

Anssi Näkki

RIVITALORAKENTAMISEN KUSTANNUSVERTAILU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2013

Rivitalorakentamisen kustannusvertailu

Näkki, Anssi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2013
Ohjaaja: Koskinen, Jussi
Sivumäärä: 33

Asiasanat: rivitalo, kustannus, pre-cut

Opinnäytetyön aiheena oli rivitalorakentamisen kustannusvertailu. Työn tilaajana oli Luvi-Por Oy. Luvi-Por Oy toimii pääsääntöisesti Satakunnan alueella ja yritys on tehnyt useita rivitalokohteita aikaisemmin niin sanotusta ”pitkästä puutavarasta”. Tässä työssä oli tarkoitus vertailla erilaisia rakennustyyliä ja -tapoja, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä kustannustehokkuus ja lopputulos kohteisiin.

Rakennettavaan rivitaloon tulee yhteensä seitsemän huoneistoa. Työssä selvitetään pre-cut rakentamista, elementtirakentamista ja ”pitkästä tavarasta” rakentamista. Lisäksi työssä vertaillaan eri rakennustapoja ja -ratkaisuja, joilla saataisiin rivitalon rakentamisen kustannukset pysymään alhaalla. Laskelmissa arvoina käytetään jo valmistuneista taloista saatuja tietoja ja arvoja sekä omia määrälaskelmia, ratu-kortistoja ja saatuja tarjouksia.

Työssä otetaan myös huomioon suunnitelmien merkitys kustannustehokkaassa rakentamisessa. Suunnittelupöydällä pystytään vaikuttamaan jo hyvin moneen asiaan, mikä nostavat rakentamisen hintaa. Hankalat detaljit pyritään jättämään pois jo suunnitteluvaiheessa sekä pyritään suunnittelemaan toimivia ja yksinkertaisempia ratkaisuja.

BUILDING COST COMPARISON OF ROW HOUSE

Näkki, Anssi
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in construction engineering
March 2013
Supervisor: Koskinen, Jussi
Number of pages: 33

Keywords: row house, expense, pre-cut

The purpose of this thesis is to find the most cost effective way to build a seven apartment row house. The costs will be calculated and compared for three different building styles.

The work is contracted by Luvi-Por Oy. The company operates mainly in the Satakunta area, and has experience in building row houses from so called “long material”. The primary object for this thesis is to research and improve the cost efficiency and the overall quality of the building process.

The cost comparison will comprise of three elements; the pre-cut building, the element building and the so called “long material” building. The different kinds of construction styles will be taken into account in the comparison in order to calculation and minimize the overall construction costs.

The numbers used in the calculations are from completed projects, “ratu”-material and new offers asked for the purpose of this thesis. Additionally, the significance of planning and project management is taken into account to highlight construction inefficiencies at the project planning phase, therefore minimizing unnecessary costs during the construction phase.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YLEISTÄ	6
	2.1 Rivitalo	6
	2.2 Asemakaava	6
3	RIVITALON SUUNNITTELU	8
	3.1 Perustukset	8
	3.1.1 Teräsputkipaalut	8
	3.1.2 Teräsbetonipaalu	11
	3.1.3 Johtopäätökset	13
	3.3 Rivitalon toteutus	17
	3.4 Talotekniikka	19
4	RUNGON TOTEUTTAMISTAVAT	22
	4.1 Pitkästä tavarasta rakentaminen	22
	4.2 Elementtirakentaminen	27
	4.3 Pre-cut rakentaminen	28
5	ALIURAKOINTI	30
6	AIKAISEMMAT KOHTEET	31
	6.1 Takuukorjaukset.....	31
7	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Tässä työssä keskitytään rivitalorakentamiseen. Työn tilasi Luvi-Por Oy, joka halusi selvittää mahdollisia keinoja, joilla voisi saada pudotettua rivitalorakentamisen kustannuksia. Luvi-Por Oy työllistää Satakunnan alueella suoraan noin 10 miestä sekä useita alihankkijoita erilaisissa rakennusprojekteissa. Aikaisemmat Luvi-Por Oy:n rakennuttamat rivitalokohteet on toteutettu tekemällä pitkää puutavarasta ja niissä on ollut suora sähkölämmitys. Nykyisin rakentajia pyritään ohjaamaan pois suorasta sähkölämmityksestä ja sen vuoksi rakennuttajalla heräsi mielenkiinto myös vertailla erilaisia lämmitysvaihtoehtoja. Luvi-Por Oy toimii itse rakennuttajana sekä urakoitsijana rivitalokohteissa, jonka vuoksi kustannuksia haluttaisiin saada pudotettua alemmas. Työssä selvitettiin erilaisia perustusvaihtoehtoja rivitalolle sekä rungon toteutusvaihtoehtoja.

2 YLEISTÄ

2.1 Rivitalo

Rivitalo on rakennus, jossa on useita eri asuntoja samassa kiinteistössä. Asunnot sijaitsevat rakennuksessa peräkkäin eli rivissä. Asuntoja pitää olla aina vähintään kolme, koska muuten kyseessä olisi paritalo. Suomessa rivitaloasuminen on melko yleistä ja vuonna 2008 rivitaloasuntoja oli Suomessa jo 382 000 kpl, mikä on 14 % koko Suomen asuntokannasta. (Tilastokeskuksen www-sivut 2012.) Satakunnan alueella on rivitalorakentamisessa sellainen erikoisuus, että suositetaan rivitalorakentamisessa yksikerroksisia rivitaloja. Rivitaloa tehtäessä kustannuksiin vaikuttaa rakennustapa, erikoisdetaljien määrä, nurkkien, ovien ja ikkunoiden määrä, rakennuksen korkeus sekä rakennusajankohta.

Rivitalosta muodostetaan aina asunto-osakeyhtiö. Asunto-osakeyhtiössä jokaisella asunnon omistajalla on osakkeita kyseisestä rivitalosta. Osakkaiden omistajista valitaan yhtiökokouksessa taloyhtiön hallitus, joka hoitaa juoksevia asioita taloyhtiössä. Taloyhtiön hallitus valitsee taloyhtiölle isännöitsijän, paitsi jos yhtiöjärjestyksessä ei sellaista vaadita. Isännöitsijä toimii yhteistyössä taloyhtiön hallituksen, osakkaiden ja palvelujen tarjoajien kanssa. Isännöitsijä toimii taloyhtiön toimitusjohtajana, jonka tehtävänä on johtaa taloyhtiötä yhtiökokouksen ja hallituksen antamien ohjeiden mukaan. (Hillman 2009.) Taloyhtiön hallitus valitsee myös hallitukselle puheenjohtajan. Puheenjohtajalla on useita eri tehtäviä. Puheenjohtaja kutsuu hallituksen koolle, seuraa että tehdyt päätökset tapahtuvat ajallaan ja tehdyt päätökset kirjataan oikein pöytäkirjoihin. Puheenjohtaja johtaa hallituksen kokousta ja allekirjoittaa pöytäkirjat. Jos äänestystilanteessa tulee tasatilanne, on puheenjohtajan ääni ratkaiseva. Puheenjohtajalla on suuri ja tärkeä rooli taloyhtiössä esimerkiksi isojen remonttien kohdalla. Puheenjohtaja toimii usein yhdyshenkilönä isännöitsijän ja urakoitsijoiden kanssa.

2.2 Asemakaava

Tontin asemakaava antaa tiettyjä rajoituksia rakennettavalle rivitalolle. Asemakaavan tarkoituksena on ohjeistaa rakentajaa, että rakennukset sopivat rakennuspaikkaan

paikallisten olosuhteiden mukaan. Asemakaava määrää paljon millaisen talon tontille voi rakentaa. Asemakaava määrää onko talo yksi- vai kaksikerroksinen, minkä väri- nen talo on, mitä materiaalia talon julkisivut pitää olla, miten rakennettavat rakennukset sijoitetaan, mihin kohtaan tonttia rakennukset tulevat sekä mahdollisen korkeusaseman. Asemakaava esitetään kartalla, josta näkee asemakaavan raja-alueen, tiet, virkistysalueet ja yleisten alueiden rajat. Asemakaavan hyväksyy valtuusto. Asemakaavaan voi hakea poikkeuslupaa, jolloin lupa haetaan kunnalta. Lupaa haki- essa pitää käydä kuulemassa naapureilta heidän mielipiteensä. Nakkilan rivitaloton- tin koko on 2590 m² ja $e = 0,30$. E-luku tarkoittaa tehokkuuslukua, eli sitä kuinka paljon tontilla on rakennusoikeutta. Rakennusoikeus saadaan selville laskutoimituk- sella $2590 \text{ m}^2 \times 0,30 = 777 \text{ m}^2$. Rivitalotontilla on siis rakennusoikeutta 777 m².

3 RIVITALON SUUNNITTELU

3.1 Perustukset

Rakennettava rivitalo sijaitsee Nakkilassa osoitteessa Seurakunnantie 1. Ramboll Oy teki tontilla pohjatutkimuksen. Pohjatutkimuksessa tehtiin kolme painokairausta tontilla. ”Kaksi kairausta pysähtyi noin 19 metriin kallioon, moreenissa oleviin kiviin tai lohkaraisiin. Humusmaan alla maakerrostumassa on savista silttiä noin 2 metriä. Sen alla savea on noin 5,2–6,5 metriä”. (Ramboll Oy 2011.) Pohjatutkimuksen perusteella oli selvää, että rakennettava rakennus pitää paaluttaa. Paaluttamalla vetinen tai pehmeä maaperä saadaan uudelleen rakennuskelpoiseksi. Paaluja on useita erilaisia, joista yleisimpiä ovat betoniteräspaalu ja teräsputki- ja teräspalkkipaalu. Perustustapana paalutus on melko kallis, mutta halvempi kuin suorittaa huomattava massanvaihto tontilla. Paaluja pystytään lyömään useita kymmeniä metrejä maan alle. (Vesirakentamisen www-sivut 2012.) Paalutus on selvästi monta kertaa edullisempi ratkaisu perustaa talo, kuin suorittaa massan vaihtoa tontilla. Paalutustyö pitää suorittaa RIL 223–2005 LPO-2005 lyöntipaalutusohjeiden mukaan.

3.1.1 Teräspalkkipaalut

Teräspalkkipaalut ovat yleensä noin kuuden metrin mittaisia. Teräspalkkipaaluja on lyötäviä rr-paaluja ja kierrettäviä rd-paaluja. (Ruukin www-sivut 2012.) Teräspalkkipaalutuksessa on se hyöty verrattuna betonipaalutukseen, että teräspalkkipaalutuksesta ei jää yhtään hukkaa, vaan ”ylimääräinen” teräspalkki saadaan käytettyä seuraavaan paalutettavaan kohtaan, koska jokaisessa paalussa on jatko-osa. Teräspalkkipaaluissa on muitakin etuja betonipaaluun verrattuna. Paalutuskalusto ja paalut ovat melko kevyitä ja ne toimitetaan työmaalle samalla kyydillä. Betonipaalutuskone on huomattavasti suurempi ja painavampi kuin teräspalkkipaalutuskone. Ahtaiden tilojen ja painuvan maan ansiosta teräspalkkipaalutuskone on huomattavasti parempi vaihtoehto. Teräspalkkipaalujen suoruus, pituus ja ehjyys saadaan tutkittua ja tarkistettua helposti, koska putki on ontto. Teräspalkkipaalut on myös hyvä paaluttaa pientaloalueellakin, koska syrjäytettävä maa on hyvin pieni, jolloin maa ei tärise paljon ja paalutuksesta ei aiheudu haittaa naapuritaloille. (Ruukin esite 2010, 4.)

Paalu	D (mm)	t (mm)	M (kg/m)	A (mm²)
RR75	76,1	6,3	10,8	1381
RR90	88,9	6,3	12,8	1635
RR115/6,3	114,3	6,3	16,8	2138
RR115/8	114,3	8	21	2672
RR/RRs140/8	139,7	8	26	3310
RR/RRs140/10	139,7	10	32	4075
RR/RRs170/10	168,3	10	39	4973
RR170/12,5	168,3	12,5	48	6118
RR220/10	219,1	10	51,6	6569
RR220/12,5	219,1	12,5	63,7	8113
RR270/10	273	10	64,9	8262
RR270/12,5	273	12,5	80,3	10230
RR320/10	323,9	10	77,4	9861
RR320/12,5	323,9	12,5	96	12229

Taulukko 1. Teräsputkipaalujen koot (Ruukin www-sivut.)



Kuva 1. Teräsputkipaalu



Kuva 2. Paalutuskone teräsputkelle

3.1.2 Teräsbetonipaalu

Teräsbetonipaaluja on kolmea eri kokoa: 250x250, 300x300 ja 350x350. Teräsbetonipaaluissa on pääteräkset jokaisessa reunassa sekä kierrehaat, jotka kiertävät pääteräkset koko paalun matkalla. Teräsbetonipaalu tehdään aina tietyn mittaiseksi, paalun pituudet vaihtelevat 3-15 metrin välillä. Paalut voidaan tilata tältä väliltä metrin välein. Paalun pituuksien määrittäminen voi olla hankalaa, koska kaikissa paalutettavissa pisteissä paalua ei mene maahan yhtä paljon, jolloin kaikki maan yläpuolelle jäävä paalu on ylimääräistä. Ylimääräisestä paalusta tulee lisää kustannuksia, koska sitä ei voi käyttää missään hyväksi ja paalun pätkät on kuljetettava työmaalta pois. Ylimääräisten paalupätkien poiskuljetus ei ole helppoa, koska esimerkiksi paalu 250x250 painaa 155 kg/m (Ruduksen [www-sivut 2013](#)). Teräsbetonipaalun ei tarvitse olla yhtämittainen, vaan betonipaalua voidaan jatkaa. Teräsbetonipaalun kuljetuksesta työmaalle voi myös muodostua ongelmia, koska paalut voivat olla jopa 15 metriä pitkiä ja tilat ovat monesti ahtaita. Teräsbetonipaalutuksessa ääni ja värinä ovat huomattavasti isommat kuin teräspalkkipaalutuksessa, jolloin värinät sekä paalutuksesta syntyvä meteli voivat aiheuttaa ongelmia naapuritaloissa.



Kuva 3. Teräsbetonipaalu. (Ammattirakentajan [www-sivut](#).)



Kuva 4. Paalujatkos. (Emican [www-sivut](http://www-emican.com).)



Kuva 5. Betonipaalutus kone. (Siirtomurskeen [www-sivut](http://www-siirtomurske.com).)

3.1.3 Johtopäätökset

Kysytyjen tarjousten perusteella edullisemmaksi tuli teräsputkipaalutus. Tarjouksia kysyttiin useilta eri paaluttajilta. Kaikki hinnat ovat alv 0 %. Hinnat vaihtelivat teräsputkipaalussa 37,50 €/metri – 42,50 €/metri. Teräsputkipaalutuksessa hinnat pitivät sisällään paalujen lyönnin, katkaisun, paalupöytäkirjanpidon, jatkoksen ja ylimääräisten pätkien poiskuljetuksen. Teräsbetonipaalutuksen hinta olisi ollut paalu 16,20 €/metri, jatkos 82 €/kpl ja maakärki 10 €/kpl. Sen lisäksi olisi tullut vielä paalun lyönti maahan.

Oletusarvoina maatumkimuksen mukaan oli, että paalua menee yhtä lyöntipistettä kohti noin 18 metriä. Lyöntipisteitä oli 40 kappaletta, jolloin kokonaisuudeksi oletettiin $18\text{m} \times 40 = 720$ metriä. Teräsputkipaalulla hinnaksi olisi muodostunut $720\text{m} \times 37,50 \text{ €/m} = 27000 \text{ €}$. Teräsbetonipaalulla hinta olisi ollut $720\text{m} \times 16,20 \text{ €/m} = 11664\text{€} +$ jatkos vähintään $1\text{kpl/piste} = 82\text{€} \times 40 = 3280\text{€} +$ maakärjet $10 \text{ €/kpl} \times 40 = 400\text{€}$. Tämän lisäksi olisi tullut vielä työn osuus. Materiaalit olisivat maksaneet $11664\text{€} + 3280\text{€} + 400\text{€} = 15344\text{€}$.

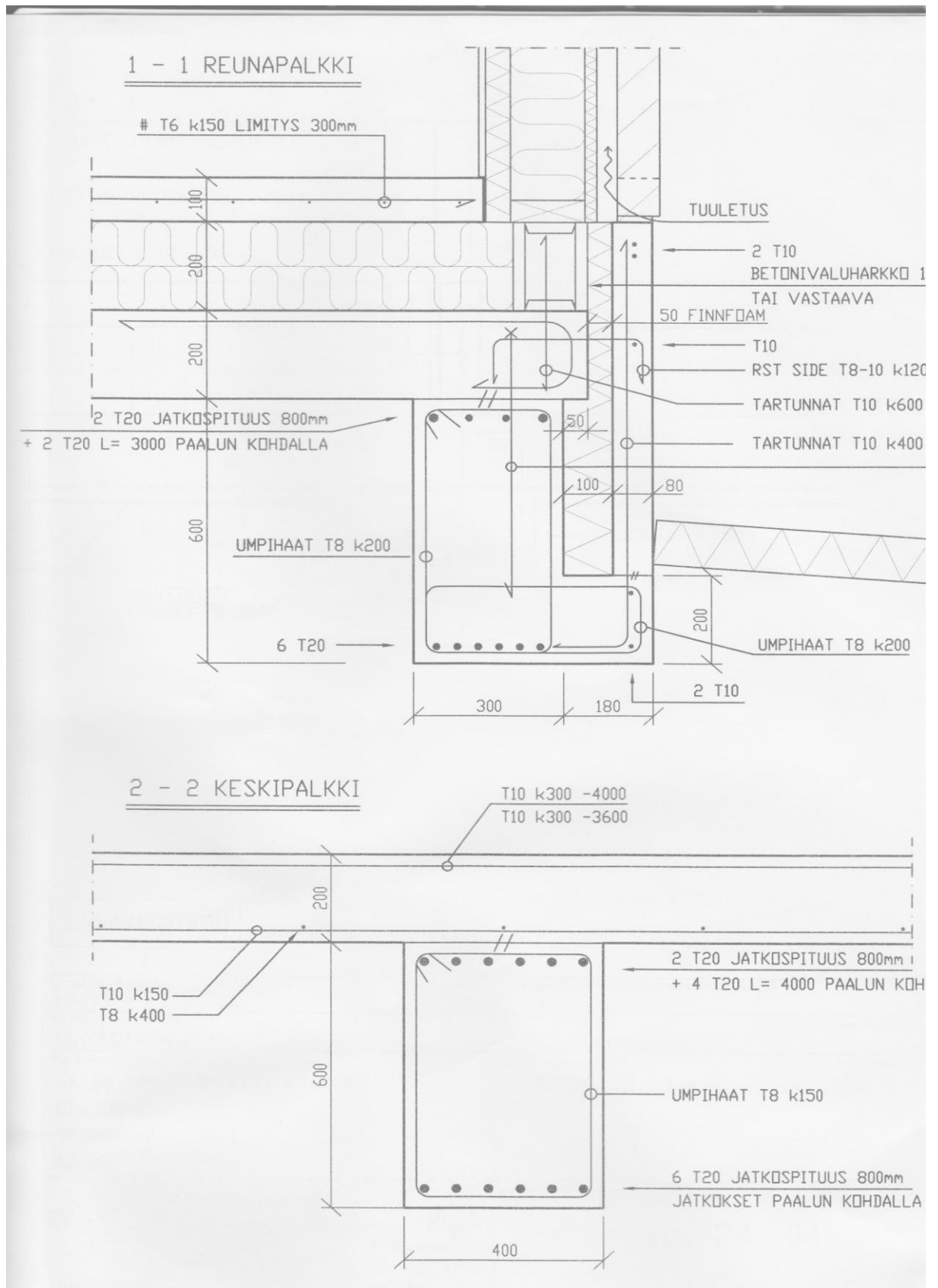
Urakoitsija päätti toteuttaa paalutuksen kuitenkin teräsputkipaalutuksena, koska teräsputkipaalutuksessa oli enemmän hyötytekijöitä. Vertailua ei tosin voi pitää aivan täysin luotettavana, koska teräsbetonipaalua olisi todennäköisesti kulunut vähemmän. Teräsbetonipaalun kantavuus on parempi kuin teräsputkipaalun, jolloin paalupisteiden määrä olisi ollut pienempi. Perustettava maa oli hyvin pehmeää, humusmaan alla noin kaksi metriä savista silttiä ja sen alla 5,2–6,2 metriä savea (Ramboll Oy). Raskaan betonipaalukoneen ajaminen tontille olisi ollut erittäin hankala tehtävä ja paalutuskone olisi todennäköisesti painunut maahan kiinni. Vieressä olevat rivitalot olisivat saattaneet kärsiä betonipaalutuksesta, koska tärinät ovat huomattavasti suuremmat betonipaalutuksessa kuin teräsputkipaalutuksessa. Suurin syy teräsputkipaalutuksen valintaan oli se, että teräsputkipaalutuksessa joutuu maksamaan ainoastaan lyödyistä paalumäärästä, kun taas teräsbetonipaalussa joudutaan maksamaan koko paalun pituus, vaikka paalusta menisi vain osa paalutettavaan kohtaan. Pohjatutkimusten mukaan paalua piti mennä noin 18 metriä/paalupiste, mutta todellinen metriäärä oli joissain kohdissa jopa 24 metriä. Teräsputkipaalu oli todennäköisesti kokonaisvaltaisesti edullisin ja parhain vaihtoehto.



Kuva 6. Paaluhattu



Kuva 7. Reunapalkki, jossa paaluhattu



Kuva 8. Leikkauspiirustus keski- ja reunapalkista

Paaluhattun tarkoitus on mennä perustusten sisään ja näin ollen ottaa kanto alapohjaan ja anturaan. Paaluhattu meni tässä kohteessa reunapalkin ja keskipalkin sisään noin viisi senttimetriä. Paaluhattuja on erikokoisia ja -paksuisia. Taulukossa on eri paalukokoja ja paaluhattujen kokoja.

Paalu	Paaluhattun mitat (mm x mm x mm)	Ohjeellinen paalukuorma (kN)
RR90	150 x 150 x 15	350
RR115/6,3	200 x 200 x 20	600
RR115/8	250 x 250 x 25	700
RR140/8 ja RR140/10	250 x 250 x 25	950
RR170/10 ja RR170/12,5	300 x 300 x 30	1400
RR220/10	300 x 300 x 30	1620
RR220/12,5	300 x 300 x 30	1620
RR270/10	350 x 350 x 30 *	2100
RR270/12,5	350 x 350 x 30 *	2100
RR320/10	400 x 400 x 30 *	2700
RR320/12,5	400 x 400 x 30 *	2700

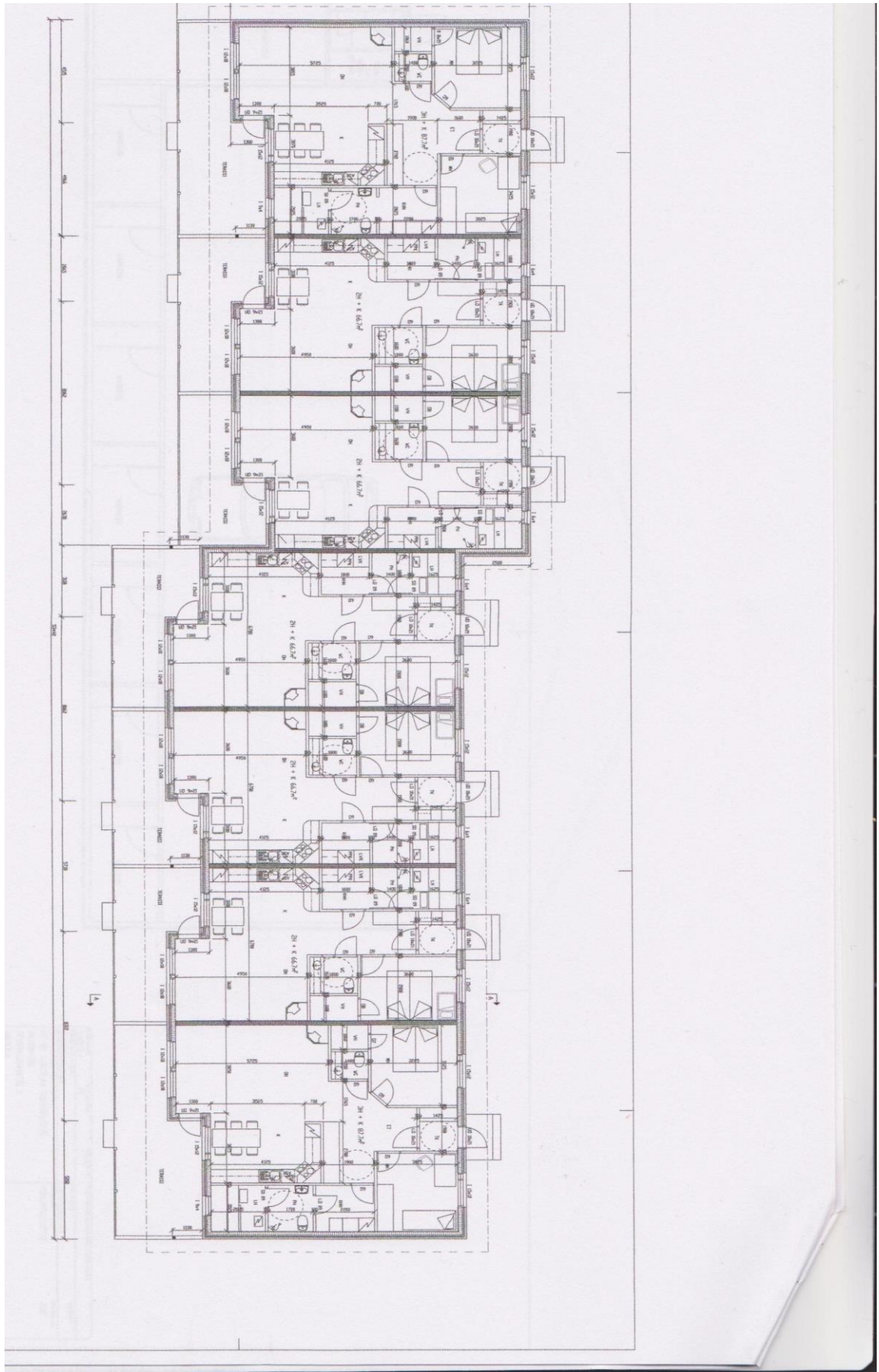
Taulukko 2. Paaluhattujen kokoja



Kuva 9. Paalun maakärki

3.3 Rivitalon toteutus

Rivitalon asunnoista pyritään tekemään sen kokoisia, mitä asiakkaat haluavat. Ennakkomarkkinoissa selvisi, että alueella on kysyntää kaksioista ja kolmiosta. Asunnon koot ovat kaksiot 66,7 m² ja kolmiot 87,7 m². Rivitalon suunnittelun alkuvaiheessa rivitalon runkosyvyys päätettiin, mutta pituutta ei vielä päätetty. Se antoi vapauden hieman vielä muuttella asuntojen huoneiden järjestystä ja tyyliä asiakkaan toiveiden mukaan. Asuntoja tulee rakennettavaan rivitaloon seitsemän kappaletta, kaksi kolmiota ja viisi kaksiota.



Kuva 10. Rivitalon pohjapiirustus

Rivitalo toteutetaan niin sanottuna RS-kohteena. RS-kohteen pääasiallinen tarkoitus on turvata asunnonostajaa rakennusaikana, mutta RS-kohteesta on myös hyötyä rakennuttajalle. Rakennuttaja voi alkaa myydä asuntoja jo rakennusvaiheen aikana, toisin kun jos tällaista sopimusta ei ole, voi asuntoja myydä vasta sitten, kun kaikki on valmista. Rakennuttajalle on myös RS-kohteesta selvä etu, koska oma rahantarve ei ole niin suuri, kun rahaa saadaan käyttöön jo myydyistä asunnoista (Danskepankin www-sivut 2013). Asunnon ostajaa RS-sopimus suojaa monella tapaa. RS-kohteessa pankki säilyttää kaikki tärkeät asiakirjat ja näin rakennuttaja ei voi esimerkiksi myydä asuntoja moneen kertaan. Rakennuttaja joutuu myös antamaan rakennusaikaisia vakuuksia pankille, joilla turvataan asuntojen valmistuminen rakennuttajan jouduttua maksuvaikeuksiin. Rakennusvaiheen vakuus on noin 10 % ja rakennusvaiheen jälkeinen vakuus 2 % kauppahinnasta. Rakennuttajan pitää ottaa myös rakennusvirhevakuutus, jonka myöntää vakuutusyhtiö. Rakennusvirhevakuutus korvaa joiltain osin rakennusaikaiset virheet, jos rakennuttajalla ei ole mahdollisuutta korvata vahinkoa.

3.4 Talotekniikka

Urakoitsija oli miettinyt jo paljon talon suunnitteluvaiheessa eri lämmitysmuotoja. Keskeisemmiksi lämmitysvaihtoehtoiksi nousivat vesikiertoinen lattialämmitys tai sähköpatterit ja märkätiloihin lämmitettävät sähkövastukset lattiaan. Lattialämmitystä pidetään uusissa taloissa hieman jopa luksuksena ja lattialämmitystä pidetään osittain myös myyntivalttina uusissa asunnoissa (Riku Näkki 14.5.2012). Suorassa sähkölämmityksessä investointikustannukset olisivat olleet pienemmät, kuin vesikiertoisessa lattialämmityksessä.

Vesikiertoisen lattialämmityksen energiantuotantovaihtoehtoja oli monia. Vaihtoehtoja olivat öljylämmitys, pellettilämmitys, hakelämmitys ja maalämpö. Öljylämmitystä ei kunnolla edes ajateltu, koska nykytilanteessa öljylämmitystä ei suosita ja lämmitysvaihtoehdot vaikuttavat energiatodistukseen sekä öljyn hintaa pidetään korkeana. Pelletti- ja hakelämmitys jäivät pois suunnitelmista sen takia, koska ne olisivat vaatineet ison tilan polttoainetarastoille ja tontti oli jo valmiiksi melko ahdas. Lisäksi pelletti- tai hakelämmitys vaatisi jatkuvaa seurantaa siitä, että polttoainetta on riittävästi ja polttoainetta olisi joku sitten lisäämässä kun tarve olisi. Maalämpö oli

näistä kaikista vaihtoehdoista vaivattomin. Maalämpöpumpun ideana on kierrättää keruuputkistoissa nestettä, joka lämpiää putkistossa muutaman asteen. Sen jälkeen neste menee maalämpöpumpulle, josta kompressorin avulla saadaan lämpöä lämmönjakoverkkoon. Maalämpö on käyttökustannuksiltaan huomattavasti monia muita lämmitysmuotoja halvempi, koska sähköä kuluu ainoastaan maalämpöpumpussa olevan kompressorin toimintaan ja nesteen kierrätykseen keruuputkistoissa sekä lämmitysjärjestelmässä. Maalämpöpumpussa käyttökustannukset ovat noin 1/3 tuotetusta energiasta. (Motivan www-sivut 2013). Öljylämmityksessä käyttökustannuksia syntyy polttimen huollosta, kattilan puhdistamisesta, polttoaineen ostamisesta sekä polttoainesäiliön puhdistamisesta. Uusissa öljypolttimissa hyötysuhde on hyvä, jopa 95 %. Käyttökustannuksia voi syntyä myös sähkön käytöstä, koska usein varaajassa on varmuuden vuoksi vielä sähkövastukset, jotka kytkeytyvät päälle vian sattuessa. Pelletti- ja hakelämmityksessä kertyy myös käyttökustannuksia vuosittain jonkun verran. Käyttökustannuksia ovat polttoaineen osto, polttimien huolto ja puhdistuskulut. Pelletissä on energiaa hyvin tiiviiksi pakattuna, yhdestä kuutiosta pellettiä saadaan saman verran energiaa kuin 300–330 litrasta kevyttä polttoainetta. Joissain pellettipolttimissa nuohous ja puhdistus suoritetaan 1-2 kuukauden välein, jolloin kustannukset nousevat. Maalämmöstä jää myös kolme kertaa pienempi hiilijalanjälki kuin suorasta sähkölämmityksestä. (OilonHome-esite 2011, 2.)



Kuva 11. Maalämpökaivon porausta



Kuva 12. Lattialämmitysputkisto asennettuna

4 RUNGON TOTEUTTAMISTAVAT

4.1 Pitkästä tavarasta rakentaminen

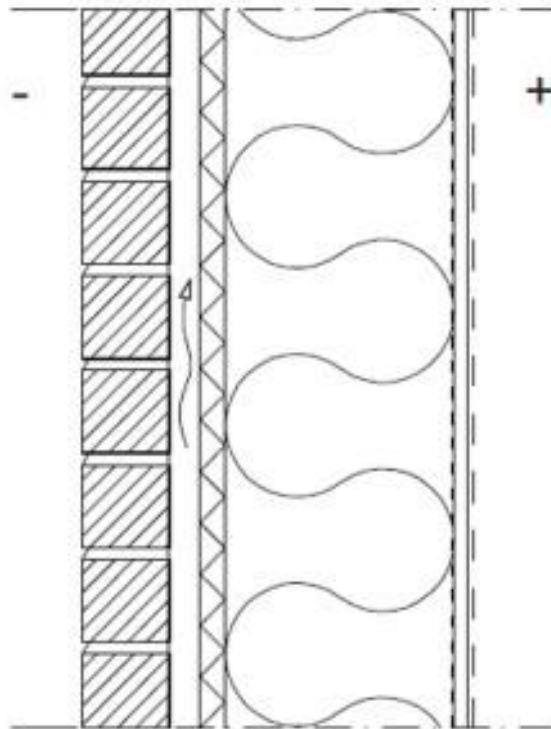
Pitkästä tavarasta tekeminen tarkoittaa sitä, että rivitalo rakennetaan paikanpäällä. Puutavara ei ole juuri sen pituista, kuin sen kuvissa ja suunnitelmissa pitäisi olla. Puutavaran mitat rakennustarvikeliikkeestä ostettuna vaihtelee kolmesta metristä kuuteen metriin. Puutavaran pituudet suurenevät 30 cm välein. Runkopuutavaran koot ovat puutavaraliikkeissä 50 mm tai 48 mm paksuja ja useimmiten käytettävät leveydet ovat 125 mm tai 123mm, 150 mm tai 148 mm, 175 mm tai 173 mm ja 200 mm tai 198 mm. Kahden millin ero tulee siitä, kun puutavara mitallistetaan eli karkeahöylätään. Nykyään kaikkien kantavien seinien täytyy olla lujuusluokiteltuja. Suomessa yleisimmät lujuusluokat ovat: C18, C24, C30, C35 ja C40. Lujuusluokittelussa puutavarassa pitää olla aina leima, josta käy ilmi millä tavalla puu on lujuusluokiteltu.



Kuva 13. Lujuusluokiteltu puu. (Talo.comin www-sivut)



Kuva 14. Rungon asennustyö käynnissä



Kuva 15. Ulkoseinärakenne (Ratu-kirjasto).

Ulkoseinärakenne (ratu-kirjasto) u-arvo = 0,17 (W/m²K)

- Moduli tiili mrt 85
- Ilmarako 35mm
- Tuulensuojalevy isover 50 mm
- Puurunko sekä mineraalivilla 50x150 k600
- Höyrynsulkumuovi
- Gyproclevy 13mm

Talon yläpohja u-arvo = 0,09 (W/m²K)

- Tiili
- Ruoteet
- Rima lappeen suuntaan
- Aluskate
- Kattoristikot k 900 (tuuletettu ilmatila)
- Tuulensuojalevy reuna-alueella
- Puhallusvilla 400mm
- Lämmöneriste palavilla 100mm
- Höyrynsulkumuovi
- Koolauslaudat 22x100
- Gyproc 13

kustannusarviolomake	Määrätiedot		Kustannustiedot							
			Työkustannus				ainekustannus		Yhteensä	
Nimike ja selitys	määrä	yks	h/yks	h	€/h	yht. €	€/yks	Yht.€	€/yks	Yht. €
Tuulensuoja isover 50mm	376	m2	0,07	26,3	15	395	11,4	4284		4679
Puurunko 50x150 k600	287	m2	0,28	80,5	15	1208	8,3	2384		3592
mineraalivilla 150mm	287	m2	0,04	11,5	15	173	10,2	2926		3099
höyrynsulkumuovi	376	m2	0,02	7,5	15	113	0,6	214		327
Gyproc levy 13mm	376	m2	0,12	45,2	15	678	2,7	1010		1687
Hinnat alv0%										
neliöhinta seinälle	47									
Yhteensä					171	2566		10819		13385

Taulukko 3. Rungon kustannusten syntyminen pitkistä tavarasta valmistettuna

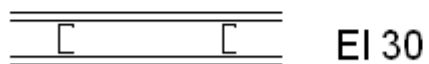
Hinta rivitalorakennuksen ulkoseinäneliölle pitkistä tavarasta tehtynä, ilman tiiliverhousta ja käyttäen rt-kortistojen arvoja ja kuvia sekä piirustuksia tulkitsemalla oli 47 €/m2 alv0 %.

Rivitalon eri huoneistot erotellaan toisistaan palokatkoseinillä. Palokatkoseinän tarkoitus on se, että tulipalon sattuessa tulipalo ei leviä huoneistosta toiseen. Puurankaisessa rakenteessa paloa ei voida estää, mutta palon leviämisaikaa voidaan hidastaa. Palokatkoseinä ulottuu vesikatteeseen saakka ja erottelee näin huoneistot toisistaan. Palokatkoseinän kohdalla laitetaan villa tiilien alapuolelle, jotta se estää myös palon leviämisen. Palokatkoseinä on eriarvoisia ja arvot muuttuvat, jos lisätään kipsilevyjen määrää tai lisätään kipsilevyjen väliin villaeriste. Kipsilevy on hyvä paloeriste, koska kipsilevy sitoo hyvin itseensä energiaa. Taulukossa on esitelty eri levyjen vaikutus palonkestävyyteen. EI 30 tarkoittaa palonkeston olevan 30 min, EI 60 tarkoittaa palonkeston olevan 60 min ja EI 120 palonkesto on 120 min.

SISÄVERHOUSLEVY KN 13



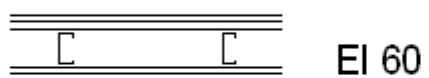
EI 30



EI 30



EI 60



EI 60

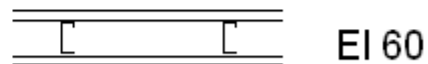


EI 120

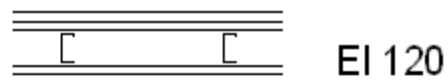
PALONSUOJALEVY DB 15



EI 60

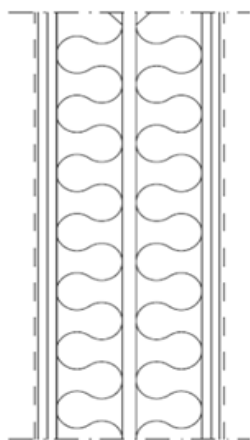


EI 60



EI 120

Taulukko 4. Palonkestävyysluokkia (Knaufin www-sivut)



Kuva 16. Vs1/palokatko

Vs1 /palokatko

-2 x gyproc 13mm

-runko 2 x 70x45 k 600

-2 x gyproc 13 mm

Nimike ja selitys	määrä	yks	Työkustannus				Ainekustannus		Yhteensä	
			h/yks	h	€/h	yht. €	€/yks	Yht.€	€/yks	Yht. €
Väliseinät 1 ja 5										
gyproc ek 4x 13mm	316	m2	0,2	63,2	15	948	4,4	1400		2348
puurunko 70x45	158	m2	0,14	22,1	15	331	2,0	321		653
mineraalivilla 50mm x2	158	m2	0,04	6,3	15	95	2,9	452		547
Väliseinät 2,4 ja 6										
gyproc ek 4x 13mm	496	m2	0,2	99,4	15	1490	4,4	2201		3692
puurunko 70x45	247	m2	0,14	34,7	15	520	2,0	503		1023
mineraalivilla 50mm x2	247	m2	0,04	9,9	15	149	2,9	709		857
Väliseinä 3										
gyproc ek 4x 13mm	122	m2	0,2	24,4	15	366	4,4	541		907
puurunko 70x45	61	m2	0,14	8,5	15	128	2,0	124		252
mineraalivilla 50mm x2	61	m2	0,04	2,4	15	37	2,9	175		211
			Hinnat alv 0%!!							
Yhteensä	233	m2		270,9		4064		6426		10490

Taulukko 5. Väliseinien/palokatkojen kustannusten syntyminen

Väliseinien/palokatkoseinien tekeminen pitkistä puutavarasta tuli maksamaan 10490 €/466 m²= 22,5 €/m². Arvot saatiin kuvista/piirustuksista mittaamalla ja rt-kortistojen arvoilla.

4.2 Elementtirakentaminen

Elementtirakentaminen on huomattavasti nopeampaa rakentamista, kuin paikanpäällä pitkistä tavarasta rakentaminen. Elementit tehdään oikean kokoisiksi ja kuljetetaan työmaalle kokonaisina ja nostetaan paikalleen. Useimmiten elementit tehdään suurelementteinä ja elementeissä voi olla ikkunat, pielilaudat ja vesipellit jo paikallaan. Suurelementtirakentamisessa on joitakin etuja paikalla rakentamiseen verrattuna. Elementit valmistetaan aina sisätiloissa kuivissa olosuhteissa, jolloin laadunvalvonta on helpompaa ja sääolosuhteet eivät vaikuta rakentamiseen. Elementtirakentamisessa suunnitelmat ovat tarkemmat, koska jokaisesta elementistä pitää suunnitella omat piirrokset. Suurimpia elementtirakentamisesta saatavia etuja ovat: hukka saadaan minimoitua, toimitukset saadaan juuri oikeaan aikaan, rakentamisaika lyhenee ja toteutus suunnitellaan tarkemmin etukäteen. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2012.)

Suurin hyöty teollisessa rakentamisessa saadaan, kun runko, julkisivu, täydentävät rakenteet ja talotekniikka tehdään pitkälle esivalmisteisena. Elementeillä rakentaessa

asentajat tulevat yleensä aina elementtitoimittajien puolesta työmaalle. Tilaajalla on silti tiettyjä asioita, joista pitää huolehtia. Useimmiten tilaajan pitää huolehtia ainakin seuraavista asioista: perustusten teko, huolehtia siitä, että elementit saadaan vaivattomasti purettua ja rekka pääsee tarpeeksi lähelle rakennusta, vastaava työnjohto ja sosiaalitulojen järjestäminen. Suurelementit nostetaan aina nostureilla paikalleen, johon elementtien suuresta koosta ja painosta.



Kuva 17. Suurelementtien asennusta (Suomelan www-sivut)

4.3 Pre-cut rakentaminen

Pre-cut rakentamisessa puutavara tulee määrämittäiseksi sahattuna ja mahdolliset loveukset valmiiksi tehtynä. Pre-cut rakentamisen ensisijaiset edut saadaan muualta kuin valmiiksi katkotusta puutavarasta. Materiaalien määrälaskennalla ja rakennustyönsuunnittelulla on suuri merkitys pre-cut rakentamisessa. Pre-cut järjestelmä on tehokkaimmillaan silloin, kun rakenne ja arkkitehtuurin tavoitteet yhdistetään.

Pre-cut menetelmä on hyvin paljon työmaapainotteinen. Vaikka materiaalin hankintahinta saattaisi olla korkeampi, on työ huomattavasti nopeampaa tehdä työmaalla valmiista paloista kuin tavanomainen paikalla rakentaminen. (Laitinen 1995, 58.) Pre-cut rakentamisessa on myös se hyvä puoli, että tavara saadaan juuri oikeaan ai-

kaan työmaalle ja tavaraa ei tarvitse varastoida tontille. Varastoinnissa on aina vaara, että tavara kastuu tai menee rikki.

5 ALIURAKOINTI

Rivitalorakentamisessa käytetään usein joillakin osin aliurakointia rakentamisessa. Aliurakointi nopeuttaa työmaata ja kustannushallinta on usein tarkempaa. Rivitaloissa usein alihankintana tehdään kattojen alaslaskuja, keittiö ja kodinhoitohuoneen kalusteiden asennuksia, vesikattorakenteiden tekoa, raudoitustyötä ja saunojen paneelointia.

Aliurakointia käytetään aina sellaisissa asioissa, jossa itsellä ei ole taitoa/osaamista/lupaa tehdä tiettyjä asioita. Aliurakointia ovat aina ainakin LVIS-työt. LVIS-työt jaetaan usein vielä pienempiin osiin, jolloin urakoitsija saa mahdollisimman tarkkaan eroteltua itselleen edullisimmat vaihtoehdot. LVIS-työt erotellaan lämpö- ja vesijohtotöihin, ilmastointitöihin sekä sähkötöihin. LV- töihin kuuluu viemäreiden ja vesijohtojen asennukset, lämmityspuolen kytkentä, sekä hanojen ja muiden vesikalusteiden asennukset. Ilmastointitöihin kuuluu ilmastointiputkien ja -koneiden asennukset sekä säätö ja mittaus. Sähkötöihin kuuluu asuntojen sähköistys, sähkökaappien asennus, valojen sekä muiden sähkölaitteiden asennus. LVIS-työt eriteltynä pienempiin osiin ja näin kilpailutettuna eri aliurakoitsijoilta, saatiin Nakkilan rivitalo työmaalla noin 10–15 % säästö aikaan. Aliurakointina suoritettiin myös maalaus- ja tasoitetyöt. Maalustöiden aliurakointi nopeutti huomattavasti kohteen valmistumista, koska joissain asunnoissa tehtiin uusia väliseiniä ja samaan aikaan jo toisessa päässä tasoiteltiin ja maalattiin seiniä.

6 AIKAISEMMAT KOHTEET

6.1 Takuukorjaukset

Luvi-Por Oy:n aikaisemmat rivitalokohteet sijaitsevat Luviolla. Aikaisemmat rivitalot on tehty paikalla rakentaen pitkistä puutavarasta. Rivitalot ovat runkorakenteeltaan samanlaisia kuin Nakkilaan rakennettava, tiiliulkoverhous ja kantava 148mm puurunko. Aikaisemmissa rivitaloissa tehdyt takuukorjaukset eivät ole liittyneet runkorakenteeseen tai toteutettuun rakennustapaan. Viimeisimpiin takuukorjauksiin kuului ovien säätöä sekä jääkaappi/pakastimen ilmanvaihdon lisäämistä. Yksi hieman työläämpi korjaus on jouduttu tekemään aikaisemmin rakennetussa rivitalossa. Huoneistojen väliset seinät pullistivat hiukan ulospäin, johtuen siitä, että väliseiniä tehtäessä on jätetty liian pieni painumavara ristikkorakenteelle. Tämä vika saatiin korjattua avaamalla seinä yläpäästä ja tekemällä lisää painumavaraa. Näin pienillä korjauksilla päästessä voidaan todeta, että aikaisemmin valittu rakennustapa ja -tyyli on ollut hyvin laadukas. (Henkilökohtainen tiedonanto 14.5.2012/Näkki.)

7 YHTEENVETO

Saatujen laskelmien/tarjousten ja tietojen perusteella Nakkilaan rakennettavan rivitalon kustannustehokas rakentamistapa on pitkistä tavarasta tekemällä. Talviaikaan itse rakentamalla on se etu, että saadaan työllistettyä myös omia työmiehiä, koska talviaikaan on usein rakennusalalla hiljaisempaa. Rakennustyön edetessä huomattiin sellainen asia, että pohjalaatan (200 mm) teko raudoittamalla ja valamalla oli todella työlästä. Pohjalaatan kuivumisaika on myös melko pitkä. Seuraavaa kohdetta rakennettaessa kannattaisi tutkia ja selvittää olisiko nopeampaa/edullisempaa tehdä kantava laatta ontelolaatoilla. Toinen asia jota kannattaisi tutkia, on voisiko antura/sokkeli rakenteen tehdä elementeistä. Nakkilan rakennuskohteessa sekä antura/sokkelin ja pohjalaatan tekemiseen kului melko paljon aikaa. Yhtenä asiana voitaisiin miettiä sitä, onko pehmeälle maaperälle järkevää rakentaa taloja, jos tontilla pitää suorittaa paalutustyötä. Rakennuspaikkojen vähyys ajaa osittain myös siihen, että saatavilla olevilla rakennuspaikoilla pitää usein suorittaa paalutustyötä. Toimintaehdotuksena Luvi-Por Oy:lle suosittelisin markkinoinnin lisäämistä ja selvän markkinointisuunnitelman tekemistä.

LÄHTEET

Danskebankin www-sivut. Viitattu 16.2.2013. www.danskebank.fi

Elementtisuunnittelun www-sivut. Viitattu 14.5.2012. www.elementtisuunnittelu.fi

Hillman, P. 2011. Isännöinti. Luento Satakunnan ammattikorkeakoulun rakennustekniikan ala. 1.9.2011

Knaufin www-sivut. Viitattu 21.2.2013. www.knauf.fi

Laitinen, E. 1995. Teollinen puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto.

Motivan www-sivut. Viitattu 19.2.2013. www.motiva.fi

Näkki, R. 2012. Henkilökohtainen tiedonanto 14.5.2012

OilonHome-esite. 2011. Oilon Home Oy.

Ramboll Oy:n pohjatutkimus 14.5.2011

Ruduksen www-sivut. Viitattu 10.4.2012. www.rudus.fi

Ruukin esite 2010. Rautaruukki Oyj.

Tilastokeskuksen www-sivut. Viitattu 14.5.2012. www.stat.fi

Vesirakentamisen www-sivut. Viitattu 5.4.2012. www.vesirakentaminen.fi