

Esa-Pekka Sikala

Elementtirakentamisen ja paikallarakentamisen menetelmävertailu puurakentamisessa

Elementtirakentamisen ja paikallarakentamisen menetelmävertailu puurakentamisessa

Esa-Pekka Sikala
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä(t): Esa-Pekka Sikala

Opinnäytetyön nimi: Elementtirakentamisen ja paikallarakentamisen menetelmävertailu puurakentamisessa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Comparison of prefabricated and on-site construction methods in wood construction

Työn ohjaaja(t): Raimo Parkkila

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 23 + 4 liitettä

Rakennusmenetelmän valinta on yksi suurimmista käytännön valinnoista pientaloprojektissa. Eri rakennusmenetelmillä on eroavaisuuksia niin kustannuksellisesti kuin ajallisesti. Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kahta yleisesti käytettyä rakennusmenetelmää puurakenteisen pientalon rakentamisessa eli elementtirakentamista ja paikallarakentamista pitkästä tavarasta. Tavoitteena oli selvittää rakennusmenetelmien erot kustannuksellisesti ja työajallisesti sekä perehtyä siihen, mistä erot syntyvät. Tarkoituksena ei kuitenkaan ollut ottaa yksiselitteisesti kantaa siihen, kumpi rakennusmenetelmistä on parempi vaihtoehto. Työssä käytiin lyhyesti läpi yleisimmät rakennusmenetelmät ja niiden ominaisuudet.

Opinnäytetyössä käytettiin vertailukohteena jo rakennettua paritalohanketta, joka oli muodoiltaan ja rakenteiltaan hyvin tavanomainen. Vertailukohde rakennettiin suurelementeistä, joten työssä tehtäväksi jäi laskea, mitä kohteen saattaminen samaan valmiusasteeseen vie, kun rakennusmenetelmänä käytetään paikalla rakentamista pitkästä tavarasta. Vertailukohteeksi valittiin tarkoituksella normaali yksitasoinen rakennus, jotta laskelmien tuloksia voidaan käyttää suuntaa antavina myös muissa tavanomaisissa pientalokohteissa. Kohteesta oli saatavilla hyödyllistä tietoa toteutuneista työ- sekä materiaalimenekeistä.

Laskelmien avulla opinnäytetyössä saatiin selville elementtirakentamisen ja paikallarakentamisen eroavaisuudet niin kustannuksellisesti kuin työajallisesti. Lisäksi saatiin tietoa siitä, mistä kustannukset syntyvät ja miten ne jakautuvat puurakentamisessa. Suurin ero vertailtavien rakennusmenetelmien välillä havaittiin työajassa, joka oli 268 työmiestuntia vähemmän elementtirakentamisessa. Kustannuksellisesti paikalla rakentaminen tuli laskelmien perusteella hieman halvemmaksi.

Asiasanat: rakennusmenetelmä, elementtirakentaminen, paikallarakentaminen, suurelementti, puurakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author(s): Esa-Pekka Sikala

Title of thesis: Comparison of prefabricated and on-site construction methods in wood construction

Supervisor(s): Raimo Parkkila

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2022

Number of pages: 23 + 4 appendices

The thesis compared two commonly used construction methods in the construction of a detached house with a wooden structure. The comparable construction methods were prefabricated construction and on-site construction.

The aim of the thesis was to find out the differences in construction methods in terms of cost and time, and to open up them to readers. However, the intention was not to take a clear position on which of the construction methods was the better option. The most common construction methods and their properties were briefly reviewed in order to the reader to understand and get in touch with the issues to be addressed.

The semi-detached house project, which was already built in a very usual form and structure, has been used as a reference in the thesis. The other reference object is built of large elements, so in my work my task is to calculate what it takes to bring the object to the same degree of readiness when the construction method is used on-site construction. A normal single-storey building was deliberately chosen as a reference, so that the results of the calculations could be used as a guide in other conventional detached houses as well. Useful information was available on the work and material costs incurred.

With the help of the calculations, the differences between prefabricated construction and on-site construction, both in terms of cost and working hours, were found out in the thesis, and it was found out where the costs arise and how they are distributed in wood construction. The biggest difference between the comparable construction methods came in the working time, which was 268 man-hours less in prefabricated construction. In terms of cost, on-site construction was calculated to be slightly cheaper.

Keywords: wood construction, element, town house, on-site construction

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAKENNUSMENETELMÄT	7
2.1	Paikalla rakentaminen	7
2.1.1	Rakentaminen pitkästä tavarasta	8
2.1.2	Pre-cut-menetelmä	8
2.2	Elementtirakentaminen	9
2.2.1	Tilaelementtijärjestelmä	11
2.2.2	Levyelementtijärjestelmä	12
2.2.3	Väli- ja alapohjaelementit	13
3	KUSTANNUSVERTAILUN KOHDE	15
4	RAKENNUSMENETELMIEN VERTAILULASKELMAT	17
4.1	Rakennusmateriaalien määränlaskenta	17
4.2	Elementtirakentaminen	18
4.3	Paikalla rakentaminen	19
5	LASKELMIEN ANALYSOINTI	21
6	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	
	Liite 1 Rakennetyypit	
	Liite 2 Julkisivukuvat	

1 JOHDANTO

Rakentamiskustannukset koostuvat karkeasti kahdesta osasta, materiaalikustannuksista sekä työ-
kustannuksista. Tässä opinnäytetyössä lasketaan kahden yleisimmän rakennusmenetelmän, ele-
menttirakentamisen ja pitkästä tavarasta paikalla rakentamisen, erot silloin, kun kaikki työ teetetään
ulkopuolisilla rakentajilla. Opinnäytetyön tavoitteena on antaa konkreettinen ja helposti ymmärret-
tävä esimerkki siitä, minkälaisia eroja rakennusmenetelmissä on niin kustannuksellisesti kuin työ-
ajassa, sekä selvittää, mistä kustannukset koostuvat.

Opinnäytetyössä käytetään vertailukohteena jo rakennettua paritaloa, josta saatuja materiaali-
sekä työmenekkejä käytetään laskelmissa apuna. Vertailukohde on rakennettu suurelementtime-
netelmällä, joten työ rajataan elementtitoimituksen mukaisesti eikä toimitukseen kuulumattomia
osia myöskään huomioida vertailulaskelmissa.

2 RAKENNUSMENETELMÄT

Puurunkoisen pientalon yleisimmät rakennusmenetelmät ovat paikallarakentaminen ja elementtirakentaminen. Paikalla rakentamisessa käytetään yleensä joko pre-cut-menetelmää tai nk. pitkästä tavarasta rakentamista. Elementtirakentamisessa yleisin toteutusmuoto pientalokohteissa on suurelementtitekniikka. Rakennusmenetelmän valintaan vaikuttavat usein kustannukset sekä työaika. (1.) Luvuissa 2.1 ja 2.2 on käyty lyhyesti läpi yleisimmät rakennusmenetelmät puurakenteisessa pientalossa.

2.1 Paikalla rakentaminen

Paikallarakentaminen on perinteinen rakennusmenetelmä puurunkoisen pientalon toteutuksessa. Paikalla rakentaminen voidaan jakaa vielä kahteen eri rakennustapaan: pre-cut-menetelmään sekä pitkästä tavarasta rakentamiseen. Näiden kahden menetelmän erot tulevat työmaalle toimitettavan tavaran valmiusasteessa. Paikalla rakentamisessa rakentaminen tapahtuu nimensä mukaisesti työmaalla sinne toimitetusta materiaalista rakennekerros kerrallaan. Tavanomaisesti rakentaminen aloitetaan rungon pystytyksellä perustusten päälle, minkä jälkeen rakentamista jatketaan työvaihe kerrallaan eteenpäin. (3.) Kuvassa 1 paikalla rakennettu autotallin runko.



KUVA 1. Rakennuksen runko paikalla rakennettuna (2)

2.1.1 Rakentaminen pitkästä tavarasta

Pitkästä tavarasta rakentamisella tarkoitetaan nimensä mukaisesti rakennusmenetelmää, jossa rakentamisen kaikki työvaiheet toteutetaan työmaalla sinne toimitetusta puutavarasta ja sen esivalmiusaste on käytännössä nolla. Puutavara tilataan työmaalle tasamittaan katkottuina, jotka sitten itse katkotaan määrämittaan ja tehdään tarvittavat työstöt, kuten loveukset. (3.)

Rakentaminen aloitetaan tavanomaisesti maa- ja perustustöiden jälkeen alaohjauspuun asennuksella, minkä jälkeen runko kasataan maassa ja nostetaan pystyyn alaohjauspuun päälle. Tämän jälkeen rakentaminen jatkuu rakennekerroksittain valmiiksi. (3.)

Pitkästä tavarasta rakentaminen on työmäärältään suurin verrattaessa muihin yleisimpiin rakennusmenetelmiin. Kuitenkin se takaa hyvän joustavuuden arkkitehtuurisesti eikä rajoitteita sen puoleen ole. (4.)

2.1.2 Pre-cut-menetelmä

Pre-cut on toinen yleisesti käytetty rakennusmenetelmä paikalla rakentamisessa. Tässä rakennusmenetelmässä rakenteiden eri osat toimitetaan työmaalle valmiiksi määrämittaan katkottuina sekä tarvittavat työstöt tehtyinä. Yleensä pre-cut-menetelmää käytetään rakennuksen seinärakenteissa, jossa esimerkiksi runkotavara ja mahdolliset palkit ovat katkottuina oikean mittaiseksi. Myös esimerkiksi ulkoverhouslaudat on mahdollista tilata työmaalle oikean mittaisina, jos kyseessä on pystyverhous. Pre-cut-menetelmässä itse rakentaminen tapahtuu samalla tavalla kuin pitkästä tavarasta tehtäessä. (4.)

Rakennusmenetelmänä pre-cut helpottaa paljon työmaalla tapahtuvaa rakentamista ja onkin huomattavasti nopeampi tapa tehdä talon runko kuin perinteinen pitkästä tavarasta rakentaminen. Pre-cut-menetelmässä hyvä suunnittelutyö takaa rakentamisen onnistumisen. Tärkeää on myös kiinnittää huomiota tavaroiden sijoitteluun tontilla. Tavarat tulisi sijoittaa työmaalle siten, että kaikki osat ovat saatavilla helposti silloin, kun niitä tarvitaan. Tätä voidaan helpottaa tavarapakettien hyvällä ja selkeällä nimeämisellä. (5.)

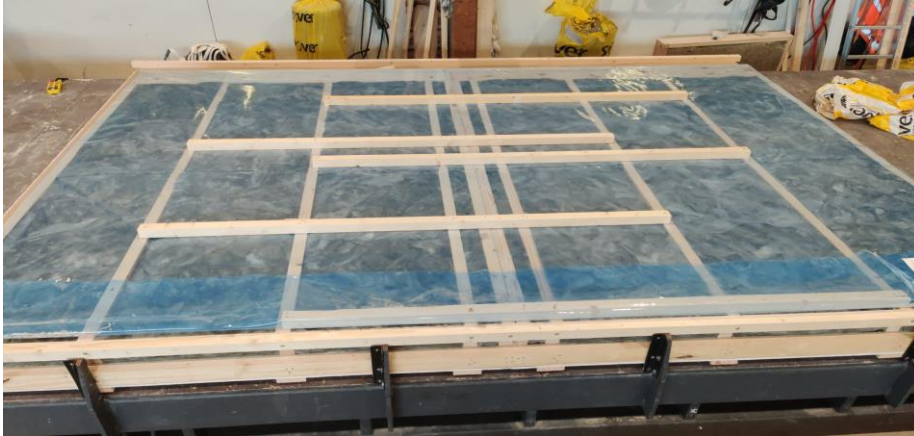
2.2 Elementtirakentaminen

Elementtirakentamisella tarkoitetaan rakennusmenetelmää, jossa rakennuksen eri rakenneosat tuodaan työmaalle kokonaisina rakenteina. Elementtirakentaminen voidaan jakaa karkeasti kahteen eri järjestelmään, tilaelementteihin sekä levyelementteihin. Pientalorakentamisessa yleensä käytetään levyelementtijärjestelmää mutta myös tilaelementtien käyttö on lisääntynyt viime vuosina. Yleisimpiä elementoitavia rakenteita pientalokohteissa ovat ulkoseinät, väliseinät, ala- ja välipohjat, päätykolmiot sekä päätyräystäät (kuva 2). (4.)



KUVA 2. Valmiita päätyräystäät elementtejä

Elementtirakentamisen ehdoton etu on vähäinen työmäärä työmaalla ja sitä kautta rakennusprojektin nopeutuminen. Toinen etu on se, että kuivaketju saadaan säilytettyä, kun elementit voidaan valmistaa täysin kuivissa ja stabiileissa olosuhteissa, minkä ansiosta rakenteet pysyvät kuivina koko tuotannon ajan (kuva 3).



KUVA 3. Elementit valmistetaan kuivissa sisätiloissa

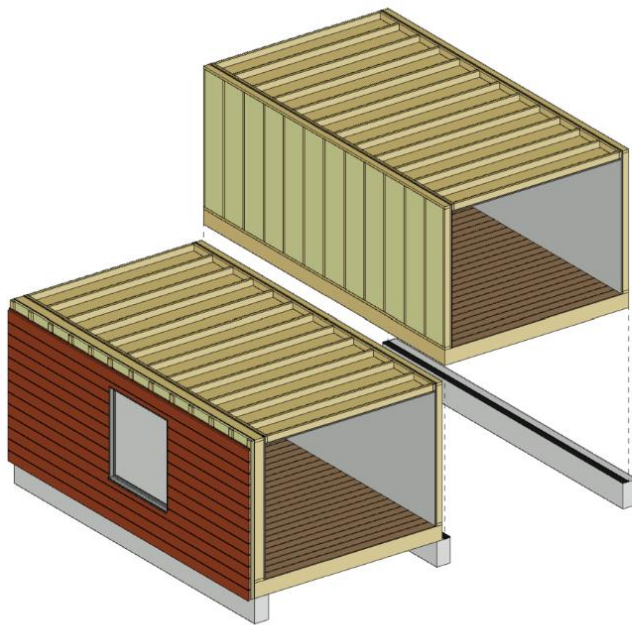
Elementtien valmistuksen jälkeen elementit pakataan säänkestävästi odottamaan pystytystä (kuva 4), joka hoidetaan sään salliessa. Näin varmistetaan elementtien kuivana säilyminen koko työvaiheen ajaksi. Pienenä miinuksena elementtirakentamisessa voidaan pitää rajoitteita arkkitehtuurisessa mielessä. (5.)



KUVA 4. Sään kestävästi pakattu päätykolmioelementti

2.2.1 Tilaelementtijärjestelmä

Tilaelementtijärjestelmässä elementit ovat kokonaisia rakennuksen osia, joita liittämällä rakennus kootaan yhtenäiseksi rakennukseksi. Tilaelementtien valmiusaste on suuri ja niissä onkin usein valmiina seinäpinnat, kiintokalusteet sekä sähkö- ja LVI-asennukset. Elementtien koot vaihtelevat leveydeltään 2 400 mm:stä 3 300 mm:iin ja pituudeltaan 7 m:stä 10 m:iin. Korkeudeltaan elementit ovat yleensä yhden kerroksen korkuisia eli 2 400 mm–4 000 mm. Tilaelementtien käyttö pientalorakentamisessa on yleistynyt viime vuosina paljon ja nykypäivänä markkinoilla on paljon myös niin sanottuja minitaloja, jotka on tehty kokonaan yhdestä tilaelementistä sisätiloissa. Työmaalla tehtäviä töitä on enää perustustyöt sekä tarpeelliset kytkennät. (4.) Kuvassa 5 on esitetty periaatekuva tilaelementeistä.



KUVA 5. Tilaelementti havainnekuva (6)

2.2.2 Levyelementtijärjestelmä

Levyelementtijärjestelmässä rakennettavan kohteen eri rakenteet valmistetaan ja pysytetään erikokoisista ja erimuotoista levyelementeistä. Elementtien kokoa rajoittavat ainoastaan elementtien kuljetusmahdollisuudet. Pääsääntöisesti elementit ovat korkeimmillaan noin 3,75 m ja pisimmillään noin 13 m. Elementtien valmiusasteet vaihtelevat kohde kohtaisesti mutta pääsääntöisesti elementeistä pyritään tekemään mahdollisimman valmiita, kuitenkin niin että ne ovat vielä helppo asentaa ja kiinnittää muihin rakenteisiin. (7.)

Ulkoseinäelementit ovat yleisimmät elementoitavat rakenteet. Lämpimät seinät valmistetaan yleensä ulkoapäin valmiiksi ja sisäpuoli jätetään koolauspinnalle. Kylmät seinät voidaan tehdä molemmin puolin valmiiksi ennen työmaalle tuontia. Ulkoseinäelementtien koot vaihtelevat tarpeiden mukaan. Usein pientalorakentamisessa ristikonkannan rakenteen voidaan myös kiinnittää elementtiin jo tehtaalla, mikä pienentää työmaalla tapahtuvaa työn määrää. Tämä on mahdollista, jos elementin korkeus ei mene yli sallitun. (1.)

Elementtien kiinnitystapa perustuksiin vaihtelee eri toimittajien mukaan mutta pääsääntöisesti käytetään ns. kaksiosaista alajuoksua, jossa alajuoksun toinen osa kiinnitetään sokkeliin ja toinen osa on kiinni elementissä, jonka läpi elementti kiinnitetään perustuksiin. Elementtien asennuksessa käytetään apuna ajoneuvonostureita (kuva 6).



KUVA 6. Elementtien asennus ajoneuvonosturin avulla (8)

2.2.3 Väli- ja alapohjaelementit

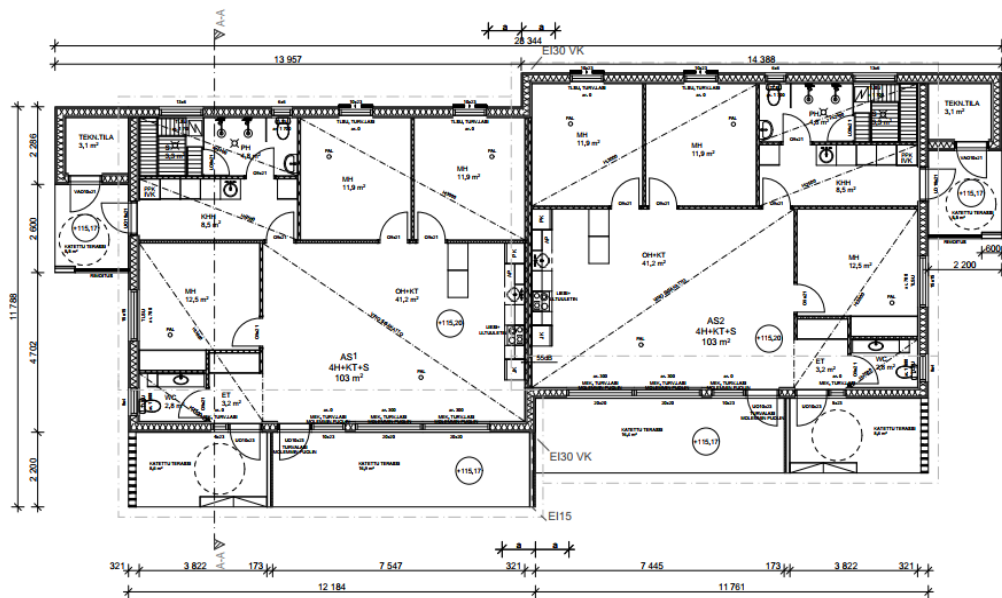
Puurakenteiset ala- ja välipohjat voidaan myös toteuttaa elementtitekniikalla. Rakenteiden sekaan tulevan suuren tekniikka määrän vuoksi valmiusaste on usein verrattain pieni. Väli- ja alapohjissa usein elementoidaan ainoastaan runko sekä sen yläpuoliset levyrakenteet. Mahdolliset betonilaatat tehdään työmaalla elementin ollessa paikoilleen asennettuna. Välipohjien kannatin lankut kiinnitetään usein seinäelementteihin valmiiksi. (7.) Kuvassa 7 on esitetty asennusvaiheessa oleva välipohjaelementti.



KUVA 7. Kertopuu runkoinen välipohja elementti asennettavana (9)

3 KUSTANNUSVERTAILUN KOHDE

Opinnäytetyössä verrattiin elementtirakentamista ja pitkästä tavarasta rakentamista. Vertailukohteena käytettiin vuonna 2022 valmistunutta paritaloa, joka on rakenteiltaan ja muodoltaan hyvin tavanomainen yksikerroksinen paritalo (kuva 8). Rakentamisen työmääristä ja materiaalien me-
nekeistä oli saatavissa tarkkoja tietoja, mikä auttoi pääsemään laskelmissa todenmukaisiin tuloksiin. Koska kohde oli arkkitehtuurisesti normaali, laskelmien tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina myös yleisesti pientalorakentamisessa. Paritalossa materiaalien ja työn määrät ovat noin kaksinkertaiset verrattuna normaaliin omakotitaloon. Rakennuksen rakennetyypit on esitetty liitteissä 1–2. Julkisivukuvat on esitetty liitteissä 3–6.



KUVA 8. Rakennuksen pohjakuva

Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena oleva paritalo on toteutettu suurelementtimenetelmällä. Rakennuksen kaikki ulkoseinät, päätykolmiot ja päätyräystäät on toimitettu työmaalle elementteinä. Elementit on ollut ulkopäin lähes valmiita, lukuun ottamatta nurkkalautoja ja irtopaneeleita. Ikkunat ovat asennettuina elementteihin. Ulkopuolelta valmiiksi tekeminen huomioitiin laskelmissa.

Työssä on käsitelty ainoastaan talon ulkoseiniä, päätykolmiota ja päätyräystäitä. Rakennuksen perustukset, sisäpuoliset osat ja katto on jätetty kokonaan pois laskuista. Ne eivät vaikuta laskelmien lopputulokseen, koska ne ovat molemmissa verrattavissa rakennusmenetelmissä samat. Ulkoseinillä laskelmiin on otettu mukaan kaikki muu paitsi sisäpuolen levytys, koska se ei sisältynyt myöskään elementtien toimitussisältöön.

4 RAKENNUSMENETELMIEN VERTAILULASKELMAT

Opinnäytetyössä verrattiin paritalon rakennusmenetelmiä sekä kustannus- että työaikaperusteisesti. Työajoissa käytettiin RATU, Rakennustöiden menekit 2020-kirjan mukaisia neliöperusteisia menekkejä sekä vertailukohteessa toteutuneita menekkejä. Määrienlaskennassa käytettiin apuna Vertex BD-ohjelmistoa muodostettua 3D-tietomallia.

4.1 Rakennusmateriaalien määränlaskenta

Rakennuksen määränlaskenta suoritettiin niin sanotulla mallipohjaisella määränlaskentamenetelmällä. Mallipohjainen määränlaskenta on nykyaikainen ja tarkka tapa laskea rakennuksen määriä yksityiskohtaisesti. Laskennallisia määriä verrattiin myös toteutuneisiin määriin ja tällä tavoin varmistettiin määrien paikkaansa pitävyys. (10.) Kuvassa 9 on esitetty Vertex BD -malli, jonka avulla vertailukohteen määrät laskettiin.



KUVA 9. Vertex BD -ohjelmistolla luotu 3D-malli

Laskenta aloitettiin luomalla Vertex BD -ohjelmistoon 3D-malli rakennuksesta. Mallin muodostamisen jälkeen kaikista eri rakennusosista mitattiin neliömäärät ja niiden perusteella laskettu työmenekit sekä materiaalimenekit.

4.2 Elementtirakentaminen

Elementtirakentamisen laskelmissa hinta koostuu elementtitoimituksesta, elementtien pystytyksestä, nosturikuluista sekä työmaalla tapahtuvista loppuviimeistelyistä. Elementtitoimitukseen sisältyvät kaikki tarvittavat irtopaneelit sekä nurkkalaudat, joten niiden hinnat sisältyvät elementtitoimituksen hintaan. Elementtirakentamisessa suurin kulu tulee itse elementtitoimituksesta, jolla tarkoitetaan elementtitoimittajalle maksettavaa summaa elementeistä työmaalle toimitettuna. Työmaalla tapahtuva työaika elementtirakentamisessa koostuu elementtien asennuksesta sekä ulko-verhouksen loppuviimeistelyistä.

Taulukkoon 1 on eritelty elementtirakentamisen hinnan koostuminen. Työaikaan sisältyvät elementtien pystytys ja viimeistelyt.

TAULUKKO 1. Elementtirakentamisen kustannukset eriteltynä

SUORITE	Määrä (h, m ²)	Hinta (€/m ² , €/h)	Hinta yht. (€)
ELEMENTTITOIMITUS	374	120	45000,00
TYÖ	64,00	50	3200
NOSTURIKULUT (€)	12	124	1488
YHTEENSÄ (SIS.ALV)			49688,00

4.3 Paikalla rakentaminen

Paikallarakentamisen kulut laskettiin neliöperusteisesti kullekin rakenteelle. Neliömäärät laskettiin tiedossa olleiden elementtinelöiden mukaisesti ja rakenteita, jotka eivät kuuluneet elementtitoimitukseen ei myöskään huomioitu paikallarakentamisen kustannuksissa. Paikallarakentamisen materiaalikustannukset kerättiin eri rautakauppojen nettisivuilta käyttäen niin sanotusti päivän hintaa eli materiaalikustannuksissa hinta on enemmänkin suuntaa antava, eikä laskelmien mukaisia hintoja kannata käyttää oman kohteen kustannuksia laskiessa. Materiaaleissa on käytetty 10–15 %:n hukkaa.

Taulukossa 2 on eriteltyinä kunkin eri työvaiheen työmenekit

TAULUKKO 2. Paikallarakentamisen työmenekit eriteltyinä (11)

Rakennekerros	Määrä (m2)	Työmenekki (tth)	Työn hinta Sis.ALV (€/m2)	YHT. (€)
Ulkoverhous	374	151	50,00	7533,9
Ulkop. Koolaus	322	15	50,00	772,8
Ulkop. Koolaus ristiin	52	5	50,00	249,6
Tuulensuojalevy	374	45	50,00	2245,6
Höyrynsulku	308	4	50,00	185,0
Sisäpuolen koolaus	308	15	50,00	739,9
Villotus	308	22	50,00	1108,8
Runko 48x198	308	71	50,00	3535,8
Runko 48x198	16,6	3,2	50,00	159,4
Runko 48x98	9,8	1,88	50,00	94,1
	YHT.	332		16625

Taulukossa 3 on esitetty materiaalien määrät ja niiden kustannukset.

TAULUKKO 3. Materiaalikustannukset (12)

Materiaalikustannukset	Määrä (m2)	Materiaali (€)
Ulkoverhous	374	12730,74
Ulkop. Koolaus	374	1615,04
Tuulensuojalevy	374	2425,21
Höyrynsulku	308	194,24
Sisäpuolen koolaus	308	1227,32
Villotus	308	6006,00
Rungot. Sis. Palkit ym.	335	7738,63
	YHT.	31937,16

Taulukossa 4 on havainnollistettu kustannusten jakautuminen paikallarakentamisessa

TAULUKKO 4. Paikallarakentamisen kustannusten yhteenveto

PAIKALLARAKENTAMINEN	
TYÖAIKA (h)	332
MATERIAALI	31937
TYÖ (€)	16625
YHTEENSÄ	48562

5 LASKELMIEN ANALYSOINTI

Suurin ja merkittävin ero näiden kahden verrattavan rakennusmenetelmän välillä tulee työajassa. Kahden ammattikirvesmiehen kokoisella työryhmällä tehtynä erotus työajassa on 134 h, joka on noin kolme ja puoli työviikkoa. Kustannusero rakennusmenetelmien välillä on 1 126 euroa paikalla rakentamisen hyväksi, mutta verrattaessa sitä koko hankkeen kustannuksiin ero on kohtalaisen pieni.

Paikallarakentamisessa suurin kulu tulee ulkoverhouksista, joka vei lähes 50 % kokonaistyöajasta ja materiaalikustannuksetkin olivat noin 40 % ulkoseinien hinnasta. Paikallarakentamisen kuluja tarkasteltaessa tulee huomioida, että kaikki työ on teetetty ulkopuolisilla ammattirakentajilla, joten lisäämällä oman työn osuutta myös näiden kahden rakennusmenetelmän kokonais-kustannusero kasvaa huomattavasti. Työn osuus paikallarakentamisessa on noin 35 %.

Taulukossa 5 on esitetty rinnakkain aseteltuna rakennusmenetelmien erot niin työajassa kuin kustannuksellisesti.

TAULUKKO 5. Rakennusmenetelmien erot

VERTAILU			
	ELEMENTTIRAKENTAMINEN	PAIKALLA RAKENTAMINEN	ERO
TYÖAIKA 2 RAM (h)	32	166	134
KUSTANNUKSET (€)	49688	48562	1126

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli paikallarakentamisen ja elementtirakentamisen menetelmävertailu. Työn keskeisin tavoite oli selvittää kahden eri rakennusmenetelmän kustannus- ja työaikaerot.

Työn tulokset olivat mielestäni hyvinkin realistiset ja ne vastasivat hyvin sitä, mitä ennakkoon itse ajattelin. Suurelementtimenetelmällä työaika kuluu yhteensä 268 työmiestuntia vähemmän kuin pitkästä tavarasta rakennettaessa. Kustannuksellisesti pitkästä tavarasta rakentaminen on 1 126 euroa halvempaa.

Pienenä yllätyksenä minulle tuli yllättävän pieni kustannuksellinen ero. Yksiselitteistä johtopäätöstä siitä, kumpi rakennusmenetelmästä on järkevämpi yksittäisessä kohteessa, ei laskelmien avulla kuitenkaan voi tehdä. Näitä kahta rakennusmenetelmää vertailtaessa ei kannata kiinnittää liikaa huomiota vain yhteen asiaan. Esimerkiksi kolmen ja puolen viikon työaikaerotus voi aiheuttaa välillisesti monia kuluja, joita laskelmissa ei ole huomioitu, kuten työmaan juoksevista kuluista aiheutuvat kustannukset.

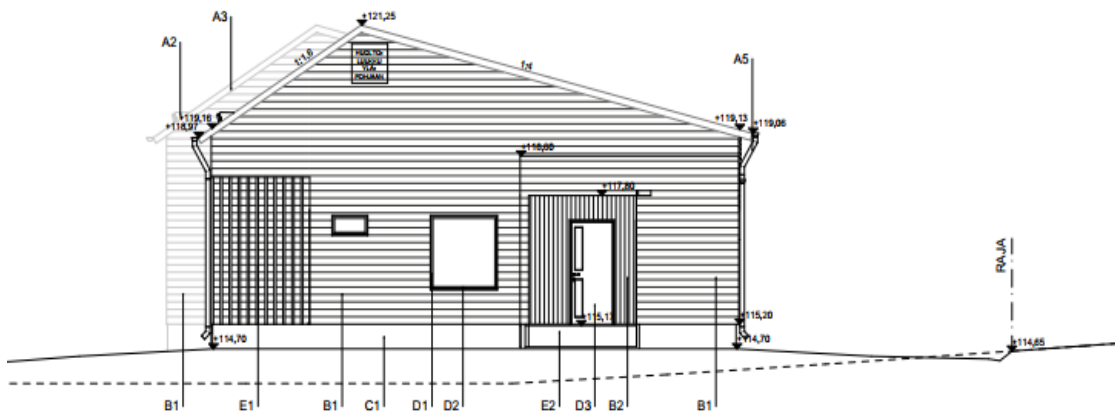
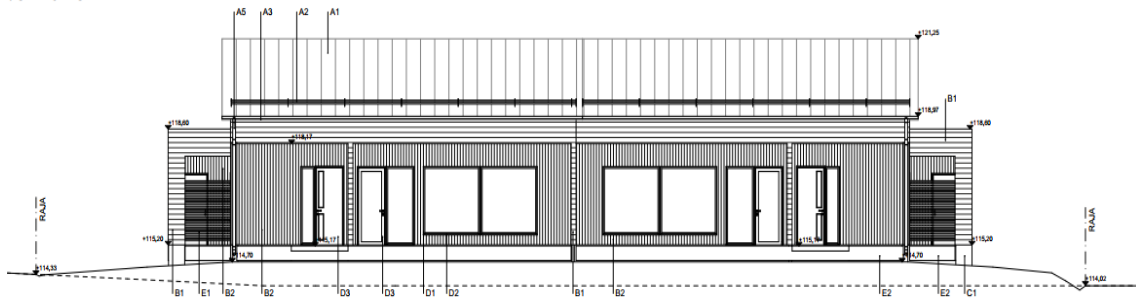
LÄHTEET

1. Puutalon runkotyöt. Rakentajan tietokirjat 2006.
2. Rakentaja 2008. Autotallin rungon pystytys. Hakupäivä 25.4.2022.
https://www.rakentaja.fi/tv/e1060atlasautotallin_rungon_pystytys.aspx.
3. Viljakainen, Mikko 2004. Avoin puurakennusjärjestelmä-paikalla rakentaminen. Wood Focus Oy.
4. Siikanen, Unto 2016. Puurakentaminen. Rakennustieto Oy.
5. Laitinen, Eero 1995. Teollinen puurakentaminen. Rakennustieto Oy.
6. Puuinfo 2020. Tuotantotavat. Hakupäivä 25.4.2022.
<https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/tuotantotavat/>.
7. Mikko, Kilpeläinen, Antti, Ukonmaanaho & Marko Kivimäki 2001. Avoin puurakennusjärjestelmä-elementtirakenteet. Wood Focus Oy.
8. Jukkatalot 2019. Asuntomessut. Hakupäivä 25.4.2022.
<https://www.jukkatalo.fi/asuntomessut/kouvola-2019/blogi/>.
9. Metsawood 2015. Metsäwoodin Kerto-Ripa-välipohjaelementti. Hakupäivä 25.4.2022.
<https://www.metsawood.com/fi/media/Uutiset/Pages/Metsa-woodin-Kerto-Ripa-valipohjaelementti.aspx>.
10. RT-10-11072 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 7. Määrälaskenta. Hakupäivä 6.4.2022.
https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11072?external_system=Juha&page=1. Vaatii käyttöoikeuden.
11. Ratu KI-6035 2019. Rakennustöiden menekit 2020. Hakupäivä 15.1.2022. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6035>. Vaatii käyttöoikeuden.
12. K-rauta. Rakennusmateriaalit. Hakupäivä 3.3.2022. <https://www.k-rauta.fi/kategoria/rakennusmateriaalit>.

	Rakennuskohde: Vertailukohde opinnäytetyö	Osoite: osoite 95421, Kunta	RT		
Sisäko US1 ja US2 RAKENNETYYYPIT					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <div data-bbox="406 611 667 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US1</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Pystykoolaus 25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="384 920 659 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <div data-bbox="852 611 1112 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Ristikoolaus 2x25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="852 920 1126 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> </td> </tr> </table>				<div data-bbox="406 611 667 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US1</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Pystykoolaus 25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="384 920 659 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	<div data-bbox="852 611 1112 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Ristikoolaus 2x25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="852 920 1126 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>
<div data-bbox="406 611 667 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US1</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Pystykoolaus 25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="384 920 659 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	<div data-bbox="852 611 1112 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">US2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Ristikoolaus 2x25x100 k600 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x198 k600 C18+ mineraalivilla 200mm -HS-muovi pel 0,2mm -Vaakakoolaus 48x48 k600+ mineraalivilla 50mm -Sisäverhouskipsilevy 13mm </div> <div data-bbox="852 920 1126 1301" style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>				

	Rakennuskohde: Vertailukohde opinnäytetyö	Osoite:	RT
Sisältö US3 ja US4 RAKENNETYYYPIT			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <div data-bbox="347 636 400 663" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;">US3</div> <div data-bbox="347 663 604 801" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Pystykoolaus 25x100 k800 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x148 k800 C18 -Pystykoolaus 25x100 k800 -Ulkoverhous </div> <div data-bbox="360 909 596 1290" style="margin-top: 20px;"> </div> </div> <div style="text-align: center;"> <div data-bbox="799 676 852 703" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;">US4</div> <div data-bbox="799 703 1056 801" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <ul style="list-style-type: none"> -Ulkoverhous -Pystykoolaus 25x100 k800 -Tuulensuojakipsilevy 9mm -Pystyrunko 48x98 k800 C18 </div> <div data-bbox="852 909 1066 1290" style="margin-top: 20px;"> </div> </div> </div>			

JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU POHJOISEEN

