

Jaakko Skurnik

Energiatehokkaan puukerrostalon käyttö- ja yhteiskustannukset tuoteosatoimituksella rakennettaessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriyö

24.4.2013

Tekijät Otsikko	Jaakko Skurnik Energiehokkaan puukerrostalon käyttö- ja yhteiskustannukset tuoteosatoimituksella rakennettaessa
Sivumäärä Aika	40 sivua + 1 liite 24.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Rakennusinsinööri Maaria Laukkanen Tulosyksikön johtaja Tero Nikkanen Työpäällikkö Mikko Vaittinen
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin tilaajayritys Skanska Talonrakennus Oy:lle tuoteosatoimituksen ja ilmantiiveysvaatimuksen vaikutuksia laskennassa olevan energiatehokkaan puukerrostalokohteen käyttö- ja yhteiskustannuksiin. Skanska Talonrakennus Oy:llä ei ollut aiempaa tietoa puukerrostalotyömaan käyttö- ja yhteiskustannuksista eikä tuoteosatoimituksen vaikutuksista.</p> <p>Työn tavoitteena oli laatia Skanska Talonrakennus Oy:lle tulevien tuoteosatoimituksella toteutettavien puukerrostalokohteiden käyttö- ja yhteiskustannusten arvioinnissa hyödynnettäväksi taulukko, jossa esitetään insinööriyössä käsiteltävän kohteen käyttö- ja yhteiskustannukset ja litterakohtaisesti kustannusten arvioinnissa tuoteosatoimituksen kannalta huomioon otettavia seikkoja. Työn lisätavoitteena oli arvioida kohteen käyttö- ja yhteiskustannuksia siinä tapauksessa, että Skanska Talonrakennus Oy vastaisi tuoteosien asennuksesta. Lisäksi haluttiin selvittää ilmantiiveysvaatimuksen vaikutukset kohteen käyttö- ja yhteiskustannuksiin.</p> <p>Aihetta tutkittiin keräämällä tietoa energiatehokkaasta rakentamisesta ja siihen liittyvistä määritelmistä, käyttö- ja yhteiskustannuksista, kohteesta ja siinä käytettävästä tuoteosajärjestelmästä. Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten litteroista valittiin tarkempaan tarkasteluun 10 litteraa, joihin tuoteosatoimituksen tai ilmantiiveysvaatimuksen todettiin voivan vaikuttaa ja jotka oli kohteen kannalta tärkeää selvittää.</p> <p>Insinööriyön tulokseksi saatiin taulukko siitä, miten tuoteosatoimitus vaikuttaa tuoteosatoimittajan ja pääurakoitsijan välisestä sopimuksesta riippuen käyttö- ja yhteiskustannusten litteroihin. Tarkastelusta ilmeni, että ilmantiiveysvaatimuksella ei ole vaikutuksia kohteen käyttö- ja yhteiskustannuksiin. Tulokset osoittavat, että suurimmat tuoteosatoimituksen ja sen asennuksen aiheuttamat kustannuserot esiintyvät litteroilla, joihin työnjohdon ja nostokaluston kustannukset kohdistuvat.</p> <p>Työn tulokseksi saatua taulukkoa voidaan käyttää tulevissa tuoteosatoimituksella toteutettavissa kohteissa käyttö- ja yhteiskustannusten arvioinnin apuvälineenä.</p>	
Avainsanat	tuoteosatoimitus, käyttö- ja yhteiskustannukset, puukerrostalo

Author Title	Jaakko Skurnik Operating and joint costs of an energy-efficient wooden multi-storey building when using production subassembly delivery.
Number of Pages Date	40 pages + 1 appendix 24 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and site management
Instructors	Maaria Laukkanen, Civil Engineer Tero Nikkanen, District Manager Mikko Vaittinen, Construction Chief
<p>In this thesis, the effects of production subassembly delivery and requirement for air tightness on the operating and joint costs of a certain energy-efficient wooden multi-storey building project were researched for Skanska Talonrakennus Oy. The company had no previous experience or information about said costs of such a project.</p> <p>The primary goal of the thesis was to create a spreadsheet of what aspects of production subassembly delivery are to be considered when individually evaluating each cost component of the operating and joint costs. The secondary goal was to determine if the requirement for air tightness causes additional costs to be allocated in the operating and joint costs of the project. An additional goal was to estimate the operating and joint costs of the project in the case that Skanska Talonrakennus Oy would install the production subassembly system instead of the company delivering it.</p> <p>The research was conducted by collecting data concerning energy-efficiency in construction, operating and joint costs, the construction project in question and the production subassembly delivery of the project. Ten most important cost components were selected and then scrutinized on the basis of the data collected.</p> <p>The results of the research show that the contract and limitations therein between the main contractor and the company delivering and installing the production subassembly system play a main part on how and which costs appear in the operating and joint costs. The cost components on which production subassembly delivery has most impact on, are the ones to which the salaries and travel expenses of foremen and the site manager and the costs of lifting machinery are allocated. The requirement for air tightness had no effect on the operating and joint costs of the project.</p> <p>The spreadsheet containing the results can be used as a checklist when evaluating the operating and joint costs of future similar projects.</p>	
Keywords	operating and joint costs, production subassembly delivery

Sisällys

Lyhenteet ja termit

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Opinnäytetyön tavoite ja näkökulma	2
1.3	Kohteen kuvaus	2
1.4	Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät	2
2	Energiatehokas rakentaminen	3
2.1	Matalaenergiarakentaminen Suomessa	3
2.2	Matalaenergiatalon määritelmä	4
2.3	Passiivitalon määritelmä Suomessa	6
3	Puukerrostalojen ominaispiirteet	9
4	Käyttö- ja yhteiskustannukset	10
4.1	Käyttö- ja yhteiskustannusten määritelmä	10
4.2	Käyttö- ja yhteiskustannusten ominaispiirteet ja muodostuminen	10
4.3	Käyttö- ja yhteiskustannusten määrittäminen nimikkeistöjen avulla	11
4.3.1	Työmaan käyttökustannukset	13
4.3.2	Työmaan yhteiskustannukset	14
4.4	Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämä nimikkeistö	16
5	Kohteen tiedot	18
5.1	Kohteen sijainti, asemapiirustus sekä rakennusmateriaalit	18
5.2	Kohteessa käytettävä rakennusjärjestelmä	19

5.3	Kohteen tuoteosatoimittajan ja pääurakoitsijan väliset urakkarajat	21
5.4	Kohteen alustava yleisaikataulu	21
6	Opinnäytetyön kannalta tärkeimpien litteroiden valinta	23
7	Opinnäytetyön tulokset	25
7.1	Litteroiden arviointi kohteen ja tuoteosatoimituksen kannalta	25
7.1.1	8110 Työmaarakennukset	28
7.1.2	8120 Työmaatiet ja varastoalueet	28
7.1.3	8320 Ajoneuvonosturit	29
7.1.4	8340 Rakennushissit	29
7.1.5	8360 Siirtokoneet ja 8730 Muut nostimet	30
7.1.6	9110 Työnjohto	31
7.1.7	9120 Työmaatoimisto	31
7.1.8	9140 Työmaakokeet ja katselmukset	32
7.1.9	9240 Siivous ja raivaus ja 8710 Jätehuolto	33
7.1.10	9400 Talvilisätyöt, rakennuksen lämmitys ja kuivaus.	34
7.2	Tuoteosatoimituksen asennuksen vaikutus 89-kustannuksiin	34
8	Yhteenveto ja päätelmiä	38
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Rakentamisosien 8 ja 9 tarkka sisältö	

Lyhenteet ja termit

Käyttökustannukset	Talo 80 -järjestelmän rakentamisosanimikkeistön 8. pääryhmä. Kustannuksiin kuuluvat työmaan käynnistys-, kalusto-, käyttö- ja kuljetuskustannukset
Littera	Yleisesti käytetty synonyymi nimikkeelle
Nimike	Talo 80 -järjestelmän mukaan rakentamisosan ja työlajin (suorituksen yhdistelmä)
Tuoteosa	Tuoteosatoimittajan valmistama rakennuksen osa tai elementti
Tuoteosatoimittaja	Rakennuksen tiettyjen osien tai rakenteiden suunnittelusta, valmistamisesta ja asennuksesta vastaava taho
Tuoteosatoimitus	Toimintamalli, jossa rakennuksen tietyt osat tai rakenteet toteutetaan esivalmistettuja elementtejä tai osia käyttäen, työmaalla asennettuna
Yhteiskustannukset	Talo 80 -järjestelmän rakentamisosanimikkeistön 9. pääryhmä. Kustannuksiin kuuluvat työmaan hallinnon, talvilisätöiden, avustavien rakennustöiden, työntekijöiden palkanlisien ja sosiaalikulujen ja sopimusperusteisten erityiskulujen kustannukset.
89-kustannukset	Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset
89-litterat	Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten litterat

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

1.7.2012 voimaan tulleet rakennusten uudet energiatehokkuusmääräykset ohjaavat energiasäästöön ja kasvihuonepäästöjen vähentämiseen. EU-direktiivin vuonna 2020 voimaan tulevista määräyksistä aiheutuu, että asuinrakentamisessa siirrytään nolla-energiarakentamiseen ja rakennusmateriaalien päästöihin kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Määräysten johdosta tilaajat ottavat entistä enemmän energiatehokkuuden huomioon hankkeita suunnitellessaan. Tästä seuraa, että matalaenergiarakentamisen osuus uudisrakentamisessa kasvaa jatkuvasti. Lisäksi 15.4.2011 voimaan astuneet uudistuneet palomääräykset mahdollistavat maksimissaan 8-kerroksisten puukerrostalojen rakentamisen, mikä osaltaan vaikuttaa korkeiden, energiatehokkaiden puukerrostalojen rakennuttamisen yleistymiseen.

Insinööritö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:n asuntorakentamisyksikölle. Skanska Talonrakennus Oy:llä on laskennassa neljän 5-7-kerroksisen, energiatehokkaan puukerrostalon kohde, jossa kerrostalojen runkojärjestelmä toteutetaan tuoteosatoimituksella. Skanska Talonrakennus Oy ei ole toteuttanut nykyisten määräysten mukaisia puukerrostalokerrostaloja, joten Skanska Talonrakennus Oy:llä ei ole käyttökelpoista tietoa puukerrostalotyömaan käyttö- ja yhteiskustannuksista eikä tuoteosatoimituksen vaikutuksista energiatehokkaan puukerrostalohankkeen käyttö- ja yhteiskustannuksiin. Lisäksi tarkkaa tietoa tiukkojen ilmatiiveysvaatimusten vaikutuksista käyttö- ja yhteiskustannuksiin ei ole.

Skanska Talonrakennus Oy kuuluu kansainväliseen Skanska-konserniin ja sen vastuualueet Suomessa ovat asunto-, liike- ja toimitilarakentaminen, teollisuusrakentaminen, julkinen rakentaminen, korjausrakentaminen sekä talotekniset LVIS-palvelut. Skanska on kansainvälisesti toimiva ruotsalainen kiinteistökehitys- ja rakennuskonserni, joka kuuluu kymmenen suurimman rakennusliikkeen joukkoon maailmassa. [1.]

1.2 Opinnäytetyön tavoite ja näkökulma

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa Skanska Talonrakennus Oy:lle tarjouslaskentaa varten Skanska Talonrakennus Oy:n nimikkeistön mukainen, litterakohtainen selvitys tuoteosatoimituksen kannalta huomioitavista seikoista käyttö- ja yhteiskustannuksia arvioitaessa. Lisäksi tavoitteena on selvittää ilmatiiveysvaatimuksen mahdollisesti aiheuttamat lisäkustannukset kohteen käyttö- ja yleiskustannusten litteroille ja arvioida tuoteosajärjestelmän asennuksen kustannuksia siinä tapauksessa, että Skanska Talonrakennus Oy suorittaisi kohteen tuoteosien asennuksen.

Näkökulma tutkimuksessa on rakennuttajan laskentavaiheessa olevassa kohteessa. Työssä keskitytään erityisesti rakennuksen runkojärjestelmän tuoteosatoimituksen ja ilmatiiveysvaatimuksen vaikutuksiin käyttö- ja yhteiskustannuksiin.

1.3 Kohteen kuvaus

Tutkimuksen kohteena ovat pääkaupunkiseudulle rakennettavan kohteen tuoteosatoimituksella toteutettavat puurakenteiset kerrostalot. Kerrostalot ovat energiatehokkuudeltaan passiivitalon ja matalaenergiatalon välimaastossa. Kohteen tietoihin perehdytään tässä työssä siinä määrin, kuin käyttö- ja yhteiskustannuksien arvioimiseksi on tarve. Kohteen tarkemmat tiedot ja niihin liittyvät Skanska Talonrakennus Oy:n laskelmat ja selvitykset ovat opinnäytetyön toteutusajankohtana liikesalaisuuksia, joten niitä ei tässä opinnäytetyössä voida esittää.

1.4 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö suoritetaan keräämällä tietoa puukerrostalojen ominaispiirteistä, matalaenergiarakentamisesta, passiivitalon ja matalaenergiatalon määritelmistä, perehtymällä Talo 80 -järjestelmään ja Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämään nimikkeistöön, tutustumalla rakennettavan kohteen tuoteosatoimituksen toteutukseen haastattelemalla Metsä Wood Oy:n edustajaa sekä keräämällä tarvittavat perustiedot kohteesta. Kerättyjen tietojen ja Skanska Talonrakennus Oy:n tuotantoinsinööri Tuomas Hakalan kanssa tehtävän yhteistyön perusteella valitaan litterat, joiden kustannuksiin opinnäytetyös-

sä keskitytään erityisesti. Sen jälkeen perehdytään tietojen pohjalta tuoteosatoimituksen ja ilmantiiveysvaatimuksen aiheuttamiin vaikutuksiin käyttö- ja yhteiskustannuksiin ja käyttö- ja yhteiskustannuksia arvioidessa tuoteosatoimituksen kannalta huomioitaviin seikkoihin tekemällä yhteistyötä Skanska Talonrakennus Oy:n laskentayksikön ja toimihenkilöiden kanssa.

2 Energiatehokas rakentaminen

2.1 Matalaenergiarakentaminen Suomessa

Matalaenergiatalon menetelmiä ja periaatteita on kehitetty vuosikymmenien ajan Suomessa. Teknisen kehityksen myötä luotu selkeä elinkaartiloudellisuus ja kiristynyt viranomaisohjeistus ovat muodostaneet pohjan matalaenergiarakentamisen laajemmalle käyttöönotolle vasta viime vuosina. Tällä hetkellä rakennusala on voimakkaassa kehitysvaiheessa matalaenergiarakentamisen käyttöönotossa. Viimeistään tämän vuosikymmenen lopulla kansainvälisten päästöjen vähentämissopimusten noudattaminen tulee edellyttämään parannuksia olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuudessa sekä siirtymistä matalaenergiarakentamiseen uudisrakentamisessa. [5, s. 3.]

Matalaenergiarakentamisen perustana on kokonaisvaltainen rakennuskonsepti. Rakennuksen energiatehokkuus saavutetaan rakenne- ja talotekniikkajärjestelmien sekä arkkitehtuuriratkaisujen yhteistoiminnan tuloksena. Ratkaisujen valinta ja optimointi tehdään käytännön hankkeessa energiatehokkuuden huomioimisen lisäksi huomioimalla mm. laatutavoitteet, elinkaarikustannukset, ekologiset näkökohdat sekä hankkeen tapauskohtaiset erityispiirteet kuten olosuhteet, jotka vallitsevat rakennuspaikalla. Matalaenergiarakentaminen voidaan erotella kahteen energiatehokkuuden tavoitetasoon: matalaenergiatalo ja passiivitalo. Matalaenergiatalon määritelmä käydään läpi seuraavassa alaluvussa ja passiivitalon määritelmästä kerrotaan tarkemmin alaluvussa 2.3. [5, s. 9.]

2.2 Matalaenergiatalon määritelmä

Matalaenergiataloksi kutsuttiin aiemmin rakennusta, jonka lämmitysenergiantarve on puolet siitä, mitä normien asettaman minimitason mukaisilla ratkaisuilla toteutetun rakennuksen lämmitysenergian tarve olisi [2, s. 18].

Matalaenergiatalo on selkeästi energiatehokkaampi kuin nykyinen normitaso. Matalaenergiatalo on hyvin suunniteltuna toteutettavissa sangen pienillä lisäkustannuksilla. Tämä maksimoi käytettävien ratkaisujen kustannustehokkuuden. Energiamuodon eli lämmitystavan valinta on tärkeä osa kokonaisuuden optimoinnissa, koska myös päästöjen minimointi liittyy energiatehokkuuteen. Periaatteessa mitä pienempi rakennuksen energiakulutus on, sitä enemmän on vaihtoehtoja energiamuodon ja lämmitysjärjestelmän valinnassa. [5, s. 9.]

Vuoden 2010 Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D3 määrittelee, että matalaenergiatalo on rakennus, jonka lämpöhäviöt ovat maksimissaan 85 % normitalon ominaislämpöhäviöistä. Toistaiseksi matalaenergiatalo on energiatehokkaan rakentamisen tavoitteeksi soveltuvista käsitteistä ainoa, joka on määriteltyä Suomen Rakennusmääräyskokoelmassa. [2, s. 18.]

Suomen Rakennusmääräyskokoelman määritelmä eroaa Rakennusinsinööriliiton määritelmästä. Rakennusinsinööriliiton määritelmän mukaan rakennukset jaetaan matalaenergiataloihin ja passiivitaloihin energiatehokkuuden perusteella. Energiatehokkuutta määriteltäessä käytetään kahta rakennuksen ominaisarvoa. Nämä ominaisarvot ovat tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergian ominaistarve sekä tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ostoenergian ominaiskulutus. Tilojen lämmityksen nettoenergian ominaistarve muodostuu lämpöhäviöistä (ilmanvaihto-, vuotoilma- ja vaipan johtumishäviöt) vähennettynä lämpöenergialla, jota vapautuu sisäisistä lämmönlähteistä sekä rakennukseen tulevalla auringon säteilyenergialla. Tilojen lämmityksen ostoenergian ominaiskulutus käsittää sekä tilaan tuodun lämmitetyn ilman lämmittämisen että tilassa tapahtuvan lämmityksen. Ostoenergiaan sisältyy myös apulaitteiden (kiertopumput) energiankäyttö, lämmitysjärjestelmän häviöt (tuotto, varastointi, jakelu, luovutus) sekä mahdollinen energian muuntuminen (lämpöpumput). Matalaenergiatalon kohdalla molemmat ominaisarvot ovat välillä 26–50 kWh / (m² a) kun taas passiivitalolla vastaavat

arvot ovat enintään 25 kWh / (m² a). Nämä arvot pätevät Jyväskylän ilmastotiedoilla. Yksikkö kWh / (m² a) kuvaa, kuinka monta kilowattituntia energiaa kuluu vuodessa yhtä rakennuksen huoneistoneliometriä kohden. [5, s. 28; 13, s. 139.]

Taulukossa 1. esitetään muille paikkakunnille käytettävät muuntokertoimet.

Taulukko 1. Alueelliset lämmitysenergian kulutustasot verrattuna Jyväskylän olosuhteisiin. [5, s. 29.]

Energiatehokkuusluokka	Etelä-Suomi	Keski-Suomi (Jyväskylä)	Pohjois-Suomi
Normitalo 2010	0,90	1,00	1,25
Matalaenergiatalo	0,88	1,00	1,27
Passiivitalo	0,85	1,00	1,33

Rakennusvaipan ja ilmanvaihdon alhaiset lämpöhäviöt varmistetaan nettoenergiantarpeen raja-arvoilla. Rakennusvaipan pitkä tekninen käyttöikä ja joustavuus järjestelmävalintojen suhteessa korostavat rakennusvaipan alhaisen lämpöhäviön tärkeyttä. Energiatehokkuusluokittelua tarkennetaan suunnittelussa nettoenergiantarpeen osalta siten, että energiatehokkuusluokkaan liitetään muuntokertoimella tarkennettu arvo (kWh / (m² a)). [5, s. 29.]

Matalaenergiatalon energiantarveluokat ovat M-30, M-35, M-40, M-45 ja M-50 ja passiivitalon energiantarveluokat ovat P-15, P-20 ja P-25. Energiantarveluokissa esiintyvä luku tarkoittaa tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergian ominaistarvetta, esim. luokassa M-50 nettoenergian ominaistarve on 50 kWh / (m² a). [5, s. 29.]

Tilojen lämmitysenergian energiatehokkuusluokkiin ja energiantarveluokkiin liittyy ilmanvaihdon ja rakennusvaipan teknisiä ohjearvoja. Taulukossa 2. esitetyt U-arvot kerrostaloille energiantarveluokissa M-50 ja P-25 on arvioitu energiankulutuksen tietokoneohjelmilla tehdyillä laskelmilla ja toteutettujen rakennusten kokemusten perusteella. [5, s. 33–34.]

Taulukko 2. Kerrostalojen ilmanvaihdon ja rakennusvaipan määrävien ominaisuuksien ohjeellisia arvoja Jyväskylän ilmastotiedoilla. [5, s. 34.]

Tekninen tekijä	Normitalo RakMK D3-määräys, 2012	Matalaenergiatalo M-50	Passiivitalo P-25
U-arvot, W/m ² K			
- alapohja maanvastainen	0,16	0,12	0,10
- alapohja ryömintätilaan	0,17	0,10	0,10
- alapohja ulkoilmaan	0,09	0,09	0,08
- ulkoseinä	0,17	0,14	0,12
- yläpohja	0,09	0,08	0,08
- ikkunat	1,0	0,9	0,8
- ovet	1,0	0,6	0,5
Vaipan ilmanvuotoluku n ₅₀ , 1/h	< 2,0	< 0,8	< 0,6
Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde %	> 45	> 65	> 75

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin ilmoittaa jatkuvuustilassa rakennusosan läpäisevä lämpövirran tiheyden, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolien välillä on yksikön suuruinen [5, s. 15].

Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde kuvaa lämmöntalteenottolaitteistolla talteenotettavan ja hyödynnettävän lämpömäärän suhdetta ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan lämpömäärään, kun lämmöntalteenottoa ei ole [12, s. 3].

Ilmanvuotoluku n₅₀ selvitetään mittaamalla työmaalla. Luku mitataan painekokeella, josta tulokseksi saadaan luku, joka kertoo, kuinka paljon vuotokohdista virtaa ilmaa ulos tunnissa koko talon tilavuuteen verrattuna, kun sisä- ja ulkoilman välille luodaan koneellisesti 50 Pascalin paine-ero. Ilmanvuotoluku kuvaa rakennuksen ulkovaipan tiiveyttä. Hyvä ilmanvuotoluku edellyttää tarkkaa detaljisuunnittelua ja rakennustöiden toteutusta. [2, s. 11.]

2.3 Passiivitalon määritelmä Suomessa

Passiivitalo on rakennus, joka kuluttaa erittäin vähän energiaa. Saksankielisestä termistä *Passivhaus* käännettyä passiivitalo-nimeä ei ole rekisteröity tai suojattu. Tästä johtu-

en on olemassa useita eri määritelmiä passiivitalolle. Saksassa toimivan Passivhaus-instituutin passiivitalojärjestelmää käytetään yleisesti Keski-Euroopassa. [2, s. 3.]

Suomessa on muodostettu oma määritelmä passiivitalolle, jossa pyritään huomioimaan Keski-Euroopan ja Suomen ilmastoeroista aiheutuvat poikkeamat olosuhteissa. Passiivitalo ei ole standardi eikä rakennuskonsepti vaan vapaaehtoisesti asetettava energiatehokkuustavoite. [2, s. 3.]

Suomalainen passiivitalon määritelmä kiteytyy kolmeen kriteeriin, jotka talon pitää täyttää. Talon tilojen lämmitysenergian tarpeen, kokonaisprimäärienergian tarpeen ja rakennuksen vaipan pitävyyttä kuvaavan n_{50} -luvun on oltava raja-arvoja pienemmät, jotta taloa voidaan kutsua passiivitaloksi. [2, s. 2.]

Näillä kolmella kriteerillä on kaikilla oma tärkeä merkityksensä. Tilojen lämmitysenergian tarvetta koskeva kriteeri on määritelmän ydin. Kriteeri ohjaa energiansäästön painopisteen ulkovaipan ratkaisuihin. Toteutuksen laatu ja rakennusvirheiden riskien ehkäisy varmistetaan ilmavuotolukuvaatimuksella. Kokonaisprimäärienergian tarvetta koskevalla kriteerillä varmistetaan, ettei talon sähkölaitteiden ja valaistuksen energiantarpeesta muodostu liian suurta. Lisäksi se ohjaa tarkastelemaan käytettävän energian laatua. [2, s. 12.]

Passiivitaloissa lämmitysenergian tarvetta tarkasteltaessa ei huomioida lämmitysjärjestelmän ominaisuuksia. Rakennuksen käyttäjämäärä tai rakennuksen koko eivät varsinaisesti vaikuta passiivitalokriteerien saavuttamiseen, koska lämmitysenergian tarvetta tarkastellaan neliometriä kohden. Suomalaisessa passiivitalomääritelmässä käytettävän pinta-alan, lämmitettävän brutto-alan, laskutapa esitetään RT-kortiston kortissa RT 12-10277. Suuressa rakennuksessa lämpöhäviötä aiheuttavaa ulkovaippaa on suhteessa lämmitettävään tilavuuteen vähemmän kuin pienessä rakennuksessa ja tästä syystä suuri rakennus on helpompi toteuttaa passiivitalona kuin pieni. [2, s. 11.]

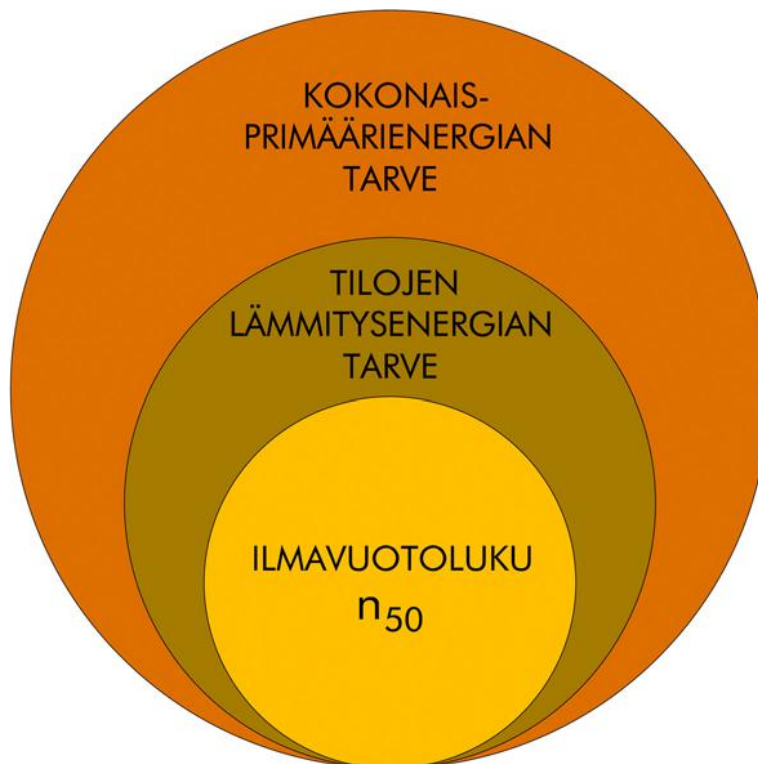
Kokonaisprimäärienergian tarve on tunnusluku, johon energiamuodoittain määritellyllä primäärienergiakertoimella painotettuna lasketaan kaikki rakennuksen tarvitsema energia [2, s. 11].

Taulukossa 3. esitetään ko. raja-arvot Suomen 3 eri vyöhykkeessä.

Taulukko 3. Passiivitalon kriteerit Suomessa. [2.]

Vyöhyke	Pohjois-Suomi	Keski-Suomi	Etelä-Suomen rannikko
Tilojen lämmitysenergiatarve, kWh/(m ² a)	≤ 30	≤ 25	≤ 20
Kokonaisprimäärienergiatarve, kWh/(m ² a)	≤ 140	≤ 135	≤ 130
Ilmavuotoluku n ₅₀	≤ 0,6 1/h	≤ 0,6 1/h	≤ 0,6 1/h

Passiivitalon kriteerit ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Pienen lämmitysenergiatarpeen edellytys on hyvä ulkovaipan ilmanpitävyys. Rakennuksen kokonaisprimäärienergiatarve on mahdollista saada pieneksi pienen lämmitysenergiatarpeen ansiosta. Kriteerien vuorovaikutusta havainnollistetaan kuvassa 1. [2, s. 12.]



Kuva 1. Passiivitalon kriteerien vuorovaikutus. [2, s. 13.]

Pieni energiantarve saavutetaan ilmanvaihdon tehokkaalla lämmön talteenotolla ja ulkovaipan ominaisuuksien avulla. Energiansäästökeinojen pääpaino ei ole teknisissä laitteissa. Hyvä lämmöneristys, varaavan massan ja ilmaisten lämmönlähteiden (ihmiset, laitteet, passiivinen aurinkoenergia) tehokas hyödyntäminen, ulkovaipan ilmatiiviyys ja ikkunoiden ja ovien hyvä lämmöneristävyys ovat passiivitalolle välttämättömiä

ratkaisuja. Passiivitalo tarvitsee lämmitysjärjestelmän, vaikka talon lämmitystarve onkin hyvin pieni. [2, s. 2.]

3 Puukerrostalojen ominaispiirteet

Puukerrostaloiksi kutsutaan kerrostaloja, joiden kantavat rakenteet ovat pääosin puuta. Puukerrostalojen julkisivujen verhouksmateriaalina voi kuitenkin olla esim. puu, tiili tai rappaus. Uudistuneet palomääräykset mahdollistavat puun käytön tietyin edellytyksin myös puukerrostalojen asunnoissa, lattioissa, seinissä ja katoissa. Puukerrostalojen sisäilmanlaatu on hyvä, koska puupinnat tasaavat kosteuden vaihteluita, jolloin ilman pölyisyys vähenee ja ilmanvaihdon tarve pienenee. [8, s. 4.]

Puukerrostalojen rakenteiden palonkestovaatimus on 60 minuuttia. Tämän lisäksi puurakenteet suojaverhoillaan vähintään 10 minuutin palamattomalla suojaverhouksella. Automaattinen sammutuslaitteisto, joka estää palon syttymisen ja leviämisen, on pakollinen varuste kaikissa tiloissa. [8, s. 4.]

Puukerrostaloja koskevat energiatehokkuusvaatimukset ja käytettävät pintamateriaalit ovat samoja kuin muilla vastaavanlaisilla taloilla. Puusta voidaan siis rakentaa ilmatiiviitä, energiatehokkaita ja kestäviä taloja. [8, s. 4.]

Monikerroksisten rakenteiden takia puukerrostalojen ilmaääneneristys on hyvä. Puukerrostalojen ongelma ääneneristyksessä on matalat askeläänet. Toisaalta runkoääniä ei puurakenteen ansiosta esiinny. [8, s. 4.]

Puukerrostalojen kohdalla hiilidioksidipäästöt sekä luonnonvarojen ja energian kulutus rakennettaessa ovat pienempiä kuin tavanomaisilla taloilla. Elinkaarensa loppuun tulleiden rakennusten puuosat voidaan kierrättää energiaksi. [8, s. 5.]

Puukerrostalon rungon pystytys on nopeaa ja mittatarkkaa. Nopean rakentamisen edellytys on työmaan logistiikan ja tavarantoimitusten hyvä hallinta. Valmis puukerrostalo on painoltaan vain 20–25 % vastaavasta betonikerrostalon painosta. Rakennusaikana puun keveys on suuri etu, koska työmaalla voidaan käyttää torninosturin sijasta kevyitä autonostimia. [13.]

Tuoteosajärjestelmällä toteutettu puukerrostalo on myös viimeistely- ja asennustöiden kannalta edullinen. Rakennuksen nopea pystytys ja säänsuojan aikaansaanti mahdollistavat kuivat ja siistit olosuhteet LVIS-asennus-, lämmöneristys- ja sisäpuolisille viimeistelytöille. [13.]

4 Käyttö- ja yhteiskustannukset

Tässä luvussa esitellään käyttö- ja yhteiskustannusten määritelmä, ominaispiirteet ja rakennuskohteiden kustannusten seuraamisessa käytettävä litterointijärjestelmä. Kapaleessa keskitytään Skanska Talonrakennus Oy:llä käytössä olevaan Talo 80 -nimikkeistöön, jota myös opinnäytetyön kohteessa tullaan käyttämään. Talo 80 -järjestelmä on suuri kokonaisuus, josta esitetään vain tämän työn kannalta tärkeimmät ja olennaisimmat kohdat. Rakennusosiin 8 ja 9 sisältyvien litteroiden tarkemmat kuvaukset löytyvät liitteestä 1.

4.1 Käyttö- ja yhteiskustannusten määritelmä

Käyttö- ja yhteiskustannuksiin on koottu työt, hankinnat ja kustannukset, jotka palvelevat koko työmaata tai useita rakentamisosia ja suorituksia. Niitä ei kohdisteta tai erotella yksittäisille rakennuksille tai rakentamisosille. [3, s. 6.]

Työmaan käyttökustannuksiin sisältyy työmaan käynnistys-, kalusto-, käyttö- ja kuljetuskustannukset. Työmaan yhteiskustannuksiin sisältyvät rakennustyömaan hallinnosta, avustavista rakennustöistä, talvilisätoista, sopimuspohjaisista erityiskuluista sekä työntekijöiden palkanlisistä ja sosiaalikulusta syntyvät kustannukset. [6, s. 4.]

4.2 Käyttö- ja yhteiskustannusten ominaispiirteet ja muodostuminen

Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset muodostuvat työ-, tarvike- ja kalustopanoksista tai alihankinnoista. Ne voidaan jaotella eräkustannuksiksi, aika- tai laajuusriippuvaisiksi kustannuksiksi tai prosenttipohjaisiksi kustannuksiksi. [4, s. 4.]

Eräkustannukset voivat olla riippuvaisia laajuuteen, kuten loppusiivous, tai vakioita kuten liityntämaksut kunnallistekniikkaan (sähkö-, viemäri- ja kaukolämpöliityntämaksut) [4, s. 4].

Riippuvuus aikakustannuksista tarkoittaa, että kustannusten muodostuminen perustuu pääsääntöisesti rakennusajan kestoon tai yksittäisen tehtävän ajalliseen kestoon. Esim. työnjohdon palkkakustannukset ovat riippuvaisia koko työmaan kestoon, jolloin rakennusajan pituus vaikuttaa suoraan syntyneeseen kustannukseen. [4, s. 4.]

Prosenttikustannukset voivat olla aikasidonnaisia prosenttikustannuksia kuten työmaan vakuutusmaksut tai erätyyppisiä kuten sosiaalikulut, jotka ovat riippuvaisia työntekijöiden palkoista [4, s. 4].

Merkittävämpiä muuttujia yhteiskustannuksille ovat rakennusaika, työmenekki, työmaaolosuhteet, rakennustyön ajoittuminen vuodenaikoihin ja kohteen laajuus [4, s. 4].

4.3 Käyttö- ja yhteiskustannusten määrittäminen nimikkeistöjen avulla

Rakennusalalla käytettäviä määrälaskentaohjeita on useita, näistä yleisimmin käytössä ovat Talo 70, Talo 80, Talo 90 ja Talo 2000 –nimikkeistöt. Tietyn määrälaskentaohjeen käytöllä mahdollistetaan hankkeen yhdenmukainen käsittely. [4, s. 5.]

Talo 80 -nimikejärjestelmä sisältää rakentamisosanimikkeistön ja suoritusosanimikkeistön. Suoritusosanimikkeistöä ei esitellä tässä opinnäytetyössä, koska suoritusosia ei käytetä käyttö- ja yhteiskustannuksien tarkenneena. Rakentamisosanimikkeistö jaottee rakennuskohteen erillisiin kustannuslaskentakohteisiin sekä ajallisesti ja rakenteellisesti yhtenäisiin kokonaisuuksiin. [3, s. 9.]

Rakentamisosanimikkeistö on jaettu kymmeneen pääryhmään [3, s. 12.]:

- 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.

Syntymistavaltaan erilaiset kustannukset erotellaan nimikkeistössä viiteen eri kustannuslajiin (KL) [3, s. 11.]:

- KL1 Työkustannus
- KL2 Ainekustannus
- KL3 Alihankintakustannus
- KL4 Omapalvelukustannus
- KL5 Muut kustannukset.

Pääryhmien 8 ja 9 kaikki litterat esitetään liitteessä 1. Niissä tapauksissa, jossa itse rakentamisosaa käytetään kustannusarviossa litterana, tässä opinnäytetyössä rakentamisosasta käytetään nimitystä littera.

4.3.1 Työmaan käyttökustannukset

Työmaan käyttökustannuksiin (pääryhmä 8) kuuluvat työmaan käynnistys-, kalusto-, käyttö- ja kuljetuskustannukset. Seuraavaksi esitetään rakentamisosien 81–87 selitteet.

81 Työnaikaiset rakenteet

Litteroituja ovat työnaikaiset rakenteet kuten työmaarakennukset, työmaatiet, varastot, nosturiradat, kone- ja työasemat ja työmaan aitauksen, suojauksen, työturvallisuuteen liittyvät rakenteet ja hankinnat sekä telineet ja kelkat. Nimikkeitä ovat pystytys, hoito ja purku.

82 Työnaikaiset asennukset

Litteroituja ovat koneteknisten johtojen ja laitteiden asennus sekä näiden väliaikaisen liittämisen verkostoihin. Nimikkeitä ovat asennus, hoito ja purku.

83 Työmaan koneet ja laitteet

Litteroihin sisältyvät suuret työmaan koneet ja laitteet, jotka vuokrataan tai luetaan käyttöomaisuuteen, kuten betoni- ja laastiasemat, ajoneuvo- ja torninosturit ja muut siirtokoneet, rakennushissit ja betonipumput. Nimikkeitä ovat pystytys, työmaahuolto, vuokrat, purku ja ajoneuvo- ja torninosturien käyttöpalkat.

84 Työkoneet, työkalut ja välineet

Litteroituja ovat työkoneet (esim. sirkkelit, porat ja täryttimet) ja työkalut ja välineet (esim. lapiot, sahat, kirveet).

85 Työmaan käyttötarvikkeet

Litteraan sisältyy sellaiset pientarvikkeiden ja -aineiden tarvikkekustannukset, jotka käsitetään koko työmaan käyttötarvikkeiksi kuten naulat, kierteet, pultit, sidelangat ja -raudat, ampumanaulat ja panokset, langat, köydet, lamput, sulakkeet ja voiteluaineet.

86 Työmaan käyttöaineet ja energia

Litteroihin sisältyvät työmaan energian ja veden hankintakustannukset. Lämmitystyöt kuuluvat litteralle 943.

87 Työmaakuljetukset

Litteroihin sisältyvät sellaiset työmaakuljetukset, jotka eivät ole rakennusaineiden ja -tarvikkeiden rahteja kuten pientarvikkeiden noutokuljetukset, koneiden ja laitteiden, puhdistusjätteiden ja työntekijöiden kuljetukset sekä työmaan huoltokuljetukset [3, s. 13, 49, 74–82].

4.3.2 Työmaan yhteiskustannukset

Työmaan yhteiskustannuksiin (pääryhmä 9) kuuluvat rakennustyömaan hallinto, talvilisätyöt, avustavat rakennustyöt, työntekijöiden palkanlisät ja sosiaalikulut sekä sopimusperusteiset erityiskulut. Tästä opinnäytetyöstä rakentamisosa 93 (ulkomaisen toiminnan erityiskustannukset) on jätetty pois. Pääryhmä on jaoteltu rakentamisosiin seuraavasti:

91 Työmaan hallinto

Litteroihin sisältyvät työmaan hallinto kuten työnjohto ja varastonhoitajat sekä työmaatoimiston toimistokulut, työmaakokeiden, vartiointin, edustuksen, koulutuksen ja luottamustoimien ja työnterveiden kustannukset. Kuukausipalkkakustannukset käsitellään sosiaalikuuluineen, palkanlisineen ja luontaisetuineen. Litterat 97 ja 98 liittyvät vain tuntipalkkaiseen työntekijöihin.

92 Avustavat rakennustyöt

Litteroihin sisältyvät muuta rakennustyötä avustavat erillisenä oman työkunnan tai siihen määrättyjen työntekijöiden suorittamat mittaukset, korjaukset, työmaatilojen hoito sekä työnaikainen ja loppusiivous. Työkuntien suorittamat mittaukset, korjaukset ja siivoukset ao. nimikkeelle.

94 Talvillisätyöt

Litteroihin sisältyvät erillisenä työvaiheena tehdyt tai tehtävään määrättyjen työntekijöiden suorittamat lumi- ja jäätyöt, lämpösuojaus sekä rakennuksen ja runkorakenteiden lämmitys. Töiden talvityöhaitat ja lisät ao. nimikkeelle.

95 Urakkahinnan muutokset

Litteroita käytetään rakennuttajana kustannuslaskennassa muutos- ja lisätöiden ja indeksikorvausten arviointiin ja tarkkailuun.

96 Sopimuskohtaiset erityiskulut

Litteroita ovat työmaan vakuutukset, vakuuskulut ja sopimussakot, takuukorjaukset, vahingonkorvaukset, keskeytyskustannukset ja rakennusalueen vuokrat.

97 Työntekijöiden palkanlisät

Litteraan sisältyy työntekijöille maksettavat korvaukset ja kustannukset, jotka eivät ole ennakonpidätyksen alaisia palkkoja tai palkkioita sekä sellaiset palkkaan kuuluvat työaikalisät ja olosuhdelisät, jotka aiheutuvat kohteen erityisominaisuuksista.

98 Työntekijöiden sosiaalikulut

Litteraan sisältyy työntekijöiden lakisääteiset sosiaalipalkat kuten vuosiloma- ja vapaa-päiväkorvaukset sekä sosiaalimenot kuten sosiaaliturvamaksut, työntekijöiden vakuutukset ja sairausajasta ja tapaturmista maksettavat korvaukset [3, s. 13, 49, 50].

Työssä käytetään tästä eteenpäin käyttö- ja yhteiskustannuksista nimitystä 89-kustannukset ja käyttö- ja yhteiskustannuksien litteroista nimitystä 89-litterat.

4.4 Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämä nimikkeistö

Skanska Talonrakennus Oy:llä on käytössä Talo 80 -järjestelmään perustuva, tietyiltä osin muunneltu nimikkeistö, jonka 89-litterat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Skanska Talonrakennus Oy:llä käytössä olevan 89-nimikkeistö

Pääryhmä 8		Pääryhmä 9	
Nro	Nimike	Nro	Nimike
8110	Työmaatilat	9110	Työnjohto
8120	Työmaatiet ja varastoalueet	9115	Toimihenkilöiden matkakust.
8130	Nosturiradat	9120	Työmaatoimisto
8150	Työmaa-aidat	9130	Varaston hoito
8160	Rakennussuojaus	9140	Työmaakokeet ja katselmukset
8170	Työturvallisuus	9150	Vartiointi
8180	Telineet ja kelkat	9160	Edustus
8200	Työnaikaiset asennukset	9170	Koulutus
8320	Ajoneuvonosturit	9180	Luottamusmies ja terv.huolto
8330	Torninosturit	9210	Mittaustyöt
8340	Rakennushissit	9220	Remontti
8350	Betonipumppu	9230	Työmaatilojen hoito
8360	Siirtokoneet	9240	Siivous ja raivaus
8370	Muut nostimet	9250	Loppusiivous
8410	Käsityökoneet	9400	Talvilisätyöt
8420	Työkalut ja välineet	9610	Vakuutukset
8500	Käyttötarvikkeet	9670	Rakennusalueen vuokrat
8610	Työmaasähkö	9710	Työntekijöiden matkakust.
8620	Työmaavesi	9730	Työkalukorvaukset
8630	Työmaakaasu		
8640	Polttoaineet		
8650	Kaukolämpö		
8700	Työmaakuljetukset		
8710	Jätehuolto		

Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämässä nimikkeistössä Talo 80 -järjestelmän rakentamisosan 82 (työnaikaiset asennukset) litteroista on poistettu litterat 823 (puhelin) ja 824 (radiolaitteet) ja jäljelle jäävät litterat on yhdistetty ja koottu litteralle 8200. Talo 80 -järjestelmän rakentamisosan 94 (talvilisätyöt) litterat on yhdistetty ja koottu litte-

ralle 9400. Talo 80 -järjestelmän rakentamisosan 87 (työmaakuljetukset) litterat on yhdistetty ja koottu litteralle 8700 lukuun ottamatta litteraa 873, joka sisältyy Skanska Talonrakennus Oy:n nimikkeistössä litteraan 8710. Toimihenkilöiden matkakustannuksille on luotu oma littera, 9115.

Talo 80 -järjestelmän rakentamisosaa 98 ei käytetä ja sille kohdistuvat kustannukset otetaan huomioon palkkakustannuksia laskettaessa kertomalla palkkakulut sosiaalikuluprosentilla. Opinnäytetyön laatimishetkellä sosiaalikuluprosentti on 66 % työntekijöille ja 47 % toimihenkilöille.

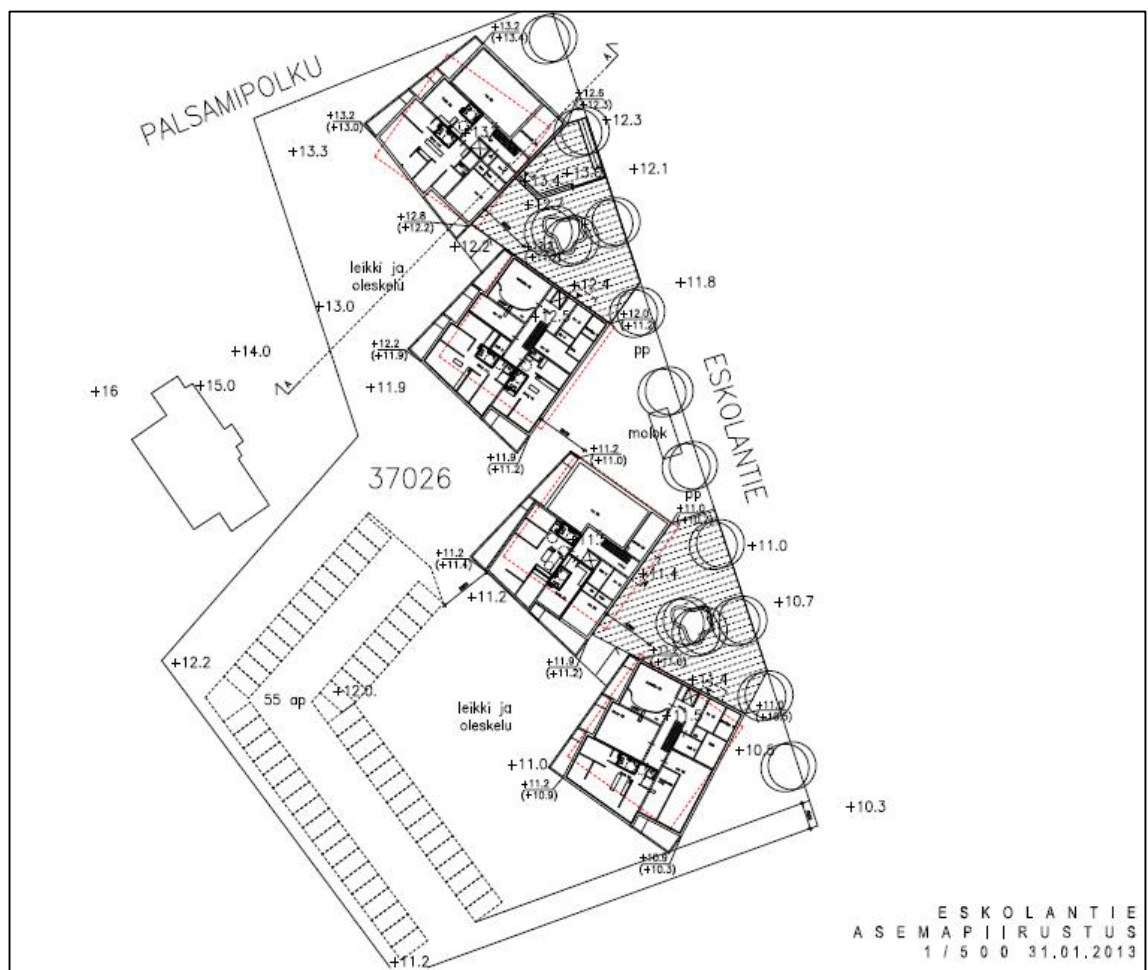
Talo 80 -järjestelmän littera 8360 (muut siirtokoneet) on Skanska Talonrakennus Oy:n nimikkeistössä jaettu kahteen litteraan. Litteralle 8360 kohdistuu siirtokoneiden, kuten kauhakuormaajien ja kurottajien kustannukset ja litteralle 8370 muiden nostimien kustannukset. Muut nostimet litteralle kohdistuu kuukulkijan ja itsekulkevien saks- ja mas-tonostimien kustannuksien lisäksi ko. nostimien siirtokulut.

Muilta osin Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämän nimikkeistön litteroiden sisällöt ovat Talo 80 -järjestelmän mukaisia. Talo 80 -järjestelmän litteroita, joita ei ole Skanska Talonrakennus Oy:n nimikkeistössä, ei käytetä.

5 Kohteen tiedot

5.1 Kohteen sijainti, asemapiirustus sekä rakennusmateriaalit

Kohde koostuu neljästä puukerrostalosta. Talossa 4 on seitsemän kerrosta, taloissa 3 ja 2 on kuusi kerrosta ja talo 1 on viisikerroksinen. Kohteen asemapiirustus esitetään kuvassa 2. Kuva ei ole mittakaavan edellyttämässä koossa. Asemapiirustuksessa talo 1 sijaitsee tontin pohjoispäädyssä ja talo 4 eteläpäädyssä. Tonttia rajaa länsipuolelta päiväkotiki ja sekä pohjois- että itäpuolelta tiestö.



Kuva 2. Eskolantien asemapiirustus [S]

Talot ovat puurakenteisia kerrostaloja, joissa on betonirakenteiset hissikuilut ja perustukset. Betonirakenteiset väestönsuojat sijaitsevat taloissa 1 ja 3. Talojen sisäpuolen pinnat ovat maalattuja levypintoja. Asuntojen lasitettavat parvekkeet sijaitsevat talojen

lounaan ja luoteen suuntaisilla julkisivuilla. Talojen julkisivumateriaalit esitetään kuvassa 3.



Kuva 3. Julkisivupiirros ja -materiaalit [S]

5.2 Kohteessa käytettävä rakennusjärjestelmä

Tuotesakaupaksi kutsutaan kauppaa, jossa rakennuttaja ostaa tuotesatoimittajalta rakennekokonaisuuden ja sen suunnittelun. Usein rakennuttaja ostaa myös ko. rakennekokonaisuuden asennuksen. Rakennekokonaisuus voi olla esim. rakennuksen runko tai julkisivu. [9, s. 17.]

Toteuttamalla jonkin rakennekokonaisuuden tuotesakaupalla, pääurakoitsija hyödyntää aliurakoitsijan osaamista ja vapauttaa omia resursseja. Pääurakoitsijan vastuulla tuotesakaupassa on tuotesakaupan sisällön, tuotesalle asetettavien vaatimusten ja ominaisuuksien määrittely. Toisin sanoen pääurakoitsija määrittelee urakkarajat ja tuotevaatimukset. [10, s. 19.]

Kohteen kerrostalot rakennetaan tuotesatoimituksella. Tuotesatoimitus on rakennustapa, jossa rakennuksen osat rakennetaan elementteinä valmiiksi tehtaalla, josta ne tuodaan kuljetuksilla työmaalle asennettavaksi paikoilleen. Kohteen rungon suunnittelee, toimittaa ja toteuttaa Metsä Wood Oy.

Metsä Wood Oy:n pilari-palkki-laatta-järjestelmään tutustuttiin haastattelemalla Metsä Wood Oy:n kehitys- ja suunnittelupäällikkö Jaakko Länsiluotoa 18.1.2013 Metsä Wood Oy:n toimitiloissa Espoon Tapiolassa.

Metsä Wood Oy:n tuotesatoimitus perustuu pilari-palkki-laatta-järjestelmään, jossa betoniperustuksille pystytetään ensin puinen runko massiivisista puupilareista ja -palkkeista. Rungon päälle nostetaan aluskatteeseen asti valmis kattoelementti ja rakennuksen julkisivuihin kiinnitetään kauttaaltaan sääsuojamuovia tuomaan rakennukselle työnaikaista suojaa sään vaikutuksilta. Tämän jälkeen välipohjaelementtien asennus aloitetaan. Välipohjaelementit nostetaan paikoilleen rakennuksen sivuista. Kun kaikki rakennuksen kerrokset on asennettu, asennetaan julkisivut suurelementteinä rungon ulkopinnoille. Lopuksi asennetaan talon parvekejärjestelmät. Tuotesatoimituksen vaiheet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Tuotesatoimituksen työvaiheet [7, s. 8-9.]

Länsiluodon alustavan arvion mukaan kohteessa yhden rakennuksen rungon asennustyöhön kuluu n. 6 viikkoa. Metsä Wood Oy:n asennus toteutetaan kolmella asennus-

ryhmällä. Runkoasennusryhmä asentaa rungon ja katon n. 3 viikossa, välipohja-asennusryhmä asentaa välipohjat n. 1,5 viikossa ja seinäelementtien asennusryhmä asentaa seinäelementit n. 1,5 viikossa. Runkoasennusryhmä vastaa myös betonisten hissikuiluelementtien asennuksesta.

5.3 Kohteen tuoteosatoimittajan ja pääurakoitsijan väliset urakkarajat

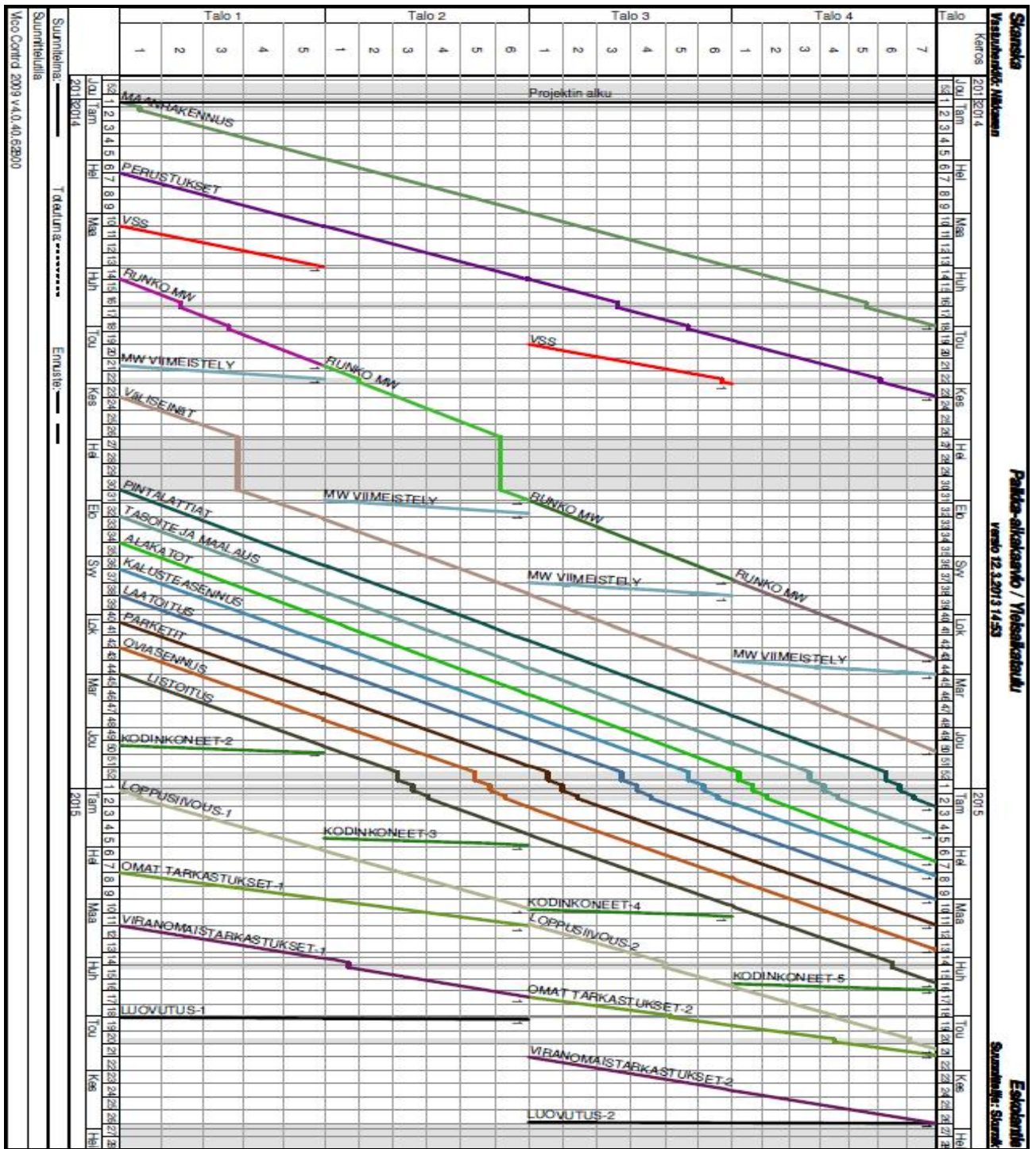
Kohteen kerrostalojen toteutuksessa tuoteosatoimittaja Metsä Wood Oy:n urakkaan kuuluvat yksinkertaistettuna taulukossa 5. esitetyt rakennusosat, rakenteet ja työsuoritukset. Urakan toteuttamisessa Metsä Wood Oy käyttää omaa kalustoa, materiaaleja ja työnvoimaa.

Taulukko 5. Urakkarajataulukko

Rakennusosa tai työsuoritus	Rajapinta / selite
Yläpohja	Aluskate
Ulkoseinä	Ulkopuolella rappauslevy, sisäpuolella höyrynsulku
Kantava runko ja alapohja	Perustusten peruspulteista ylöspäin
Parvekkeiden laatat ja kantavat rakenteet	
Betoniset hissikuilut	Asennus
Portaiden kantavat rakenteet	
Porrastasot	Puiset rakenteet
Ikkunat ja parvekeovet	Asennus
Työnaikainen sääsuojaus	
Mittaukset	Oman työn osalta

5.4 Kohteen alustava yleisaikataulu

Kohteen alustava yleisaikataulu laadittiin tekemällä yhteistyötä Tuomas Hakalan kanssa. Hakalalle toimitettiin aikataulun pohjaksi opinnäytetyötä varten laadittu luonnos kohteen yleisaikataulusta. Koska tuoteosatoimittajan laatimaa, tarkempaa runkoaikataulua ei ollut saatavissa, päätettiin käyttää Jaakko Länsiluodon kanssa käytyjen sähköpostikeskustelujen perusteella olettamusta, että runkovaihe kestää n. 6 viikkoa per talo. Alustava yleisaikataulu on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Eskolantien alustava yleisaikataulu.

6 Opinnäytetyön kannalta tärkeimpien litteroiden valinta

Liitteen 1. litterat käytiin läpi Skanska Talonrakennus Oy:n tuotantoinsinöörin Tuomas Hakalan kanssa 21.1.2013 Myllypurossa. Läpikäynnillä litteroista poimittiin ne, jotka ovat kohteesta riippuvaisia ja eri runkojärjestelmillä ja -materiaaleilla toteutettavista kerrostaloista poikkeavia ja siten kohteen kannalta erityisen tärkeitä.

Litteroiden valintaan vaikuttivat litteran arvioitu vaikutus kohteen 89-kustannuksiin sekä litteran kustannuksen suuruusluokka verrattuna 89-litteroiden kokonaiskustannuksiin perustuen Skanska Talonrakennus Oy:n kohteiden toteutuneisiin 89-kustannuksiin.

Vaikutuksiltaan ja kustannuksiltaan vähäiset, laskentavaiheessa arvioitaessa yleensä käsituntumalla arvioitavat sekä kohteen koosta tai kestosta riippuvaiset litterat, jotka eivät eroa huomattavasti toisistaan eri kohteiden välillä erilaisesta runkomateriaalista tai rakennustavasta huolimatta jätettiin pois tarkemmin tutkittavien litteroiden joukosta. Lisäksi ns. vanhentuneet ja Skanska Talonrakennus Oy:n järjestelmästä poistuneet sekä kohteeseen soveltumattomat litterat jätettiin pois. Litterat, joiden arvioimiseen tarvittavaa tietoa ei laskentavaiheessa ollut saatavilla, jätettiin pois.

Tuomas Hakalan mukaan Skanska Talonrakennus Oy:n tavanomaisten kohteiden toteutumien perustella yleensä yli 50 % 89-kustannuksista muodostuu työnjohdon, työmaarakennusten ja nosturien kustannuksista. Koska opinnäytetyön kohteessa ei ole tarvetta torninosturille, keskitytään tässä opinnäytetyössä sen sijaan työmaavaiheessa tarvittaviin ajoneuvonostureihin sekä muuhun nosto- ja siirtokalustoon.

Pääryhmistä 8 ja 9 tarkemmin tutkittaviksi valittiin seuraavat Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämän nimikkeistön mukaiset litterat. Littera 8710 käsitellään litteran 9240 yhteydessä ja littera 8370 käsitellään litteran 8360 yhteydessä.

- 8110 Työmaarakennukset
- 8120 Työmaatiet ja varastoalueet
- 8320 Ajoneuvonosturit

- 8340 Rakennushissit
- 8360 Siirtokoneet
- 8370 Muut nostimet
- 8710 Jätehuolto
- 9110 Työnjohto
- 9120 Työmaatoimisto
- 9140 Työmaakokeet ja katselmukset
- 9240 Siivous ja raivaus
- 9400 Talvilisätyöt, rakennuksen lämmitys ja kuivaus.

7 Opinnäytetyön tulokset

7.1 Litteroiden arviointi kohteen ja tuotesatoimituksen kannalta

Tässä alaluvussa käytetyt yksikkö- ja vuokratkustannukset perustuvat, ellei toisin mainita, Skanska Talonrakennus Oy:n 89-kustannusten kustannusarviopohjan arvoihin, joita tässä opinnäytetyössä ei voida esittää. Tarkkoja kustannustietoja ei voida tässä opinnäytetyössä esittää. Alaluvussa käytetyt työvaiheiden kestot pohjautuvat alustavaan yleisaikatauluun. Litteroiden kustannusten muodostumiseen vaikuttavat osatekijät perustuvat Talo 80 -järjestelmän määritelmiin ja Skanska Talonrakennus Oy:n 89-kustannusten kustannusarviopohjan litterakohtaisiin osatehtäviin.

Litteroita arvioitiin sekä kohteen, että tuotesatoimituksen kannalta. Skanska Talonrakennus Oy ei opinnäytetyön tekohetkellä ollut rakentanut yhtään energiatehokasta puukerrostaloa, joten tuotesatoimituksen vaikutuksien tarkka, litterakohtainen laskeminen ja luotettavien suhdelukujen määrittämien tulevien kohteiden kustannusten arviointia varten oli vertailukohtien puutteesta johtuen mahdotonta. Kustannusten vertailua paikalla rakennetun ja tuotesatoimituksella rakennetun, muilta osin identtisen, puukerrostalon välillä ei ollut tarkoituksenmukaista tehdä, koska kohteen puurakennesuunnittelusta vastaavan Asko Kerosen mukaan korkeiden, energiatehokkaiden puukerrostalojen toteuttaminen paikalla rakennettuna on Suomen sääolosuhteissa kustannusnäkökulmasta järjetöntä.

Edellä mainituista syistä johtuen tuotesatoimituksen vaikutuksista 89-kustannuksiin laadittiin tulevissa vastaavissa kohteissa 89-kustannuksia arvioidessa hyödynnettäväksi taulukko, jossa litterakohtaisesti esitetään kullekin litteralle arvioidut kohteen kustannukset ja kutakin litteraa arvioidessa huomioon otettavia asioita tuotesatoimituksen kannalta. Alaluvussa 7.2. tuotesatoimituksen asennuksesta riippuvaisten litteroiden kustannuksia arvioidaan saatavilla olevien tietojen puitteissa myös tapauksessa, jossa Skanska Talonrakennus Oy toteuttaisi kohteen tuotesajärjestelmän asennuksen omalla työvoimalla ja kalustolla.

Tiettyjen litteroiden kohdalla laskettiin käytettävissä oleviin tietoihin ja alustavaan yleisaikatauluun perustuva kustannusarvio. On huomioitava, että opinnäytetyön teko-
hetkellä laskenta-aineisto ja tuoteosatoimittajalta saadut tiedot olivat lähinnä suuntaa-
antavia työmaan alustavaa yleisaikataulua laatiessa suhteen. Litteroita arvioitaessa
käytettävissä oli vain alustavat arviot työvaiheiden kestoista ja siten myös kohteen kes-
tosta riippuvaisten litteroiden arvioidut kustannukset voivat olla epätarkkoja.

Litteroiden, joiden kohdalla tuoteosatoimituksen vaikutus on erittäin vähäinen tai ole-
maton, kustannuksia ei tässä opinnäytetyössä arvioida laskennallisesti. Näiden litteroi-
den kustannusten arviot perustuvat Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-
kustannusten ennusteeseen.

Taulukossa 6. esitetään litterakohtaisesti kustannuksen muodostumiseen vaikuttavat
tekijät Skanska Talonrakennus Oy:n kustannusarviopohjan mukaisesti, kohteelle lasket-
tu kustannusarvio, arviointitapa tai arvioija sekä kustannuksia arvioitaessa tuoteosa-
toimituksen kannalta huomioitavat seikat.

Arvion pohja -sarakeessa lyhenne lask. tarkoittaa, että kustannus on arvioitu lasken-
nallisesti. Lyhenne EP tarkoittaa, että ko. litteran kustannuksen arviona käytetään
Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arviota. Lyhenne tot
tarkoittaa tuoteosatoimitusta ja t.o.toimittaja tuoteosatoimittajaa. Tarkemmin tutkitut
litterat on merkattu taulukossa vihreällä.

Taulukko 6. Kustannusarvio ja tuotesatoimituksessa huomioitavat seikat.

Nro	Littera	Kustannuksen muodostuminen						Eskolantie,		Tuotesatoimitus		
		jm	kpl	m ²	rm ³	h	kk	erä	Muu, mikä		Arvio	Arvion pohja
8110	Työmaalit		x				x			38 600 €	Lask.	Tarvitaanko erilliset varasto- ja työjohtokontit, kenen kustannus
8120	Työmaalit ja varastoalueet								x	1 900 €	EP	Kuljetusten koot, tot:n asettamat vaatimukset, var.alueiden raivaus
8130	Nosturiradat									0 €	Ei kustannuksia	Tominosturin tarve, kenen kustannus
8150	Työmaa-aidat	x	x				x			32 500 €	EP	Ei vaikutusta
8160	Rakennussuojaus			x		x				19 600 €	EP	Tot:n valmiusasteesta riippuen suojattavaa voi olla vähemmän
8170	Työturvallisuus	x				x	x			25 900 €	EP	Tot-sopimuksesta riippuen kustannusten kohdistuminen
8180	Telineet ja keikat		x				x			10 600 €	EP	Julkisivun materiaali (tarvitaanko telineet) ja urakkarajat
8200	Työnalkaiset asennukset	x					x			31 000 €	EP	Ei vaikutusta
8320	Ajoneuvonosturit	x				x				0 €	Ei kustannuksia	Sisältyykö kauppaan, tuotesien vaatimukset nostokalustoille
8330	Tominosturit		x				x			0 €	Ei kustannuksia	Sisältyykö kauppaan, tuotesien vaatimukset nostokalustoille
8340	Rakennushissit	x					x			45 000 €	Lask.	Arvioidaan kohdekohtaisesti, t.o.järjestelmä voi vaikuttaa tarpeeseen
8350	Betonipumppu	x				x				18 100 €	Lask.	Tuotesajärjestelmän rakenneratkaisut, urakkarajat
8360	Siirtokoneet		x				x			54 080 €	Lask.	Sisältyykö kauppaan
8370	Muut nostimet	x					x			18 200 €	Lask.	Sisältyykö kauppaan
8410	Käsityökoneet	x					x			25 300 €	EP	Kustannus enemmän, jos asennus pääurakoitsijalla
8420	Työkäit ja väliineet		x				x			13 700 €	EP	Kustannus enemmän, jos asennus pääurakoitsijalla
8500	Käyttötarvikkeet	x					x			13 200 €	EP	Esivalmistusaste, asennustyön tarvikkeet sopimuksesta riippuen
8610	Työmaasähkö					x	x			50 000 €	EP	Tot:n sähköntarve, esivalmistusaste voi vähentää tarvetta
8620	Työmaavesi					x	x			4 000 €	EP	Ei vaikutusta
8630	Työmaakaasu					x	x			5 000 €	EP	Ei vaikutusta
8640	Polttoaineet								x	5 200 €	EP	Ei vaikutusta
8650	Kaukoliämpö						x			31 800 €	EP	Ei vaikutusta
8700	Työmaakuljetukset					x	x			9 500 €	EP	Ei vaikutusta
8710	Jätehuolto			x			x			39 600 €	Lask.	Esivalmistusasteen vaikutus jätemäärään, tot:n laajuus
9110	Työnjohto		x				x			417 000 €	Lask.	Tot:n työnjohto kulut pääurakoitsijalla vai t.o.toimittajalla
9115	Toimihenkilöiden matkakust.						x			13 200 €	EP	Tot:n työnjohto kulut pääurakoitsijalla vai t.o.toimittajalla
9120	Työmaatölmistö		x				x			60 000 €	Lask.	Sisältyykö t.o.toimittajan työnjohto tarvikkeiden kulut kauppaan
9130	Varaston hoito						x			1 000 €	EP	Ei vaikutusta
9140	Työmaakokeet ja katselemukset	x		x						31 000 €	Lask.	Mistä kustannuksista pääurakoitsija ja t.o.toimittaja vastaavat
9150	Vartiointi			x			x			5 500 €	EP	Mahdollinen lisävarointi julkisivuelementeille
9160	Edustus								x	2 500 €	EP	Ei vaikutusta
9170	Koulutus								x	5 000 €	EP	Tuotesien asennuskoulutus, jos tehdään itse
9180	Luottamusmies ja terv.huolto								x	2 400 €	EP	Kustannus enemmän, jos asennus pääurakoitsijalla
9210	Mittaustyöt			x		x				13 600 €	EP	Ei vaikutusta
9220	Remontti								x	1 000 €	EP	Ei vaikutusta
9230	Työmaatiilojen hoito			x		x				7 500 €	EP	Ei vaikutusta
9240	Silvous ja raivaus					x	x			100 000 €	Lask.	Kenen toimesta, mitkä rajaukset, esivalmistusaste vähentää määrää
9250	Loppusilvous					x				43 240 €	EP	Ei vaikutusta
9400	Talvillisätyöt					x	x			18 700 €	EP	Jos asennus talvikaudella, mahdolliset erityiset lisätyöt Rakennusaikainen kosteus, betonivalujen lämmitystarve, ajoitus vuodenaikoihin nähden, runkovaiveen nopeus
9610	Vakuutukset								x	8 000 €	EP	Tot:n vakuutusten kustannukset sopimuksen mukaan
9670	Rakennusalueen vuokrat			x			x			23 600 €	EP	Kohteesta ja tot-järjestelmästä riippuen tarve varastotilalle
9710	Työntekijöiden matkakust.						x			19 800 €	EP	Kustannus enemmän, jos asennus pääurakoitsijalla
9730	Työkälu korvaukset									6 600 €	EP	Kustannus enemmän, jos asennus pääurakoitsijalla

Kustannusten muodostuminen -sarakeessa kpl tarkoittaa, että litteran kustannus arvioidaan tarvittavasta kappalemäärästä, jm riippuvuutta tarvikkeiden pituuteen juoksumetreissä, m² riippuvuutta tietyn kokonaisuuden laajuuteen tai koko hankkeen huoneistopinta-alaan, rm³ riippuvuutta kohteen rakennustilavuuteen, h ilmaisee litteran kustannuksen riippuvuutta tietyn työn tuntimäärään, kk kustannuksen riippuvuutta kohteen, työvaiheen tai tarpeen kestoon ja erä ilmaisee, että kustannus arvioidaan eräkustannuksena.

7.1.1 8110 Työmaarakennukset

Litteralle 8110 kohdistuvia kustannuksia arvioitaessa tärkeimmät tiedot ovat, kuinka paljon toimisto- ja varastokontteja tarvitaan missäkin työmaan työvaiheessa ja kuinka kauan työvaiheet kestävät. Työmaan oletetaan vähentävän koppien määrää hankkeen loppua kohden mahdollisuuksien mukaan.

Tuomas Hakalan kanssa tehty arvio esitetään taulukossa 7. Taulukossa lyhenne TK tarkoittaa työmaakoppia, MK merikonttia ja HK holvikonttia. Työmaakopeiksi luetaan toimisto-, ruokailu-, puku- ja WC-tilat sekä pientarvikevarastot. Kestoarviot perustuvat alustavaan yleisaikatauluun. Taulukon kestot on mitattu työvaiheen alusta seuraavan työvaiheen alkuun.

Taulukko 7. Työmaarakennusten lukumäärä.

Työvaihe	Konttien lkm ja tyyppi	Kesto ~
Maanrakennus	-	1 kk
Perustukset	7 TK + 1 MK + 1 HK	2 kk
Runko	7 TK + 1 MK + 1 HK	2 kk
Sisävalmistus	9 TK + 1 MK + 1 HK	7 kk
Viimeistely	9 TK + 1 MK + 1 HK	6 kk

Työmaarakennusten kokonaiskustannukseksi laskettiin taulukon arvojen perusteella n. 32500 €. Työmaarakennusten kuljetusten, asennuksen ja purun sekä tarvittavien erillisten kalusteiden yhteiskustannukseksi arvioitiin n. 6100 €. Yhteensä litteralle 8110 kohdistuu arvion mukaan kustannuksia n. 38600 €.

7.1.2 8120 Työmaatiet ja varastoalueet

Littera 8120 valittiin tarkemman selvityksen alaiseksi, koska tuoteosatoimituksen toimitusaikataulu ja kuljetusten koko ovat tärkeitä, huomioonotettavia asioita työmaan kuluteitä suunniteltaessa. Työmaatien pitää olla riittävän leveä työmaaliikenteen sujuvuuden takaamiseksi. Litteran 8120 kustannukset eivät yleensä ole kovin suuria, mutta kohteen luonteen vuoksi arvioitiin, että lisäselvityksellä voidaan potentiaalisesti vähentää muille litteroille aiheutuvia kustannuksia. Litteran kustannusarviona käytetään Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arviota.

Kohteen kannalta erityisesti vesikattoelementtien kuljetusten pituus on otettava huomioon. Vesikattoelementit ovat kohteessa pisimmillään rakennuksen pidemmän sivun mittaisia eli tässä kohteessa n. 20–25 m pitkiä. Lisäksi työmaan logistiikan kannalta olisi järkevää, että työmaatie toteutettaisiin työmaan läpi kulkevana. Kohteen tuotesatoimitus asettaa vaatimuksia myös varastoalueille. Julkisivu-, välipohja ja kattoelementeille pitää olla riittävästi varastotilaa talojen lähistöllä. Länsiluodon mukaan varastotilaa pitäisi olla talojen vieressä vähintään parille elementtipukille, mitoiltaan n. 7,5 - 12 m x 4 m.

Tuotesatoimituksen kannalta ko. litteran kustannuksia arvioitaessa ja työmaata tarkemmin suunniteltaessa tärkeimmät huomioitavat asiat ovat kuljetusten koko, toimitusten tiheys ja vaatimukset varastoalueelle.

7.1.3 8320 Ajoneuvonosturit

Litteran 8320 kustannusten arvioimiseksi pitää arvioida, missä työvaiheissa ja tehtävissä nostokalustoa tarvitaan. Lisäksi on selvitettävä tarpeen kesto ja vaatimukset nostokalustolle.

Kohteessa kyseiselle litteralle ei arvion perusteella kohdistu kustannuksia. Metsä Wood Oy:n urakkaan sisältyy hissikuiluelementtien nostot, joten käytettävän kaluston kustannukset kohdistuvat muualle.

Tuotesatoimituksen kannalta on huomioitava tuotesaoelementtien, erityisesti vesikattoelementtien koko, nostimelta edellytettävä nostokorkeus ja ulottuma eli kohteen ja tuotesatoimituksen asettamat vaatimukset.

7.1.4 8340 Rakennushissit

Littera 8340 valittiin tarkasteluun, koska Tuomas Hakalan kanssa 21.1.2013 käytyjen keskustelujen perusteella oli kohteen kannalta tärkeää selvittää mahdollisuus käyttää rakennushissejä jokaisen talon yhdellä sivulla sisävalmistusvaiheen jätteenpoistoon ja tavaranoistoihin. Tällä tavalla vähennettäisiin tarvetta tavaransiirtoihin käytettävälle nostokalustolle. Kohteen suunnittelun edetessä selvisi, että kohteessa tullaan käyttä-

mään Alimak-rakennushissejä. Hissien tarve ajoittuu sisävalmistusvaiheeseen, arviolta noin viideksi kuukaudeksi taloa kohden.

Yhden hissien kuukausivuokra on n. 2200 €. Täten kohteen litteran 834 kustannukset ovat n. 45000 €, kun huomioidaan hissien vaatimat pohjalaatat.

Rakennushissien käyttö kohteessa tavarantoistoihin vähentää litteraan 8360 kohdistuvia kustannuksia. Kohteen kannalta on huomioitava hissien sijoittaminen parvekkeisiin nähden. Tämä johtuu siitä, että sisävalmistusvaiheessa, jolloin rakennushissejä tarvitaan, rakennusten parvekkeita ei ole vielä asennettu.

7.1.5 8360 Siirtokoneet ja 8730 Muut nostimet

Litteran 8360 ja 8370 kustannukset muodostuvat nosto- ja siirtotöissä käytettävän kaluston käyttöpalkoista, työmaahuollosta ja vuokrista. Litteroiden kustannuksia arvioitaessa pitää tietää siirtokoneiden ja nostolaitteiden tarve ja sen kesto sekä kohteen kalustolle asettamat vaatimukset.

Kohteen kustannuksia arvioitaessa on otettava huomioon rappaus-, julkisivu- ja kattotöissä tarvittava nostokalusto ja työmaan sisäiset materiaalin ja rakennusjätteen siirrot. Kalustotarpeeksi arvioidaan rappaus-, julkisivu- ja kattotöitä varten yksi kuukulkija 2 kuukaudeksi taloa kohden, kohteen sisävalmistusvaiheen ajaksi työmaan muihin nostoihin ja siirtoihin kurottaja 3 h / viikko ja hiab-auto 6 h / viikko sekä pieni kauhakuormaaja 10 kk ajaksi. Kalustotarpeen arvion mukaan laskettuna litteralle 8360 kohdistuu kauhakuormaajan, kurottajan ja hiab-auton kustannukset eli yhteensä 54080 €. Litteralle 8370 kohdistuu kuukulkijoiden käyttövuokrat ja siirtokulut, yhteensä 18200 €.

Tuoteosatoimituksen kannalta on huomioitava, että tuoteosatoimituksen sopimuksesta riippuen tuoteosatoimitajan käyttämän nosto- ja siirtokaluston kustannukset voivat kohdistua joko tälle litteralle tai muualle. Lisäksi on huomioitava, että tuoteosatoimituksen laajuus vaikuttaa tarvittavan kaluston määrään, nostokapasiteetteihin ja tarpeen kestoon. Arvio tuoteosatoimituksen asennuksessa käytettävästä nosto- ja siirtokalustosta ja niiden kustannuksista esitetään alaluvussa 7.2.

7.1.6 9110 Työnjohto

Littera 9110 on yksi suurimmista yksittäisistä 89-kustannuksista. Littera on aikaan ja määrään sidonnainen, joten sen arvioimiseksi on selvitettävä työnjohtohenkilöstön tarve työmaan kussakin työvaiheessa.

Taulukossa 8. esitetään Hakalan kanssa tehty arvio työnjohdon tarpeesta työmaan eri työvaiheissa. Tarpeiden kestot perustuvat alustavaan yleisaikatauluun. Lyhenne tarkoittaa TJ työnjohtajaa ja TI tuotantoinsinööriä.. Vastaava työnjohtaja (VTJ) on työmaalla koko kohteen keston ajan. Rungon työnjohdosta vastaa tuoteosatoimittaja.

Taulukko 8. Pääurakoitsijan työnjohdon tarve kohteessa.

Työvaihe	Työnjohdon lkm	Kesto ~
Maanrakennus	-	1 kk
Perustukset	1 TJ	4 kk
Runko	-	6 kk
Sisävalmistus	2 TJ	13 kk
Työmaan aikana	1 TI	12 kk
Koko työmaan	1 VTJ	18 kk

Opinnäytetyön näkökulman kannalta erityisesti huomioitavia ovat tuoteosatoimittajan työnjohtokustannukset. Vaikka tässä kohteessa ei litteralle 9110 kohdistu runkotyönjohtajan kuluja, ovat ne silti kohteen kustannuksia. Jos pääurakoitsija teettäisi tuoteosatoimituksen itse, kohdistuisivat myös tuoteosatoimituksen vaatiman erillisen työnjohdon kustannukset tälle litteralle. Taulukon mukaisesti laskettuna litteralle kohdistuvat kustannukset ovat n. 417000 €.

Tuoteosatoimituksella rakennettavassa kohteessa on litteran kustannuksia arvioitaessa otettava huomioon mahdolliset erot työnjohdon tarpeessa ja kustannuksien kohdistumisessa tuoteosatoimituksen laajuudesta ja sopimuksesta riippuen.

7.1.7 9120 Työmaatoimisto

Litteran 9120 kustannukset ovat pääsääntöisesti määrään ja aikaan sidonnaisia. Työmaan keston pidentyminen kasvattaa kustannuksia. Kustannukset muodostuvat työmaan toimihenkilöiden tarvitsemista ATK-laitteista, tulostimista ja muista toimistotar-

vikkeista, -välineistä ja -kuluista kuten kopiointi-, puhelin- ja tulostuskuluista. Skanska Talonrakennus Oy:n aiempien kohteiden perusteella kustannukseksi arvioitiin n. 1000 €/kk per toimihenkilö.

Kohteen työnjohdon tarpeen arvion perusteella litteralle kohdistuvat kustannukset ovat taulukon 7. perusteella laskettaessa arviolta n. 60000 €.

7.1.8 9140 Työmaakokeet ja katselmukset

Litteran 9140 kustannukset ovat kertakustannuksia. Kustannukset eivät ole kovin suuria koko 89-kustannuksiin verrattaessa, mutta opinnäytetyön tavoitteen kannalta tärkeitä selvittää. Litteran kustannuksia arvioidessa keskitytään vain ilmantiiveyden kannalta olennaisiin kokeisiin ja katselmiin.

Littera 9140 valittiin, koska 18.1.2013 Jaakko Länsiluodon kanssa käydyn keskustelun perusteella se on ainoa littera, johon ilmantiiveysvaatimus aiheuttaa Metsä Wood Oy:n tuoteosajärjestelmää käyttäessä kustannusvaihtelua.

Rakennusten ilmantiiveyden varmistamiseksi on tehtävä ainakin kaksi ilmantiiveysmittausta rakennusta kohden ja mahdollisuuksien mukaan myös lämpökuvauksia. Ilmantiiveysmittaukset tehdään Metsä Wood Oy:n urakan luovutuksen yhteydessä ja rakennusten varsinaisten luovutusten yhteydessä. Jokainen huoneisto kuvataan lämpökameralla mahdollisten ilmavuotokohtien paikantamiseksi ja vaipan tiiveyden varmistamiseksi.

Riippumatta rakennuksen toteutustavasta ja siitä, tekeekö pääurakoitsija tuoteosatoimituksen asennuksen vai ei, ilmantiiveysmittaukset toteutettaisiin samassa laajuudessa ja yhtä monta kertaa työmaan aikana. Tästä syystä voidaan todeta, että ilmantiiveysvaatimus ei aiheuta litteralle lisäkustannuksia. Tuoteosatoimituksen sopimuksesta ja urakkarajoista riippuen osa mittauksien kustannuksista voi olla tuoteosatoimittajan harteilla ja silloin ne eivät kohdistu pääurakoitsijan ko. litteralle. Tässä kohteessa tuoteosatoimittaja vastaa vaipan ilmantiiveysmittauksista urakkansa luovutuksen yhteydessä, joten ko. litteralle ei kohdistu neljän ilmantiiveysmittauksen kustannuksia. Litte-

ran 9140 kustannusten arviona käytettiin Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arviota.

7.1.9 9240 Siivous ja raivaus ja 8710 Jätehuolto

Litteran 9240 kustannus muodostuu erillisenä työnä tehtävästä rakennussiivouksesta. Litteran 8710 kustannus riippuu syntyvän rakennusjätteen määrästä ja laadusta, jätteenimuauton tarpeesta ja jätepuristimen tarvekuukausista sekä jätteenkäsittelymaksuista.

Tuoteosatoimitus vähentää työmaalla syntyvän rakennusjätteen määrää. Tehtaalla esivalmistetut elementit toteutetaan tehokkaammin ja vähemmällä hukalla verrattuna vastaavien rakenteiden toteuttamiseen työmaalla. Täten tuoteosatoimituksen laajuudesta ja esivalmistusasteesta riippuen jätteen kokonaismäärä, jätelavojen poiskuljetusten määrä sekä työnaikaisen siivoustyön määrä tuoteosatoimitettujen rakennusosien osalta vähenevät ja litteroiden kustannukset pienenevät. Ero jäte- ja työmäärässä voi olla kohtalaisen suuri ja ottaen huomioon litteroiden yhteenlaskettujen kustannusten suuruusluokan kohteen koko 89-kustannuksiin verrattuna, suuremmalla esivalmistettujen osien määrällä ja esivalmistusasteella saavutettu säästö ko. litteroiden kohdalla erityisesti ulkopuolen siivous- ja raivaustyön tarpeen vähentyessä voi olla huomattava.

Litteran 8710 kustannusten arviona käytettiin Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arviota, koska opinnäytetyön tekohetkellä tarkka rakennusjätteiden määrän laskeminen olisi suunnitelmien tarkkuuden takia ollut liian työlästä litteran kustannusten kokoon verrattuna. Ennusteen arvio rakennusjätteen määrästä ja laadusta oli järkevä ja aiempien kohteiden toteutumisiin verrattuna kokoluokaltaan tarkka.

Litteran 9240 kustannukset arvioitiin laskennallisesti. Laskennallinen arvio muodostettiin arvioimalla, kuinka paljon ja kuinka pitkään siivous- ja raivaustyötä tarvitaan kussakin työvaiheessa sisä- ja ulkopuolella. Tuntityönä tehtävää siivousta ja raivausta arvioitiin olevan rakennusten sisätiloissa n. 200 tth kuukaudessa 10 kuukauden ajan ja rakennusten ulkopuolella n. 120 tth kuukaudessa 15 kuukauden ajan. Lisäksi erillistä pö-

lynhallintatyötä arvioitiin olevan n. 2,5 tth / viikko 10 kuukauden ajan. Täten litteralle kohdistuvien kustannusten arvioitiin olevan n. 97300 €.

7.1.10 9400 Talvilisätyöt, rakennuksen lämmitys ja kuivaus.

Littera 9400 otettiin tarkemman tutkimuksen alaiseksi, koska aiempaa tietoa puukerrostalon rakennuksen lämmityksen ja kuivauksen kustannuksista ei ole. Kustannukset riippuvat kohteen työvaiheiden ajoituksesta vuodenaikoihin nähden.

Metsä Wood Oy:n puutuotteet on esikäsitelty tehtaalla rakennuksenaikaisen kosteuden varalta. Lisäksi runko saadaan säältä suojaan nopeasti, jo asennuksen ollessa kesken, joten rakenteisiin ei pääse kertymään rakennuksenaikaista kosteutta. Täten valmista runkoa ei tässä kohteessa asennuksen jälkeen tarvitse lämmittää ja kuivattaa. Sisävalmistusvaiheen alku ajoittuu loppukevääseen, jolloin Skanska Talonrakennus Oy:n tavanomaisiin kohteisiin verrattaessa erityistä tarvetta rakennuksen sisäpuoliselle lämmitykselle ja kuivaukselle ei ole. Talven lähestyessä rakennusten sisäpuoliseen lämmitykseen riittää tavanomainen lämmityskalusto. Näistä syistä kohteen kustannuksien arviointa käytettiin Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arviota, jossa kustannukset muodostuvat työmaan hiekoituksen, henkilötyönä tehtävien lumitöiden ja lumitöissä käytettävän traktorin kustannuksista sekä tavanomaisista sisävalmistusvaiheen aikaisista lämmitys- ja kuivatuskustannuksista.

7.2 Tuoteosatoimituksen asennuksen vaikutus 89-kustannuksiin

Tässä aluvussa esitetään käytettävien tietojen perusteella litterakohtainen arvio kohteen 89-kustannuksista tapauksessa, jossa Skanska Talonrakennus Oy vastaisi kohteen tuoteosatoimituksen asennuksesta. Arviota verrataan litterakohtaisesti aiemmin lasketun kohteen 89-kustannuksien arviointiin. Arvion yksikkö- ja vuokratkustannukset perustuvat Skanska Talonrakennus Oy:n 89-kustannusten kustannusarviopohjan arvoihin.

Laskelmassa oletetaan, että työvaiheiden kestot, tarvittavat resurssit ja kalusto ovat molemmissa tapauksissa samat. Laskelmassa ei esitetä litteroita, joihin tuoteosatoimituksella ei taulukon 6. mukaan ole vaikutusta. Litteroita, joiden vaikutus on pieni ja vaikeasti arvioitaessa, ei käsitellä tarkasti. Laskelmassa ei myöskään käsitellä raken-

nushankkeen loppupuolella tehtäviä, tuoteosatoimitukseen kuuluvia, parveke- ja julkisivun viimeistelyitä, koska niistä ei ollut riittävästi tietoa saatavilla.

Laskelman lopputulos esitetään taulukossa 9. Taulukossa Metsä Wood -sarakkeen alla olevat arvot ovat kohteen 89-kustannusarvion arvoja. Skanska-sarakkeen alla esitetään kunkin litteran arvioitu kustannus kun Skanska Talonrakennus Oy toteuttaa tuoteosajärjestelmän asennuksen.

Taulukko 9. Tuoteosajärjestelmän asennuksen toteuttajan vaikutus tiettyihin 89-litteroihin.

Littera		Asennuksen toteuttaja		Arvio asennuksen kustannuksista
Nro	Nimike	Metsä Wood	Skanska	
8170	Työturvallisuus	25 900 €	28 300 €	2 400 €
8320	Ajoneuvonosturit	0 €	72 000 €	72 000 €
8360	Siirtokoneet	54 080 €	68 480 €	14 400 €
8410	Käsityökoneet	25 300 €	30 300 €	5 000 €
8500	Käyttötarvikkeet	13 200 €	23 200 €	10 000 €
9110	Työnjohto	417 000 €	459 200 €	42 200 €
9115	Toimihenkilöiden matkakust.	13 200 €	16 500 €	3 300 €
9120	Työmaatoimisto	60 000 €	67 000 €	7 000 €
9140	Työmaakokeet ja katselmuks	31 000 €	35 000 €	4 000 €
9170	Koulutus	5 000 €	11 400 €	6 400 €
9710	Työntekijöiden matkakust.	19 800 €	25 560 €	5 760 €
9730	Työkalukorvaukset	6 600 €	7 800 €	1 200 €
Yhteensä:		671 080 €	844 740 €	173 660 €

Arvioita tehtäessä tarkkoja tietoja Metsä Wood Oy:n asennusryhmien koosta ja käytettävästä nostokalustosta ei ollut, joten kalusto- ja resurssipohjaisten litteroiden arvioimiseksi tehtiin tarvittavat oletukset käytössä olevien tietojen perusteella. Kunkin runkotyön asennusvaiheen asennusryhmän oletetaan koostuvan kahdesta asentajasta, yhdestä alamiehestä ja yhdestä nostimen kuljettajasta. Kuljettajan tuntipalkka sisältyy nostimen kustannuksiin. Asennusryhmän muut palkkakustannukset eivät kohdistu 89-litteroille. Rungon ja katon ohella hissikuiluelementit asentava asennusryhmä käyttää nostoihin ajoneuvonosturia, välipohja-asennuksen nostimena käytetään kurottajaa ja seinäasennuksissa ajoneuvonosturia. Tehdyt oletukset ja Skanska Talonrakennus Oy:n kustannusarviopohjaan perustuvat nostimien kustannukset työtuntia kohden esitetään taulukossa 10. Taulukossa lyhenne as tarkoittaa asentajaa ja am alamiestä.

Taulukko 10. Asennusryhmän koot ja kaluston tarve ja kustannukset taloa kohden.

Asennusvaihe	Kesto	Resurssit	Kalusto	€/ h	€/ talo
Runko, katto, hissikuilut	3 vko	2 as, am	Ajoneuvonosturi	100	12 000 €
Välipohjat	1,5 vko	2 as, am	Kurottaja	60	3 600 €
Seinäelementit	1,5 vko	2 as, am	Ajoneuvonosturi	100	6 000 €
Yhteensä	6 vko	6 as, 3 am			21 600 €

Taulukon mukaisesti laskettuna neljän talon asennustyössä tarvittavasta kalustosta kustannuksia kohdistuu litteralle 8320 n. 72000 € ja litteralle 8360 n. 14400 €.

Asennusryhmä tarvitsee työssään putoamissuojavälineet, jonka johdosta työturvallisuuslitteran kustannukset kasvavat. Työmaalla tarvitaan yhdet valjaat asentajaa kohden runkotyön ajaksi. Oletetaan, että alamies ei tarvitse putoamissuojausta. Arvioitu lisäkustannus litteralle 8170 on kuuden valjaan hankintakustannukset eli n. 2400 €.

Litteralle 8410 kohdistuu asennustyössä tarvittavien käsityökoneiden kustannukset. Koska tietoa asennustyössä käytettävistä käsityökoneista ei ole, arvioidaan litteran suuruusluokkaan ja asennustyön pituuteen suhteutettuna lisäkustannuksien suuruusluokaksi n. 5000 €. Litteralle 8500 kohdistuvat käyttötarvikkeiden kustannukset ovat niin ikään riittävän tiedon puutteen takia vaikeita arvioida, mutta kohteen alustavien kuvien perusteella voidaan todeta, että kiinnityksiin käytettävien pitkien ruuvien ja naulojen ja muiden kiinnitystarvikkeiden kustannukset voivat olla yhteensä n. 10000 € luokkaa.

Koska Skanska Talonrakennus Oy ei ole aiemmin toteuttanut puukerrostaloja tuoteosa-toimituksella, asennusryhmä pitää kouluttaa ja perehdyttää asennus- ja nostotyöhön, mistä aiheutuu lisäkustannuksia litteralle 9170. Asennus- ja nostokoulutuksen kustannuksia on mahdotonta arvioida tarkasti, koska kyseessä on kuvitteellinen, laskentavaiheessa arvioitava tilanne. Arvioimista varten oletetaan, että koulutus kestää viikon ja että työntekijöille maksetaan 15€ tuntikorvaus koulutusajalta. Tämän lisäksi otetaan huomioon mahdolliset koulutuksen järjestämiskulut 1000€ varauksella. Edellä mainituilla ehdoilla arvioituna koulutuksen kustannuksia varten varataan 6400 €.

Asennusta johtamaan ja valvomaan tarvitaan kokenut työnjohtaja. Työnjohtajan oletetaan saapuvan työmaalle valmistelemaan asennustöitä kuukausi ennen asennuksen alkua. Työnjohtolitteralle 9110 kohdistuu työnjohtajan palkkakustannukset 7 kuukau-

den ajalta. Lisäksi toimihenkilöiden matkakulujen ja työmaatoimiston kustannukset kasvavat. Litteran 9110 kustannukset kasvavat n. 42200 €, 9115 kustannukset kasvavat n. 4500 € ja litteran 9120 kustannukset kasvavat n. 7000 €. Litteran 9115 lisäkustannus on laskettu suhteuttamalla Skanska Talonrakennus Oy:n kohteen 89-kustannusten ennusteen arvio yhtä työntekijävuotta kohden ja kertomalla se työssä-olokuukausilla. Litterat 9110 ja 9120 laskettiin samalla tavalla kuin alaluvussa 7.1.

Tuoteosajärjestelmän asennuksen jälkeen jokaisen talon vaipan ilmantiiveys mitataan, jolloin yhteensä neljän ilmantiiveysmittauksen kustannukset, n. 4000 €, kohdistuvat työmaakoheet ja katselmukset -litteralle 9140.

Työkalukorvaus on rakennusalan työehtosopimuksen mukaan kirvesmiehelle 1,68 € / päivä, joten asennusryhmän työkalukorvausten arvioidaan aiheuttavan litteralle 9730 n. 1800 € lisäkustannuksen.

Asennuksen kuuluessa pääurakoitsijalle asennusryhmän matkakulut kohdistuvat litteralle 9710. Kohteen litteran arvion perustuessa haarukoituun kustannusarvoon, on vaikeaa arvioida tarkkaa lisäkustannusta ko. litteralle. Oletuksella, että asennusryhmän jokainen työntekijä saa 6 € matkakorvausta jokaista päivää kohden ja työskentelee yhteensä 120 päivää, litteralle kohdistuu 6480 € lisäkustannus.

8 Yhteenveto ja päätelmiä

Jatkuvasti kiristyvät energiamääräykset ohjaavat Suomen uudisrakentamista energiatehokkaisiin rakenteisiin ja rakennuksiin sekä pienempään rakentamisen hiilijalanjälkeen. Vuonna 2011 uudistuneet palomääräykset mahdollistavat aiempaa korkeampien puukerrostalojen rakentamisen. Tästä johtuen energiatehokkaiden puukerrostalojen rakentaminen on yleistymässä. Toteuttamalla puukerrostaloja tuoteosatoimituksella saavutetaan parempi rakentamisen laatu ja siten parempi energiatehokkuus ja pienempi hiilijalanjälki. Toteuttamalla puukerrostalon runko tuoteosatoimituksella mahdollistetaan runkovaiheen lyhyempi kesto betonikerrostaloon verrattaessa. Puu rakennusmateriaalina on kevyt ja rakennuksen valmis runko mittatarkka.

Suurimmat 89-kustannukset tavanomaisessa energiatehokkaassa kerrostalohankkeessa muodostuvat tutkimuksen perusteella työmaatilojen ja -rakennusten, työnjohdon sekä torninosturin ja muun nosto- ja siirtokaluston kustannuksista sekä erillisenä työnä suoritettavan siivous- ja raivaustyön kustannuksista. Näihin kustannuksiin voidaan vaikuttaa tuoteosatoimitukseen ja sen laajuuteen ja esivalmistusasteeseen vaikuttavilla päätöksillä. Puun käyttäminen runkomateriaalina mahdollistaa kerrostalotyömaan, jossa tarvetta raskaalle nostokalustolle on vähän. Torninosturia ei välttämättä tarvita ollenkaan ja suurin osa tuoteosaelementeistä voidaan asentaa nostokorkeuksista ja tarvittavasta ulottumasta riippuen joko ajoneuvonostureita tai kevyitä nostimia käyttäen. Tästä syntyy suora kustannussäästö 89-litteroille.

Suuri tekijä 89-kustannuksien muodostumisessa on kohteen kesto. Jokainen lisäkuukausi työmaan kokonaiskestoon kasvattaa 89-kustannuksia. Esivalmistettuja ja mittatarkkoja tuoteosaelementtejä käyttämällä saadaan lisävarmuutta työmaan kestoa pidentäviä yllätyksiä ja virheitä vastaan. Tuoteosatoimituksella rakentamisella on tietysti omat riskinsä, mutta pääurakoitsijan näkökulmasta on etu, että vastuu tuoteosatoimituksella toteutettavien rakennusosien toteuttamisesta ja laadusta ja myös mahdollisten virheiden kustannuksista kuuluu tuoteosatoimittajalle.

Tuoteosatoimituksella toteutettava puurunko saadaan asennettua nopeasti ja rakennuksen vaippa tiiviiksi ja sääsuojaan lyhyessä ajassa, jolloin työmaanaikaiselle lämmitämiselle ja kuivatukselle on vähemmän tarvetta kuin esim. betonielementeillä toteutet-

tavan rungon tapauksessa. Ripeän runkovaiheen ja sääsuojauksen ansiosta rakennuksenaikaisen kosteuden tuomat ongelmat ja lisäkustannukset vähenevät huomattavasti tai jopa poistuvat kokonaan.

Sisällyttämällä rakennekokonaisuuden asennus tuoteosakauppaan pystytään pienentämään työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksia ja käyttämään hyväksi tuoteosatoimittajan ammattitaitoa ja resursseja. Käytännössä kohteen kokonaiskustannukset eivät kuitenkaan pienene. Tämä johtuu siitä, että mm. asennustyössä käytettävän nosto- ja asennuskaluston ja -tarvikkeiden kustannukset sekä työnjohdon kustannukset kohdistuvat muille litteroille. Aiemmin mainitut asennuksesta aiheutuvat kustannukset kohdistuisivat käyttö- ja yhteiskustannusten litteroille jos pääurakoitsija päättäisi toteuttaa ko. rakennekokonaisuuden omana työnä.

Suurimmat pääurakoitsijan toteuttaman asennustyön 89-litteroille kohdistuvista kustannuksista syntyisivät nostokaluston ja työnjohdon tarpeesta. Tapauksessa, jossa pääurakoitsijalla olisi tuoteosatoimittajaa vastaavat edellytykset toteuttaa tuoteosajärjestelmän asennus, asennuksen toteuttaminen omana työnä olisi halvempi vaihtoehto, koska asennuksen kustannuksiin ei sisältyisi tuoteosatoimittajan katetta. Usein näin en usko kuitenkaan tapahtuvan, koska tuoteosajärjestelmiä on markkinoilla useita ja pääurakoitsijan työntekijöillä ja työnjohdolla ei todennäköisesti ole tuoteosatoimittajan työntekijöiden ja työnjohdon harjaantuneisuutta asennustyöhön ja sen johtamiseen. Todennäköisyys, että pääurakoitsijalla olisi juuri kussakin kohteessa käytettävän tuoteosajärjestelmän asennustyöhön harjaantunutta työvoimaa, on erilaisten tuoteosajärjestelmien määrän vuoksi pieni. Lisäksi on otettava huomioon, että vastuu asennustyön toteuttamisesta ja laadusta kuuluu asennuksen osalta tällöin pääurakoitsijalle. Työvirheet ja tarvittavista korjaustöistä aiheutuva työmaan keston mahdollinen piteneminen ja siten 89-kustannusten kasvaminen ovat tässä tapauksessa pääurakoitsijan huolenaiheita ja ne on otettava huomioon riski- ja kustannusarvioissa.

Tutkimuksen tulokseksi saatua taulukkoa, jossa esitetään 89-kustannuksia litterakohteisesti arvioidessa tuoteosatoimituksen kannalta huomioonotettavia seikkoja, voidaan käyttää tulevien tuoteosatoimituksella toteutettavien kohteiden 89-kustannuksia arvioidessa apuvälineenä. Tutkimuksen tekohetkellä käytössä olevien kohteen ja tuoteosa-

toimituksen tietojen epätarkkuudet estivät tarkan kustannusarvioinnin, joten insinöörityöstä saatuja tuloksia ei voi käyttää 89-kustannuksien arvioinnin ainoana työkaluna.

Jos Skanska Talonrakennus Oy voittaa insinöörityössä tutkitun kohteen urakan, voisi tutkimusta jatkaa käyttämällä valmiin kohteen toteumatietoja vertailukohtana omana työnä tehtävän tuoteosien asennuksen kannattavuuden määrittämiseksi.

Lähteet

- 1 Verkkodokumentti, <http://www.skanska.fi/fi/Tietoa-Skanskasta/>, luettu 9.11.2012.
- 2 Verkkodokumentti, http://www.passiivi.info/download/passiivitalon_maaritelma.pdf, luettu 15.11.2012.
- 3 Yleisseloste Talo 80-nimikkeistöjärjestelmän mukaan, Rakentajain Kustannus Oy, Helsinki 1981.
- 4 Helenius, Tom, Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset asuntorakentamisessa, Insinööriyö, Helsingin Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma, Tuotantotekniikka. Helsinki 2008.
- 5 RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen: Asuinrakennukset, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Helsinki 2009.
- 6 Verkkodokumentti, http://www.vtt.fi/liitetiedostot/cluster6_rakentaminen_yhdyskuntatekniikka/Valsai_Sanasto.pdf, luettu 11.1.2013.
- 7 Esite, Metsä Wood kerrostalojärjestelmä, Metsä Wood Oy.
- 8 Verkkodokumentti, <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puukerrostalot/puukerrostalo.pdf>, luettu 14.2.2013.
- 9 Verkkodokumentti, http://www.elementtisuunnittelu.fi/download/23501/BES2010_A3.Suunnitteluprosessi_100629.doc, luettu 7.3.2013.
- 10 Kempainen, T., Tuoteosakauppa ja rakennusyritys, RTK-Fakta Oy, Helsinki 1992.
- 11 Suomen Rakentamismääräyskokoelma osa D2.
- 12 Verkkodokumentti, <http://customers.evianet.fi/woodfocus/index.php?woodfocusid=2&vr=100&anonymous=nobody>, luettu 12.4.2013.

- 13 Verkkodokumentti,
www.betoni.com/Download/22478/Betonirakenteiset_pientalot.pdf, luettu
18.4.2013.

Liite 1: 8 ja 9 litteroiden tarkka sisältö

Rakentamisosan 8 sisältö

Edellä on esitelty nimikkeistön sisällöt Talo 80 -järjestelmän mukaan. Rakentamisosasta käytetään nimikettä littera.

811 Työmaarakennukset

Litteraan sisältyy työmaatoimisto, työsuojat, varastot, työpajat ja muut väliaikaiset rakennukset. Nimikkeitä ovat kuljetus työmaalle, pystytys, vuokrat, korjaukset ja purku.

812 Työmaatiet ja varastoalueet

Litteraan sisältyy väliaikaiset työmaatiet, rummut ja muut liikenne rakenteet. Myös väliaikaiset varastoalueet ja varastotelineet kuten elementtifakit sisältyvät litteraan. Nimikkeitä ovat rakenteen teko, hoito ja purku. Pysyväksi tarkoitettujen liikennealueiden työt kuuluvat rakentamisosaan 17. Varastorakennukset 811.

813 Nosturiradat

Litteraan sisältyy nosturiratojen perustamis-, vahvistus- ja muiden rakennustöiden lisäksi myös radan teko, kunnossapito ja purku.

814 Koneasemat ja työasemat

Litteraan sisältyy väliaikaiset perustusten vahvistus- ja muut erilliset maarakennustyöt koneasemia varten sekä työasemien kuten laudoitus- ja raudoitusasemien pystytys ja purku.

815 Aitaus ja mainoskilvet

Litteraan sisältyy työmaan väliaikaisen aitauksen sekä mainos- ja opastekilpien pystytys, hoito ja purku.

816 Rakennussuojaus

Litteraan sisältyy suojapeitteiden käyttö ja vuokra sekä erilliset rakennuksen pöly- ja muut suojaustoimenpiteet. Keskeytyskorjaukset kuuluvat rakentamisosaan 965.

817 Työturvallisuus

Litteraan sisältyy työturvallisuustarkastukset, suojavaarusteet ja työturvallisuutta varten asennettavat tai rakennettavat suoja-aidat, katokset, portaat ja kulkusillat.

818 Telineet ja kelkat

Litteraan sisältyy ulkotelineet, vastaanottolavat, kelkat, vinssitornit sekä useampaa työkuntaa palvelevat sisätelineet. Nimikkeitä ovat pystytys, siirrot, käyttövuokrat ja purku.

821 Vesijohdot ja viemäröinti

Litteraan sisältyy väliaikaisten vesi-, viemäri-, ja lämpöjohtojen asennus, hoito ja purku sekä liittäminen verkostoihin.

822 Sähkötyöt

Litteraan sisältyy työmaan sähköistämistä palvelevat väliaikaiset kaapeli- ja sähköjohdotasennukset, keskuskeskukset, mittaritaulut suojineen, työmaan työnaikaisen valaistuksen työt. Nimikkeitä ovat pystytys, purku ja työnaikaiset liittymismaksut sähkönjakeluverkkoon.

823 Puhelin

Litteraan sisältyy väliaikaiset puhelin- ja kovaäänislaitteet sekä niiden asennus, hoito ja purku.

824 Radiolaitteet

Litteraan sisältyy väliaikaisten radiolaitteiden asennus, hoito ja purku.

831 Betoni- ja laastiasemat

Litteraan sisältyy betonin ja laastin valmistus- tai vastaanottoasemien pystytys, asennus ja purku sekä työmaalla tapahtuva huolto ja vuokrat. Käyttökustannukset ao. nimikkeelle.

832 Ajoneuvonosturit

Litteraan sisältyy ajoneuvo- ja mobilenosturien käyttöpalkat, vuokrat ja tuenta.

833 Torninosturit

Litteraan sisältyy torninostureiden kuljetukset työmaalle, käyttöpalkat ja vuokrat, työmaahuolto sekä pystytys ja purku.

834 Rakennushissit

Litteraan sisältyy rakennushissien työmaahuolto, vuokrat, pystytys ja purku.

835 Betonipumput

Litteraan sisältyy betonipumppujen käyttö, vuokra ja pystytys sekä purku. Betonointi ao. nimikkeelle.

836 Muut siirtokoneet

Litteraan sisältyy muut kuormaus- ja siirtokoneet kuten kuormaajat, dumpperit, traktorit, trukit ja nostolaitteet.

Nimikkeitä ovat koneiden käyttöpalkat, työmaahuolto ja vuokrat. Torninosturit 833. Maarakennuskoneet pääryhmä 1.

841 Työkoneet

Litteraan sisältyy kiinteät työkoneet ja käsikoneet, joita ei lueta käyttöomaisuuteen, kuten sirkkelit, terästen katkaisimet ja taivuttimet, porat, täryttimet ja hiomakoneet.

Nimikkeitä ovat hankinta tai vuokrat ja työmaalla tapahtuva huolto. Käyttö ao. nimikkeelle.

842 Työkalut ja välineet

Litteraan sisältyy työmaalla yhteisessä käytössä olevat työkalut ja välineet kuten lapiot, rautakanget, purkuraudat, piikkausvälineet, sahat, kirveet yms. Nimikkeitä ovat tarvike- ja huoltokustannukset.

85 Työmaan käyttötarvikkeet

Litteraan sisältyy sellaiset pientarvikkeiden ja aineiden tarvikekustannukset, jotka käsitetään koko työmaan käyttötarvikkeiksi kuten naulat, kierteet, pultit, sidelangat ja -raudat, ampumanaulat ja panokset, langat, köydet, lamput, sulakkeet ja voiteluaineet.

861 Sähkö

862 Vesi

863 Kaasu

864 Polttoaineet

865 Kaukolämpö

871 Materiaalikuljetukset

Litteraan sisältyy pientarvikkeiden nouto ja kuljetus sekä sellaiset erityiset aine- ja tarvikekuljetukset, jotka eivät ole rahteja. Rahdit ao. nimikkeelle.

872 Koneiden ja laitteiden kuljetukset

Litteraan sisältyy työkoneiden ja kaluston kuljetus työmaalle ja varastoon. Työmaarakennusten kuljetus 811 ja nosturien kuljetus 832 ja 833.

873 Puhdistusjätteiden kuljetukset

Litteraan sisältyy työmaan siivous- ja raivausjätteiden poiskuljetukset, lumenajon kaatopaikalla aiheutuvine kustannuksineen sekä jätteiden keräysvälineiden vuokrat. Vanhojen rakenteiden purku- ja raivauskuljetukset 118.

874 Työntekijöiden kuljetukset

Litteraan sisältyy rakentajan toimesta järjestetty kuljetus työkohteelle. Päivittäisten matkojen korvaukset 971.

875 Huoltokuljetukset

Litteraan sisältyy yleensä säännölliset työmaan huoltoon, tietoliikenteeseen ja keskusvaraston toimituksiin liittyvät kuljetukset sekä työmaan käytössä olevien autojen kustannukset.

Rakentamisosan 9 sisältö

911 Työnjohto

Litteraan sisältyy työnjohdon kuten työmaamestarien, työnjohtajien, työmaainsinöörin ja hankintamiehen palkkakustannukset.

912 Työmaatoimisto

Litteraan sisältyy työmaatoimiston henkilökunnan palkkakustannukset sekä toimistotarvikkeiden ja välineiden kustannukset sekä muut toimistokulut kuten puhelinkulut, postituskulut ja toimistokopiointikulut.

913 Varaston hoito

Litteraan sisältyy varastonhoitajien palkat.

914 Työmaakokeet ja katselmukset

Litteraan sisältyy rakentajan maksettavaksi kuuluvat työmaakokeet ja ainetutkimukset kuten betonikoekuutiot, seulontakokeet, tiiveyskokeet, kosteusmittaukset näihin kuuluvine lausuntoineen sekä viranomaisten ja kolmannen osapuolen vahinkojen toteamiseksi järjestettyjen katselmusten kulut. Mallit ja koekappaleet ao. nimikkeelle.

915 Vartiointi

Litteraan sisältyy työmaan työnaikainen vartiointi.

916 Edustus

Litteraan sisältyy harjannostajaisten ja työmaakokousten kulut järjestelyineen ja tarjottuineen sekä muu hankekohtainen edustus.

917 Koulutus

Litteraan sisältyy työntekijöiden työnopastus, koulutus ja informointi.

918 Luottamustoimet ja työterveydenhuolto

Litteraan sisältyy luottamusmiehen, työsuojeluvaltuutetun ja työsuojelutoimikunnan palkat ja kulut sekä työntekijöiden työterveydenhuollon sekä ensiavun aiheuttamat kustannukset.

921 Mittaukset

Litteraan sisältyy keskitetysti erillinen mittamies, alihankkijan tai kunnan suorittamat mittaukset kuten rakennuspaikan ja runkovaiheen mittaukset aputoineen ja tarvikkeineen. Työkuntien suorittama mittaus ao. nimikkeelle.

922 Korjaukset

Litteraan sisältyy erillisen ns. remonttimiehen suorittamat korjaustyöt.

923 Työmaatilojen hoito

Litteraan sisältyy työmaatilojen kuten työsuojiin, työmaatoimiston, majoitustilojen ja varastojen siivous ja siivoustarvikkeet sekä tilojen käyttötarvikkeet kuten wc-paperit, pyyhkeet ja mukit.

924 Siivous ja raivaus

Litteraan sisältyy erillisenä työnä tehtävä rakennuksen ja rakennusalueen työnaikainen siivous, raivaus ja jätteiden hävittäminen. Rakennusalueen raivaus 111, puhdistusjätteen kuljetukset ja jätteiden keräyslaitteet 873.

925 Loppusiivous

Litteraan sisältyy rakennuksen siivous, puhdistus ja viimeistely kuten vahaus luovutus-kuntoon.

941 Lumi- ja jäätyöt

Litteraan sisältyy lumen luonti, jään poisto ja sulatus erillisenä työnä rakenteilta tai rakennusalueelta. Lumenajo 873.

942 Lämpösuojaus

Litteraan sisältyy rakennuksen ja rakenteiden lämpösuojaus erillisenä työvaiheena. Betonivalun suojaus ao. nimikkeelle. Rakennuksen pölysuojaus 816.

943 Rakennuksen lämmitys ja kuivaus

Litteraan sisältyy rakennuksen lämmityksen ja kuivauksen kuten lämmityslaitteiden hoidon ja huollon ja vuokrat sekä lämmitysasemien pystytys ja purku. Käyttöaineet ja energia 86.

944 Runkorakenteiden lämmitys

Litteraan sisältyy perustus- ja runkorakenteiden betonin kovettumista nopeuttava erillinen lämmitys kuten lankalämmitys ja infrapunalämmitys.

951 Muutos- ja lisätyöt

Litteraan sisältyy muutos- ja lisätöiden kustannuslaskelmaan perustuvat kustannukset tavoitearvojen lisäyksenä tai vähennyksenä.

952 Korvaukset kustannustason muutoksista

Litteraan sisältyy indeksi- ja muut kustannustasokorvaukset tai hyvitykset tavoitearvojen muutoksena.

953 Tulot luovutuksista ja palveluista

Litteraan sisältyy työmaan saamat tulot kuten hyötöpuun ja kalliolouheen myyntitulot.

961 Työmaan vakuutukset

Litteraan sisältyy työmaan vakuutukset kuten rakennustyö-, palo-, murto-, vastuuvakuutukset. Työntekijöiden vakuutukset 984.

962 Vakuuskulut ja sopimussakot

Litteraan sisältyy vakuuksista aiheutuvat provisiot, korot ja kulut sekä sopimussakot.

963 Takuukorjaukset

Litteraan sisältyy rakennuskohteen kustannukset takuuajana. Kustannukset on sopivaa käsitellä kustannuslaskennassa varauksena. Vastaanottotarkastuksessa havaittujen virheiden ja puutteiden korjaus ao. nimikkeelle.

964 Vahingonkorvaukset

Litteraan sisältyy kolmannelle osapuolelle suoritettavat korvaukset.

965 Keskeytyskustannukset

Litterana sisältyy rakentajalle työn keskeytymisestä aiheutuvat kustannukset.

968 Rakennusalueen vuokrat

Litteraan sisältyy rakennustyön tarvitsemien alueiden kuten viereisten tonttien, katualueen, varastoalueen yms. rakennusaikaisesta vuokrauksesta aiheutuvat kustannukset.

971 Päivittäisten matkojen korvaukset

Litteraan sisältyy työehtosopimusten mukaiset päivittäisten työmatkojen korvaukset.

972 Päivä- ja eväsrahat

973 Työkalukorvaukset

974 Majoituskustannukset

975 Matkakustannukset

Litteraan sisältyy erikseen työnantajan määräyksestä tehtyjen matkojen matkakustannusten korvaukset.

976 Työaikalisät

Litteraan sisältyy palkkoina maksettavat poikkeavan työajan lisät kuten ylityö-, vuoro- ja sunnuntaityö sekä hälytyslisät.

977 Olosuhdelisät

Litteraan sisältyy työehtosopimuksen mukaan maksettavat olosuhdelisät kuten korjaustyö- ja tunnelityölisät.

981 Vuosilomakorvaukset

982 Vapaapäiväkorvaukset

984 Sosiaaliturvamaksu

985 Eläketurvamaksut

986 Työntekijöiden vakuutukset

Litteraan sisältyy palkoista aiheutuvat muut lakisääteiset vakuutusmaksut kuten tapaturma-, työttömyys- ja ryhmähenkivakuutukset.