OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Jyrki Näsänen

PUU- JA TERÄSRUNKOISEN KYLMÄN KONEHALLIN KUSTANNUSVERTAILU

PUU- JA TERÄSRUNKOISEN KYLMÄN KONEHALLIN KUSTANNUSVERTAILU

Jyrki Näsänen
Opinnäytetyö
kevät 2020
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Jyrki Näsänen
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Puu- ja teräsrunkoisen kylmän konehallin kustannusvertailu
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Comparative cost calculation of wooden-framed machine hall and steel-framed machine hall
Työn ohjaaja(t): Vesa Pitsinki
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 24 + 6 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on kylmän puu- ja teräsrunkoisen konehallin rakennuskustannusten vertailu teräsrunkoiseen halliin. Tavoitteena oli muodostaa erokustannuslaskelma eri runkomateriaalien ja toteutusmuotojen välillä, sillä kokonaiskustannuksiin vaikuttavat lähinnä rungon rakentamistyyli ja materiaali.

Työssä laadittiin aluksi puurunkoiselle konehallille kustannuslaskelma ja sen jälkeen laskettiin teräsrungon kustannukset. Työssä vertailtiin kolmea erilaista runkoa: puurunkoa ja kahta erilaista terästoteutusmallia. Puurungon laskelmaan laskettiin kaikki työvaiheet. Osa on yhteneväisiä teräsrunkoisen laskelman kanssa, joten ne näkyvät samanlaisina tässä laskelmassa.

Työn lopputuloksena oli se, että edullisimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui puurunkoinen konehalli. Valmis teräsrunkoinen hallipaketti ei juurikaan ole kustannuksiltaan paljoa kalliimpi kuin puurunkoinen halli. Se on nopeampi kasata työmaalla, mikäli haluaa nopeasti näkyvämpää jälkeä.

Asiasanat: konehalli, puurunko, teräsrunko, erokustannuslaskelma

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Management

Author(s): Jyrki Näsänen
Title of thesis: Comparative cost calculation of wooden-framed machine hall and steel-framed machine hall
Supervisor(s): Vesa Pitsinki
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020
Pages: 24 + 6 appendices

The subject of the thesis has been a comparison of the costs of a cold wooden-framed machine hall and a steel-framed hall. The aim has been to formulate a comparative cost calculation between different frame materials and realization.

As a comparative method I have used the cost calculation for a wooden-framed machine hall to the cost calculation of the steel-framed machine hall. Three different frames, a wooden and two different steel models were compared. All steps are included in the calculation of the wooden-framed. The cost is not much affected by the style and material of the frame.

The result of the work was that the most economical option is to make a wood-framed machine hall, but the finished steel-framed hall package is not much more expensive. At least it is faster to assemble on site, if you want faster resolutions.

Keywords: Machine hall, wooden frame, steel frame, cost calculation

ALKULAUSE

Tämä työ on ollut mielenkiintoinen ja opettavainen kokemus. Erityisesti olen oppinut uutta rakennusten suunnittelusta ja hanketason suunnittelusta, mistä tulevaisuudessa on hyötyä työelämässäni. Haluaisin kiittää ohjaajaani Vesa Pitsinkiä, yhteistyössä olleita konepajayritystä ja alalla toimivaa teräsrunkoisen hallin toimittajaa, joilta sain tietoa teräsrunkoisen hallin hinnoista.

7.3.2020 Oulu

Jyrki Näsänen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS
1 JOHDANTO 7
2 RAKENNUSHANKE 8
2.1 Tarveselvitysvaihe 8
2.2 Hankesuunnitteluvaihe 9
2.3 Rakennussuunnitteluvaihe 10
2.4 Rakentamisvaihe 10
2.5 Käyttöönottovaihe 10
3 KUSTANNUSLASKELMA 11
3.1 Rakennuskustannusten muodostuminen hankkeen vaiheissa 12
3.2 Erokustannuslaskelma 12
3.3 Määrälaskenta 13
3.4 Talo 2000 -nimikkeistö 13
4 KONEHALLIT 15
4.1 Puurunko 15
4.2 Teräsrunko 17
4.3 Post-Frame-halli 18
5 TERÄSRUNGON JA PUURUNGON KUSTANNUSTEN VERTAILU 20
6 YHTEENVETO 23
LÄHTEET
LIITTEET

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön lähtökohtana oli tilanne, jossa rakennushankkeeseen ryhtyvä miettii mahdollisia kylmän hallin kustannuksia. Työn tavoitteena on vertailla puu- ja teräsrunkoisen kylmän konehallin kustannuksia ja pyrkiä minimoimaan niitä mahdollisimman hyvin. Halli on suorakaiteen muotoinen, pohja-alaltaan 150 neliömetrin suuruinen, ja siinä on kolme liukuovea.

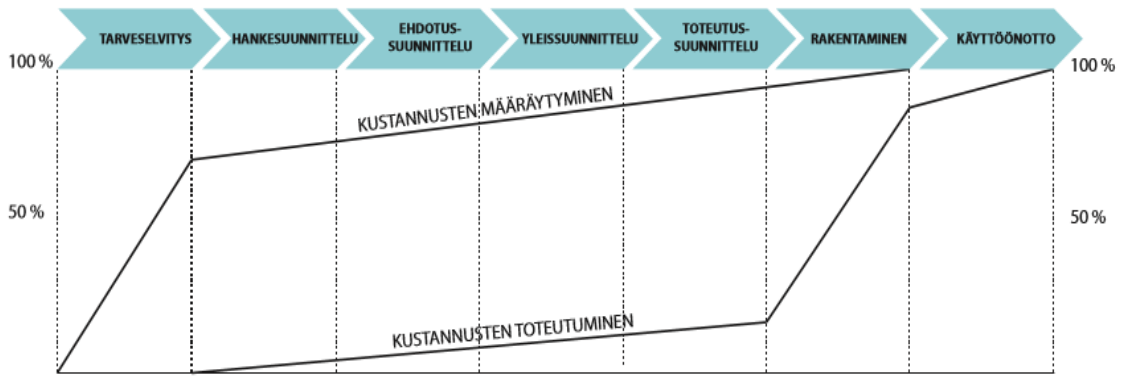
Työn tarkoituksena on määrittää puu- ja teräsrungon hinta. Kustannuksia selvitetään kyselemällä työn hintoja koneajoilta, tiedustelemalla kustannuksista alalla toimivilta yrityksiltä ja määrittämällä itse mahdollisimman optimaalinen runko, joka olisi mahdollisimman kevyt ja näin ollen myös edullisin valmistaa. Lisäksi laskelmien taustalla on eräältä tunnetulta teräsrunkoisen hallin toimittajalta saatu tarjous teräskehälle. Tavoitteena on laatia työ, josta on apua myös muille tämän kaltaisia rakennuksia rakentaville henkilöille.

2 RAKENNUSHANKE

Rakennushanke erotellaan yleensä viiteen eri vaiheeseen, jotka ovat tarveselvitys, hankesuunnitelma, rakennussuunnittelu, rakentamisvaihe ja käyttöönottovaihe. Kun rakennus on valmistunut, alkaa rakennuksen ylläpito, jonka ajallinen kesto on kymmeniäkin vuosia. Näin ollen rakentamisen aikana tehdyt ja toteutetut päätökset heijastuvat tähän viimeiseen vaiheeseen eli ylläpitoon. Monesti tässä vaiheessa tulevat esiin suunnittelu- ja rakennusvirheet, joista voi koitua suuriakin taloudellisia menetyksiä rakennushankkeeseen ryhtyneelle, suunnittelijalle tai urakoitsijalle. Rakennushanke voi sisältää viisi eri toimijaa, joita ovat tilaaja, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat ja viranomaiset. (1, s. 34-38.)

2.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaihe on ensimmäinen vaihe rakennusprojektin aloittamisessa. Tässä vaiheessa selvitellään projektin tarpeellisuutta ja tarkoituksenmukaisuutta, hankkeen edellytyksiä ja mahdollisuuksia. Tämän selvitystyön tuloksena syntyy tarveselvitys, jonka tarkoituksena on auttaa valmistelemaan hankesuunnittelupäätöstä. Tarveselvitys sisältää alustavat rakennusohjelmat, aikataulut ja kustannuslaskelmat sekä kannattavuusarviot. Tämä vaihe on rakennuttajalle tärkein vaihe, silloin tehdään päätös rakentamisen aloittamisesta, joka tietää huomattavia rahallisia sijoituksia. Yksi tärkein tehtävä tarveselvityksessä on määritellä tilaajan tilantarve. Tällöin mietitään eri vaihtoehtoja uuden tilan rakentamisen sijasta, esimerkiksi tilan vuokraus, jo rakennettujen tilojen ostaminen tai sovitetaan vanhat tilat paremmin soveltuviksi omaan tarpeeseen. Lopuksi kartoitetaan uuden rakennuksen sijainti, rakennuslupaan vaadittavat tiedot, rakennuspaikan liikenteelliset näkökulmat ja rakennuksen geotekninen näkökulma. Tuloksena tulisi olla alustava aikataulu hankkeelle ja kustannussuunnitelma, jossa on mietitty rahoituksen lähteet. (2, s. 34.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus (1 s. 8)

2.2 Hankesuunnitteluvaihe

Tässä toisessa rakennusprojektin vaiheessa pyritään selvittämään yksityiskohtaisesti toteuttamistarpeet, mahdollisuudet ja erilaiset toteuttamistavat. Tämän vaiheen tarkoituksena on selvittää projektin toteutustaparakennuksen koko ja laatutavoitteet sekä laatia projektin kustannukset ja aikataulutus. Hankesuunnitteluvaihe tähtää investointipäätökseen. Hankesuunnitelman tarkoituksena on luoda pohja tekniselle toteutukselle, jonka pohjalta suunnittelijat pystyvät suunnittelemaan. Hankesuunnittelu vaiheen aikana on kerättävä tietoa rakennuksensuunnitteluun esimerkiksi tilaajan tarpeet talotekniikan suhteen. (1, s. 34-36.) (Kuva 1.)

2.3 Rakennussuunnitteluvaihe

Kolmannessa projektin vaiheessa luodaan urakkasopimukset ja asetetaan pää-, rakenne-, sähkö- ja LVIA-suunnittelijat. Pääsuunnittelija voi vaatia myös muita suunnittelijoita tarvittaessa hankkeelle. Alustavista luonnoksista valitaan paras, joka liitetään rakennuslupaan liitteeksi. Kun piirustukset ovat valmiit, niin rakennuttaja joko tekee rakentamispäätöksen tai ei. Tässä vaiheessa ei piirustuksissa kaikki yksityiskohdat ole vielä välttämättä valmiita, mutta piirustusten olisi hyvä olla siinä vaiheessa, että tarkka urakka- ja kustannuslaskenta on mahdollista. (1, s.36-37.) (Kuva 1.)

2.4 Rakentamisvaihe

Projektin neljäs vaihe alkaa urakkasopimusten hyväksymisistä ja päättyy kohteen luovutukseen. Sopimusten hyväksymisen jälkeen urakoitsijat aloittavat työt kohteessa aikataulun mukaisesti. Usein rakennuttaja palkkaa kohteeseen ulkopuolisen valvojan, joka urakoitsijoiden edustajien ja suunnittelijoiden kanssa valvoo kohteen toteutusta. Kohteen valmistuttua pidetään viranomaisten kanssa loppukatselmus, jossa katsotaan, että rakennusluvan ehdot tulee täytetyksi ja samalla pidetään vastaanottokatselmus, minkä tarkoituksena on selvittää, että urakoitsijan velvollisuudet on tullut täytetyksi. Rakennus voidaan ottaa käyttöön hyväksytyn vastaanottotarkastuksen jälkeen. Urakkasopimuksessa on määritelty takuuajan pituus, jonka aikana urakoitsija korjaa omalla kustannuksellaan ilmenneet virheet ja puutteet. (1, s.37-38) (Kuva 1.)

2.5 Käyttöönottovaihe

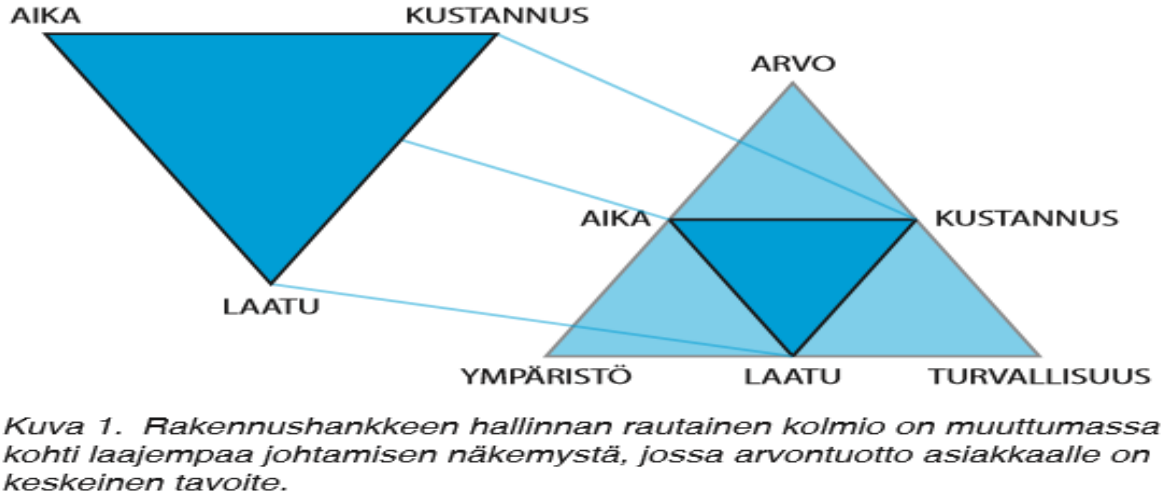
Käyttöönottovaiheessa rakennus otetaan käyttöön ja urakoitsija toimittaa rakennuksen huoltokirjan ja käyttöohjeet koneista ja laitteista. Lisäksi urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu antaa perehdytys koneiden ja laitteiden käytöstä. (1, s. 38.) (Kuva 1.)

3 KUSTANNUSLASKELMA

Kustannus tarkoittaa rahassa mitattavaa käyttöä tai kulutusta. Tämän vuoksi on tärkeää tunnistaa ja hallita niitä, jotta voidaan tiedostaa, onko yrityksen toiminta pysynyt kannattavana. Rakentamisprojektin kustannus voidaan määritellä tarvittavien resurssien, määriteltyjen panoshintojen tai tarvittavan työn määrän perusteella. On siis selvitettävä, kuinka paljon näitä tarvitaan, jotta jokin asia saadaan tehtyä. (2, s. 7.)

Rakentamista voidaan pitää eräänlaisena projektina, jolle on määritelty alku ja loppu. Tämän takia projektille on määritelty budjetti, jossa täytyisi pysyä, jotta projektin läpivieminen olisi onnistunutta. Esimerkiksi talon rakentaminen on suuri investointi, jota maksetaan vuosien ajan. Koska rakentaminen on yleensä aikaa vievä projekti, siitä voidaan erottaa monta eri vaihetta, ja näin ollen kustannusten jakautuminen voidaan jaotella näille eri vaiheille. (2, s. 6)

Suunnitteluvaiheessa on tärkeää, että ollaan tarkkoja ja mahdollisimman kaukaa viisaita, jotta myöhemmin tulevilta virheiltä voidaan välttyä. Itse toiminnan eli rakentamisen vaiheessa tulisi olla mahdollisimman tulospainotteinen, jotta aikataulu ei viivästy. Tällä tavoin voi pyrkiä välttämään lisäkustannukset. Projektilla voi kuitenkin olla haasteita kuten sää ja maaperä, joista voi koitua ylimääräisiä kustannuksia odottamatta. Onkin siis erityisen tärkeää hallita projektin aikataulutusta, laadullisia tavoitteita ja aiheutuvia kustannuksia. Rakennusprojektin alussa määriteltävän kustannusarvion merkitys on antaa realistinen kuva projektin kokonaiskustannuksista ja näin ollen vaikuttaa hankkeen aloitus päätökseen, ja näin ollen voidaan varmistaa rakennushankkeeseen ryhtyvän taloudellinen varmuus. (Kuva 1.) (2, s. 6.) Kuvasta 2 voidaankin todeta, että yhdenkin osatekijän venyminen aiheuttaa kolmion venymisen, ja näin ollen projektin kustannukset menevät yli, aikataulu viivästyy ja laadulliset tavoitteet kärsivät. (2, s. 6)



KUVA 2. Rakennushankkeen hallinnan rautainen kolmio (2, s. 6)

3.1 Rakennuskustannusten muodostuminen hankkeen vaiheissa

Rakennusprojekti kestää yleensä vuoden tai kauemmin. Tänä aikana pyritään täyttämään tilaajan tarpeita hankkeeseen liittyen, suunnitellaan ja lopputuloksena tulisi olla halutunlainen rakennus. Suurin osa hankkeen kustannuksista jakaantuu rakentamisvaiheeseen, mutta kustannusten muodostumisiin pystytään pääosin vaikuttamaan tarveselvitys- ja hankesuunnitelmavaiheessa. Lähtökohtaisesti on huomioitava, että hankkeen alussa olevista lähtötiedoista voidaan yleensä laskea hyvin karkeasti kustannukset. (1, s. 34.) (Kuva 1.)

3.2 Erokustannuslaskelma

Erokustannuslaskelmassa verrataan kustannusten aiheutumista esimerkiksi rakennusmateriaalien välillä tai rakennuksen muodon perusteella. Tässä työssä eroja vertaillaan rakennusmateriaalien välillä, mutta tyypillisempää on vertailla rakennuksen muodon perusteella syntyviä kustannuksia. Mitä enemmän resursseja käytetään rakentamiseen, niin sitä kalliimpi se on. (1 s. 11-12.)

3.3 Määrälaskenta

Mikäli halutaan laatia kustannusarvio, on ensimmäiseksi laskettava rakennusmäärät pohjaksi. Rakennusmäärät voidaan saada tilaajalta, tai yrityksen oma henkilöstö laskee sen tai esimerkiksi tilaaja voi palkata ulkopuolisen konsultin laskemaan ne. Mikäli kohde on haastava ja pinta-alaltaan suuri, vaatii sen määrälaskenta suurta ammattitaitoa. Erityisesti, jos suunnitelmat ovat puutteelliset ja ristiriitaiset, on löydettävä ratkaisut ongelmiin, jotta työ on mahdollista saattaa loppuun. Määrälaskennassa on hyvä käyttää seuraavaa työjärjestystä, jotta mahdollisilta virheiltä voisi välttyä:

1. Tutustutaan suunnitelmiin ja eri asiakirjoihin.
2. Lasketaan rakennuksen kuutiot, pohjan pinta-ala ja ympärysmitta ja kerroksien lukumäärä.
3. Tutustutaan rakennustapaselostukseen erityisellä tarkkuudella.
4. Lasketaan ja merkitään jokaisen huoneen katon pinta-ala ja kattolistojen pituudet.
5. Kun nämä yllä olevat vaiheet on suoritettu, ja kohde todetaan tarpeeksi tutuksi, niin aloitetaan määrälaskenta, jossa seurataan mahdollisimman tarkasti edeltäviä työvaiheita.
6. Tarkistetaan viimeiseksi suurimmat määrät jakamalla ne kyseisen kohteen kuutioilla, pohjapinta-alalla tai ympärysmitalla. (2, s. 25.)

3.4 Talo 2000 -nimikkeistö

Uusin käytössä oleva nimikkeistö on talo 2000, se on kansallinen, eri rakennusalojen yhteistyönä tehty nimikkeistöjärjestelmä. Sen tärkein tehtävä on antaa tietoa kaikkien eri rakennusalalla toimivien osapuolten tietoon. Nimikkeistö yhdistää käytännön ja tarjoaa parempaa tiedon kulkemista eri toimijoiden välillä. Talo 2000 -nimikkeistö syntyi, kun haluttiin uudistaa ja tarkastaa talo 90 -nimikkeistö. Tavoitteena oli myös luoda yksi yhtenäinen nimikkeistö Suomeen, jotta talo 80 -nimikkeistöstä voitaisiin luopua, vaikka talo 80 on käytössä edelleenkin monilla rakennusliikkeillä. Keskeisin muutos talo 2000 -nimikkeistössä verrattuna talo 90 -nimikkeistöön on hankenimikkeistön ylärakenteessa ja erityisesti tuotantorakenteessa.

Seuraavassa on koottu keskeisiä poikkeamia verrattuna edellisiin nimikkeistöihin:

- Elinkaaren eroavaisuuksien takia alue, talo ja tila on eroteltu hankenimikkeistöstä.
- Nimikkeistössä on tuote ja hankintaosat eroteltu erikseen, jotta vältytään sitomasta tiettyä tuotantomuotoa sekä saataisiin nimikkeistö sovitettua tuotekuvaukseen, kustannushallintaan ja itse rakentamiseen.
- Kaikissa osissa esitetään tiedot yhtenäisinä hintoina, jotka sisältävät myös nimikkeistössä tarvittavat erikoiskaluston ja yritystehtävät, mitkä ovat uusia panoksia.
- Tuotantonimikkeistö perustuu hankintajakoon ja sisältää esimerkiksi tuotetoimituksen, asennuksen ja avustavat työt, tarvittavan kaluston ja asennustuotteen. Näillä tiedoilla saadaan toimitukset ja tehtävät määriteltyä. (3, s. 5.)

Nimikkeistön eri käyttömenetelmät ovat talomenetelmä, laskenta ja tuotanto. Nimikkeistöä voidaan käyttää laskennassa, tuotannossa ja suunnittelussa, joissa kaikissa on omat käyttötarkoituksensa. (3, s. 15-24.)

4 KONEHALLIT

Nykyään maatiloilla tarvitaan suuria varastotiloja siemenien, lannoitteiden ja koneiden säilytykseen. Koska kyseessä on suuria rahallisia investointeja, olisi ne hyvä saada sateelta suojattua. Kyseiset hyödykkeet eivät tarvitse välttämättä lämpimiä tiloja, riittää kunhan ne ovat hyvin sateelta suojattuina ja maaperän kosteuskaan ei pääse niitä turmelemaan. Nykyisin hallin leveysvaatimus on 15 metriä, jolloin sisälle pystyy peruuttamaan peräkärryn ja etukuormaimella ja kauhalla varustetun traktorin. Tässä opinnäytetyössä suunniteltavan hallin leveys on vain 10 m, koska tilaa tullaan käyttämään koneiden, siemenien ja lannoitteiden säilytykseen.

Osa halleista on varustettu myös korjaamotiloilla, jotka voivat olla lämpimiä tai kylmiä. Ovikorkeus tulee näissä halleissa olla vähintään 4 m tai suurempi. Mikäli varastossa halutaan kipata peräkärry, niin silloin oven korkeuden on oltava suurempi. Oven tulee olla 3,6 - 4 m leveä. Toki nykyiset traktorit ovat paripyörät päällä melko leveitä, joten lisäleveydestä ei ole haittaa. Runkoratkaisuina käytetään yleensä puuta tai terästä. (4, s. 24.)

4.1 Puurunko

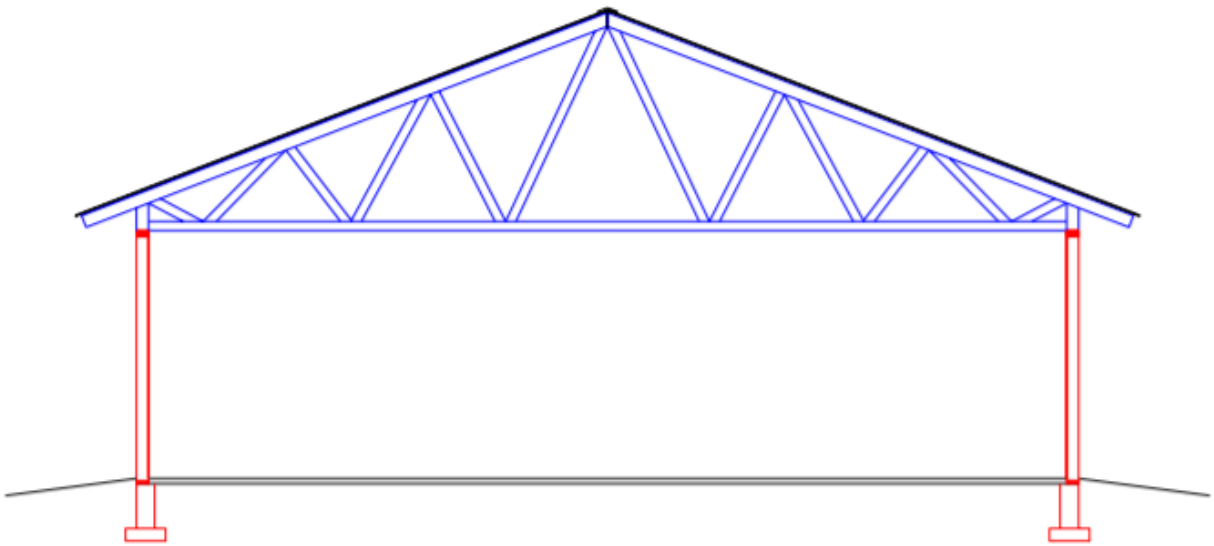
Puurakentamisessa Suomi on puuta eniten käyttävä maa, mikäli puun käyttö suhteutetaan asukaslukuun. Muita vahvasti puuta rakentamisessa käyttäviä maita ovat esimerkiksi jotkin Keski-Euroopan maat, Amerikka, Kanada, Japani, Uusi-Seelanti ja Australia. Puuta käytetään tyypillisesti rakentamisessa rungoissa ja vesikatoissa, mutta myös ulko- ja sisäverhouksissa. Tyypillisesti Suomessa puuta käytetään omakoti- ja rivitaloissa, mutta myös hallirakennuksissa, joissa käytetään liimapuupalkkeja tai pilareita. (5, s. 140.)

Puun käyttö esimerkiksi Pohjois-Amerikassa on ollut vuosikymmenten ajan edellä Suomea, siellä on rakennuttu pitkään 4-5-kerroksisia puukerrostaloja. Suomessa tämän kaltainen rakentaminen on alkanut yleistymään 1990-luvun lopulla. Puukerrostalot eivät ole kovin yleisiä vieläkään Suomessa. (5, s. 140.)

Suomessa rakentamisessa yleisimmät puulajit ovat mänty, kuusi ja koivu, näistä yleisimmin käytetty on mänty. Mäntyä käytetään rakentamisessa ja rakennuspuusepänteollisuuden raaka-aineena. Rakentamiskohteissa mäntyä käytetään rungoissa, lattialaudoituksissa ja ulkoverhouksissa, vaikka mänty soveltuu huonommin ulkoverhoustuotteeksi kuin kuusi pihkaisuutensa vuoksi. Lisäksi teollisessa tuotannossa pihkan valuminen saattaa aiheuttaa ongelmia. Myös maali pysyy männyssä huonommin kuin kuusessa. Tämän vuoksi kuusta käytetään sisä- ja ulkoverhouksissa. Kuusi myös soveltuu paremmin ulkoverhoukseen solurakenteensa vuoksi, sillä se imee ympäröivästä ilmasta vähemmän vettä itseensä. (5, s. 140.)

Niin sanotusti paikalla rakennettaessa puuosat katkotaan ja yhdistetään työmaalla. Tällöin vaihtoehtoina ovat rakentaminen niin sanotusti pitkästä tavarasta tai pre-cut-menetelmä. Pitkästä tavarasta rakentaminen on nykyisin harvinaista ja se on sovelias menetelmä niin sanotusti hartiapankkirakentajalla. Pre-cut-menetelmässä puuosat on valmiiksi katkottu tehtaassa ja ne vain asennetaan paikoilleen työmaalla. (5, s. 140-141.)

Kuvasta kolme voidaan huomata hallirakennuksen tyypillinen päädyn poikkileikkaus. Poikkileikkauksessa on helposti nähtävissä puurunko, joka voi olla myös pilarirakenteinen sekä ristikkorakenteinen katto. (Kuva 3.)



KUVA 3. Puurunkoisen konehallin päätyleikkaus (4, s. 29)

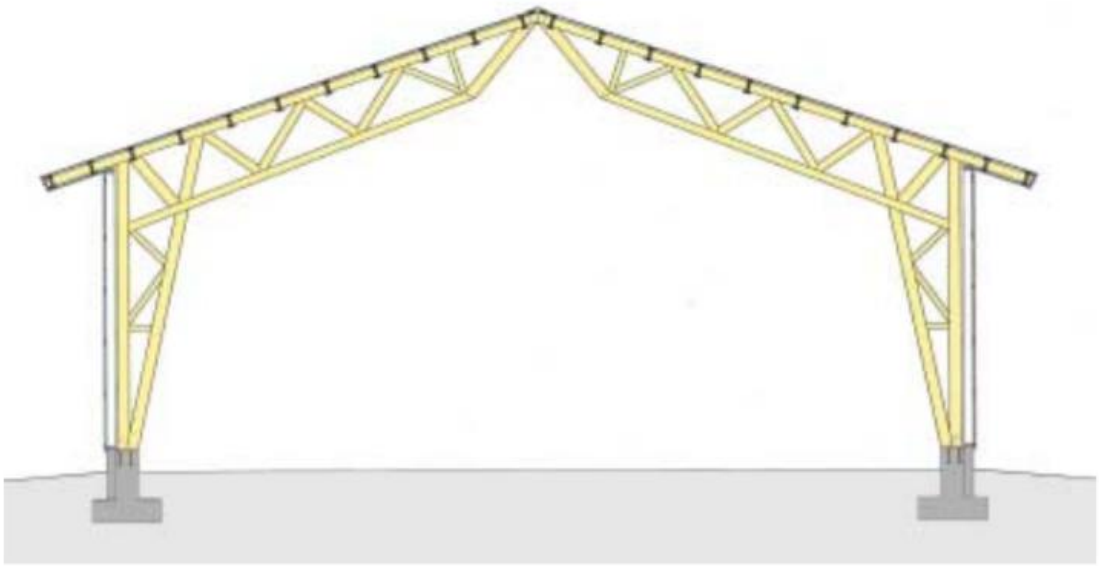
4.2 Teräsrunko

Rakennusmateriaalina teräs on kevyt, mutta erittäin kantava painoonsa nähden. Terästä voidaan tuottaa teollisesti melko helposti, se kestää mekaanista rasitusta ja on mittatarkkaa. Teräksessä on hyviä ja huonoja puolia rakennusmateriaalina. Teräksestä valmistetut rungot vaativat pienen tilan, jolloin jäävän lattian pinta-ala on mahdollisimman suuri, kun ei tarvitse rakentaa kantavia väliseiniä. Teräksen etuina on myös mahdollisuus rakentaa suuria jännevälejä. Betoniin verrattuna teräs painaa vain noin 60 %. (5, s.121.)

Teräsosat valmistetaan yleensä tehtaissa ja vain kasataan työmaalla. Näin pystytystyö on nopeaa eikä ole sääherkkää, lisäksi telineiden ja nostimien käyttö on lyhytaikaista. (5, s.121.)

Teräsrakentamisen ongelmina ovat teräksen korroosioherkkyys ja huono palonkesto. Korroosioon suojautuminen maalaamalla tai sinkityksellä on aika kallista ja aiheuttaa lisäkustannuksia. Itse asennustyö on mittatarkkaa työtä, puhutaan jopa millimetrin toleransseista. Asennustöissä käytetään pultti- tai hitsiliitoksia. Tyypillisimmän teräsrungon käyttökohteet ovat teollisuusrakennukset, varastot, muut hallit ja pilvenpiirtäjät. (5, s.121-123.)

Rakennuksissa, joissa käytetään terästä rungon materiaalina, runko muodostuu pilareista, palkeista ja erilaisista ristikkorakenteista. Pilarit kannattelevat kattopalkkeja ja ovat yleensä valmistettu kuumavalssatuista profiileista. Palkkien tehtävänä on kantaa esimerkiksi lumikuormat ja siirtää kuormitus pilarien kannettavaksi. (5, s.121.) (Kuva 4.)



Kuva 4. Teräsrunkoisen NR-kehän päätypoikkileikkaus (4 s. 33)

4.3 Post-Frame-halli

Yksi kylmän konehallin rakentamisen vaihtoehto on myös post-frame-halli, joka on alun perin kehitetty Pohjois-Amerikassa puhtaasti maatalousrakentamiseen. Rakenteen muodostavat pilarit, ristikot ja rakennetta jäykistävä kate. Pilarit tehdään yleensä kyllästetyistä lankuista ja ne laitetaan routarajan alapuolelle valetun anturan päälle. Ristikot toimivat yleensä pääkannattimina, ja ne jäykistetään profiilipelleillä. (4, s. 35.) (Kuva 5.)

Perustukset aloitetaan tekemällä maahan kaivanto routarajan alapuolelle, ja kuopan pohjalle valetaan pilariantura. Puusoiroista tehdyt pilarit valetaan betonisen anturan sisälle. Mikäli on vain mahdollista käyttää maakairaa, niin se on suositeltavaa työn nopeuttamiseksi, täyttöjen vähentämiseksi. Näin työskennellessä ehkäistään samalla maapohjan häiriintyminen. Kaivannot ja reiät täytetään ja sen jälkeen tiivistetään hyvin. Täyttömateriaalina käytetään betonia, soraa, kalliomursketta, hiekkaa tai muuta routimatonta maa-ainesta. (4, s. 35-36.) (Kuva 5.)

KUVA 5. Post-Frame-halli (4, s. 35)

5 TERÄSRUNGON JA PUURUNGON KUSTANNUSTEN VERTAILU

Tässä työssä oli tarkoituksena vertailla puu- ja teräsrungon välisiä kustannuksia. Määrä- ja kustannuslaskelma tehtiin talo 2000 -nimikkeistön avulla. Työn tarkoituksena ei ollut suunnitella konehallia vaan suorittaa kustannuserotuslaskelma hanketasolla. Itse rakennus on suorakaiteen muotoinen ja ulkomitoiltaan 15 m x 10 m. Koska työ on hanketasolla, niin kohteesta ei ole vielä tarkkoja piirustuksia tai detaljeja. Rakennus tulee sijaitsemaan moreenimaalla, jonka kantavuus on riittävä anturaperustukselle.

Laskentatyö aloitettiin laatimalla määräluettelot, sen jälkeen jaettiin työvaiheet nimikkeistön litteroihin ja määriteltiin työ- ja materiaalikustannukset erikseen. (Liitteet 1 ja 2). Työssä käytettiin apuna Excel-ohjelmistoa, johon syötettiin lukuarvot. Koska työ oli hanketason laskelma, tarkkoja piirustuksia ja detaljeja ei ollut käytössä, vaan työ on vaatinut pientä hahmottelemista Autocadilla tai ruutupaperilla. Esimerkiksi kivijalan ja maanvaraisen betonilaatan raudoitteiden määrää on ensin pitänyt sommitella paperille ja näin ollen on saatu raudoitemäärä yhtä metriä tai neliötä kohden. Työssä on rungon lisäksi laskettu myös kattorakenteet mukaan vertailuun, koska puu- ja teräsrungon kattorakenteet ovat erilaiset. Näin ollen myös niistä aiheutuu erilaiset kustannukset. Aluskatetta ei huomioitu tähän mukaan, koska sen osuus on sama rakenteesta riippumatta.

Puurunkoisen hallin rungon hinta kattorakenteineen on 18 021 € ja koko hankkeen hinta on 68 727 €. Puurungon osuus kattorakenteineen koko hankkeesta on noin 26 %, tämä sisältää materiaalit ja työn. (Liite 3)

Teräsrungon hinnan muodostuminen oli hankalampi selvittää kuin puurungon. Asiaan valittiin lähestymistavaksi määrittää mahdollisimman optimaalinen teräsrungon rakenne ja selvittää, miten konepajat hinnoittelevat työn kyseenomaiselle rakenteelle. Eräälle konepajalle lähetettiin konepajakuvat ja he hinnoittelivat kyseiset teräsrakenteet. (Liite 6.) Tällöin kokonaiskustannukset materiaalille, hitsaus- ja koneistustyölle ja maalaukselle olisivat noin 5 €/kg.

Tällä hinnalla teräsrungon kokonaiskustannukseksi tulisi 21 635 € (sis. alv. 24%). Asennettuna ja kattorakenteineen rakenteen hinnaksi tulisi 85 248 €. Tämä vaihtoehto osoit-

tautui kaikkein hintavimmaksi ja näin ollen myös liian kalliiksi verrattuna muihin vaihtoehtoihin. Muut työvaiheet säilyvät samanlaisina ja saman hintaisena verrattuna puurakenteiseen halliin, ainoastaan rungon materiaali muuttaa hiukan hintaa. Asennuksen hinta on noin 4 258 € töineen, nosturin ja henkilönostimen vuokrien kanssa. Teräsrunkoisen hallin kokonaiskustannukseksi tulisi noin 85 248 €, jolloin neliöhinnaksi tulisi noin 569 €. Rungon osuus kokonaiskustannuksista olisi noin 41 %, mikäli otetaan asennus huomioon. Kustannusvertailussa verrataan vain rungon vaikutusta lopulliseen hintaan. Muiden kustannusten osalta hinnat pysyvät suurin piirtein samana ja niillä ei ole juurikaan vaikutusta lopulliseen hintaan. (Liite 4.)

Suunnitellussa mallissa rungon paino ei ollut aivan täysin optimoitu, joten se aiheutti lisäkustannuksia. Teräskehien väliksi määritettiin viisi metriä, mikä osaltaan aiheutti lisäkustannuksia, sillä kattoniskojen määrää jouduttiin kasvattamaan, sillä niiden ei haluttu taipuvan liikaa. Oulun korkeudella hyvä kehän väli on neljä metriä, sillä silloin riittää kattoniskaksi yksi 48x198 C24-lankku k400. Mikäli kehän väli on viisi metriä, niin silloin täytyy naulata kaksi 48x198 C24-lankkua yhteen samalla jaolla. Näin ollen kattoniskoja menee tuplaten.

Viimeisenä vaihtoehtona on ostaa valmis teräsrunkoinen kehä, pystyttää se, laittaa kattoniskat ja lankkukoolaukset ja näihin asentaa pellit ja ulkoverhoukset. Tämä vaihtoehto osoittautui toiseksi edullisimmaksi vaihtoehdoksi. Tämänkaltainen vaihtoehto on kilpailukykyinen puurunkoiselle vaihtoehdolle nopeutensa ja edullisuutensa takia. Eräältä tunnetulta hallivalmistajalta saatiin tarjouksen saman kokoluokan hallista. Tarjoukseen kuului pelkästään viisi teräskehää, joiden veroton hinta oli 9 170 €, arvolisäverollinen hinta näin ollen olisi noin 11 371 €. Valmispaketti teräsrunko asennuksineen tulisi maksamaan 21 602 €, ja koko rakennuksen hinnaksi tulisi 71 809 €, jolloin neliöhinta on noin 479 €. Rungon osuus koko hankkeesta on noin 30 %. Tämä vaihtoehto on 3 082 € kalliimpi kuin puurunkoinen vaihtoehto. Mikä ei ole tämän kokoisessa hankkeessa juuri mikään kustannusero. Teräsrunkoinen valmispakettihalli on kokonaiskustannuksiltaan alle 5 %:n kalliimpi kuin puurunkoinen. (Liite 5.)

Valmispaketin ostohinta oli edullisempi teräsrunkoisista vaihtoehdoista, ja työmaalla tapahtunut kokoaminen ei vaadi paljon työtunteja. Tämä runko oli optimaalisesti muotoiltu kuormituksille, joten teräskehän paino oli saatu mahdollisimman vähäiseksi, lisäksi isot konepajat ostavat terästä suuria määriä, jolloin ostohinta on pienempi. Näin saadaan myös lopputuotteen hinta alhaisemmaksi. Tämän tyyliseen konepajatoimintaan erikoistuneilla yrityksillä on automaattiset linjastot, joilla ei mene kauan yhden kehän tekemiseen. Tämä myös omalta osaltaan vähentää lopullista hintaa.

Työmenekit on laskettu Rakennustöiden menekit 2015 kirjasta. Tällöin on otettava etenkin puurunkoisen hallin kustannuksissa huomioon se, että menekit ovat keskimääräisiä. Käytännössä se tarkoittaa, että työhön voi mennä joko vähemmän tai kauemmin aikaa kuin laskelmassa on esitetty, riippuen kirvesmiehistä, säästä, puutavaran laadusta ja monesta muusta ulkoisesta tekijästä. Lopputuloksena voikin olla, että puurunkoinen halli tuleekin kalliimmaksi kuin valmis paketti. (6, s. 27-158.)

6 YHTEENVETO

Työssä todettiin siihen, että mikäli halutaan rakentaa optimaalisesti edullisin konehalli, niin puurunkoinen ja peltiulkoverhouksella toteutettu vaihtoehto on edullisin. Yksi syy tähän on teräsrungon ostohinta.

Jos kuitenkin haluaa rakentaa nopeasti toimivan rakennuksen, on ainakin kylmärakenteisena valmis teräskehäinen halli hyvä vaihtoehto. Kustannuksissa ei ole huomattavia eroja. Teräsrunkoisen hallin perustustöissä on kuitenkin oltava huolellinen. Mikäli siinä tehdään virheitä, voi se aiheuttaa huomattavia ylimääräisiä kustannuksia.

Ulkoverhouksena pelti on edullisin. Vaikka pelti olisi yhtä kallista neliöhinnaltaan kuin puuverhous, se ei tarvitse asentamiseen yhtä paljon työaikaa kuin puuverhous. Lisäksi sitä ei tarvitse maalata. Pelkkä hallin maalaus maksaa noin 1 600 € sisältäen maalit ja maalaukseen käytetyn työn.

Suunniteltaessa teräsrunkoista kehää ei kehäväli saisi olla paljon yli neljää metriä, sillä tuon mitan ylittyessä kattoniskoihin jouduttaisiin ostamaan enemmän tai ainakin järeämpää puutavaraa. Mikäli kehäväli halutaan kasvattaa suuremmaksi, on se mahdollista, mutta niskat luultavasti joudutaan korvaamaan kertopuulla.

LÄHTEET

1. Liuksila, Aaro – Stoor, Pia 2014. Rakennussopimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

2. Hartikainen, Niku – Kemppainen, Jari – Kokkonen, Tommi – Koskenvesa, Anssi – Kuusiola, Satu – Lamberg, Kari – Marjasalo, Anita – Mäkinen, Liisa – Peurakoski, Oskari – Soila, Jukka-Pekka – Talo, Antti – Utriainen, Suvi 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

3. Finne, Christe – Huumo, Päivi – Kulmala, Kari – Lahtinen, Raija – Lehtinen, Reijo – Lehtonen, Tarmo – Leino, Markku – Leskelä, Ilkka – Martin, Harri – Mähönen, Pekka – Nykänen, Veijo – Paalimäki, Tuula – Pyyskänen, Seppo – Raukko, Jari – Saajoranta, Matti – Salo, Ilkka – Seppälä, Raimo – Vantola, Ismo – Varkki, Kari – Väänänen, Harri 2008. Talo 2000 -nimikkeistö - Yleisseloste. Helsinki: Rakennustieto Oy.

4. Kurkela, Juha – Kivinen, Tapani – Westman, Veli-Matti – Kevarinmäki, Ari 2003. Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut. Espoo. Saatavissa: https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2194.pdf. Hakupäivä 20.2.20

5. Koski, Hannu 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

6. Hartikainen, Niku – Hämäläinen, Matti – Kokkonen, Tommi – Lamberg, Kari – Lahtinen, Raija – Lehtinen, S, Reijo – Marjasalo, Anita – Paukku, Sari – Soila, Jukka-Pekka – Utriainen, Markku 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy.

LIITTEET

Liite 1 Puurunkoisen hallin määräluettelo

Liite 2 Teräsrunkoisen hallin määräluettelo

Liite 3 Puurunkoisen hallin kustannuslaskelma

Liite 4 Teräsrunkoisen hallin kustannuslaskelma

Liite 5 Teräsrunkoisen valmispakettihallin kustannuslaskelma

Liite 6 Konepajakuvat

Talo 2000 Tuotantomääräluettelo 30.01.2020

TUO	HAN	Selitys	Määrä	yks
10		**PURKAMINEN JA SÄILYTTÄMINEN**		
11	**1111**	**Rakennusosien purkaminen**		**x x**
12		**Haitallisten aineiden purkaminen**		**x x**
13		**Rakennusten siirtäminen**		**x x**
20		**MAARAKENTAMINEN**		
21		Esirakentaminen		x x
22		**Maarakentaminen**		
22		**Raivaus**		
22		Rakentamisalueen raivaus, vähän puita		1800 m2
22		Puiden suojaus		0 kpl
22		Hyötypuun korjuu D 12…16 cm		20 kpl
22		**Maankaivu**		
22		Pintamaan poisto poiskuljetettuna		234 m2

22	Tasokaivu, 234 m3	234 m2
22	Tilavuuskaivu	x x
22	Kaivuumaiden kuljetus	234 m3
22	Kanaalikaivu	x x
22	Kanaalikaivu poikkileikkaus <1 m2, 84m3	100 m
22	Kaivuumaiden kuljetus	84 m3
22	**Täyttö**	
22	Rakennusalueen täyttö kaivuumailla	x x
22	Kanaalien ja pohjaviemäreiden alussorastus lev. 500mm	100 m
22	Alapohjan alustäyttö soralla	x x
22	Maanvaraisen lattian sorastus 200mm	30 m3
22	Routasuojaus EPS 100mm	234 m2
22	Perusmuurin vierustäyttö soralla	25,2 m3
22	Rakennek. PR 1; suodatink. sov.luokka3, jakavasora 0-50 450mm 105,3 m3	
22	Rakennek. PR 2; 2*suod.k.lk 3,sora 0-50 450mm, murske 0-32 105,3 m3	
22	**Salaojat**	
22	Salaoja muoviputki 100mm	120 m
22	Salaojan tarkastuskaivo TK 400 h= 1…1,5m	4 kpl

22	Perusvesikaivo 1000 h=1,8 ja 2,1	2 kpl
40	**BETONIRAKENTAMINEN**	
41	**Betonirunkorakentaminen**	
41	Betonimuotit antura	20 m2
41	Betonimuotit perusmuuri	46 m2
41	Raudoitteet A500HW (antura + perusmuuri)	490 kg
41	Betoni C30/37 (antura + perusmuuri)	10,22 m3
44	**Pintabetonointi**	
44	Betonimuotit lattia laatta 150mm	7,5 m2
44	Raudoitteet, Verkko 10mm 150mm B500K (lattia)	1374 kg
44	Betoni C30/37 (lattia)	22,5 m3
6	**METALLIRAKENTAMINEN**	
65	**Metallilevyrakentaminen**	
65	Kattopellit	176 m2
65	Räystäspellit	25 m
65	Harjapellit	16 m
7	**PUU- JA LEVYRAKENTAMINEN**	

71	**Ulkoseinät piir ark xx, rs xx**	
71	Julkisivu puuverhous 20x145 utv	248,4 m2
71	Koolaus 22x100 k600	776 m
71	Pystyrunko 48x198 C24 k600 ylä- ja alajuoksuineen	248,4 m2
71	Pilarit Etuseinälle h=5500, naulataan 3x48x198 lankusta	8 kpl
71	Kertopuu palkki 51x300 12m	3 kpl
71	Ovet 4000mmx5000mm	3 kpl
71	Ikkunat 600mmx800mm	6 kpl
71	Smyygilaudat 20x95 HS Valk.	60 m
71	**Vesikatto**	
71	Ruode 32x100 k300	176 m2
71	Aluskate	176 m2
71	Kattoristikot 10000mm	17 kpl
71	Räystäs laudoitus 20x95 HS Pohjam. Valk.	25 m2

10	**PINTARAKENTAMINEN**	
10.3	**Maalaus**	
10.3	Ulkoseinän maalaus Punainen	234 m2
10.3	Räystäs-, nurkka- ja otsalautojen maalaus valkoinen	55 m2

11	**VARUSTAMINEN**	
11.1	Heloitus- ja lukitus	3 kpl
11.2	Kiintokalustaminen	x x
11.3	Laiteasentaminen	x x

TERÄSRUNKOISEN HALLIN MÄÄRÄLUETTELO LIITE 2/1

Talo 2000 Tuotantomääräluettelo 30.01.2020

TUO	**HAN**	**Selitys**	**Määrä**	**yks**
10		**PURKAMINEN JA SÄILYTTÄMINEN**		
11	**1111**	**Rakennusosien purkaminen**		**x x**
12		**Haitalisten aineiden purkaminen**		**x x**
13		**Rakennusten siirtäminen**		**x x**
20		**MAARAKENTAMINEN**		
21		Esirakentaminen		x x
22		**Maarakentaminen**		
22		**Raivaus**		
22		Rakentamisalueen raivaus, vähän puita		1800 m2
22		Puiden suojaus		0 kpl
22		Hyötypuun korjuu D 12…16 cm		20 kpl
22		**Maankaivu**		
22		Pintamaan poisto poiskuljetettuna		234 m2
22		Tasokaivu, 234 m3		234 m2

LIITE 2/2

22	Tilavuuskaivu	x x
22	Kaivuumaiden kuljetus	234 m3
22	Kanaalikaivu	x x
22	Kanaalikaivu poikkileikkaus <1 m2, 84m3	100 m
22	Kaivuumaiden kuljetus	84 m3
22	**Täyttö**	
22	Rakennusalueen täyttö kaivuumailla	x x
22	Kanaalien ja pohjaviemäreiden alussorastus lev. 500mm	100 m
22	Alapohjan alustäyttö soralla	x x
22	Maanvaraisen lattian sorastus 200mm	30 m3
22	Routasuojaus EPS 100mm	234 m2
22	Perusmuurin vierustäyttö soralla	25,2 m3
22	Rakennek. PR 1; suodatink. sov.luokka3, jakavasora 0-50 450mm 105,3 m3	
22	Rakennek. PR 2; 2*suod.k.lk 3, sora 0-50 450mm, murske 0-32 105,3 m3	
22	**Salaojat**	
22	Salaoja muoviputki 100mm	120 m
22	Salaojan tarkastuskaivo TK 400 h= 1…1,5m	4 kpl
22	Perusvesikaivo 1000 h=1,8 ja 2,1	2 kpl

40	**BETONIRAKENTAMINEN**	
41	**Betonirunkorakentaminen**	
41	Betonimuotit antura	20 m2
41	Betonimuotit perusmuuri	46 m2
41	Raudoitteet A500HW (antura + perusmuuri)	490 kg
41	Betoni C30/37 (antura + perusmuuri)	10,22 m3
44	**Pintabetonointi**	
44	Betonimuotit lattia laatta 150mm	7,5 m2
44	Raudoitteet, Verkko 10mm 150mm B500K (lattia)	1374 kg
44	Betoni C30/37 (lattia)	22,5 m3
6	**METALLIRAKENTAMINEN**	
61	**Metallirunkorakentaminen**	
61	Metallirunko	4370 kg
65	**Metallilevyrakentaminen**	
65	Kattopellit	176 m2
65	Räystäspellit	25 m
65	Harjapellit	16 m

7	**PUU- JA LEVYRAKENTAMINEN**	
71	**Ulkoseinät piir ark xx, rs xx**	
71	Julkisivu puuverhous 20x145 utv	248,4 m2
71	Koolaus 48x98 k600	520 m
71	Ovet 4000mmx5000mm	3 kpl
71	Ikkunat 600mmx800mm	4 kpl
71	**Vesikatto**	
71	Ruode 48x198 k400	176 m2
71	Aluskate	176 m2
71	Räystäs laudoitus 20x95 HS Pohjam. Valk.	25 m2
10	**PINTARAKENTAMINEN**	
10.3	**Maalaus**	
10.3	Ulkoseinän maalaus Punainen	234 m2
10.3	Räystäs ja otsalautojen maalaus valkoinen	25 m2

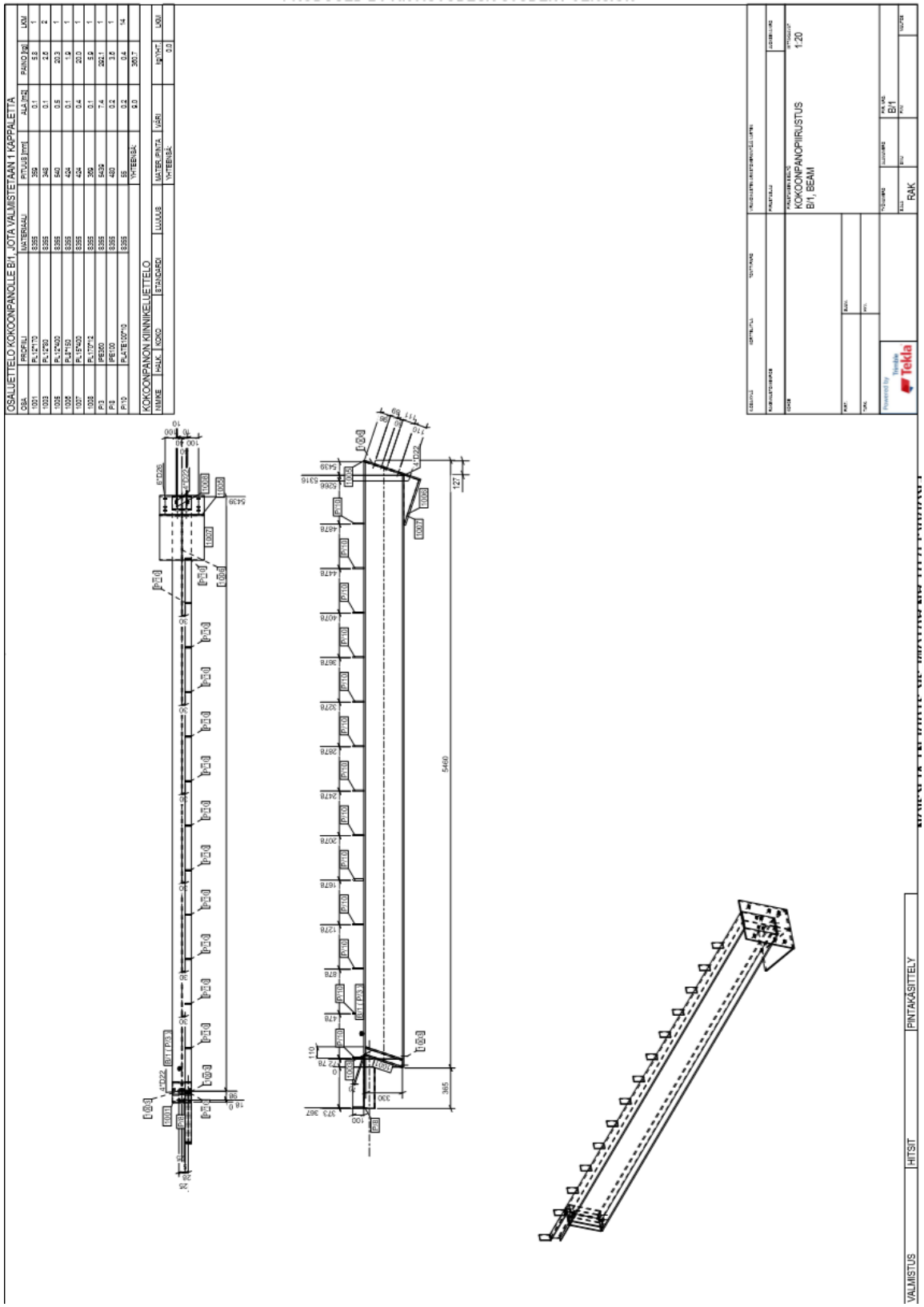
11	**VARUSTAMINEN**	
11.1	Heloitus- ja lukitus	3 kpl
11.2	Kiintokalustaminen	x x
11.3	Laiteasentaminen	x x

Littera	Työvaihe	Materi-aali / €	Työ / €	Yhteensä / €
2	Maarakennus +täyttö	9586€	5974€	15560€
41	Betonirunkorakentaminen (perustus)	3769€	3741€	7510€
41	Betonipintarakentaminen (lattialaatta)	6805€	875€	7680€
65	Metallilevyrakentaminen	2490€	754€	3244€
71	Lautaulkoverhous	4265€	5162€	10206€
71	Puurunko, ovenylityspalkki ja kattoristikoineen	11247 €	6774€	18021€
71	Ikkunat	1184€	99€	1283€
71	Ovet	799€	945€	1744€
71	Räystäs- ja nurkkalaudoitus	300€	350€	650€
10	Maalaus	630€	978€	1608€
11	Heloitus ja lukitus	500€		
	Sähkö	1500€		
Yh-teensä €		43075 €	25652 €	68727€
				458.18 €/ m2

Littera	Työvaihe	Materiaali / €	Työ / €	Yhteensä / €
61	Teräsrunko	10851€	5791€	16642€
	Teräsrunko + kate 30%			21635€
	Asennus		3268€	
71	Kattokannatti-met	8768€	871€	9639€
	Yhteensä			34542€
Koko hanke				85248€
				568.32€/m2

TERÄSRUNKOISEN VALMISPAKETTI HALLIN KUSTANNUSLASKELMA LIITE 5/1

Littera	Työvaihe	Materiaali / €	Työ / €	Yhteensä / €
61	Teräsrunko + asennus	11371€	4325€	15696€
	Kattokannatti-met	4536€	871€	5407€
	Yhteensä			21103€
Koko hanke				71809€
				479€/m2

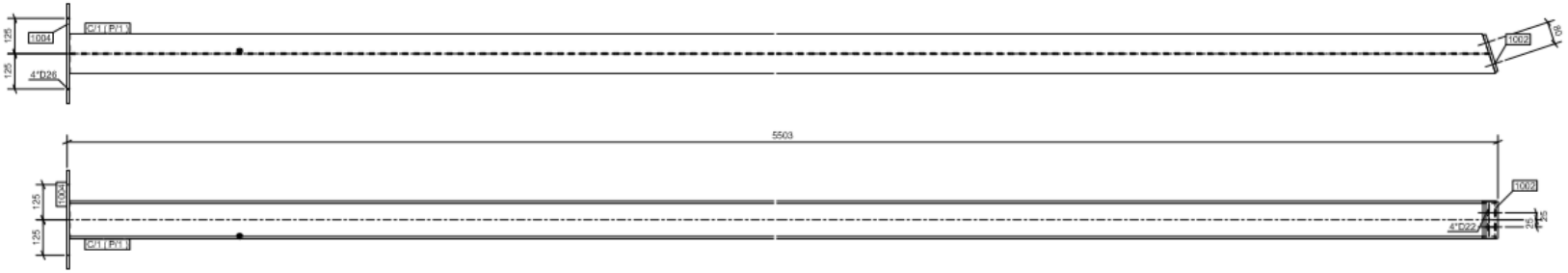

OSALUETTELO KOKOONPANOLLE B1, JOTA VALMISTETAAN 1 KAPPALETTA
OSA PROFIILI MATERIAALI PITUUS [mm] ALA [m2] PAINO [kg] LKM
1001 PL12*170 S355 359 0.1 5.8 1
1003 PL12*60 S355 348 0.1 2.6 2
1005 PL12*620 S355 540 0.5 20.3 1
1006 PL8*150 S355 424 0.1 1.9 1
1007 PL15*620 S355 424 0.4 20.0 1
1008 PL170*4 S355 359 0.1 5.9 1
P3 IPE360 S355 5459 7.4 202.1 1
P8 IPE100 S355 480 0.2 3.6 1
P19 PLATE150*10 S355 55 0.2 0.4 14
YHTEENSÄ: 9.0 300.7
KOKOONPANON KIINNIKELUETTELO
NIMIKE HALK KOKO STANDARDI LUUVAS MATER.PINTA VÄRI kg/1kpl LKM
YHTEENSÄ: 0.0
KOKOONPANOPIIRUSTUS
B1, BEAM
1:20
RAK
B1
Tekla
VALMISTUS
HITSIT
PINTAKÄSITTELY

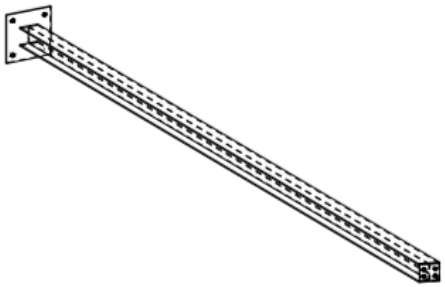
OSALUETTELO KOKOONPANOLLE C/1, JOTA VALMISTETAAN 8 KAPPALETTA

OSA	PROFIILI	MATERIAALI	PITUUS [mm]	ALA [m2]	PAINO [kg]	LKM
1002	PL10*130	S355	130	0.0	1.4	1
1004	PL10*350	S355	350	0.3	9.6	1
P/1	HEA140	S355J2	5455	4.4	129.4	1
			YHTEENSÄ:	4.7	140.4	

KOKOONPANON KIINNIKELUETTELO

NIMIKE	HALK.	KOKO	STANDARDI	LUJUUS	MATER./PINTA	VÄRI	kg/YHT.	LKM
					YHTEENSÄ:		0.0	





KOKOONPANOPIIRUSTUS
C/1, COLUMN

1:10
1:20

C/1

RAK

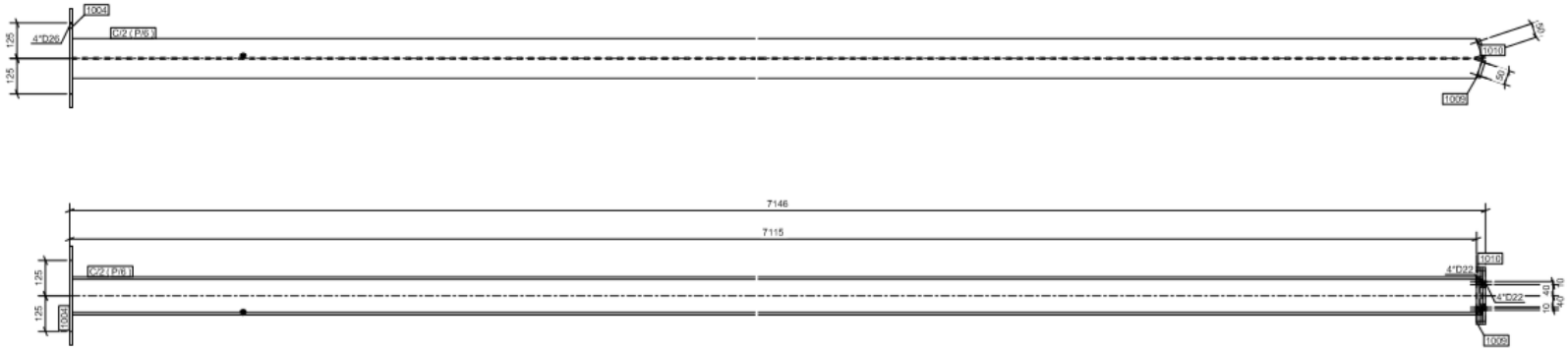
VALMISTUS	HITSIT	PINTAKÄSITTELY

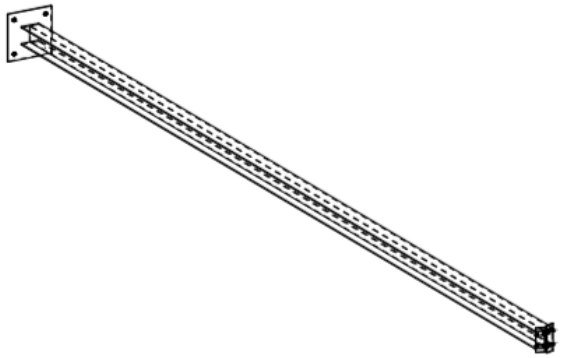
OSALUETTELO KOKOONPANOLLE C/2, JOTA VALMISTETAAN 2 KAPPALETTA

OSA	PROFIILI	MATERIAALI	PITUUS [mm]	ALA [m2]	PAINO [kg]	LKM
1004	PL10*350	S355	350	0.3	9.6	1
1009	PL200*12	S355	64	0.0	1.2	1
1010	PL180*12	S355	64	0.0	1.1	1
P/6	HEA140	S355J2	7125	5.7	168.6	1
		YHTEENSÄ:		6.0	180.5	

KOKOONPANON KIINNIKELUETTELO

NIMIKE	HALK.	KOKO	STANDARDI	LUJUUS	MATER./PINTA	VÄRI	kg/YHT.	LKM
					YHTEENSÄ:		0.0	





VALMISTUS	HITSIT	PINTAKÄSITTELY

KOKOONPANOPIIRUSTUS
C/2, COLUMN

1:10
1:20

C/2

RAK

Powered by Trimble Tekla