

VÄESTÖNSUOJAN PERUSMUURIN ROUTAERISTEEN KÄYTTÖ
OSANA PERUSMUURIN LAUDOITUSTA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

HAMK Visamäki, Rakennustekniikka KO

Syksy 2018

Esa Rantala

Koulutus
Kampus

Tekijä	Esa Rantala	Vuosi 2018
Työn nimi	Väestönsuojan perusmuurin routaeristeen käyttö osana perusmuurin laudoitusta	
Työn ohjaaja/t	Sami Niku-Paavo, Jami-Petteri Ahonen	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä verrataan kolmen eri laudoitusmenetelmän eroja. Menetelmiä verrattiin toisiinsa käytettävän kriteerinä työn kestoa ja materiaalikustannuksia. Työn tavoitteena on löytää kustannustehokas toimintamalli perusmuurien laudoitus ja raudoitustyöhön. Samalla tarkastellaan laudoitustyön fyysistä rasittavuutta ja pyritään löytämään työntekijöille helpoin ja kevein työtapa tehdä perustamisvaiheen töitä.

Opinnäytetyön taustalla on halu kehittää, nopeuttaa ja keventää rakennuksen perustusvaiheen muottityötä. Tässä opinnäytetyössä muottityö sisältää laudoituksen, raudoitteet ja valamisen. Näihin kaikkiin osaluokkiin on pyritty vaikuttamaan suunnittelulla ja uudella ideoinnilla sekä lähestymistavalla.

Tarkastellessa eri vaihtoehtoja oli materiaalikustannuksissa kohtuullisia eroja. Eristemuottimenetelmässä on betonoinnit helppoa suojata pakkaselta, sillä eriste on osa muottia ja pysyvää rakennetta. Eristemuotin tuki laudoituksen purkaminen on helppoa, nopeaa ja kevyempää, kun perinteisten laudoitusten purkaminen.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on YIT Rakennus Oy Asuminen Häme ja Kaakkois-Suomi.

Avainsanat Laudoitus, Alaohjauspuu, Lukkopuu, Kustannukset, Eristemuottimenetelmä.

Sivut 49 sivua, joista liitteitä 10 sivua

Name of degree programme

Campus

Author	Esa Rantala	Year 2018
Subject	Frost insulation in formwork of foundation in a civil defence shelter	
Supervisors	Sami Niku-Paavo, Jami-Petteri Ahonen	

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by YIT Rakennus Oy Asuminen Häme ja Kaakkois-Suomi. The purpose of the thesis was to compare the costs of three different concrete formwork building methods by using the time of labor and the cost of materials as criteria. The goal was to find an economical and efficient way to build formwork and do rebar when building the foundation of a civil defence shelter. The physical work strain was also discussed aiming at finding the easiest, lightest and quickest way for the worker to finish the formwork of foundation building. The formwork building includes laying boards, rebar, frost insulation and pouring the concrete.

The results of the thesis show that there were some minor differences in material costs. The biggest differences in the future will be in the lightness of the work and in the time consumed. Using the insulated formwork makes it easy to protect the concrete against frost as the insulation material is part of the formwork and final structure. The wooden supports of the insulated form are easier, faster and lighter to demount compared to the traditional wooden board formwork.

Keywords boarding, base plate, t&g board, costs, insulated formwork

Pages 49 pages including appendices 10 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖMAAN TYÖTURVALLISUUS	7
	2.1 Työmaan työturvallisuuden seuranta ja kehittäminen.....	7
	2.2 Työmaan vaarojen tunnistaminen ja huomiointi.....	8
	2.3 Henkilökohtaiset suojavarusteet	8
	2.4 Koonti	9
3	BETONIRAKENTEIDEN MUOTTITYÖN SUUNNITTELU	9
	3.1 Koonti	10
4	RAUDOITEPIIRUSTUS	10
	4.1 Raudoitteiden suunnittelu	10
	4.2 Betoni terästen vaatimukset.....	11
	4.3 Koonti	12
5	BETONOINTI.....	12
	5.1 Talvibetonointi	13
	5.2 Koonti	14
6	LÄMMÖNERISTYSLEVYT.....	14
	6.1 Koonti	14
7	MUOTTIRAKENTEIDEN PURKAMINEN JA HUOLTO.....	14
	7.1 Muottien huolto	15
	7.2 Koonti	15
8	MUOTTIEN TUKEMINEN	15
9	LAUTAMUOTTIMENETELMÄ.....	17
	9.1 Muottilautojen valinta	17
	9.2 Muottien rakennustavat	17
	9.3 Muottien jatkokäsittely.....	18
	9.4 Lautamuottimenetelmän kustannukset	18
	9.5 Koonti	18
10	ESIVALMISTETUT UUELLEEN KÄYTETTÄVÄT VANERIMUOTIT.....	19
	10.1 Muottikaluston purku	19
	10.2 Esivalmistetun uudelleenkäytettävän vanerimuottimenetelmän kustannukset	
	20	
11	ERISTEMUOTTIMENETELMÄ.....	20

11.1 Muotin rakennusjärjestys	20
11.2 Eristeiden kiinnitys muottirakenteeseen	21
11.3 Valmiin muotin kiristäminen ja mitoitus.....	22
11.4 Eristeiden valuaikaisen paikoillaan pysymisen varmistaminen	23
11.5 Eristemuotin kustannukset	23
11.6 Koonti	23
12 MUOTIN BETONOINTI JA SEURAAVAT TYÖVAIHEET	23
12.1 Sisäpuolen täytöt, routaeristeet ja raudoitus	24
13 TEHTÄVÄSUUNNITELMA (TESU).....	25
13.1 Tehtäväsuunnitelman osat.....	26
13.2 Koonti	27
14 MUOTTITYÖN TEHTÄVÄSUUNNITELMAT (TESU)	28
14.1 Lautamuottimenetelmä	28
14.2 Vanerimuottimenetelmä.....	29
14.3 Eristemuottimenetelmä	31
15 MUOTTITYÖN POTENTIALISTEN ONGELMIEN ANALYYSI	32
15.1 Koonti	32
16 VERTAILUTAULUKKO ERI MENETELMIEN KUSTANNUKSISTA JA TYÖNTEKIJÖIDEN PALKOISTA	33
17 MUOTTIMENETELMIEN EDUT JA HAITAT	35
17.1 Lautamuottimenetelmä	35
17.2 Vanerimuottimenetelmä.....	35
17.3 Eristemuottimenetelmä	35
18 POHDINTA.....	36
LÄHTEET	37
HAASTATTELUT	39

Liitteet

Liite 1 Väestönsuojan perusmuurin nurkan raudoitus

Liite 2 Väestönsuojan perusmuuri

Liite 3 Väestönsuojan seinäelementti

Liite 4 Lautamuotti

Liite 5 Lautamuottimenetelmän kustannukset

Liite 6 Vanerimuotti

Liite 7 Esivalmistetun uudelleenkäytettävän vanerimuottimenetelmän kustannukset

Liite 8 Eristemuotti

Liite 9 Eristemuottimenetelmän kustannukset

Liite 10 Väestönsuojan perusmuurin aikataulu

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käsitellään vaihtoehtoista muottityötä, joka soveltuu käytettäväksi eristettävissä perusmuureissa. Esimerkkinä on elementtirakenteisen väestönsuojan, routaeristetyt paikalla valettavat perusmuurit.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on YIT Rakennus Oy Asuminen Häme ja Kaakkois-Suomi.

Kyseisen muottityömenetelmän tarkoitus on vähentää ja keventää työvaiheita. Tavoitteena on myös alentaa perustusvaiheen kustannuksia, materiaalien, työn ja kuljetuskustannusten osalta. Tämä kaikki nopeuttaa kyseistä työvaihetta ja alentaa kokonaiskustannuksia rakennuksen perustusvaiheessa.

Työssä selvitetään kolmen eri muottityö menetelmän kustannuksia työn, ajan ja tarvittavien materiaalien osalta. Vertailtavat muottityöt ovat perinteinen muotityö toteutettuna lautamuoteilla, esivalmistetuilla uudelleen käytettävillä vanerimuoteilla toteutettu muottityö, sekä vaihtoehtoinen muottityömenetelmä, missä varsinaisena muottina toimivat sokkelin eristeet.

Tässä työssä otan kantaa perusmuurin raudoitteisiin tarpeelliselta osalta. Raudoitteiden suojaetäisyyksien toteutumisen, muottityön oikeaan toteutukseen niin, että laatuvaatimukset ja hyvän rakennustavan määreet täyttyvät.

Opinnäytetyön lähteinä käytän rakennusalan kirjallisuutta, julkaisuja ja kyseistä työmenetelmää käyttäneiden kirvesmiesten haastatteluja, sekä omaa kokemusta kyseisestä muottityö menetelmästä.

2 TYÖMAAN TYÖTURVALLISUUS

Yhteisellä työmaalla on jokaisella työntekijällä sekä työhön liittyvällä osapuolella työturvallisuuteen liittyviä velvollisuuksia. Kaikkien osapuolien on toimittava yhteistyössä ja avoimesti tiedotettava työturvallisuuteen liittyvistä asioista, toimenpiteistä ja töiden yhteensovittamisesta. Pääasiallista määräysvaltaa käyttää päätoteuttaja joka samalla huolehtii siitä, että jokaiselle aliurakoitsijalle ja aliurakoitsijan työntekijälle annetaan työturvallisuuteen liittyvät toimintaohjeet, tiedot työn vaaroista, työmaan palontorjunnasta sekä näihin tehtäviin nimetyt henkilöt. Lisäksi päätoteuttaja vastaa urakoitsijoiden töiden yhteensovittamisesta, työmaan liikenteestä ja kulkuteistä sekä työmaan yleisestä turvallisuudesta sekä terveydellisyydestä. Nämä tehtävät ovat pääosin säädetty laissa, mutta sopijaosapuolet voivat tarkentaa näitä keskinäisillä sopimuksilla. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet Raturva 2, 2010, s. 6)

Ennen töiden aloittamista tarkastetaan suunnitelmat, muottikalusto, koneet, laitteet ja henkilökohtaiset suojavarusteet. Työntekijällä tulee olla perehdytys muottityöhön ja sen vaaroihin. Töitä ei aloiteta ennen kuin olosuhteet ja edellytykset turvalliseen työskentelylle koko työvaiheen ajalle ovat kunnossa. (Betonirakenteiden muottityöt, Betoniteollisuus ry, n.d, s. 4)

2.1 Työmaan työturvallisuuden seuranta ja kehittäminen

Työmaan työturvallisuus edellyttää toimivaa ja käytössä olevaa työturvallisuusohjelmaa, työturvallisuuden jatkuvaa seuranta ja oman turvallisuustason tietämistä. Työkaluina jatkuvaan työturvallisuuden seurantaan ja kehittämiseen käytetään työmaasuunnittelua, jota seurataan ja päivitetään töiden edetessä rakennusvaiheiden alkamisen ja päättymisen mukaan. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 7)

Pysyviä työturvallisuus menetelmiä ovat kaikkien työntekijöiden perehdyttäminen yrityskohtaisella ennakkoperehdytyksellä ja työmaakohtaisella perehdytyksellä, missä selviävät työmaan perusasiat ja erityispiirteet. Kaikilta työntekijöiltä vaaditaan voimassaoleva työturvakortti ja tulityökortti. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 7)

Lisäksi työturvallisuutta valvotaan työmaan viikotarkastuksilla ja TR-mittauksilla viikoittain. Näissä tarkastuksissa kiinnitetään huomiota työmaan yleiseen turvallisuuteen vähintään työmaan lohkojen tasolla. Samalla tarkastetaan, että kaikkien koneiden käyttöönottotarkastukset on tehty ja määräaikaistarkastukset ovat ajan tasalla. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 7)

2.2 Työmaan vaarojen tunnistaminen ja huomiointi

Jos muottityöhön liittyy erityisiä vaaroja, on siitä tehtävä, potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) tai työturvallisuusanalyysi (TTA). Työmaan tai työvaiheen riskienarvioinnin tekevät työnjohtajat, työntekijät ja riskienarviointikoulutuksen saanut henkilö. Jos työvaihe tai työmaan erityispiirteet vaativat, riskienarvioinnissa käytetään apuna asiantuntijoita, kuten suunnittelijaa. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 11)

Muottityössä tavallisimpia erityisesti huomioitavia riskejä ovat maan sortuma, putoamiset, raskaat muotit, muottien purkutyöt sekä louhitulla perustuksella irtokivet. Muottityön riskejä lisäävät kiire, muottityön fyysinen rasitus, työasennot ja valaistus. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 11)

Jokaisen työntekijän ja työnjohtajan velvollisuus on ilmoittaa vaaratilanteesta ja puuttua vaaratilanteeseen, estää vaaratilanne, poistaa se ja huolehtia, että sama vaaratilanne ei toistu. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 18)

2.3 Henkilökohtaiset suojavarusteet

Jokainen työntekijä on velvollinen käyttämään työnantajan hankkimia henkilökohtaisia suojavälineitä. Työntekijän ja työn johtajan pakollisia henkilökohtaisia suojavarusteita ovat kypärä, kuulonsuojaimet, silmäsuojat sivusuojilla, huomioväriset suojavaatteet, viiltosuojakäsineet ja turvajalkineet. sekä tarvittaessa kasvosuojus ja hengityssuojain. (Rakennustöiden turvallisuusohjeet, Raturva 2, 2010, s. 20)

YIT:n työmaalla käytettävät suojaimet

- suojakypärä monipisteleukahihnalla (EN 397)
- suoja-asu, oltava näkyvä ja heijastava vähintään 2. lk (EN/ISO 20471))
- suojakäsineet (EN 388) Suojakäsineiden valinnassa huomioitava työlajikohtaiset vaatimukset
- turvajalkineet (EN/ISO 20345) vähintään suojaluokan S3 jalkineet
- silmäsuojat (EN 116)
- kuulonsuojaimet (EN 352) yli 85 dB voimakkuudessa

(Yleiset työturvallisuusmääräykset YIT:n työmailla, henkilökohtaiset suojaimet, 2018 s. 2)

2.4 Koonti

Työturvallisuus on asia mikä lähtee jokaisesta työntekijästä itsestään. Rakennusalalla ei voida koskaan korostaa liikaa työturvallisuutta. Nykypäivänä tarkasti ajoitetut työvaiheet ja niiden rytmitys tekevät työympäristöstä nopeasti muuttuvan. Työvaiheita on aina päällekkäin ja työturvallisuudessa on itsensä lisäksi huomioitava päällekkäisten työvaiheiden ja seuraavien työvaiheen tekijät. Aina on huomioitava työvaiheen erityispiirteet, kun mietitään työturvallisuus asioita. Pitää olla tiedossa mikä on suurin työturvallisuusriski työvaiheessa, näin pystytään varautumaan etukäteen ja minimoimaan riskit. Olosuhteet aiheuttavat omat riskinsä ja muuttujansa työturvallisuuteen. Talvella on huomioitava kylmyys ja liukaus, kesällä kuumuus. Syksy ja kevät ovat ongelmallista aikaa olosuhteiden osalta, koska säätila voi vaihtua nopeasti ja säätila voi vaihdella vuorokaudessa -10° ja $+10^{\circ}$ välillä.

3 BETONIRAKENTEIDEN MUOTTITYÖN SUUNNITTELU

Piirustuksista tulee selvittää seuraavat tiedot rakenteista, betonista ja raudoitteista:

- rakenneluokka
- rasitusluokka ja rakenteen suunniteltu käyttöikä
- betonipeitteen suojabetonien vahvuudet ja mittapoikkeamat
- suunnittelussa käytetyt ominaiskuormat
- betonin lujuusluokka
- betonin suurin sallittu kiviaineksen raekoko
- jos betoniin kohdistuu erityisiä, muita vaatimuksia

(Betonirakenteiden muottityöt, Betoniteollisuus ry, n.d, s. 1)

Muottien tarpeen selvitys tehdään piirustuksista ja määräluetteloista. Rakentamisen aikataulusta selviää muottityöhön varattu aika, mikä sisältää muottityön, raudoitteet, varaukset, valamisen, betonin kovettumisen ja muottien purkamisen. Tästä saadaan laskettua päivittäisen muottityön tarve niin, että työvaihe pysyy aikataulussa ja vältetään turhilta kustannuksilta. (Betonirakenteiden muottityöt Betoniteollisuus ry, 1988, s. 1)

Yksityiskohtien huomioiminen mitoituksessa helpottaa muottimenetelmän käyttöä. Suunniteltu mitoitus helpottaa muottityötä. Siten muottityöstä saadaan sujuva ja nopea työvaihe. (Paikallavalu rungon toteutus, n.d, s. 693)

Hyvin toteutettu rakennesuunnittelu helpottaa työvaiheen toteutusta. Suunnittelussa kiinnitetään erityisesti huomiota työjärjestykseen, eristysten ja liitosten suunnitteluun sekä päämittojen määrittämiseen. (Betoni-rakenteiden suunnittelu, n.d, s 485) (Liite 1, 2 ja 3)

3.1 Koonti

Betonirakenteiden muottityön suunnittelussa tulisi kiinnittää erityistä huomiota rakenteiden käytännön toteutukseen niin, että rakenteet ovat helposti toteutettavissa. Työjärjestyksen pitää olla selkeä, että kaikki työvaiheet pystytään tekemään suunnitelman mukaisesti ja aikataulussa.

4 RAUDOITEPIIRUSTUS

Raudoitepiirustuksesta tulee selvittää vähintään seuraavat asiat.

- raudoitteiden tunnukset standardien mukaisesti
- raudoitteiden tankojen läpimitat, pituudet, jatkokset, taivutukset, kappalemäärät, sijoitus ja suojabetonin minimi vahvuus.

(B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, s. 6 ja 43)

Betonirakenteet ankkuroidaan yhteen tartunnan välityksellä. Ankkurointi tapahtuu aikaisemmin valetusta betonipinnasta tartuntateräksien välityksellä. (Betonirakenteiden suunnittelu, n.d, s. 490)

4.1 Raudoitteiden suunnittelu

Paikallavalurakenteita suunniteltaessa on yleensä lähtökohtana, että raudoitteet tehdään irtotavarasta. Raudoitesuunnitelmaa tehtäessä on laskettava kannattaako raudoitteet tehdä työmaalla irtotangoista vai tilata valmiit teolliset raudoitteet. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 696)

Työmaalla tehtävät raudoitteet lisäävät tarvetta työvoimalle, mikä lisää raudoittajien määrää. Työmaalla on järkevää tehdä raudoitteet joiden sarjat/kappalemäärät ovat pieniä. Tämä on varastoinnin sekä logistiikan kannalta järkevää, koska valmiit raudoitteet vievät paljon varastotilaa ja lisäävät rahtikustannuksia. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 696)

Teollisesti valmistettujen raudoitteiden käyttö on järkevää, kun raudoitteiden kappalemäärät nousevat muutamiin kymmeneen kappaleisiin. Tällä vältetään raudoitteiden valmistuksessa koneiden asetusten säätämisestä aiheutuvia työkustannuksia. Teollisten raudoitteiden käytössä on minimoitava erilaisten raudoitteiden määrä. Tällöin valmistettavat sarjat pysyvät riittävän suurina ja kustannukset järkevinä. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 696)

Teollisessa raudoituksessa materiaalin hukka on n:8 % pienempi kuin irtoterästä käytettäessä. Teollisen raudoitteen 8 % pienempi materiaalihukka korvaa raudoituksen yksinkertaistamisesta johtuvaa 10 % materiaalin kasvu verrattuna optimoidusti toteutettuun irtoteräsratkaisuun. Teollisten raudoitteiden suurin etu tulee raudoittamisen nopeudesta sekä mittatarkkuudesta. Teollisia raudoitteita käytettäessä parhaimmillaan säästetään raudoitukseen kuluva ajasta puolet verrattuna työmaalla tehtävään irtotavaralla toteutettuun raudoituksen. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 696) (Liite 1 ja 2)

4.2 **Betoni terästen vaatimukset**

Betoniteräksinä käytetään voimassa olevia SFS-standardin mukaisia teräslaatuja, jatkoksia ja liitoksia. Muita teräslaatuja voidaan käyttää, jos on hankittu valtion teknillisen tutkimuskeskuksen lausunto terästen soveltumisesta betoniraudoitteeksi. (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 41)

Raudoitteet valmistetaan ja asennetaan piirustusten mukaisesti, niin että raudoitteet ovat annetun mitoituksen mukaisesti rakenteessa ja suojaetäisyydet täyttyvät. Raudoitteet eivät saa olla niin ruosteessa, että ruoste heikentää raudoitteen tartuntaa tai lujuutta. Raudoitteet tuetaan muotteihin välikkeillä. Tällä varmistetaan, että betonipeitteelle annetut suojavaatimukset toteutuvat. Raudoitteen työteräkset asennetaan ja kiinnitetään niin, ettei raudoitteen sijainti muotissa muutu ja annetut laatuvaatimukset täyttyvät. (B4S Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 43)

Kirvesmies Timo Niemelän (haastattelun 3.11.2018) mukaan. Väestön suojan raudoituksessa kannattaa käyttää teollisesti valmistettuja raudoitteita. Eräkoot ovat suuria ja erilaisia raudoitteita on suhteellisen vähän. Raudoitteiden tekemiseen kuluva aika työmaalla, voidaan hyödyntää muottityön valmisteluun, kun otetaan valmiit teolliset raudoitteet.

4.3 Koonti

Betonirakenteen raudoitteissa tulee kiinnittää huomiota raudoitteiden yksinkertaisuuteen ja siihen, että raudoitteet ovat helposti toteutettavissa. Erilaisten raudoitteiden määrä on pidettävä mahdollisimman vähäisenä. Raudoitteiden on oltava helposti asennettavia, ettei tulisi ylimääräistä työtä raudoitteiden hankalasta asentamisesta tai raudoitteiden muutoksista. Raudoitteen osien on oltava malliltaan mahdollisimman tukevia, että valmis raudoitus on ryhdikäs ja pysyy annetuissa mitoissa työvaiheiden ja betonoinnin aikana.

5 BETONOINTI

Työnjohtajalla tulee olla riittävät tiedot betonin ominaisuuksista, betonoinnista sekä tarvittava kokemus käytännön betonirakenteiden, raudoitteiden ja muottien rakentamisesta. (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 5)

Pystyrakenteen betonoinnissa tulee huomioida, että valu tarttuu aikaisemmin valettuun kuivaan betoniin ohjeiden mukaisesti. Valun nousunopeus suunnitellaan niin, että valu tarttuu saumattomasti aikaisemmin valettuun tuoreeseen betoniin. (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 44)

Betonin laskeminen muottiin tapahtuu aina aikaisemmin valetun betonin rintausta vasten. Betonia ei saa lasketa muottiin muottipintaa tai raudoitetta pitkin eikä pudoteta muottiin yli metrin korkeudelta. Valuletkua ei saa siirtää yli 50 cm kerrallaan. Valun suurin nousukorkeus on 50 cm/h tai 50 cm valukerros. Tällä menettelyllä vältetään betonimassan erottuminen. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 701)

Tärytinsauva valitaan muotin mukaan niin, että se mahtuu raudoitteiden välistä. Betonin tärytys tehdään 1,5-2 metriä betonivalun rintausten perässä. Tärytintä ei käytetä betonimassan siirtämiseen, ettei betonimassa erotu. Betonimassan tärytys tehdään pystysuorassa tai enintään 45^o -asteen kulmassa niin syväälle, ettei aikaisempaan valukiertoon jää työsaumaa. Tärytyksellä valut sulautuvat yhteen. Valun täryttämisväli on noin 20 cm tai 5 kertaa tärysauvan halkaisija. Täryttimen annetaan painua omalla painollaan valun läpi aikaisempaan valuun 20-30 cm. (Paikallavalurungon toteutus, n.d, s. 702)

5.1 Talvibetonointi

Kylmällä säällä betonoitaessa on huolehdittava, että betonointi tehdään suunnitelmien mukaisesti. Tämä luo edellytykset betonin kovettumiselle. (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 45)

Lumi ja jää tulee poistaa muoteista, tartuntapinnoista ja jo olemassa olevista rakenteista ennen valua. Tämä voidaan tehdä lämmittämällä tai höyryllä. (Betonirakenteiden muottityöt Betoniteollisuus, n.d, ry, s. 4)

Lämpötilan ollessa $+5^{\circ}$ tai alhaisempi on varauduttava talvibetonoinnin vaatimiin toimenpiteisiin. Tämä tulee huomioida aikataulussa ja käytettävissä muottimenetelmässä määrittämällä muottien lämmityksen tarve. Lämmityksessä voidaan käyttää eristettyjä muotteja/muottirakenteita, vastuslankoja, lämmitettyä betonia, betonin lujuusluokan nostamista, lisäaineiden käyttö ja nopeasti kovettuvaa betonia. (Betonirakenteiden muottityöt, Betoniteollisuus ry, n.d, s. 4)

Betonin lujuudenkehitys hidastuu merkittävästi kun betonin lämpötila on alle $+10^{\circ}$ pysähtyen lämpötilan laskiessa 0° alapuolelle. (Paikallavalurungon toteutus, n.d s. 700)

Aikaisempien betonivalujen lämmitys, valettavan muotin lämmitys ja betonin lämmitys antavat edellytykset betonin lujuuden kehitykselle. Kun betonin lujuuden kehitys on suunnitelman mukaista, muotit voidaan purkaa oikeassa aikataulussa. Suunniteltu lujuuden kehitys varmistaa, että betoni on saavuttanut 5 MN/m^2 lujuuden eikä betonin jäätymisestä ole enää haittaa rakenteelle. (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2005, s. 45)

Valetut betonirakenteet voidaan suojata työmaalla suojapeitteillä. Käytettyjä suojapeitteitä ovat rakennus-, julkisivu ja erikoispeitteet. Talvibetonoinnissa käytetään lämpöä eristäviä peitteitä. Suojapeitteiden etu on vedenpitävyys ja edullisuus. Suojapeitteitä käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota suojapeitteiden kiinnitykseen. Kiinnitys on tehtävä huolellisesti jotta suojapeitteet pysyvät paikoillaan. (Betoniteollisuus ry, talvibetonointi, 2013, s. 39)

5.2 Koonti

Betonoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota, että betonointi voidaan suorittaa esteettömästi ja turvallisesti. Betonin notkeus on valittava vastaamaan käyttötarkoitusta niin, että betoni saadaan menemään raudoitteiden väleihin. Näin betonoinnista saadaan sujuva työvaihe. Valettuun betoniin asennettavien raudoitteiden mitoitus on tehtävä huolellisesti niin, että seuraavat työvaiheet voidaan tehdä suunnitelman mukaisesti. Väärin asennetut tartuntaraidotteet aiheuttavat mittavat lisätyöt ja mahdollisesti muutoksia seuraaviin työvaiheisiin. Pahimmassa tapauksessa tartuntaraidote on suunniteltava uudelleen. Talvella on kiinnitettävä erityistä huomiota betoninvalun suojaamiseen, olosuhteet on tehtävä sellaisiksi, että luodaan mahdollisimman hyvät edellytykset betonin kovettumiselle.

6 LÄMMÖNERISTYSLEVYT

Betonirakenteissa käytettävät lämpö- ja äänieristeiden on oltava riittävän jäykkiä ja kokoon puristumattomia. Eristeitä voidaan käyttää betonivalussa muottiin asennettuna, eikä betonirakenteen mitoitus toleranssi muutu. Ennen betonin valamista eristelevyjien saumat tiivistetään eristemateriaalia vastaavalla, elastisella, tarkoitukseen sopivalla liimamassalla. Tämä toimenpide tiivistää ja jäykistää sellaisen muottirakenteen, jossa eristelevyt ovat osana rakennetta. Lämmön- ja ääneneristelevyt kestävät betonin valamisen ja muottien purkamisen vaurioitumatta. (Runko RYL, 4 Betonirakentaminen, 41 Betonirunkorakentaminen, 2009, s. 4)

6.1 Koonti

Lämmöneristelevyjä voisi käyttää enemmän osana muottirakennetta. Kun tehdään rakenteita mitkä lämmön eristetään, niin miksi ei laiteta lämmöneristeitä jo muottiin. Tämä nopeuttaisi rakennustyötä ja maanrakennustyöt voidaan aloittaa nopeammin, koska muottirakenne on nopea ja helppo purkaa.

7 MUOTTIRAKENTEIDEN PURKAMINEN JA HUOLTO

Muotit puretaan heti, kun suunniteltu betonin purkamislujuus on saavutettu. Yleinen betonirakenteiden purkamislujuus on 60 % betonin nimellisuudesta. Betonin lujuudenkehitystä voidaan seurata tätä varten kehitetyillä antureilla ja ohjelmilla. Luvan muottien purkamiselle antaa vastaava työnjohtaja, betonityönjohtaja tai rakennesuunnittelija. (Betonirakenteiden muottityöt, Betoniteollisuus ry, n.d, s. 11)

7.1 Muottien huolto

Kierrätettävä muottikalusto puhdistetaan heti purkamisen jälkeen. Muottikalustosta poistetaan ylimääräiset naulat ja ruuvit. Muottikalustosta irrotetaan lastalla betonit ja betonipöly harjataan pois, tämän jälkeen muottikalusto öljytään. Muottikaluston puhdistaminen tapahtuu purkamisen yhteydessä, välivarastossa tai seuraavalla käyttökohteella. (Ihamäki, Rajala, Uusitalo & Vallin, 2012, s. 160)

7.2 Koonti

Muottirakenteet pitää suunnitella ja toteuttaa niin, että muotit on helppo purkaa. Muottien purkaminen/purkamisjärjestys on suunniteltava niin, ettei tule ylimääräisiä nostoja tai siirtoja. Kulkuteiden on pysyttävä esteettöminä ja purkutyön on oltava turvallista.

Kierrätettävä muotti kalusto aiheuttaa ylimääräistä työtä, koska muottikalustoa on huollettava. Muottikalusto vie tilaa työmaalla ja aiheuttaa kuluja ja ongelmia logistiikan suhteen. Muottikalustolle tulisi olla seuraava sijoituspaikka selvillä, kun muotit on työmaalla purettu ja huollettu.

8 MUOTTIEN TUKEMINEN

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan valumuottien tulee olla tukevat ja yhtenäiset. Onnistunut muottityö edellyttää, että kaikki edeltävät työvaiheet on tehty oikein ja aikataulussa. Aikaisempien valupintojen tulee olla puhtaita ja tartuntaraidoitteiden on oltava mitoituksen mukaisesti asennettu. Raidoitteiden oikea mitoitus ja asemointi muotissa helpottaa valuvälikkeiden asentamista ja varmistaa raidoitteiden suojabetonin vahvuuksien suunnitelmien mukaisen toteutumisen.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan, osana onnistunutta raidoitusta on ulkokehän raidoitukseen liittyvien raidoitteiden perinteisten I-kulmien korvaaminen u-lenkeillä. Sama I-kulmien käyttö ulkonurkissa, korvataan u-lenkeillä. Tämä toimenpide jäykistää raidoitteen nurkkia, mikä taas helpottaa muottityötä. (liite, 1)

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan valumuotit tuetaan ja mitoitetaan sivusuunnassa alareunan yhtenäisillä ohjuripuilla. Ohjuripuut kiinnitetään anturaan 8x100 laipallisilla betoniruuveilla, n: 80-100 cm jaolla. Ylempänä muottirakenteen sivusuuntainen tuenta/mitoitus tapahtuu muottilukoilla, sekä rakenteen läpi kulkevilla teräksillä. Muottilukkojen keskinäisen etäisyyden määrittää valu korkeus sekä muotin korkeus ja valupaine. Yleensä käytetty muottilukkojen keskinäinen etäisyys on 50-100 cm riippuen muotin korkeudesta ja valupaineesta. Muottilukkojen alla kulkee laudoituksen ulkopinnalla vaakajuoksut, vaakajuoksut suoristavat muotinulkopinnan ja jäykistävät muottia. Muottilukon kiristys määrittää muottirakenteen sisämitan. Muottilukkojen kiristyksessä on hyvä käyttää välikettä, tällöin saadaan muotin sisämitta haluttuun leveyteen. Välikkeen on hyvä olla 10mm haluttua valuleveyttä kapeampi, koska muotti kiristyvät aina valupaineesta. Välikkeenä voi toimia muoviputki mikä on pujotettu muottilukoilla kiristettävän terästangon päälle. Muoviputken tulee olla oikean pituinen, koska se vastaa kiristettäessä päistään muotin sisäpintoihin ja rajoittaa muotin liiallista kiristämistä. Näin muotti saadaan haluttuun mitaan.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottirakenteen pystysuuntainen suoristaminen, oikaisu, tuenta ja pystyssä pysyminen varmistetaan muotin ulkopuolisilla vinotuilla. Vinotuet ovat yleensä, (50x100) puutavaraa. Muottien tukemiseen voidaan käyttää, olemassa olevia elementtiasennuksessa käytettäviä seinien vinotukia. Erityistä huomiota on kiinnitettävä ulkonurkkien tukemiseen ja suoruteen. Ulkonurkkien tukemisessa on helpointa käyttää lukkopuita, lukkopuut pitävät nurkkarakenteen annetuissa mitoissa ja jäyköittävät ulkonurkan rakenteen. Periaatteessa kaikkien paikanpäällä valettavien pystyrakenteiden laudoitukset ovat samanlaisia. Käytännössä nähdään erilaisia variaatioita laudoituksista mitä on sovellettu työmaolosuhteisiin, sekä työmaa ympäristöön sopiviksi.

9 LAUTAMUOTTIMENETELMÄ

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan lauta on betonimuotin rakennusmateriaalina halpa, helposti saatava ja monipuolinen. Lautamuotin rakentamisessa ei tarvita mitään erikoistyökaluja, se on perusvarma ratkaisu betonimuottien rakenteena. Lautamuotilla voidaan toteuttaa helposti mitä moninaisimmat muottirakenteet, sen helpon työstettävyyden ansiosta. Lautamuottia suunniteltaessa on muistettava, että se on yleensä kertakäyttöinen ja tarttuu helposti valupintaan. Muottien valupintaan tarttumista voidaan ehkäistä, muottien purkamisella heti valun kovetuttua. Raakalautamuotin tarttumista ehkäisevänä toimenpiteenä muotit voidaan kastella ennen valua tai käsitellä muottiöljyllä. Käytettäessä muottiöljyä on huolehdittava, ettei muotin raudoitteisiin joudu muottiöljyä.

9.1 Muottilautojen valinta

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan raakalautamuottien materiaalien valinnassa on kiinnitettävä huomiota puutavaran laatuun ja pituuteen. Puutavaran valinnalla minimoidaan muotin tekovaiheen hukkaa ja nopeutetaan muotin valmistamista. Puutavaran hukkaa syntyy, jos puutavaraa joudutaan turhaan mitoittamaan oikeaan pituuteen. Puutavaran pituuden valinnassa on huomioitava muottirakenteiden pituudet, hukan minimoimiseksi.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottirakenteeseen käy vajaasärmäinen 22*100 puutavara, kun vajaasärmä käännetään ulkopuolelle, niin että valettavasta betonipinnasta tulee tasainen ja yhtenäinen. Tasainen valupinta on edellytys eristeiden suunnitelman mukaiselle kiinnitykselle. Huono epätasainen valupinta aiheuttaa turhaa jälkityötä ennen eristeiden asennusta, lisäksi samalla valmistuskustannuksia.

9.2 Muottien rakennustavat

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelun 3.11.2018) mukaan raakalautamuotit voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Laudasta voidaan rakentaa valmiit oikean korkuiset muottisiivut. Tämä edellyttää, että työmaalla on kyseiseen menetelmään riittävän suuri ja tasainen alusta, sekä varastotilaa valmiiden muottisiivujen varastointiin. Tässä menetelmässä syntyy määrämittäisiä muottisiivuja. Muottisiivujen koosta ja varastopaikan sijainnista riippuen, voi muottien siirrosta aiheutua lisäkustannuksia ja siivut voivat olla raskaita käsitellä työmaaympäristössä.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan toinen vaihtoehto muottityön toteutukselle on tehdä muottityö paikanpäällä irtolaudoista. Tässä menetelmässä laudat kiinnitetään muottirakenteessa pystytolppiin, jotka on kiinnitetty alaohjauspuuhun. Menetelmän etuna on jäykkä muottirakenne. Lisäksi laudoitusta voidaan jatkaa lennosta, lisäämällä jatkoskohtaan rakenteen ulkopuolelle lisä tuki laudasta. On kumminkin huomioitava ettei kaikki jatkokset ole samalla lisätuella tai tolzilla, jatkoskohtia on porrastettava niin, että jatkoksen yläpuolella ja alapuolella on vähintään kaksi lautaa mitä ei ole jatkettu tällä samalla kohtaa. Näin toteutettuna laudoitettava sivu pääteään ja mitoitetaan ainoastaan päättyviin nurkkiin. (Liite 4)

9.3 Muottien jatkokäsittely

Lautamuotteja käytettäessä muottien kierrätyksestä on huolehdittava, koska muottien purkamisessa syntyy runsaasti jättepuuta. Jättepuulle on hyvä ottaa erillinen puu lava. Puhdasta puuta sisältävä jätelava on edullinen tyhjentää, sillä jättepuu hyödynnetään energian tuotannossa. Jättepuu jatkojalostetaan kierrätyksessä hakkeeksi lämpöenergia tarpeisiin ja metallit erotellaan. (kiertokapula Oy, 2018)

9.4 Lautamuottimenetelmän kustannukset

Lautamuottimenetelmän kustannuksiin vaikuttaa suurelta osin muottityön valmisteluun käytettävä aika. Yleensä muottityön valmistelu on urakan ulkopuolista työtä ja lisää tältä osin kokonaiskustannuksia. Kun lasetaan muottityöhön tarvittavaa puutavaraa, on puutavaran pituus huomioitava. Sopivan pituisesta puutavarasta jää vähän hukkaa ja näin materiaalikustannukset alenevat. Suurimpia muuttuvia kustannuksia ovat rahdit sekä eristeiden hinnat, hankinnat kannattaa pyrkiä keskittämään logistiikkakustannusten alentamiseksi. (Liite 5)

9.5 Koonti

Lautamuotti on työläs ja hidas rakentaa, pääsääntöisesti kertakäyttöinen. Lautamuotin purkaminen on työlästä, koska laudat tarttuvat valupintaan. Lautamuoteista tulee runsaasti puujätettä mikä aiheuttaa omat haasteet työmaan järjestykselle ja jätehuollolle. Lautamuotti on erittäin käyttökelpoinen muotimenetelmä matalille muottirakenteille sekä pienille muotimäärille.

10 ESIVALMISTETUT UUELLEEN KÄYTETTÄVÄT VANERIMUOTIT

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan esivalmistettujen vanerimuottien mitoittaminen kannattaa miettiä. Levyn mitat ovat 18*125*2500. Järkevintä on halkaista levy pituussuunnassa keskeltä, tällöin muottisiivun korkeudeksi jää n: 620mm. Tällä muottisiivulla voidaan tehdä yleisimmät anturakorkeudet, ja ne saadaan kiinnitettyä toisiinsa jos valukorkeus ylittää 620mm. Tämä tekee kierrätettävästä muottikalustosta monipuolisempaa.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan esivalmistetuilla vanerimuoteilla toteutettu muottityö on kohtuullisen nopeaa ja helppoa. Menetelmän etuina on, määrälliset valmiit tukevat muotit ja menetelmän asennuksen helppous. Alaohjauspuuta ei tarvita, muotit voidaan linjata ja kiinnittää anturaan muotin omasta alapuusta. Vaneripinnan ansiosta valupinta on siisti, kun muottien liitoskohdat on kiinnitetty suunnitelman mukaisesti. Valupintaa ei tarvitse työstää ennen eristeiden kiinnitystä.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan logistiikka aiheuttaa tässä menetelmässä lisäkustannuksia. Kustannuksia tulee muottikaluston siirroista työmaiden välillä ja lisäksi kustannuksia aiheutuu työmaan sisäisestä logistiikasta. Muottien siirrossa tarvitaan siihen soveltuvaa nosto/siirto kalustoa. Raskaat muotit on saatava lähelle työpistettä niin, että muottityöstä saadaan karsittua turhat, raskaat käsin siirrot ja nostot minimiin.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottien pituus mitoitus vaatii usein nurkissa muotin katkaisemisen. Tämä aiheuttaa muottikalustossa poistumaa ja tästä syystä kyseiseen menetelmään on tehtävä ylimääräistä muottikalustoa. (Liite 6)

10.1 Muottikaluston purku

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottikalusto on helppo purkaa, kun kasauksessa käytetään 6-kanta ruuveja. Näihin ruuveihin tarttunut betoni irtoaa helposti, koska kanta on ruuvista ulkoneva ja pulttimainen. Purkuvaiheessa muottikalusto on huollettava ja öljyttävä, rikkinäiset muotit korjataan tai poistetaan käytöstä, ennen kaluston siirtoa varastolle tai seuraavalle työmaalle.

10.2 Esivalmistetun uudelleenkäytettävän vanerimuottimenetelmän kustannukset

Tässä muottimenetelmässä aloituskustannukset ovat korkeat sekä logistiikka kustannukset ovat näistä muottimenetelmistä korkeimmat. Itse muottimenetelmä tulee jokaisella käyttökerralla halvemmaksi ja maksaa itseään takaisin. Tässäkin muottimenetelmässä valmistelevien töiden osuus vaihtelee ja vääristää osaltaan laskelmaa. (Liite 7)

11 ERISTEMUOTTIMENETELMÄ

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan suunniteltaessa eristeen käyttämistä osana muottirakennetta, on etukäteen huomioitava anturan leveys, että se on riittävän leveä kyseiselle muotti menetelmälle. Menetelmässä on huomioitava alaohjauspuun, eristeen ja eristeen tukilaudoituksen vaatima tila anturan pinnalla, niin että alaohjauspuu saadaan kiinnitettyä tukevasti anturaan. Rakenteen sisäpinnalla optimaalinen vapaa anturanpinta on 214mm, tämä on laudoitusrakenteen vaatima tila. Vapaan anturapinnan tulee olla vähintään 200mm tällöin alaohjauspuu ja laudoitukset saadaan asennettua suunnitelman mukaisesti. (50*100 alaohjauspuu) 100mm + (22*100mm pystytuki lappeellaan) 22mm + (lauta 22*100) 22mm + (eriste EPS 100) 70mm. Sokkelipalkin valuun vahvuus 300mm, sokkelipalkin raudoitteen suurin ulkokehä 230mm, raudoitteen suojabetoni 35mm. Ulkopuolen laudoituksen vaatima tila on 274mm, ulkopuolen rakenteen vahvuudet, (eriste SPU) 130mm + (22*100 lauta) 22mm + (22*100mm) lauta lappeellaan 22mm + (50*100) alaohjauspuu 100mm. Anturan leveys tulee olla vähintään 788mm, että kyseinen muotti saadaan kiinnitettyä alaohjauspuista anturaan.

11.1 Muotin rakennusjärjestys

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan ensin mitoitetaan alaohjauspuut paikoilleen, ulkopuolen eristeen ulkopinnan mukaan. Tällä varmistetaan, että rakenteen ulkomitat pysyvät annetuissa toleransseissa. Alaohjauspuiden sisäreunan paikka linjataan anturaan, tällä varmistetaan ulkopuolen rakenteen suoruus. Ulkopuolen alaohjauspuun kiinnityksessä ja tuennassa voidaan hyödyntää anturassa olevia 16mm s-pisteiden tartuntateräksiä. Alaohjauspuun kiinnitys tapahtuu 8*100mm kauluksellisilla betoniruuveilla k 1000mm. Sisäpuolen alaohjauspuu linjataan anturaan, sisäreunan mukaan. Kiinnitys anturaan tehdään 8*100mm kauluksellisilla betoniruuveilla, k 1000mm. Tällä varmistetaan rakenteen alapään paikallaan pysyminen valun aikana.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan alaohjauspuiden mitoituksen jälkeen, tehdään rakenteen pystytuet, vaakarauditus ja raudoitteiden nurkat. Kun raudoitteet tehdään tässä vaiheessa, saadaan raudoitetta tarvittaessa työstettyä rakenteeseen sopivaksi, sekä raudoitteen nurkat saadaan asennettua pystyyn. Tämä toimenpide varmistaa, että rakenteen suojabetoni vahvuudet toteutuvat ja raudoite ovat keskellä muottia.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan alaohjauspuiden kiinnityksen jälkeen, kiinnitetään alaohjauspuuhun 22*100mm pystytuet lappeelleen k 600 niin, että ne pysyvät työn ajan pystyssä ja paikoillaan, tämä tehdään sokkelilinja kerallaan. Muotin ulkopuolen pystytukien pitää olla 500mm ulkopuolen eristekorkeutta korkeammalla. Näistä tuetaan muotin seinälinjan valu stopparit. Tämän jälkeen kiinnitetään rakenteen vaakasuuntaan 22*100mm, 22*100mm pystytukiin lappeelleen.

11.2 Eristeiden kiinnitys muottirakenteeseen

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan eristeiden kiinnitys muottirakenteeseen tehdään kiinnittämällä eristeet mekaanisesti muotin vaakarakenteeseen. Eristeiden pysty ja vaaka liitokset liimataan ja tiivistetään liimaamalla. Eristeen alareunan ja anturan välin liimaus tehdään erityisen huolellisesti, ettei betoni pääse valussa eristeiden alle tai taakse. Lisäksi on varottava, ettei käytettävä liima pursua muotin sisäpuolelle. PU-liimavaahto on tähän tarkoitukseen ominaisuuksiltaan sopiva materiaali, liimavaahto kuivuu nopeasti ja turpoaa vähän. liimavaahdon kuivumisaika on n: 10 min olosuhteista riippuen. Eristelevyjen saumojen liimaaminen jäykistää eristerakenteen ja varmistaa eristeiden yhtenäisyyden.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan eristeiden kiinnitys ja liimaaminen aloitetaan rakenteen korkeammalta puolelta. Tämä helpottaa eristeiden vaakasaumojen liimaamista, koska matalammalla puolella ei ole vaakasaumojia. Matalamman puolen ainoa vaakasauma on eristeiden alareunan ja anturan välinen vaakasauma. Kun eristeitä asennetaan muottiin, niin samalla asennetaan 35mm valuvälilikeet uloimman pystyteräksen ja eristeiden väliin. 35mm oikean korkuinen valuvälilike kiristää eristeiden vaakalautoitusta vasten ja pitää eristeet paikoillaan liiman kuivumisen ajan. Ulkopuolen muottityön edetessä tehdään sisäpuolen muottityötä ja eristeasennusta, niin ettei muotin eristämistyöt tapahdu päällekkäin. Sisäpuolen muottityötä tehdään samoin, kun ulkopuolen muottityötä.

11.3 Valmiin muotin kiristäminen ja mitoitus

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan, kun muottirakenne on valmis kaikilta rakenneosiltaan, muotin nurkkaan rajoittuvalta osalta on valmiin muottirakenteen pystysuoruus tarkistettava ja varmistettava muotin pystyssä pysyminen. Pystysuoruuden tarkastaminen ja pystysuoruuden varmistaminen aloitetaan muottirakenteen ulkopinnasta. Muotin ulkopinta laitetaan vatupassilla pystysuoraan niin, että muottirakenne saa olla 10mm sisäänpäin kallellaan, mutta ei missään tapauksessa kallellaan ulospäin. Tämä sen takia, että valussa muottirakenne kiristyy. Tällä varmistetaan, että rakenteen ulkomitat eivät kasva ulos sallitusta +/- 10mm toleranssista.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottirakenne tuetaan ulkopuolelta vinotuilla 50*100 puutavaralla tai elementtien vinotuilla, tuenta menetelmään vaikuttavat vallitsevat olosuhteet ja työympäristö, mistä ja miten saadaan tuettua. Muotin ulkopuolen oikaisun ja tuennan jälkeen muotti kiristetään. Muotin kiristäminen tapahtuu muottilukoilla. Muottilukkojen rassist porataan läpi 22*100mm pystytuista. Muottilukkojen rasseihin ei laiteta välikkeeksi putkea. Tällä varmistetaan, että muottilukon rassi pysyvät kiinni valussa. Muottilukon rassin kiinnittyminen valuun on erittäin tärkeää, koska muottilukot tukevat ulkopuolen muottia lattiavalun ajan.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan näihin muottilukko linjoihin laitetaan 50*100 puut vaakaan muottilukon rassin yläpuolelle ja alapuolelle. Nämä vaakasuuntaiset 50*100 tuet pitävät seinälinjan suorana valunaikana. Nämä vaakasuuntaiset 50*100 viedään yli laudoituksen ulkonurkista ja kiinnitetään mekaanisesti ristiin ulkonurkilla. Ulkonurkan kiinnitys ja valupaineen kestäminen varmistetaan lukko puulla mikä tulee pystyyn muotin ulkonurkkaan.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muottilukot kiristetään rakenteen ulkopuolelta, tällöin muottilukkojen rassien ylimääräiset hännät eivät ole tiellä muottia betonoitaessa. Muotin betonointi tehdään matalammalta sisäpuolelta. Tämä sen takia, ettei tarvita ylimääräisiä telinerakennelmia betonointityötä varten.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan tämän jälkeen sisäpuolen muottirakenteen pystysuoruus tarkistetaan ja varmistetaan. Sisäpuolen muottirakenteen tuenta tapahtuu samoin, kun ulkopuolen tukeminen. Muotin sisäpuolella on helppoa käyttää tuennassa elementtien vinotukia, vinotuet saadaan kiinnitettyä anturaan ja tuloksena on napakka yhtenäinen tuenta. Sisänurkkien tuennassa voidaan käyttää 1000mm nurkasta molempiin suuntiin kiinnitettävää vinotukea, mikä kiinnitetään muotin yläreunaan.

11.4 Eristeiden valuaikaisen paikoillaan pysymisen varmistaminen

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muotin rakennusvaiheessa eristeet on liimattu PU-vahtoliimalla anturanpintaan ja eristelevyjien pysty ja vaakasaumat on liimattu. eristelevyistä on tehty yhtenäinen eristekerros muotin sisäpuolelle. Muottilukkojen rassist on porattu muottirakenteen läpi ja muottilukot kiristetty muottirakenteen sallitun toleranssin mukaisesti. Vaaka-suunnassa k 600 - k1000 jaolla kulkevat muottilukkojen rassist ja korkeus-suunnassa muotin korkeudesta riippuen k 400 – k 600 olevat muottilukkojen rassist, estävät eristettä nousemasta valun aikana. Muottilukkojen etäisyydet toisistaan riippuvat täysin betonoitavan rakenteen korkeudesta. Muottilukkojen etäisyydet ovat suuntaa-antavia, mutta näistä etäisyyksistä, muottilukkojen etäisyyttä toisiinsa nähden ei saa kasvattaa. (Liite 8)

11.5 Eristemuotin kustannukset

Tässä muottimenetelmässä ei ole valmistelevia töitä siinä määrin, kun lauta ja vanerimuottimenetelmissä. Tämä vaikuttaa siihen, että suurin osa kustannuksista kohdistuu suoraan urakkahintaan ja vääristää osaltaan muottimenetelmien välistä vertailua. (Liite 9)

11.6 Koonti

Eristemuotin rakentaminen vaatii enemmän tarkkuutta ja huolellisuutta, kun lauta ja vanerimuottimenetelmät. Kaikki rakennusosat ovat kevyitä ja muottirakenne on helppo purkaa. Puutavarasta tulee vähän hukkaa koska muotin rakenteissa käytetty puutavara on puhdasta ja voidaan käyttää uudelleen. Varastotilaa tarvitaan vähän eikä jätehuollosta muodostu ongelmaa vähäisen hukan takia.

12 MUOTIN BETONOINTI JA SEURAAVAT TYÖVAIHEET

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan muotti valetaan matalammalta sisäpuolelta. Tämä helpottaa valutyötä ja lisää valutyön turvallisuutta, koska telineitä ei tarvita. Muotti betonoidaan kahdella kierrolla ensin, max 500mm muotin pohjalle ja toisella valukierroksella loput, halutun valukoron mukaisesti. Valujen välinen valusauma on tärytettävä huolellisesti betonin täryttimellä niin, että valujen rajapinnat sulautuvat toisiinsa saumattomasti.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan lattian betonoinnissa ensimmäinen betonierä on oltava jäykempää massaa S2. Tällä kierretään lattian betonoinnissa ulkokierro, tällä menettelyllä estetään valustopparin nouseminen. Sekä varmistetaan, että väestönsuojan seinän ja sokkelin väliset tartunnat voidaan mitoittaa paikoilleen valun aikana. Kun lattian betonoinnissa on ulkokierro tehty S2 betonilla, loppu betonointi suoritetaan S3 betonilla. Notkeutensa ansiosta S3 betonilla on helpompaa valaa kaivon ympärystä ja väestönsuojan lattia. Notkeampi betoni menee helpommin väestönsuojan tiheään raudoitteen alle. Tällä varmistetaan betonoinnin suunnitelman mukainen laatu. Väestönsuojan seinä asennuksessa on huomiotava ulkopuolen eristeet. 130mm SPU-eriste nousee perusmuurista, väestönsuojan seinän alapinnan yläpuolelle. Ulkopuolen SPU-eristettä on varottava seinäasennuksessa, mutta samalla eriste levy toimii ulkoseinän linjauksessa ohjurina. Kun väestönsuojan ulkoseinät on asennettu ja raudoitettu, kiinnitetään ulkopuolen SPU-levyn yläreuna väestönsuojan seinäelementtiin HILTI:n 120mm eristekiinnikkeillä, tarvittaessa eristeen raot tiivistetään eristevaahdolla. Tällä menettelyllä ulkopuolen SPU-eriste toimii lattian vaakasauman juotosvalussa valu stopparina.

12.1 Sisäpuolen täytöt, routaeristeet ja raudoitus

Kirvesmies Timo Niemelän, Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan, kun ensimmäinen sokkelin valukerros on kovettunut, puretaan muotit väestönsuojan sisäpuolelta. Muottien purkaminen on tässä menetelmässä helppo ja nopea työvaihe. Alaohjauspuu irrotetaan anturasta, muottilukot avataan ja sisänurkkien muottilukoille olleen vaakakierron 50*100 kiinnitykset poistetaan moottorisahalla. Näiden toimenpiteiden jälkeen muottilukoilla olleet 50*100 vaakapuut ovat raskain purettava laudoituksen osa. Rakennuksen sisäpuolen täytöt voidaan aloittaa nopeasti, koska sisäpuolen laudoitusten purkaminen on nopea työvaihe.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan sisäpuolen täytön jälkeen lattian routaeristys asennetaan. Tämän jälkeen tehdään sokkelipalkkien ja yhdistetyn lattiavalun laudoituksen viimeinen työvaihe. Rakennetaan valustopparit seinälinjoille. Valustoppareiden yläpinnat asennetaan lattiavalun valukorkoon, tämä helpottaa ulkoseinien juotosvalua ja lopullisen lattiapinnan tasoittamista. Valustopparit tehdään suunnitelman mukaisesti niin, että valun jälkeen saadaan asennettua tartunnat suunnitelman mukaisesti ulkoseinille. Väliseinille tehdään v-mallinen kaukalo tai kiinnitetään väliseinien valustoppareihin irrotuskaista. Tämä kaukalonmuoto sekä irrotuskaista helpottaa stoppareiden purkamista.

Kirvesmies Timo Niemelän ja Kirvesmies Jari Uschanovin (haastattelu 3.11.2018) mukaan valun kovetuttua on lopun laudoituksen purkaminen nopeaa ja helppoa. Alaohjauspuu irrotetaan anturasta, muottilukot avataan ja muottilukoille olleiden 50*100 ulkonurkat avataan moottorisahalla. Puretun laudoituksen painavin osa on muottilukoille ollut 50*100 puutavara. Tämän muottimenetelmän etuna on, että rakennuksen sisäpuolen ja ulkopuolen täytöt voidaan aloittaa nopeasti. Muottien purku on nopeaa eikä muoteista jää varastoitavaa muottikalustoa. Laudoituksessa ollut puutavara on pääosin lyhyttä puunkierätykslavalle menevää puuta ja muottilukoilla olleet 50*100 puutavara sekä eristeen tukena ollut 22*100 puutavara voidaan käyttää uudestaan, koska puutavarat ovat puhtaita ja niissä on nauvoja vähän.

12.2 Koonti

Betonoinnissa muotin tukirakenteita ja raudotteita on tarkkailtava, mahdollisen muotin pettämisen takia. Eri betonointikerrokset on tärytettävä huolellisesti, ettei kerrosten väliin jää työsaumaa. Väestönsuojan sisäpuolen täyttö ja routaeristys on tehtävä huolellisesti niin, että lattian raudoite voidaan tehdä suunnitelman mukaisesti. Sisäpuolen täyttö ja routaeristys vaikuttavat suoraan lattialaatan vahvuuteen, täyttö ja routaeristys eivät saa olla suunniteltua korkeammalla. Seinälinjojen valustoparit pitää olla suunnitelmien mukaisessa paikassa, ettei seinäasennuksessa tule ongelmia. Seinälinjojen tartuntateräksiset on mitoitettava paikoilleen suunnitelman mukaisesti, etteivät tartuntateräksiset törmää seinän alapään tartuntateräksiin.

13 TEHTÄVÄSUUNNITELMA (TESU)

Rakennustyömaata ei pystytä ohjaamaan pelkällä yleisaikataululla, rakennustyömaan ohjaaminen vaatii tehtävien suunnittelua. Tehtäväsuunnittelu on järjestelmällinen tapa suunnitella ja johtaa rakennustyömaata, yksittäisten tehtävien tasolla. Tehtävä suunnittelulla varmistetaan työvaiheen toteutus niin, että työvaiheen laatuvaatimukset, kustannukset ja aikataulu toteutuvat turvallisesti. (Mittaviiva Oy, 2018)

13.1 Tehtäväsuunnitelman osat

Tehtäväsuunnitelman kohdetiedoista tulee selvittää, työmaa, työmaan numero ja työmaan yhteystiedot. Työmaan vastaavan työnjohtajan yhteystiedot, sekä työtehtävästä vastaavan työnjohtajan yhteystiedot. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Työnsisällössä selvitetään tehtävä työ, työn tekijä/tekijät sekä työtehtävän vastaava työnjohtaja. Tarvittavan työryhmän koko, työtehtävän laajuus ja mahdolliset osatehtävät, urakkarajat sekä työn vastaavuus urakasopimukseen. Tehtävän suorituksessa selvitetään työtehtävän alkutila, välitavoitteet ja lopputila. (Rakennustieto tehtäväsuunnitelman, pohja, 2004)

Aikataulu tarkistuksessa selvitetään yleisaikataulun reunaehdot ja aikataulua tarkennetaan. Aikataulun tarkentaminen tehdään määrittämällä eri osakohteille suoritusjärjestys, tuotantonopeus, välitavoitteet, työmenekkilaskelmat, aikataulun vaatima työryhmä ja paikka-aikakaavio. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Työtehtävän kustannusarvio tehdään työn, materiaalien ja kalustokustannusten osalta. Työn päätyttyä tehtyä kustannusarviota verrataan toteutuneisiin kustannuksiin. Määritetään työtehtävän laatuvaatimukset, työtehtävää koskevista asiakirjoista. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Laaditaan työn tekemisen ohjeet ja työn turvallisuusvaatimukset. Määritetään työn materiaalivaatimukset, mittatarkkuusvaatimukset ja valmiin työn ulkonäkövaatimukset. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Mietitään työssä usein esiintyvät ongelmat ja laaditaan näistä potentiaalisten ongelmien analyysi (POA). Työssä esiintyvät ongelmat luokitellaan toiminnallisiin ongelmiin, teknisiin ongelmiin ja hankinnan ongelmiin. Ongelmille asetetaan rajat, rajana voi olla aikataulu, tuotantonopeus tai laatu. Ongelmien torjunnassa ensimmäisenä on hälytyn, kun ongelmaan pitää reagoida. Seuraavassa vaiheessa keskitytään ongelman torjuntaan ja lopuksi ongelman korjauskeinoon. Ensisijaisesti keskitytään korjaamaan ongelmaa, mutta potentiaalisten ongelmien analyysin tarkoituksena on ehkäistä tiedostetut ongelmat ja varautua mahdollisiin tuleviin ongelmiin. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Logistiikassa mietitään materiaalien toimitukset ja varastointi, sekä näitä rajoittavat tekijät. Työympäristön jätehuolto mietitään toimivaksi, materiaalien/rakenteiden suojaustarve määritetään, sekä työympäristön melu ja pöly olosuhteet huomioidaan. Huomioidaan toimivan logistiikan vaatima siirto- ja nostokalusto. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Työssä tarvittavien koneiden, kaluston, työvälineiden ja mahdollisia erityisvaatimuksia aiheuttavat työvaiheet/olosuhteet määritellään. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Työvaiheen työturvallisuudesta huolehditaan, työturvallisuus henkilöiden nimeämällä. Käytetään työmaan turvallisuussuunnitelmaa sekä työturvallisuus mittauksia. Työturvallisuudessa kiinnitetään huomiota työskentelyyn, putoamissuojauksiin, telineisiin, tikkaisiin, kulkuväyliin, työmaan sähköihin, valaistukseen, järjestykseen, jätehuoltoon ja koneisiin. Huolehditaan jokaisen henkilökohtaisista suojaimista. Mietitään, onko tarvetta erityissuunnitelmille, kohteen/työn erityiset turvallisuusriskit. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Ladunvarmistukseen nimetään vastuhenkilö ja huolehditaan laadunvarmistuksen dokumentoinnista. Laadunvarmistuksen työkaluina käytetään aloituspalaveria, mallityötä, tarkastuksia, mittauksia, tarkastuslistoja, aikataulun ohjausta, kulujen seurausta, sekä pidetään tarvittavat kokoukset ja palaverit. Laadunvarmistuksessa on hyvä käyttää apuna työlajikohtaisesti räätälöityjä tarkastuspöytäkirjoja, näissä pöytäkirjoissa on huomioitu työvaiheen erityispiirteet. Lopuksi huolehditaan tiedon välityksestä työntekijöille. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

Tehtäväsuunnitelmaa täydennetään ja tarkennetaan tarvittaessa liitteillä. Liitteistä selviää yksityiskohtaisesti tehtävän erityispiirteet ja erityistä tarkkuutta vaativat työvaiheet ja rakenteen osat. Tehtäväsuunnitelma tehdään aina työlajikohtaiseksi. Osa työvaiheista vaatii tarkan ja yksityiskohtaisen tehtäväsuunnitelman, kun taas usein toistuvissa työvaiheissa riittää kevyempi tehtäväsuunnitelma. (Rakennustieto, tehtäväsuunnitelman pohja, 2004)

13.2 Koonti

Hyvin tehty tehtäväsuunnitelma selkeyttää koko työvaihetta. Tehtäväsuunnitelma ohjaa koko työvaihetta ja liittää työvaiheen seuraavaan työvaiheeseen saumattomasti. Erilliset tehtäväsuunnitelmat rytmittävät koko rakennushankkeen alusta loppuun asti ja limittävät työvaiheet toisiinsa saumattomasti.

14 MUOTTITYÖN TEHTÄVÄSUUNNITELMAT (TESU)

14.1 Lautamuottimenetelmä

Kohde: Järvenpään Loiste fi7500503

Työ: väestönsuojan paikalla valettavien sokkelipalkkien laudoitus ja rauditus työt, maanalaisen osan sokkeleiden routaeristys, lattiavalun valusopparit ja väestönsuojan kaivon läpivientien reiät, kaivon tukeminen ja koron tarkistaminen ennen lattian betonointia.

Urakoitsija: omat miehet

Vastaava työnjohtaja: Teijo Juurakko

Työryhmä: RAM+RM

Urakkaraja: väestönsuojan kaivon tukeminen, lattian betonoinnin stopparin asennus ja sokkelin lämmöneristys.

Vastaavuus urakka sopimukseen: vastaa urakka sopimusta.

Tehtävän suoritus.

Alkutila: anturalinjojen sisäpuolet sekä ulkopuolet on siivottu. Muottimateriaalit ja raudotteet työmaalla. Tarvittavat työvälineet valmiina.

Lopetus: Muotit purettu ja purkujätteet siivottu. Työn mitta ja laatuvaatimukset toteutuvat.

Aikataulun reunaehdot: Muottityöt alkava maanantaina 26.11.2018, ensimmäinen valu keskiviikkona 28.11.2018 iltapäivällä. Lattiavalu torstaina 6.12.2018. (Liite 10)

Kustannukset.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€

Materiaalit yhteensä: 3792,34€
 Raudoitteet 734,75€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)
 Betoniruuvit 8*100 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)
 Naulat 75*2,9 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)
 Naulat 90*3,1 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)
 Hilti patruunat 504 kpl 28€. (Hilti Suomi Oy, 2018)
 Hilti eristekiinnike 120mm 104€. (Hilti Suomi Oy, 2018)
 Hilti eristekiinnike 70mm 158,10€. (Hilti Suomi Oy, 2018)
 Muottilukot 23€. (YIT Kalusto)
 Puutavara 22*100 507€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)
 Puutavara 50*100 575€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)
 Eriste EPS 70mm 191€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)
 Eriste SPU 130mm 490,05€. (Finnfoam Oy, 2018)
 Siirrot työmaalla 147€. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Rahti työmaalle jakelukuormat

Puutavara 360€. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)
 Rahti raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)
 Rahti eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy, BewiInsulation Oy, 2018)
 Rahti eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oym 2018)

Kalusto: Naulaimet + naulat, moottorisaha, ruuviväännin, vatupassi, taso-
 laser, eristekiinnikkeet ja naulain, iskuporakone ja terät, sirkkeli, värilanka
 ja betonitäyrtin.

Laatuvaatimukset: betoniraudoitteiden suojaetäisyyksien toteutuminen,
 valmiin eristepinnan ulkomittojen suunnitelman mukainen toteutuminen.
 Lattiavalun ja väestönsuojan kaivon koron, suunnitelmanmukaisuus.

14.2 Vanerimuottimenetelmä

Kohde: Järvenpään Loiste fi7500503

Työ: väestönsuojan paikalla valettavien sokkelipalkkien laudoitus ja rau-
 doitus työt, maanalaisen osan sokkeleiden routaeristys, lattiavalun valus-
 sopparit ja väestönsuojan kaivon läpivientien reiät, kaivon tukeminen ja
 koron tarkistaminen ennen lattian betonointia.

Urakoitsija: omat miehet

Vastaava työnjohtaja: Teijo Juurakko

Työryhmä: RAM+RM

Urakkaraja: Väestönsuojan kaivon tukeminen, lattian betonoinnin stop-
 parin asennus ja sokkelin lämmöneristys.

Vastaavuus urakka sopimukseen: vastaa urakka sopimusta.

Tehtävän suoritus.

Alkutila: anturalinjojen sisäpuolet sekä ulkopuolet on siivottu. Muottimateriaalit ja raudoitteet työmaalla. Tarvittavat työvälineet valmiina.

Lopetus: Muotit purettu ja purkujätteet siivottu. Työn mitta ja laatuvaatimukset toteutuvat.

Aikataulun reunaehdot: Muottityöt alkava maanantaina 26.11.2018, ensimmäinen valu keskiviikkona 28.11.2018 iltapäivällä. Lattiavalu torstaina 6.12.2018. (Liite 10)

Kustannukset.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€

Materiaalit yhteensä: 4854,54€

Raudoitteet 734,75€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Betoniruuvit 8*100 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 75*2,9 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 90*3,1 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Ruuvit 6*90 15,00€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Hilti patruunat 28€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 120mm 104€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 70mm 158,10€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Muottilukot 23€. (YIT Kalusto, 2018)

Puutavara 50*100 825,70€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Vanerit 1303,50€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Eriste EPS 70mm 191€. (Bewi M-Plasst Oy, BewiInsulation Oy, 2018)

Eriste SPU 130mm 490,05€. (Finnfoam Oy, 2018)

Siirrot työmaalla 147€. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Rahti työmaalle jakelukuormat

Puutavara ja vanerit 360€. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)

Raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy, BewiInsulation Oy, 2018)

Eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oy, 2018)

Kalusto: Naulaimet + naulat, moottorisaha, ruuviväännin, vatupassi, taso-laser, eristekiinnikkeet ja naulain, iskuporakone ja terät, sirkkeli, värilanka ja betonitärytin.

Laatuvaatimukset: betoniraidoitteiden suojaetäisyyksien toteutuminen, valmiin eristepinnan ulkomittojen suunnitelman mukainen toteutuminen. Lattiavalun ja väestönsuojan kaivon koron suunnitelman mukaisuus.

14.3 Eristemuottimenetelmä

Kohde: Järvenpään Loiste fi7500503

Työ: väestönsuojan paikalla valettavien sokkelipalkkien laudoitus ja rauditus työt, maanalaisen osan sokkeleiden routaeristys, lattiavalun valustopparit ja väestönsuojan kaivon läpivientien reiät, kaivon tukeminen ja koron tarkistaminen ennen lattian betonointia.

Urakoitsija: omat miehet

Vastaava työnjohtaja: Teijo Juurakko

Työryhmä: RAM+RM

Urakkaraja: väestönsuojan kaivon tukeminen, lattian betonoinnin stopparin asennus ja sokkelin lämmöneristys.

Vastaavuus urakka sopimukseen: vastaa urakka sopimusta.

Tehtävän suoritus.

Alkutila: anturalinjojen sisäpuoli sekä ulkopuolet on siivottu. Muottimateriaalit ja raudoitteet työmaalla. Tarvittavat työvälineet valmiina.

Lopetus: Muotit purettu ja purkujätteet siivottu. Työn mitta ja laatuvaatimukset toteutuvat.

Aikataulun reunaehdot: Muottityöt alkava maanantaina 26.11.2018, ensimmäinen valu keskiviikkona 28.11.2018 iltapäivällä. Lattiavalu torstaina 6.12.2018. (Liite 10)

Kustannukset.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€

Materiaalit yhteensä: 3680,75€

Raudoitteet 734,75€. (Htm Yhtiöt Oy, 2018)

Betoniruuvit 8*100 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 75*2,9 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 90*3,1 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Ruuvit 6*150 10,50€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Muottilukot 23€. (YIT Kalusto, 2018)

Puutavara 50*100 897€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Puutavara 22*100 456,69€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Pu-Eristeliima 6*6,60€ 39,60€. (Wurth Oy, 2018)

Eriste EPS 70mm 190,95€. (Bewi M-Plasst Oy, BewiInsulation Oy, 2018)

Eriste SPU 130mm 484,42€. (Finnfoam Oy, 2018)

Siirrot työmaalla 49€. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Rahti työmaalle jakelukuormat
Puutavara 360€. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)
Raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)
Eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy, BewiInsulation Oy, 2018)
Eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oy, 2018)

Kalusto: Naulaimet + naulat, moottorisaha, ruuviväännin, vatupassi, taso-laser, eristekiinnikkeet ja naulain, iskuporakone ja terät, sirkkeli, värilanka ja betonitärytin.

Laatuvaatimukset: betoniraudoitteiden suojaetäisyyksien toteutuminen, valmiin eristepinnan ulkomittojen suunnitelman mukainen toteutuminen. Lattiavalun ja väestönsuojan kaivon koron suunnitelmanmukaisuus.

15 MUOTTITYÖN POTENTIAALISTEN ONGELMIEN ANALYYSI

Toiminnalliset ongelmat:

Säätilan muutokset, vesi/lumisade, pintojen jäätyminen, lämmityksen tarve. Työntekijöiden sairastumiset. Maanrakennusurakoitsijan, raudoit-tajien, putkiasentajien ja lattiamiehen tiedottaminen aikataulusta. Tiedo-tus mahdollisista aikataulun muutoksista.

Tekniset ongelmat:

Kaluston rikkoutumiset, puutteet materiaalien toimituksissa, kulkuteiden esteettömyys ja sää olosuhteet.

Hankinnan ongelmat:

Materiaalien toimitusten varmistaminen, materiaalien toimitettujen määrien tarkastaminen, materiaalien oikeellisuuden tarkastaminen. Be-toni tilaus ja tilauksen vahvistaminen.

15.1 Koonti

Jokaisen työvaiheen potentiaaliset ongelmat on tunnistettava ja niihin on varauduttava. Miettimällä etukäteen potentiaalisia ongelmia välttäään monelta yllätykseltä, työskentelystä tulee turvallista ja sujuvaa. Työvai-heessa kohdatut ongelmat on tiedostettava niin, että ne voidaan huomi-oida, kun tehdään seuraavaa potentiaalisten ongelmien analyysia.

16 VERTAILUTAULUKKO ERI MENETELMIEN KUSTANNUKSISTA JA TYÖNTEKIJÖIDEN PALKOISTA

Taulukko 1. Kustannukset materiaalit ja urakka kta

Muottimenetelmä	Materiaalikustannukset	työntekijöiden palkat/h
Lautamuotti	3792,34€	YIT 19,38€ Ratu 20,04€
Vanerimuotti	4854,40€	YIT 19,38€ Ratu 22,30€
Eristemuotti	3680,75€	YIT 19,38€ Ratu 22,30€

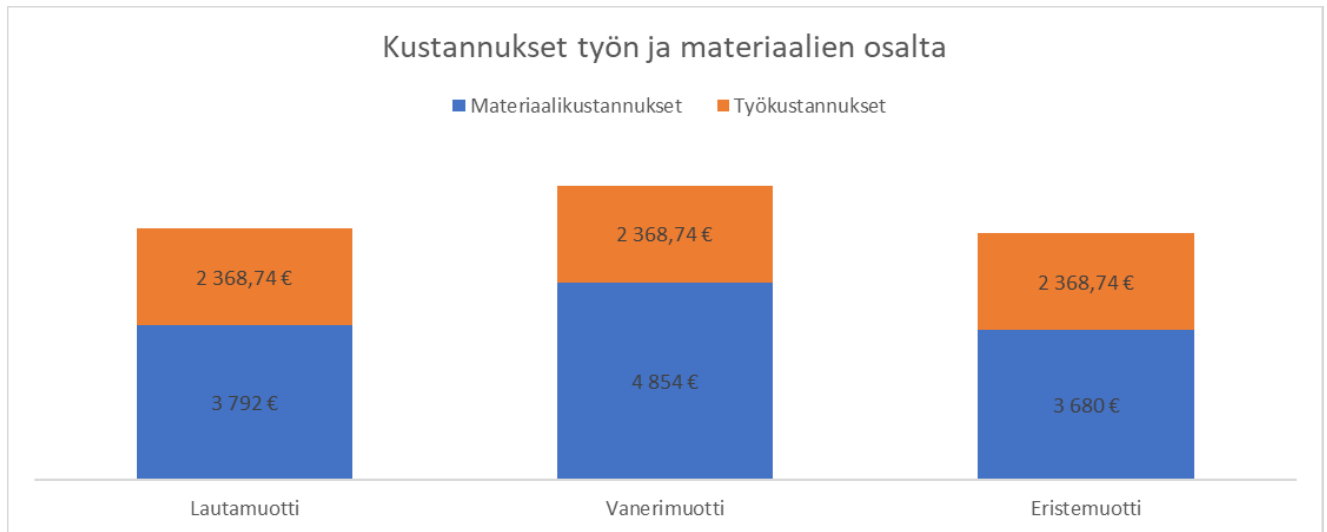
Taulukko 2. Kustannukset materiaalit ja kokonaisurakka

	Materiaalikustannukset	Työkustannukset
Lautamuotti	3 792 €	2 368,74 €
Vanerimuotti	4 854 €	2 368,74 €
Eristemuotti	3 680 €	2 368,74 €

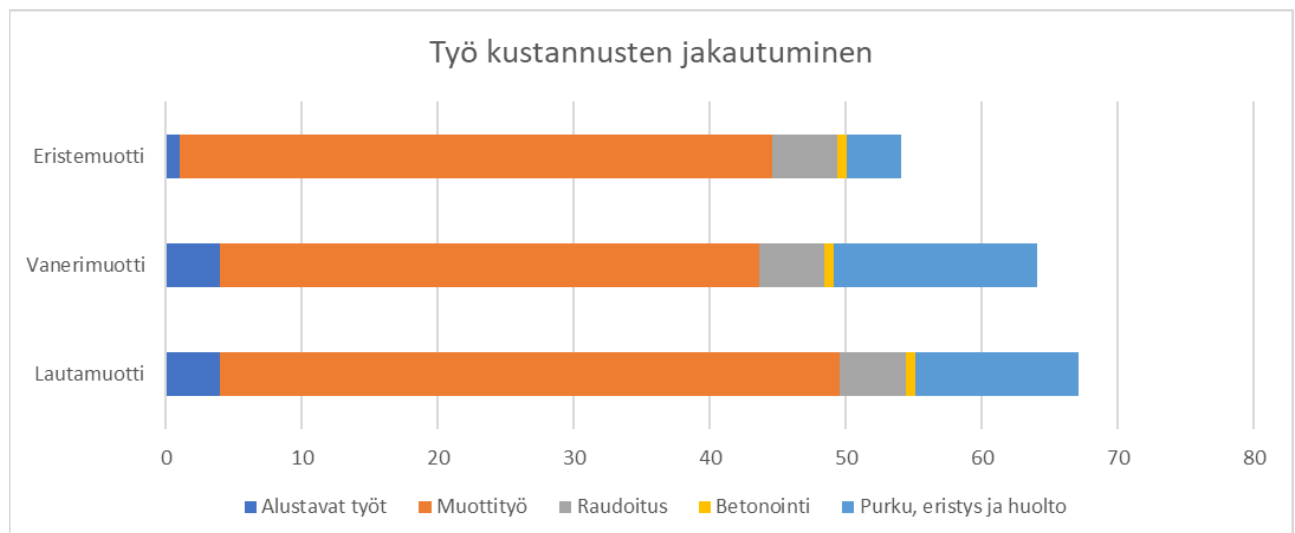
Taulukko 3. Kustannukset lajeittain

	Alustavat työt	Muottityö	Raudoitus	Betonointi	Purku, eristys
Lautamuotti	4	45,59	4,8	0,71	12
Vanerimuotti	4	39,6	4,8	0,71	15
Eristemuotti	1	43,6	4,8	0,71	4

Taulukko 4. Kustannukset kokonaisurakka ja materiaalit



Taulukko 5. Työ kustannusten jakautuminen



17 MUOTTIMENETELMIEN EDUT JA HAITAT

17.1 Lautamuottimenetelmä

Edut:

- Tuttu helppo materiaali
- Materiaalin saatavuus
- Uusiutuva materiaali
- Kierrätettävä jatkojalostuksella

Haitat:

- Vaatii esivalmistelua
- Rungas hukka materiaalissa
- Työmaalla tarvitaan siirto/nostokalustoa

17.2 Vanerimuottimenetelmä

Edut:

- Nopea ja helppo rakentaa
- Muottien uudelleen käyttö
- Helppo tukea
- Määrämittaisuus

Haitat:

- Raskaita siirtää
- Vaatii siirto/nostokalustoa
- Aloituskustannukset muottien rakentamisessa
- Muotit vaativat huoltoa

17.3 Eristemuottimenetelmä

Edut:

- Kevyt ja nopea rakentaa
- Muorista jäävä puutavara on puhdasta, voidaan käyttää uudelleen
- Vähän purettavaa muottirakennetta, nopea ja helppo purkaa
- Puutavaran vähäinen hukka

Haitat:

- Vaatii rakennettaessa tarkkuutta
- Rakennettava järjestyksessä
- Eristettä varottava seinäasennuksessa

18 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe tuli omasta kokemuksesta laudoitustöistä, laudoitustyöt ovat kohtuullisen raskaita, työläitä ja hitaita tehdä. Tarkoituksena on keventää ja helpottaa laudoitustyötä niin, etteivät kustannukset muodostu suuremmiksi mitä työvaiheeseen on varattu rahaa. Aikaisemmassa työpaikassani olemme käyttäneet kyseistä menetelmää. Käytimme rakenteen eristeitä muottilaudoituksen osana, tällä menettelyllä jää eristeiden erillinen kiinnitys pois seuraavista työvaiheista. Tämä osaltaan nopeuttaa rakennushanketta ja näin alentaa kustannuksia.

Opinnäytetyön tasolla tehdessä kyseistä työtä, muodostui ongelmaksi rajata aihetta. Työn edetessä tuntui jatkuvasti siltä, että pitäisi huomioida enemmän asioita ja työvaiheita. Tästä seurasi aihealueen rajaus ongelma, aiheen rajaus onnistui mielestäni lopulta hyvin.

Eristemuottimenetelmälle ei löytynyt halukkaita tekijöitä, vaikka tarjosin sitä kahdelle eri väestönsuojan pohjalle, kahdelle hohteelle ja kahdelle työryhmälle. Mielestäni roikutaan liikaa vanhoissa kaavoissa ja kaikkea uudistusta vastustetaan, sen enempää miettimättä.

Koko opinnäytetyö hankkeena oli odotettua hankalampi ja ratkaistavia ongelmia riitti työn loppuun asti. Ongelmat saatiin ratkaistua ja työ eteni lopulta luontevasti loppuun asti. Yhtenä ongelmana oli kustannusten laskeminen, koska kaikki käsiteltävät menetelmät ovat lähtökohtaisesti hyvin erilaisia. Valmistelevia töitä on paljon ja käytännöt niiden suorittamisesta vaihtelee. Lisäksi eri menetelmien aloitus kustannuksissa on paljon eroja. Lautamuotti on kertakäyttöinen, vanerimuotin voi käyttää uudelleen useamman kerran ja eristemuotin osia voidaan käyttää uudelleen. Nämä kolme eri menetelmää pitäisi saada samalle lähtöviivalle, esimerkiksi 5 työmaan ajan, tällä menettelyllä vanerimuotti saadaan käytettyä useamman kerran ja kustannukset tasoittuisi. Nämä ongelmat työtä tehdessä osaltaan vääristää laskelmien lopputulosta, eikä laskelmia voida suoraan verrata toisiinsa.

Opinnäytetyön lopputulos on mielestäni onnistunut, kun otetaan huomioon eri työmaiden väliset erot käytännön järjestelyissä. Mielestäni suurimmat erot tulevat olemaan työn keveydessä ja työhön käytettävässä ajassa.

LÄHTEET

Betoni.com. (n.d). Haettu 1.10.2018 osoitteesta
https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://betoni.com/koti-betonis/ta/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/muottityo/&ved=2ahUKEwjAkKmcppDeA-hUi_SoKHfDQDhIQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw3sN8aCGvvuWr_8FkaceSHb

Betonirakenteiden muottityöt. Betoniteollisuus ry. (n.d). Saija Keskitalo Rovaniemen ammattikorkeakoulu osana opinnäytetyötä. Haettu 15.9.2018 osoitteesta
https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.valmisbetoni.fi/Download/21898/Muottityo%25C3%25B6t.pdf&ved=2ahUKEwiAzeXZpJDeAhUE_iwKHTTdCwMQFjAAegQIAxAB&usg=AOvVaw2vGSVDPc24fGONHgpPsl-g

Bewi. M-Plast Oy /Bewi Insulation Oy. Haettu 11.04.2018 YIT

Finfoam Oy. Haettu 04.04.2018 YIT

Hilti Suomi Oy. Haettu 10.09.2018 YIT

HTM Yhtiöt. Haettu 24.05.2018 YIT

Insinööri-toimisto Honkanen & Huuonen. Haettu 20.08.2018 YIT

Insinööri-toimisto Tasoplan Oy. Haettu 17.08.2018 YIT

Kiertokapula Oy. 2018 Haettu 19.11.2018 osoitteesta
<https://www.kiertokapula.fi/jatelajit/puu/>

Mittaviiva Oy. 2018 Haettu 15.11.2018 osoitteesta
<https://www.mittaviiva.fi>

Ihamäki, J., Rajala, R., Uusitalo, J. & Vallin, O. (2012). Betonityöt. Tampere: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto.(n.d). Betonirakenteiden suunnittelu. Eero Saarinen, Rakennusinsinööri-toimisto Eero Saarinen Oy. Haettu 12.11.2018 osoitteesta

<https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010302.pdf&ved=2ahUKEwjmksnugJDeAhWJpYsKHWN5AEFQFjAAegQIBhAB&usg=AOvVaw11zwZtWzaakybpZTQWck5Z>

Rakennustieto. (n.d) paikallavalurungon toteutus, ss. 701-703. Haettu 10.10.2018 osoitteesta

<https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010504.pdf&ved=2ahUKEwiShuDntZDeAhUlp4sKHBdGdDroQFjAAegQIABAB&usg=AOvVaw3KfqGmFgaDFy2UUhXGNddF>

Rakennustöiden turvallisuusohjeet. Raturva. 2. 2010, ss. 11-12.

Rakennustieto.fi. RunkoRYL 2010. 41 Betonirunkorakentaminen. Haettu 20.10.2018 osoitteesta

https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.rakennustieto.fi/runkoryl/lausuntomateriaali_9_33_9_36/RunkoRYL41_betonirunkorakentaminen_RTS09_33.pdf&ved=2ahUKEwjAkKmcppDeAhUi_SoKHfDQDhIQFjAJegQIBRAB&usg=AOvVaw2zOkTQGg5xDJoB0WYHYWY2

Rakennustieto Oy tehtäväsuunnitelman pohja 7009 7.6.2004

Suomen rakentamismääräyskokoelma ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Betonirakenteet, ohjeet 2005. 15.4.2004 Helsinki. Haettu 5.11.2018 osoitteesta

<https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf&ved=2ahUKEwif68fbqZDeAhUMt4sKHWm-B0sQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw3wzODutAdQ8XQ40YHcJq9Q>

Talvibetonointi. Betoniteollisuus ry. Suomen Rakennusmedia oy. Vammalan Kirjapaino oy, Sastamala 2013. Haettu 7.11.2018 lähteestä

<https://www.google.fi/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.rudus.fi/download/23829/talvibetonointi-kirja%25202013.pdf&ved=2ahUKEwib49v-opDeAhXJOS-wKHXsdB4sQFjAEegQIBhAB&usg=AOvVaw3w961TnMC8JPGZOEYI4wE9>

Yleiset työturvallisuusvaatimukset YIT:n työmailla. (5.4.2018). Haettu 16.11.2018 lähteestä

<https://www.yitgroup.com/globalassets/images/yit-general/work-safety/yitn-yleiset-tyoturvallisuusvaatimukset-tyomaalla---ohje.pdf>

HAASTATTELUT

Koponen, A. (2018) tekninen myyjä Würth Oy. Haastattelu 8.11.2018

Niemelä, T. (2018) Kirvesmies, Yit Oy. Haastattelu 3.11.2018.

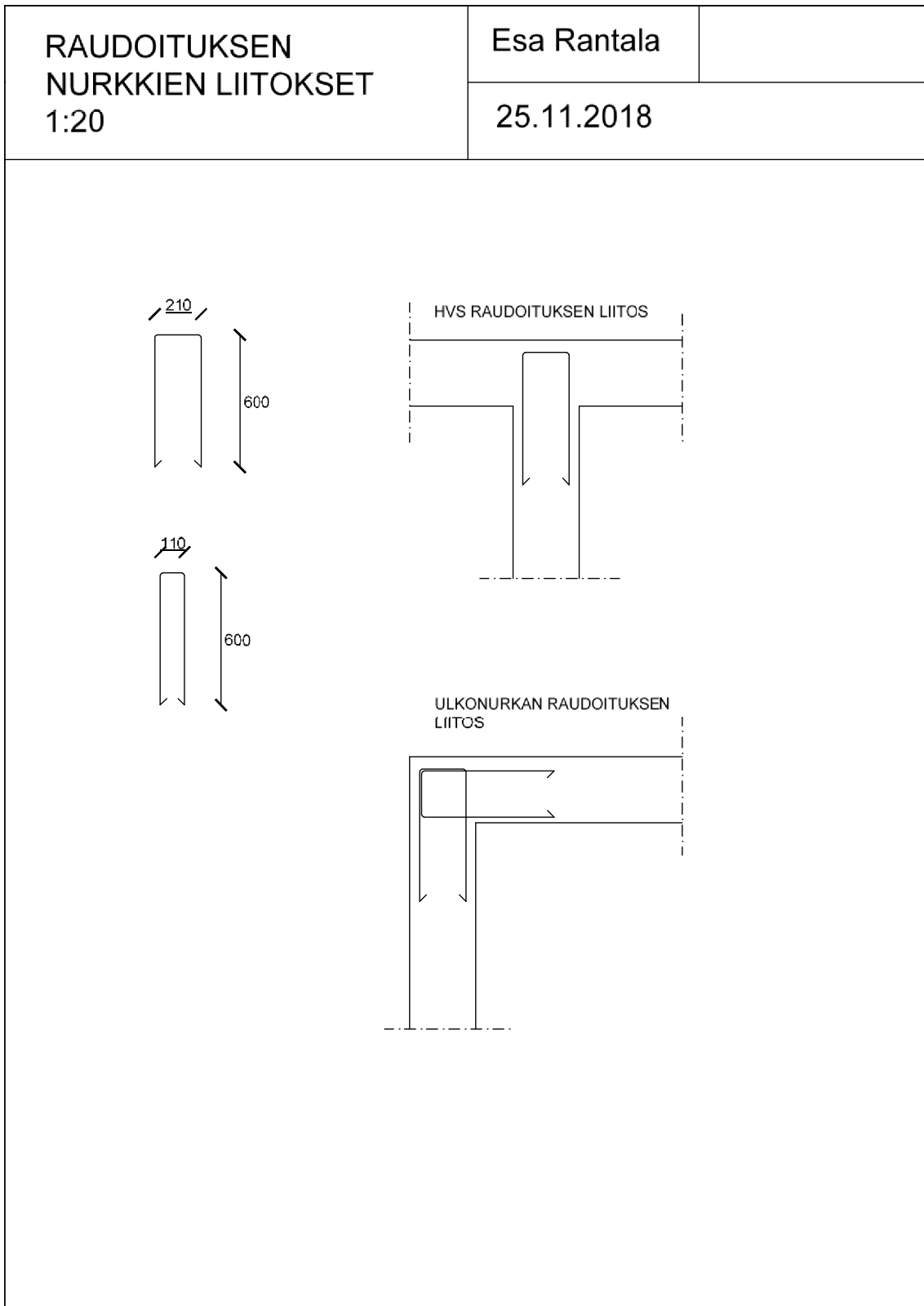
Salmi, T. (2018) Autoilija, Autoilija Tapio Salmi. Haastattelu 19.11.2018

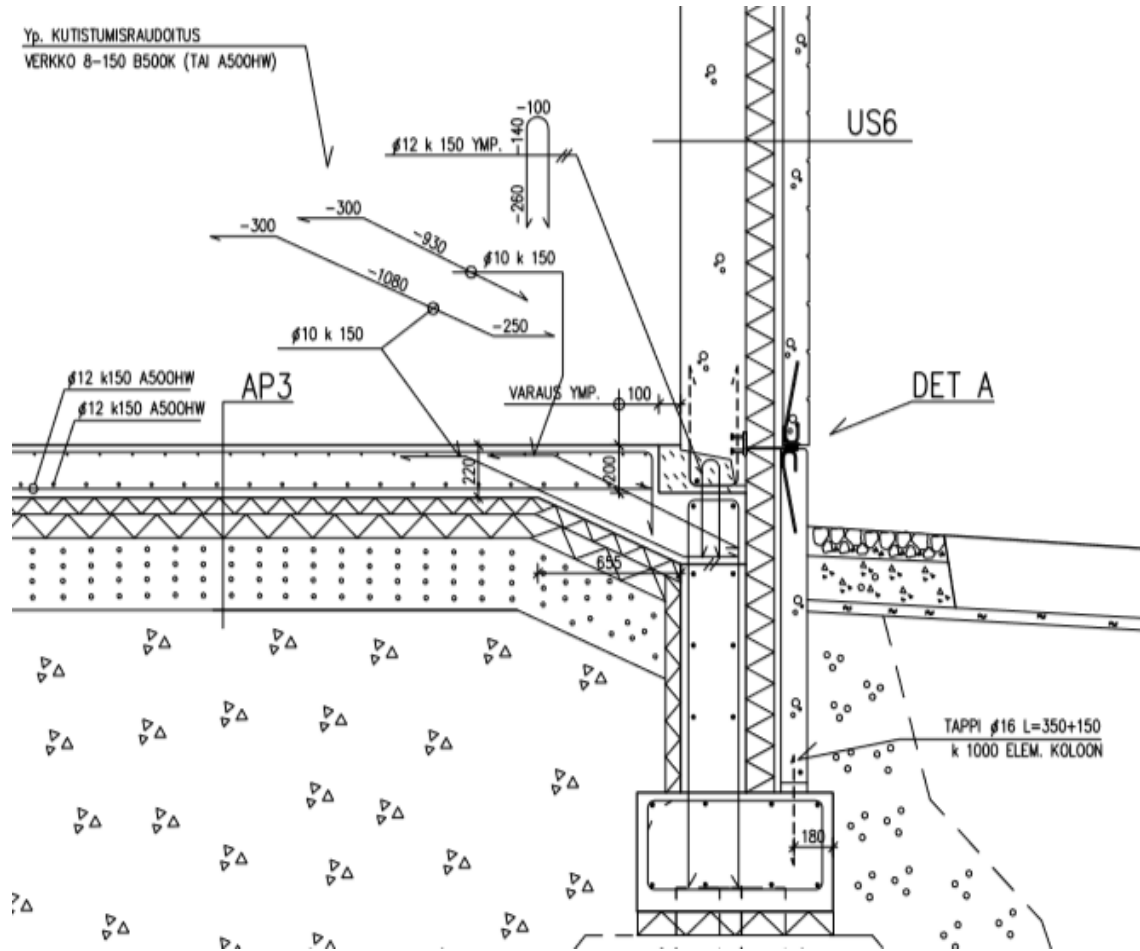
Talja, N. (2018) Yit Rakennus Oy Elementtitehdas. Haastattelu 1.11.2018

Uljas, H. (2018) Toiminimi Harri Uljas. Haastattelu 13.11.2018

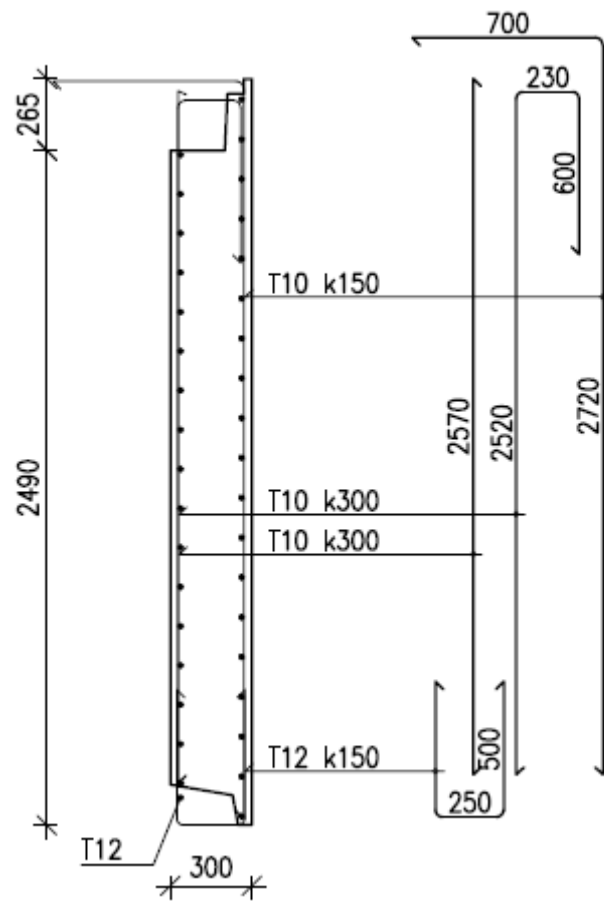
Uschanov, J. (2018) Kirvesmies, Yit Oy. Haastattelu 3.11.2018.

Vaakanainen, P. (2018) Ammattiasiakasmyynti, K-Rauta Järvenpää. Haastattelu 8.11.2018.





(Insinööritoimisto Tasoplan Oy, 2018)

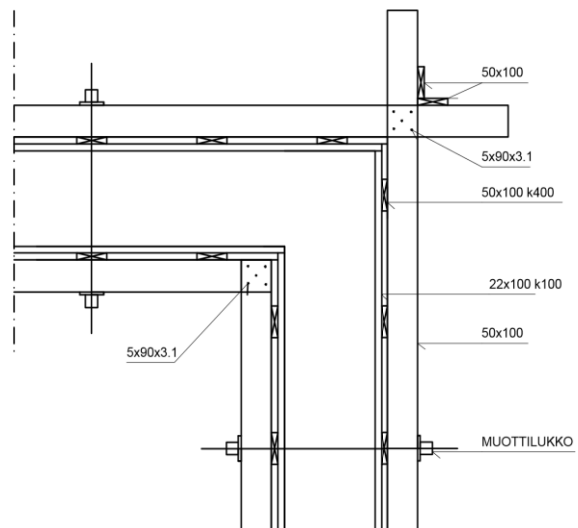
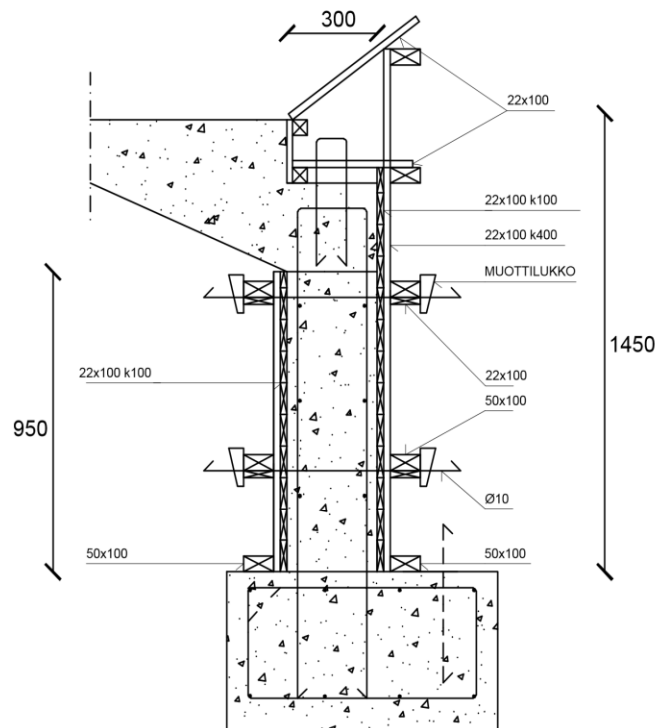


(Insinööritoimisto Honkanen & Huuonen, 2018)

LAUTAMUOTTI 1:20

Esa Rantala

25.11.2018



Lautamuottimenetelmän kustannukset

Kustannukset 2 hlö työryhmällä.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€ Muodostuu seuraavasti, vss kaulat 51h, kaulojen rauditus 5,5h ja betonointi 4,6h, yhteensä 61,1h työtä. Tällä urakkasopimuksella työntekijöille jää tasapuolisessa palkan jaossa $(2368,74\text{€}/61,1\text{h})/2\text{hlö}=19,38\text{€}$ tuntipalkka. (YIT Oy, 2018)

Ratu Aikataulukirjan mukainen laskelma Yit: urakkahinnalla.

Tehtävää muottia on $82,4\text{m}^2$, työsaavutus $24,6\text{m}^2/\text{työvuoro}$.

$82,4\text{m}^2/24,6\text{m}^2 \text{ tv} * 8\text{h} * 2 = 53,59\text{h}$

Raudoitusta on 930 kg ratu kerroin 1,71 1000kg/työvuoro.

$930\text{kg} * 1,71/8\text{h} = 192,8 \text{ kg/h}$

$930\text{kg}/192,8\text{kg/h} = 4,8\text{h}$

Betonointi pumpulla Ratu kerroin 3 hlö työryhmälle $298,1\text{m}^2$ tämän muutamme vastaamaan 2 hlö työryhmää. Betonia on laskettu $17,67\text{m}^3$

$(298,1/8\text{h})/3\text{hlö} * 2\text{hlö} = 0,71\text{h}$

$(2368,74\text{€}/59,1\text{h})/2\text{hlö} = 20,04\text{€}$ tuntipalkka. (Ratu aikataulukirja 2016., s 155, 163, 169,)

Materiaalit: 3792,34€ Muodostuvat seuraavasti.

Raudoitteet 734,75€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Betoniruuvit 8*100/ 100 kpl 53,78c/ kpl 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 75*2,9 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 90*3,1 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Hilti patruunat 504 kpl 28€ 5,5c/kpl. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 120mm 200 kpl 104€ 52c/kpl. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 70mm 304 kpl 158,10€ 52c/kpl. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Muottilukot 230kpl*1c/pv*10pv 23€. (YIT Kalusto, 2018)

Puutavara 22*100 1300 jm*39c/jm 507€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Puutavara 50*100 500 jm*1,15€ 575€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Eriste EPS 70mm 80,4 jm/52 levyä/1,2m2 levy 52*1,2*3.06€/m2 191€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eriste SPU 130mm 18,41 jm*1,25m*18,15€/m² 417,67€. (Finnfoam Oy, 2018)

Siirrot työmaalla 5h*49€=147€. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Siirrot työmaalle jakelukuormat

Puutavara 80€*4,5h =360€. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)

Raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

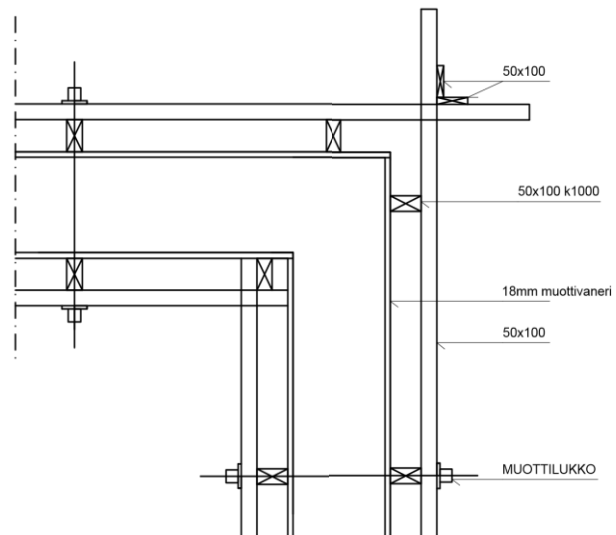
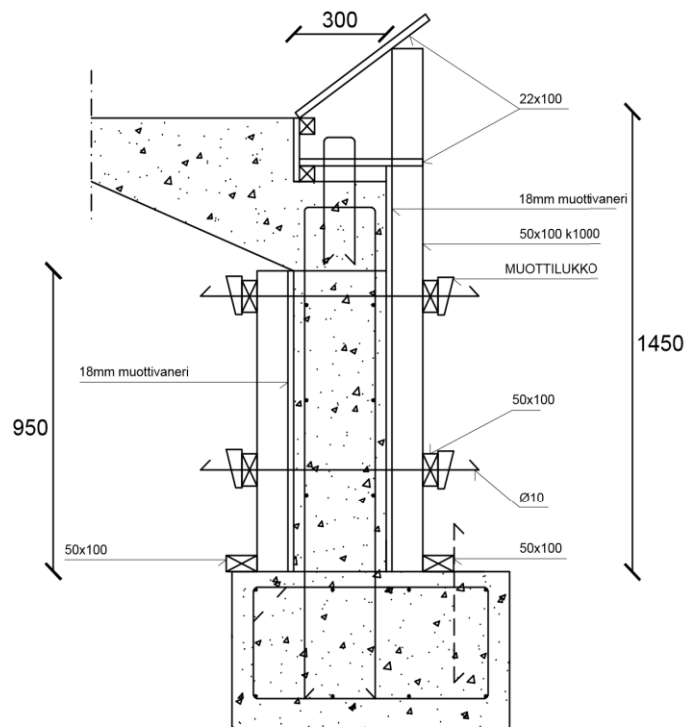
Eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oy, 2018)

VANERIMUOTTI 1:20

Esa Rantala

25.11.2018



Esivalmistetun uudelleenkäytettävän vanerimuottimenetelmän kustannukset

Kustannukset 2 hlö työryhmällä.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€ Muodostuu seuraavasti, vss kaulat 51h, kaulojen rauditus 5,5h ja betonointi 4,6h, yhteensä 61,1h työtä. Tällä urakkasopimuksella työn-tekijöille jää tasapuolisessa palkan jaossa $(2368,74\text{€}/61,1\text{h})/2\text{hlö}=19,38\text{€}$ tuntipalkka. (YIT Oy, 2018)

Ratu Aikataulukirjan mukainen laskelma Yit: urakkahinnalla.

Tehtävää muottia on $82,4\text{m}^2$, työsaavutus $27,7\text{m}^2/\text{työvuoro}$.

$82,4\text{m}^2/27,7\text{m}^2 \text{ tv} * 8\text{h} * 2 = 47,6\text{h}$

Raudoitusta on 930 kg ratu kerroin 1,71 1000kg/työvuoro.

$930\text{kg} * 1,71/8\text{h} = 192,8 \text{ kg/h}$

$930\text{kg}/192,8\text{kg/h} = 4,8\text{h}$

Betonointi pumpulla Ratu kerroin 3 hlö työryhmälle 298,1 tämän muutamme vastamaan 2 hlö työryhmää. Betonia on laskettu $17,67\text{m}^3$

$(298,1/8\text{h})/3\text{hlö} * 2\text{hlö} = 0,71\text{h}$

$(2368,74\text{€}/53,11\text{h})/2\text{hlö} = 22,30\text{€}$ tuntipalkka. (Ratu aikataulukirja 2016., s 155, 163, 169,)

Materiaalit 4854,40€ muodostuvat seuraavasti.

Raudoitteet 734,75€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Betoniruuvit 8*100/ 100 kpl 53,78c/ kpl 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 75*2,9 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat 90*3,1 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Ruuvit 6*90 200kpl 7,50€/100 kpl 15,00€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Hilti patruunat 504 kpl 5,5c/kpl 28€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 120mm 200 kpl 52c/kpl 104€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Hilti eristekiinnike 70mm 304 kpl 52c/kpl 158,10€. (Hilti Suomi Oy, 2018)

Muottilukot 230kpl*1c/pv*10pv 23€. (YIT Kalusto, 2018)

Puutavara 50*100 718 jm*1,15€ 825,70€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Vanerit 33 kpl 39,50€ kpl 1303,50€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Eriste EPS 70mm 80,4 jm/52 levyä/1,2m2 levy 52*1,2*3.06€/m2 191€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eriste SPU 130mm 18,41 jm*1,45=26,7m²=15 levyä 0,6m*3m levy=1,8m²

$1,8\text{m}^2 * 15\text{kpl} = 27\text{m}^2 * 18,15\text{€}/\text{m}^2 = 490,05\text{€}$. (Finnfoam Oy. 2018)

Siirrot työmaalla 5h*49€=147€. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Siirrot työmaalle jakelukuorma

Puutavara ja vanerit 80€*4,5h =360€. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)

Raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy 2018)

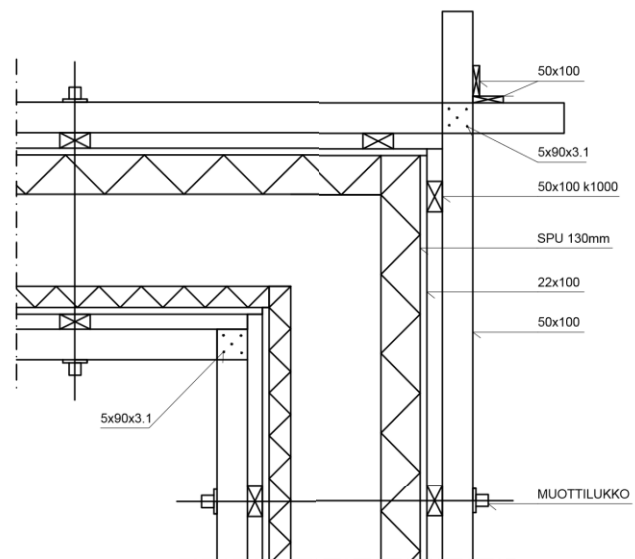
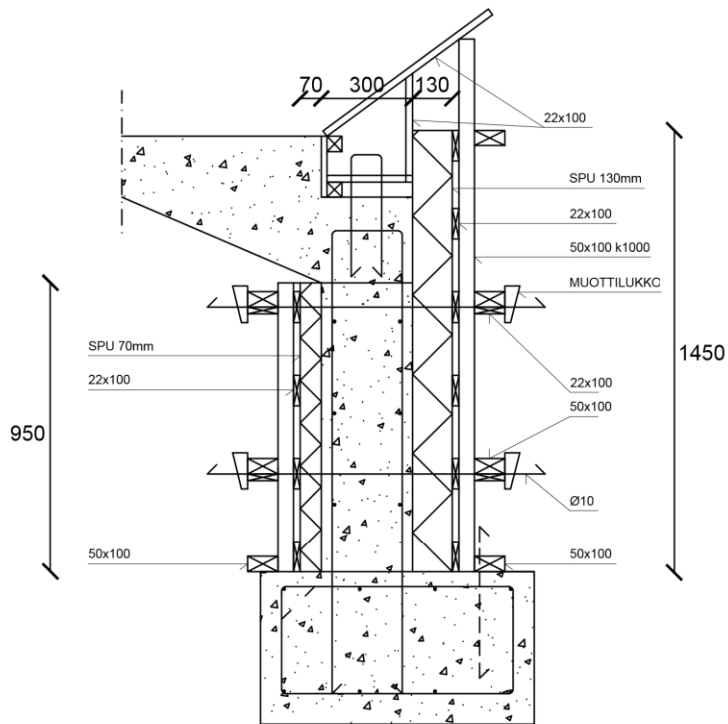
Eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oy, 2018)

ERISTEMUOTTI 1:20

Esa Rantala

25.11.2018



Eristemuottimenetelmän kustannukset

Eristemuotin kustannuksia työn osalta vertaan levymuotin kustannuslasku malliin, tämä on mielestäni totuudenmukaisin menetelmä.

Kustannukset 2 hlö työryhmällä.

Työ: Yit:n urakkalaskelma 2368,74€ Muodostuu seuraavasti, vss kaulat 51h, kaulojen rauditus 5,5h ja betonointi 4,6h, yhteensä 61,1h työtä. Tällä urakkasopimuksella työntekijöille jää tasapuolisessa palkan jaossa $(2368,74\text{€}/61,1\text{h})/2\text{hlö}=19,38\text{€}$ tuntipalkka. (YIT Oy, 2018)

Ratu Aikataulukirjan mukainen laskelma Yit: urakkahinnalla.

Tehtävää muottia on $82,4\text{m}^2$, työsaavutus $27,7\text{m}^2/\text{työvuoro}$.

$82,4\text{m}^2/27,7\text{m}^2 \text{ tv} * 8\text{h} * 2 = 47,6\text{h}$

Raudoitusta on 930 kg ratu kerroin 1,71 1000kg/työvuoro.

$930\text{kg} * 1,71/8\text{h} = 192,8 \text{ kg/h}$

$930\text{kg}/192,8\text{kg/h} = 4,8\text{h}$

Betonointi pumpulla Ratu kerroin 3 hlö työryhmälle 298,1 tämän muutamme vastamaan 2 hlö työryhmää. Betonia on laskettu $17,67\text{m}^3$

$(298,1/8\text{h})/3\text{hlö} * 2\text{hlö} = 0,71\text{h}$

$(2368,74\text{€}/53,11\text{h})/2\text{hlö} = 22,30\text{€}$ tuntipalkka. (Ratu aikataulukirja 2016, s 155, 163, 169)

Materiaalit yhteensä: 3680,75€ muodostuvat seuraavasti.

Raudoitteet 734,75€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Betoniruuvit $8*100/100$ kpl 53,78€/ kpl 53,78€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat $75*2,9$ 24,14€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Naulat $90*3,1$ 27,16€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Ruuvit $6*150$ 100kpl 10,50€/100 kpl 10,50€. (K-Rauta Järvenpää, 2018)

Muottilukot $230\text{kpl} * 1\text{c}/\text{pv} * 10\text{pv}$ 23€. (YIT Kalusto, 2018)

Puutavara $50*100$ 780 jm*1,15€ 897€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Puutavara $22*100$ 1171 jm*0,39 456,70€. (YIT Rakennus Oy Elementtitehdas, 2018)

Pu-Eristeliima $6*6$,60€ 39,60€. (Wurth Oy, 2018)

Eriste EPS 70mm $80,4 \text{ jm} * 0,95 * 3,06\text{€}/\text{m}^2$ 233,72€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eriste SPU 130mm $18,41 \text{ jm} * 1,45 * 18,15\text{€}/\text{m}^2$ 484,50€. (Finnfoam Oy, 2018)

Siirrot työmaalla $5\text{h} * 49\text{€} = 147\text{€}$. (Toiminimi Harri Uljas, 2018)

Rahti työmaalle jakelukuorma

Puutavara $80\text{€} * 4,5\text{h} = 360\text{€}$. (Autoilija Tapio Salmi, 2018)

Raudoitteet 200€. (HTM Yhtiöt Oy, 2018)

Eristeet EPS 70mm 80€. (Bewi M-Plasst Oy BewiInsulation Oy, 2018)

Eristeet SPU 130mm 89,36€. (Finnfoam Oy, 2018)

