



Mikko Viljamaa

LUHTIKÄYTÄVÄN TOTEUTUS PIENKERROSTALOSSA

LUHTIKÄYTÄVÄN TOTEUTUS PIENKERROSTALOSSA

Mikko Viljamaa
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Rakennusalan työnjohdon
koulutusohjelma
Oulun seudun
ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennuksen
suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Mikko Viljamaa
Opinnäytetyön nimi: Luhtikäytävän toteutus pienkerrostalossa
Työn ohjaaja: Martti Hekkanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012
Sivumäärä: 41 + 8 liitettä

Pienkerrostaloissa luhtikäytävät voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Tämän työn tarkoituksena oli tarkastella kahden erilaisen toteutustavan eroja luhtilaatan rakentamisessa. Pää tavoite oli tutkia elementtitekniikan ja paikalla rakentamisen taloudellisia eroja ja määrittää, kumpi toteutustavoista olisi Rakennusliike LapTi Oy:n kannalta kustannustehokkaampi ja sopivampi vaihtoehto.

Tutkin molempia tuotantotapoja mahdollisimman todenmukaisilla keinoilla päivänhinnan mukaan. Tuotantotavan valinnalla voidaan vaikuttaa rakennushankkeen kokonaiskustannuksiin muun muassa rakennushankkeen kokonaiskeston lyhenemisen ansiosta.

Tuotantotapoja vertailtiin laskelmien avulla. Laskelmien lähtötietoina käytettiin työn teettäjän hinta- ja tavoitearviotietoja, omia määrälaskelmiani ja Ratu-kortiston menekkitietoja. Elementtitekniikan kustannukset saatiin suoralla tarjouksella elementtitehtaalta, joten sen todenmukaisuus on taattu. Paikalla rakentamisen kustannukset laskettiin käytössä olevien kustannustaulukoiden avulla.

Tuloksia tarkasteltaessa voidaan huomata, että paikalla rakentamistekniikan kustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin elementtitekniikan kustannukset. Kun tulosten tarkastelu laajennettiin työmaateknisiin ja aikasidonnaisiin kustannuksiin, huomattiin, että elementtitekniikan avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä. Näin ollen keskinäisessä vertailussa paikalla rakentamisen taloudellinen etu pieneni huomattavasti. Laskelmat on esitettyinä liitteessä ja ne sisältävät luottamuksellisia tietoja.

Tulosten perusteella voitiin sanoa, että yrityksen tulee pohtia hanketta laajemmin ennen tuotantotavan valintaa eikä vain keskittyä kustannuslaskijan tekemään arvioon.

Asiasanat: luhtilaatta, elementti, paikalla rakentaminen, pienkerrostalo

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 LUHTILAATAN RAKENNUSMATERIAALIT.....	6
2.1 Puu rakennusmateriaalina.....	6
2.2 Betonirakentaminen.....	8
2.3 Luhtikäytävän toteutus eri materiaaleilla.....	10
2.4 Luhtilaatan mahdolliset laattatyypit.....	14
3 TOTEUTUSTAPOJEN TEHTÄVÄSUUNNITELMAT.....	16
4 RAKENNUSHANKKEEN RAKENNUSAIKAISET KUSTANNUKSET.....	19
4.1 Kustannusten muodostuminen.....	19
4.2 Rakennustapojen vaikutus kustannuksiin.....	20
4.3 Kohteen kustannusten syntyminen.....	21
5 TYÖN SUORITUS.....	24
5.1 Rakennuskohde.....	24
5.2 Vertailulaskelmat.....	28
6 TULOKSET.....	30
6.1 Elementtitekniikka.....	30
6.2 Paikalla rakentaminen.....	32
6.3 Rakennustapojen vertailu.....	34
6.4 Työmaateknisten kustannusten vaikutus.....	35
7 TULOSTEN TARKASTELU.....	37
8 YHTEENVETO.....	38
LÄHTEET.....	40
LIITTEET.....	41

1 JOHDANTO

Vahvassa kasvussa oleva yritys Rakennusliike LapTi Oy antoi minulle tehtäväksi tutkia luhtikäytävän toteutusta kahdella eri tuotantotavalla. Luhtikäytävä rakennetaan usein puurunkoisena tai kokonaan betonielementeistä. Betonielementeistä rakentamisen ovat mahdollistaneet massiiviset nosturikalustot ja kehittynyt betonielementtituotanto.

Työssä käytetyt materiaali- ja kustannuslaskelmat on laskettu rakennuskohteen As Oy Oulun Tepon tie 5 pohjalta. Työkohteen luhtikäytävä on rakennettu kappaletavarasta. Pintalaatta on betonia. Käytävän suuntaiset kantavat pielirakenteet ovat puurakenteisia. Opinnäytetyön työmenekki- ja aikataulutiedot on saatu Ratu-korteista sekä työnjohdolta, jolla on kokemusta ja näkemystä töiden toteutuksista. Rakennusmateriaalien hinnat on otettu Rakennusosien kustannuksia 2012 -kirjasta. Elementtirakentamisen hinnat on saatu elementtitoimittajalta tarjouspyynnöstä. Lisäksi työhön liittyvissä asioissa on keskusteltu betonielementtitehtaiden johtajien kanssa. Myös LapTi Oy:n omien toimihenkilöiden ja suunnitteluosaston kanssa on käyty keskustelua.

Työssä tutkitaan luhtikäytävän toteutusta pienkerrostalossa joko puurakenteisena tai betonielementtirakentamisena. Kummassakin rakentamistavassa on huomioitu kantavat seinärakenteet ja muut kantavat rakenteet työmenekki-, materiaali-, kustannus- ja aikataululaskelmissa.

Tavoitteena on verrata puurakenteisen luhtikäytävän rakentamista betonielementeistä tehtyyn luhtikäytävään. Vertailu kohdistetaan rakennuskustannuksiin, rakentamisen ajalliseen keston, pitkäaikaistoimivuuteen ja laatuun.

Olen rajannut työni esimerkkikohteen puurakenteisen luhtikäytävän betonipinnasta laatan alapuoliseen aluslaudoitukseen. Käytävän kantavat rakenteet on huomioitu laskelmissa perustuksista ylöspäin. Perustuksia en ole huomioinut työssäni, koska ne ovat lähes samanlaisia molemmissa tuotantotavoissa.

2 LUHTILAATAN RAKENNUSMATERIAALIT

Luhtilaatta pienkerrostalossa voidaan rakentaa puurunkoisena eri muodoissaan tai elementtirakentamisena eri muodoissaan. Vähemmän käytetty rakentamistapa on näiden kahden eri rakentamistavan yhdistäminen.

2.1 Puu rakennusmateriaalina

Puulla on hyvät rakennustekniset ominaisuudet. Koska puu on hyvin monikäyttöinen materiaali, sitä voidaan käyttää sekä kantavana että pintoja muodostavana materiaalina. Puuta käytetään myös lämmöneristeenä. Puupinta on lämmin ja miellyttävä. Puu on luja, monipuolinen, kaunis ja erittäin helposti muokattavissa oleva rakennusmateriaali. Siksi siihen on helppo mieltä. (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 10.)

Kuitenkin puu asettaa ainakin suunnittelijoille ja käyttäjille tiettyjä lisävaatimuksia. Puu on vaativa materiaali kosteuselämisen, palavuuden, lahoavuuden ja anisotrooppisuuden (ominaisuuksien erilaisuus pituus- ja poikkisuunnassa) vuoksi. (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 10.)

Puun lujuusominaisuudet

Puun lujuusominaisuudet riippuvat siihen kohdistuneen kuorman suunnasta. On vaikeaa määrittää puun tarkkaa lujuusominaisuutta. Eri puilla on erilaiset rakenteet, jolloin niillä on erilaiset ominaisuudet. Myös samoilla puulajeilla ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi.

Puun lujuusominaisuuteen vaikuttavat muun muassa kasvupaikka, ravinteet, ilmasto ja kasvuolot. Puun iällä on myös oma merkityksensä ja sillä, mistä osasta runkoa puukappale on otettu käyttöön. Puussa on myös tiettyjä vikoja, jotka vaikuttavat puun ominaisuuksiin negatiivisesti.

Kun puuta käytetään rakentamisessa, siltä vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

- kimmoisuus

- puristuslujuus
- taivutuslujuus
- leikkauslujuus
- kulutuksenkestävyys (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 30).

Puun palotekniset ominaisuudet

Puulla on hyvät palotekniset ominaisuudet. Siksi se on hyvä rakennusmateriaali kantavissa- ja runkorakenteissa. Hyvän suunnittelutyön tuloksena puulla on jopa paremmat palo-ominaisuudet kuin niin sanotuilla palamattomilla materiaaleilla. Puu ei tarvitse erityistä palonsuojausta kantavana rakenteena, pilarina, palkkina tai muuna vastaavana, jos se säilyttää palotilanteessa kantavuus- ja suojaamiskyvyn määräyksissä vaaditun ajan. (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 31.)

Siikanen (1887, 31) mainitsee puun paloteknisten ominaisuuksien rajoittavan jonkin verran puun käyttöä ja sen soveltuvuutta erilaisissa rakenteissa. Puulla on taipumus pehmentyä, kun se lämpenee. Pehmentyminen kuivalla puulla alkaa +180°C:n lämpötilassa ja saavuttaa maksiminsa +320...+390 °C:n lämpötilassa. Puun ollessa kosteaa, pehmeneminen alkaa jo aikaisemmin. Tällä ominaisuudella on myös hyvät puolensa; sitä käytetään hyväksi muun muassa puun kokoonpuristuksessa ja massiivipuun taivuttamisessa. (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 31.)

Kun puu palaa, puun pintaan muodostuu hiilikerros, mikä hidastaa puun sisäosien lämpenemistä ja myös puun palamista. Puun hiiltymisnopeus esimerkiksi rakennepuutavaralla on 0,8 mm/min. Kantavien puurakenteiden suunnittelussa on ehdottoman tärkeää, että tunnetaan puun palamisnopeus. Tällöin asiat voidaan ottaa huomioon rakenteiden mitoituksissa. (Puurakennusten suunnittelu. 1987, 31—32.)

2.2 Betonirakentaminen

Teräsbetoni keksittiin jo 1800-luvulla. Siitä asti se on kasvattanut tasaisesti suosiotaan. Betonilla on hyvät muokkausmahdollisuudet, ja se on erittäin kestävä. Siksi betoni on eniten käytetty rakennusmateriaali maailmassa.

Betonin pääraaka-aineet ovat sementti, vesi ja kiviaines. Betonin raaka-aineet saadaan maaperästä. Betonin kiviaines ei lopu kesken, ja sitä saadaan lähes kaikkialta. Betonin liima-aineena toimiva sementti valmistetaan pääasiassa kalkkikivestä. Kalkkikivi on yksi maailman yleisimmistä kivilajeista.

Betoniteollisuus hyödyntää raaka-aineena muun teollisuuden muuten jätteeksi meneviä sivutuotteita. Lentotuhka, masuunikuona ja silika ovat useasti käytettyjä aineita. (Www.betoni.com.)

Betoni on erittäin ekotehokas rakennusmateriaali koko sen elinkaaren aikaisilta ympäristökustannuksiltaan. Betoni on yksi taloudellisimmista rakennusmateriaaleista. Betonista saadaan toteutettua pitkiä jännevälejä, joiden ansiosta tilat ovat hyvin suunnittelujoustavia. (Www.betoni.com.)

Betonirakenteen hyvät ominaisuudet:

1. Palonkestävä ja turvallinen
2. Hyvin ääntä eristävä
3. Lämpöä varaava ja energiaa säästävä
4. Luja ja pitkäikäinen
5. Kokonaistaloudellinen
6. Vähän huoltoa vaativa
7. Muotoiltava
8. Ekotehokas
9. Kosteudenkestävä
10. Arvonsa säilyttävä

Betonin lujuus- ja tiiveysominaisuudet

Betonin ja runkoaineen lujuudesta riippuu pääosaltaan sen kestävyys mekaanisia kulutusrasituksia vastaan. On tarpeellista, että betonin lujuus on ulkona suojaamattomissa rakenteissa välillä K 25—K 35. Kulumista ei voi kokonaan poistaa betoniteknologian keinoilla, joten siihen tulee varautua kulumisvaran tai jonkun suojakerroksen avulla. (Betonitekniikka. RIL 119. 1979.)

Betonin tiiviys määritetään vedenpitävyytenä. Tällä on keskeinen merkitys säilyvyyden kannalta. Jos betonilla on hyvä tiiveysaste, betoni säilyy paremmin korroosiotekijöitä vastaan kuin vettäläpäisevä betoni. Hyvä tiiveysaste on myös raudoituksen suojausten kannalta tärkeää. Jotta betoni säilyisi hyvin, on sen täytettävä betoninormeissa esitetty vedenpitävyyksivaatimus. Tämä saavutetaan luokan ollessa vähintään K 30. (Betonitekniikka. RIL 119. 1979.)

Betonin puristuslujuus

Kovettuneen betonin ominaisuutta arvostellaan yleensä puristuslujuuden perusteella. Puristuslujuutta voidaan pitää betonin tärkeimpänä ominaisuutena. Puristuslujuus on melko helppo mitata. Betonilla on hyvät ominaisuudet kestää puristusta. Rakenteet suunnitellaan niin, että betoni ottaa vastaan puristusjännitykset ja raudoitus vetojännitykset. Betonille asetetaan vaatimukset, jotka suunnittelija esittää rakennepiirustuksissa. (Betonityöt. 1994, 33.)

Betoni luokitellaan puristuslujuutensa (MN/m^2) perusteella lujuusluokkiin. Rakennesuunnittelija määrää käytettävän lujuusluokan rakenteen asettaman vaatimusten perusteella. Käytössä olevat lujuusluokat ovat K 10, K 15, K 20, K 25, K 30, K 35, K 40, K 45, K 50, K 55, K 60, K 70, K 80, K 90 ja K 100. Esimerkiksi merkintä K 35 -lujuusluokan betonin kuutiopuristuslujuus 28 vuorokauden ikäisenä on 35 MN/m^2 (MPa). Suunnitelmissa voidaan edellyttää lujuudenarviointi-ikäksi jokin muu kuin 28 vuorokautta. (Betonityöt. 1994, 33.)

2.3 Luhtikäytävän toteutus eri materiaaleilla

Luhtilaatta pienkerrostalossa voidaan rakentaa puurunkoisena eri muodoissaan tai elementtirakentamisena eri muodoissaan. Näihin rakentamistapoihin sisältyy paljon erilaisia asioita, joita tulee huomioida kummassakin tuotantotavassa.

Taulukossa 1 on esitetty toteutusteknisiä asioita, joita tulee miettiä rakentamisen aikana.

TAULUKKO 1. Rakentamistavoissa huomioitavia asioita

	Elementtituotanto	Paikalla rakentaminen	
<i>Sääherkkyys</i>	Huomioitava talviolosuhteet	Laatan valaminen, talvi	
<i>Tuennat</i>	Teräspilarit, piellelementit	Kantavien seinien tuenta	
<i>Suojaukset</i>	Ei vaadi suojausta	Puutavaran suojaus, varastointi	
<i>Nostokalusto</i>	Autonosturi	Esim. Kurottaja	
<i>Joustavuus aikataulun suhteen</i>	Sidoksissa tuottajaan	Hyvin joustava	

Paikalla rakentaminen kappaletavarasta

Paikalla rakentaminen tarkoittaa sitä, että työmaalla rakennetaan rakennuksen runko erimittaisesta ja erilaisesta puutavarasta niin sanotusta kappaletavarasta. Menetelmä poikkeaa muista paikalla rakennetuista menetelmistä. Tällöin puutavara tulee tehdasmittaisena sahatavarana työmaalle ja kaikki rungon rakennusosat katkaistaan oikeaan mittaan työmaalla ja lovetaan yksilöllisesti. Puutavara vaihtelee kohteen mukaan rakennesuunnitelmien mukaisesti. Perusmuurin päälle tulee tolpparunko, joka muodostaa perustusten kanssa rakennuksen kantavat rakenteet. Esivalmistusaste on käytännössä olematon, kun käytetään paikalla rakentamisen tekniikkaa. (Puutalon runkotyöt. 2006.)

Paikalla rakentamistekniikan kustannuksiin voidaan vaikuttaa jonkin verran, kun hankitaan materiaaleja. Puutavara voidaan tilata työmaalle käytettävien pituuksien mukaisesti. Tällöin työmaalla syntyvä hukka pienenee. Kustannuksiin

voidaan vaikuttaa työvaiheen aikana esimerkiksi harkitulla ja taloudellisella puutavaran käytöllä. Täytyy muistaa myös oikeaoppinen puutavaran säilytystapa ja varastointi, jolloin syntyy säästöjä. Oikeaoppinen varastointi estää muun muassa runkotolppien kieroutumista. (Puutalon runkotyöt. 2006.)

Koska paikalla rakentaminen on monipuolista, rakentamistapa soveltuu parhaiten rivitalo- ja pienrakentamiseen. Tämä valmistustekniikka mahdollistaa monipuoliset arkkitehtuurit. Saumattomuutensa ansiosta paikalla rakentaminen täyttää hyvin tiiveydelle ja lämmölle asetetut vaatimukset. (Puutalon runkotyöt. 2006.)

Betonielementtirakentaminen

Betonielementtejä käytetään kaikenlaisissa talonrakentamisissa. Ne soveltuvat talojen rakennusmateriaaliksi niin ammattimaiseen kuin omatoimirakentamiseen. Valmiista elementeistä kooten voidaan tehdä omakoti- ja rivitaloja, asuinkerrostaloja, toimisto-, liike- ja julkisia rakennuksia sekä teollisuuden ja maatalouden halleja.

Rakennuksen runko voidaan kokonaisuudessaan toteuttaa elementtitekniikalla. Tällä rakentamistavalla saadaan suuri hyöty rungon pystytysnopeudessa. Elementtejä valmistetaan sisätiloissa ja ainoastaan rungon pystytys työmaalla. Nämä edut heijastuvat suoraan rakenteiden suojaamisessa. Kun koko runko rakennetaan elementtitekniikalla, on työjärjestys selkeää ja vältetään päällekkäistyöt asennusporukoiden kesken samassa paikassa. (Betoniteollisuus ry. 2012.)

Varastointi ja työmaalogistiikka

Kun elementit saapuvat työmaalle, ne pyritään asentamaan heti paikoilleen mahdollisuuksien mukaan ilman välivarastointia. Aina tämä ei ole mahdollista eikä tarkoituksenmukaistakaan, jolloin elementit joudutaan varastoimaan työmaalla.

Elementtikuorman saavuttua työmaalle on siellä oltava tarvittava nostoväline, purkualue ja rakennusmiehet, jolloin purkuaika on mahdollisimman lyhytaikainen. Elementit tulee tarkastaa silmämääräisesti välittömästi elementtien saavuttua työmaalle mahdollisten kuljetus- ja laatuviokojen varalta. Rakenteiden toimintaa ja työturvallisuutta vaarantavaa virheellistä elementtiä ei saa asentaa. Mahdolliset huomautukset tulee tehdä kirjallisesti.

Elementtikuorma on purettava yleensä tilaajan toimesta 0,5...1,0 tunnin kuluessa, kun ajoneuvo saapuu määräpaikkaan. Jos mainittu aika menee yli, veloitetaan odotus- ja purkuajalta eri korvaus. (Betonielementtirakenteet. 1979, 311.)

Elementit tulee varastoida sekä elementtitehtaalla että työmaalla siten, ettei niihin pääse syntymään haitallisia muodonmuutoksia ja ulkonäköä heikentäviä virheitä tai ettei eristys kastu. Varastointipaikan maapohjan on oltava riittävän kova, kantava ja vaakasuora. Välivarastoinnin aikana pohjan vakautta on tarkkailtava. Varastoalueen maapohjan kantavuutta pitää tarkkailla erityisesti, kun routa sulaa tai kun elementtitelineiden kuormitus muuttuu. Erilaisten elementtitelineiden painuminen estetään aluspuilla ja -levyillä. (Betonielementtirakenteet. 1979, 311.)

Laattaelementit varastoidaan päällekkäin ja niiden väliin on asennettava välipuut. Aluspuiden ja välipuiden tulee olla tarkasti kohdakkain ja enintään 300 mm:n päässä laatan päästä. Alustan ja alimman laatan välissä pitää olla 200 mm:n väli. Laattoja ei pinota päällekkäin enempää kuin neljä. (Betonielementtirakenteet. 1979, 311.)

Elementit likaantuvat usein varastoinnin ja kuljetuksen aikana, ja elementteihin tulee kolhuja. Näitä ongelmia voidaan välttää helposti oikealla työtekniikalla ja -menetelmillä. Näin ollen vältettäisiin kaikki turhat reklamaatio- ja jälkityökustannukset. Nämä haitat ovat erityisesti julkisivuelementtien tuotannossa. Virheitä voidaan välttää monin eri keinoin muun muassa

käsittämällä elementtejä huolellisesti varastossa ja lastauksessa. (Teollinen betonirakentaminen. 1995.)

Betonelementtirakentamisessa näkyvin työvaihe on asennus. Tämä työvaihe on myös tärkeimpiä työvaiheita, sillä siinä määräytyy rungon lopullinen laatu. Asennusvaiheen tärkeyttä betoniteollisuuden ja asiakkaan kannalta korostaa myös se, että rakentamisen kestolla on yhä suurempi merkitys.

Betonelementtiasennus on pienimmillään vain pelkkää elementtien paikalleen asentamista. Voidaan kuitenkin katsoa täydentävien valujen, juotosten ja raudoituksen kuuluvan asennukseen. (Teollinen betonirakentaminen. 1995.)

Rakennustekninen toimivuus ja tulevaisuus

On todella vaikeaa vaihtaa kokonainen elementti toiseen. Tämä on jopa mahdotonta elementtien ollessa kantavina rakenteina. Betonelementtirunko ja -julkisivut tulisikin suunnitella niin, että se kestää koko rakennuksen elinajan. (Teollinen betonirakentaminen. 1996.)

Pitää kuitenkin muistaa, että elementtitekniikassa on paljon käyttämättömiä ominaisuuksia arkkitehtuurin suhteen. Yleiseen arvostukseen vaikuttaa myös se, että kehitystyössä etsitään tuotantotavalle ominaisia muotoja. Tulisi kehittää sellaisia tuotteita, jotka ovat edullisia valmistaa vain elementtitekniikalla. Elementtivaihtoehdossa ratkaisut on vakioituja ja kehitetty optimaalisiksi jo aiemmissa projekteissa. Ratkaisuun ei täten liity yleensä riskejä, jotka nostaisivat hintaa. Niin sanottua tuoteosakauppaa, jossa elementtitoimittaja ottaa pelkkää elementtitoimitusta isomman vastuun, tulisi käyttää aiempaa enemmän. (Teollinen betonirakentaminen. 1996.)

Elementtivaihtoehdolla päästään yleensä pienempiin työmaan yhteiskustannuksiin. Myös täydentävien töiden määrää voidaan vähentää, kun valmisosat ovat mittatarkkoja, pinnat mahdollisimman valmiita ja tuotteen esivalmistusaste korkea. (Teollinen betonirakentaminen. 1996.)

Talvilisäkustannukset voidaan hallita elementtitoteutuksessa. Runko saadaan nopeasti ylös ja vesikatto umpeen. Paikallavalut ja niiden lämmitystarve

saadaan minimoitua. Juotosvaluihin on tarjolla pakkasbetoneita ja erilaisia korkealujuusmassoja. Elementteihin voidaan jo tehtaalla asentaa vastuslangat juotosvalujen lämmitystä varten. Lyhyempi rakennusaika säästää myös korkokustannuksissa ja investoinnin tuotot saadaan toteutumaan aiemmin kuin paikalla rakentamisvaihtoehdoissa. (Teollinen betonirakentaminen. 1996.)

2.4 Luhtilaatan mahdolliset laattatyypit

Luhtilaatat voivat olla joko kiila- tai kuppilaattoja, kuten parvekelaatatkin, mutta kuitenkin useimmiten kuppilaattoja. Rauditus pituudesta johtuen luhtilaatat ovat yleensä hieman parvekelaattoja järeämpiä. Luhtilaatastossa pitää päästä liikkumaan päästä päähän, jolloin kannatus tehdään pilareilla ja/tai laataston suuntaan asennetuilla pieliseinillä sekä toistensa varaan päistään olka-loviisa-asennuksella.

Luhtikäytävien suunnittelussa noudatetaan parvekkeista annettuja ohjeita soveltuvin osin. Luhtikäytävän rakennejärjestelmä vastaa kytkettyjen parvekkeiden järjestelmää, jossa vierekkäin asetetut tasot muodostavat ulkopuolisen kulkutien maantasokerroksen yläpuolisiin huoneistoihin.

Luhtikäytäviin sovelletaan lähinnä itsekantavan tai osittain itsekantavan rakenteen rakennemallia. Itsekantava laatta tuetaan perustuksista kantavilla pieliseinillä tai pilareilla. Laatat jäykistetään ankkuroimalla laatta sivusuunnassa rakennuksen runkoon luhtilaatan kohdalta.

Käytävän laattojen muotoilussa, vedenpoistossa ja tiivistyksissä noudatetaan parvekkeiden suunnitteluohjeita. Luhtikäytävien erityispiirteenä on rakenteen pituus, jolloin rakennusteknisessä suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikuntasaumatarpeeseen ja sidontaan rakennuksen runkoon. (Www.betoni.com.)

Kuppilaatan reunakorotus estää parvekkeelle joutuneen veden, lian ja roskien kulkeutumisen laatan reunojen yli. Laatan muotin valmistus on työläämpää, mutta lopputulos luhtilaatan käytön ja huollon kannalta on usein parempi kuin reunaaurallisilla laatoilla. Parvekelaatan paksuus on 195—230 ja korotetun

reunan korkeus 210...265 mm. Vedenpoistouran syvyys on 0—50 mm. Laatan ei tarvitse olla suorakulmainen ja myös kaarevia reunoja voidaan käyttää, joskin nämä ratkaisut nostavat kustannuksia merkittävästi.



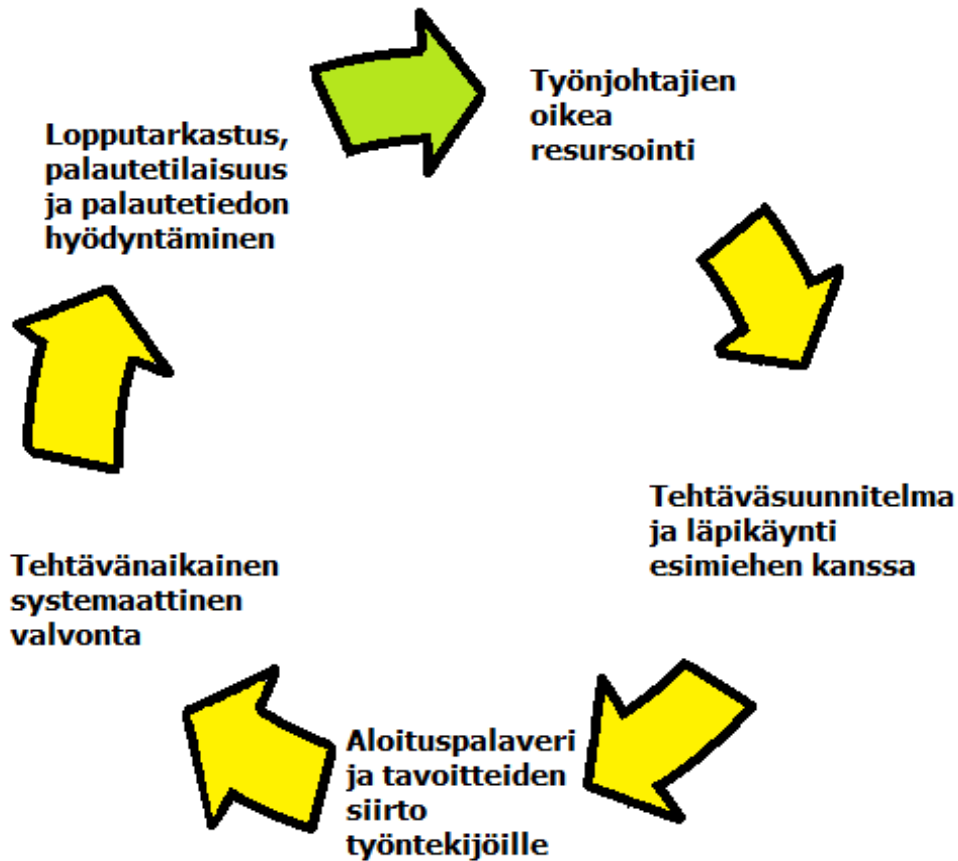
KUVA 1. Kuppilaatta

3 TOTEUTUSTAPOJEN TEHTÄVÄSUUNNITELMAT

Työmaalla tehtävien työkokonaisuuksien onnistumisen edellytyksenä on tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnittelu tulisi aloittaa hyvissä ajoin ennen tehtävän suunniteltua aloitusta, jotta vältetään tehtävän aikaisilta yllätyksiltä.

Tehtäväsuunnitteluun tulisi varata aikaa ainakin yhden työpäivän verran. Suunnitelma toimii lähtötietona aliurakkatehtävässä, aloituspalaverissa ja hankintojen suunnittelussa, mikä korostaa entisestään suunnittelun merkitystä. Vähintäänkin tehtäväsuunnitelman aloituspalaverilomakkeen tulisi olla sellainen, että se velvoittaa työnjohtajan kirjoittamaan auki kaikki kohdekohtaisesti sovitut asiat. Työnjohtajien resursointi tulisi suunnitella ylempien toimihenkilöiden toimesta tehtävän aloituksen mukaan. Kun tehtäväsuunnitelma valmistuu, tulisi se käydä läpi myös vastaavan työnjohtajan kanssa. Näin ollen heillä olisi tieto tehtävän tavoitteista. Vasta tämän jälkeen pidetään suorittavien henkilöiden (työntekijöiden) kanssa aloituspalaveri, johon vastuutettu työnjohtaja osallistuu.

Tehtäväsuunnittelun alkuvaiheessa on ongelmia. Näitä ovat etenkin kustannusten suunnittelu ja aloitusedellytyksien varmistaminen. Näitä ongelmia ei voi selittää ajanpuutteella missään tilanteessa, vaan ne johtuvat työnjohtajien osaamattomuudesta sekä määrämuotoisesta tekemisestä. Osaamattomuuteen vaikuttaa usein työnjohtajan kokemattomuus. Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi kouluttamalla henkilöä. Vakavampi ongelma on määrämuotoinen tekeminen, joka suoraan verrannollinen johtamisen ongelmiin.



KUVIO 1. Tehtäväsuunnitelman onnistumisen edellytykset

Kuvio 1 esittää oikeanlaisen ketjureaktion tehtävän onnistumisen kannalta. Kun siihen lisätään oikea johtamistyyli ja asenne, on tehtävän tavoitteiden saavuttaminen turvattu. Onnistunut tehtävä lähtee liikkeelle työnjohtajien oikeanlaisesta resursoinnista.

Tehtävänsuunnittelu sisältää seuraavat asiat:

- työnsisältö
- alkutila ja aloituksen edellytykset
- lopputila
- aikataulu
- kustannukset
- laatuvaatimukset
- POA (potentiaalisten ongelmien arviointi)

- logistiikka
- koneet, kalusto, työvälineet
- työturvallisuus
- laadunvarmistus.

Toteutustapojen tehtävien suunnitelmissa on samat pohja-asiat, joiden perusteella suunnitelma tehdään. Kuitenkin tuotantotavoissa sisältö on täysin erilainen. Aloituksen edellytyksinä elementtituotannossa on hyvin tärkeää muistaa varmistaa toimituksen saatavuus suunnitelmien mukaan. Elementti- ja paikalla rakentamiseen tulee varata myös asianmukaiset nosto- ja siirtokalustot. Elementit vaativat järeämpää nostokalustoa. Puun siirtelylle riittää esimerkiksi kurottaja.

Betonilaatan suunnitelmien mukainen paksuus tulee varmistaa jo rungon pystytysvaiheessa. Tässä tulee huomioida myös kaatojen vaikutus laatan paksuuteen. Paikalla rakentamisessa tärkeää on myös varmistaa muottien purkulujuusvaatimus. Noin kahden vuorokauden kuluttua betoni on kovettunut riittävästi muotin poistamiseksi. Ei-kantavien rakenteiden purkulujuus saavutetaan, kun betonin puristuslujuus on saavuttanut betonin jäätymslujuuden 5 MPa. Purkulujuuden vaikuttavat käytetty betoni ja sen ominaisuudet sekä ympäristön olosuhteet.

Kovemalla pakkaskaudella molemmissa rakentamistavoissa työn- ja huomioitavien asioiden määrä hieman lisääntyy. Elementtirakentamisessa tulee huomioida teräsbetonipilareiden valut ja niiden lämmitykset. Myös juotostyöt ovat huomion kohteena. Paikalla rakentaen tulee varmistaa laatan lämmitys, kun pakkasen on ylittää -10 celsiusastetta. Mahdolliset lämmitykset toteutetaan keinotekoisesti. Kylmissä olosuhteissa saatetaan päätyä myös pakkasbetonin eli huokostetun betonin käyttöön.

4 RAKENNUSHANKKEEN RAKENNUSAIKAISET KUSTANNUKSET

Rakentamisessa syntyy kustannuksia omasta työstä, ainekustannuksista ja alihankintakustannuksista. Muita kustannuksia ovat esimerkiksi ulkopuoliset vuokra- ja kuljetuspalveluista syntyvät kustannukset. (Enkovaara – Haveri – Jeskanen 2008.)

Rakentamisen aikana kustannukset voidaan eritellä yleisesti käytössä olevan Talo-80:n rakentamisosanimikkeistön pääryhmien 0-9 mukaisesti. Ryhmiä ovat

- 0 rakennuttajan kustannukset
- 1 maa- ja pohjarakennus
- 2 perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
- 3 runko- ja vesikattorakenteet
- 4 täydentävät rakenteet
- 5 pintarakenteet
- 6 kalusteet, varusteet ja laitteet
- 7 konetekniset työt
- 8 työmaan käyttökustannukset
- 9 työmaan yhteiskustannukset.

4.1 Kustannusten muodostuminen

Rakennusosien ja -materiaalien kustannukset pitävät sisällään oman työn osuuden, materiaalihankinnat, alihankinnat ja työssä tarvittavan kaluston. Omalla työllä tarkoitetaan yrityksen työntekijöiden tekemää työtä, kuten rakennusammattityötä ja avustavia töitä, joita ovat materiaali- ja jätesiirot, suojaus ja siivous. Näitä tehtäviä varten työmaalla on rakennusammattimiehiä, kuten timpureita vaativimpiin töihin sekä rakennusapumiehiä aputehtäviin. Materiaaleihin kuuluvat kaikki työssä tarvittavat materiaalit, kuten valmisosat, rakennusmateriaalit ja tarvikkeet. Alihankintoja voivat olla esimerkiksi sähkö-, putki- ja ilmastointityöt, materiaalien toimitus ja loppusiivous. Kalustoon kuuluvat

kaikki työssä tarvittavat työkoneet maansiirtoon käytettävistä kaivinkoneista runkonaulaimiin. (Enkovaara ym. 2008.)

Kustannukset rakennusprojektissa lähtevät normaalisti kertymään jo suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa. Ne päättyvät vasta paljon rakennuksen valmistumisen jälkeen elinkaarikustannuksina. Ennen rakennustyön aloitusta kustannuksia syntyy muun muassa seuraavista vaiheista: hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu ja rakentamisen valmistelu. Näissä vaiheissa tehdään tulevan rakennuksen laajuuteen ja laatutasoon liittyvät päätökset, jotka vaikuttavat huomattavasti kustannuksiin. (RT 10-10387. 1989.)

Erityyppisiä rakennushankkeita on paljon ja lähes kaikissa kustannukset kertyvät yksilöllisellä tavalla. Rakennushankkeiden käynnistyttyä alkaa syntyä varsinaisia rakennuskustannuksia. Syntyneet kustannukset voidaan lajitella ja eritellä toisistaan eli litteroida. Litteroinnin avulla saadaan kohdistettua syntyneet kustannukset ja voidaan seurata kustannuksia litteralle varatun budjetin avulla. (RT 10-10387. 1989.)

Opinnäytetyössä huomioin ainoastaan rakennusaikana kertyneet kustannukset. Ennen työmaan aloitusta syntyneet suunnittelukustannukset ja hankkeen kehityskustannukset jätetään tarkastelun ulkopuolelle, koska ne eivät muuta oleellisesti tulosta. Esimerkkikohteessa on samat suunnitelmat paikalla rakennettaessa ja elementtirakentamisessa.

4.2 Rakennustapojen vaikutus kustannuksiin

Kaikki rakennukset voidaan toteuttaa pienellä budjetilla. Hinnan ei tarvitse aina olla korkea, jotta saadaan laadultaan hyvä rakennus. Esimerkiksi pintamateriaalien valinnoilla voidaan vaikuttaa suuresti kustannuksiin. Taloudellinen valinta tulee aina toteuttaa asiakkaan vaatimukset huomioon ottaen. Järjestelmällisessä arvojen, hyötyjen ja tuottojen vertailussa tuotosten ominaisuudet ja niiden tasoerot pisteytetään ja verrataan kustannuksiin. Vertailu on ensisijaisesti kustannusvertailua, mutta sen rinnalla tarkastellaan

vaihtoehtojen etuja, haittoja ja laadullisia asioita. Vertailumenetelmä muodostuu kahdesta pääosasta: rakennuskustannusten laskenta ja muiden vaikutusten arviointi. Rakennuskustannusten laskenta tarkoittaa seinärakenteen investointikustannusten määrittelyä. Rakennusosien kustannukset ovat välttämättömiä kustannuksia, joiden suuruus määräytyy suoraan osien lukumäärästä. Muiden vaikutusten arvioinnilla tarkoitetaan esimerkiksi maailman talouden tilannetta sekä molempien tuotantotapojen vahvuuksien ja heikkouksien arviointeja. (Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. 1996.)

Hankkeen rakentamisajalla on suora verrannollisuus aikasidonnaisiin kustannuksiin ja tuottoihin. Lyhyempi rakentamisaika alentaa aikasidonnaisia kustannuksia ja aientaa rakennuksen käytöstä saatavia tuottoja. Aikasidonnaiset kustannukset ovat työmaan ylläpidosta aiheutuvia kustannuksia, joita syntyy niin kauan, kun työmaa on käynnissä. Lyhyemmällä rakentamisajalla saavutetaan nopeammin tuottoja. Tällaisia tuottoja ovat esimerkiksi vuokra- tai myyntitulot ja rakentamisajan lyhentymisen ansiosta vähentyneet työmaan ylläpitokustannukset. (Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. 1996.)

Vaihtoehtojen vaikutusten arviointi tarkoittaa tekijöitä, jotka tulee päätöksenteossa ottaa huomioon, mutta joille ei määritellä kustannusta tai joiden kustannukset ovat ehdollisia. Aikatauluvertailussa on syytä tarkastella niin rakentamisaikoja kuin tuotantoprosessien eroja. (Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. 1996.)

4.3 Kohteen kustannusten syntyminen

Yleisimmin rakennuksen kustannukset muodostuvat suoritteiden hinnoittelusta ja työmaateknisistä kustannuksista. Suoritteet hinnoitellaan panoslajeittain kuitenkin siten, että suoritteiden lopullinen yksikkökustannus sisältää kaikki ne työ- ja hankintakustannukset, joiden suuruuteen suoritemäärän muutokset vaikuttavat.

Suoritteen yksikköhinta voidaan laskea suoraan suoritteen panosrakenteen avulla. Kokonaiskustannus saadaan kertomalla suoritemäärä suoritteen yksikköhinnalla. Tällöin suoritteen yksikkökustannus on suoritteen panosten yksikkökustannusten summa. Tavoitteena on, että työn ja hankintojen osuudet pystyttäisiin erottelemaan. Töiden ja hankintojen hintaosaa ei sisällä arvonlisäveroa. Yksikkökustannusta laskettaessa käytetään avuksi seuraavia panoslajeja: työpanos, tarvikepanos, aliurakkapanos ja kalustopanos. (Enkovaara ym. 2008.)

Työpanokseksi lasketaan palkat ja sosiaalikulut, jotka rakennusliike maksaa työmaan tunti- ja urakkapalkkaisille työntekijöille. Työkustannuksia ovat kaikki palkanlaskennasta työmaalle kohdistuvat kustannukset. Kuukausipalkat käsitellään muuna panoksena.

Tarvikepanokseen lasketaan kaikki ne rakennusaineet ja tarvikkeet, jotka tuodaan valmiina työmaalle. Tarvikepanokseen kuuluvat tavaroiden rahtimaksut työmaalle. Aliurakkapanos sisältää niin aliurakkana tehdyn työn kuin siihen tarvittavat tarvikkeet. Kalustopanokseen lasketaan koneiden ja käytettävän kaluston kustannukset. Jos koneen mukana tulee koneenkuljettaja, se lasketaan mukaan kalustopanokseen. (Enkovaara ym. 2008.)

Suoritteet hinnoitellaan saman hinnoittelukuukauden aikana, joten kaikki työt, hankinnat, tilaukset ja sopimukset ovat samassa hintatasossa. Tämän ansiosta kaikki laskelmat ovat mahdollisimman vertailukelpoisia ja kustannusten muutos voidaan arvioida. (Enkovaara ym. 2008.)

Työmaatekniset kustannukset ovat suurimmalta osaltaan aikasidonnaisia kustannuksia eli rakentamisaikojen lyheneminen pienentää työmaateknisiä kustannuksia. Kun luhtikäytävä rakennetaan elementeistä, rakentamisaika lyhenee, ja tämän tulisi näkyä työmaateknisten kustannusten alenemisenä. Hankkeen suuruudella, rakenne- ja tuotantotekniikalla, vuodenaajalla ja rakentamisen kestolla on suora yhteys työmaateknisiin kustannuksiin. Työmaateknisten kustannusten osuudeksi voidaan yleisesti arvioida noin 15—20 prosenttia koko hankkeen

rakennuskustannuksista. Tämä on riippuvainen työmaan kokonaiskestosta. (Enkovaara ym. 2008.)

5 TYÖN SUORITUS

Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää kustannus-, laatu- ja tuotannollisia tietoja paikalla rakentamisen ja elementtirakentamisen eroista. Vertailen luhtitalon ulkopuolisen käytävän ja sen suuntaisten kantavien pieliseinien tuotantotapoja, paikalla rakentamista ja elementtirakentamista laskelmien avulla.

5.1 Rakennuskohde

Tutkittava kohde on Rakennusliike LapTi Oy:n jo toteutettu työmaa As Oy Oulun Tepontie 5 (kuva 2). Rakennuskohde sijaitsee Oulun Kaakkurissa. Opinnäytetyössäni laskin puurunkoisen luhtilaatan kokonaishinnan, materiaalmäärät ja työmenekit As Oy Tepontie 5 työkohteesta.

As Oy Oulun Tepontie 5:een kuuluu yksi luhtitalo ja yksi rivitalo. Kolmas erillään oleva rakennus on lämmönjakuhuone sekä sen yhteydessä oleva jätteiden lajittelupiste. Kohde valmistui syksyllä 2010, ja se käsittää yhteensä 29 huoneistoa. Luhtitalon ja rivitalon yhteenlaskettu kerrosala on 1428 kem² sisältäen 29 asuntoa. Huoneistovarastojen yhteenlaskettu pinta-ala on 58 kem². Luhtitalon yhteydessä oleva sähköpääkeskus on 3,5 kem² sekä väestönsuoja 41 kem². Puurakenteista luhtilaattaa on kohteessa 174 m² ja käytävän suuntaista kantavaa pieliseinää 92 m². Kokonaisuuteen kuuluu myös autopaikat. Ne eivät ole katettuja.

Rakennustapana käytetään elementtitekniikkaa seinien ulkoseinien osalta sekä ontelolaattatekniikkaa välipohjarakenteina. Luhtitalon ulkopuolinen käytävä ja sen kantavat rakenteet tehtiin paikalla rakentaen kappaletavarasta.



KUVA 2. As Oy Oulun Tepontie 5

Rakennusten runko on yhdistelmä betonia ja puuta. Ulkoseinät ovat puurakenteisia, ja julkisivupintana seinien osalta on puu kaikissa rakennuksissa. Luhtikäytävän suuntaiset kantavat seinärakenteet (kuva 3) ovat julkisivupuolelta tiiliverhoiltuja ja vähäiseltä määrin puuverhoiltuja.



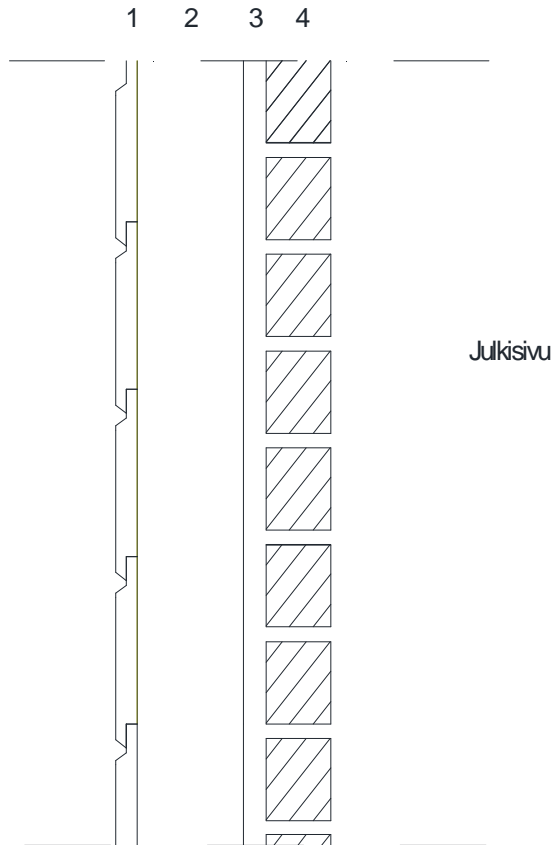
KUVA 3. Luhtikäytävän suuntaiset kantavat pieliseinät

Huoneistojen väliset paikallavaluseinät muodostavat kantavan rungon välipohjan ontelolaatoille luhtitalossa. Paikallavaluseinät ovat talon päädyissä 150 mm ja huoneistojen välissä 200 mm. Ontelolaatat ovat 265 mm:n paksuisia. Taulukossa 2 on esiteltynä Tepontien luhtikäytävän suuntaisen pieliseinän rakenne.

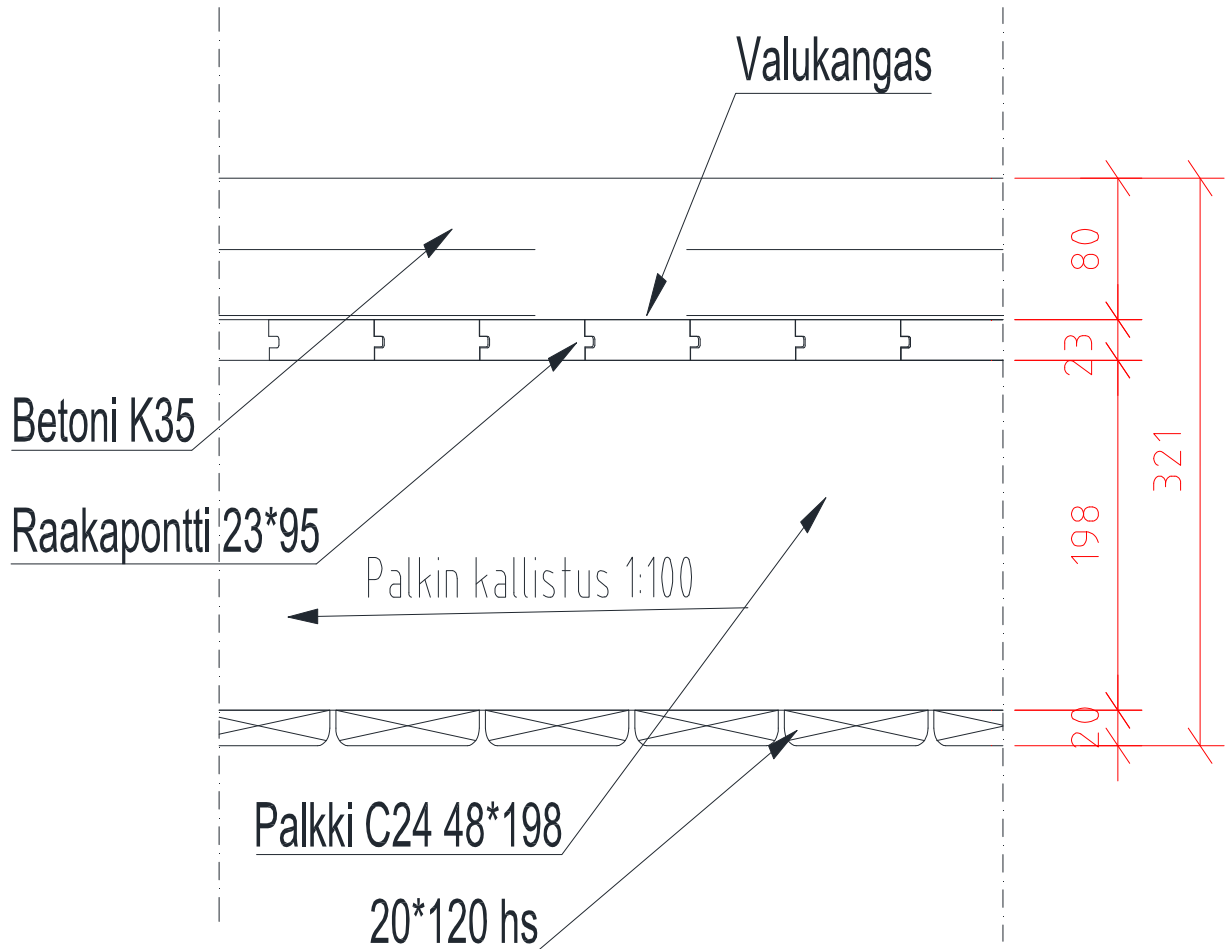
TAULUKKO 2. Luhtikäytävän suuntaisen pieliseinän rakenne

1	28mm	Ulkoverhouspaneeli			
2	110mm	Kantava puurunko			
3	30mm	Muurauksen tuuletusrako			
4	85mm	Tiili MRT			

Kuvassa 4 on esitetty Tepontien luhtikäytävän suuntaisen pieliseinän rakenne visuaalisesti. Kuvassa 5 on luhtilaatan rakenne.



KUVA 4. Luhtikäytävän suuntaisen pieliseinän rakenneleikkaus



KUVA 5. Luhtilaatan rakenneleikkaus

5.2 Vertailulaskelmat

Aloitin tutkimustyöni As Oy Oulun Tepon tie 5:n tarkasteltavan puurunkoisen luhtikäytävän määrälaskennasta. Laskennat tehtiin arkkitehtikuvien pohjalta, ja kävin paikan päällä kohteessa tekemässä varmistuslaskelmia. Materiaalin määrissä huomioitiin hukkaprosentit. Elementtien hintatiedot ovat vuodelta 2010. Nämä hinnat on korjattu rakennuskustannusindeksillä. Työn osuus on laskettu ratu-kortiston mukaan. Sosiaalikulujen kertoimena on käytetty 73:a prosenttia.

Vertailu kahden tuotantotavan välillä suoritettiin laskelmien avulla. Laskelmien pohjana olivat seuraavat tiedot:

- omat määrälaskelmani
- Ratu-kortiston menekkitiedot
- työn teettäjän hintatiedot.

6 TULOKSET

Paikalla rakentamisen ja elementtirakentamisen rakennuskustannukset esitetään taulukossa 3. Taulukkoon on koottu molempien rakennustapojen kokonaiskustannukset, neliömetrihinnat ja työntekijätunnit. Tulosten tarkastelussa huomioidaan myös työmaateknisten kustannusten vaikutus.

Molempien rakennustapojen työaikakestot on laskettu samanlaisilla työryhmillä, jotta tulokset olisivat suoraan verrannollisia keskenään. Todellisuudessa työryhmien määrä voisi olla eri. Laskelmat osoittivat, että sosiaalikulut muodostavat yhden suurimmista kustannuseristä. Sosiaalikulujen laskennassa on laskelmissa käytetty 73:a prosenttia.

6.1 Elementtitekniikka

Halusin saada elementtirakentamiselle mahdollisimman todellisen kustannusarvion, joten käytin LapTi Oy:n vuonna 2011 saamaa tarjousta. Nämä hinnat on korjattu rakennuskustannusindeksillä 3,1 prosenttia.

Elementtirakentamisen kustannukset on eritelty liitteessä 4 sekä LapTi Oy:n hintatietoina liitteessä 5.

As Oy Oulun Tepontie 5:den luhtilaatan ja sen kantavien rakenteiden kokonaiskustannukseksi elementtitekniikalla suoritettuna saatiin 55 426 euroa (alv 0 %) eli 318,5 euroa/m².

Kun työmaahinnan päälle lasketaan urakoitsijan varaus, kate ja yleiskulut 17 prosenttia, saadaan kokonaishinnaksi yhteensä 65 563 euroa.

Kustannusjakauma on esitetty kuviossa 2 sekä sama kuviossa 3 euromääräisessä muodossa.

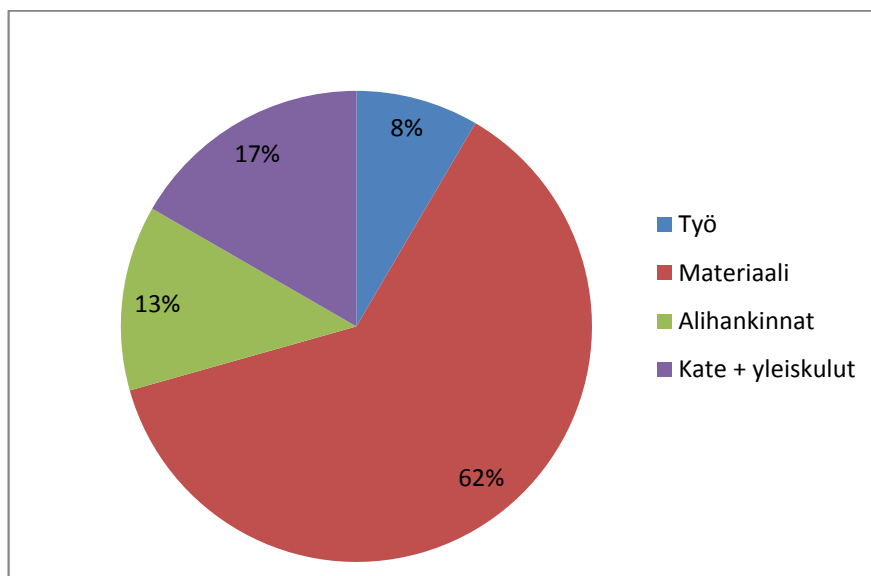
Edellä mainittuihin kustannuksiin sisältyvät elementtien- ja teräsbetonipilareiden hankintakustannukset, kuljetus työmaalle ja elementtien nostaminen Hiab-

nosturilla. Lisäksi kustannuksiin kuuluvat elementtien- ja pilareiden asentaminen ja siinä tarvittavat kiinnitysmateriaalit ja elementtien tuennat.

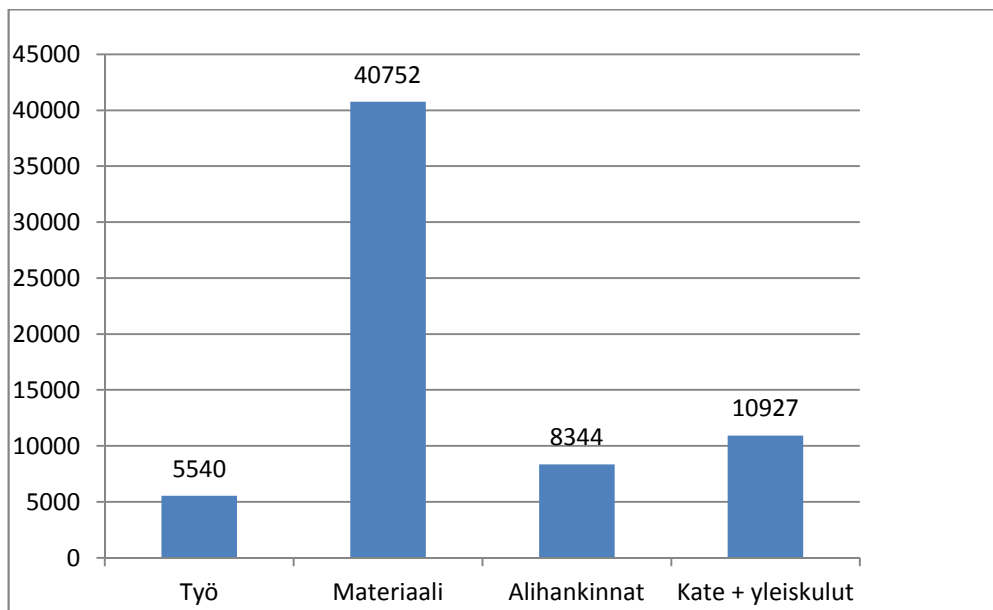
Elementtien hankintakustannukset (62 %) ovat elementtitekniikassa suurin kustannustekijä. Lisäkustannuksia elementtitekniikalle syntyy elementtien kuljetuksesta työmaalle. Elementit valmistaa yritys Haapajärveltä, josta ne kuljetetaan ajoneuvoyhdistelmällä Kaakkuriin. Koska elementtejä on paljon, kuljetuskertoja tulee neljä. Yhden kuljetuksen hinta on 631 euroa, joten kuljetusten kokonaiskustannukseksi tulee 2 524 euroa.

Elementtitekniikan vahvuus on työntekijätuntien vähäinen määrä työmaalla. Elementtitekniikalla kertyy työntekijätunteja yhteensä 186. Työntekijätunnit on muutettu työvaiheajaksi (T4) TL3-lisäaikakertoimella, jolloin työssä aiheutuvat yli tunnin pituiset häiriöt ja keskeytykset on otettu huomioon.

Työt tekee yksi työryhmä, jossa on kolme rakennusammattimiestä. Lisäksi työmaalla on käytössä yksi apumies. Yhteensä työmiehiä on siis neljä. Tällöin työn kokonaiskestoksi saadaan kuusi työvuoroa, kun yhdessä vuorossa työntekijätunteja kuudella työntekijällä tulee 32.



KUVIO 2. Elementtirakentamisen kustannusjakauma



KUVIO 3. Elementtirakentamisen kustannukset

6.2 Paikalla rakentaminen

As Oy Oulun Tepontiellä sijaitsevaan luhtitalon paikalla rakentamiskustannukset perustuvat Rakennusosien kustannuksia 2012 -kirjan kaavioihin sekä tilaajan toimittamiin tietoihin. Tämän ansiosta hintatiedot ovat päivän hintoja eikä niitä tarvitse korjata rakennuskustannusindeksillä. Tepontien paikalla rakentamisen kokonaishinnaksi tuli yhteensä 39 325 euroa (alv 0 %) eli 226,0 euroa/m².

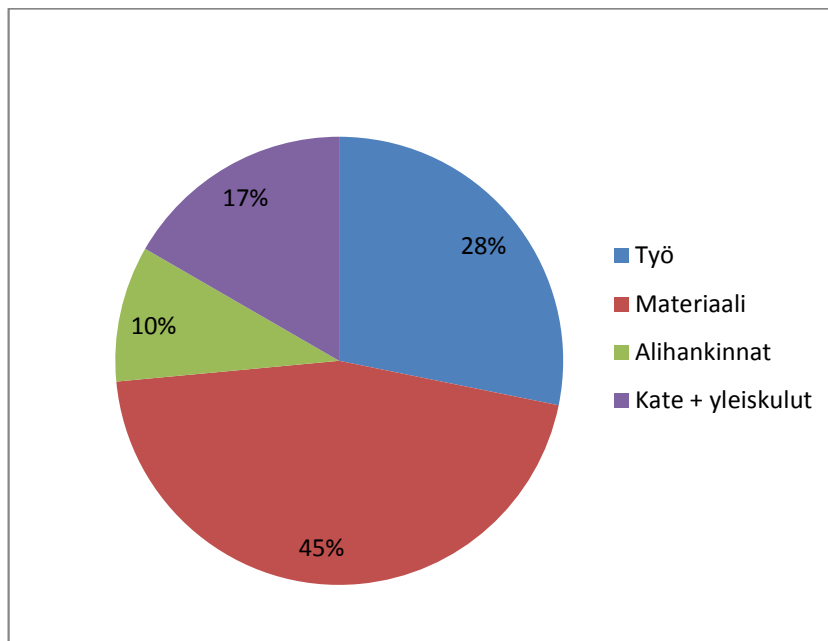
Paikalla rakentamisen kustannukset on eritelty yleisinä hintoina liitteessä 2 sekä LapTi Oy:n hintatietoina liitteessä 3.

Kun työmaahinnan päälle lasketaan urakoitsijan varaus kate ja yleiskulut, 17 prosenttia, hinnaksi saadaan 46 770 euroa. Kustannusjakauma on esitetty kuviossa 4 sekä sama kuviossa 5 euromääräisessä muodossa.

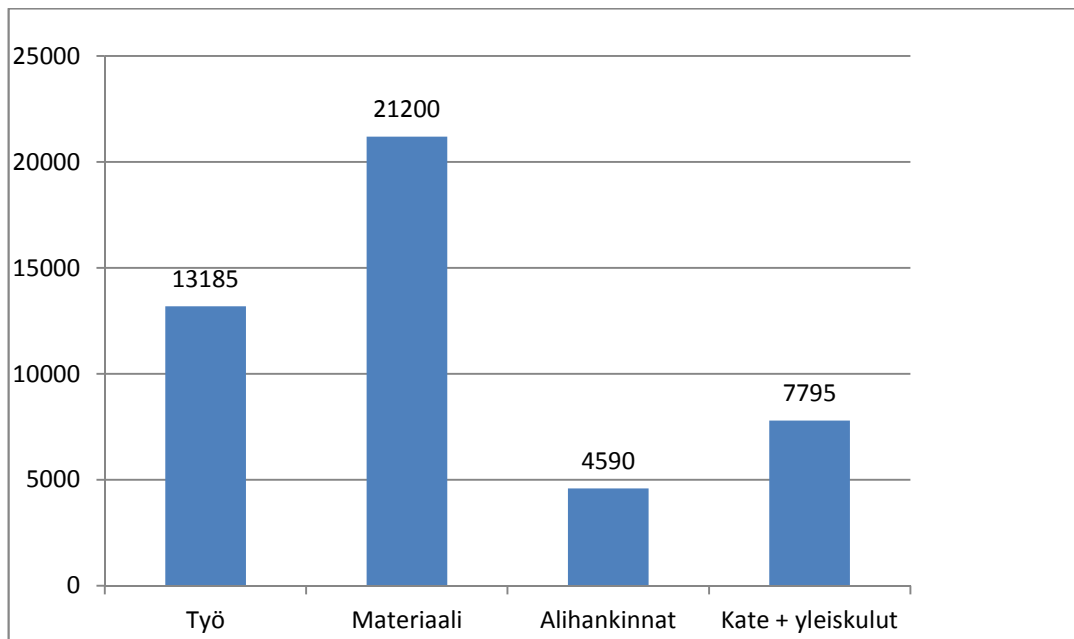
Kustannukset sisältävät työn osuuden sekä materiaalikustannukset. Tarvittavat henkilönostimet ja satelliitin siirrossa tarvittava autonosturi on huomioitu laskelmissa. Myös muuraustöissä tarvittava laastin valmisasema on huomioitu.

Paikalla rakentamisesta kertyy työntekijätunteja yhteensä 467. Työntekijätunnit on muutettu työvaiheajaksi (T4) TL3-lisäaikakertoimella, jolloin työssä aiheutuvat yli tunnin pituiset häiriöt ja keskeytykset on otettu huomioon. Oletetaan, että työt tekee yksi työryhmä, jossa on kolme rakennusammattimestä. Lisäksi työryhmällä on käytössä yksi rakennusapumies. Tällöin yhdessä työvuorossa saadaan aikaiseksi 32 työntekijätuntia. Näin laskettuna työn kokonaiskestoksi saadaan 16 työvuoroa eli noin kolme viikkoa. Paikalla rakentamisessa suurin kustannus tulee materiaalin osuudesta, 45 prosenttia.

Huomattakoon ero elementtirakentamiseen, jossa töiden kokonaiskesto oli noin kuusi työpäivää ja tässä noin kolme viikkoa. Vastaavasti elementeillä rakennettaessa työntekijätuntien määrä on 186 tuntia. Erotusta syntyy elementtirakentamisen hyväksi 281 tuntia.



KUVIO 4. Paikalla rakentamisen kustannusjakauma



KUVIO 5. Paikalla rakentamisen kustannukset

6.3 Rakennustapojen vertailu

Vertailulaskelmat perustuvat edellisissä kappaleissa esitettyihin tuloksiin ja liitteissä 2, 3 ja 4 esitettyihin taulukoihin. Taulukoihin on koottu Tepontien luhtilaataston kokonaiskustannukset sekä kustannukset neliömetreittäin. Vertailun tulokset on esitetty taulukossa 3. Taulukossa ei ole huomioitu katetta ja yleiskuluja.

TAULUKKO 3. Tuotantotapojen lopputulokset

Lopputulokset	Hinta, €	€/m ²	aika tth	T4-aika
Elementtirakentaminen	55426	318,5	174	186
Paikalla rakentaminen	39325	226	436	467
EROTUS	16101	92,5	262	281

Paikalla rakentaminen on huomattavasti elementtitekniikkaa halvempi vaihtoehto kyseisen rakennuksen luhtilaatan rakentamisessa (taulukko 2). Elementtitekniikka on selvästi kalliimpi vaihtoehto, kun tarkastellaan pelkkiä rakentamiskustannuksia. On kuitenkin huomioitava elementtitekniikan mahdollistama lyhyempi rakentamisaika ja sen vaikutus rakennusten lopullisiin kustannuksiin.

6.4 Työmaateknisten kustannusten vaikutus

Paikalla rakennettaessa työtä tehdään kolmen rakennusammattimiehen ja yhden apumiehen voimin. Yhden päivän aikana saavutetaan 32 työntekijätuntia. Koska työhön on laskettu kuluvan 467 työntekijätuntia, luhtilaatan ja sen suuntaisten kantavien seinien rakentaminen kestää 15 työpäivää.

Elementit asennettaisiin samalla kolmen henkilön ryhmällä. Lisäksi työmaalla on käytössä yksi apumies. Elementtien asentamiseen laskettu aika on 186 työntekijätuntia eli noin kuusi työpäivää. Elementtitekniikalla saavutettaisiin noin kaksi viikkoa nopeampi rakennusaika. Rakennusajan lyheneminen on suoraan verrattavissa työmaateknisten kustannusten syntymiseen. Pidemmällä rakennusajalla työmaatekniset kustannukset ovat suuremmat.

Kuten jo todettiin, elementtitekniikan työn kokonaiskesto oli noin kaksi kertaa lyhyempi paikalla rakentamiseen verrattuna. Luhtilaatan rakentaminen on selkeästi hankkeen kriittinen polku. Voidaan siis olettaa, että hankkeen kokonaiskesto lyhenee melkein kaksi viikkoa, jos tuotantotavaksi valitaan elementtitekniikka.

Työmaatekniset kustannukset laskettiin koko hankkeen rakennusteknisten kustannusten avulla. Työmaateknisten kustannusten arvioitiin olevan 16 prosenttia rakennusteknisistä kustannuksista. Lisäksi arvioitiin, että 70 prosenttia työmaateknisistä kustannuksista on suoraan aikasidonnaisia eli niitä kustannuksia, joihin hankkeen kokonaiskeston lyheneminen suoraan vaikuttaa. Työmaatekniset kustannukset ovat esiteltynä taulukossa 4. Näistä mainittakoon

kolme isointa kustannusaluetta: työnjohto 5 800 euroa/kk, työkoneet noin 1 900 euroa/kk ja rakennusaikaiset korot noin 1 900 euroa/kk.

TAULUKKO 4. Tepontien työmaatekniset kustannukset

Rakennustekniset kustannukset				1 190 972 €
Työmaatekniset kustannukset 18 %				214 375 €
Aikasidonnaiset kustannukset 70 %				150 063 €
Työmaan kesto	54	viikkoa		2 779 € / vko
Työmaatekniset kustannukset	2,0	viikkoa		5 558 €

Taulukon 4 laskelmasta voidaan todeta, että työmaateknisissä kustannuksissa voidaan saavuttaa suuria säästöjä jo kahden viikon lyhyemmällä rakennusajalla. Tulokset vaikuttavat merkittävästi kahden tuotantotavan vertailuun.

Tuloksista on tulkittavissa, että työmaateknisissä kustannuksissa saavutetut säästöt tekevät elementtitekniikasta kilpailukykyisemmän kuin pelkät materiaali- ja työkustannukset osoittivat. Aiemmin laskettiin, että paikalla rakentaminen tuotti 16 101 euron säästön. Näin ollen kahden eri rakennustavan välillä jää 10 543 euroa paikalla rakentamisen hyväksi.

Liitteen 8 taulukossa on esitetty tarkempi laskelma Tepontien työmaateknisistä kustannuksista. Liitteen laskelmat eivät pohjaudu arvioon, että työmaateknisten kustannusten taso olisi 18 prosenttia rakennusteknisistä kustannuksista. Laskelmassa on käytetty Talo-80- järjestelmän pääryhmien 8 ja 9 kustannusarvioita, jotka yhdessä muodostavat hankkeen työmaatekniset kustannukset.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Pelkkä kustannusvertailu ei ole riittävä väline vertailtavien rakentamistapojen arvioimiseksi. Sen lisäksi tarvitaan tarkempaa tuotantoprosessien vertailua. Aikatauluvertailun tarkoituksena on muodostaa halutulla tarkkuustasolla malli tuotantoprosessista sekä määritellä tarkasteltavien vaihtoehtojen rakentamisajat.

Jokaisessa projektissa tulisi arvioida uudelleen, mitkä asiat vaikuttavat rakentamistavan valintaan. Arvioinnissa on huomioitava projektin aikataulu, laatutaso, kustannukset ja riskit. Muita valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat rakentamisen vuodenaika, rakennusurakoitsija ja rakennusporukka, henkilökemiat, markkinatilanne, urakoitsijan saatavuus ja rakennuttajan mieltymykset toteutustapaan.

Vertailun tuloksena paikalla rakentaminen on rakennustavoista kustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto kyseiselle yritykselle, vaikkakin elementtitekniikalla saavutettaisiin nopeampi rakennusten valmistumisaika. Elementtirakentamisessa suunnitelmien muuttaminen on lähes mahdotonta sen jälkeen, kun elementit on valmistettu tehtaalla. Paikalla rakennettaessa muutoksia voidaan tehdä helpoilla toimenpiteillä viime hetkeen asti.

Rakennustavoista mikään ei ole siis ”absoluuttisesti” paras valinta. Jokaisessa projektissa on arvioitava uusiksi, mikä on kyseiselle projektille paras rakentamismenetelmä. Kaikissa rakentamistavoissa asunnon laadukkuuden ratkaisee koko prosessiin osallistuvien tekijöiden vastuuntunto.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli verrata puurakenteisen luhtikäytävän rakentamista betonielementeistä tehtyyn luhtikäytävään. Vertailu kohdistettiin rakennuskustannuksiin, rakentamisen ajalliseen kestoan, pitkäaikaistoimivuuteen ja laatuun.

Tätä tutkimusta tehdessäni huomasin, että rakentamistavan valintaan vaikuttaa todella monta asiaa. Mitään yksiselitteistä ratkaisua rakentamistavan valinnalle ei ole, vaan jokaisessa projektissa eri rakentamistavat on otettava kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Tämän opinnäytetyön tulisi antaa mahdollisimman hyvä kuva rakentamistapojen eduista ja haitoista. Näiden perusteella rakennuttajalla olisi jonkinlainen käsitys eri rakennustavoista, ja uuden projektin rakentamistapa olisi helpompi valita. Rakennuttajan kokemukset ja mieltymykset vaikuttavat myös rakennustavan valintaan.

Vertailu suoritettiin laskelmien avulla. Laskelmien pohjana käytetyt tiedot perustuvat tarjouksiin, Ratu-kortiston menekkitietoihin ja ammattitaitoisen rakentajan kanssa käytyihin keskusteluihin työtehoista ja -menekeistä.

Tämän tutkimustyön tuloksena paikalla rakentaminen osoittautui edullisemmaksi tuotantotavaksi, mutta kokonaisuuden tarkastelu pienensi paikalla rakentamisen tuomaa etua. Asiaa pitää arvioida uudestaan, kun vertailuun sisällytetään muutkin kuin taloudelliset asiat. Laatu ja työturvallisuus ovat seikkoja, joilla on myös rahallista arvoa. Mikäli työn lopputulos ei vastaa suunniteltua, näistä aiheutuvat kustannukset voivat kasvaa todella suuriksi.

Elementtitekniikka perustuu siihen, että suoritteita viedään työmaalta pois.

Koska LapTi Oy on kasvanut suhteellisen pienestä rakennusfirmasta keskisuureksi yritykseksi, elementtitekniikan merkitys kasvaa.

Työllistävä vaikutus pienenee, mutta työmaan riippuvuus erilaisista

alihankkijoista ja toimittajista kasvaa. Aikataulujen ja hankintojen

yhteensovittaminen on haasteellista. Sääolosuhde- ja logistiset ongelmat ovat

myös mahdollisia. Elementtitekniikan edut tulevat parhaiten näkyviin silloin, kun elementtejä voidaan kopioida rakennusten kesken, eli rakennukset ovat itseään muodollisesti toistavia, niin että samanlaista elementtiä käytetään useaan otteeseen.

Elementtitekniikka tuo aikatauluun lisää pelivaraa, koska rakennusaika lyhenee. Tämän johdosta harjaantunut elementtitekniikan käyttö voi luoda yritykselle kilpailuedun sillä edellytyksellä, että tarjoushinta saadaan pidettyä matalana. Yrityksen omassa tuotannossa rakennusaikataulun kireys ei muodostane ongelmaa vaan rakennusaika on yhtä pitkä kuin suoritteet vaativat. Jotta saavutettaisiin kilpailuetu, tulee jälkilaskennan olla tarkkaa määrälaskennan tukena. Huolellisen jälkilaskennan ja työaikaisten kustannusten litteroinnin avulla saadaan selville, onko jo laskentavaiheessa kustannusarvioon sisällytetty kustannuksia, joita voidaan pitää ylimääräisinä, kuten ylisuuret työmaatekniset kustannukset.

Toteutuneiden kustannusten on oltava tarkkaan selvillä. Näin pystyttäisiin toteamaan työssä syntyneet mahdolliset virheet. Virheet on aina selvitettävä ja kysyttävä, mikä ne aiheutti. Virheiden uusiutuminen on pyrittävä estämään.

LÄHTEET

Betonyöt. 1994. Uusitalo, Jukka – Ihanamäki, Jouko – Rajala, Raimo – Vallin, Olavi 1994. Rakentajain kustannus.

Betonitekniikka. 1979. RIL119. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto.

Betonelementtirakenteet. 1977. RIL 115. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto.

Betoniteollisuus ry. Saatavissa:

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet>. Hakupäivä 22.2.2012.

Betoniteollisuus ry. Saatavissa: <http://www.betoni.com/betonijakestavakehitys>. Hakupäivä 23.1.2012.

Kiviniemi, Markku 1996. Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. VTT Rakennustekniikka.

Puutalon runkotyöt. 2006. Rakentajan tietokirjat.

Rakennusosien kustannuksia. 2009. Penttilä, Hannu - Lindberg, Rita - Palolahti, Tuomas - Kivimäki, Christian - Koskenvesa, Anssi - Mäki, Tarja - Palomäki, Jenni - Sahlstedt, Sari. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto Oy. 2008. Enkovaara, Esko - Haveri, Heikki - Jeskanen, Pekka. Rakennushankkeen kustannushallinta.

RT 10-10387. 1989. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, Unto 1987. Puurakennusten suunnittelu. Helsinki: Rakentajain kustannus Oy.

Teollinen betonirakentaminen. 1996. Laitinen, Eero (toim.). Rakennustieto. Tampere.

LIITTEET

Liite 1 Luhtitalon pohjapiirros, 2. kerros

Liite 2 Kustannusarvio paikalla rakentaminen, yleiset hinnat (luottamuksellinen)

Liite 3 Kustannusarvio paikalla rakentaminen, LapTi Oy:n hinnat
(luottamuksellinen)

Liite 4 Kustannusarvio elementtirakentaminen, yleiset hinnat (luottamuksellinen)

Liite 5 Kustannusarvio elementtirakentaminen, LapTi Oy:n hinnat
(luottamuksellinen)

Liite 6 Kustannusarvioiden lopputulokset, yleiset hinnat (luottamuksellinen)

Liite 7 Kustannusarvioiden lopputulokset, LapTi Oy:n hinnat (luottamuksellinen)

Liite 8 Työmaatekniset kustannukset (luottamuksellinen)

