakennuksen painumat ovat sallituissa rajoissa. (29.)

4.3.2 Perustusmuottimallisto

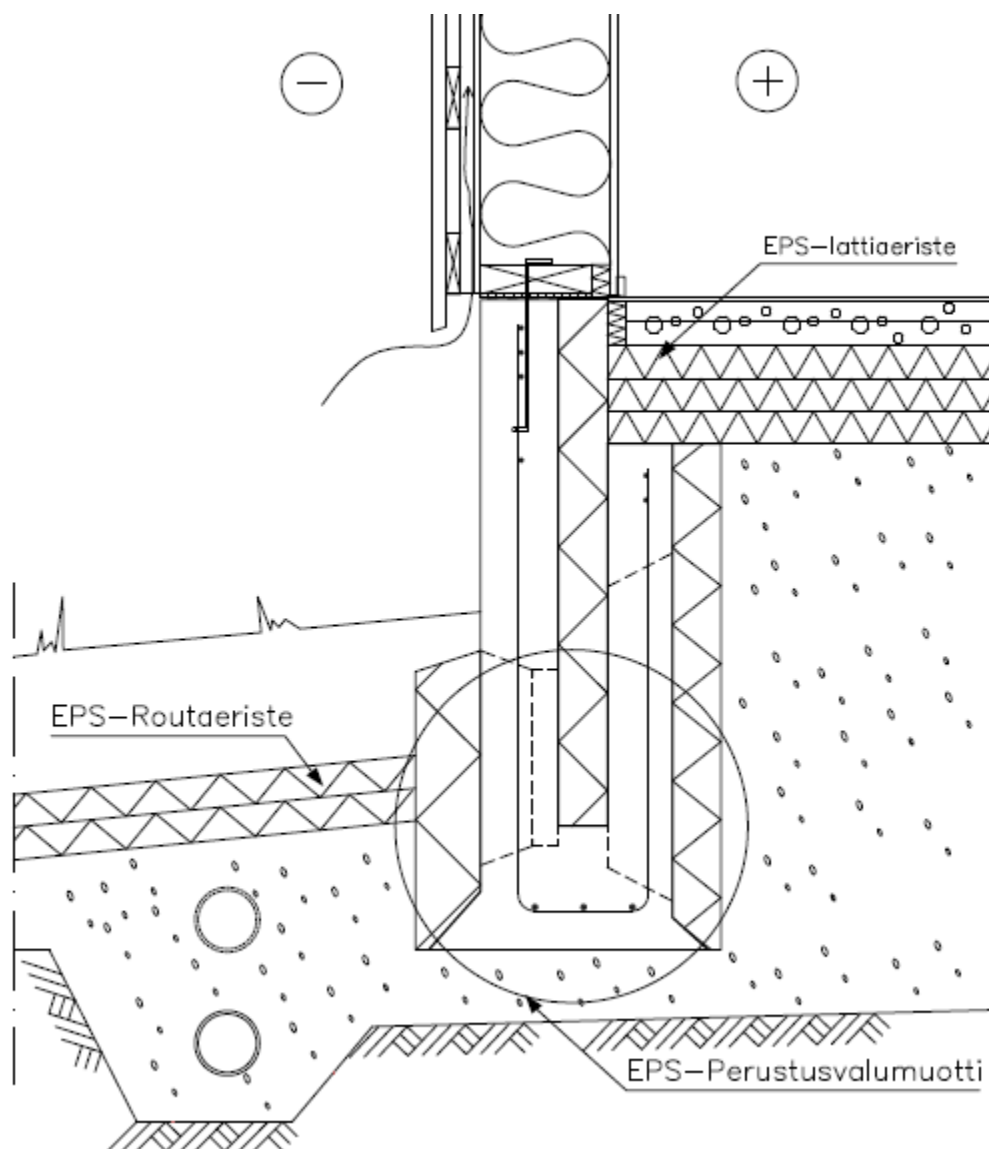
Soklex-valmismuotti on perustusten valumuotti, joka on valmiiksi raudoitettu ja lämpöeristetty (kuva 13). Valumuotin avulla saadaan valettua antura ja sokkeli samaan aikaan. Valmismuotit valmistetaan hyvän lämmöneristävyyden omaavasta solupolystyreenistä (EPS). (29.)

Muottimallistoon kuuluu useita muottimalleja. Ne mallit, joissa sokkeli on halkaistu, soveltuvat lämpimien rakennusten perustuksiin. Antura- ja sokkelimuotit ovat neljä metriä pitkiä ja niiden vakiokorkeudet ovat 600 - 1200 millimetriä. Anturaleveydet ovat 300 - 600 millimetriä. Soklex Oy:n järjestelmällä voidaan toteuttaa useita työmaakohtaisia ratkaisuja, esimerkiksi tuulettuvat alapohjat, korkeat sokkelit ja porrastukset. Kaikista muottimalleista on myös mahdollista tehdä reunavahvistettu laatta. Perusmuotteja voidaan muunnella tilaajan mitoituksen mukaisiksi. (30.)

Perusmuottijärjestelmän etuina voidaan pitää sen soveltuvuutta kaikkiin vuodenaikoihin, kestävyyttä ja lujuutta, lämmöneristysominaisuuksia, soveltuvuutta moniin kohteisiin ja valmista betonipintaa, joka ei vaadi pintakäsittelyjä. Valmis raudoitus ja lämpöeristys, kerralla valettavuus ja nopeus ovat myös järjestelmän etuja. (30.)

4.3.3 Toteutus

Tiivistetyn ja tasatun sorakerroksen päälle asennetaan muovilaudat. Ne ovat korkolautoja, joiden yläpinta on anturan alapintataso. Muottien laitto aloitetaan nurkasta. Muottien asennus etenee nurkan paikalleen laittamisen jälkeen liittyvän muotin jakoteräksien laitolla paikalla olevan muotin hakojen sisäpuolelle. Muottien asentamisen jälkeen tehdään tarkastusmittaukset, minkä jälkeen aloitetaan soratäyttö valmismuotin kummaltakin puolelta. Muottien yläosan raudoitusjatkeet sidotaan yhteen ja tuennat asennetaan paikoilleen. Tuentoihin ripustetaan valmismuotin raudoitteet. Betonointi tehdään sisä- ja ulkokuoren väliin. Valukerrokset tiivistetään sauvatäryttimellä ja lopuksi valun yläpinta hierretään tasaiseksi. Viimeistään viiden vuorokauden jälkeen valusta tuennat puretaan ja muotin ulkopuolinen eristelevy poistetaan katkaisuviivaa myöten. Haluttaessa sokkeli voidaan pinnoittaa. (30.)



Kuva 13. Soklex Oy:n periaatepiirros, jossa maanvarainen laatta ja puurunko (31)

4.4 Perustava vahva valusokkeli

Perustava Oy on rakennusalan yritys, joka on erikoistunut paikalla valettavien betoni-perustusten urakointiin. Se toimii laajalti koko Suomessa. (32.)

4.4.1 Käyttökohteet

Perustava Oy:n betoniperustukset soveltuvat erityyppisiin rakennuksiin, kuten pientaloihin, halleihin ja huviloihin. Perustava Oy tarjoaa laajan ja muuntuvan malliston maanvaraisiin ja paalutettaviin kohteisiin. (32.)

Maaperän kantavuuden mukaan valitaan perustamistyyppi. Hyvin kantavalla maaperällä ei tarvita erillistä anturaa, vaan paikalla valettu betonisokkeli anturalevennyksellä riittää. Lisäantura valetaan ennen sokkeliä heikommin kantavilla maaperillä (kuva 14). Paikalla valettu, saumaton tuplalämpöeristetty sokkelipalkki soveltuu paalutettaviin kohteisiin. Tällaiseen kohteeseen on mahdollista asentaa ontelolaatta-alapohja. Matalaperustuskohteisiin Perustava Oy pystyy tarjoamaan vakioidun mallin joko valmiina tai pienillä muutoksilla. (33.)



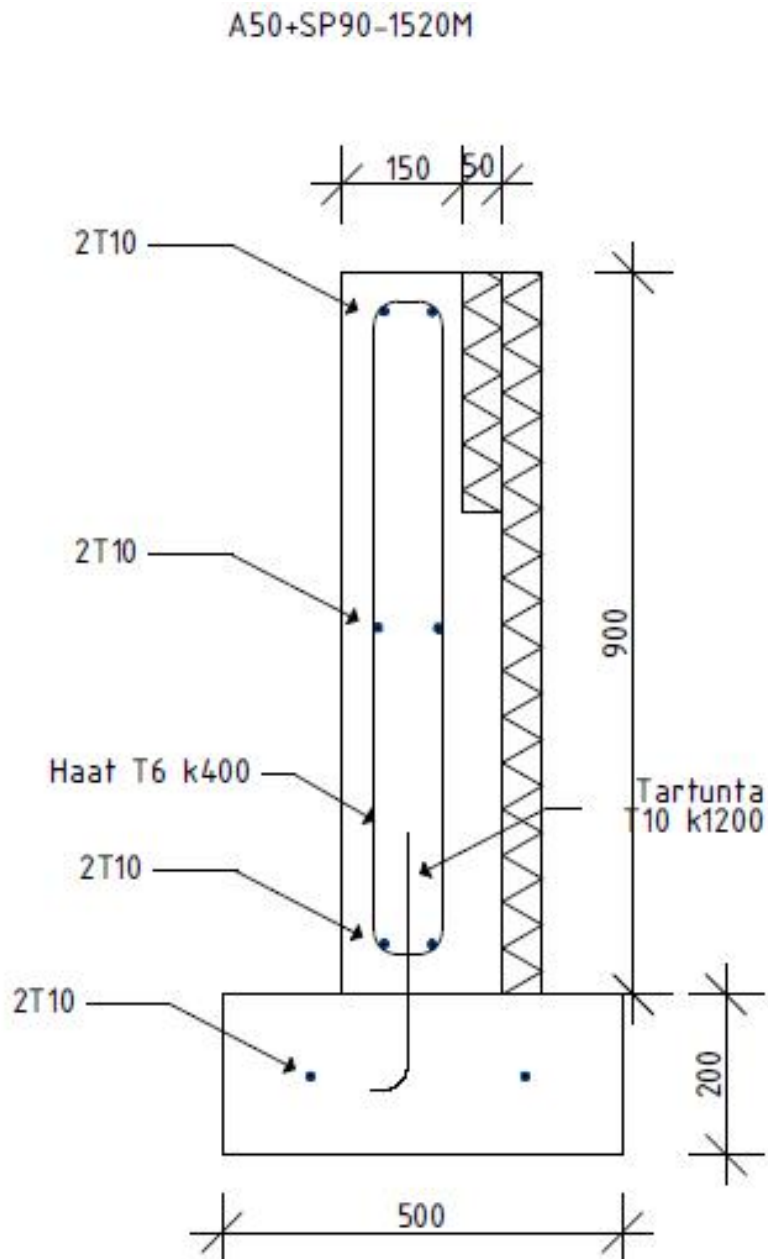
Kuva 14. Perustava Oy:n malli valutetusta antura-sokkelirakenteesta (34)

4.4.2 Mallisto

Maanvarainen lattialaatta -rakenteessa sokkelipalkin vakiokorkeudet ovat 750 ja 900 millimetriä, anturaosan leveys on valittavissa. Rakenne on lämpöeristetty. Kuvassa 15 on esitetty Perustava Oy:n antura ja sokkelirakenne. Tuulettuvan alapohjan sokkelipalkissa on kulku- ja tuuletusaukot, muuten se vastaa maanvaraisen lattialaatan palkkia. Ryömintätilan vapaakorkeus on 800 mm. (32.)

Kantavien sokkelipalkkien vakiokorkeudet ovat 750 ja 900 millimetriä ja leveydet vaihtelevat 250:stä 350 millimetriin. Ontelolaatta-alapohjalla palkki on korkeampi ja siinä on porrastettu tukipinta ontelolle. Paalukohteissa paalujen yläpäät valetaan palkin sisään, joten erillisiä paaluhattuvaluja ei tarvita. (32.)

Vahvan valusokkelin etuja ovat muun muassa rakenteen saumattomuus, vahvuus, tekonopeus, mittatarkkuus ja sen käyttömahdollisuus ympäri vuoden. Valusokkelista tulee siisti valupinta, eikä se tarvitse välttämättä pinnoitetta. Ratkaisu on myös mittatarkka. (32.)



Kuva 15. Perustava Oy:n antura ja sokkelipalkki maanvaraiselle laatalle (34)

4.4.3 Toteutus

Vahva valusokkeli toteutetaan paikalla valettuna. Valu tehdään vanerimuotteihin. Muotti on yhtenäinen kappale, joten rakenteesta tulee täysin saumaton. Raudoitukset

ovat hitsattuja elementtejä, jotka takaavat tasalaatuisuuden ja riittävät suojabetonietäisyydet perustuksiin. Valmis rakenne saadaan keskimäärin kahdessa tai kolmessa työpäivässä. (32.)

4.5 LammiTassu-valmisanturamuotti

Lammi-Perustus Oy:n tarkoitus on kehittää uudenlaisia ja turvallisia perustusratkaisuja rakentajien käyttöön. Yritys kuuluu Lammin Betoni -konserniin. Lammi-Perustus Oy valmistaa LammiTassu-valmisanturamuotteja (kuva 16). (35.)



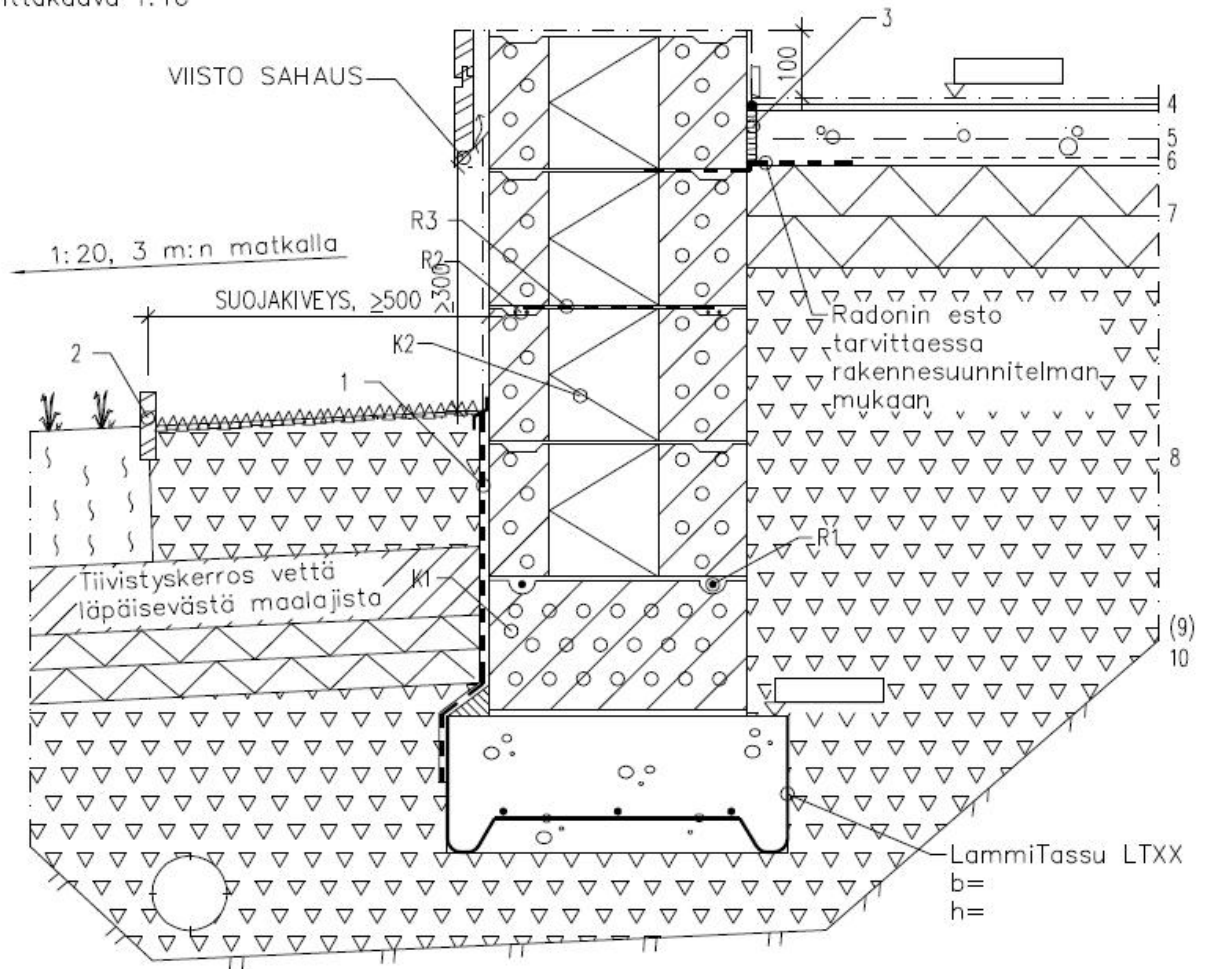
Kuva 16. LammiTassu-valmisanturamuotti valettuna (36)

4.5.1 Mallisto

Anturamuotti on viisi metriä pitkä valmiiksi raudoitettu rakenne (kuva 17). Sen paino on 20 kg. Muotti on päällystetty PE-muovikalvolla. Muottiin voidaan asentaa lisäraudoitus. Valun jälkeen muottia ei tarvitse purkaa, eikä siitä näin ollen synny rakennusjätettä. Muottijärjestelmän päälle pystytään heti valun kuivuttua asentamaan suunnitelmien mukainen sokkeli. (36.)

Anturamuotit soveltuvat niin ammattirakentajille kuin omakotirakentajallekin. Muotin työ on helppoa ja jokaisen toimituksen yhteydessä tulee yksityiskohtainen ja selkeä työohje, joka sisältää ohjeet liitosten ja päätykappaleiden tekoon. LammiTassu-valmisanturamuotti on nopea ja helppo rakennerratkaisu. (36.)

Mittakaava 1:10



Kuva 17. Lammi-Perustus Oy:n anturatassu matalaperustuksessa maanvaraisella alapohjalla (37)

4.5.2 Toteutus

Muotit asennetaan tasaiselle ja tiivistetylle maalle. Linjat muoteille merkitään maahan. Valmismuottien asennus aloitetaan kulmasta. Mikäli maapohjalla on tasoeroja, muotin sivut leikataan auki ja muotti taivutetaan luiskan muotoon. Muottiin jäävät aukot paikataan jäännöspaloilla ja sidontalangalla. Alle 200-millimetristä muottia ei tarvitse tukea. Mahdollinen lisäraudoitus asennetaan ennen valua. Lopuksi muotti betonoidaan ja tasataan korkoon. Betonin kovetuttua antura on valmis. (36.)

4.6 Tarjouspyynnöt

Vaihtoehtoisten perustamisratkaisujen kustannus- ynnä muuta vertailua varten lähetettiin tarjouspyynnöt Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien ja Asunto Oy Lahden Ajurinpuiston perustusurakasta Soklex Oy:lle, Perustava Oy:lle ja Lammi-Perustus Oy:lle. Tarjouspyynnöt tehtiin YIT:n käyttämälle tarjouspyyntökaavakkeelle. Tarjouspyynnöissä pyydettiin ennakkohintatarjousta kyseisten kohteiden perustuksista. Liitteessä 1 on esitetty tarjouspyyntö Hollolan Willa Sarkatie –kohteeseen.

Tarjouksien tuli sisältää asuinrakennusten perustustyöt materiaaleineen. Tarjoukseen pyydettiin sisällyttämään routasuojaus ja perustukset betonivaluineen. Tarjouspyyntöjen mukana lähetettiin periaatepiirustukset YIT:n normaalissa tuotannossa olevista perustusratkaisuista. Tarjouspyynnön saaneita yrityksiä pyydettiin tarjoamaan perustusurakkaa vaihtoehtoisella kustannustehokkaalla perustusjärjestelmällään. Tarjouspyynnössä oli määritelty, että yrityksen tarjoaman urakkahinnan tulee sisältää myös materiaalien vastaanoton, siirrot työkohteisiin sekä omien jälkien siivoamisen ja jätteiden siirron osoitettuun paikkaan työmaa-alueella. Tilaajan vastuulle oli osoitettu päälinjojen ja peruskoron antaminen.

Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien tarjouspyynnön mukana laitettiin rakennepiirustukset, joita olivat kaikkien rivitalojen (3 kpl) perustukset, sekä leik-kaukset ja asemapiirros. Asunto Oy Lahden ajurinpuistosta tarjouspyynnön mukana laitettiin arkkitehtikuvat, koska rakennepiirustuksia kohteeseen ei ollut vielä teetetty. Lähetetyt piirustukset olivat pohjapiirustukset kaikista kolmesta rivitalosta, leikkaukset ja asemapiirros sekä lisäksi pohjatutkimus ja geosuunnitelma.

Tarjoukset pyydettiin aliurakkana ja niiden laskemiseen yrityksille oli annettu noin kaksi viikkoa aikaa. Yrityksiltä varmistettiin, että tarjoukset olivat saapuneet perille sekä vastattiin tarjouspyyntöjä koskeviin kysymyksiin.

4.7 Tarjoukset

4.7.1 Soklex Oy:n tarjous

Soklex Oy tarjosi perustusurakkaa Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatiehen sekä Asunto Oy Lahden Ajurinpuistoon.

Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatietä koskevan tarjouksen edellyttämän Soklex-perusvalumuottien asennustyön lähtötilanteen tulisi olla seuraavanlainen. Muottien asennus tulee aloittaa jäätymättömän sorapatjan päältä ja patjan tulee olla kaivettu ja tiivistetty korkoon +/- 20 mm. Muottien tuentaan on oltava saatavilla soraa kohtuullisen ajan puitteissa. Routalevyille on oltava kaivettuna riittävästi tilaa. Tilaajan tulee asentaa ennen muottien asennusta putkitukset ja salaojat sekä hoitaa peruspohjan lumenpoisto, sulatus ja suojaus. Tilaaja vastaa myös rakennusluvista ja tarvittavista viiranomaistarkastuksista.

Asunto Oy Lahden Ajurinpuistoa koskevan tarjouksen edellyttämä asennustyön lähtötilanne on muuten samanlainen kuin Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien, mutta paalukohteena edellytyksiä on enemmän. Tilaajan tulee huolehtia, että paalut on katkaistu oikeaan korkoon ja teräset paalujen päissä ovat näkyvissä. Mahdollisten lisäteräksien tarve on selvitetty rakennesuunnittelijalta ja niiden asentamisesta on sovittu urakoitsijan kanssa.

Asennustarjouksessa on määritellyt tilaajan hankinnat ja velvoitteet. Urakkaneuvotteluissa sovitaan sosiaalituloista ja kaivinkoneen sekä kuljettajan tarpeesta. Tilaajan on hankittava betoni ja pumppuauto betonointia varten. Tilaaja vastaa myös muun muassa tuentapuutavaran, tuentasoran, suojauskien, sähkön ja lisäraudoitusten hankinnasta.

Soklex-perusvalumuottien asennus sisältää kuorman purkamisen työmaalla, mittaukset annetuista koroista, perusvalumuottien ja raudoituksen asennuksen, routalevyjen asennuksen sokkelin ulkolinjalle ja suojaukset tilaajan tarvikkeilla. Urakoitsija suorittaa myös muottien betonoinnin ja tartuntojen asennuksen sekä tarvittavat purkutyöt ja siivouksen. Tilaaja ja urakoitsija suunnittelevat yhdessä asennusaikataulun.

4.7.2 Perustava Oy:n tarjous

Perustava Oy tarjosi perustusurakkaa Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatiehen kuistien kanssa tai ilman sekä Asunto Oy Lahden Ajurinpuistoon.

Perustava Oy:n tarjouksen mukaan tilaajan puolesta on oltava tehtynä sorapatjan tiivistys, sen tasoitus oikeaan korkoon ja rakennuksien nurkkapisteiden merkinnät ennen urakan aloitusta. Tilaaja vastaa myös tarvittavista tarkastuksista.

Perustava Oy:n Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatiehen tekemä tarjous sisältää teräsbetoniperustusten lisäksi perustussuunnittelun. Urakkaan kuuluu rahti, muotti-, raudoitus-, betonointi- ja nostotyöt sekä perustusten viimeistely, mittauspöytäkirja ja siivous. Asunto Oy Lahden Ajurinpuiston tarjous sisältää lisäksi ontelolaatat asennettuina, raudoitettuina ja saumavalettuina sekä säänmukaisen suojauksen rakenteille. Perustava Oy tarjosi perustusurakan lisäksi erillisellä tarjouksella myös paalutuksen.

4.7.3 Lammi-Perustus Oy:n tarjous

Lammi-Perustus Oy ei tarjonnut Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatiehen eikä Asunto Oy Lahden Ajurinpuistoon perustusurakkaa. Yrityksestä ilmoitettiin, ettei sen muottikoko sovi kohteisiin eikä sillä ole mahdollisuutta tarjota aliurakkaa.

5 TULOKSET

5.1 Toteutukseen vaikuttavia tekijöitä

Työn toteutukseen joko omana työnä tai aliurakkana vaikuttavat muutkin asiat kuin ainoastaan kustannustehokkuus.

5.1.1 Rakennusajankohta

Rakennusajankohdalla on suuri merkitys työn toteutukseen sekä kustannuksiin. Vuodenaikakohtaiset sääolosuhteet tulee ottaa huomioon jo hanketta suunniteltaessa. Talven aiheuttamat ongelmat rakennustyössä sekä talven tuomat lisäkustannukset on laskettava mahdollisimman tarkasti, jotta kustannusarviota ei ylitettäisi. Talvella rakenteiden suojaus lumelta ja pakkaselta sekä lämmitys aiheuttavat lisätyötä ja –kustannuksia. Työmäärä talvella rakennettaessa on huomattavasti suurempi kuin muina vuodenaikoina. Oman työn ja aliurakan välillä kustannussäästöjä hankintojen osalta ei tule, koska yrityksiin tarjouksiin suojaus- ja lämmitysvälineiden hankinta on merkitty tavallisesti tilaajan vastuulle. Kesällä valettujen perustusrakenteiden riskinä on liian nopea kuivuminen, mikä estetään rakenteen suojaamisella ja tarvittaessa kastelulla.

5.1.2 Aikataulu

Valmistumisnopeutta voidaan pitää Soklex Oy:n ja Perustava Oy:n tarjoamien puoli-valmiiden rakenteiden etuna, koska niillä saadaan kerralla valetuksi antura ja sokkeli sekä asennettua lämmöneriste. Paikalla tehtävät anturat ja harkkosokkelit ovat hitaita tehdä. Anturamuottien rakentaminen, purku, puhdistus ja uudelleen kasaus vaativat paljon työtä. Muottikierron pitää olla suunniteltu työmaalla hyvin, että perustusten teko etenee joustavasti. Aikatauluvertailua on kuitenkin hankala tehdä yritysten tarjouksien pohjalta.

5.1.3 Henkilöresurssit

Valittaessa perustuksien urakkamuotoa, oma työ vai aliurakka, on otettava huomioon myös työmaan henkilöresurssit. Niiden on oltava mitoitettuna oikein työmaan tarpeisiin nähden. Työtehtävien pitää vastata työntekijöiden ammattitaitoa. Aina ei siis ole järkevää valita esimerkiksi aliurakkaa, vaikka se tulisi omaa työtä halvemmaksi. Mikäli työmaalla on resursseja perustuksien tekoon omana työnä eikä resursseja voida siirtää toiselle työmaalle, on järkevämpää valita perustuksien teko omana työnä. Aliurakan korkeampi hinta ja omien resurssien puute voivat yhtäläillä puoltaa taas aliurakan valintaa.

5.1.4 Urakan hinta

Aliurakkatarjouksen hinta on kiinteä. Omana työnä tehtyjen perustuksien kustannuksiin liittyy riski. Se voi olla aikataulullinen, hankinnallinen tai henkilöresurssillinen, mikä vaikuttaa negatiivisesti kustannuksiin. Mahdollisimman tarkalla kustannuslaskennalla, hankintojen tilauksella tarpeeksi varhaisessa vaiheessa ja resurssien oikein mitoituksella riskiä voidaan pienentää. Riskin pois sulkeminen työvaiheesta ei kuitenkaan ole mahdollista.

5.1.5 Maaston muodot

Tontin muodoilla on vaikutusta työn toteutukseen. Tontti voi olla tasainen, rinnetontti tai jotain näiden kahden väliltä. Varmin ratkaisu on valita tontille järjestelmä, joka sopii tontin muotoihin. Uusien perustusjärjestelmien toimintaan ja yrityksen referensseihin kannattaa tutustua ennen urakkamuodon valintaa. Järjestelmän sopimattomuus,

sen kustannustehokkuudesta huolimatta, voi muun muassa laadullisesti ajateltuna tulla kalliimmaksi kuin soveltavuudeltaan ja tunnettavuudeltaan tontille varma perustusratkaisu.

5.2 Vaihtoehtoratkaisujen kustannustehokkuus

Perustuksien vaihtoehtoratkaisujen kustannusvertailu tehtiin kahden toteutettavan ja yhden jo toteutuneen kohteen välillä. Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatie (laskelmissa Sarkatie) perustetaan maanvaraisten perusanturoiden varaan. Anturat ovat paikalla valettuja ja sokkelit elementtejä. Asunto Oy Lahden Ajurinpuisto (laskelmissa Ajurinpuisto) perustetaan teräsbetonipaalujen varaan. Anturat ovat paikalla valettuja ja sokkelit elementtejä. Näistä kahdesta toteutettavasta kohteesta pyydettiin tarjouksia perustusurakasta. Jo toteutuneen kohteen, Asunto Oy Iitin Ilkanportin, kustannuslaskelmassa esiintyviä hinta-määrätietoja käytettiin pohjana keskiarvoille, joilla laskettiin Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannukset toteutettaessa se Ilkanportin perustustavalla. Ilkanportti on perustettu maanvaraisten perusanturoiden varaan. Anturat on tehty paikalla valaen ja sokkelit on muurattu kevytsoraharkoista.

Kustannusvertailun pohjana käytettiin YIT:n toteutettavien ja jo toteutuneiden kohteiden kustannusarviota ja yrityksien tarjouksia. Kustannusarvion kokonaishinta muodostui investointikustannuksista. Ne sisälsivät työkustannukset, materiaalikustannukset ja muut kustannukset, joita ovat muun muassa kalustovuokrat, rahdit ja muut eritteleättömät kulut.

Kustannusvertailussa perustuksien rakenteet jaettiin kahteen osaan ja taulukkoon. Anturoiden sekä sokkeleiden kustannuksia verrattiin omina työvaiheina. Lopuksi anturoiden ja sokkelien kustannukset laskettiin yhteen, jotta saatiin selville kokonaisrakenteesta kustannustehokkain ratkaisu. Tarkastelussa on huomioitu vain rivitalojen perustukset. Autokatokset ja väestönsuojan perustusrakenteet on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Rakenteellisesti työ oli rajattu alapohjan yläpinnan alapuolisiin rakenteisiin. Kustannusvertailussa ei huomioitu työmaatekniikan aiheuttamia kuluja, kuten työmaan johtoryhmää, sosiaalituloja, energiakustannuksia ja työkaluja.

Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannusvertailu on tehty neljällä ja Asunto Oy Lahden Ajurinpuisto kolmella eri perustusvaihtoehdolla. Jokaisesta vaihtoehdosta on muodostettu oma taulukko ja lopuksi jokaisen vaihtoehdon yhteen lasketut kustannuk-

set on laitettu samaan taulukkoon vertailun helpottamiseksi. Vaihtoehtojen yhdenvertaistamiseksi omaan työhön ja osaan aliurakoista on jouduttu lisäämään perustussuunnittelu. Perustussuunnittelun kustannusarvio on laskettu kaavalla $2 \text{ €} \times \text{asuinneliöt}$. Myös betonointi ja muottityö raudoituksineen on lisätty yhteen aliurakoista, koska tarjous ei sisältänyt näitä. Työtunteihin on oman työn osalta lisätty yhteensä 30 tuntia mittaus- ja siivouskuluja. Työtunnit sisältävät sosiaalikulut. Työtunneista muodostuvat kustannukset on kerrottu sotu-kertoimella, jotta omaa työtä voidaan verrata aliurakkaan.

5.3 Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannusvertailu

5.3.1 Vaihtoehto 1

Vaihtoehto 1 on YIT:n normaalissa tuotannossa käytössä oleva paikalla valettu antura ja elementtisokkeli -ratkaisu. Paikalla valetun anturan kustannukset muodostuvat anturoiden muotti-, raudoitus- ja betonointityöistä sekä yhdistetyistä rakennusammattmiehen ja rakennusmiehen työtunneista. Elementtisokkelin kustannukset sisältävät nostoseinien muotti-, raudoitus ja betonointityöt, sokkelielementit sekä niiden asennuksen, elementtien pystysaumausten ja työtunnit. Kustannuksiin on lisätty perustussuunnittelu. Taulukossa 1 on esitetty vaihtoehdon 1 kustannukset.

Taulukko 1. Vaihtoehdon 1 kustannukset

SARKATIE			VE 1, YIT	
SELITE			oma työ	
ANTURA, paikallavalu	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
Pilarianturoiden muottimateriaalit (66 kpl)	138	m ²	16,03	2212,14
Pilarianturoiden raudoitustyö	739	kg	1,68	1241,52
Pilarianturoiden betonointi	52	m ³	94,12	4894,24
RAM+RM tuntityö	313	h	30,17	9443,21
			YHT.	17791,11
SOKKELI, elementti				
Nostoseinien muottimateriaali (20 kpl)	22	m ²	16,35	359,7
Nostoseinien raudoitus	59	kg	1,82	107,38
Nostoseinien betonointi	1,5	m ³	338,35	507,53
Sokkelielementit (59 kpl)	257,2	m ²	130	33436
Sokkelielementtien asennus	59	kpl	97,45	5749,55
Sokkelielementtien pystysauma	51	jm	3,5	178,5
RAM+RM tuntityö	247	h	30,1	7434,7
			YHT.	47773,36
Perustussuunnittelu	1	erä	-	2000
	antura + sokkeli € YHT.			67564,47

5.3.2 Vaihtoehto 2

Vaihtoehto 2 on YIT:n omana työnä toteutettava paikallavaluantura ja harkkosokkeli. Taulukossa esiintyvät hinnat ja osittain määrät ovat keskiarvoja, jotka on laskettu Asunto Oy Iitin Ilkanportin kustannuslaskelman perusteella. Paikalla valetun anturan kustannukset koostuvat muotti-, raudoitus- ja betonointitöistä sekä betoniviisteestä, joka tulee anturan päälle harkkoa vasten. Määrällisesti anturaa on enemmän kuin vaihtoehdossa 1, koska harkkosokkelin alle pitää valaa nauha-antura. Harkkosokkelin kustannukset muodostuvat harkkomuurauksesta, lämmöneristeistä, bitumikermikaistasta ja perusmuurilevystä sekä yläreunalistasta. Rakenteet sisältävät työkustannukset ja perustussuunnittelun. Taulukossa 2 on esitetty vaihtoehdon 2 kustannukset.

Taulukko 2. Vaihtoehdon 2 kustannukset

SARKATIE			VE 2, YIT	
SELITE			oma työ	
ANTURA, paikalla valu	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
Anturan muottityö ka)*	307	m ²	16,03	4917,1
Anturoiden raudoitustyö ka)*	1644	kg	1,5	2466
Anturoiden betonointi ka)*	115,7	m ³	94,12	10887,9
Betoniviiste ka)*	460	jm	1,39	639,4
RAM+RM tuntityö ka)*	785,23	h	20,3	15940,2
			YHT.	34850,6
SOKKELI, harkko				
Harkkomuuraus ka)*	280	m ²	33,35	9338
Lämmöneristeet ka)*	224,8	m ²	6,11	1373,6
Bitumikermi ka)*	286,5	jm	7,75	2220,4
Perusmuurilevy ja yläreunalista ka)*	286,5	jm	4,41	1263,5
RAM+RM tuntityö ka)*	436,5	h	17,6	7682,4
			YHT.	21877,9
Perustussuunnittelu	1	erä	-	2000
	antura + sokkeli € YHT.			58728,5
)* kaikki taulukossa esiintyvät arvot ovat keskiarvoja, jotka laskettu Asunto Oy Iitin Ilkanportin kustannuslaskelman perusteella.				

5.3.3 Vaihtoehto 3

Vaihtoehto 3 on Soklex Oy:n tarjoama aliurakkana toteutettava ratkaisu. Tarjous sisältää työn materiaaleineen. Betonointi ei kuulunut tarjoukseen, ja se on taulukkoon laskettu YIT:n kustannuslaskelman pohjalta. Perustussuunnittelu on lisätty kustannuksiin. Mahdollista erillisanturaa ei ole huomioitu laskelmassa; sen tarve määräytyy maapohjan mukaan. Myös tontin korkeuserot on tarkastettava, jotta tiedetään, onko Soklex Oy:n tarjoama sokkelirakenne riittävän korkea vaihteleviin maastonmuotoihin. Taulukossa 3 on esitetty vaihtoehdon 3 kustannukset.

Taulukko 3. Vaihtoehdon 3 kustannukset

SARKATIE	VE 3, SOKLEX OY			
SELITE			aliurakka	
KOKO RAKENNE	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
materiaalit	1	erä	-	17035,33
asennustyö	1	kpl	-	20000
betoni)*	52	m ³	171	8892
Perustussuunnittelu	1	erä	-	2000
			YHT.	47927,33
)* betonointi ei kuulunut tarjoukseen, laskettu YIT:n kustannuslaskelman hintojen perusteella Soklexin muoteille.				

5.3.4 Vaihtoehto 4

Vaihtoehto 4 on Perustava Oy:n tarjoama aliurakkana toteutettava ratkaisu. Tarjous sisältää koko rakenteen materiaaleineen, asennustöineen ja perustussuunniteluineen.

Taulukossa 4 on esitetty vaihtoehdon 4 kustannukset.

Taulukko 4. Vaihtoehdon 4 kustannukset

SARKATIE	VE 4, Perustava Oy			
SELITE			aliurakka	
KOKO RAKENNE	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
materiaalit	1	erä	-	-
asennustyö	1	erä	-	-
perustussuunnittelu	1	erä	-	-
			€ YHT.	50500

5.3.5 Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatien kustannustehokkain perustusvaihtoehto

YIT:n omana työnä tehdyt vaihtoehdot (1 ja 2) osoittautuivat ylivoimaisesti kalleimmiksi ratkaisuksiksi. Kustannusvertailun mukaan Soklex Oy:n tarjoama perustusratkaisu olisi edullisin. Taulukossa 5 on esitetty Sarkatien kustannusvertailun tulokset.

Taulukko 5. Kustannusvertailun tulokset

SARKATIE	VE 1, YIT	VE 2, YIT	VE 3, Soklex Oy	VE 4, Perustava Oy
Kustannusvertailu	oma työ	oma työ	aliurakka	aliurakka
€ YHT.	67 564,47	58 728,50	47 927,34	50 500

Edullisimman tarjouksen (Soklex Oy) ja toiseksi edullisimman tarjouksen (Perustava Oy) erotus on 2572,65 euroa. Näiden kahden yrityksen tarjouksissa on eroja, joita ei ole otettu huomioon kustannusvertailussa. Alla Soklex Oy:n ja Perustava Oy:n etuja ja haittoja niiden tarjouksissa.

Soklex Oy:n tarjouksen etuja ovat:

- halkaistu sokkeli, joka on lähempänä YIT:n tällä hetkellä käyttämää rakennetta.

Soklex Oy:n tarjouksen haittoja ovat:

- Nostot eivät kuulu tarjoukseen.
- Tilaajan tulee hankkia kaivinkone ja sen kuljettaja.
- Tuentapuutavaran ja lisäteräksien hankinta kuuluu tilaajalle.

Perustava Oy:n tarjouksen etuja ovat:

- Nostot sisältyvät tarjoukseen.
- kaivinkone ja sen kuljettaja sisältyvät tarjoukseen.
- Kaikki materiaalihankinnat sisältyvät tarjoukseen, mikä pienentää YIT:n työnjohdon ja hankinnan työmäärää.

Perustava Oy:n tarjouksesta ei löytynyt haittoja. Soklex Oy:n tarjouksen sisältö voi tuottaa tilaajalle lisäkustannuksia, joita tässä opinnäytetyössä ei lasketa. On mahdollista, että lisäkustannukset yltyvät 2500 euroon, mikä erottaa kyseisten yritysten tarjoukset kustannuksellisesti toisistaan. Kaluston ja kuljettajien vuokrat nostavat kustannuksia eniten. Nostojen ja kaivinkoneen tarve tulee selvittää ennen tarjouksen hyväksymistä. Mikäli nostojen ja kaivinkoneen tarve on vähäinen tai sitä ei ole ollenkaan, valitaan perustuksien tekotavaksi Soklex Oy:n tarjoama järjestelmä. Jos kaluston tarve on välttämätön ja pitkäaikainen yritysten tarjouksista tulee kustannuksellisesti samansuuruiset. Tällöin valitaan kattavuudeltaan parempi, Perustava Oy:n tarjoama vaihtoehto, joka vähentää YIT:n tuotanto- ja hankintapuolen työtä.

5.4 Asunto Oy Lahden Ajuripuiston kustannusvertailu

5.4.1 Vaihtoehto 1

Vaihtoehto 1 on YIT:n normaalissa tuotannossa käytössä oleva paikalla valettu antura ja elementtisokkeli -ratkaisu. Paikalla valetun anturan kustannukset muodostuvat anturoiden muotti-, raudoitus- ja betonointityöistä sekä rakennusammattimiehen ja rakennusmiehen työtunneista. Elementtisokkelin kustannukset sisältävät nostoseinien betonointityöt, sokkelielementit sekä niiden asennuksen, elementtien pystysaumauksen ja työtunnit. Nostoseinien muotti- ja raudoitustyö on kustannuslaskelmassa merkitty aliorakaksi, joten sen hinta- ja määrätietoja ei voitu sijoittaa vertailutaulukkoon. Lisäksi elementtisokkelin kustannuksissa on otettu huomioon ryömintätilan lämmöneritys. Kustannuksiin on lisätty perustussuunnittelu. Taulukossa 6 on esitetty vaihtoehdon 1 kustannukset.

Taulukko 6. Vaihtoehdon 1 kustannukset

AJURINPUISTO			VE 1, YIT	
SELITE			oma työ	
ANTURA, paikallavalu	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
Pilarianturoiden muottimateriaalit (80 kpl)	88	m ²	18,06	1589,04
Pilarianturoiden raudoitus	950	kg	1,68	1596
Pilarianturoiden betonointi	19	m ³	111,1	2110,9
RAM+RM tuntityö	158	h	30,17	4766,86
			YHT.	10062,8
SOKKELI, elementti				
Nostoseinien muottimateriaali (20 kpl)	0	m ²	0	aliurakka
Nostoseinien raudoitustyö	0	kg	0	aliurakka
Nostoseinien betonointi	0	m ³	0	aliurakka
Sokkelielementit (81 kpl)	706	m ²	116,3	82125
Sokkelielementtien asennus	81	kpl	93,27	7554,87
Sokkelielementtien pystysauma	125	jm	3,5	437,5
Lämmöneristys, ryömintätila	390	m ²	3	1157,9
RAM+RM tuntityö	312	h	29,87	9319,44
			YHT.	100594,7
Perustussuunnittelu	1	erä	-	2181
	antura + sokkeli € YHT.			112838,5

5.4.2 Vaihtoehto 2

Vaihtoehto 2 on Soklex Oy:n tarjoama aliurakkana toteutettava ratkaisu. Tarjous sisältää työn materiaaleineen. Soklexin paaluhatut eivät kuuluneet tarjoukseen, ja niiden kustannukset on laskettu arviolta YIT:n kustannuslaskelman pilarianturoiden pohjalta. Betonointi on myös laskettu YIT:n kustannuslaskelman pohjalta. Perustussuunnittelu on lisätty kustannuksiin. Taulukossa 7 on esitetty vaihtoehdon 2 kustannukset.

Taulukko 7. Vaihtoehdon 2 kustannukset.

AJURINPUISTO	VE 2, SOKLEX OY			
SELITE			aliurakka	
KOKO RAKENNE	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
materiaalit	1	erä	-	21173,95
asennustyö	1	kpl	-	35000
betoni)*	74,2	m ³	171,02	12689,68
Pilarianturoiden muottimateriaali)**	88	m ²	18,06	1589,04
Pilarianturoiden raudoitus)**	950	kg	1,68	1596
Pilarianturoiden betonointi)**	19	m ³	111,1	2110,9
Perustussuunnittelu	1	erä	-	2181
			€ YHT.	76340,57
)* betonointi ei kuulunut tarjoukseen, laskettu YIT:n kustannuslaskelman hintojen perusteella Soklexin muoteille.				
)** Soklexin paaluhatut eivät kuuluneet tarjoukseen, laskettu YIT:n kustannuslaskelman pilarianturoiden hintojen mukaan.				

5.4.3 Vaihtoehto 3

Vaihtoehto 3 on Perustava Oy:n tarjoama aliurakkana toteutettava ratkaisu. Tarjous sisältää koko rakenteen materiaaleineen, asennustöineen ja perustussuunnitteluineen. Tarjoukseen ei kuitenkaan sisälly palkin alustan routaeristystä. Sen tuomat lisäkustannukset olisivat noin 8 €/jm. Tarjouksesta on vähennetty ontelolaattojen osuus, jotta siitä on saatu yhdenvertainen muiden tarjousten kanssa. Perustava Oy:n tarjoama rakenne edellyttää niin sanotun käännetyin kantavan alapohjan käyttöä, joka on rakennuskustannuksiltaan kalliimpi vaihtoehto toteuttaa. Taulukossa 8 on esitetty vaihtoehdon 3 kustannukset.

Taulukko 8. Vaihtoehdon 3 kustannukset

AJURINPUISTO	VE 3, Perustava Oy			
SELITE			aliurakka	
KOKO RAKENNE	MÄÄRÄ	YKS.	€/YKS.	€ YHT.
talo 1 (sis. Perustussuun., työn, materiaalit)	1	erä	-	21387
talo 2 (sis. Perustussuun., työn, materiaalit)	1	erä	-	13116
talo 3 (sis. Perustussuun., työn, materiaalit)	1	erä	-	18844
			€ YHT.	53347

5.4.4 Asunto Oy Lahden Ajuripuiston kustannustehokkain perustusvaihtoehto

YIT:n omana työnä tehty vaihtoehto (1) on huomattavasti kalliimpi kuin aliurakkana tehtävät vaihtoehdot. Verrattuna edullisimpaan vaihtoehtoon, joka on Perustava Oy:n tarjoama, YIT:n tuotannossa oleva perusratkaisu on yli kaksinkertainen kustannuksiltaan. Myös Soklex Oy:n tarjoaman ratkaisun kustannukset ovat Perustava Oy:n ratkaisuun nähden tuntuvasti kalliimpia. Taulukossa 9 on esitetty Ajuripuiston kustannusvertailun tulokset.

Taulukko 9. Kustannusvertailun tulokset

AJURINPUISTO	VE 1, YIT	VE 2, Soklex Oy	VE 3, Perustava Oy
Kustannusvertailu	oma työ	aliurakka	aliurakka
€ YHT.	112 838,50	76 340,57	53 347

Perustava Oy:n tarjous on kustannustehokkain. On kuitenkin huomioitava, että Perustava Oy:n tarjoama perustusvaihtoehto on YIT:n tuotannossa olevaan vaihtoehtoon nähden niin sanottu käännetty rakenne. Perustavan tarjoama rakenne edellyttää myös teräspaalutusta YIT:n käyttämän teräsbetonipaalutuksen sijasta. Kustannuksellinen säästö on niin huomattava, että YIT:n kannattaa harkita tämän vaihtoehtoisen rakenteen käyttöönottoa alapohjaltaan kantavissa rivitalokohteissa. YIT:n normaalista tuotannosta poikkeavien rakennusratkaisujen riskit on syytä kuitenkin kartoittaa hyvin, ettei niistä synny laadullisia ongelmia rakennusaikana tai rakenteen elinkaaren aikana.

6 YHTEENVETO

Työ on tehty yhdessä YIT Rakennus Oy:n kanssa ja tarve työhön on lähtenyt yrityksen halusta kartoittaa vaihtoehtoisia perustamisen tuotantomuotoja rivitalokohteissa verrattuna sillä tällä hetkellä käytössä oleviin muotoihin.

Perustukset ovat iso ja tärkeä osa taloa niin kustannuksellisesti kuin rakenteellisestikin. Perustuksien rakennevaihtoehtojen selvittämisellä ja niiden kilpailuttamisella voidaan säästää merkittävä osa koko rakennushankkeen kustannuksista. Materiaalivalinnoilla ei kustannuksien kannalta ole suurtakaan merkitystä, koska harkkosokkelia lukuun ottamatta kaikki kustannusvertailussa mukana olleet rakenteet on tehty betonista. Suurimmat kustannussäästöt ovat riippuvaisia rakenteen tekotavasta ja osaksi urakamuodosta. Maanvaraisella alapohjalla oleva rakennus on halvempi toteuttaa, ja sen vaihtoehtoisten tekotapojen kustannuserot ovat pienempiä kuin vastaavasti kantavalla alapohjalla toteutetun rakenteen.

Puolivalmiin rakenteen, jolla saadaan kerralla valetuksi antura ja sokkeli sekä asennettua lämmöneriste, suurin etu on valmistumisnopeus. Rakennushanketta kokonaisuutena ajateltuna ajallinen säästö on myös kustannussäästö. Kustannustehokkuus on rakentamisessa tärkeä asia jo kilpailukyvyyn saavuttamiseksi, mutta rakenteen toteutuksessa pitää ottaa muitakin asioita huomioon. Rakennusajankohdalla on merkittävä vaikutus kustannuksiin. Talvirakentaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, jotka on pystyttävä laskemaan mahdollisimman tarkasti, jotta hankkeen kokonaiskustannukset eivät ylitä. Myös työmaan vallitseva resurssitilanne on otettava huomioon urakamuotoa valittaessa. Uuden yrityksen referenssit ja sen tarjoaman rakenteen soveltuvuus kohteeseen on syytä kartoittaa. Rakenteelle tulisi pystyä takaamaan toimintavarmuus, koska perustuksien virheet ovat vaikeita ja ennen kaikkea kalliita korjattavia.

Tarjouspyynnössä määritellyt raamit tarjouksen sisällöstä eivät tee tarjouksista automaattisesti yhdenvertaisia. Tarjouksia on syytä tutkia tarkasti ja pyytää lisätarkennusta yrityksiltä. Ne pyrkivät tarjoamaan omalla konseptillaan, jonka ovat havainneet kilpailukykyiseksi, eikä se välttämättä sisällä tarjouspyynnössä esitettyä sisältöä. Uudenlainen konsepti ei sulje pois kustannustehokkuutta.

Perustuksien rakenteeksi on siis olemassa useita hyviä vaihtoehtoja. Rakenteen valinta kuhunkin rakennuskohteeseen ei ole yksiselitteinen. Soveltuvuuteen voi vaikuttaa ta-

pauskohtaisesti muun muassa rakennuspaikka, pohjaolosuhteet, topografia ynnä muut paikalliset erityispiirteet, jotka tulee selvittää tarkasti. Maapohjan kantavuudella voi esimerkiksi olla vaikutusta erillisanturoiden tarpeeseen. Myös työ- ja materiaaliressusseissa voi olla projektikohtaisia eroja. Rakennusratkaisut joudutaan tekemään jokaiseen rakennuskohteeseen yksilöllisesti.

LÄHTEET

- (1) Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatie. 2011. YIT-Koti. Saatavissa:
<http://www.yit.fi/palvelut/YIT-Koti/Asunnot/etelasuomi/Hollola/118243?section=download> [viitattu 26.1.2012].
- (2) Asunto Oy Lahden Ajurinpuisto. 2011. YIT-Koti. Saatavissa:
<http://www.yit.fi/palvelut/YIT-Koti/Asunnot/etelasuomi/Lahti/114236?section=download> [viitattu 26.1.2012].
- (3) Sollo, T. 2012. Suullinen haastattelu. 20.1.2012.
- (4) Kausala, Iitti. 2012. Jokakoti. Saatavissa:
http://www.jokakoti.fi/newfs2/skva/4d43c/9363757_1600x1200.jpeg [viitattu 20.1.2012].
- (5) Kyyrönen, K. 2007. Rakentamisen perusteet. Keuruu: Otava.
- (6) Pohjatutkimus. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/harkkokasikirja/site/default.asp?cat=4&ava=16> [viitattu 12.1.2012].
- (7) Perustus- ja alapohjatyöt. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/harkkokasikirja/site/default.asp?cat=4> [viitattu 2.1.2012].
- (8) Sundell, K. 2001. Kevytsoraharkot. Jyväskylä: Gummerus.
- (9) Karvonen, J. 2012. Opetusmateriaali. 16.1.2012.
- (10) Jääskeläinen, R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus.
- (11) Pientalon perustukset. 2012. Pientalorakentamisen kehittämiskeskus Ry. Saatavissa: <http://www.prkk.fi/files/pdf/2/pientalonperustukset.pdf> [viitattu 12.1.2012].
- (12) Lampi, A. 2010. Maanvaraisen ja kantavan alapohjan valintakriteerit asuntorakentamisessa. Helsinki.

- (13) Runko ja vaippa. 2012. Kotitieto. Saatavissa:
http://www.kotitieto.fi/kotitietopankki/rts/omakoti_opas_08/runko_1.pdf [viitattu 26.1.2012].
- (14) Paaluperustukset. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/fi/Pienrakentajalle/Paaluperustukset/> [viitattu 14.1.2012].
- (15) Paalut. 2012. Elementtisuunnittelu. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/paalut> [viitattu 14.1.2012].
- (16) Leca Harkkorakenteet. 2011. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Saatavissa:
<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/28721.pdf> [viitattu 19.1.2012].
- (17) Muottityö. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://betoni.com/fi/Paikallavalurakentaminen/Betony%C3%B6t/Muottity%C3%B6/> [viitattu 3.1.2012].
- (18) Pienrakentajan betonimassat. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/fi/Pienrakentajalle/Pienrakentajan+betonimassat/> [viitattu 3.1.2012].
- (19) Muottityö. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/fi/Betoniopas/Betony%C3%B6t/Muottity%C3%B6/> [viitattu 10.1.2012].
- (20) Anturoiden betonointi. 2012. Rakentaja. Saatavissa:
http://www.rakentaja.fi/tv/e715anturoiden_betonointi.aspx [viitattu 2.3.2012].
- (21) Anturaharkko. 2012. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Saatavissa: <http://www.e-weber.fi/lecareg-harkot-ja-hormit/weber-tuotteet/tuotteet/lecareg-erikoisharkot/lecareg-anturaharkko-la-400.html> [viitattu 19.1.2012].
- (22) Perustukset valmiit. 2012. Rakentaja. Saatavissa:
http://www.rakentaja.fi/tv/e1723perustukset_valmiit.aspx [viitattu 2.3.2012].

- (23) Perusmuuri eli sokkeli. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/fi/Betoniopas/Betonity%C3%B6t/Muottity%C3%B6t/> [viitattu 26.1.2012].
- (24) Sokkelielementit. 2012. Elementtisuunnittelu. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/sokkelielementit> [viitattu 10.1.2012].
- (25) Palolahti, T. 2010. Harkkokäsikirja. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- (26) Betoniharkot. 2012. Kivitaloinfo. Saatavissa:
<http://www.kivitaloinfo.fi/betoniharkot> [viitattu 4.1.2012].
- (27) Betoniharkot. 2012. Betoni. Saatavissa:
<http://betoni.com/fi/Betonituotteet/Harkot/Betoniharkot/> [viitattu 4.1.2012].
- (28) Sokopro. 2012. Projektipankki. Saatavissa:
<https://www.sokopro.fi/Login.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1> [viitattu 8.2.2012].
- (29) Soklex EPS-tuotteet. 2010. Soklex Oy. Saatavissa:
<http://www.soklex.fi/fi/pdf/esitteet/perustusmuotit/Tehdashinnasto%20ja%20tuoteluettelo.pdf> [viitattu 6.2.2012].
- (30) Soklex perustusvalumuotit. 2012. Soklex Oy. Saatavissa:
http://www.soklex.fi/fi/?page_id=377 [viitattu 28.1.2012].
- (31) Periaatepiirustus: puurunko, puuverhous ja maanvarainen laatta. 2007. Soklex Oy. Saatavissa:
http://www.soklex.fi/fi/pdf/leikkauskuvat/periaatepiirustukset/Maanvarainen_laatta/Puuverhous.pdf [viitattu 6.2.2012].
- (32) Perustava vahva valusokkeli. 2012. Esite. Perustava Oy. Saatavissa:
<http://www.perustava.fi/> [viitattu 6.1.2012].

(33) Mallit. 2012. Perustava Oy. Saatavissa:

<http://www.perustava.fi/index.php/mallit/> [viitattu 28.1.2012].

(34) A50 + SP90 +1520M. 2012. Perustava Oy. Saatavissa:

http://www.perustava.fi/index.php/mallit/a50_sp90_1520m/ [viitattu 6.2.2012].

(35) Lähellä rakentajaa. 2012. Lammi-perustus. Saatavissa: [http://www.lammi-](http://www.lammi-perustus.fi/portal/yritys/)

[perustus.fi/portal/yritys/](http://www.lammi-perustus.fi/portal/yritys/) [viitattu 28.1.2012].

(36) Järkevän rakentamisen puolesta. 2012. Lammi-perustus. Saatavissa:


<http://www.lammi-perustus.fi/portal/tuotteet/> [viitattu 8.2.2012].

(37) Matala perustus. 2007. Lammi-Perustus Oy. Saatavissa: [http://www.lammi-](http://www.lammi-perus-)

[perus-](http://www.lammi-perus-)

[tus.fi/attachments/matalaperustus/kevytsoraharkolla/Tiedostot/LammiTassu%20](http://www.lammi-perustus.fi/attachments/matalaperustus/kevytsoraharkolla/Tiedostot/LammiTassu%20)

[%20LTH-380_3.pdf](http://www.lammi-perustus.fi/attachments/matalaperustus/kevytsoraharkolla/Tiedostot/LammiTassu%20) [viitattu 8.2.2012].

 YIT Rakennus Oy, Talonrakennus	ENNAKKO- TARJOUSPYYNTÖ	Sivu1(2)
Anne Toroi Gsm: +35844 533 5000		26.1.2012
SOKLEX OY Myynti Kauppakatu 5 A 9 37100 Nokia	Työmaan nimi, työnumero ja osoite Asunto Oy Hollolan Willa Sarkatie Sarkatie 3 15860 HOLLOLA	
	Tarjousosoite YIT Rakennus Oy TR Kaakkois-Suomi Anne Toroi Jussilankatu 6 C 7 15680 LAHTI	
Toimitusaika vko 20/2012, Toimitusehto Aliurakka	Tarjoushinta Kiinteä Tarjouksen voimassaoloaika Tarjouksen voimassaoloaika 3 kk	
Vakuudet Takuuajan vakuus 2 % urakka summasta Maksuaika 30 pv netto Sopimusehdot YSE 1998 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot	Viivästyssakko 0,1 % alkavalta työpäivältä Takuu Takuu voimassa 24 kk kohteen luovutuksesta	

Suosittelemme kaikille yhteistyökumppaneillemme liittymistä Tilajavastuu.fi-palvelun Luotettava Kumppani -ohjelmaan (www.tilajavastuu.fi).

PERUSTUSTYÖURAKKA

Pyydämme ennakkotarjoustanne ko. kohteen asuinrakennusten perustustöistä materiaaleineen. Tarjoukseen tulee sisällyttää routasuojaus, perustukset betonivaluineen.

Ohessa periaatepiirustukset normaalisti tuotannossamme olevista perustusratkaisuista. Pyydämme tarjoamaan myös vaihtoehtoisilla Teidän kustannustehokkaalla perustujärjestelmällä.

Urakkahinnan tulee sisältää materiaalin vastaanoton, pysty- ja vaakasiirrot työkohteeseen, sekä omien jälkien siivouksen ja jätteiden siirrot osoitettuun paikkaan työmaalla. Tilajan mittamies antaa päälinjat, sekä peruskoron.

Urakan alustava kesto touko-kesäkuu / 2012

TARJOUSSITTELÄ:

Yksikköhintoihin perustuva kokonaishinta alv 0 %

TARJOUSTEN PALAUTUS:

Tarjoukset 15.2.2012 mennessä. Tarjouksen voi lähettää myös sähköisesti, osoitteeseen kari.lahti@yit.fi.

Tarvittaessa lisätietoja antaa allekirjoittanut.

YIT Rakennus Oy
 Talonrakennus Kaakkois-Suomi

Anne Toroi
 puh 044 533 5000

YIT Rakennus Oy, Talorakennus	ENNAKKO- TARJOUSPYYNTÖ	Sivu 2/2
----------------------------------	-----------------------------------	----------

LIITTEET:

RAK 2A Perustukset talo A 1:50 19.5.2011
RAK 3A Perustukset talo B 1:50 19.5.2011
RAK 4B Perustukset talo C 1:50 30.9.2011
RAK 6B Leikkaukset 1-1...8-8 1:20 30.9.2011
Asemapiirros