

Juho Kaskisto

PIENTALON PERUSTUSRATKAISUT

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2013

PIENTALON PERUSTUSRATKAISUT

Kaskisto, Juho
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2013
Ohjaaja: Karjalainen, Janne
Sivumäärä: 23
Liitteitä: 5

Asiasanat: Perustukset, paikalla rakentaminen, elementtirakentaminen

Työn tavoitteena oli vertailla kolmea eri perustusratkaisua. Vertailussa painotettiin nykyajan rakentamisen tärkeitä näkökohtia, kuten tehokkuus ja taloudellisuus.

Vaihtoehdot olivat kevytsoraharkkoperusmuuri, jossa jatkuva antura, paikalla valettu perusmuuri puurakenteisella alapohjalla, sekä elementtirakenteinen sokkeli ja ontelolaatta-alapohja. Työn osuus laskettiin Ratu- aikataulukirjan mukaan ja työssä käytetyt hinnat perustuivat sen hetkisiin henkilökohtaisiin tarjouspyyntöihin.

Liitteissä esitetään eriteltyinä kunkin työvaiheen työtunnit ja kustannukset. Aikataulu tehtiin Planet +6.4- aikatauluohjelmalla havainnollistamaan kunkin vaihtoehdon kestoa verrattuna toisiinsa. Työvaiheissa käytettiin pääosin työryhmää 2+1, eli kaksi rakennusammattimiestä ja yksi rakennusmies.

FOUNDATION SOLUTIONS FOR DETACHED HOUSE

Kaskisto, Juho

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

January 2013

Supervisor: Karjalainen, Janne

Number of pages:23

Appendices: 5

Keywords: foundations, building on-site, prefabricated building

The purpose of this thesis was to compare three different styles of foundations. The emphasis of this comparison was on important aspects of contemporary building such as efficiency and economy.

Alternatives were cinder block foundation wall with continuous footing, on-site moulded foundation wall with timber base floor and prefabricated concrete elements. The part of labour was calculated according to Ratu book of timetable and the costs used on this thesis were based on personal request for quotations at the time.

Hour and costs are listed on separate appendices. Schedule was made with Planet +6.4 timetable program to demonstrate the duration of each stage compared to each other. There were used primarily work groups of 2+1. Meaning that there were two professional workers and one auxiliary worker.

.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	MAANVARAINEN TB-LAATTA, PERUSMUURI.....	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Materiaalikustannukset	7
2.2.1	Sorapatja	7
2.2.2	Täyttömurske	7
2.2.3	Lämmöneriste	8
2.2.4	Perusmuuriantura, kevytsoraharkkoperusmuuri ja teräsbetoni-laatta.....	10
2.2.5	Työn osuus	10
2.3	Kesto	11
3	KANTAVA ONTELOLAATTA, ELEMENTTIPERUSMUURI.....	11
3.1	Yleistä	11
3.2	Materiaalikustannukset	12
3.2.1	Pilarianturat	12
3.2.2	Sokkeli- ja ontelolaattaelementit	13
3.2.3	Pintabetonilattia.....	15
3.2.4	Työn osuus	15
3.3	Kesto	16
4	KANTAVA PUUPALKISTO, PAIKALLAVALU PERUSMUURI.....	16
4.1	Yleistä	16
4.2	Materiaalikustannukset	17
4.2.1	Muottilaudoitus ja betonivaluperusmuuri.....	17
4.2.2	Täytöt	18
4.2.3	Alapohjan puutyöt ja lämmöneriste.....	18
4.2.4	Työn osuus	21
4.3	Kesto	21
5	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Perustuksen tehtävänä on siirtää rakennuksen kuormat maapohjalle, sekä suojella rakenteita maaperän kosteudelta ja maassa olevilta pintavesiltä. Rakennuksen perustus tulee tehdä hyvin suunnitellusti ja huolellisesti, koska se on käytännössä ensimmäinen rakennustyön vaihe ja suurin osa tehdystä työstä jää piiloon.

Työ perustuu suorakulmaiseen, yksi kerroksiseen asuinrakennukseen. Pinta-ala on 150m², sivujen ollessa 10 ja 15 metriä pitkät. Työssä on vertailtu kolmen eri perustamistavan työmäärää, kustannuksia ja tehokkuutta. Vaihtoehdot ovat maanvarainen laattaperustus kevytsoraharkoista muuratulla perusmuurilla, paikalla valettu betonisokkeli puurakenteisella alapohjalla, jossa tuulettuva ryömintätila ja kolmantena vaihtoehtona elementein rakennettu perusmuuri, sekä tuulettuva ontelolaatta-alapohja.

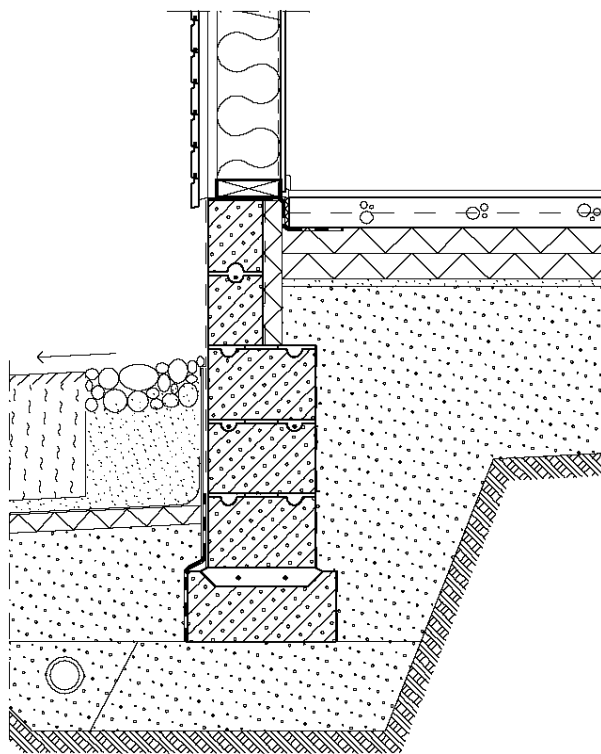
Työn lähtökohta kaikissa perustusvaihtoehdoissa on tilanne, jossa rakennusalan puusto on raivattu ja humuspitoinen pintamaa-aines poistettu. Rakennuspaikan maaperä on pintamaan poiston jälkeen hyvin kantavaa tai tasaista kalliota. Rakennuspaikalla ei ole radonriskiä.

2 MAANVARAINEN TB-LAATTA, PERUSMUURI

2.1 Yleistä

Pientalojen yleisimpänä perustamistapana on maanvarainen laattaperustus, jossa perustuksen perusmuuriosuus tehdään kevytsoraharkoista muuraamalla. Käyttämällä päätypontattua kevytsoraharkkoa ja ohutsaumalaastia voidaan muuraus toteuttaa ilman pystysauman muurausta. Työ näin ollen nopeutuu, koska apuna voidaan käyttää tarkoitukseen sopivaa muurauskelkkaa. (Saint-Cobain Weber Oy Ab www-sivut).

Alapohjan rakentamista maanvaraisella laattalla voi lähtökohtaisesti pitää hyvänä vaihtoehtona silloin, kun rakennuspaikan korkeuserot eivät ole liian suuria. Tällöin tarvittavat täyttömäärät pysyvät kohtuullisina. Anturavalun ja ensimmäisen harkkorivin liittymään tehdään viiste, joka ohjaa mahdollisen perusmuuria pitkin valuvan veden pois. Lisäksi perusmuurin ulkopintaan asennetaan patolevy tai vaihtoehtoisesti liimattava bitumieriste. Näin estetään kosteuden siirtyminen ympäröivästä maaperästä rakenteisiin.



Kuva 1. Rakenneleikkaus harkkoperusmuurista ja maanvaraisesta alapohjasta

2.2 Materiaalikustannukset

Maanvaraisen alapohjan materiaalikustannukset koostuvat pääosin sisäpuolisesta täyttömurskeesta, perusmuurimateriaaleista, sekä paikalla valettavista rakenteista, kuten jatkuva antura ja maanvarainen teräsbetoni-laatta.

2.2.1 Sorapatja

Rakennusalan tulee olla Suomen Rakennusmääräyskokoelman B3 mukaisesti valmisteltu. Mahdollisesti pilaantunut maa-aines on korvattava puhtaalla maa-aineksella. ”Talorakennuskohteen maarakenteissa käytettävien maa-ainesten on teknisiltä ominaisuuksiltaan oltava käyttökohteeseen soveltuvia. Rakennuspaikalle tuotavat maa-ainekset eivät saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia.” (Suomen RakMk B3 2004, 3.1)

Alussorastuksena anturan alla on hyvä käyttää vettäläpäisevää mursketta vähintään 200mm, jolla saadaan tasattua rakennuspohja. Tiivistetyn sorapatjan menekki on $200\text{m}^2 \cdot 0,2\text{ m} = 40\text{m}^3$. Kantavana murskekerroksena käytettävän kiviaineksen irtotilavuuspaino on 1,40 t/m³. Tonnihinta 6,50€ ja laskennassa käytetään kerrointa 1,40 t/m³. $40 \cdot 1,40 \cdot 6,50 = 364\text{€}$. Kuutiot muunnetaan tonneiksi, koska sepeli ja murske on hinnoiteltu tonneittain.

2.2.2 Täyttömurske

”Maanvastaisen lattian alapuolelle ja maanvastaisten seinien ulkopuolelle rakennettavissa salaojituskerroksissa käytettävän materiaalin kapillaarisuuden on oltava riittävän pieni, jotta salaojituskerros luotettavasti katkaisee haitallisen veden kapillaarisen vaak- ja pystysuuntaisen siirtymisen maapohjasta rakenteisiin.” (Suomen RakMk B3, 2.4.1). Materiaalin kapillaarisuudella tarkoitetaan veden nousukorkeutta kyseisessä aineessa. ”Kapillaarikatkokerroksen paksuus on aina oltava vähintään

20% suurempi kuin kerrokseen käytetyn kapillaarikatkokiviaineksen vedennousukorkeus”. (Rudus www-sivut)

Ulkopuoliseen täyttöön voidaan käyttää hyvälaatuista kaivumaata rakennuspaikalta, jotta vältetään ylimääräisiltä maansiirtotöiltä. Perusmuurin vierustäytössä tulee kuitenkin käyttää kapillaari-ilmiön estävää kiviainesta, kuten pesty 8-16mm sepeli. Salaojien asennuksessa on myös käytettävä vastaavaa kiviainesta. Näin estetään hienorakeisen hiekan päätyminen salaojaputkiin, joka sinne joutuessaan tukkisi ne. Rakennuksen sisäpuoliset täytöt tehdään kerroksittain tiivistämällä tärylevyä käyttäen. Täyttömurskeen irtotilavuuspaino on 1,50 t/m³. Alapohjan sisäpuolisen täytön menekki kohteessa on 138 kuutiota, tonnihinta 11,20€ ja käytettävä kerroin 1,50. $138\text{m}^3 * 1,50 * 11,20\text{€}/\text{m}^3 = 2318,40\text{€}$

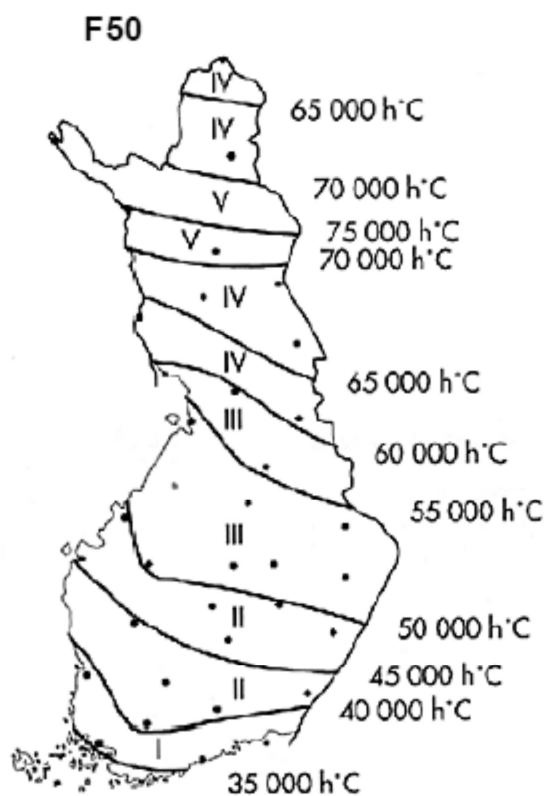


Kuva 2. Sisäpuolisen täytön tiivistys tärylevyllä

2.2.3 Routasuojaus ja lämmöneriste

Rakennus on routaeristettävä, kun käytetään ns. matalaperustusta, eli rakennus perustetaan routarajan yläpuolelle. Routan syvyys määräytyy maaperän, rakennuspaikan ja pakkasmäärän mukaan. ”Rakennusten perustusten routateknisessä suunnittelussa ja mitoituksessa tarvitaan tiedot paikkakuntaakohtaisista ilmastotekijöistä, vuoden keskilämpötilasta ja mitoittavasta pakkasmäärästä.” (RT 81-10590 1995, 1.)

Rakennuksen routasuojauksen tarve määräytyy ilmastovyöhykkeen mukaan, kuva 3. F50 / mitoittava pakkasmäärä kyseisellä rakennuspaikalla on luokka I < 40 000 h°C, joka tarkoittaa sitä, että routaeristeen paksuudeksi riittää 50 mm. Rakennuksen ulkopuolen osalta se ulottuu yhden metrin matkalle perusmuurista.



Kuva 3, (RT 81-10590 1995, 2.)

Sisäpuolisen lämmöneristeen eristyspaksuuden on täytettävä Suomen Rakennusmääräyskokoelman C3 antamat U-arvot. U-arvolla tarkoitetaan materiaalin lämmönläpäisykerrointa, josta käytetään yksikköä $W/(m^2K)$. U-arvo kuvaa rakennusosan lämmöneristyskykyä. Pienempi U-arvo vastaa parempaa lämmöneristävyyttä. Maata vastaan olevan rakennusosan lämmöneristävyys on oltava vähintään $0,16 W/m^2K$. (Suomen RakMK C3 2010, 3.2.1). Määräys täyttyy, kun suunnitellaan käytettäväksi 200 mm Lattia EPS- eristettä.

Lattia EPS 150m² määräykset täyttävä eristepaksuus 200mm 6,3 €/m² ja Routa EPS 60m² perusmuurin ulkopuoliseen eristykseen 7,2 €/m²

2*100 mm Lattia EPS 300 m²*6,3 €/m² = 1890 € ja ulkopuolinen Routa EPS 50 m²*7,2 €/m² = 360 €, yhteensä EPS eristeen hinta on 2250 €.

2.2.4 Perusmuuriantura, kevytsoraharkkoperusmuuri ja teräsbetonilaatta

Perustuksen piiri on 50m. Jatkuva antura on suunniteltu olevan kooltaan $h=200\text{mm}$ ja $b=600\text{mm}$. Betonin tarve on tällöin $0,2*0,6*50=6\text{m}^3$. Sen hinta on $131,61\text{€}/\text{m}^3$. Kokonaishinta on $789,66\text{€}$. (Rudus Oy:n www-sivut).

Kevytsoraharkkomenekki on metrin korkealla perusmuurilla 50m^2 eli $200*500\text{mm}$ harkolla 500kpl. Kappalehinta RUH-200 kevytsoraharkolle on erillisen tarjouspyynnön mukaan $2,18\text{€}$ ja vastaavasti UH-150-harkko $2,04\text{€}$. Päälimmäinen harkkorivi muurataan kapeammalla UH-150- harkolla. Menekki $100\text{ kpl}*2,04\text{€}/\text{kpl}=204\text{€}$ ja 400 kappaletta RUH-200- harkkoa, $400*2,18\text{€}=872\text{€}$. Muurauslaastin menekki valmistajan ohjeen mukaan on $2,5\text{kg}/\text{harkko}$, eli $500\text{kpl}*2,5\text{kg}/\text{kpl}=1250\text{kg}$. Yksi tuhannen kilon suursäkki maksaa 141€ ja 10 kappaletta 25 kilon säkkejä $5,14\text{€}/\text{kpl}$. Harkkomuurauksen materiaalikustannukset ovat yhteensä $1268,4\text{€}$.

Teräsbetonilaatan vahvuus on 80mm , johon käytetään Rudus Oy:n Lattiabetoni K30-2 16mm S2 - tuotetta, jonka kuutiointi on $133,09\text{€}$. Laatan hinnaksi muodostuu siten, $150\text{m}^2*0,08\text{m}*133,09\text{€}/\text{m}^3 = 1597,09\text{€}$

2.2.5 Työn osuus

Taulukossa 1 on esitetty aikataululiitteen mukaiset työn kestot, sekä kunkin työvaiheen määrät.

Tehtävä	Kesto [h]	Määrä	Yksikkö
Perustusten alustäyttö ja tiivistys	3	50	m ³
Anturan lautamuottityö	7	10	m ²
Raudoitus ja valu	3	6	m ³
Harkkomuuraus	29	50	m ²
Salaoja- ja sadevesiputket	7	90	jm
Ulkopuolinen routaeristys	3	50	m ²
Ulko- ja sisäpuoliset täytöt	12	138	m ³
Alapohjan eristeasennus	6	150	m ²
Raudoitus ja mahdollinen lattialämmitys	5	450	kg
Maanvaraisen laatan valu	8	150	m ²

Taulukko 1.

Työn kesto on yhteensä 83 tuntia. Työntekijätunteja kertyy 127h, koska osassa tehtävistä on järkevää käyttää useampaa työntekijää työn nopeuttamiseksi.

Palkkaryhmään viisi kuuluvan kirvesmiehen tuntipalkka on aikatyössä 17,12€/h ja urakkatyössä 23,49€/h. Palkkaryhmässä neljä olevan rakennusmiehen tuntiansio on aikatyössä 14,93€/h ja urakkatyössä 19,34€/h. Esimerkkeinä käytettävät palkkaryhmät edustavat alansa suurimpia ryhmiä. Yleisimmässä kirvesmiehen palkkaryhmässä viisi työntekijöitä on 2006 kpl ja rakennusmiesten ryhmässä neljä edustajia löytyy 1354 kpl. (Talonrakennusteollisuus ry; Jäsenkirje TALO/25/10/2012 - Työntekijöiden palkkatilasto II neljännekseltä 2012).

Käyttäen aikatyössä olevien työntekijöiden tuntipalkan keskiarvoa 16€/h, saadaan hyvä arvio työn hinnalle; $127h * 16€/h = 2032€$.

2.3 Kesto

Aikataulullisesti maanvarainen perustus sijoittuu kolmanneksi työssä käsiteltävistä vaihtoehtoista. Harkkomuuraukseen kuluu eniten työtunteja suhteessa muihin työvaiheisiin.

3 KANTAVA ONTELOLAATTA, ELEMENTTIPERUSMUURI

3.1 Yleistä

Tämä menetelmä on hyvä vaihtoehto, kun kyse on asennuksen nopeudesta, sekä tehokkuudesta. Selvästi muita vaihtoehtoja paremmin esille nousee talvirakentamisen helppous elementeillä. Elementtien asennusaika on tavallisesti muutamia päiviä, saumoihin tehtävät juotosvalut mukaan lukien. Hyvänä puolena on myös työmaalla syntyvän rakennusjätteen vähäisyys. Elementeillä rakennettaessa lähes jokainen työvaihe on tahdistava.

Ontelosuunnitelma tehdään arkkitehti- ja rakennesuunnittelijan piirustuksien mukaan. Tehtaalla huomioidaan ontelolaattoihin tulevat varaukset läpivienneille, kuten viemäriputket. Työmaan tehokkuuden maksimoimiseksi EPS- lämmöneristeet voidaan asentaa tehtaalla valmiiksi ontelolaattoihin, sekä sokkelikiviin. Näin voidaan vielä lisää tehostaa työmaalla näkyvää nopeaa työn edistymistä.

3.2 Materiaalikustannukset

Valtaosa perustamistavan kustannuksista syntyy ennalta valmistetuista elementeistä. Ontelolaattaelementtitarjoukseen sisältyy onteloiden nostosakset, mutta asennusryhmän, sekä nostokaluston hankkii rakentaja itse. Kun työtä on suhteessa vähän, niin kustannukset painottuvat materiaalien puoleen.

3.2.1 Pilarianturat

Pilarianturamuotti voidaan tehdä usealla eri tavalla. Perinteisin vaihtoehto on lautamuotin teko, koko yleisimmin 600*600 mm. Muotin voi veistellä myös EPS-eristeestä laudalla vahvistaen, kuva 4. Myös $d=600$ kierrekanavan, ts. ilmastointiputken käyttöä voi harkita. Sitä käytettäessä on varmistuttava sen paikalla pysyvyydestä. Anturan raudoitusvaiheessa on muistettava asentaa tartuntaraudoitus sokkelielementtejä varten.



Kuva 4.

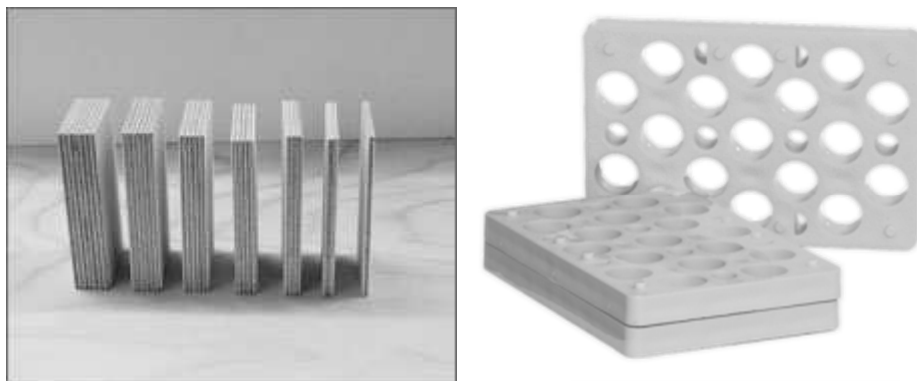


Kuva 5. Valmis pilariantura, sekä juotosvaletut sokkelielementit.

Anturoiden tekoon, työkustannukset mukaan lukien kuluu rahaa 962 euroa. Tarkempi erittely liitteessä 2, 011. Elementtiperustus.

3.2.2 Sokkeli- ja ontelolaattaelementit

Elementtiasennus alkaa elementtien nurkkapaikkojen mitoittamisella elementtisuunnitelman mukaan. Ennen kuin sokkelielementtejä voidaan laskea paikoilleen tarvitaan asennusvälikkeitä, jotka voivat olla muovista, vanerista tai metallista tehtyjä, kuva 6. Elementtivälikkeet asennetaan pilarianturoiden päälle, elementtisuunnitelman mukaisesti mitoitettuihin kohtiin. Välikkeiden kokoa tai lukumäärää muuttamalla elementit vaaitaan oikeaan korkoon tasolaserin avulla. Asennuksessa on hyvä olla mukana myös elementtikanki, jolla hienosäädetään elementti paikalleen. Betonielementtien rakentamistoleranssi on normaaliluokan mukaan $\pm 20\text{mm}$. (Mäki, T., Koskenvesa A. & Sahlstedt S. 2009, 98.)



Kuva 6. (Palavaneri Oy:n www-sivut)

Elementtiasennuksessa tarvitaan myös riittävän kokoinen autonosturi, sekä nostoapuvälineet. Sokkelielementit voi asentaa vahvojen nostoliinujen avulla, mutta suositeltavin vaihtoehto on nostoketjut. Ketjujen käyttö edellyttää, että elementeissä on valuvaiheessa tehtaalla asennetut nostolenkit, muutoin elementti voi vaurioitua. Ontelolaattoja asennettaessa on käytettävä oikeanlaisia nostosaksia, kuva 7.



Kuva 7. (Rakentaja.fi www-sivut)

Elementtirakenteinen perusratkaisu on kalliimpi kuin muut vaihtoehdot. Suurimmat kustannuserät muodostuvat itse elementeistä, sokkelielementit suorakulmaiseen 150m² ok-taloon maksaa töineen noin 6200 euroa ja ontelolaatat vastaavasti 6900 euroa. Myös alapohjan lämmöneriste on suuri kustannuserä, noin 3000€. Hinnat perustuvat vuoden 2012 lopun henkilökohtaisiin tarjouskyselyihin materiaalien osalta.

3.2.3 Pintabetonilattia

Tähän vaihtoehtoon on valittu betoniksi teräskuitubetoni, korostamaan ennestään nopeaa rakentamista elementein. Se tarkoittaa, että pintabetonilattian perinteinen rauditusverkko on korvattu teräskuidulla, jota sekoitetaan betonitehtaalla tuotteen valmistusvaiheessa. Teräskuidun hintalisä on 2,53€/kg (Rudus Oy:n www-sivut). Kun käytetään teräskuitua 30kg/m³ hintaa tulee normaalin lattiabetonin 133,09€/m³ lisäksi 75,9€/m³, yhteensä pintabetonilattia kuidulla valaen ja työn osuuden sisältäen 2892€.



Kuva 8. Kuitubetonia, (Rudus Oy:n www-sivut).

”Teräskuiduissa käytetyn materiaalin lujuus on yleensä yli kaksinkertainen (1000 – 1400 MPa) verrattuna tavanomaiseen rauditusteräkseen. Muovikuidut on tarkoitettu lähinnä rajoittamaan halkeilua betonissa kun taas teräskuitubetoni pystyy kantamaan rakenteeseen kohdistuvia kuormia kuten tavanomainen raudituskin.” (Rakentaja.fi, artikkeli: Kuidulla lisää lujuutta).

3.2.4 Työn osuus

Taulukossa 2 on esitetty aikataululiitteen mukaiset työn kestot, sekä kunkin työvaiheen määrät.

Tehtävä	Kesto [h]	Määrä	Yksikkö
Pilariperustukset, muotti-, raudoitus- ja valutyö	16	10	kpl
Sokkelielementtien asennus	9	10	kpl
Ontelolaataston asennus, saumojen juotosbetoinointi	4	13	kpl
Alapohjan lämmöneriste	3	200	m ²
Pintalaatan kuitubetonointi, 30kg/m ²	8	150	m ²
Sokkelin vierustäyttö	3	50	m ³

Taulukko 2.

Työvaiheita on tässä perustusvaihtoehdossa vähiten ja se näkyy suoraan myös työn kokonaiskestossa, joka on pääosin 2+1 työryhmää käyttäen vain 40 tuntia.

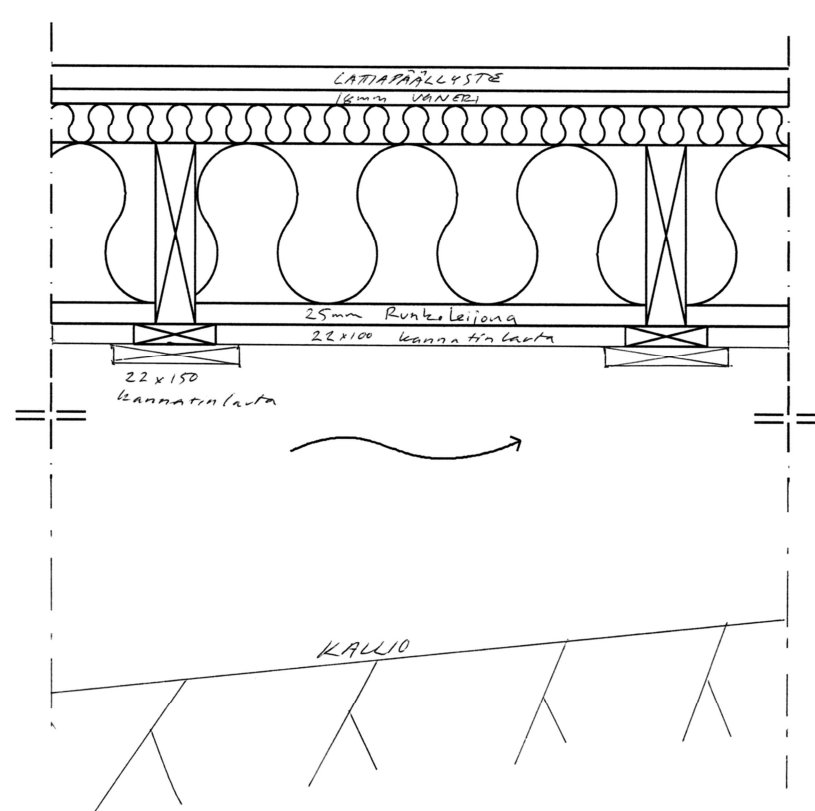
3.3 Kesto

Aikataulullisesti työtunteja on vain 40h, eli vain yhden työviikon verran. Kuitenkin työntekijätunteja kertyy 107h. Kaikki elementtirakenteisen perustustavan työvaiheet ovat melko lyhyitä, mutta siitä huolimatta valmista syntyy nopeimmin.

4 KANTAVA PUUPALKISTO, PAIKALLAVALU PERUSMUURI

4.1 Yleistä

Puurunkoinen alapohja (Kuva 9) toteutetaan yleisesti tuulettuvan alapohjan yhteydessä, ts. rossipohja. Ryömintätilan korkeus tulee olla vähintään 800mm ja riittävästä tuuletuksesta on huolehdittava. Perusmuuria varten tehtävä muottilaudoitus on aikaa vievä työvaihe verrattuna muihin perustusvaihtoehtoihin. Muotin purusta syntyy suhteessa paljon puujätettä ja sahatavaran uudelleenkäyttö vaatii naulojen irrottamista puusta, joka on työlästä ja vähemmän mielekästä työtä.



Kuva 9. Puurunkoinen alapohja

4.2 Materiaalikustannukset

Valettu perusmuuri on materiaalien osalta verrattain edullinen, mutta se vaatii enemmän työtä. Suurimmat kustannuserät syntyvät alapohjaeristeistä, betonista, sekä puutavarasta.

4.2.1 Muottilaudoitukset ja betonivaluperusmuuri

Muottilaudoitukset tehdään suoraan kiinni kallioon ja sen keskimääräinen $h=1000\text{mm}$. $22*100$ laudan menekki valettavan perusmuurin osalta on 1000jm ja $50*100$ sahatavaran menekki noin 500jm . Muotin sitomiseen käytetään muottilukkoja, jotka kiristetään muotin läpi meneviin harjaterästankoihin.

Perusmuuri raudoitetaan $2*\phi 10$ k300 raudotteella, jonka menekki on yhteensä 240kg , hinta 280€ . Betonin tarve rajoittuu perusmuurin osalle ja sen tarve on 13m^3 , $h=1000\text{mm}$ $b=200\text{mm}$ ja piiri 50 metriä. Hinnaksi muodostuu $131,61\text{€/m}^3*13\text{m}^3=1710,93\text{€}$.

Ulkopuolisena kosteuseristeenä käytetään samaa tapaa kuin harkkomuuratussa rakenteessa, eli joko patolevyä tai polttamalla liimattavaa bitumieristettä. Patolevyn hinta on $2,5\text{€}/\text{m}^2 * 50\text{m}^2 = 125\text{€}$.

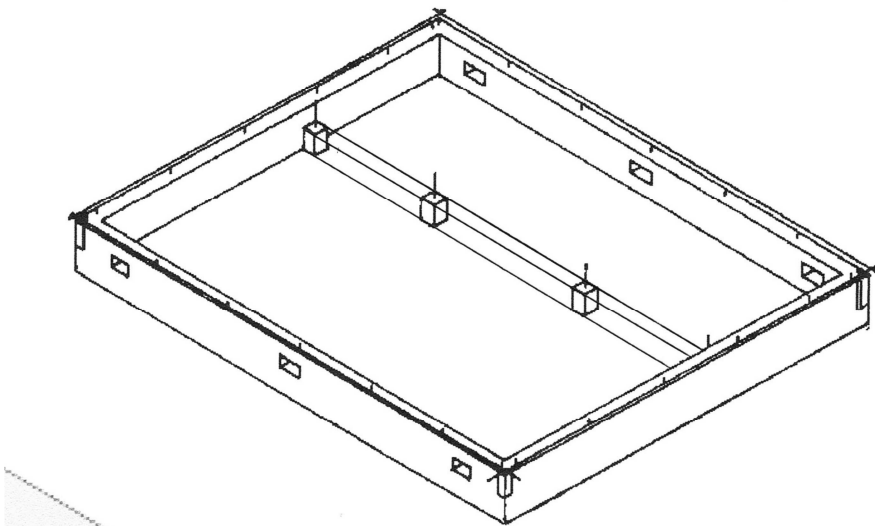
4.2.2 Täytöt

Rakennettaessa kiinni kallioon voidaan rakennuksen ulkopuolinen routaeriste, sekä mahdollisesti myös salaojat jättää kokonaan pois. On varmistuttava, että kallion pinta viettää poispäin rakennuksesta ja ettei kallioon jää koloja, joihin voi muodostua lammikoita. Mahdolliset kolot tulee valaa betonia täyteen.

Ulkopuolisten täyttöjen osuus on vakio kaikkien perustusvaihtoehtojen kesken. 50m^3 perusmuurin vierustäyttöä 8-16 sepelillä maksaa 455€. Sisäpuoliset täytöt jäävät myös pois kustannuksista. Jos kallion pinta on epätasainen tai rakennuksen alla on suuria koloja, voidaan sisäpuoliseen täyttöön käyttää esimerkiksi Leca® kevytsoraa puhallettuna, jotta saadaan maanpinta tasaiseksi.

4.2.3 Alapohjan puutyöt ja lämmöneriste

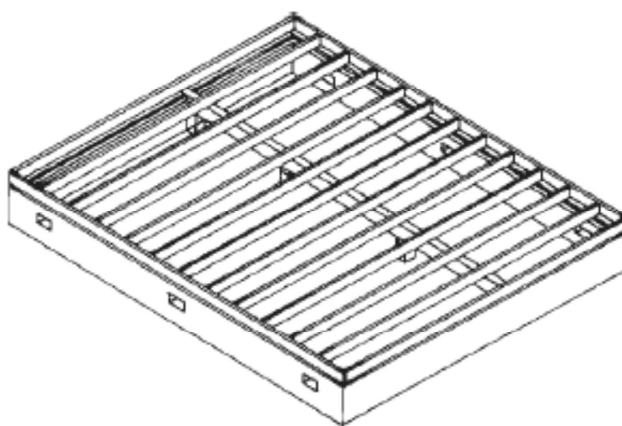
Sidepuut kiinnitetään perustuksiin kierretangoilla tai jälkikiinnitettävillä lyöntiankkureilla. Kierretangot sijoitetaan oikeille paikoilleen perusmuurin valun yhteydessä. Kierretankoa käytettäessä kiinnitys tapahtuu mutterin ja aluslevyn avulla. Kiinnitystavan etu on sen tarkkuus ja hyvä tarttuvuus. (Puuinfo [www-sivut](http://www.puuinfo.fi)).



Kuva 10. Sidepuun kiinnitys perustuksiin. (Puuinfo www-sivut)

Ennen alapohjapalkiston asentamista kiinnitetään kannatinlaudat palkkien alapintaan, jotta yläpuolelta asennettava eriste ja sitä kannatteleva tuulensuojalevy saadaan asennettua. Kannatinlautana käytetään 22*100 ja 22*150 sahatavaraa, jonka menekki on 250jm kummallakin. 22*100 metrihinta on 0,46€ ja 22*150 vastaavasti 0,82€. Yhteensä kannatinlautojen osuus on 320€.

Puupalkiston asennusta helpottamaan asennetaan toisen puolen kehäpalkki, jota vasten alapohjapalkisto on helppo latoa tarkasti paikalleen. Palkisto koostuu lujuusluokitellusta C-24 48*220 ja sen päälle lisättävästä 48*48 puutavarasta. Palkit asennetaan k/k 600 ja menekki on 280jm. C-24 48*220 metrihinta on 2,94€ ja 48*48 hinta 0,62€/m, yhteensä 996,8€.



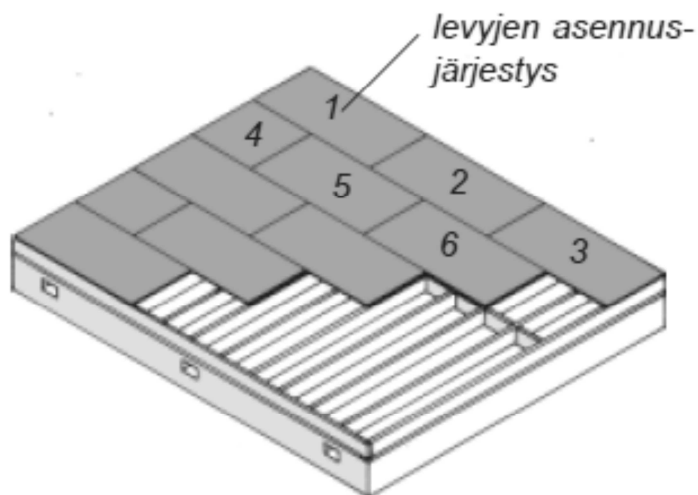
Kuva 11. Alapohjapalkisto. (Puuinfo www-sivut)

Eristeen alapuolisena kannatinlevynä käytetään 25 mm huokoista puukuitulevyä. Normaalina k 600 mm palkkijakoa käytettäessä kannatinlevyt tehdään 3000 mm pitkistä tuulensuojalevystä leikkaamalla se palkkiväleihin sopiviin osiin. Paloittelu tehdään sirkkelillä. Palat ladotaan paikoilleen 3000 mm pituisina. Puskujatkoksissa sauman päällä tulee olla jatkoslauta, jotta sauma saadaan tiiviimmäksi ja levyn päät saadaan naulattua lautaan kiinni. (Puuinfo: Avoin puurakennusjärjestelmä paikalla rakentaminen). Huokoisena puukuitulevynä käytetään 25mm Runkoleijonaa, neliöhinnaltaan 7,04€ ja kokonaishinnaltaan 1056€.

Alapohjaeristeeksi asennetaan mineraalivillaeriste 200mm+50mm. Yhteensä hinnaltaan 2350€. Eristeen asennuksen jälkeen on vuorossa alapohjan puutöiden viimeinen työvaihe, eli lattialevyn asennus.

”Aluslattialevynä käytetään ympäri reunapontattua havuvaneria. Pintaviilun tulee olla poikittaisessa suunnassa palkistoon nähden. Jos levy ei ole pontattu, tulee saumojen alle sijoittaa tukilaudat. Levyt kiinnitetään liimaamalla ja naulaamalla tai ruuvaamalla.” (Puuinfo [www-sivut](#)).

18mm vanerin hinta on $9,59\text{€/m}^2 * 150\text{m}^2 = 1439\text{€}$.



Kuva 12. Lattialevyjen asennus. (Puuinfo [www-sivut](#))

4.2.4 Työn osuus

Taulukossa 3 on esitetty aikataululiitteen mukaiset työn kestot, sekä kunkin työvaiheen määrät.

Tehtävä	Kesto [h]	Määrä	Yksikkö
Anturan ja sokkelin muottityö	14	65	m ²
Raudoitus	1	240	kg
Valu, pumppubetonointi	2	13	m ³
Salaoja- ja sadevesiputket	7	90	jm
Ulkopuolinen routaeristys	3	50	m ²
Sokkelin vierustäyttö ja tiivistys	3	50	m ³
Alapohjan puurunkotyöt	18	150	m ²
Lämmöneristeasennus, 2 kerrosta (200+50mm)	5	150	m ²
Alapohjan levytyö, 18mm vaneri	9	150	m ²

Taulukko 3.

Työtunteja on 62 tuntia ja työntekijätunteja kertyy 145 tuntia.

4.3 Kesto

Aikataulullisesti puurakenteinen alapohja sijoittuu tämän työn osalta kolmesta vaihtoehdosta keskimmäiseksi. Aikaa eniten vieviä työvaiheita ovat betonivalusokkelin muottityöt, sekä alapohjapalkiston puutyöt.

5 YHTEENVETO

Voidaan todeta, että elementtirakenteinen perustus oli käsiteltävistä vaihtoehdoista odotetusti kaikkein kallein kustannuksiltaan, nopein rakentaa, sekä sääolosuhteista lähes riippumaton. Muurattu perusmuuri jatkuvalla anturalla on vaihtoehdoista rakentajien kesken suosituin vaihtoehto. Suurin vaikuttava tekijä siinä on kustannukset, tarkemmin niiden vähäisyys. Kevytsoraharkon hyvä puoli on sen keveys ja käsiteltävyys, sekä suuri puristuslujuus. Huonona puolena on sen huokoisuus, kun on tarkoitus kiinnittää jotain sen kylkeen, esimerkiksi terassin runkokuut. Myös radonkaasun läpäisevyys on suuri.

Puupalkisto tuulettuvalla alapohjalla soveltuu hyvin, kun halutaan välttää suuret täytöt rakennusalueella. Se on myös hyvä vaihtoehto tapauksessa, jossa kallion pinnan korkeuserot ovat suuria. Maanvaraista laattaperustusta ei suositella tehtäväksi rinnetontille, koska siinä on vaarana rakennekerrosten eri vahvuuksien painuminen eri tahtiin.

Riskien suhteen luotettavin vaihtoehto on elementein rakentaminen. Tuuletettu betoninen alapohja omaa pienimmän mahdollisen kosteusriskin, sekä on varsin vahvarakenteinen. Puinen alapohja on kaikkein riskialtein kosteudelle ja sen aiheuttamalle vahingolle. Maanvarainen laatta asettuu edellisten vaihtoehtojen väliin. Se on verrattain turvallinen vaihtoehto, kunhan sisäpuoliset täytöt on tehty määräysten mukaan niin, että kapillaarinen vedennousu saadaan estettyä.

Nykyaikaiselta rakentamiselta edellytetään 50 vuoden käyttöikää. Varmin tapa täyttää tuo vaatimus on valita tehdasolosuhteissa valmistetut elementit ja yhdistää se hyvin tuulettuvaan ryömintätilaan.

LÄHTEET

Rudus Oy:n www-sivut. 2013. Viitattu 16.1.2013.

<http://www.rudus.fi/aineistot/rudus-koulut/betonikoulu/osa-4-kuitubetoni>

Rudus Oy:n www-sivut. 2012. Viitattu 23.11.2012.

Betonin, kuljetuksen ja siirtokaluston hinnasto 1.1.2012 - Rudus

Puuinfo www-sivut. 2012. Viitattu syksy 2012. s. 53-63.

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoim-puurakennusjarjestelma-paikalla-rakentaminen/paikalla-rakentaminen.pdf>

Suomen RakMK C3, 2010. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010
Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

RT 81-10590. Routasuojusrakenteet. 1995. Helsinki: Rakennustieto.

Suomen RakMK B3, 2004. Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004.

Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto

Saint-Cobain Weber Oy Ab www-sivut. 2012 viitattu 13.11.12.

<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/23221.pdf>

Palavaneri Oy:n www-sivut. 2013. Viitattu 14.1.13

<http://www.palavaneri.fi/app/product/list/-/id/7/>

Mäki, T., Koskenvesa, A. & Sahlstedt S. 2009. Rakennustöiden laatu 2009. 98

Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS

Talonrakennusteollisuus ry; Jäsenkirje TALO/25/10/2012 - Työntekijöiden palkkatilasto II neljännekseltä 2012

Rakentaja.fi www-sivut. 2012.

www.rakentaja.fi

010. Maanvarainen perustus

(EUR)

Tarjouspvm:

(TI) : 0 m3
 (KA) : 0 ka-m2
 (HA) : 0 ha-m2
 (TPV): 0 tpv

Littera	Määrä	Yks.	Tunnit	Työkustan	Ainekusta	Alihankin	Omat palv	Muut kust	Yhteensä
1610 PERUSTUSTEN ALUSTÄYTTÖ	40 M3	e	3.00	150	364	.	.	.	514
		/Yks	0.08	3.75	9.10	.	.	.	12.85
1620 PERUSMUURIN VIERUSTÄYTTÖ	50 M3	e	3.00	150	455	.	.	.	605
		/Yks	0.06	3.00	9.10	.	.	.	12.10
1630 ALAPOHJAN TÄYTTÖ	138 M3	e	9.00	450	2,520	.	.	.	2,970
		/Yks	0.07	3.26	18.26	.	.	.	21.52
2110 ANTUROIDEN MUOTTITYÖ	10 M2	e	7.00	112	285	.	.	.	397
		/Yks	0.70	11.20	28.50	.	.	.	39.70
2121 ANTUROIDEN RAUDOITUS	40 KG	e	1.00	16	48	.	.	.	64
		/Yks	0.03	0.40	1.20	.	.	.	1.60
2122 ANTUROIDEN BETONOINTI	6 M3	e	3.00	48	790	.	.	.	838
		/Yks	0.50	8.00	131.62	.	.	.	139.62
2225 PERUSMUURIN HARKKOMUURAUS	50 M2	e	58.00	928	1,364	.	.	.	2,292
		/Yks	1.16	18.56	27.29	.	.	.	45.85
2245 PERUSMUURIN OHUTRAPPAAUS	50 M2	e	3.00	48	131	.	.	.	179
		/Yks	0.06	0.96	2.62	.	.	.	3.58
2270 PERUSMUURIEIEN ROUTASUOJAUS	50 M2	e	3.00	48	360	.	.	.	408
		/Yks	0.06	0.96	7.20	.	.	.	8.16
2280 PERUSMUUR VED JA KOST ERI;	50 M2	e	2.00	32	125	.	.	.	157
		/Yks	0.04	0.64	2.50	.	.	.	3.14
2621 MAANVAR LAAT RAUDOITUS	450 KG	e	5.00	80	462	.	.	.	542
		/Yks	0.01	0.18	1.03	.	.	.	1.20
2626 MAANVAR LAAT PINTABET TYÖ,	150 M2	e	24.00	384	1,597	.	.	.	1,981
		/Yks	0.16	2.56	10.65	.	.	.	13.21
2670 MAANVAR LAAT LÄMMÖNERISTY	150 M2	e	6.00	96	1,890	.	.	.	1,986
		/Yks	0.04	0.64	12.60	.	.	.	13.24
KAIKKI YHTEENSÄ			127.00	2,542	10,391	.	.	.	12,933

011. Elementtiperustus

(EUR)

Tarjouspvm:

(TI) : 0 m3
 (KA) : 0 ka-m2
 (HA) : 0 ha-m2
 (TPV): 0 tpv

Littera	Määrä	Yks.	Tunnit	Työkustan	Ainekusta	Alihankin	Omat palv	Muut kust	Yhteensä
1620 PERUSMUURIN VIERUSTÄYTTÖ	50 M3	e	3.00	150	455	.	.	.	605
		/Yks	0.06	3.00	9.10	.	.	.	12.10
2310 KANTAVA ALAP PILARIMUOTIT	10 KPL	e	32.00	512	450	.	.	.	962
		/Yks	3.20	51.20	45.00	.	.	.	96.20
2326 KANT ALAP PINTABETONITYÖ /	150 M2	e	24.00	384	2,508	.	.	.	2,892
		/Yks	0.16	2.56	16.72	.	.	.	19.28
2340 KANTAVA ALAP LÄMMÖNERISTYS	150 M2	e	6.00	96	3,000	.	.	.	3,096
		/Yks	0.04	0.64	20.00	.	.	.	20.64
2350 KANT ALAP ELEMENTIT, SOKKE	50 JM	e	27.00	432	5,750	.	.	.	6,182
		/Yks	0.54	8.64	115.00	.	.	.	123.64
2351 KANT ALAP BET ELEMENTIT/ON	150 M2	e	12.00	192	6,729	.	.	.	6,921
		/Yks	0.08	1.28	44.86	.	.	.	46.14
2370 KANT ALAP LÄMMÖNERISTYS, S	50 M2	e	3.00	48	157	.	.	.	205
		/Yks	0.06	0.96	3.14	.	.	.	4.10
	KAIKKI YHTEENSÄ		107.00	1,814	19,049	.	.	.	20,863

012. Betonivalusokkeli, puupalkisto

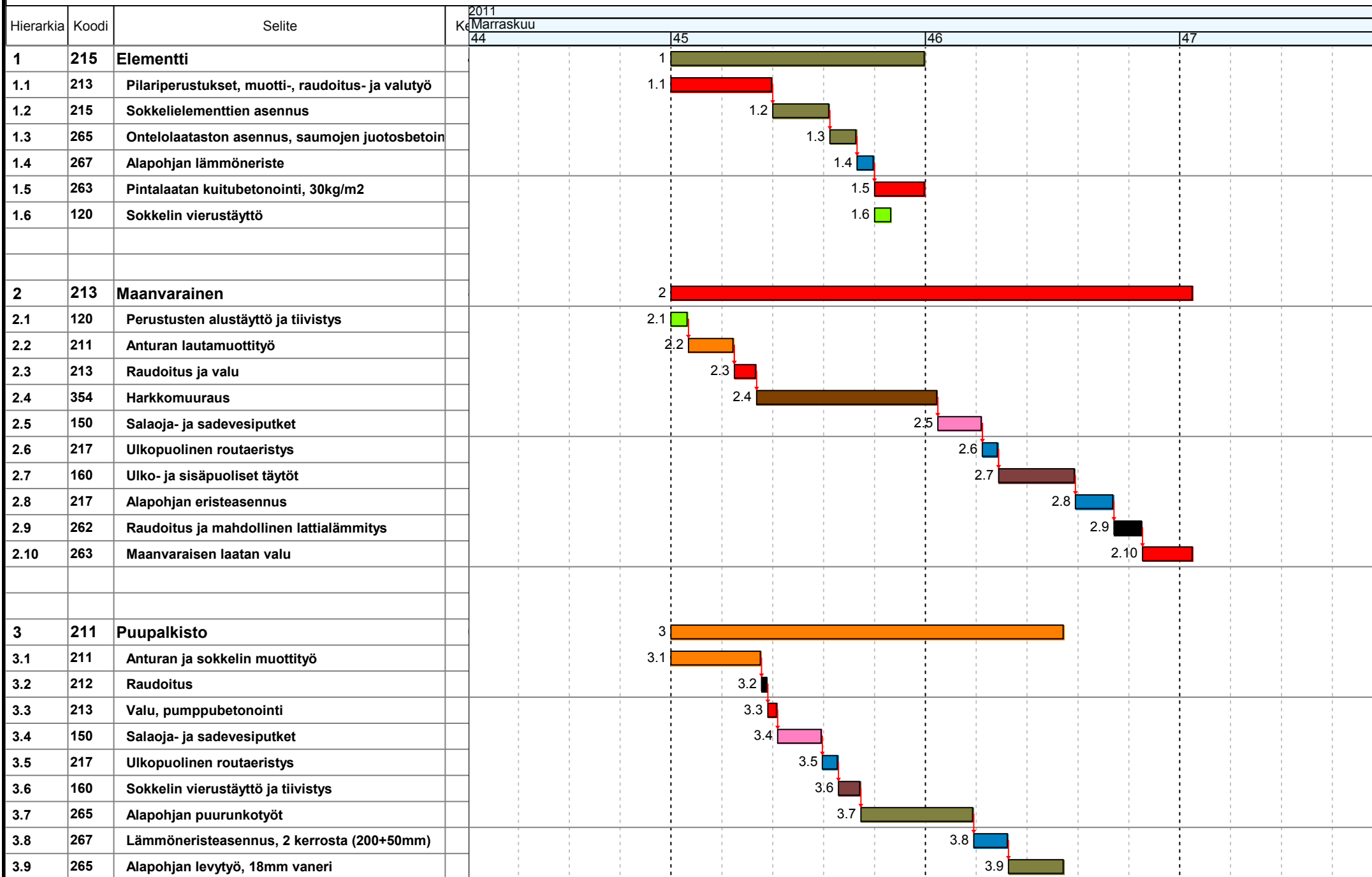
(EUR)

Tarjouspvm:

(TI) : 0 m3
 (KA) : 0 ka-m2
 (HA) : 0 ha-m2
 (TPV): 0 tpv

Littera	Määrä	Yks.	Tunnit	Työkustan	Ainekusta	Alihankin	Omat palv	Muut kust	Yhteensä
1620 PERUSMUURIN VIERUSTÄYTTÖ	50 M3	e	3.00	150	455	.	.	.	605
		/Yks	0.06	3.00	9.10	.	.	.	12.10
2211 PERUSMUURI LAUTAMUOTTIT	65 M2	e	42.00	672	1,399	.	.	.	2,071
		/Yks	0.65	10.34	21.52	.	.	.	31.86
2221 PERUSMUURI RAUDOITUS	240 KG	e	3.00	48	149	.	.	.	197
		/Yks	0.01	0.20	0.62	.	.	.	0.82
2222 PERUSMUURI BETONOINTI	13 M3	e	6.00	96	1,711	.	.	.	1,807
		/Yks	0.46	7.38	131.61	.	.	.	138.99
2361 KANT ALAP PUURUNKOTYÖ	150 M2	e	54.00	864	2,586	.	.	.	3,450
		/Yks	0.36	5.76	17.24	.	.	.	23.00
2362 KANT ALAP LEVYTYÖ, 18mm VA	150 M2	e	27.00	432	1,439	.	.	.	1,871
		/Yks	0.18	2.88	9.59	.	.	.	12.47
2370 KANT ALAP LÄMMÖNERISTYS	150 M2	e	10.00	160	2,350	.	.	.	2,510
		/Yks	0.07	1.07	15.67	.	.	.	16.73
	KAIKKI YHTEENSÄ		145.00	2,422	10,089	.	.	.	12,511

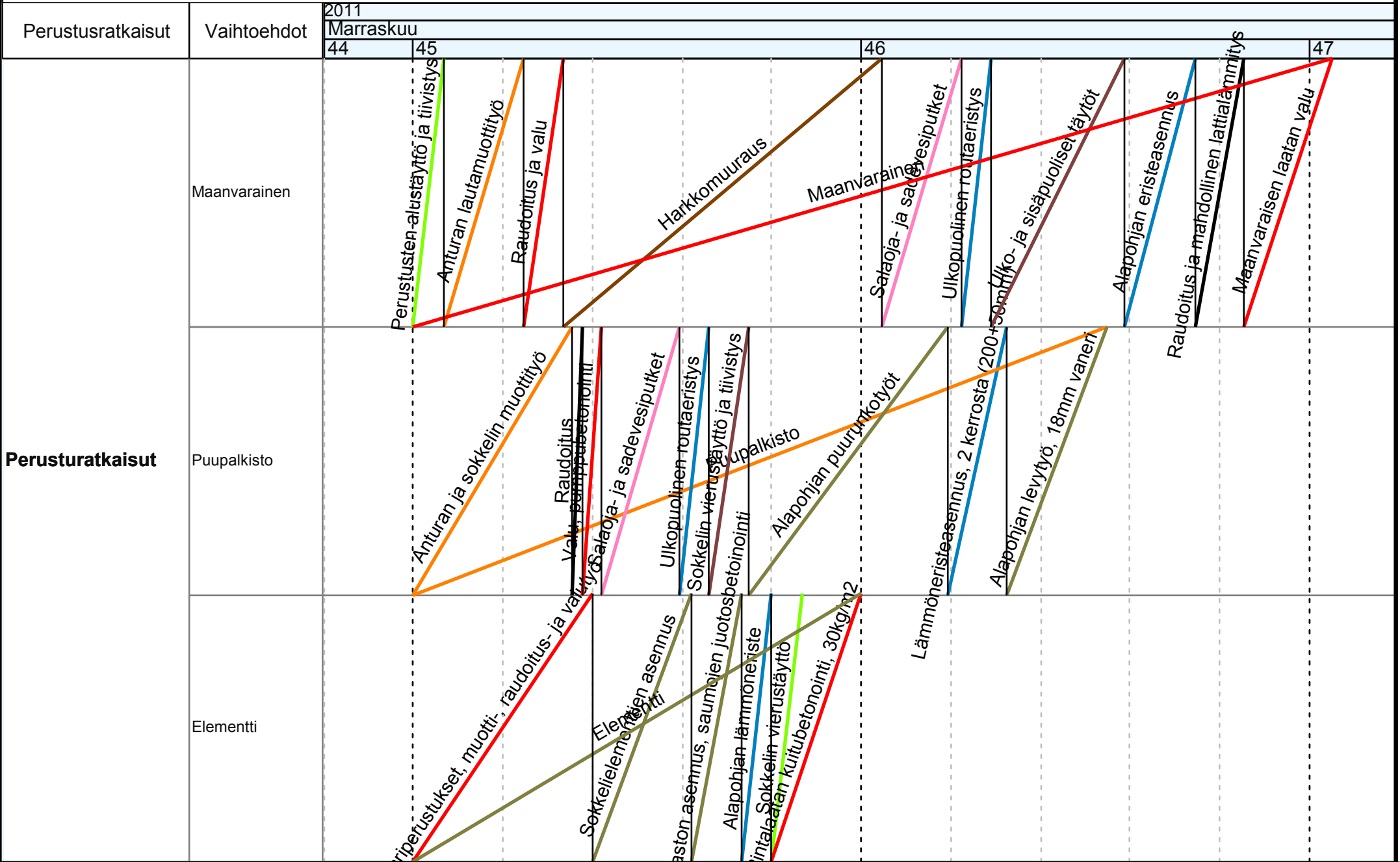
Päällikkö:



22.1.2013

Sivu: 1/1

Päällikkö:



22.1.2013

Sivu: 1/1