



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Oiva Porttinen

Räystäsrakenteiden kustannusselvitys kerrostalohankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

6.5.2021

Tekijä Otsikko	Oiva Lit Alpha Farao Porttinen Räystäsrakenteiden kustannusselvitys kerrostalohankkeessa
Sivumäärä Aika	45 sivua + 6 liitettä 6.5.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Vastaava työnjohtaja Tero Voutilainen Rakennuspäällikkö Mikko Vaitinen Lehtori Anne Pietilä
<p>Työn tarkoitus on selvittää räystäsrakenteiden budjetin ylityksiin johtaneita syitä ja pyrkiä löytämään keinoja, joilla ylityksiltä voidaan jatkossa välttyä. Työ toteutettiin Skanska Talonrakennuksen toimeksiannosta.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytetään rakennusalan kustannus- ja tuotannonhallinnan kirjallisuutta sekä dokumentteja viranomais määräyksistä- ja ohjeistuksista.</p> <p>Tutkimuksessa hyödynnetään yrityksen sisäiseen kustannusjärjestelmään kerättyä dataa ennen rakennusvaihetta tehdyistä arvioista sekä toteutuksen aikana kertyneistä kustannuksista. Toteutuksen aikana saaduista kuiteista saadaan materiaalien toteutuneita keskiarvohintoja työmaalla sekä työn tuntihintoja ja määriä. Työssä tarkasteltiin myös kohteiden rakennuspiirroksia, joiden pohjalta avataan omilla laskelmilla rakenteiden sisältämää materiaalimenekkiä vertailuksi.</p> <p>Havaittiin, että sekä työn ja materiaalin osalta kustannukset tavoitearviossa eivät vastaa tutkimuksessa laskettuja hintoja. Tutkimuksen laskelma pohjautuu työmaan toteutuneisiin hintoihin, sekä rakennuspiirrosten pohjalta tehtyihin laskelmiin rakenteiden materiaalimenekistä.</p> <p>Työn hinta on tarkasteltavissa kohteissa ollut huomattavasti kalliimpaa kuin tavoitearviossa ja näin ollen työn arvioitu hinta tulisi tarkastaa ja tehdä mahdolliset korotukset. Materiaalien osalta joko tuotteiden yksikköhinta tai rakenteiden sisältämä materiaalin määrä tulee tarkastaa.</p>	
Avainsanat	Räystä, pukki, kustannushallinta, tuotannonhallinta

Author Title	Oiva Porttinen Costing of Eaves Structures in an Apartment Building Project
Number of Pages Date	45 pages + 6 appendices 6.5.2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Construction and Site Management
Instructors	Mikko Vaittinen, Project Manager Tero Voutilainen, Responsible Foreman Anne Pietilä, Principal Lecturer
<p>The purpose of the thesis was to find the reasons that led to the budget overruns of the eaves structures and seek ways to avoid this in the future. The thesis was being commissioned by Skanska Talonrakennus.</p> <p>The research material included construction costing and production management literature, as well as documents on official regulations and instructions.</p> <p>Data was collected from the company's internal cost system where estimates made before the construction phase and costs accrued during implementation are saved. Receipts received during implementation provide the actual average prices of materials on site and the hourly prices and quantities of work. The construction drawings of the sites were also examined and material consumption for the structures shown in the drawings was calculated for comparison.</p> <p>It was found that for both labor and material, the costs in the target estimate did not correspond to the theoretical calculation, which is based on the actual prices of the site, and on the material consumption calculations performed in this thesis.</p> <p>The price of the work in the examined objects has been considerably more expensive than in the target estimate, therefore the estimated cost of the work should be checked and any increases in materials, either the unit price of the products or the amount of material contained in the structures should be checked.</p>	
Keywords	eaves, stud, cost management, production management

Sisällys

Liitteet	2
1 Johdanto	4
1.1 Työn tarkoitus ja rajaus	4
1.2 Tutkimusmenetelmät	4
1.3 Riskit	4
2 Räystäsrakenteen tarkoitus ja määräykset	5
2.1 Räystäsrakenne	5
2.2 Viranomaismääräykset	6
3 Räystäsrakenteiden työmaatoteutus	9
3.1 Tuotannonhallinta	9
3.2 Räystään toteutus	12
3.3 Resurssit	14
4 Kustannusten hallinta	15
4.1 Kustannuslaskenta	15
4.2 Kustannushallinta tuotantovaiheessa	18
4.3 Kustannusriskit	20
5 Kohteet ja tulokset	21
5.1 Pyhätunturintie	21
5.2 Kapteeni Sundmanin katu	23
5.2.1 Det Y1	26
5.2.2 Det Y2	29
5.2.3 Det Y6	31
5.3 Helsingin Tullinpuisto	34
5.3.1 Det Y1	35
5.3.2 Det Y2	38
6 Johtopäätökset	42

7	Yhteenveto	43
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Kysymykset	
	Liite 2. Tullivuori Excel	
	Liite 3. Kapteeni Sundmanin katu Excel	
	Liite 4. Pyhätunturintie Excel	
	Liite 5. Kapteeni Sundmanin katu määrät	
	Liite 6. Tullivuori määrät	

Lyhenteet

Bluebeam	Ohjelmisto
HST	Haponkestävä
IV	Ilmanvaihto
jm	juoksumetri
POA	Potentiaalisten ongelmien analyysi
RST	Ruostumaton
YSE	Yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus ja rajaus

Taustalla on samankaltaisia tasakattoisia kerrostalohankkeita, joissa räystääseen budjetoidut rahat eivät ole riittäneet. Tarkoitus on selvittää budjetin ylittymisen taustalla olleita syitä ja tuoda ne esille, jotta tulevaisuudessa ylittymiseen johtaneita seikkoja voidaan estää tai ainakin minimoida. Työ rajautuu tasakatollisiin kerrostalohankkeisiin. Eri-tyisesti tarkastellaan räystäspukkien osuutta työn, materiaalin ja alihankinnan hintojen kannalta. Räystään peltitöiden osuutta ei työssä käsitellä. Myös huopatyöt rajataan pois tarkastelusta. Työssä käydään myös läpi olennaisia käsitteitä rakentamisen onnistuneen kustannus- ja tuotannonhallinnan kannalta.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkitaan rakentamisen tuotannon- ja kustannushallintaan liittyvää kirjallisuutta. Sen lisäksi haastatellaan tutkittavissa hankkeissa mukana olleita henkilöitä, kuten työnjohtajia ja laskennan henkilöstöä. Tutkimuksessa perehdytään työmaiden rakennuspiirroksiin, joiden pohjalta tehdään oma määrälaskelma tavoitearvion määrälaskelmaan verrattaviksi. Leikkauskuvista lasketaan rakenteen yksikköä kohti kuluva materiaalin menekki, jotta saadaan mahdollisimman vertailukelpoista dataa. Työmaalla toteutuneita materiaalihintoja kaivetaan työmaan kuiteista. Niiden perusteella etsitään jokaiselle eri materiaalille keskiarvohinta, jota verrataan tavoitearvion hintaan. Etsitään myös kustannusjärjestelmästä toteutuneita tuntityökuitteja, joiden pohjalta saadaan tuntityön keskiarvohinta ja sen lisäksi toteutunut tuntimäärä kyseisen rakennusosan toteuttamiseksi. Näitä määriä ja hintoja edelleen verrataan tavoitearvion laskelmaan.

1.3 Riskit

Esteitä työn toteuttamiselle ja varsinkin tiedon tarkkuudelle luo mahdolliset epätarkat toteutumien kirjaukset järjestelmään. Sillä tarkoitetaan esimerkiksi työn erittelyn tarkkuutta tai tavoitearvion selkeyttä.

2 Rästärakenteen tarkoitus ja määräykset

Räystä on rakennuksen vesikaton osa, joka ulottuu rakennuksen ulkoseinän ulkopinnan ulkopuolelle [3]. Kuvassa tasakattoisen rakennuksen räystä.



Kuva 1. Tasakaton räystä.

2.1 Rästärakenne

Räystään tehtävä on veden tunkeutumisen estäminen katto- ja seinärakenteisiin, sekä tuottaa katolle tarvittava tuuletus. Sisäänpäin kaatavalla tasakatolla rästärakenne toteutetaan niin, että reunakorotuksen vähimmäiskorkeus on 100 mm ja vedeneristyksellä muodostetaan räystäälle niin sanottu turvakermi, joka johtaa mahdollisesti tulvivien veden räystään yli seinärakenteen ulkopuolelle. [9.]

Rästärakenteessa käytettävällä pellillä ei saa estää tuuletuksen toimintaa. Sen tarkoitus on estää veden pääsy tuuletustilaan. Sen päälle satava tai muuta kautta tuleva vesi johdetaan katolle pellin sisäänpäin kallistamisella 1:6. Mikäli kohde on tuulinen tai korkealla paikalla, on rästärakenne varustettava myrskypellillä, jonka tehtävä on

seinärakennetta pitkin ylöspäin nousevan veden pääsyn estäminen rakenteisiin. Myrskypelti asennetaan seinään tehtävään uraan tai sen tiiveys seinärakenteeseen on varmistettava jollain toisella tavalla. [9.]

2.2 Viranomaismääräykset

Rakenteen lujuutta ja vakautta mitoittaessa noudatetaan eurokoodistandardeja ja Suomen rakentamismääräyskokoelmassa asetettuja vaatimuksia ja rakenteiden kelpoisuuden osoittamista. Räystäsrakenteen suunnittelu ja rakentaminen on toteutettava niin, että sen olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät ja suunniteltu käyttöikä pystytään säilyttämään tavanomaisella kunnossapidolla. Räystäsrakenteisiin käytettävien aineiden ja tuotteiden tulee täyttää käyttö- ja huoltoturvallisuuden ja työterveyden vaatimukset. Siihen liittyviä ohjeita annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Rakennuksesta ulkonevan rakennusosan, varusteen tai laitteen alareunan vapaa korkeus maasta tai ajo- ja kulkuväylän pinnasta on minimissään 2200 mm, ellei kohta ole suojattu törmäysvaaran estämiseksi. [8.]

Vesikaton puurakenteet ja palavat eristeet katkaistaan palomuurin ja ullakotilan osastoivien rakenteiden kohdalla. Ullakon ja yläpohjan ontelon katkaiseva rakennusosa ulotetaan vesikaterakenteeseen. Myös räystään ontelo katkaistaan. Rakennuksen paloluokkia koskevat ohjeet ja määräykset annetaan Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa. [8.]

Räystäsrakenteet suunnitellaan niin, että katolta tuleva tai seinäpintaa pitkin nouseva vesi ei pääse katto- eikä seinärakenteisiin. Räystäs suunnitellaan tuulettuvaksi, jotta rakenteisiin päässyt vesi ja kosteus pääsee kuivumaan. Suunnittelun tulee taata valmiin rakenteen ja pintakäsittelyn mittatarkkuusluokat ja laatuvaatimukset. Räystäsrakenteelle laaditaan hoitosuunnitelma, jossa esitetään tarkastusjaksot sekä korjaus- ja huoltotoimenpiteet suunnitellun käyttöiän mukaisesti. Ylläpitotarkastuksilla valvotaan rakenteiden kuntoa ja havaitut puutteet korjataan. [8.]

Tuotteiden käyttöä ja rakenteiden suunnittelua säätelevät EU:n rakennustuotedirektiivit, kansalliset viranomaissäädökset ja harmonisoidut tuotestandardit. Viranomaissäädöksiä ovat esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma sekä vapaaehtoiset suositukset,

kuten Toimivat katot -julkaisu, RT-kortit, RIL107-2012 ja RYL-julkaisut, joilla kuvataan Suomessa noudatettavaa rakennustapaa. Rakennustuotteen CE-merkinnällä tuotteen valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän kaikkien sitä koskevien Euroopan yhteisön direktiivien vaatimukset. Yksinään CE-merkintä ei kuitenkaan takaa tuotteen toimivuutta Suomen olosuhteissa. [9.]

Tasakaton räystään suunnitelma-asiakirjoissa tulee esittää:

- Mitta- ja asennustarkkuusluokka
- Räystään materiaalit, mitat ja rakenne
- Pellityksen mitat
- Ympäristön rasitusluokka tai käyttöluokka ja biologisen kestävyysriskiluokka
- Ohutlevyn aine ja paksuus
- Palonkestoluokka ja suunniteltu käyttöikä
- Vedeneristys
- Seinän, katon ja räystään tuuletus
- Pellityksen korroosionesto
- Pellityksen pintakäsittely tai pinnoite
- Pellityksen saumaustapa
- Pellityksen alusrakenteet. [8.]

Räystäiden tekeminen riittävän ulkoneviksi on suositeltavaa seinärakenteen suojaamiseksi. Lumen sulamista sekä veden jäätymistä vesikatolla ja räystäällä voidaan ehkäistä yläpohjan riittävällä lämmöneristyksellä ja ilmatiiveydellä sekä tuuletusvälillä vesikaton ja yläpohjan välissä. [11.]

Tuuletusvälin tai tilan edellytys on, että se on kauttaaltaan avoin suunnitelman mukaisilla alueilla tuuletusilman sisäänvirtaus- ja poistumiskohtien välillä. Rakennusaineet, kuten laastipurseet tai lämmöneristeen pullistumat eivät saa rakennustoista aiheutuen aiheuttaa tukoksia tuuletusväliin. Yksityiskohtien kohdalla tuuletusvälin toimivuus varmistetaan tuuletusilmavirran kulkureittien suunnittelulla. [10.]

Tuuletusilmavirta syntyy virtausteiden välissä olevasta paine-erosta. Luonnolliseen tuuletukseen perustuvissa ratkaisuissa tuuli ja lämpötilaeroon perustuva ilman tiheysero

aiheuttaa paine-eron. Tuuletuksen suunnittelussa tulisi hyödyntää vähintään jompaa-kumpaa näistä käyttövoimista. Tuuletusväliin johtavat tuuletusaukot -ja raot tulisi sijoittaa kohtiin, joiden välille tuuli normaalisti aiheuttaa paine-eron (esim. vastakkaiset räystäät). Tuuletusaukot -ja raot sijoittamalla eri korkeudelle toisiinsa nähden kyetään hyödyntämään lämpötilaeroja, kuten auringon säteilyn aiheuttama tuuletusilman lämpeneminen tuuletusvälissä. [10.]

Tuuletusilman virtausreitti voi rakenteessa yhtenäisen ilmapälin sijaan olla esimerkiksi ura, kanava tai ilmaa hyvin läpäisevä ainekerros. Kaikissa tapauksissa olisi hyvä pyrkiä siihen, että rakenteesta poistettava kosteus pääsee helposti tuuletusilmaan. [10.]

Rakenteiden tuuletuksen suunnittelussa tulee huomioida se, että tuuletusväli toimii myös ulkoverhouksen taakse päässeän veden poistumisreittinä. Tuuletusväliin rajoittuvien rakenteiden on kestettävä ulkoverhouksen taakse päässeän veden aiheuttama kosteusra-situs. [10.]

3 Räystäsrakenteiden työmaatoteutus

Räystäään onnistuneeseen työmaatoteutukseen vaikuttaa monet seikat suunnittelusta lähtien. Työmaan tuotannonohjaus on keskeinen osa onnistunutta hanketta ja hyvissä ajoin havaituilla riskeillä voidaan minimoida tuotantovaiheen suunnitelmapoikkeamia. [2.]

3.1 Tuotannonhallinta

Tuotannonhallinnan tehtävä on varmistaa toteutus asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti. Tarkoituksena on käyttää työtä, materiaaleja ja koneita mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. Poikkeamat suunnitelman mukaisesta toiminnasta pyritään ennaltaehkäisemään ja poikkeamien ilmetessä palautetaan tuotanto suunnitelman mukaiseksi. [2.]

Tuotannonhallinta koostuu tuotannon suunnittelusta, valvonnasta ja ohjauksesta. Perusta hyvälle tuotannonhallinnalle on se, että työ on suunniteltua ja toteutuksen aikana ollaan jatkuvasti selvillä, missä edetään suhteessa tavoitteisiin ja suunnitelmiin. [2.]

Suunnittelu on keskeinen osa tuotannonhallintaprosessia. Sen tarkoitus on kartoittaa mahdollisuuksia tulevaan toimintaan ja osoittaa keinot, kuinka tulee toimia, jotta päästään haluttuun lopputulokseen. Päätöksenteko pohjautuu suunnitelmiin. Tuotannon suunnittelussa tulee korostua ohjauksen ja valvonnan tarpeet, joten suunnitelmien toteutuskelpoisuus tulee aina varmistaa. [2.]

Ohjauksella estetään poikkeamien synty tai palautetaan tuotanto suunnitelman mukaiseksi. Ohjaus voi olla ennakkoivaa tai korjaavaa. Ennakoivalla ohjauksella pyritään kartoittamaan toiminnan ongelmat ja häiriöt sekä niiden seuraukset etukäteen ja sen avulla poistamaan tuotannon esteet ennakoivasti. POA-menettelyn avulla pyritään torjumaan mahdollisten ongelmien syyt tai ainakin minimoida niiden haitallisia vaikutuksia. Ennakoiva ohjaus pitää sisällään myös töiden käynnistys- ja läpivientiedellytysten varmistuksen. Ennakointi muodostuu seuraavasta päättelyketjusta:

- Minkälaisia epäsuotoisia tapahtumia tuotannossa voi esiintyä?
- Ei-suotavan tapauksen syy, seuraus ja merkittävyys tuotannolle?
- Ongelman merkitys tuotannon häiriöttömyydelle?
- Toimenpiteet, joilla ongelman syy voidaan ennaltaehkäistä?
- Kuinka ongelmien seurauksiin on varauduttava vaikutusten minimoimiseksi ja mikä käynnistää varautumistoimenpiteen? [2].

Kun mahdolliset ongelmat on saatu selvitettyä, luokitellaan ne vaikutuksen mukaan. Osa löydettävistä mahdollisista ongelmista tulee karsia, sillä kaikkiin tilanteisiin ei voida varautua. Vakavuuden lisäksi tärkeä luokiteltava seikka on potentiaalisen ongelman toteutumisen todennäköisyys. Mikäli ongelman toteutumiselle on suuri todennäköisyys, tulee ongelma poistaa. Ominaista rakennusosalalle on tuotesuunnitelmien ja hankintojen viivästyksen suuri todennäköisyys. Kun ongelmat on luokiteltu, seuraavaksi etsitään ja pyritään tunnistamaan syyt ongelmien takana. Kokemus on avuksi potentiaalisten ongelmien analysoinnissa. Todennäköisyyden arviointi muodostuu tärkeäksi myös syiden analysoinnissa. Potentiaalisten ongelmien suhteen on mahdollisuus kohdistaa toimenpiteet joko syihin tai seurauksiin. Seurauksia vastaan kohdistettu toimi vähentää seurausten merkitystä, kun syitä vastaan tehty toimi vähentää ongelman syntymisen todennäköisyyttä. [2.]

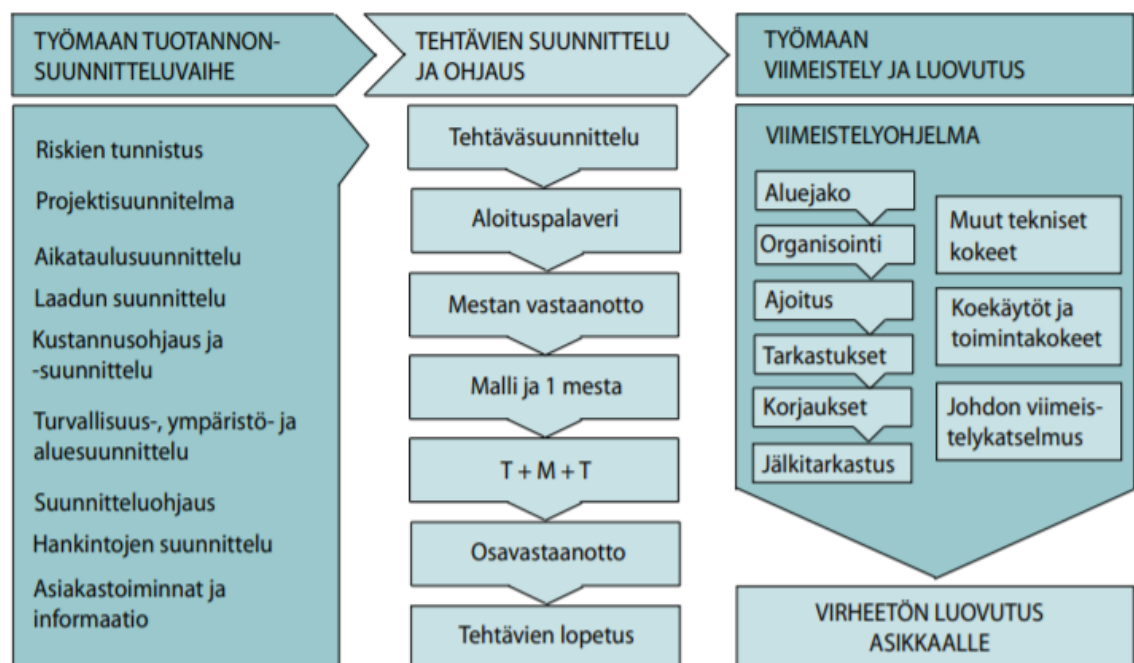
Korjaavalla ohjauksella poikennut tuotanto palautetaan suunnitelman mukaiseksi. On tärkeää havaita poikkeama ja sen syy riittävän nopeasti ja ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin välittömästi. Korjaavat ohjaustoimenpiteet tulee ohjata poikkeaman syihin. Jatkuva valvontatiedon kerääminen on edellytys korjaavalle ohjaukselle. Hyvät suunnitelmat eivät takaa hyvää lopputulosta, ellei niiden toimeenpanosta, valvonnasta ja työnaikaisesta ohjeuksesta pidetä huolta. [2.]

Aikataulupoikkeamat ilmenevät siten, että:

- Tehtävien aloitusajankohta ei ole suunnitelman mukainen
- Työsaavutuksista tai työryhmämuutoksista aiheutuneet tehtävien tuotantopeuksien poikkeamat

- Keskeytynyt tuotanto
- Useassa työkohteessa yhtäikainen töiden aloitus tai osakohteiden pitkittynyt keskeneräisyys
- Tehtävän työsisältöä on muutettu tai määrät ovat virheelliset. [2.]

Yksittäisiä tehtäviä varten laaditaan tehtäväsuunnitelma, jonka tarkoitus on varmistaa tuotannon häiriötön sujuminen ja edistyminen tavoitteiden mukaisesti. Vastuu annetaan osakokonaisuudesta vastaavalle henkilölle. Tehtäväsuunnitelman tietoja voidaan hyödyntää myös esimerkiksi aliurakkasopimuksissa. Työturvallisuuden varmistaminen ja työmaateknisen kaluston käytön suunnittelu on myös olennainen osa tuotannonhallintaa. Tehtäväsuunnitelmasta ilmenee vähintään tehtävän aika, kustannus ja laatu. Kuvasta 2 ilmenee esimerkki työmaan avaintehtävistä työmaan tehtävien ja työläjien suunnitteluun ja ohjaukseen liittyen. [2.]



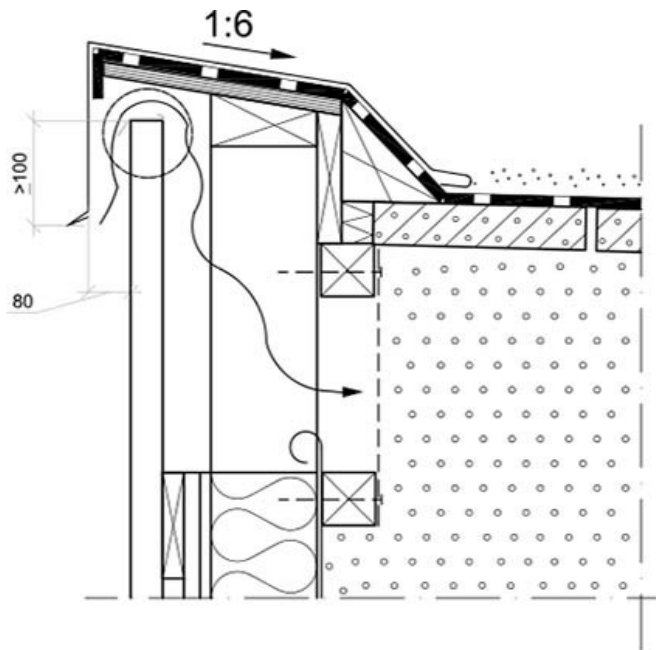
Kuva 2. Työmaan avaintehtävät työläjien suunnitteluun ja ohjaukseen liittyen [4.]

Urakoitsijan ensisijainen tavoite rakennushankkeessa on saavuttaa taloudelliset tavoitteet kustannusarvion mukaisesti. Hankkeen toteutushenkilölle asetetaan taloudelliset tavoitteet hanketta varten laaditussa tavoitearviossa. Kustannukset kertyvät panosten hankinnasta ja käytöstä. Näin ollen panokset tulee hankkia oikea-aikaisesti suunniteltuun hintaan ja ohjaamalla panosten käyttöä. [2.]

3.2 Räystäään toteutus

Räystäään pukit voidaan yksinkertaisissa rakenteissa kasata osista katolla. Jos rakenteelle tulee ulkopuolinen vanerointi tai muu vastaava, on se hankala tehdä ylhäältä käsin ja joudutaan tässä tapauksessa tekemään nostintyönä, mikä hankaloittaa työn etenemistä ja tuo lisää kustannuksia. [3.] Jos pukkeja rakennetaan pitkästä tavarasta katolla, ongelmaksi koituu myös runsas sahanpuru ja puujäte ja sen mukana tuoma epäsiisteys ja siivouskustannukset. [5.]

Räystäään pukkirakenteen kasaamisessa valmiiksi elementeiksi ennen katolle nostamista on huomattavia etuja. Rakenteen valmistamisen voi tällä menetelmällä aloittaa jo ennen rakennuksen rungon valmistumista, mikä nopeuttaa aikataulua. Tällä tavoin heti rungon valmistuttua valmiit pukit voidaan nostaa katolle asennettaviksi. Kattotyön aikataulun nopeuttaminen vaikuttaa myös positiivisesti sisätyövaiheen aloitukseen. Maassa valmiiksi kasatut pukit vaativat kuitenkin aina nostovälineen avuksi. Oman torninosturin käytön vaihtoehdoksi voidaan tilata nostoauto. Mahdollista on myös sopia räystääiden toteuttajien kanssa ratkaisusta, jolla he tuovat tehtaalla esivalmistetut räystääspukit nostoauton kyydissä työmaalle niin, että ne asennetaan samalla suoraan nostoauton kyydistä. Hintaan vaikutus on nostoauton veloituksen määrä. [3.] Kuvassa 3 esitetään periaatekuva tavanomaisesta tuulettuvasta räystäästä.

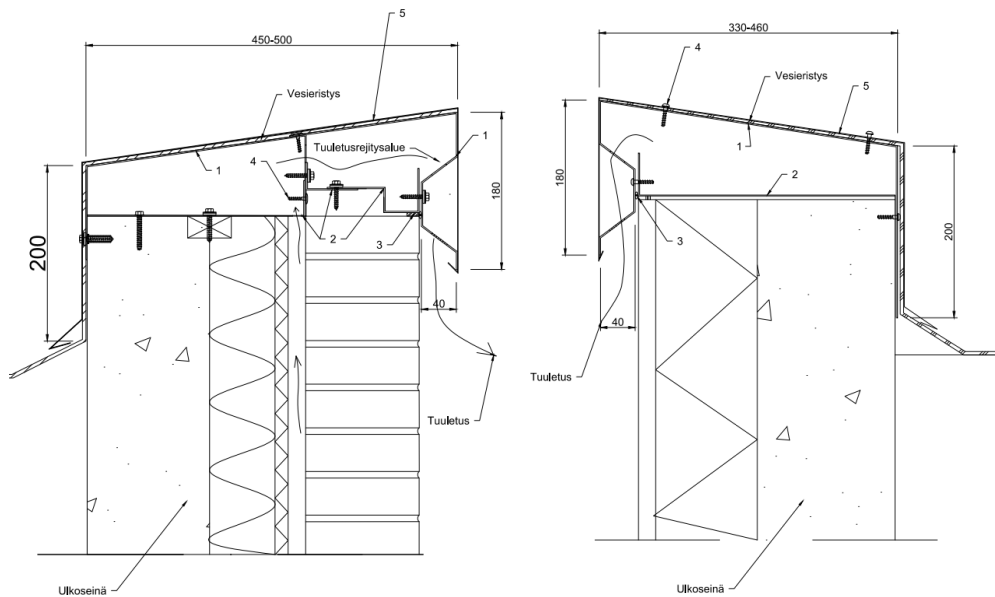


Kuva 3. Periaatekuva tuuletetusta räystäästä. [11.]

Räystäspukin vaihtoehdoksi on myös vuonna 2010 markkinoille tuotu Rakennusliike Ripatin tuoma RipRap. Tämä tuoteryhmä, johon kuuluu räystäs, räystääseen kiinnitettävä turvakaide ja tarkastusluukku on saanut EU:n mallisuojan. Kyseinen tuoteryhmä sopii kaikenlaisille tasakatoille. Kuumasinkitystä ohutmetallista valmistetuilla RipRap-rakenteilla on räystäspukeissa käytettyä puuta parempi korroosiokestävyys ja paloturvallisuusominaisuudet. Materiaalivaihtoehtoja RipRapilla ovat myös alumiini, ruostumaton teräs ja kupari. [12.]

Tuoteryhmään kuuluva turvakaide saadaan tukevaksi tolppien asennustiheyden ollessa 2 metriä. Valmiit kaiteet kestävät vähintään 1kN väännön, eikä tolppien kiinnittämiseen tarvitse hitsausta eikä nostokoriautoa. [12.]

Kuvassa 4 ja 5 esitetään periaatekuva RipRap-räystään yleisesti käytetyistä malleista.



Kuva 4 vas. RipRap MS ja kuva 5 RipRap RS [12.]

3.3 Resurssit

Omalla työllä tehtynä voidaan positiivisiksi asioiksi nähdä työvoiman työtapojen- ja tehokkuuden tunnistettavuus tekijöiden ollessa tuttuja. Omaan työhön ei sisälly aliurakoitsijan katetta. Tiedetään, että työvoima on työmaalla paikalla tarvittaessa ja mahdolliset urakasta poikkeavat työt on helppo sopia. Yleisesti ottaen oma työ voi joustaa mahdollisista poikkeamista paremmin. [5.]

Alihankintana tuotettu urakka voi myös tuoda mahdollisia etuja. Alihankkijoita sitoo urakkasopimuksen voima, jonka pohjalta voidaan vaatia työn suorittamista sopimusehtojen mukaisesti. [3.] Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaan pääurakoitsija vastaa aliurakoitsijoiden työstään kuin omistaan. Tämän vuoksi aliurakkasopimus tulee laatia niin, että pääurakoitsija voi velvoittaa aliurakoitsijalta samat asiat kuin mitkä pääurakoitsijalla on aliurakan työn osalta. Vastuu korostuu varsinkin laadun ja tilaajalle luovutettavien dokumenttien osalta sekä aikataulun ja takuu- ja vastuuajojen pidon suhteen. Kaksi aliurakkasopimuksissa käytettyä perusratkaisua ovat YSE 1998 ja RT 80260 mukainen urakkasopimus liiteasiakirjoineen. [2.]

4 Kustannusten hallinta

Onnistuneessa kustannushallinnassa kustannuspuutteen on oltava realistinen ja kustannusten hallintaa on tehtävä aktiivisesti koko hankkeen ajan. Kustannuksella tarkoitetaan tuotannon tekijän rahassa mitattua käyttöä tai kulutusta. Kustannukset on tunnistettava, voidakseen selvittää yrityksen toiminnan kannattavuus, tuottavuus ja taloudellisuus. Rakentamisessa kustannus on resurssien käytön ja panoshintojen perusteella tarvittava rahamäärä, jonkin tietyn työn, suoritteen tai palvelun tekemiseen. Vaikka kustannukset pääosin määräytyvät jo suunnitteluvaiheessa, onnistunut kustannustavoitteiden asettaminen ja suunnittelun hallinta eivät takaa projektin onnistumista ilman rakentamisen aikaista ohjausta. Valvontaa ja hallintaa varten on tärkeää eritellä konkretisoituneet kustannukset. Toteutusvaiheen kustannusarvion pohjaksi tarvitaan tietoa toteutustavoista, työmaatekniikasta, aikataulusta, resursseista ja välitavoitteista. Kun hanke päättyy, kerätään toteumatieto muutoksineen taloudellisen onnistumisen tarkkailua varten ja kustannustiedot päivitetään, jotta niitä voi käyttää tulevien hankkeiden kustannusten suunnittelussa. [1.]

4.1 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskennan tavoite toteuttajan kannalta on tuottaa mahdollisimman tarkka arvio hankkeen toteutuksesta kertyvistä kustannuksista. Kustannuslaskenta käynnistetään toteuttajan puolelta rakentamisen valmisteluvaiheessa. Kustannuslaskelmaa tarvitaan tueksi oman tuotannon käynnistämispäätöstä varten kun halutaan tarkistaa laajuus- ja kustannuspuutteissa pysyminen tai päätöstä tarjouskilpailuun osallistumista varten. [1.]

Kustannusarvio luo tarjoukselle perustan ja toimii myöhemmin lähtötietona tuotannon tavoitearviolle. Määrä-laskennasta saadut tulokset luovat lähtötiedot kustannusarviolle. Määrä-laskennassa pyritään selvittämään mahdollisimman tarkasti suunnitelmien ja selostusten avulla rakennettavien osien nimelliset määrät. Kustannusarvio käsittää hankkeessa käytettävän ryhmittelyn ja nimikkeistön mukaiset määrät sekä niille arvioidut kustannukset. Kustannusarvio pitää sisällään päivän kustannustasossa hankkeen muuttuvat kustannukset eli hankinnat, työvoimakustannukset ja työmaatekniikan kustannukset. [1.]

Toteutuskustannusten arvioinnissa ja tarjoustä varten tehtävässä laskennassa voidaan käyttää rakennusosamenettelyä. Rakennusosalla tarkoitetaan rakennuksen fyysistä osaa, joka voidaan nähdä yhtenä itsenäisenä kokonaisuutena, kuten yläpohja tai perustukset. Rakennusosalaskentaa käytetään kustannusarvioiden laatimisessa, suunnittelu- vaiheessa ja tarjouslaskennassa tai hankinnan vertailulaskelmissa. Rakennusosalaskennassa eri rakennusosien määrät kootaan piirustuksista tai tietomalleista. Rakennusosien määrälaskennan tuloksena syntyy rakenneluettelo. Määrälaskennassa selvitetään rakennusosien määrien lisäksi myös niiden rakenteet ja vaatimukset. Rakennusosan kustannus lasketaan yksikkökustannuksilla ja laskettavan kokonaisuuden kustannukset saadaan rakennusosakohtaisten kustannusten summana. [1.]

Mahdollisimman tarkan ja luotettavan laskelman varmistamiseksi tulee huolehtia siitä, että yksikkökustannusten ja hinnoiteltavan rakennusosan sisältö vastaavat toisiaan. Jos rakennusosien sisällöstä ei ole varmuutta, kuten ehdotusvaiheessa, yksikkökustannukseksi valitaan rakennusselostuksen perusteella mahdollisimman realistinen yksikköhinta. Rakennusosalaskennan etuja ovat:

- Kohtuullinen työmäärä
- Riittävä tarkkuus tarjouslaskennan perustaksi, mikäli rakennusosat ovat huolellisesti eritelty
- Kustannukset ovat vertailukelpoisia vastaavanlaisiin hankkeisiin suhteellisten määrien avulla
- Taso on yrityksen mukaista hyvää suoritustasoa vastaava
- Rakennusosalaskelmaa -ja rakenteita voidaan käyttää tuotantolaskennan perustana, mikä vähentää laskentatyötä
- Voidaan laskea puutteellisistakin suunnitelmista
- Kuvauksiltaan ja erittelyiltään yhtenäinen, selkeä ja lyhyt. [1.]

Jälkilaskenta perustuu toteutuneisiin suoritemääriin ja kustannuksiin ja sen tarkoitus on tietojen ylläpitäminen hankkeen aikana. Jälkilaskennan tavoite on selvittää hankkeen taloudellinen tulos ja tuottaa viitetietoja hyödynnettäväksi tulevien hankkeiden kustannuslaskennassa sekä tuotannonsuunnittelussa. Jälkilaskennan toteutus jakautuu:

- Hankkeen aikainen kustannustietojen kerääminen
- Jälkilaskentapalaveri
- Viite- ja mallikohteiden kerääminen hankkeen valmistuttua. [1.]

Hankkeen aikaisella kustannustietojen keräämisellä saadaan välitöntä palautetietoa valvontaa varten. Jälkilaskenta suoritetaan yksittäisen työkokonaisuuden valmistuttua. [1.]

Työkokonaisuuden valmistuttua jälkilaskennassa suoritetaan seuraavat toimenpiteet:

- Varmistetaan, että työkokonaisuus on valmis ja kaikki siihen liittyvät laskut on suoritettu.
- Tarkastetaan, että kustannustiedot ovat kohdistettu oikeille litteroille ja korjataan mahdolliset virheet
- Määrätietojen korjaus vastaamaan toteutunutta tuotantoa.
- Kustannuslajitietojen mahdollinen korjaus. Esimerkiksi jos työssä on käytetty oman työn sijaan alihankintaa, vaihdetaan kustannuslaji oikeaksi.
- Tavoitekustannusten ja toteutuneiden kustannusten eroavaisuuksien syiden selvittäminen
- Tarkkailunimikkeen kelpoisuuden varmistaminen kustannusjärjestelmän valvonnan kannalta. [1.]

Jälkilaskentapalaverissa käydään kustannuserojen syyt läpi tuotannon ja laskennan toimesta. Syyt tavoitteen ja toteuman väliselle erolle kirjataan. Palaverissa selvitetään myös hankkeen taloudellinen tulos ja käydään läpi, mikä hankkeessa meni hyvin ja mikä huonosti. Jälkilaskenta on tärkeää, sillä sen avulla päästään kiinni mahdollisiin ongelmakohtiin, jotka tarvitsevat toimenpiteitä ja tehostusta. Kun haasteet ovat tiedossa, osataan niihin kiinnittää erityistä huomiota. [1.]

4.2 Kustannushallinta tuotantovaiheessa

Työmaan kustannushallinnassa tavoite on hankkeen toteuttaminen asetetun tavoitteen eli tavoitearvion mukaan. Kustannusvalvonnan voi jakaa kolmeen vaiheeseen: ennakkovalvonta sopimuksen teon yhteydessä, työnaikainen kustannuspoikkeamien valvonta ja loppukustannusten ennustaminen. Kustannusten ennakkovalvonnalla tarkoitetaan tehtävien ja hankintojen tarkempaa suunnittelua. [1.]

Tuotantovaiheen eli rakentamisen aikaisessa kustannushallinnassa

- asetetaan tavoite (tavoitearvio)
- yksittäisten hankintojen ja tehtävien suunnittelu (tehtäväsuunnittelu)
- valvotaan etenemistä (tilanne, laskutus)
- ennustetaan, kuinka hanke tulee menemään (ennuste)
- hankkeen tavoitteen mukainen ohjaus (lisä- ja muutostyöt)
- hankkeen päättymisen jälkeen tehdään taloudellinen loppuselvitys ja jälkilaskenta) [1.]

Tilaaajan kannalta rakentamisen aikaisen kustannushallinnan perusta on kustannusseuranta. Hankintatoimen ja rakentamisen edetessä, ostoista sitoutuvia kustannuksia verrataan hankkeen budjetoituihin kustannuksiin. Sen vuoksi tulee hankkeen budjetti osoittaa samallaalalla kuin hankinta on osoitettu. [1.]

Toteuttajan puolelta tärkeimmät puitteet koko työmaan ajalle luodaan toteutuksen suunnitteluvaiheessa. Tässä vaiheessa luotavan työmaan projekti- tai toimintasuunnitelman tarkoitus on varmistaa tilaaajan puolelta projektille asetettujen laatu- ja aikataulutavoitteiden täyttyminen sopimusasiakirjojen mukaisesti. Projektisuunnitelmaa voidaan pitää eräänlaisena käsikirjana työmaan johtamiseen. [1.]

Toteutuksen aikaisella kustannusvalvonnalla pyritään varmistamaan työmaan toteutuminen sille asetetun kustannustavoitteen mukaisesti. Valvonnan avulla voidaan reagoida

poikkeamiin ja kustannusylityksin seuraamalla työmaan toteutuneita kustannustietoja ja vertaamalla niitä tavoitteeseen. Työkaluna toteutuksen kustannusvalvontaan käytetään tarkkailulaskentaa, jonka avulla saadaan tietoa siitä, miten työ etenee verrattuna tavoitearvion summaan. [1.]

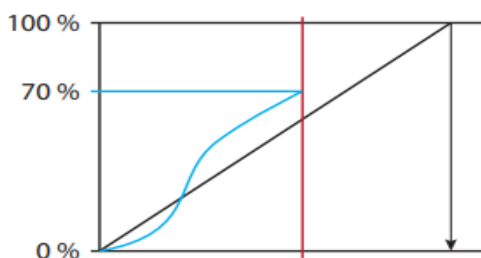
Kustannusvalvonta tulisi jakaa vastuuhenkilöille vastuualueittain muodostaen vastuualueet niistä hankinta-, työ- ja työmaatekniikan tehtävistä, joihin vastuuhenkilöllä on mahdollisuus työllään vaikuttaa. Työnjohdon vastuualueen muodostavat ne tehtävät, joita he johtavat sekä sellaiset hankinnat, joiden tarvikkeiden menekkiin he voivat vaikuttaa. [1.]

Toteutuvien kustannusten valvonnassa noudatetaan suoriteperusteista kirjanpitoa. Aliurakat ja muut hankintakustannukset kirjataan toteutuneiksi hyväksytyjen laskujen perusteella. Työkustannusten kirjaus toteutuneeksi tehdään työn edistymisen mukaan ja puututaan mahdollisiin poikkeamiin. Aliurakoiden laskuun on kannattavaa vaatia myös kumulatiivinen laskukertymä yksiköiden määrästä ja kustannuksista. [1.]

Työmaan kustannusten toteutumisen ennustamisessa hyödynnetään tavoitearviota ja toteutuneita kustannuksia. Ennustamisen avulla havaitaan mahdolliset poikkeamat ja tuotetaan tietoa yrityksen tulos- ja rahoitussuunnittelua varten. Kustannusennustamisella on tarkoitus saada arvio lopputuloksesta ja sitä tulee pitää ajan tasalla hankkeen edistyessä. [1.] Kuvassa 6 esitetään esimerkki ennusteen muodostamisesta.

Tilanne ja ennuste

Jos valvonta kohdistuu vain aikatauluun, ei tunti-perusteisessa työssä välttämättä huomata tuntien ylittymistä. Vaikka aikataulu pitää, kustannukset ylittyvät ja tuottavuus on huono.



TAV	TOT määrä	TOT tunnit	Tuottavuus
5000 m2	3500 m2 70%		Tilanne:
720 h	504 h 70%	530 h	504 - 530 = -26 h
	(tunteja olisi saanut mennä)	(tunteja on mennyt)	tunteja mennyt liikaa
			Ennuste:
			-26/70% = -37 h
			menee yli tavoitteen

Kuva 6. Esimerkki ennusteesta voidaan verrata valmiusastetta toteutuneiden ja tavoitekustannusten kanssa. [4.]

4.3 Kustannusriskit

Tekninen riski on yleensä hankalasti toteutettavan tai uuden rakenneratkaisun, työvaiheen, menetelmän tai näiden yhdessä aiheuttama. Usein tekninen riski otetaan huomioon jo kustannusarviossa lisääntyneenä materiaali- tai työmenekkinä tai suurentuneena alihankintakustannuksena. [1.]

Hallinnollinen riski voi olla esimerkiksi toimialan, toiminta-alueen tai toiminnan laajuuden muutosta. Yritystoiminnan muutoksista saattaa aiheutua kertainvestointien luonteisia kone- ja henkilöhankintakuluja, jotka sisällytetään hallinnolliseen riskivaraukseen. [1.]

Sopimusteknisiä riskejä on usein vaikea hinnoitella. Näitä riskejä aiheuttavat esimerkiksi laskenta-asiakirjoissa esiintyvät YSE:stä poikkeavat sopimusehdot tai normaalista poikkeavat urakkarajat ja -ehdot. [1.]

Epätarkkuusriski on kustannus- ja tarjouslaskentaan, sen hinnoittelun ja määrien epätarkkuuteen liittyvä riski. Hinnoittelun tai määrälaskennan epätarkkuus voi johtua suunnitelmien valmiusasteesta. Epätarkkuusriski voidaan jättää huomioimatta tai minimoida, jos suunnitelmat ovat valmiit ja tarkastetut. Keskenäisiin suunnitelmiin sisältyvä epävarmuus huomioidaan määräriskissä. Useasta hankinnasta pyydetyllä ennakkotarjouksella voidaan pienentää hinnoittelun epätarkkuusriskiä. [1.]

Muut riskit voivat liittyä hankkeen toteutusmuotoon, rahoitukseen tai kohteen erityispiirteisiin. Kohdekohtaiset erikoisriskit hinnoitellaan ja huomioidaan tarjoushinnassa. [1.]

Riskivaroja vältetään, eikä sitä tarvita, kun

- selväpiirteinen, tarkasti laskettavissa oleva kohde
- selvät olosuhteet toteutukseen
- toteuttajan kokemus samankaltaisista kohteista
- kohde on teknisesti tuttu. [1.]

5 Kohteet ja tulokset

Luvussa esitellään työssä tarkastellut kohteet, jonka lisäksi tullaan vertaamaan kohteiden määrälaskennan tuottamaa dataa tutkimuksessa tehtyyn laskelmaan. Tiedon keräämisessä otettiin kohteiden rakennuspiiruksista mittoja Bluebeamilla sekä rakennusosan yksikkömäärästä, että rakennusosan sisällä pitämistä materiaalin määristä. Sen lisäksi selvitettiin materiaalikustannusten jakautumista eri materiaalien välillä. Työmaan kuiteista kerättiin toteutuneita hintoja eri materiaaleille ja käytettiin niitä vertailulaskelmissa. Työn osuutta tarkkailtiin työn yksikköhinnoissa, sekä pyrittiin mahdollisuuksien mukaan selvittämään rakennusosiin käytettyä tuntimäärää. Kappaleessa kaikki luvut ovat niiden arkaluontoisuuden johdosta peitetty ja ainoastaan prosenttiluvut havainnoivat tuloksia.

5.1 Pyhätunturintie



Kuva 7. Havainnekuva kohteesta. [13.]

Järjestelmään kirjattuja tavoitearvioita ei ole eritelty rakennekohtaiselle tarkkuudelle, joten kustannusten vertailu ei onnistu. Materiaalin hintoja verrattaessa on todettava, että niihin budjetoidut hinnat eivät mitenkään vastaa toteutunutta. Voidaan olettaa alla olevan taulukon 1. Perusteella, että oma tulkinta tavoitearviosta ei vastaa sen todellista sisältöä.

Taulukko 1. Materiaalien hintojen vertailua. [6.]

Kuvaus	KL2 Ma- teriaali	Materiaali/yks (tavoite)	Materiaali/yks (toteutunut)	%
Heka Mellunkylä Pyhätunturintie 2				
-50x100 (k400 mm) vanerin taustalla	XX	XX	XX	30,6 %
-kestopuu 50x50 mm	XX	XX	XX	43,9 %
-kestopuupukit 50x100 mm k900 mm, 125 kpl, 4jm/kpl	XX	XX	XX	36,9 %
-säänkestävä vaneri 12 mm	XX	XX	XX	28,1 %
-säänkestävä vaneri 15 mm	XX	XX	XX	-5,3 %
-säänkestävä vaneri 18 mm	XX	XX	XX	14,1 %
-säänkestävä vaneri 24mm	XX	XX	XX	-14,8 %

Työn osuuden toteutunutta yksikköhintaa tarkastellessa koko yläpohjarakenteen osalta ja verrattaessa sitä tavoitehintaan voidaan alla olevan taulukon 2 perusteella todeta, että arvioitu hinta vastaa lähestulkoon toteutunutta.

Taulukko 2. Työn hintojen vertailua.

Työ	Tunnit yht.
A-Hinta XXe	XX
A-Hinta XXe	XX
Yhteensä	XX
Toteutunut hinta K/A euro	XX
Tavoitearvio hinta K/A euro	XX
%	0,91 %

5.2 Kapteeni Sundmanin katu

Kuvassa 8 esitetään kohde kokonaisuutena.



Kuva 8. Havainnekuva Kapteeni Sundmanin katu 1-3.

Gustaf Wilhelm kortteli on Helsingin Sompasaareen 2019 valmistunut kokonaisuus. Hanke oli Helsingin asuntotuotantotoimiston kokonaishintaisena kilpailuttama urakka. Työssä tarkastellaan Heka Kalasatama Kapteeni Sundmanin katu 1-3 räystäään toteutusta ja kustannuksia.

Räystäsrakennetta ilmenee kohteessa kolmea eri tyyppiä. IV-konehuoneilla, elementti-julkisivuilla ja muuratuilla julkisivuilla detaljit ovat erilaiset ja jokaista tarkastellaan erikseen. Alla olevassa taulukossa 3 esitetään työmaan kuitteihin perustuvia toteutuneita materiaalien hintoja.

Taulukko 3. Hintatoteumia työmaan kuiteista. [6.]

Tuote	Hinta	Hinta	Hinta	K/A		
21x1200x2400 SUOJAK (2,88m ²)	XX	XX	XX	XX	XX	e/m ²
18x1200x2400 SUOJAK (2,88m ²)	XX	XX	XX	XX	XX	e/m ²
15x1200x2400 SUOJAK (2,88m ²)	XX	XX	XX	XX	XX	e/m ²
KESTOPUU 48X123 VIHREÄ					XX	e/m
KESTOPUU 48X148 VIHREÄ RAW					XX	e/m
Kestopuu 50x100	XX	XX	XX	XX	XX	e/m
KL105R KULMALEVY 105X105MM RST	XX	XX	XX		XX	e/kpl
KONEANKKURINAULA 4X40MM RST 2000KPL	XX	XX			XX	e/kpl
KIILA-ANKKURI 10X65MM HAPONKESTÄVÄ	XX				XX	e/kpl
PASLODE IM90 NAULA+KAASU 90MM RST	XX				XX	e/kpl
RST RUUVI 6X60	XX				XX	e/kpl

Työ:

Tavoitetuntien perusteella oli räystäään Y1 suorittamiseen varattu XX tuntia, Y2 XX tuntia ja Y6 XX tuntia. Tuntihinnan tavoite on ollut noin XXe. Laskujen liitteiden perusteella tunteja on mennyt työhön yhteensä XXh ja tuntihinnaksi muodostunut noin XXe. Toteutuneita tunteja ei voi varmuudella pitää täysin paikkaansa pitävinä, sillä kaikissa liitteissä ei ole eritelty työtä riittävän tarkasti. Liitteistä saadun tiedon varassa voidaan tehdä alla olevan taulukon 4 mukainen oletama:

Taulukko 4. Toteutuneet työn hinnat. [6.]

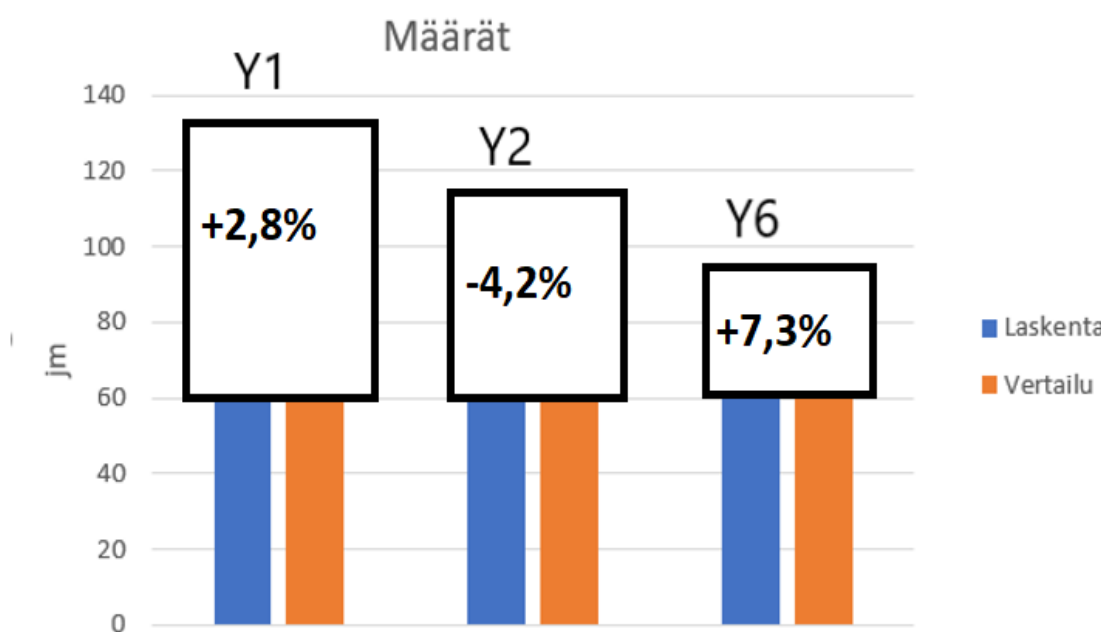
	Tavoite	Toteuma	Erotus	%
A-Hinta €	xx	xx	xx	8,9 %
Tunnit (h)	xx	xx	xx	8,6 %
Summa €	xx	xx	xx	18,3 %
Kuljetukset €	xx	xx	xx	
Yht. €			xx	33,6 %

Työ toteutettiin Kapteeni Sundmanin kadulla alihankintana. Vastaavanlaiset työt olivat kyseiselle aliurakoitsijalle tuttuja ja niitä oli tehty kokonaishintaisena urakkana aikaisemmin. Urakkasumma ei vastannut työmaan odotuksia ja työ sovittiin tehtäväksi tuntiperusteisesti. Alihankkija toimitti työstä tunti-arvion ennen työn aloitusta ja pääurakoitsijan

työnjohto kävi alihankkijan tehtaalla valvomassa tuotannon etenemistä ja sitä, että tunti-kirjanpito tehdään oikein. Materiaali toimitettiin pääurakoitsijan puolesta alihankkijan tehtaalle, missä räystääselementit kasattiin valmiiksi ja toimitettiin työmaalle nostoauton kuljettamana niin, että elementit saatiin asennettua suoraan nostoauton kyydistä. Pukkien dimensioidut piirrettiin kuviin ja alihankkijan kanssa sovittiin erikseen, miten rakenteen liitokset tehdään, jotta rakenne saadaan saumattomaksi. [3.]

Kohteessa tunnistettiin riskit parvekelinjojen räystäiden kanssa rakenteen ollessa erilainen. Toteutuneita riskejä oli kuorielementtien toimitusten myöhästyminen tehtaasta toimitusvaikeuksista johtuen, mikä vaikutti työhön merkittävästi. Riskistä aiheutunutta taloudellista haittaa saatiin kuitenkin minimoitua niin, ettei käytetty työvoimaa yksittäisiin räpäetöihin, vaan onnistuttiin pysymään urakatyössä tekemällä jälkeen jääneet työt seuraavan lohkon yhteydessä. [3.]

Kapteeni Sundmanin katu 1-3 tarkasteltaessa alla olevan kaavion 1 mukaan, voidaan havaita, että vertailulaskennan tulos rakenteiden juoksumetrioiden määrässä on samaa luokkaa, kuin määrälaskennan.



Kaavio 1. Rakenteiden juoksumetrioiden määrien vertailu.

Havaitaan lieviä eroja määrissä, mutta varsinkin kun kaikkien kolmen rakenteen juoksumetrit lasketaan yhteen, on ero vain muutaman prosentin luokkaa.

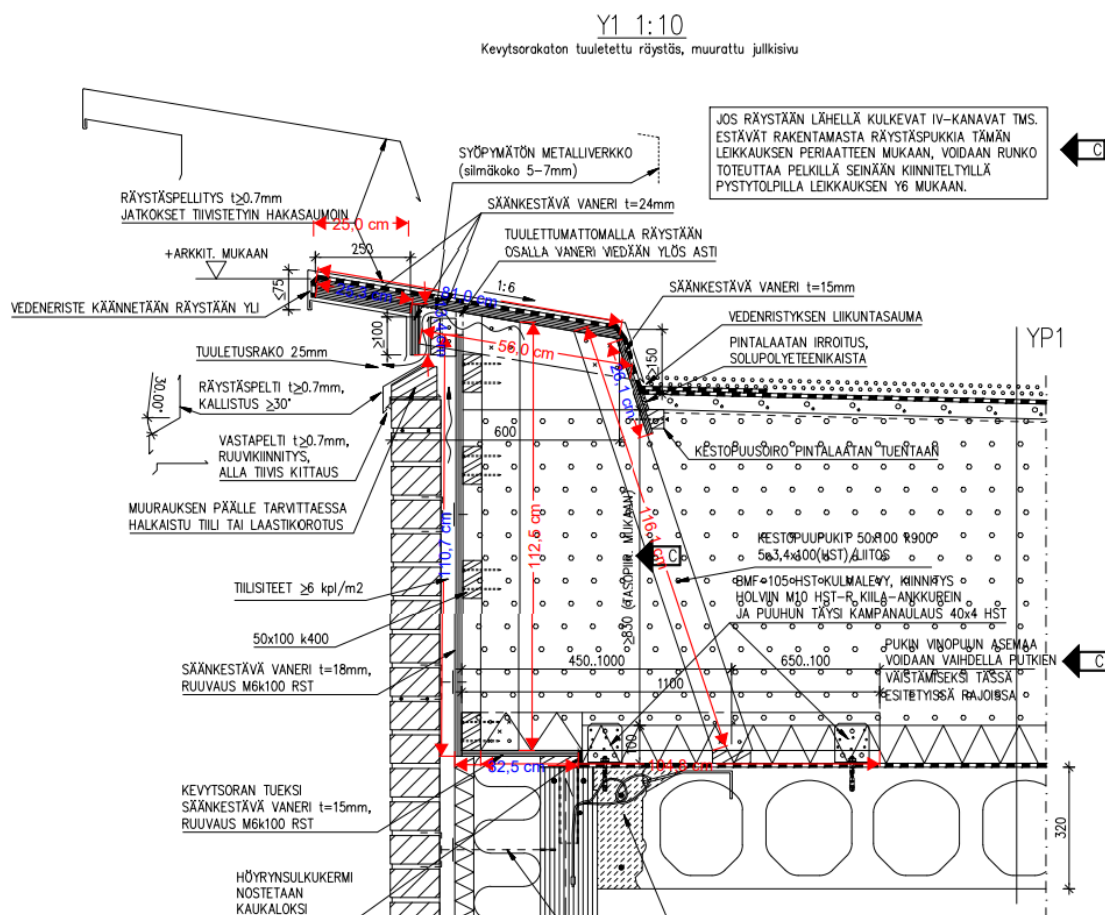
Hinnoittelussa ei juurikaan havaita eroa materiaalin osalta tavoitetta verrattaessa toteutuneisiin kustannuksiin. Laskennan kolmelle rakenteelle yhteenlaskettu materiaalien hinta on XXe. Laskennan määrillä ja toteutuneilla materiaalikustannuksilla yhteenlaskettu hinta on XXe. Eroa on siis vain alle 3%. Omassa laskelmassa hintaan ei ole huomioitu hukkaa tai teriä.

5.2.1 Det Y1

Kuvasta 9 ilmenee laskennan määrät ja tavoitekustannukset. Rakenteen laskettu materiaalin hinta juoksumetriä kohden on XXe ja vertailulaskelma XXe. Vertailulaskelmassa on käytetty kuvan 10 perusteella saatua tietoa.

Kuvaus	Tavoite määrä	Yksikkö	Tav.tunnit	KL1.Työ	KL2 Materiaali
Tasakaton räystäään puurunko, h = [] mm: kestopuupukit 50x100 mm k900 + 50x100 mm k400 + säänkestävät vanerit 18 mm II = [] mm + 15 mm II = [] mm + 24 mm II = [] mm , RAK 805-51 Det Y1	[]	jm	[]	[]	[]

Kuva 9. Tavoitelaskelma. [6.]



Kuva 10. Räystään Y1 leikkaus. [7.]

Tarkastellaan, löytyykö eroja urakkalaskennan ja tutkimuksessa tehdyn laskennan määristä. Kuvan det Y1 perusteella saadaan puutavaran ja kiinnikkeiden menekiksi:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| • 50x100 puu | 9,19m/jm |
| • 24mm vaneri | 1,2m ² /jm |
| • 18mm vaneri | 1,1m ² /jm |
| • 15mm vaneri | 0,59m ² /jm |
| • HST Kulmalevy | 2,2kpl/jm |
| • HST Kiila-ankkuri | 2,2kpl/jm |
| • HST Kampanaula | 16kpl/jm |
| • HST Ruuvi6mm | 36kpl/jm |
| • HST Runkonaula 3,4x100 | 18kpl/jm |

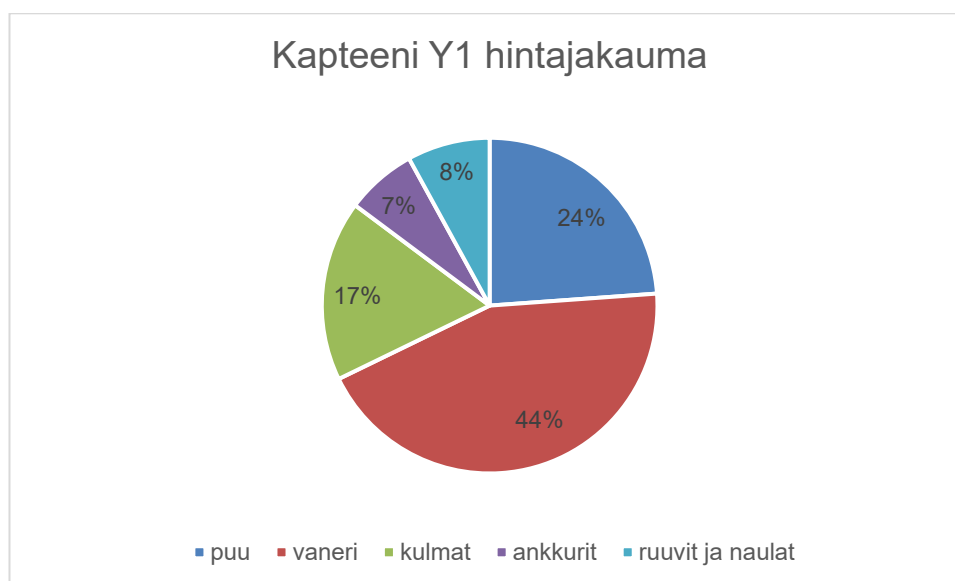
Työmaan kuiteista otettujen hintojen (taulukko 3) ja rakennekuvasta mitattujen määrien perusteella saadaan räystäsrakenteelle hintaa XXe/jm josta XXe on puutavaraa ja XXe kiinnikkeitä. Kiinnikkeiden osuus materiaalien kustannuksista on 32%. Materiaalin hukan osuutta eikä teriä ole huomioitu. Verrattuna laskennan XXe/jm hintaan voidaan todeta, että toteutuneet kustannukset vastaavat tavoitetta, jos hukkaa ei huomioida.

Liite 5 mukaan mitattujen juoksumetrioiden perusteella saatiin XXjm kyseistä Y1 rakennetta, jonka voidaan nähdä olevan samaa luokkaa, kuin laskennan XXjm määrä. Alla oleva taulukko 5 esittää vertailun.

Taulukko 5. Määrän ja yksikköhinnan vertailu. [6.]

Y1	Tavoite	Laskettu	Erotus	%
jm	XX	XX	XX	3 %
e/jm	XX	XX	XX	0 %
yht €	XX	XX	XX	3 %

Materiaalin hintajakauma on esitetty alla olevassa kaaviossa 2.



Kaavio 2. Materiaalien hintajakauma.

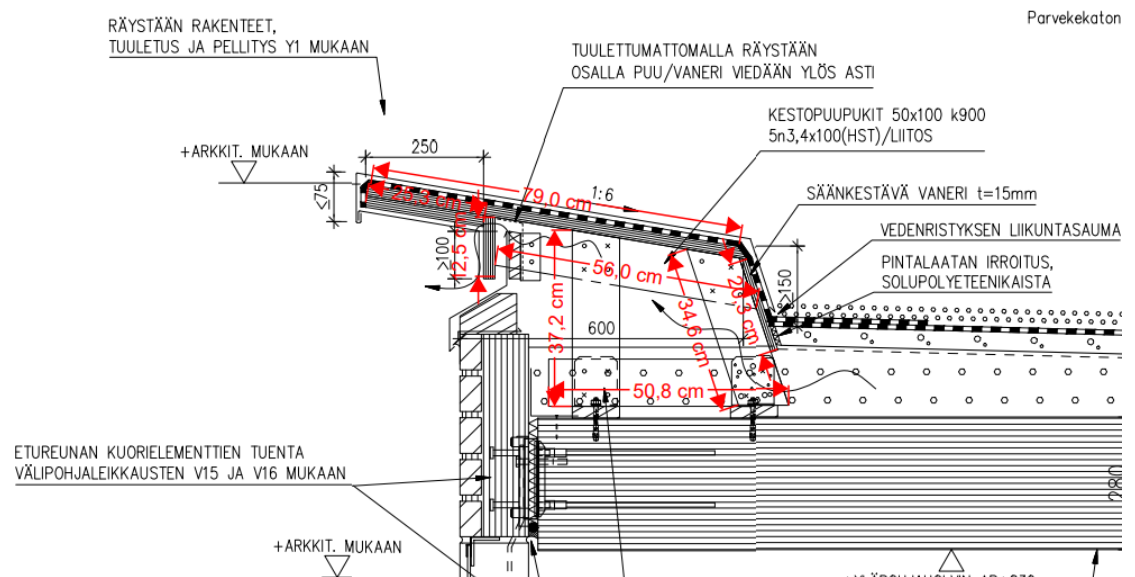
5.2.2 Det Y2

Kuvassa 11 esitetään tavoitelaskennan määrät otsikon mukaisen räystäsrakenteen osalta.

Kuvaus	Tavoite määrä	Yksikkö	Tav.tunnit	KL1.Työ	KL2 Materiaali
Tasakaton räystään puurunko, h = <input type="text"/> mm: kestopuupukit k900 + säänkestävät vanerit 18 mm, II = <input type="text"/> mm + 15 mm II = <input type="text"/> mm + 24 mm II = <input type="text"/> mm, RAK 805-51 Det Y2	<input type="text"/>	jm	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kuva 11 Y2 detaljin laskenta määrät. [6.]

Kuvasta ilmenee laskennan määrät ja hinta. Materiaalin hinta rakenteessa on XXe juoksumetriä kohden. Liitteen 5 perusteella laskettu rakenteen juoksumetriä on XXjm ja laskennan vastaava määrä on XXjm. Kuvassa 12 leikkaus parvekekaton päällisen räystään rakenteesta.



Kuva 12. Parvekekaton räystään leikkaus. [7.]

Rakenteen materiaalienmenekki:

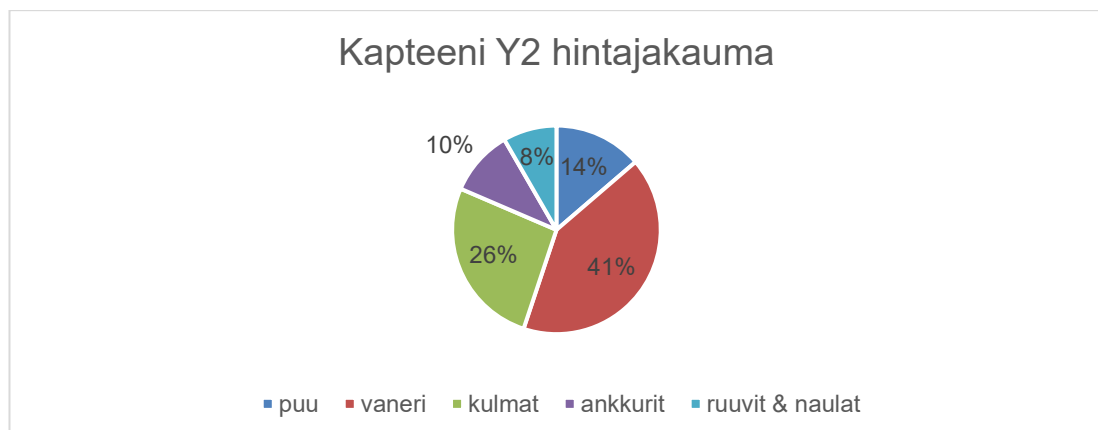
- 50x100 puu 2,86m/jm
- 24mm vaneri 1,17m²/jm
- 15mm vaneri 0,2m²/jm
- HST Kulmarauta 1,8kpl/jm
- HST Ankkuri 1,8kpl/jm
- HST Kampanaula 16kpl/jm
- HST ruuvi 10kpl/jm
- HST 3,4x100 naula 18kpl/jm

Työmaan kuiteista otettujen hintojen (liite 2) ja rakennekuvasta mitattujen määrien perusteella saadaan räystäsrakenteelle hintaa XX/jm josta XXe on puutavaraa ja XXe kiinnikkeitä. Kiinnikkeiden osuus rakenteen hinnasta on 45%. Materiaalin hukan osuutta tai muuta, kuten teriä ole huomioitu. Taulukko 7 esittää hintojen vertailun tavoitteen ja toteuman välillä.

Taulukko 6. Hintojen ja määrän vertaiu. [6.]

Y2	Tavoite	Laskettu	Erotus	%
jm	XX	XX	XX	-4 %
e/jm	XX	XX	XX	-5 %
yht. €	XX	XX €	XX	-9 %

Alla olevassa kaaviossa 3 esitetään materiaalin hintajakauma parvekekaton yläpuolisessa räystäsrakenteessa.



Kaavio 3. Y2 hintajakauma.

5.2.3 Det Y6

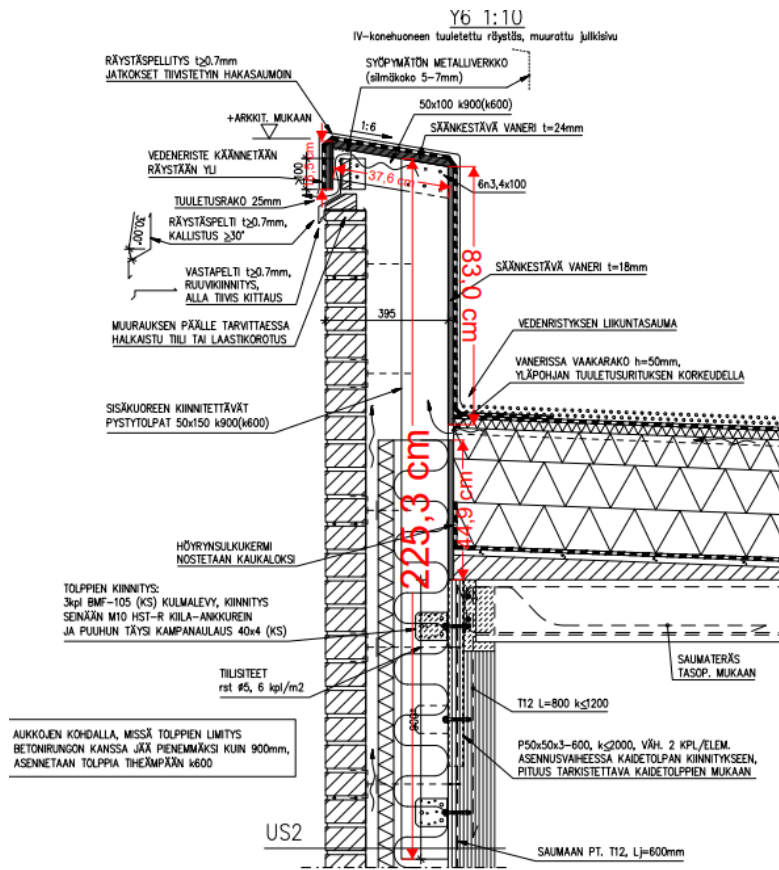
Alla olevassa kuvassa 13 esitetään laskennan määrät ja hinnat IV-konehuoneen räystään osalta.

Kuvaus	Tavoite määrä	Yksikkö	Tav.tunnit	KL1.Työ	KL2 Materiaali
Tasakaton räystään puurunko, h = <input type="text"/> mm: pystytolpat k900 + aluspuut 50x100 mm k900 + säänkestävät vanerit 18 mm II = <input type="text"/> mm + 24 mm II = <input type="text"/> mm, RAK 805-51 Det Y6 *puuosien jm on laskettu jaolla k900	<input type="text"/>	<input type="text"/> jm	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kuva 13. Laskennan tiedot IV-konehuoneen räystään osalta. [6.]

Kuvasta ilmenee laskennan määrät ja tavoitekustannukset. Rakenteen laskettu materiaalin hinta juoksumetriä kohden on XXe. Laskennan XXjm vertaukseksi tehty määrien laskenta piirustuksista (liite 5) tuotti XXjm.

Alla olevassa kuvassa 14 on leikkaus IV-konehuoneen räystään rakenteesta. Kuvan perusteella on laskettu siihen kuluva materiaalin menekki.



Kuva 14. Räystäs Det. Y6. [7.]

Rakenteen materiaalienekki perustuen kuvaan 14:

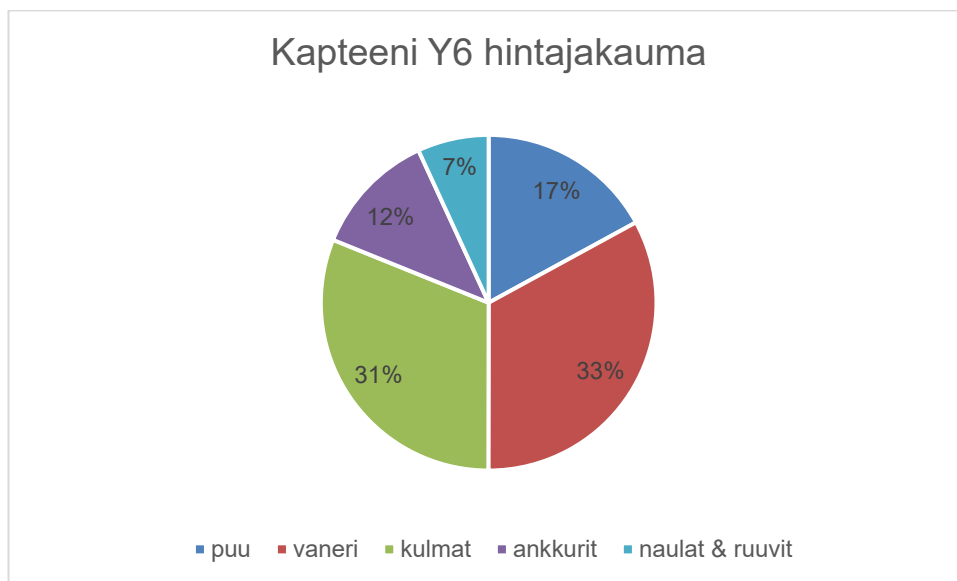
- 50x150 puu 2,48m/jm
- 50x100 puu 1,69m/jm
- 24mm Vaneri 0,53m²/jm
- 18mm Vaneri 1,27m²/jm
- HST Kulmarauta 3,3kpl/jm
- HST Ankkurit 3,3kpl/jm
- HST Kampanaula 4x40 24kpl/jm
- HST Runkonaula 3,4x100 8kpl/jm
- HST Ruuvit 18kpl/jm

Työmaan kuiteista otettujen hintojen (taulukko 3) ja rakennekuvasta (kuva 14) mitattujen määrien perusteella saadaan räystäsrakenteelle hintaa XXe/jm josta XXe/jm puutavarasta ja XXe/jm kiinnikkeistä. Huomioitaessa hukka ja muut kulut, vaikuttaa laskennan materiaalihinta XXe/jm alakanttiin menevältä. Alla oleva taulukko 7. osoittaa tavoitearvion ja toteutuneen materiaalihinnan eroa.

Taulukko 7. Määrän ja hinnan vertailu [6.]

Y6	Tavoite	Laskettu	Erotus	%
jm	XX	XX	XX	7 %
e/jm	XX	XX	XX	14 %
yht. €	XX	XX	XX	20 %

Alla oleva kaavio 4 osoittaa, että kiinnikkeiden osuus materiaalikustannuksista rakenteessa on 50%.



Kaavio 4. IV-konehuoneen räystään materiaalien hintajakauma.

5.3 Helsingin Tullinpuisto



Kuva 15. Havainnekuva Tullivuoren kohteesta. [14.]

As. Oy Helsingin Tullinpuisto ja Heka Malmi Tullivuorentie 22 ovat 2021 valmistunut kokonaisuus. Kohteessa on kuusi kerrostaloa, joissa on tasakatto. Hanke oli Helsingin asuntotuotannon kokonaishintaisena kilpailuttama urakka. Työssä tarkastellaan molempien yhtiöiden toteutusta ja kustannuksia.

Räystäsrakennetta ilmenee kohteessa kahta eri tyyppiä. Parvekekatoilla rakenne on erilainen, kuin muulla katolla ja molempia tarkastellaan erikseen.

Tullivuoren kattotyö toteutettiin tuntiperusteisesti, sillä sopivat resurssit olivat työmaalla vapaana. Kohteen ulokeparvekelinjojen z-elementtien toimitusvaikeuksien ja kuivumisaikojen johdosta parvekekaton yläpuolinen osa oli tehtävä jälkikäteen parvekepielten asennuksen jälkeen. Resurssit kiinnitettiin kuivumisen odotusajaksi valmistamaan seuraavan talon pukkeja. Osa räystäsrakenteista tehtiin kesällä ja osa talvella. Vaikka talvi oli leuto, vesisateet olivat runsaita, mikä vaikutti työhön. Puuelementti työn olisi voinut kilpailuttaa, jonka johdosta olisi saatu kiinteä hinta suurelle massalle ja resursointi olisi voitu tehdä tarpeenmukaisesti. Tekijät vaihtuivat työn edetessä, millä lieenee vaikutusta työhön. [3.] Taulukko 8 esittää, että työn hinta on ollut huomattavasti kalliimpaa, kuin tavoitearviossa.

Taulukko 8. Tullivuoren työn hintojen kuvaus.

	TYÖN HINTA €	Tavoite	Erotus	%
Toteutunut KL3	XX €	XX €	XX €	12,1 %
Toteutunut KL1 + KL5	XX €	XX €	XX €	9,1 %
Toteutunut K/A	XX €	XX €	XX €	10,6 %

Alla olevassa taulukossa 9 esiintyy työmaan kuiteista saatuja materiaalien keskiarvohintoja. Hinnat toimivat vertailuna tavoitelaskelman hintoihin.

Taulukko 9. Materiaalien toteutuneet hinnat työmaalla.

Tuote	e/yks.	e/yks.	e/yks.	K/A
15x1200x2400 suojak. Vaneri	XX	XX	XX	XX
50x100 RAW	XX	XX	XX	XX
50x100 Kestopuu	XX			XX
48x48 Kesto	XX	XX		XX
48X173 RAW	XX	XX	XX	XX
48X123 KESTO	XX	XX		XX
48X198 RAW	XX	XX		XX
22x100 RAW	XX	XX	XX	XX
KIILA-ANKKURI 10X105 HST	XX			XX
Kulmarauta 90-90-65-2,5	XX			XX
Naulauslevy 50x200x2mm. K-rauta hinta 4,95e/kpl	XX		arvio:	XX
IM90 NAULA+KAASU 63MM RST	XX			XX
ANKKURINAULA 40X4	XX			XX

5.3.1 Det Y1

Kuvaus	Tavoite määrä	Yksikkö	Tav.tunnit	KL1.Työ	KL2 Materiaali
Tasakaton räystään rakenteet, h= <input type="text"/> mm: NR- pukit k600 yht. <input type="text"/> kpl + jatkuva 2x50x100 mm + 15 mm säävaneri <input type="text"/> mm + 50x50 mm, RAK 840-52 Y1	<input type="text"/>	jm	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

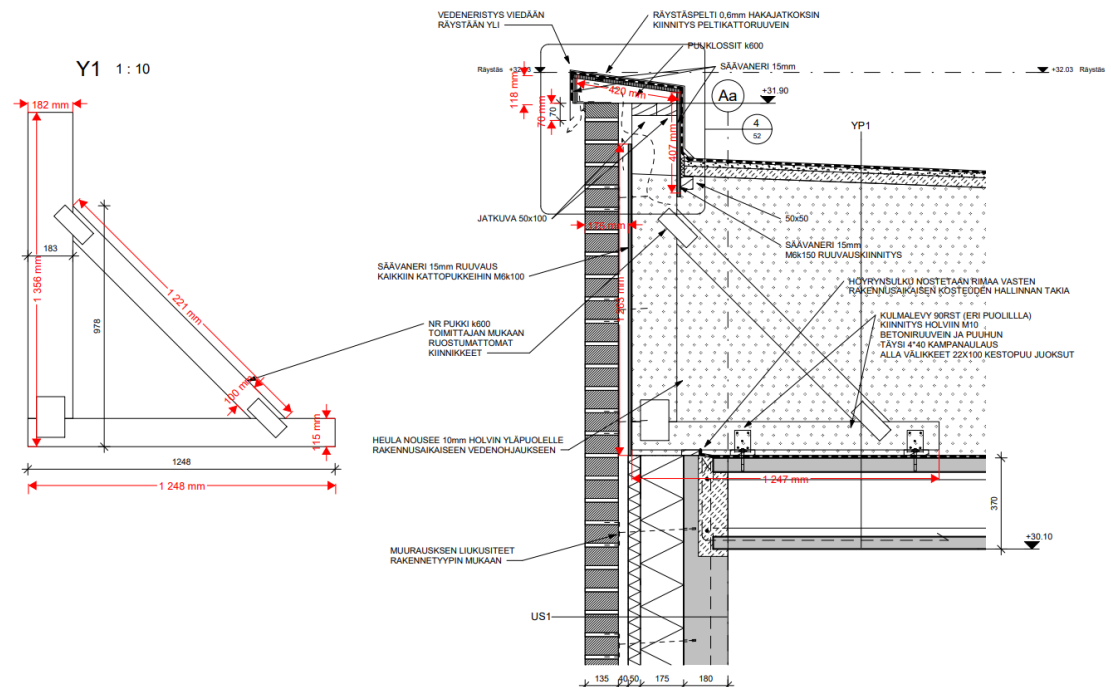
Kuva 16 Laskennan määrät muuratulle seinälle tulevalle räystäsrakenteelle.

Verraten rakennuspiirustuksista mitattuihin määriin ei juurikaan havaita eroja tavoitearvion määrään nähden. Bluebeamilla saatu määrä oli XXjm joka (k600) tekee XX pukkia laskennan XX sijaan ja alla oleva taulukko 10. havainnoi tämän.

Taulukko 10. Tavoitteen vertailu teoreettiseen mittaukseen.

Y1	Tavoite	Vertailu	Suhde
Pukkia	XX	XX	1,3 %
jm	XX	XX	1,3 %

Alla olevassa leikkauksessa (kuva 17.) esiintyy kohteen yleinen räystäsrakenne. Kuvan perusteella on laskettu siihen kuluva materiaalimenekki juoksumetriä kohden.



Kuva 17. Räystään leikkaus. [7.]

Rakennekuvan perusteella laskettuja materiaalien määriä:

- 50x182 1356mm/pukki
- 50x115 1248mm/pukki
- 50x100 2421mm/pukki
- 15mm vaneri $2,207\text{m}^2/\text{jm} = 1,325\text{m}^2/\text{pukki}$
- Kiila-ankkuri HST 2kpl/pukki

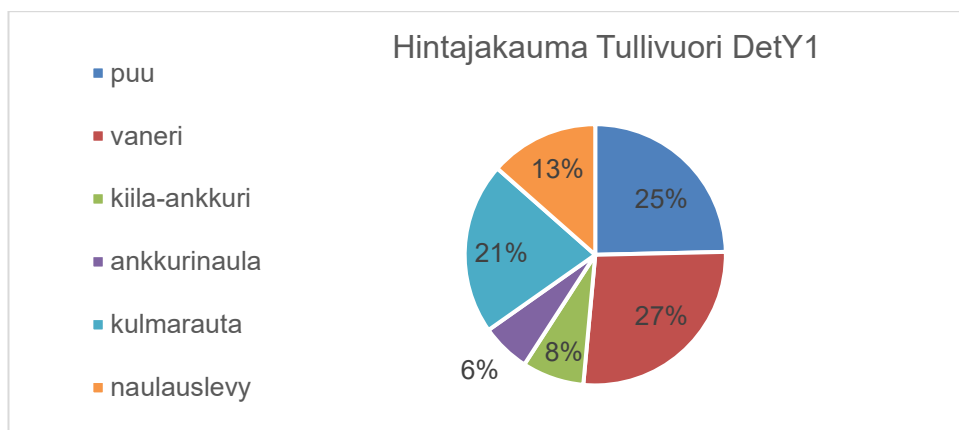
- Ankkurinaula 40x4 46kpl/pukki
- Kulmarauta 2kpl/pukki
- Naulauslevy 3kpl/pukki

Taulukko 11. Tavoitearvion ja vertailu laskelman tuloksia.

Y1	Tavoite	Laskettu	Erotus	%
Määrä/jm	XX	XX	XX	1 %
Hinta/jm €	XX	XX	XX	12 %
yht €	XX	XX	XX	13 %

Taulukosta voi todeta, että vaikka määrissä ei eroa juuri ole, niin työmaan kuiteista saatujen materiaalien hintatoteumien perusteella rakenteen juoksumetriä kohden toteutunut hinta on merkittävästi kalliimpi, kuin tavoitearviossa. Toteutuneeseen hintaan ei ole laskettu hukkaa, eikä muita mahdollisia kuluja kuten teriä tai rahtia. Laskettu hinta juoksumetriä kohden on johdettu tavoitearvion määrästä ja omasta materiaalienekkilaskelmasta.

Räystäsrakenteen materiaalin hintajakauma on esitetty alla olevassa kaaviossa 5 ja siitä todettakoon, että puun ja vanerin hinta on noin puolet rakenteen materiaalien kokonaiskustannuksesta.



Kaavio 5. Materiaalien hintajakauma räystäsrakenteessa.

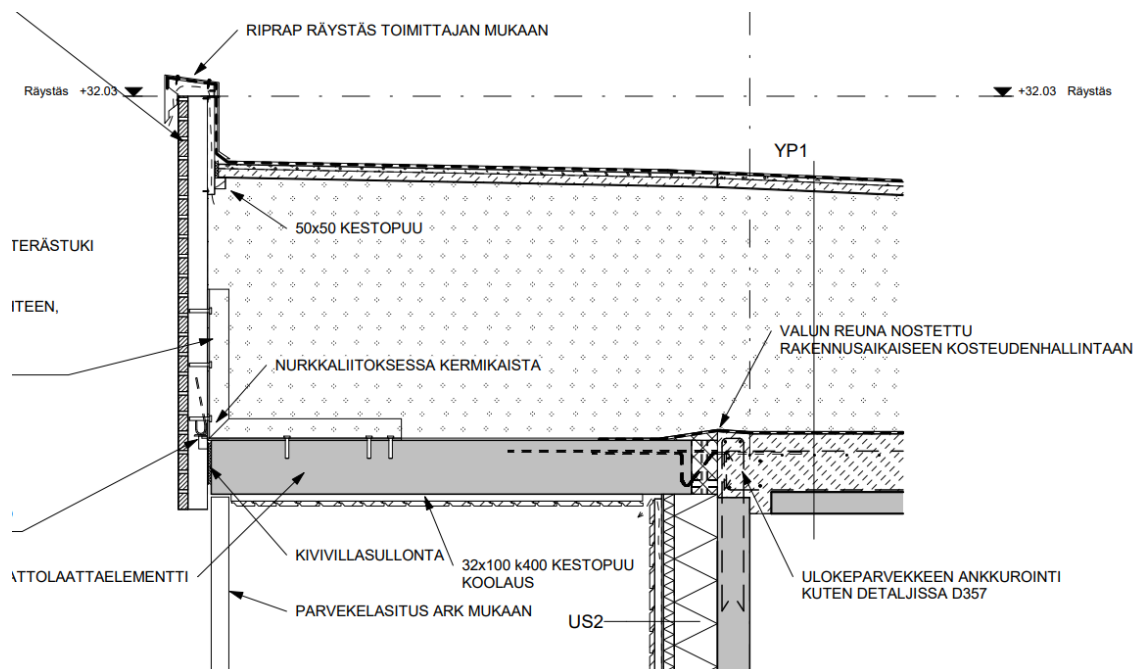
5.3.2 Det Y2

Kuvaus	Tavoite määrä	Yksikkö	Tav.tunnit	KL1.Työ	KL2 Materiaali
Tasakaton räystään rakenteet, h= <input type="text"/> mm: 15 mm säävaneri <input type="text"/> mm + 50x50 mm kestopuu, parvekekatto, RAK 840-52 Y2	<input type="text"/>	jm	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kuva 18. Tavoitemäärät parvekekattojen räystäsrakenteessa. [6.]

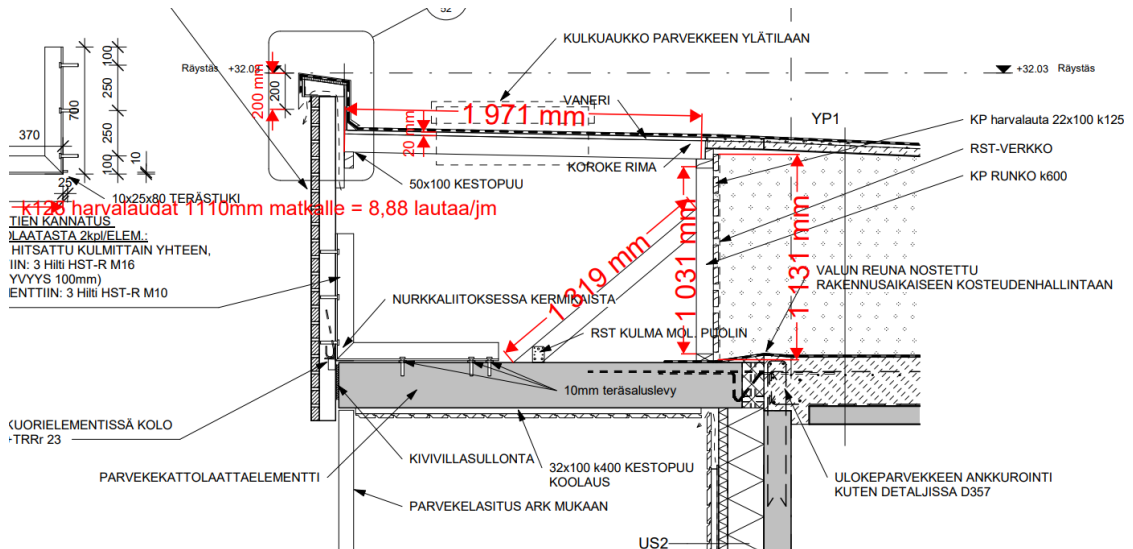
Parvekelinjojen ylle tuleva räystään rakenne muutettiin erilaiseksi työn aikana. Ylimmän kerroksen julkisivuelementit eivät olleet vielä työmaalla, joten seinämä täytyi rakentaa pitämään eristemateriaali paikallaan. Muutettu rakenne mahdollisti parvekkeiden jälkeinpäin tekemisen, niin että katto saatiin muuten valmiiksi ja eristeenä käytetyn leca-soran kustannuksissa tehtiin huomattava säästö. Muussa materiaalissa verrattuna, uusi rakenne oli huomattavasti enemmän materiaalia kuluttava ja näin ollen toi myös lisää työtä.

Vertaillaan urakkalaskentamateriaalin ja toteutuneen rakenteen määriä. Kuvassa 19 esitetään alkuperäinen urakkalaskennassa käytetty leikkauskuva.



Kuva 19. alkuperäinen rakenne, jossa eristemateriaali tuodaan parvekekaton ylle. [7.]

Toteutetussa rakenteessa on tehty seinämä, joka estää eristemateriaalin tunkeutumisen parvekekaton ylle. Parvekeulokkeita on työmaan kuudessa rakennuksessa yhteensä 24 kappaletta ja yksittäinen seinämä lisää merkittävästi materiaalin ja työvoiman kulutusta. Kuvassa 20 esiintyy toteutettu rakenne.



Kuva 20. Toteutunut rakenne. [7.]

Verrattaessa suunnitelmissa alun perin olevaa rakennetta toteutuneeseen rakenteeseen ja tutkimuksessa tehtyyn määrälaskelmaan havaitaan, alla olevan taulukon 12 mukaisesti, että oma laskelma tuotti hieman vähemmän juoksumetrejä, kuin tavoitearvio. Seinämä taas aiheutti huomattavasti lisää juoksumetrejä rakenteen määrään.

Taulukko 12. Toteutuneen rakenteen vertailu alun perin suunniteltuun.

6 taloa, 4 uloketta -->	kertoimet-->	4	6	j/m
Toteutunut rakenne jm yht.	XX	XX	XX	XX
Seinämän osuus tot. Rakenteessa.				XX
Alkuperäinen Rakenne (oma laskenta)	XX	XX	XX	XX
Tavoitemäärä				XX

Alkuperäisen rakenteen oma materiaalien hintojen laskenta tuotti huomattavasti pienemmän kokonaiskustannuksen rakenteen osalta alla olevan taulukon 13 mukaan.

Taulukko 13.

Alkuperäinen rakenne materiaalit:	kerroin	yht:	hinta:
KP 50x50	XX	XX	XX
Vaneri 15mm	XX	XX	XX
Kiinnikkeet			XX
Yht (teoreettinen laskelma) €			XX
Tavoitehinta €			XX

Toteutettu rakenne avattuna alla olevan taulukon 14 mukaisesti lisäsi materiaalin menekkiä erittäin paljon ja luonnollisesti näin ollen aiheutti myös lisää työtä.

Taulukko 14. Toteutunut rakenne auki laskettuna.

Puutavara	yks/jm	hinta/jm	hinta kok.
KP harvalauta 22x100	XX	XX	XX
KP ala&yläjuoksu 50x100	XX	XX	XX
KP 50x50	XX	XX	XX
KP runko k600 50x100	XX	XX	XX
KP vaaka k400 50x100	XX	XX	XX
KP Vino 1kpl/uloke 50x100	1kpl/uloke		XX
Vaneri 15mm	XXmm	XX	XX
Vaneri 15mm	XXmm	XX	XX
RST Verkko		XX	XX
Kiinnikkeet	kpl	KPL YHT	
RST Kulma	XX	XX	XX
Naulat 4x40	XX	XX	XX
Ankkurit	XX	XX	XX
Runkonaulat	XX	XX	XX
Yhteensä:			XX

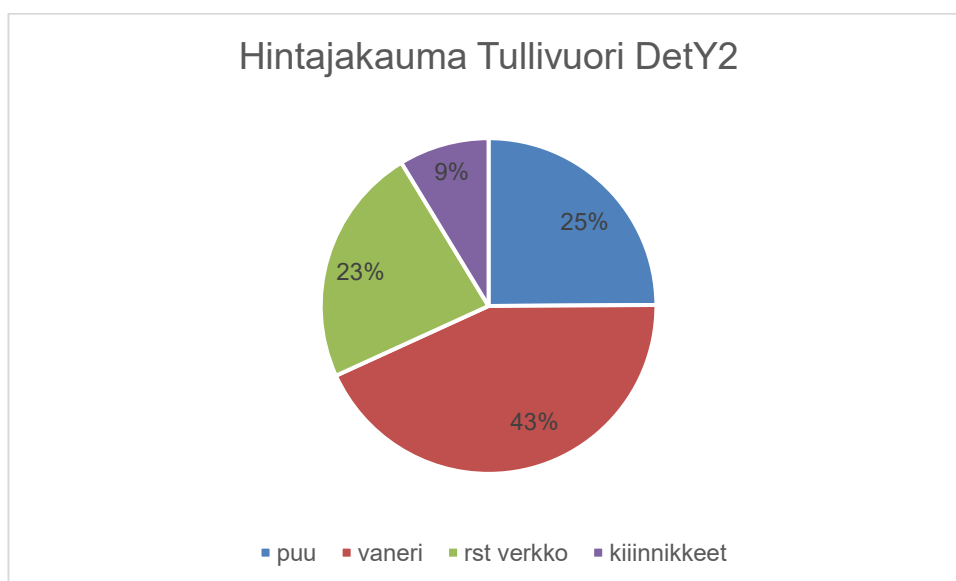
Toteutettu rakenne myös vaati huoltoluukun kuvan 20 mukaisesti, mistä aiheutuu lisää materiaali, -ja työkustannuksia. Kustannusten kannalta positiivisena asiana voidaan pitää eristemateriaalissa säästettyä rahaa. Alla olevasta taulukosta 15 ilmenee säästetyn eristemateriaalin määrä ja hintaolettama sekä euroissa säästetty hinta.

Taulukko 15. Eristemateriaalissa säästetty raha.

Lecasora tav.hinta		XX	e/m ³
1 uloke		XX	m ³
uloke yht.	24	XX	m ³
säästö euroissa:		XX	€

Vaikka eristemateriaalin määrän väheneminen toteutuneella rakenteella tuo positiivisen vaikutuksen hintaan, se ei välttämättä riitä kattamaan rakenteen muutoksesta aiheutuneita lisäkuluja.

Räystäsrakenteen materiaalin hintajakauma on esitetty alla olevassa kaaviossa 6 ja siitä voidaan todeta, että varsinkin rakenteen yläpuolinen vanerointi ja seinämässä käytetty RST-verkko on vaikuttanut hintaan merkittävästi.



Kaavio 6. Parvekekaton räystäään materiaalien hintajakauma.

6 Johtopäätökset

Tullivuoressa ja Kapteeni Sundmanin kadulla työn toteutunut tuntihinta on merkittävästi tavoitehintaa korkeammat. Sen perusteella työn laskettua tavoitehintaa tulisi nostaa jopa 10 prosenttiyksikköä pysyäkseen budjetissa. Vaikka työ tulisi hankkia suunniteltuun hintaan, se ei aina ole mahdollista ja edullisella työllä voi olla negatiivinen vaikutus laatuun. Räystäsrakenteisiin varattu tuntimäärä ylittyi huomattavasti ainakin Kapteeni Sundmanin kadun osalta. Kapteeni Sundmanin katu oli ainoa tarkasteltava kohde, missä tuntikirjaus oli tehty niin, että kirjausta pystyi luotettavalla tavalla hyödyntämään jälkilaskennassa. Tutkimuksen perusteella ylittymiseen johtaneet syyt löytyivät sekä tuotannosta, että laskennasta.

Materiaalin osalta tutkimuksessa tehty laskelma tuotti keskimäärin korkeamman hinnan yksikköä kohden kuin tavoitelaskelma. Se voi johtua ainakin kahdesta asiasta. Materiaalin hinta voi olla kalliimpaa, kuin mitä se tavoitelaskelmassa on. Oletettua kalliimpi hinta voi johtua esimerkiksi kalliista haponkestävistä kiinnikkeistä, joita kattotöissä käytetään. Yhtä todennäköisenä voidaan myös pitää sitä, että yksikkö (jm) rakennetta pitää sisällään enemmän materiaalia, kuin mitä tavoitteessa on arvioitu. Vaikka monessa rakenteessa materiaalin oman laskelman tulos ei ollut merkittävästi suurempi, kuin tavoitteessa on huomioitava, että tutkimuksessa tehdyn laskelman summa ei pitänyt sisällään materiaalihukkaa toisin kuin tavoitehintaa.

7 Yhteenveto

Räystäsrakenteen toteuttamiseen on useita vaihtoehtoja ja tuotannon suunnitteluvaiheessa on vielä mahdollisuus vaikuttaa siihen, mikä toteutusmuoto on sopivin yksittäistä kohdetta varten.

Tuotantovaiheen perusteellinen suunnittelu ja ohjaus esittävät merkittävää roolia hankkeen onnistumisen kannalta. Vaikka suunnittelu olisi huolellisesti toteutettu, se ei takaa hankkeen onnistumista ilman jatkuvaa työn ohjausta. Yksittäistä työvaihetta ohjaamaan osoitetun henkilön tulee olla jatkuvasti perillä työvaiheen etenemisestä, jotta tuotannossa ilmenneisiin häiriöihin voidaan puuttua. Tuotannossa on tärkeää tunnistaa erilaisia riskejä mahdollisimman varhain, jotta riskit voidaan poistaa tai niistä aiheutuvia seurauksia minimoida. Tuotantovaiheen riskien tunnistamista auttaa kokemuksen mukana tuoma ammattitaito. Kustannus- ja tuotantototeumien jatkuvan seurannan avulla voidaan ennustaa, mihin suuntaan hanke on taloudellisesti menossa. Kustannusseurannan avulla voidaan myös reagoida ilmenneisiin haittoihin. Urakoitsijan näkökulmasta hankkeen taloudellinen onnistuminen on tärkein mittari, sillä ilman positiivista tulosta yrityksen liiketoiminta on kannattamatonta. Onnistunut kustannushallinta alkaa oikeanmukaisista kustannuslaskelmista ja päättyy tuotantovaiheen jälkeen tehtävään jälkilaskentaan, jonka avulla saadaan arvokasta tietoa yrityksen tulevaisuuden toiminnan kannalta.

Kohteiden räystäsrakenteita tutkittaessa voitiin määrälaskennan osalta todeta, että rakennuspiirroksista tutkimuksessa mitatut määrät olivat hyvin lähellä kohteiden urakalaskennassa käytettyjä määriä. Kun tutkittiin rakennusosan yhden yksikön sisältämää materiaalienekkiä, havaittiin joissain rakenteissa melko merkittäviäkin eroja. Varsinkin kun otetaan huomioon, ettei vertailulaskelmassa huomioitu materiaalihukkaa. Vesikattotyössä käytettävillä erikoiskiinnikkeillä voi olla hintaa korottava merkitys, jos niitä ei tavoitearviossa ole riittävän tarkasti huomioitu. Jos alun perin suunnitellusta rakenteesta poiketaan, on kustannusten näkökulmasta olla perillä sen vaikutuksesta varsinkin rakenteen määrän ollessa merkittävä.

Työn hinnan osalta tulos oli poikkeuksetta se, että tavoitehinta oli matalampi, kuin toteutunut. Tuntien määriä oli kustakin kattotyön vaiheesta mahdoton selvittää, joten

todettakoon, että jälkilaskentaa ajatellen tulisi tuntityöläppujen erittelyn tarkkuuteen kiinnittää huomiota.

Vaikka työssä ei löydetty yksiselitteistä tekijää kustannusten ylityksille, havaittiin useita osatekijöitä, jotka vaikuttivat negatiivisesti hintaan. Räystäiden puutöiden lisäksi budjetin ylittymisiä on voinut olla muualla yläpohja litteralla.

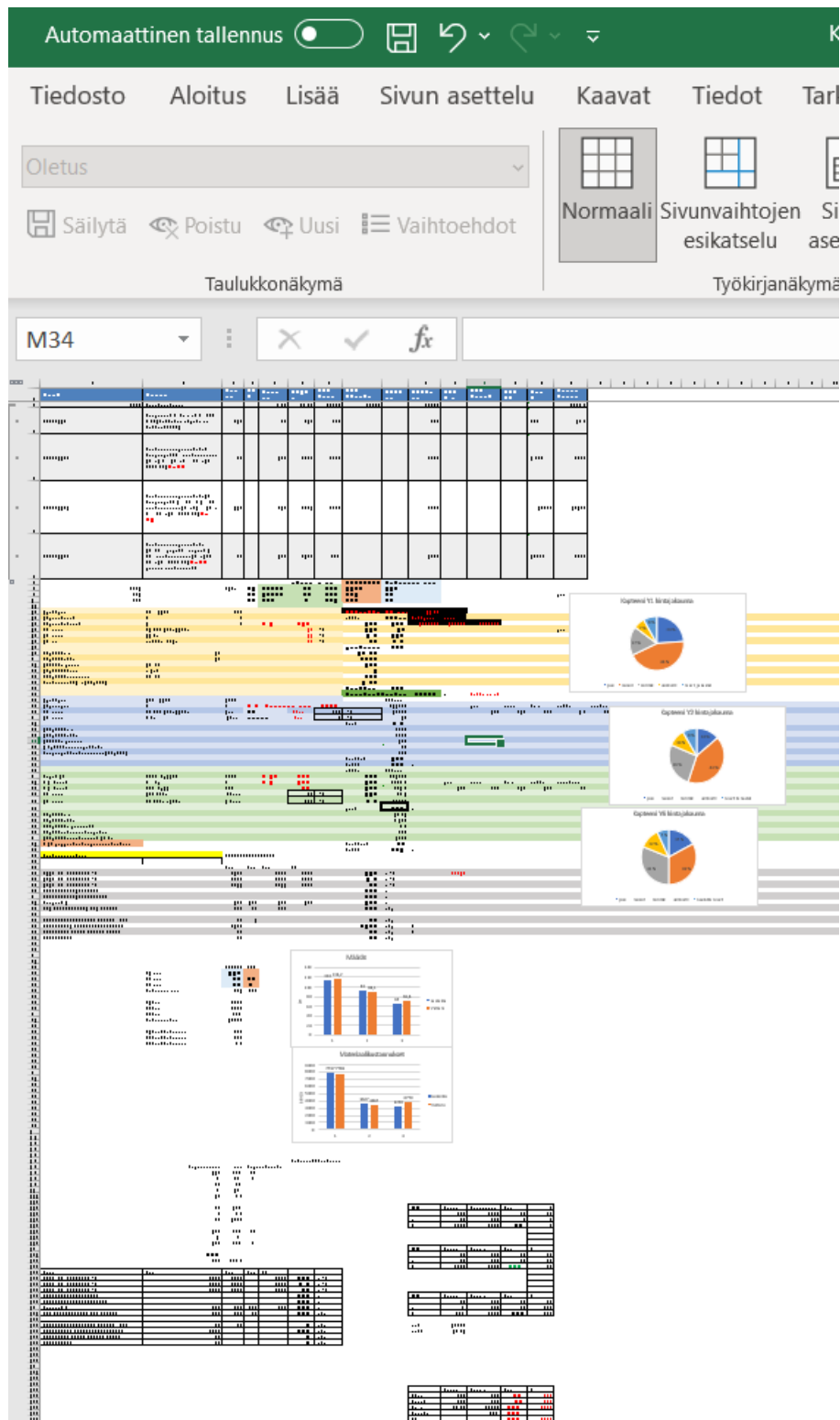
Lähteet

- 1 Talonrakennusteollisuus RY Ratu, Rakennushankkeen kustannushallinta Ratu KI-6033
- 2 Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta, Juha-Matti Junnonen, Suomen Rakennusmedis Oy, Helsinki 2010.
- 3 Haastattelu Tero Voutilainen
- 4 Ratu S-1229 Rakennustyömaan projektisuunnitelma
- 5 Haastattelu 2
- 6 Yrityksen kustannushallintajärjestelmä
- 7 Sokopro, rakennuspiirustukset
- 8 Runko RYL Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talonrakennuksen runkotyöt 2010
- 9 https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf Luettu: 1.4.2021
- 10 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta perustelumuistio 21.12.2016
- 11 <https://leca.fi/ratkaisut/katot/lecar-sorakaton-suunnittelu/> Luettu: 29.4.2021
- 12 www.ripatti.fi/riprap Luettu: 29.4.2021
- 13 <https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/asunnonhaku-fi/tietoa-asunnoista/ara-uudiskohteet/pyhatunturintie-2/pyhatunturintie-2> Luettu: 29.4.2021
- 14 <https://www.att.hel.fi/fi/omistusasunnot/asunto-oy-helsingin-tullinpuisto> Luettu: 7.5.2021


























laskelmat



Kapteeni Sundmanin katu excel, laskelmat

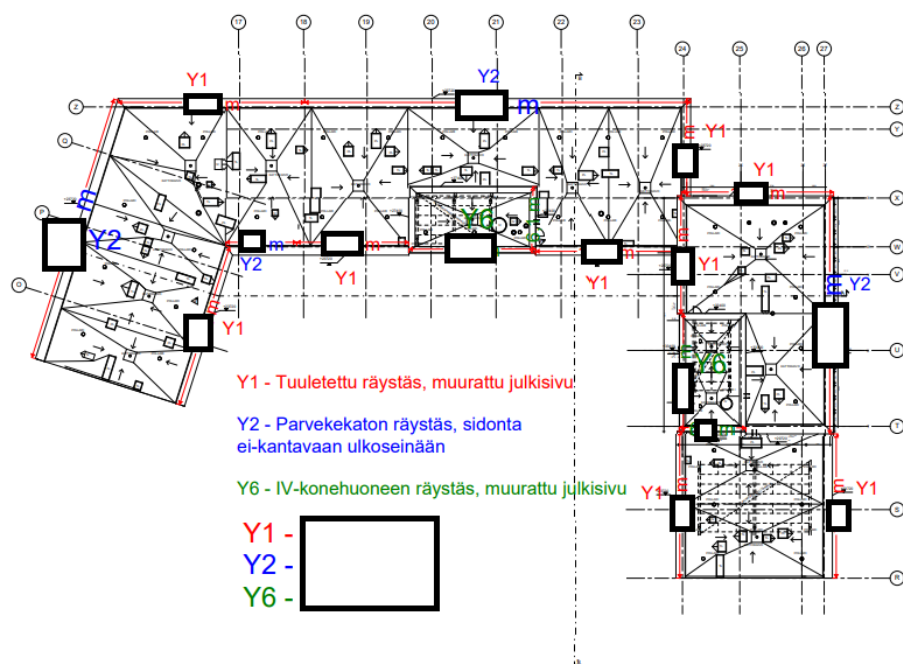


Pyhätunturintie excel, laskelmat

Automaattinen tallennus      Kustannus																																																											
Tiedosto Aloitus Lisää Sivun asettelu Kaavat Tiedot																																																											
Oletus																																																											
 Säilytä  Poistu  Uusi  Vaihtoehdot																																																											
Taulukkonäkymä																																																											
Normaali Sivunvaihto esikatselu Työkirja																																																											
R42    																																																											
<table><tr><th colspan="10">Tiedosto Aloitus Lisää Sivun asettelu Kaavat Tiedot</th></tr><tr><td colspan="10">Oletus</td></tr><tr><td colspan="10"> Säilytä  Poistu  Uusi  Vaihtoehdot</td></tr><tr><td colspan="10">Taulukkonäkymä</td></tr><tr><td colspan="10">Normaali Sivunvaihto esikatselu Työkirja</td></tr></table>										Tiedosto Aloitus Lisää Sivun asettelu Kaavat Tiedot										Oletus										 Säilytä  Poistu  Uusi  Vaihtoehdot										Taulukkonäkymä										Normaali Sivunvaihto esikatselu Työkirja									
Tiedosto Aloitus Lisää Sivun asettelu Kaavat Tiedot																																																											
Oletus																																																											
 Säilytä  Poistu  Uusi  Vaihtoehdot																																																											
Taulukkonäkymä																																																											
Normaali Sivunvaihto esikatselu Työkirja																																																											

Kapteeni Sundmanin katu määrät

Mitatut määrät rakenteiden juoksumetrejä



Tullivuori määrät

Mitatut määrät rakenteiden juoksumetrejä

