



Jussi Karjala

Puuelementtivertailu, tehtaalta vai työmaalla elementointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

4.10.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Jussi Karjala
Otsikko: Puuelementtiverailu, tehtaalta vai työmaalla elementointi
Sivumäärä: 22 sivua + 1 liite
Aika: 4.10.2022

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Lehtori Tapani Järvenpää

Opinnäytetyön aiheena on pientaloaluehankkeiden rakennustavan valinta tehtaalta toimitettavien seinäelementtien ja paikalla rakennettavien seinäelementtien välillä. Opinnäytetyö tehtiin JHM-Invest Oy:lle tulevien aluehankkeiden rakentamistavan valinnan avuksi. Tavoitteena oli saada selkeästi vertailtavaa hinta- ja aikatieta sekä helppokäyttöinen Excel vertailutyökalu.

Opinnäytetyössä rajattiin selkeästi paikalla rakennettavat elementit vastaamaan tehtaalta toimitettavia elementtejä sekä materiaalien että työvaiheiden osalta. Materiaalikustannukset selvitettiin tavarantoimittajilta, pääsääntöisesti Starkilta ja työvaiheisiin käytettävä aika kerättiin RATU-kortistoista ja työvaiheiden hintakertoimena käytettiin tutkielman tekemisen aikana olevaa yleistä ammattitimpureiden tuntilaskutushintaa. Paikalla rakentamisen työkustannukset selvitettiin aliurakointimuotona ja työmaan työnjohdon kustannuksena käytettiin omaa työntekijäkustannusta.

Suurelementtien rakenne ja toimitussisältö saatiin tavarantoimittajilta, tässä opinnäytetyössä käytettiin Lapwall Oy:n sekä Siklan toimitussisältöjä ja toimitusaikoja. Samojen elementtitoimittajien tarjouksia käytettiin hintavertailussa.

Opinnäytetyöstä ja siihen tehdystä Excel-vertailutyökalusta tuli tiivis ja helppokäyttöinen ohjeistus ja työkalu mitä pitäisi ottaa huomioon valintaa tehdessä ja mikä on hinnanero paikalla rakentaessa verrattuna tehtaalta tilattaviin suurelementteihin.

Avainsanat: suurelementti, paikalla rakentaminen

Sisällys

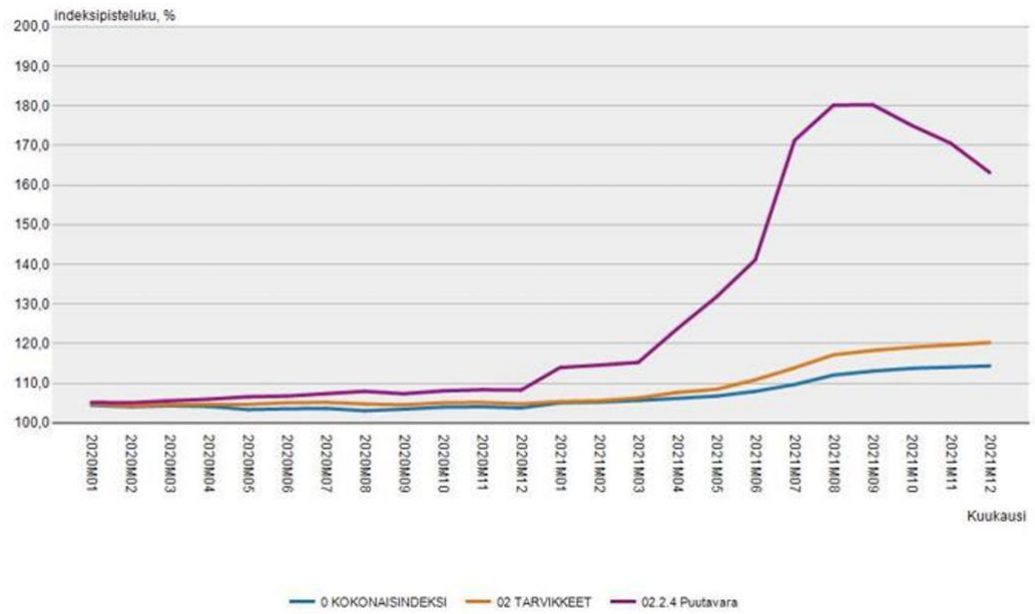
1	Johdanto	1
2	Rajaukset	3
2.1	Tehdaselementin toimitussisällön rajaus	3
2.2	Työmaalla rakennetun elementin rajaukset.	3
3	Tehtaalta toimitettava puuelementti	5
3.1	Rakenne	5
3.1.1	Tehdastoimituksen sisältö	7
3.2	Tehdaselementin asennus	8
4	Paikalla rakennettu seinäelementti	9
4.1	Paikalla rakennetun elementin sisältö	10
4.2	Paikalla rakennetun elementin rakenne	11
4.3	Paikalla rakennetun elementin asennus	11
5	Hintavertailu	12
5.1	Työkustannusvertailu	12
5.2	Työmaakustannusvertailu	13
5.3	Suunnittelu ja muut vaikuttavat tekijät vertailu	14
6	Ajallinen vertailu	16
6.1	Tehtaalta toimitettavien elementtien aika	16
6.2	Työmaalla rakennettavien elementtien aika	17
7	Tulokset	19
7.1	Missä tapauksessa kannattaa suosia tehdaselementtejä.	19
7.2	Missä tapauksessa paikalla rakennettu parempi	19
7.3	Tärkeät huomioon otettavat seikat paikalla rakentamisen haasteissa, joita ei ilmene tehdaselementeissä.	20
8	Pohdinta	21
	Lähteet	23
	Liite. Hintavertailutyökalu Excel	23

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan tehdasvalmisteisten puuseinäelementtien etuja ja haittoja paikalla rakennettaviin puuseinäarakenteisiin. Tutkimustyön tavoitteena on löytää selkeät taloudelliset ja aikataululliset erot kahden eri rakennustavan välillä, seinäelementtien rakennus tehtaalla talotoimittajan toimesta vai seinäarakenteiden rakennus työmaalla suoraan paikoilleen. Tavoitteena on myös laatia helppokäyttöinen Excel-pohjainen työkalu hintavertailun tekemiseen.

Tutkimustyö on tehty yhteistyössä JHM-Invest Oy:n kanssa, jolla on pitkä kokemus aluerakentamisesta ja tehtaalta toimitettavien elementtien käytöstä. Vuonna 2018 sahatavaran hinta lähti jyrkkään hetkelliseen nousuun ja vaikkakin sahatavaran hinta laski koko vuoden 2019, lähti se uudelleen voimakkaaseen nousuun 2020 muun muassa koronapandemiasta johtuen (SVT 2021). Aluehanketoteuttajille sahatavaran voimakas hinnannousu on näyttäytynyt elementtivalmistajien tuotteiden korkeana hinnannousuna ja näin ollen monet rakentajat ovat hakeneet erilaisia toimintatapoja pitääkseen rakentamisen kustannuksen vielä siedettävällä tasolla. Yksi näistä keinoista on paikalla rakentaminen.

Tutkimustyöhön kerätyn tiedon perusteella kohonnut puun hinta nosti elementtivalmistajien elementtien hintoja käytännössä yhtä paljon prosentuaalisesti vaikkakin valmiiseen elementtiin kuuluu paljon muutakin rakennusmateriaalia kuin pelkkä sahatavara. Kuvasta 1 näkyy, kuinka rakentamisen kulujen kokonaisindeksi ei ole juurikaan muuttunut vuodesta 2015 mutta puutavaran hinta on noussut radikaalisti. Kuvassa 1 vuoden 2015 indeksi on 100 %. (Tilastokeskus 2022)



Kuva 1 Rakennuskustannusindeksi, kokonaisindeksi, tarvikkeet ja puutavara

2 Rajaukset

Näkökulma tutkimuksessa on rakennuttajan tai päätoteuttajan kustannuksissa eri valmistustapojen välillä, rajattuna tehtaalta tilattuihin seinäelementteihin ja paikalla rakentamiseen. Lisärajausena käytetään puurankaisia, puupaneloituja ja vähintään viiden asunnon kokoisia aluehankkeita. Tutkimuksen tulokset soveltuvat ainoastaan puuelementtien ja paikalla puusta rakennettavien rakenteiden vertailuun. Käytetään lähtökohtana suurelementtitehtaiden ja niin sanottujen talotehtaiden talopakettisisältöä, ilman sisustustöitä tai muita yleensä talotehtaalle kuulumattomia kustannuksia. Huomioidaan myös suunnittelukustannukset toimitussisällöissä sekä työmaan jätehuolto.

Paikalla rakentamisen työvaiheisiin kuuluu monia työvaiheita, joita ei välttämättä tehdasolosuhteissa jouduta tekemään, joten seinäelementit jouduttiin rajaamaan sekä rakenteiltaan, että työvaiheiltaan mahdollisimman samanlaisiksi, jotta saadaan luotettavaa vertailutietoa. Materiaalien suhteen rajaukset on helppo tehdä, sillä molemmissa rakennustavoissa käytetään samoja materiaaleja sama määrä.

2.1 Tehdaselementin toimitussisällön rajaus

Tehdaselementtien toimitussisällöt ovat aika vakiintuneita toimittajasta riippumatta. Tehdaselementtien toimitussisällön rajaus muodostettiin saatujen tarjousten ja niiden sisältöjen perusteella. Rajaus tehtiin ulkoseinäelementteihin ja päätykolmioihin sekä päätyräystäisiin elementoituna ja työmaalle toimitettuna.

2.2 Työmaalla rakennetun elementin rajaukset.

Työmaalla rakennettavan elementin rajaukseen tuli käyttää samaa rajausta kuin tehtaalta toimitettavaankin sisältöön. Hintavertailussa tämä aiheutti muutamia haasteita, sillä työmaalla rakentaessa tiettyjä työvaiheita on pakko tehdä, jotta elementin rakentamista voidaan järkevästi jatkaa mutta nämä työvaiheet eivät kuulu talotehtaiden toimitussisältöön kuten esimerkiksi seinäelementin pystytys

ennen villoitusta ja höyrynsulun asentamista. Kuvassa 2 näkyy mille asteelle seinäelementti on rakennettu, ennen kuin se pitää nostaa pystyyn, jotta sen rakentamista voidaan järkevästi jatkaa.



Kuva 2 paikalla rakennettujen elementtien pystytys ennen villoitusta ja höyrynsulun asennusta

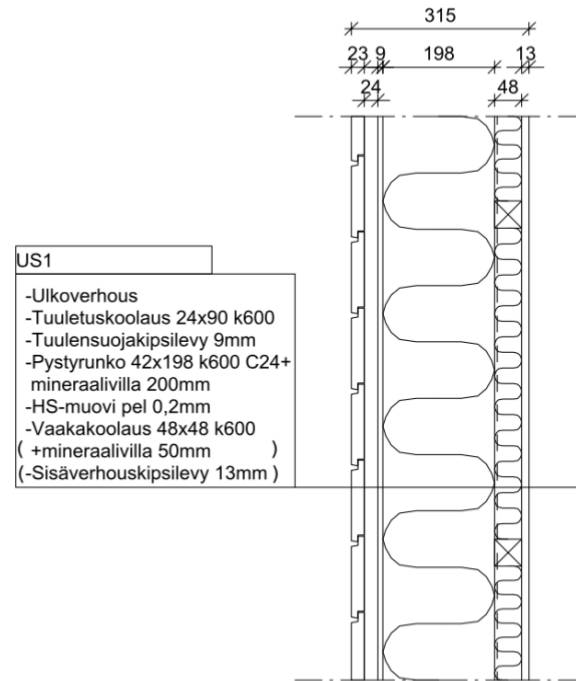
3 Tehtaalta toimitettava puuelementti

Vertailua varten tehtaalta toimitettavan elementin sisältö ja rakenne oli täsmennettävä. Tässä luvussa käydään läpi mihin rakenteeseen ja toimitussisältöön päädyttiin ja millä perustein.

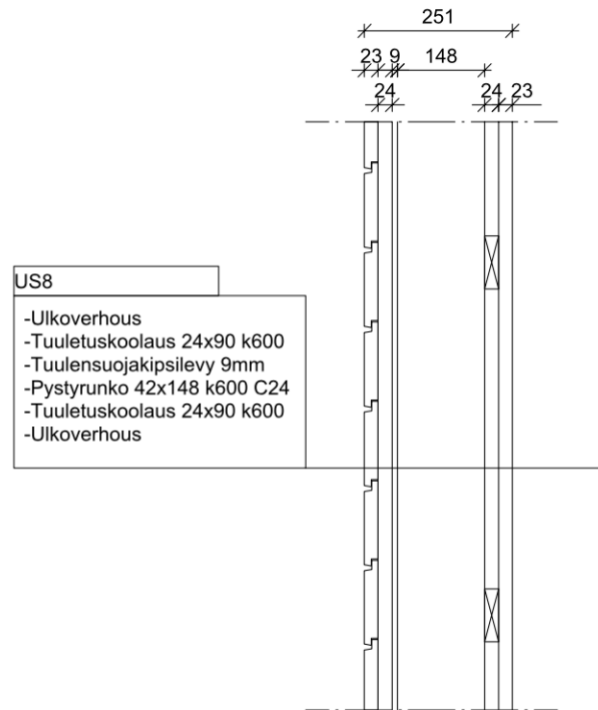
3.1 Rakenne

Tutkimuksessa käytetty sisältö on vakiintunut muotoon tehtaalla valmiiksi rakennettu seinäelementti, kuten kuvassa 3, US1 ulkoseinäelementti, joka koostuu rakennusosista: ulkoverhouspaneeli 20x145, ulkokoolaus 24x90 tai 22x50 mm, tuulensuojakipsilevy 9mm, runko 48x198 + kivivillaeriste 200mm, höyrynsulkumuovi, sisäkoolaus 48x48. Vertailussa käytettiin myös kuvassa 4 näkyvää varastonseinän elementtiä, US1.1 joka koostuu rakennusosista: tuulensuojakipsilevy 9mm, runko 48x198 + kivivillaeriste 200mm, höyrynsulkumuovi, sisäkoolaus 48x48. US2 (kylmän varaston ulkoseinäelementti), ulkoverhouspaneeli 20x145, ulkokoolaus 24x90 mm, tuulensuojakipsilevy 9mm, runko 48x148, tuuletuskoolaus 24x90 ja kipsilevy 13mm.

KAIKISSA TÄMÄN DOKUMENTIN RAKENTEISSA SULKUMERKKEIHIN KIRJATUT KERROKSET EIVÄT SISÄLLY PERUSELEMENTTITOIMITUKSEEN (ESIMERKIKSI SISÄPUOLEN KOOLAUSVÄLIN VILLAT JA LEVYT)



Kuva 3 Sikla ulkoseinäelementti US1



Kuva 4 Sikla kylmän varaston ulkoseinäelementti

3.1.1 Tehdastoimituksen sisältö

Kuten kuvasta 5 nähdään, elementtitehtaiden toimitussisältö on tarkoin eriteltyinä tarjouksissa. Toimitukseen kuuluu seinäelementit valmiiksi rakennettuina, suojattuna ja työmaalle toimitettuna. Ikkunat asennettuina, smyygilaudat hepattuina, ei vesipeltejä. Päättyräystäät ja päätykolmiot elementoituna. Elementtisaumoihin tarvittavat julkisivulaudat irtaallaan. Elementtien purku tilaajan kustannuksena.

		toimitusvastuu tehtaalle	toimitusvastuu tehtaalta
Ulkoseinät			tehdas
Erikoismittaiset tolpat, alle 3600 mm		tehdas	tehdas
Verhoustapa vaaka UTV tai UTV2 perusväri		tehdas	tehdas
Muu verhous		asiakas	tehdas
Elementtien irtisahaus, kun elementin mitta on alle 4 m		tehdas	tehdas
Elementtien saumalista, jos elementit suoralla saumalla		tehdas	tehdas
Elementtien saumalistojen säätö ja asennus		tehdas	tehdas
Irtona toimitettava verhous	Täyspontissa pontti paikoillaan normaalisti	tehdas	tehdas
	yläsauma	tehdas	tehdas
	alareuna	tehdas	tehdas
	elementtien saumat suorilla sivuilla	tehdas	tehdas
	tehosteet peruspaneelilla	tehdas	tehdas
	tehoste elementtien saumassa	tehdas	tehdas
	katoksien liitosalueet	tehdas	tehdas
	erikoisvärit (muu kuin valkea tai tummanharmaa)	asiakas	tehdas
Lisäpinnigit	jos metrimäärä > rakennuksen pitkien sivujen pituus	tehdas	tehdas
Kiinnitysmenetelmät	Siklan perusdetaljien mukaiset	tehdas	tehdas
	Poikkeavat kiinnitysratkaisut, esim. levyjen naulaus	tehdas	tehdas
Palosuojaus			tehdas
	palosuojamaalattu paneeli	asiakas	tehdas
	palosuojamaalattu koolaus	asiakas	tehdas
	palokatkolista	tehdas	tehdas
	erikoislevy	tehdas	tehdas
Ikkunat		asiakas	tehdas
	asennus tehtaalla	tehdas	tehdas
	säätö tehtaalla	asiakas	asiakas
	säätö työmaalla	asiakas	asiakas
	Suorat 20 mm smyygit hepattuna	tehdas	tehdas
	Suorat muut smyygit hepattuna	tehdas	tehdas
	vesipellit irrallaan	asiakas	tehdas
	Uretaanin asennus	tehdas	tehdas/asiakas
	ikkuna elementin saumassa tai kerrosten välissä	asiakas	tehdas
ovet		asiakas	tehdas
	esiasennettuna	tehdas	tehdas
	smyygit hepattuna	tehdas	tehdas
	työmaaovet	tehdas	tehdas

Kuva 5 esimerkki toimitussisällön osasta

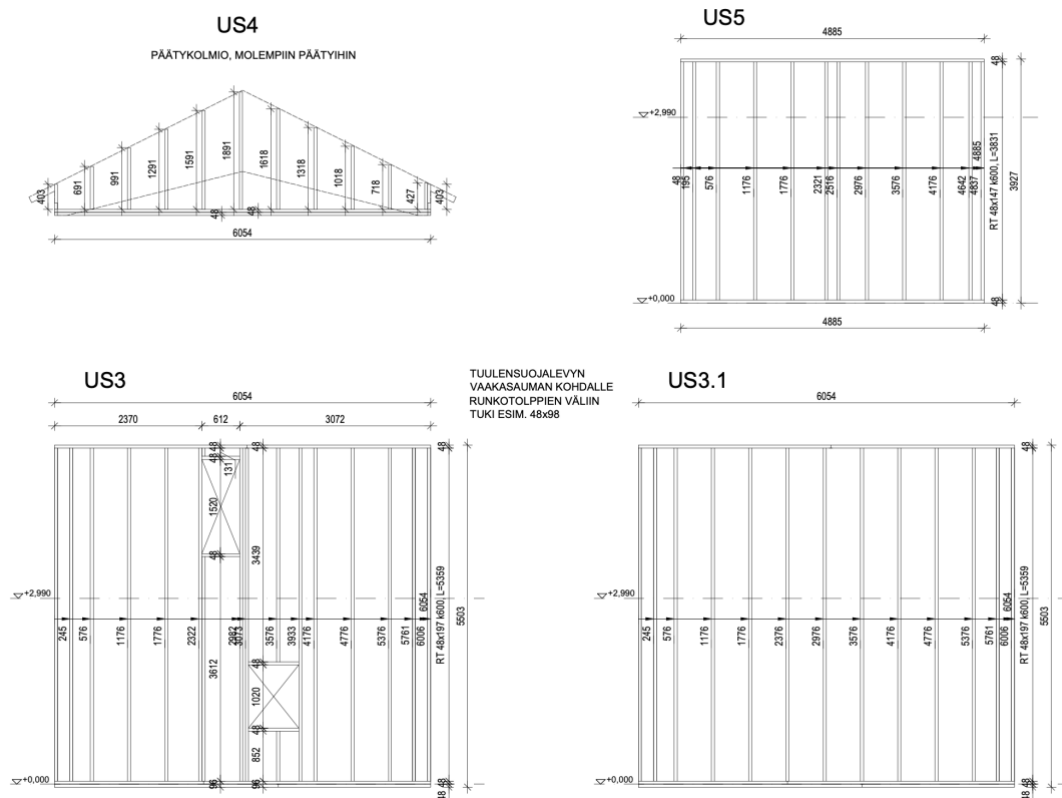
3.2 Tehdaselementin asennus

Tehtaiden toimitussisältöihin ei kuulu mitään asennuksia tai nostoja eikä elementtien asennustyötä vertailla tässä tutkimuksessa.

4 Paikalla rakennettu seinäelementti

Vertailussa käytettiin paikalla rakennettuja seinäelementtejä. Kohteessa elementit rakennetaan platform-menetelmällä tai avoin puurakennusjärjestelmällä eli seinärungot elementoidaan vaakatasossa perustusten päällä julkisivuvuoraukseen asti. Kuvassa 6 näkyy esimerkkejä seinien elementtikuvista, jotka rakennetaan paikan päällä. Rakentamisen jälkeen ne nostetaan pystyyn, tuetaan vinoreivaamalla ja yhdistetään toisiinsa. (Viljakainen 2011, 10.)

Työvaiheiden vertailtavuuden vuoksi paikalla rakentamisen työvaiheista piti karsia pois elementtien pystytyksiin käytetty aika sekä väli- ja yläpohjien asennuksiin käytettävä aika.



Kuva 6 esimerkkipiirros paikalla rakennettävien elementtien elementtikuvista

4.1 Paikalla rakennetun elementin sisältö

Paikalla rakennettujen elementtien sisältö on sama kuin tehtaalta toimitettavien elementtien sisältö, valmistettuna samaan valmiusasteeseen. Kuvasta 7 voidaan havaita seinäelementtirunkoja ennen villoitusta, höyrynsulkua ja sisäpuolisia koolauksia. Paikalla rakennettavan elementin lopullinen sisältö on kuitenkin runkokuu, villoitus, höyrynsulku, julkisivupanelointi, koolaukset ja ikkunat asennettuina. Nurkkalaudat, sauma- ja liitoslaudat irtaallaan, smyygilaudat esiasennettuna ilman kunnollista kiinnitystä, smyygilautojen kiinnitys tapahtuu ikkuna- ja ovipeltien asennuksen jälkeen. Alaohjauspuuhun kiinnitettävät seinän alaohjauspuut paikoilleen asennettuna.



Kuva 7 ulkoseinäelementtien rakentamista perustusten päällä

4.2 Paikalla rakennetun elementin rakenne

Paikalla rakennetun elementin rakenne on pääpiirteittäin sama kuin tehtaalta toimitettava, runkorakenne, koolaukset julkisivut ja muut rakenneosat ovat samoja, mutta detaljeissa on pieniä eroja. Erot ovat elementtisuunnittelijakohtaisia mutta pääsääntöisesti paikalla rakennettavan elementin detaljeissa on huomioitu, että se täytyy pystyä nostamaan lappeeltaan pystyasentoon, ilman esimerkiksi tuulensuojakipsilevyjen rikkoontumista.

4.3 Paikalla rakennetun elementin asennus

Vertailun paikkansapitävyyden vuoksi paikalla rakennettavan elementin työvaiheista oli karsittava pois pystytys, tukeminen reivaamalla ja toisiinsa kiinnittäminen. Näitä työvaiheita ei kuulu talotehtaiden toimitussisältöön, mutta ne on pakko suorittaa, jotta voidaan jatkaa elementin valmistamista samaan tehtaalta toimitettavaan valmiusasteeseen. Käytännössä villoitus, höyrinsulku ja sisäpuoliset koolaukset on mahdollista tehdä vasta kun elementit ovat pystyssä.

5 Hintavertailu

Hintavertailu suoritettiin laskemalla tarvittavat materiaalit yhteen taloon. Materiaaleiksi valittiin luonnollisesti talotehtaiden toimitussisällön mukaiset tuotteet. Kuvassa 8 näkyy valitut materiaalit sekä niiden menekit seinäneliölle. Materiaalimäärät laskettiin kohteen julkisivu- ja rakennekuvista. Materiaalien hinnat saatiin tavarantoimittajilta. Työkustannukset otettiin työvaiheittain Talonrakennusteollisuus Ry, Rakennustöiden menekit 2020 kirjasta. Työvaiheet kerättiin Exceliin, työvaiheiden yhteenlaskettu työmäärä jaettiin seinäneliöillä ja rakennettavaan seinäneliöön käytetty aika kerrottiin markkinahintaisella kirvesmiehen laskutustunnilla. Suoritemääräkertoimena käytettiin 200m², eli kerroin on 1,0. Omien työntekijöiden käyttöä ei laskettu, sillä kohteet on tarkoitus tehdä ulkopuolisilla aliurakoitsijoilla. Työnjohdon kulut laskettiin omalla työntekijällä.

PRECUT VS ELEMENTTI			
US elementti	HINTA / m ² tai jm	MENEKKI / m ²	TOTAL / m ²
Precut 48x198	5,1	3,4	17,34
GTS 9 Tuulensuoja N1200	1,72	1	1,72
25x50 koolaus	0,7	1,7	1,19
23x145 julkisivupaneeli	2,3	7,7	17,71
200mm villa	4,92	1	4,92
höyrynsulku	0,2	1	0,2
48x48 vaakakoolaus	1,2	1,7	2,04
			45,12
Päättykolmio	hintaa / m ² tai jm	MENEKKI / m ²	
Precut 48x198	5,1	3	15,3
GTS 9 Tuulensuoja N1200	1,72	1	1,72
25x50 koolaus	0,7	1,7	1,19
23x145 julkisivupaneeli	2,3	7,7	17,71
			35,92
HVS	hintaa / m ² tai jm	MENEKKI / m ²	
Precut 48x98	2,8	4,6	12,88
GEK 13 Erikoiskova 1200	1,95	2	3,9
GN 13 normaali	1,46	2	2,92
100mm villa	2,44	2	4,88
			24,58

ESIMERKKI ULKOSEINÄÄN TARVITTAVISTA PRECUT RUNKOTOLPISTA		
us1	39,77 m ²	
kapulat	pituus	yhteensä
16	5359	85744
2	3239	6478
1	3212	3212
4	2912	11648
4	131	524
1	1020	1020
2	920	1840
2	912	1824
2	712	1424
1	312	312
1	3266	3266
1	2945	2945
1	4800	4800
1	2431	2431
1	3989	3989
1	3242	3242
		134699
	jm / m ²	3,4

Kuva 8 esimerkki tuotemenekistä neliölle ja tarvittavasta runkopuumäärästä yhdessä elementissä.

5.1 Työkustannusvertailu

Kuvassa 9 näkyy mitkä työvaiheet valittiin RATU-kortistoista vertailussa käytettäväksi. Elementtien työkustannuksia talotehtailta ei saa eriteltynä joten niitä ei voida suoranaisesti vertailla. Elementin rakentamisen kustannukset

vastuunalainen henkilö. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 2009. 12 §).

Asetus määrää myös työnantajat järjestämään sosiaalitilat työntekijöille, eli vähintäänkin työmaatilat sekä wc-tilat. Työmaalla tapahtuvaan elementtirakentamiseen täytyy näin ollen ottaa huomioon työnjohdosta aiheutuvat kustannukset sekä työmaatiloista aiheutuvat kustannukset. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 2009. 79 §).

Työmaalla rakennettavat seinäelementit ottavat työmaalla viikkoja aikaa, riippuen seinien koosta, toisin kuin tehtaalta toimitettavat elementit, joten tehtaalta toimitettaviin elementteihin ei kohdistu työmaakustannuksia. Tässä työssä elementtien asennus on rajattu pois kustannuksista, joten niihin kohdistuvaa kuluja työmaatiloissa ja työnjohdossa ei huomioida.

5.3 Suunnittelu ja muut vaikuttavat tekijät vertailu

Vertailussa lähdetään siitä oletuksesta, että hankkeen suunnittelu sisältäen arkkitehtisuunnittelun, rakennesuunnittelun, lvi-suunnittelun sekä muun erikoissuunnittelun hoitaa tilaaja. Talotehtaalta tilattaessa talotehdas hoitaa elementtisuunnittelun mutta tarvitsee tilaajalta pääkuvat sekä rakennesuunnitelmat. Mikäli päädytään rakentamaan seinärungot työmaalla, tilaajalle tulee kustannukseksi vielä elementtien suunnittelu. Elementtien suunnitteluun kannattaa käyttää aikaa ja valita suunnittelija, joka on jo ennestään suunnitellut toimivia elementtiratkaisuja. Hyvä suunnittelu vähentää huomattavasti työmaalla mahdollisesti tehtäviä virheitä ja huonoja ratkaisuja, joita mahdollisesti joudutaan tekemään työn edetessä puutteellisista suunnitelmista johtuen. (Platform pientalo-opas. 1999).

Toinen suuri vaikuttava tekijä on työnjohto ja logistiikan hallinta. Kuten aiemmin mainittu, kun rakentaminen siirretään tehtaalta työmaalle, päätoteuttajan täytyy huolehtia työnjohdosta työmaalla. Paikalla rakentamisessa tilaajan työnjohdolla on myös suuri merkitys projektin onnistumiseen, joten mikäli vain mahdollista, kannattaa valita työnjohtajaksi puurakentamisen ammattilainen, jolla on

kokemusta paikalla rakentamisesta. Työnjohtajan tärkein rooli on huolehtia työturvallisuudesta työmaalla. Tämän lisäksi työnjohtajan tulee huolehtia tavaralogistiikasta sekä valvoa, että rakentaminen tapahtuu hyvää rakennustapaa noudattaen ja rakenteet ovat turvallisia, tiiviitä ja laadukkaita. (RunkoRYL 2010).

6 Ajallinen vertailu

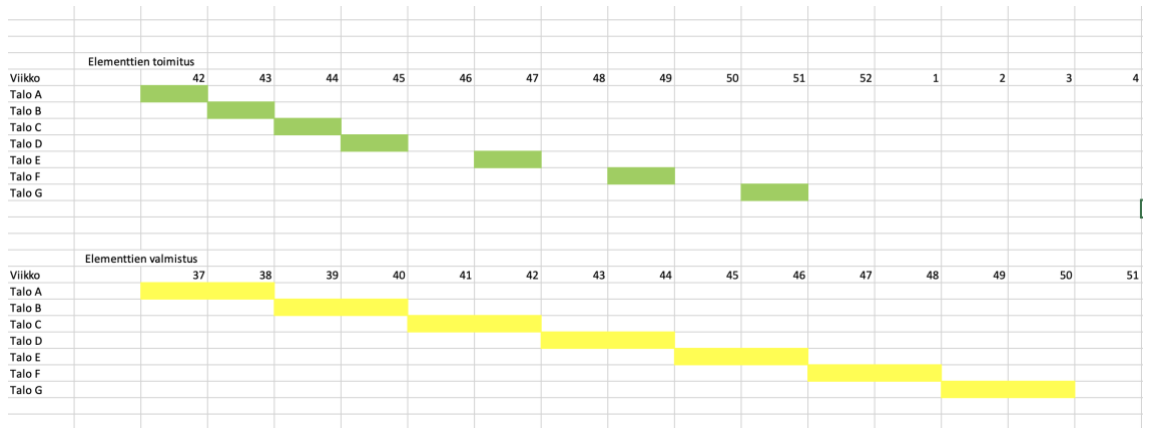
Kun vertaillaan rakentamisen eri vaihtoehtoja, täytyy huomioida vaihtoehtojen ajallinen vaikutus rakentamiseen. Työmaalla käytetty aika lisää rakennuttajan kustannuksia useista eri syistä kuten esimerkiksi sosiaalitulojen vuokra, vakuutukset, työnjohdon kustannukset, energia ja niin edelleen. Joissain tapauksissa myös työmaan olosuhteet eri vuodenaikoina lisäävät kustannuksia. Esimerkiksi jos elementit rakennetaan talviaikaan tehtaalla, rakennuttajan ei tarvitse huolehtia lumitöistä tai tavaroiden suojauksista työmaalla ja niistä aiheutuvista kustannuksista. On myös huomioitava rakentamisen resurssit eli mikäli yhden talon elementtien rakentaminen kestää kaksi viikkoa työmaalla, eikä rakentamiseen ole saatavilla useampaa rakennusryhmää, tahdistaa se talojen valmistumista. Tätä voi verrata talotehtaan elementtitoimitukseen, joka pystyy valmistamaan esimerkiksi kolmen talon elementit kerralla valmiiksi varastoon ja toimittaa ne vaikka viikon välein työmaalle, samalla jatkaen seuraavien talojen elementtien rakentamista.

6.1 Tehtaalta toimitettavien elementtien aika

Elementtitehtailta saatujen tarjousten perusteella, ensimmäinen mahdollinen elementtien toimitusaika allekirjoitetun sopimuksen ja hyväksytyt tilausvahvistuksen jälkeen, on noin 8–10 viikkoa. Tämän jälkeen 5-10 pientalon hankkeessa, tehtaalla pystyvät toimittamaan yhden talon elementit joka toinen viikko. Esimerkiksi Siklalta neuvotteluissa saatujen tietojen mukaan tehdas valmistaa tilauksesta 10 viikon aikana kolmen pientalon elementit valmiiksi ja toimittavat elementit työmaalle seuraavan kolmen viikon kuluessa. Toimitusten edetessä tehtaalla valmistetaan jo neljännen talon elementit, mikä tarkoittaa, että kolmen viikon jälkeen ja kolmen elementtitoimituksen jälkeen, neljännen talon elementit ovat jo valmiina toimitettavaksi. Tämän jälkeen tehdas varaa kaksi viikkoa aikaa elementtitoimitusten välille. On hyvä huomioida, että tehtaiden toimitustilanteet muuttuvat nopeastikin toimijasta riippuen, tätäkin vertailua tehdessä erään elementtitoimittajan toimitusaika tippui kahdeksasta viikosta neljään viikkoon, sillä heidän tuotantoonsa tuli syystä tai toisesta tilaa.

6.2 Työmaalla rakennettavien elementtien aika

RT-korteista saatujen tietojen perusteella sekä tilaajan ja vertailua tehneiden henkilöiden empiiristen kokemusten perusteella pystyttiin laskemaan yhden pientalon elementtien rakennusajaksi työmaalla 2 työviikkoa kolmen rakennusmiehen työryhmällä. (Talonrakennusteollisuus. 2020. Rakennustöiden menekit.) Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli tehtaalta toimitettavien elementtien pystytys voitaisiin suorittaa viikossa, olisi paikalla rakentaminen puolet hitaampaa. Kuitenkin vertailua tehdessä todettiin, että paikalla rakennettavien elementtien materiaali ja resurssit saadaan työmaalle huomattavasti nopeammin allekirjoitetun sopimuksen ja tilausvahvistuksen jälkeen entä kuin tehtaalta toimitettavat elementit. Näin ollen paikalla rakentaminen voidaan aloittaa huomattavasti nopeampaa. Paikalla rakennettavien elementtien materiaali- ja urakkatarjouksista voitiin päätellä, että työt voitaisiin aloittaa jo nopeimmillaan kaksi viikkoa sopimusten tekemisen jälkeen. Vertailussa lähdettiin kuitenkin varmuuden vuoksi siitä oletuksesta liikkeelle, että ammattitaitoisella rakennusammattiryhmällä olisi vähintään viisi viikkoa edellisiä urakoita, ennen kuin sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen pystyisivät aloittamaan rakennustyön. Kuvasta 10 voidaan havaita, että mikäli tehtaalta toimitettavilla elementeillä on 10 viikon toimitusaika sopimuksen allekirjoittamisesta ja paikalla rakentamiseen palkatuilla ammattilaisilla 5 viikon paikalle saapumisaika, niin elementit tulisivat molemmilla tavoilla työmaalle valmiiksi suunnilleen samaan aikaan.



Kuva 10 elementtitoimitusten ja paikalla rakentamisen ajallinen vertailu

7 Tulokset

Vertailun jälkeen pystytään päättelemään kumpaa tapaa rakentajan kannattaa suosia missäkin aluehankkeessa. Tässä luvussa avataan tarkemmin missä tapauksissa kannattaa valita tehdaselementit ja missä tapauksissa kannattaa rakentaa paikalla.

7.1 Missä tapauksessa kannattaa suosia tehdaselementtejä.

Painavin syy suosia suurelementtejä rakentamisessa on niiden helppous. Ne vaativat rakennuttajalta huomattavasti vähemmän ammattitaitoa ja resursseja kuin paikalla rakentaminen. Talotehdas huolehtii elementtien suunnittelusta, laadun varmistamisesta, kosteudenhallinnasta, tuotteiden kelpoisuudesta ja kiinnikkeiden sopivuudesta. Kaikista pienistä yksityiskohdista seinäelementtien osalta. Elementtien toimittajalla on vastuu ja takuu liittyen tuotteiden rakenteisiin ja kestävyYTEEN. Toinen tärkeä syy on työmaalla käytetty aika. Suurelementtejä käytettäessä työmaalla käytetään, talon koosta riippuen, vähintään viikko vähemmän aikaa per talo. Joissain tapauksissa jopa kaksi viikkoa ja esimerkiksi 6 talon aluehankkeessa tämä tarkoittaa 12 viikkoa eli kolmea kuukautta. Mikäli hankkeeseen ryhtyvällä ei ole resursseja, aikaa, riittävästi ammattitaitoa ja hän on valmis maksamaan enemmän helppoudesta, kannattaa valita tehtaalta toimitettavat elementit.

7.2 Missä tapauksessa paikalla rakennettu parempi

Paikalla rakennettavat seinärakenteet ovat lähtökohtaisesti aina halvempia. Vertailussa todettiin, että paikalla rakentaen säästetään seinäelementtien kuluissa 20 %. Tämän vertailun esimerkkihankkeessa se tarkoittaa noin 4500 € säästöä taloa kohden. Summa ei tunnu isolta yhden talon kohdalla, mutta esimerkiksi kuuden talon hankkeessa se tekee jo 27 000 € mikä on helposti yhden talon laskennallinen tuotto, kaikkien kulujen jälkeen. Käytännössä tarkoittaa, että kuudesta talosta saatavan tuoton sijaan, paikalla rakentamalla saadaan yhden ylimääräisen talon tuotto, verrattuna tehtaalta tilattaviin

suurelementteihin. Toinen painava seikka on aikataulun joustavuus ja mahdollisesti huomattavasti nopeampi projektin aloitusaika. Talotehtailla on verrattain pitkät toimitusajat tuotteilleen, mutta osaava rakennuttaja pystyy hankkimaan tarvittavat tuotteet sekä osaavat henkilöstöresurssit työmaalle huomattavasti nopeammin kuin talotehdas pystyy toimittamaan ensimmäiset elementit. Käytännössä siis, mikäli hankkeeseen ryhtyvällä riittää ammattitaito, aika ja resurssit rakentaa seinärakenteet paikan päällä, pystyy hän tekemään parempaa tuottoa hankkeella ja tarvittaessa aloittamaan sen aikaisemmin.

7.3 Tärkeät huomioon otettavat seikat paikalla rakentamisen haasteissa, joita ei ilmene tehdaselementeissä.

Ennen paikalla rakentamiseen ryhtymisestä on hyvä ottaa huomioon, että se vaatii huomattavasti enemmän työmaajärjestelyitä. Tavarat on huolehdittava oikeamääräisesti oikeaan aikaan paikalle, niiden suojauksesta on huolehdittava, jätehuolto on järjestettävä toimivaksi ja laadunvarmistuksesta on huolehdittava. Talvella rakentaessa työmaalla rakentaminen saattaa vaatia useita kertoja lumitöiden tekemistä työskentelyalueelta, sillä elementtejä rakennetaan noin kaksi viikkoa verrattuna elementtitoimitukseen tehtaalta, jotka pystytään asentamaan paikoilleen päivässä. Paikalla rakentaminen vaatii myös huomattavasti enemmän jatkuvaa työturvallisuudesta huolehtimista. Käytännössä siis mikäli ryhdytään rakentamaan paikalla, työnjohdon, tavaratoimitusten ja laadunvalvonnan on toimittava työmaalla päivittäin huomattavasti pidempään kuin tilaamalla elementit tehtaalta. Paikalla rakentaminen vaatii myös enemmän ammattitaitoa toteuttajilta.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää taloudelliset erot seinien paikalla rakentamisen ja tehtaalta seinäelementtien tilaamisen väliltä. Rakentamisen kustannuksiin vaikuttaa myös selkeästi työmaalla käytetty aika, joten tämä huomioitiin myös vertailussa. Lisäksi tavoitteena oli saada aikaiseksi konkreettinen työkalu, jota voitaisiin käyttää ennen kuin tehdään päätöstä paikalla rakentamisen ja tehdaselementtien välillä. Työ oli pakko rajata aika tarkasti seinärakenteisiin ja niiden rakentamisessa käytettävään aikaan, sillä paikalla rakentamisessa saatetaan helposti tehdä sellaisia työvaiheita, jotka edesauttavat koko projektin etenemistä, mutta eivät toisaalta kuulu elementtitoimittajien toimitussisältöön, kuten esimerkiksi seinärunkojen pystytys ennen villoitusta ja höyrynsulkumuovin asennusta.

Pientaloaluehankkeessa, jossa tehdään vähintään 6 omakoti- tai paritaloa, paikalla rakentaminen osoittautui joihin tarjouksiin verrattuna jopa huomattavasti edullisemmaksi. Tässä vertailussa käytetty elementtitoimittajan hinta oli tarjouksista edullisin. Mikäli vertailtaisiin kalleimpaa, paikalla rakentaminen olisi 30 % edullisempaa kuin ostaa tehtaalta toimitettavat elementit. Mikä tarkoittaisi euromääräisesti 7300 € säästöä taloa kohden ja kuuden talon osalta 43 800 € säästöä. On tietenkin selvää, että talotehtaalla on kaikessa rakentamisen toiminnassaan kate eli sekä työ- että materiaalikulut pysyvät pääpiirteittäin samoina tehtaalla ja paikalla rakentamisessa, mutta tehtaalla on saatava toiminnastaan kate, jolla he pyörittävät liiketoimintaansa. Tämä katteen osuus on se, mikä paikalla rakentamisella pystytään säästämään.

Vertailua varten tehty Excel-taulukko saatiin toimivaksi ja riittävän helppokäyttöiseksi. Työkalu oli pidettävä yksinkertaisena, joten se mahdollisesti jättää joitain kuluja huomiotta mutta liian yksityiskohtainen ja liian tarkka taulukko tekisi sen käyttämisestä liian hankalaa. Käyttäjän tulisi selvittää liikaa yksityiskohtia talokohtaisesti ja vertailla mahdollisia eroja talojen välillä, eikä työkalun käyttäminen enää toimisi kuten se on suunniteltu eli nopeana ja helppokäyttöisenä vertailutyökaluna. Kaiken kaikkiaan tämä opinnäytetyö ja sen

mukana valmistunut Excel-taulukko työkalu antaa rakennuttajalle hyvät lähtökohdat paikalla rakentamisen ja suurelementtien käyttämisen vertailuun ennen päätöksen tekoa.

Lähteet

Tilastokeskus 2021. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskustannusindeksi verkkojulkaisu. Elokuu 2021. Helsinki. Tilastokeskus. Viitattu 21.9.2022
http://www.stat.fi/til/rki/2021/08/rki_2021_08_2021-09-15_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2022. Suomen virallinen tilasto (SVT). Rakennuskustannusindeksi (2015–100) panosnimikkeittäin, muuttujina indeksi ja kuukausi. Viitattu 28.4.2022
https://statfin.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin_Passiivi/StatFin_Passiivi__hin__rki/statfinpas_rki_pxt_11nb_2021m12.px/chart/chartViewLine/

Viljakainen, M. 2001. Avoin puurakennusjärjestelmä. Elementtirakenteet. Viitattu 21.9.2022
<https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-elementtirakenteet/elementtirakenteet.pdf>.

Lapwall Oy. 2022. Lapwall tuoteluettelo. <https://lapwall.fi/dokumentit/>

Talonrakennusteollisuus. 2020. Rakennustöiden menekit. Kustantaja Rakennustieto Oy.

RunkoRYL 2010 — Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2010 talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205#L17P79>

Platform pientalo-opas, suunnittelu ja rakentaminen. 1999. Puuinfo Oy.
<http://www.rakentaja.fi/pdf/puuinfo/platformpientalo1.pdf>

