

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Petri Voutilainen

SEINÄMUOTIN TYÖOHJE

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2014**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80100 JOENSUU  
(013) 260 6800

Tekijä  
Petri Voutilainen

Nimeke  
Seinämuotin työohje

Toimeksiantaja  
Petri Voutilainen

**Tiivistelmä**

Kerrostalarakentamisessa runkotyö tahdistaa muita työmaan työvaiheita. Runkotyön osaavia ammattilaisia on jatkuvasti vähemmän. Näistä syistä johtuen on ollut tarve kirjoittaa aloittelevalle muottikirvesmiehelle suunnattu perustason työohje.

Järjestelmämuottien toimittajilla on omat ohjeet jokaiselle tuotteelle. Näistä ohjeista on usein puuttunut työmaalla asennustyön aikana huomioitava hiljainen tieto.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi pääasiassa yhden muottijärjestelmän asennustyötä. Varsinaisen asennusohjeen eteneminen on pyritty kuvaamaan todellisessa työjärjestyksessä.

Työohjeeseen on sisällytetty useita asioita, jotka voivat epäonnistuessaan aiheuttaa runkotyötä johtavalle yritykselle taloudellisia menetyksiä. Epäonnistuminen työvaiheessa tulee esille työn hitaana etenemisenä ja rakenteiden sekä kaluston korjauskustannuksina.

Kieli  
suomi

Sivuja

29

Asiasanat  
Kerrostalot, seinä, betoni



**THESIS**

**April 2014**

Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3

FI 80100 JOENSUU

FINLAND

(013) 260 6800

Author

Petri Voutilainen

Title

Wall formwork work instructions

Commissioned by Petri Voutilainen

Abstract

In the construction work of apartment houses, frame work sets the pace for other construction site operations. However, the amount of skilled professionals of frame work is constantly decreasing. For these reasons there has been a need to compile work instructions for the starting new mold carpenters.

The system suppliers have their own instructions for mold making. These instruction documents often lack the tacit knowledge needed on the construction site during the installation work which should be taken into consideration.

This thesis mainly handles a system setup process for one mold. The actual installation progress has been added to the installation manual itself to describe the actual rules of the procedure.

The frame work instructions include several issues that can cause financial losses to a company leading a frame work process. A failure in the operations is reflected in the slow pace of the development of work structures as well as equipment repair costs.

Language

Finnish

Pages

29

Keywords

Apartment house, wall, concrete

## Sisältö

Tiivistelmä  
Abstract

1	JOHDANTO .....	6
2	TYÖOHJE - SEINÄMUOTIT .....	7
2.1	Ennen asennustyötä huomioitavaa .....	7
2.1.1	Lähtökohta.....	7
2.1.2	Asennusalusta.....	7
2.1.3	Kaluston määrä ja kunto.....	8
2.1.4	Kuljetustarvikkeet .....	8
2.2	Muotin kasaus.....	8
2.2.1	Työtila .....	8
2.2.2	Väliketäytöt .....	9
2.2.3	Jäykistäminen .....	9
2.2.4	Vinotuet.....	10
2.2.5	Työtasot.....	11
2.2.6	Tarraimet .....	11
2.3	Öllyäminen .....	12
2.3.1	Levitys.....	12
2.3.2	Varastointi öljyttynä.....	12
2.4	Muotin asennus.....	12
2.4.1	Tuuli .....	12
2.4.2	Nostotyö .....	13
2.4.3	Kiinnitys ja säätö.....	13
2.5	Työmuotin kalustus .....	13
2.5.1	Aukkovaraukset.....	13
2.5.2	Niveltätason FB 180-3 varaukset.....	14
2.5.3	Päätytopparit .....	14
2.5.4	Työmaalla rakennettavat topparit.....	14
2.5.5	Valmisratkaisu.....	15
2.6	Sidepultit .....	15
2.6.1	Asennus .....	15
2.6.2	Työvarat .....	16
2.7	Välikkeet .....	17
2.7.1	Kartiot .....	17

2.7.2	Putkimateriaalin työstö.....	17
2.7.3	Asennusolosuhteet ja rikkoutuminen.....	17
2.7.4	Pituusmitoitus.....	18
2.7.5	Muut kalustuksen osat.....	18
2.8	Vastamuotti .....	18
2.8.1	Kasaus ja varustus .....	18
2.8.2	Asennus .....	19
2.8.3	Tiiviys .....	19
2.8.4	Viimeistely .....	19
2.9	Kaarevat muotit .....	20
2.9.1	Säädön tarkkuus .....	20
2.9.2	Muotin kiristys .....	21
2.9.3	Purku .....	21
2.10	Nivelytölatot.....	21
2.10.1	Ankkurointi .....	21
2.10.2	Käyttö.....	24
2.10.3	Mitoitus .....	25
2.11	Kuilumuotti.....	26
2.12	Trio-pilarimuotti .....	27
2.13	Anturamuotti.....	28
2.14	Muottikaluston palautus kustannustekijänä.....	29
2.14.1	Hankintakustannukset .....	29
2.14.2	Palautuksen ohjeistuksen taso .....	29
2.14.3	Puhdistus .....	29
3	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	30
4	POHDINTA .....	30
4.1	Toteutuksen tarkastelu.....	30
4.2	Eettisyys ja luotettavuus .....	30
4.3	Ammatillinen kasvu ja kehitys .....	31
4.4	Asennusohjeen jatkojalostaminen .....	31
	LÄHTEET.....	32

## 1 Johdanto

Opinnäytetyöni tiedot perustuvat suurelta osin seinämuottityöhön liittyviin henkilökohtaisiin käyttökokemuksiin. Lisäksi olen haastatellut paikallista muottiurakoitsijaa sekä Peri Suomi Oy:n paikallisedustajaa.

Perehdyn opinnäytetyössäni paikallavalumuottijärjestelmiin liittyviin työmaalla huomioitaviin asioihin. Käsittelen pääosin Peri-seinämuottijärjestelmää kerrostalorakentamiseen liittyen. Sivuan yhdessä osiossa Doka-muottijärjestelmän osaa. Käyn läpi erikseen seinämuotteihin ja TRIO-pilarimuottiin liittyviä seikkoja.

Muottitoimittajilla on tarjolla omat asennusohjeensa kullekin muottijärjestelmälle. Myös Peri Suomi Oy julkaissut omiin järjestelmiinsä sopivat asennusohjeet. Nämä ohjeet ovat kuitenkin asennustyötä ajatellen suurpiirteisiä eivätkä sellaisenaan välttämättä sovi aloittelevalla työntekijällä.

Laatimani työohjeen tarkoituksena on toimia oppaana vasta-alkavalle tai vähän kokemusta omaavalle muottiasentajalle ja/tai muottityönjohtajalle. Pyrin tekemään rakennustyöntekijälle helposti luettavan ja ymmärrettävän järjestelmämuottityön perusohjeen, joka vastaa työmaalla usein ilmeneviin asennusaikaisiin ongelmiin. Opinnäytetyössä lähestytään asennustyötä ja sen yksityiskohtia rakennusalan yrityksen tarpeesta saada tarvittaessa koulutettua asennustyövoimaa.

Työohjeeseen on pyritty tuomaan mahdollisimman paljon ns. hiljaista tietoa. Tarkoituksena on selkeyttää ja korostaa työnjohdolle kuuluvien asennusta edeltävien työvaiheiden tärkeyttä ja tarpeellisuutta. Suurin osa materiaalista on kuitenkin tarkoitettu asennusryhmille ohjeeksi usein kustannuksia tuovien jälkitöiden välttämiseksi.

## **2 Työohje - Seinämuotit**

Ohje etenee pääsääntöisesti muottiasennustyön työjärjestyksessä. Eri työryhmät saattavat käyttää erilaisia rytmityksiä ja työtapoja.

Seinämuottityö käsittää pääpiirteittäin seuraavat työvaiheet: Kaluston määrän ja kunnan tarkistus, mittaustyöt eri vaiheissa, nostettavan muottikokonaisuuden kasaus kentällä, öljyäminen, työmuotin paikoilleen asennus ja kiinnitys sekä perussäätö, päätyjen valupparit sekä aukkovaraukset, sidepulttien ja välikkeiden esiasennus, vastamuotin nosto, lopullinen säätö, muotin purku ja puhdistus.

### **2.1 Ennen asennustyötä huomioitavaa**

#### **2.1.1 Lähtökohta**

Lähtökohtana on, että muottikalusto on vastaanotettu työmaalle. Tässä osassa käsitellään seinämuottikaluston käsittelyä Perin Trio-kaluston näkökulmasta. Suorien seinämuottien asennuksessa on samat perusasiat kaikissa järjestelmissä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Muottijärjestelmistä vain Domino-sarja on liikuteltavissa ilman nostinta.

#### **2.1.2 Asennusalusta**

Seinämuottityössä täytyy huomioida muotin tuenta-alustan lujuus. Alustan betonin on oltava tarpeeksi kovaa, jotta siihen voi kiinnittää turvallisesti muotin tuennan. Alustana on holvi- tai muu lattiarakenne, muottityötä varten tehdyt betoniset vastapainot, seinät tai esimerkiksi FB 180-3 nivelytaso. [3.]

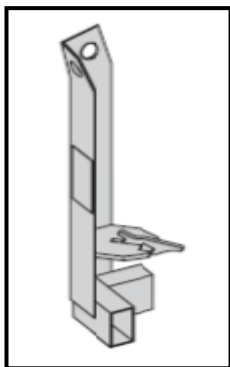
Muottien linjat mitataan ja mahdolliset asennusalustan purseet poistetaan. Seinien tartuntateräksien asema on myös tarkistettava viimeistään ennen muottien asennusta. Seinälinjan ulkopuolelle jäävät teräkset taivutetaan rakenteeseen tai leikataan pois, mikäli työvaiheesta vastaava työnjohto sen sallii.

### 2.1.3 Kaluston määrä ja kunto

Muottikaluston mukana toimitetaan yleensä asennussuunnitelmat [8]. Joka tapauksessa oli suunnitelmia tai ei, niin käytettävän kaluston määrä, mitat ja kaluston sopivuus kullekin seinälle on tarkistettava. Valettavan seinän molemmille puolille on riitettävä samanlaiset muotin osat sidepulttien paikoilleen käymisen vuoksi.

### 2.1.4 Kuljetustarvikkeet

Muotit toimitetaan työmaalle pääsääntöisesti viiden saman kokoisen kappaleen nipuissa Trio-nippukorvakkeisiin (kuva 1) pakattuna. Muotit puretaan nostorakseilla Kombi-2 Trio neljästä pisteestä vaakatasossa kasauskentälle asennusjärjestykseen. Muottien välissä on kuljetustukina kaksipäiset pinonastat sidepulttireikien kohdalla [5]. Muottiniput purettaessa kaikki korvakkeet ja tukinastat on kerättävä talteen pakkausta ja poiskuljetusta varten.



Kuva 1. TRIO-nippukorvake. [7.]

## 2.2 Muotin kasaus

### 2.2.1 Työtila

Muottikasetit nostetaan kentälle asennusjärjestykseen lähelle toisiaan. Kuljetusnipuista purettavat muotit nostetaan nostorakseilla. Raksien pois ottaminen muotin reunasta vaatii parikymmentä senttimetriä tilaa. Muottikasetit kammetaan toisiinsa kiinni ja lukitaan



suorissa muottipinnoissa BDF-kiinnikkeillä esimerkiksi 2,7 m korkeissa muoteissa 2 kpl kiinnikkeitä ja 3,3 m korkeissa muoteissa 3 kpl [1].

### 2.2.2 Väliketäytöt

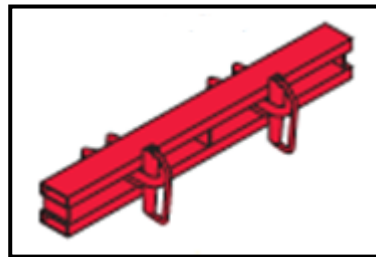
Muotteja joudutaan usein jatkamaan puu-, pelti- tai vanerivälikkeillä. Välikkeet voi asentaa paikoilleen maassa tai seinällä. Turvallisen muotin nostamisen vuoksi välikkeen asennus maassa muottiin keskelle muotin pintaa täytyy harkita aina tapauskohtaisesti. Välike muodostaa muottipintaan helposti liikkuvan nivelen.

### 2.2.3 Jäykistäminen

Valmiissa muotissa tukot ja täytteet jäykistetään muottipainetta vastaan jäykisteraudoilla TAR-85 (kuva 3). Tukirautaa TAR 245 käytetään massiivisissa valuisissa rakenteen jäykistämiseen pitemmältä matkalta [9]. Jäykisterautoja käytetään myös nostonaikaisina tukina vaakasaumoissa muoteissa, joissa on useita kasetteja päällekkäin. Kahden muotin väliseen vaakasaumaan asennetaan kaksi BDF-kiinnikettä (kuva 2) ja kaksi 85-tukirautaa (kuva 3) kohtisuoraan saumaan. [1.]



Kuva 2. BDF-kiinnike.



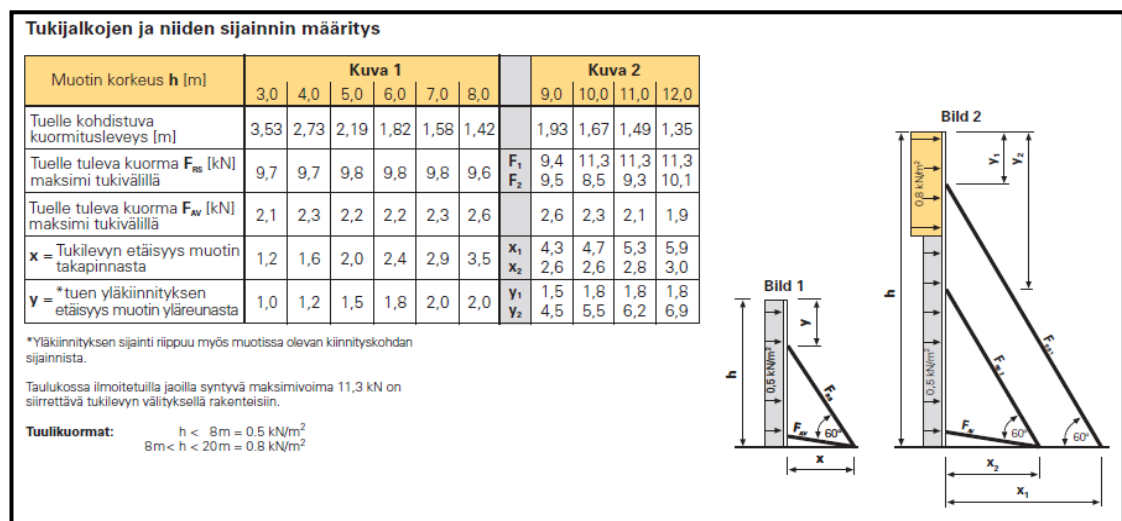
Kuva 3. 850 mm tukirauta

## 2.2.4 Vinotuet

Ensimmäinen asennettava muotin puolikas on työmuotti. Työmuottiin kiinnitetään vino-  
tuet (kuva 4). Mikäli mahdollista, tuet asennetaan muottiin asennustilan vuoksi jo maas-  
sa. Yhteen tai useampaan kerrokseen asennettavaan työmuottiin tulee alimmaiseen kiin-  
nitettäväksi vaaka- ja pystytuki samaan tukijalkaan. Korkeudeltaan kaksi- tai useam-  
piosaiset muotit tuetaan tarvittaessa ylös kiinnitettävillä vinotuilla. Tuot ovat säädettä-  
vissä kiertämällä kahvoista.

Kaksiosaisten vinotukien vaakatuki asennetaan valmiissa muotissa mahdollisimman  
vaakasuoraan. Vaakatuen tarkoitus on säätää ja tukea muotin asemaa vaakatasossa. Vi-  
noon asennettu vaakatuki nostaa helposti muotin irti alustastaan säädettäessä. Näissä  
säätöjaloissa on suurpiirteistä säätöä varten sokkatapit. Muotin siirtoa varten jalat voi  
tarvittaessa tapit irrottamalla nostaa ylemmäksi. Tukijalkojen välinen enimmäisetäisyys  
määritellään kuvassa 4.

Vinotuet pitävät muotit pystyssä. Työnjohdon ja asennustyöryhmän on ymmärrettävä  
tukijalan kiinnityksen varmuuden merkitys työturvallisuuden kannalta. Muottipinnat  
muodostavat suuren yhtenäisen pinnan tuulta vastaan. (Kuva 4).

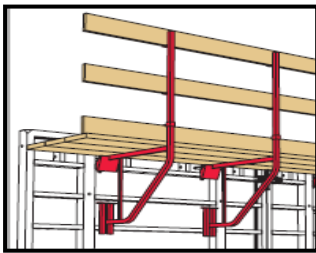


Kuva 4. Tukijalkojen asennuseriaate ja sallitut tuulikuormat asennuksessa. [7.]

### 2.2.5 Työtasot

Työmuottiin kiinnitetään tarvittaessa myös työkonsolit TRG 80 (kuva 5) ja 120. Asennettuun muottiin voidaan laskea nosturilla työtasot ja kaidetarvikkeet. Työtasot voi kiinnittää myös maassa konsoleihin. Konsoleihin kiinnitettävät määrämittaiset työtasot ovat käyttökelpoisia, mikäli valmiiksi kasattua muottiryhmää työtasoineen käytetään useaan kertaan.

Työkonsoleihin kiinnitetään myös suojakaidesoivot. Asennettavat kaidetarvikkeet on nostettava erillisenä pystytetyn muotin päälle. Mikäli putoamissuojakaiteet asennetaan ennen muotin nostoa, saattavat kaidetolpat vääntyä nostettaessa [9]. Työkonsolien enimmäisväli on 1,35 m [1].



Kuva 5. TRG 80-työkonsoli laudoitettuna. [7.]

### 2.2.6 Tarraimet

Muottien nostoissa käytetään pääsääntöisesti Trio-nostotarrainta (kuva 6). Kapeat yksittäiset muotin osat voidaan nostaa yhdellä tarraimella. Muottikokonaisuudet nostetaan vähintään kahdella tarraimella, jotka keskitetään asennettavan muotin painopisteen mukaan. Tarrain asennetaan muottikasetin kohtaan, missä rungon pystyosa estää tarraimen liukumisen keskelle muottia noston aikana (kuva 6).



Kuva 6. Tarrain. [7.]

## **2.3 Öljyäminen**

### **2.3.1 Levitys**

Kasattu muottikokonaisuus nostetaan pystyyn ja käännetään tarvittaessa toisinpäin öljyämistä varten. Muotit voi öljytä myös ennen lopullista asennusta noston yhteydessä. Öljy levitetään ruiskuttamalla. Kovalla pakkasella osa muottiöljyistä jäykistyy niin, ettei öljyn sumuttaminen onnistu. Tällöin öljy täytyy levittää lastalla, harjalla tai muulla vastaavalla tavalla. Vanha ja kulunut muottipinta voi imeä muottiöljyä runsaasti. Kuiva ja karhea muotti tarttuu tarpeettoman tiukkaan kiinni valupintaan ja vaikuttaa myös pinnan viimeistelyyn. Liian runsaasti käytettynä muottiöljy aiheuttaa betonin pintaan värivirheitä. [8, 9.]

Öljyn levittäjän täytyy pukeutua henkilökohtaisiin suojaimiin. Muottiöljyn turvallisuustietolomakkeen mukaan öljysumun pääsy iholle ja hengityselimiin on estettävä [6].

### **2.3.2 Varastointi öljyttynä**

Muotteja voi öljytä varastonippuihin. Biohajoavat öljyt kuitenkin hajoavat ajan kanssa itsestään ja vesisade voi huuhdella muottiöljyn pois.

## **2.4 Muotin asennus**

### **2.4.1 Tuuli**

Suuria muottipintoja asennettaessa tuulisella säällä muotin kulmaan sidottava ohjausnaru tai muu vastaava helpottaa muotin vastaanottoa asennuspaikalla. Muotti alkaa pyöriä ilmassa tuulen vaikutuksesta.

## 2.4.2 Nostotyö

Maassa kasatut muotin osat nostetaan kokonaisuutena paikalla valettavan seinän linjal-  
le. Nosturi pitää muotin jotakuinkin pystyssä löysäämättä nostoketjuja. Tukijalat sääde-  
tään tai vapautetaan sokkatapeista kiinnitysalustaa vasten. Nosturi voi tässä vaiheessa  
löysätä ketjut niin, että muotti asettuu tukijalkojen varaan. Muottia voidaan tarvittaessa  
liikuttaa elementtikangella muottien kulmissa olevista varauksista ilman, että muotti  
vaurioituu.

## 2.4.3 Kiinnitys ja säätö

Tukijalkojen tukilaipat kiinnitetään luotettavasti alustaan, vastapainoihin tmv. ja nosto-  
tarraimet voidaan päästää irti. Muotti on kiinni alustassa omalla painollaan ja pysyy  
liikkumattomana tukijalkojen varassa. Muotti säädetään tukijaloilla lopulliseen seinälin-  
jaan ja pystyyn. Seinän pituussuunnan säätö vaakasuoraan käy esimerkiksi puukiiloilla  
alustaa vasten kiilaamalla.

Muotteja yhdistetään toisiinsa myös pystyssä valmiissa seinälinjassa. Seuraavat muotti-  
kokonaisuudet lasketaan asennetun ja esisäädetyin muotin jatkoksi ja kiinnitetään toi-  
siinsa BDF-kiinnikkeillä kuten muut saumat. Nurkat tehdään samalla tavalla.

Nurkissa täytyy huomioida sidepulttien asema työ- ja vastamuotin mitoituksessa. Seinä-  
paksuudesta riippuen usein nurkkiin tulee asentaa välikkeitä muottijaon yhteensopivuu-  
den varmistamiseksi. Mikäli välikkeitä ei saada sidottua BDF-kiinnikkeiden varaan va-  
lupainetta vastaan, välikkeiden tukena käytetään jäykisterautoja. Välikkeiden ja niitä  
jäykistävien jäykisterautojen läpi voi tarvittaessa asentaa sidepultit. [1.]

## 2.5 Työmuotin kalustus

### 2.5.1 Aukkovaraukset

Aukkovaraukset seinämuotissa ovat paikalla rakennettavaa muottityötä. Kaikki aukko-  
muotit kiinnitetään työmuottiin jäməkästi, mutta kuitenkin sen verran kevyesti ettei jär-

jestelmämuottien pinta vaurioitu purettaessa muotteja valusta. Varauksien tekemisessä on otettava huomioon valupaine. Varaukset eivät saa muuttaa muotoaan valun aikana.

Vaakatasossa pitkien aukkovarauksien alapintaan on tehtävä ilmareikiä, jotta betonimassan ja varauksen alapinnan väliin ei jää ilmataskuja. Vaakatasossa oleviin aukkovarauksiin asennetaan usein valuputki. Putki kulkee varauksen läpi mahdollistaen leveiden aukkojen pohjien ehjän valun. Valuputkien tarve täytyy tutkia aina muottikohtaisesti. Betonimassan pääsy muotin jokaiseen pintaan on varmistettava. [9.]

### **2.5.2 Nivelytason FB 180-3 varaukset**

Nivelytasojen ripustukseen tarvittavat ankkuroinnit on asennettava muottipintoihin ennen vastamuotin asennusta. Aihetta käsitellään lisää jäljempänä kohdassa nivelytaset.

### **2.5.3 Päätytopparit**

Päätytopparit estävät seinämuoteissa betonimassan leviämisen kasatun muotin päistä ulos. Topparit voidaan rakentaa muottien väliin sekä päähän. Muottien välissä toppari on rakenteeltaan kuten mikä tahansa aukkovarausmuotti. Muottien välissä toppari on kiinni vain työmuotissa ja sidotaan kiinni valupainetta vastaan jäykisteraudoilla. Muottien päihin asennettu huoneistojen seinäpaksuuksissa käytettävä toppari voidaan kiristää muottiin kiinni BDF-kiinnikkeillä.

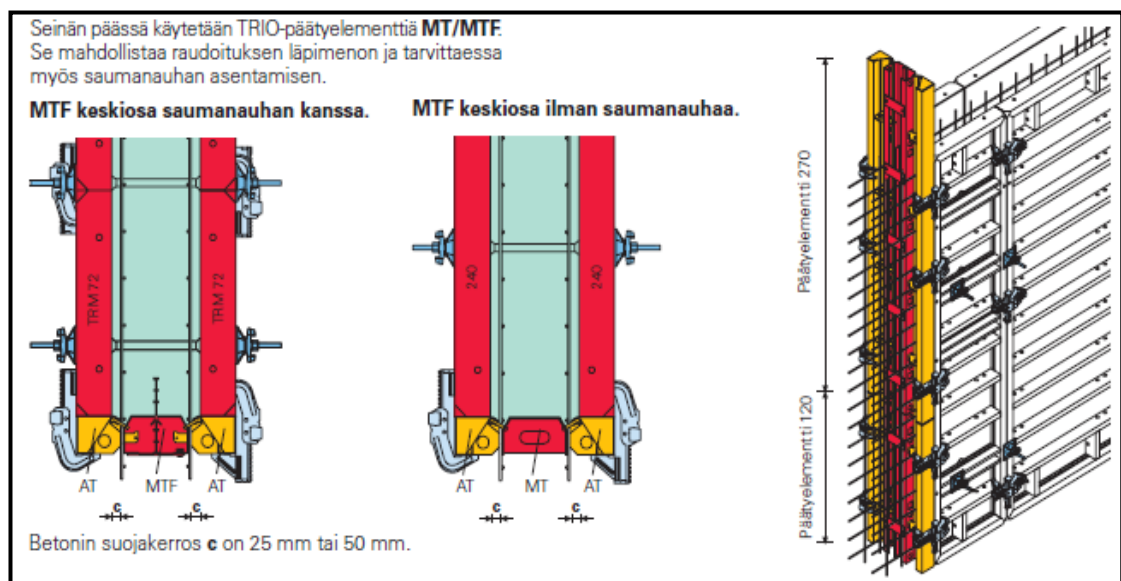
### **2.5.4 Työmaalla rakennettavat topparit**

Vaihtoehtona elementtitopparille on paikalla vaihtelevien mittojen mukaan rakennettu toppari. Toppari on mahdollista tehdä mistä tahansa materiaalista kuten esimerkiksi pystyyn asennettavista soiroista ja laudoista.

Yhteen niputettuun puutavaraan voi asentaa myös saumanauhan. Topparin purkaminen huomioiden on rakenteessa käytettävä puutavara käärittävä muovikalvoon. Purkaminen raudoituksen välistä voi olla varsin haasteellista, mikäli betonimassa tarttuu kiinni topparin pintaan. Lisäksi bitumisaumanauha ei tartu muoviin yhtä tiukasti kuin puupintaan.

## 2.5.5 Valmiskaisu

Vesitiiviysvaatimuksien mukaisesti rakennetut betonisaumat voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Tässä seinämuottityöhön liittyen käsitellään valmistelevia pystysauman työvaiheita. Kuvassa 7 Peri Oy:n valmis ratkaisu Trio-päättyelementtiä MT/MTF käyttäen. Valmiin elementin käyttö vaatii tarkkuutta muottityössä ja etenkin raudoituksen toteutuksessa, jotta elementti on ylipäättään asennettavissa paikoilleen.



Kuva 7. MT- ja MTF-päättyelementit. [7.]

## 2.6 Sidepultit

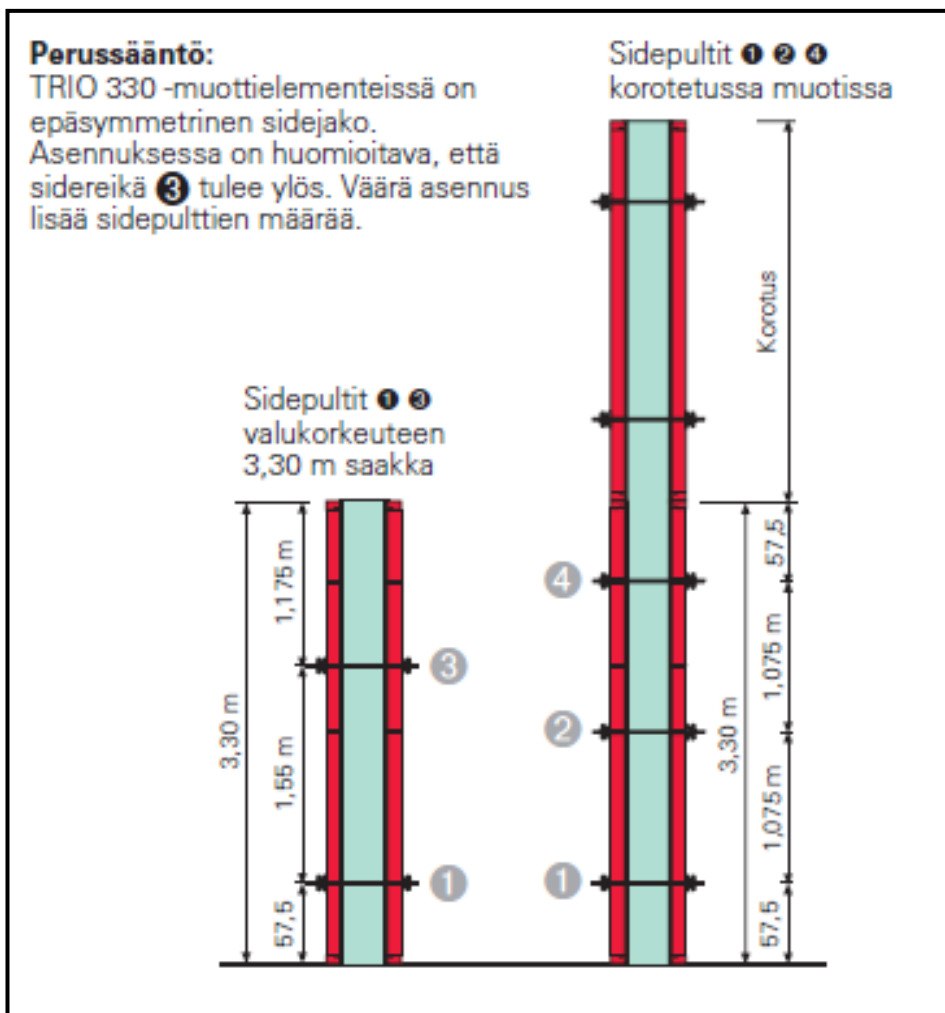
### 2.6.1 Asennus

Sidepultteihin kierretään toiseen päähän mutterit. Sidepultit työnnetään työmuotin läpi ulkopinnan puolelta. Sidepultteihin työnnetään välikeputket, joissa on päissä tarpeenmukaiset kartiot. Vastamuotin asennusvaiheessa sidepultteja ei missään nimessä saa poistaa asennusreiästään. Välikeputki kartioineen voi pudota asemastaan. Erityisesti tiiveys- ja ulkonäkövaatimuksella tehtävä valupinta vaatii vastamuotin pois ottamisen ja välikeputken uudelleenasetuksen mikäli välikeputki putoaa pois paikaltaan.

## 2.6.2 Työvarat

Sidepulttien liikkuvuus yhdessä välikkeiden kanssa täytyy varmistaa. Raudoitus ei saa estää välikkeen ja sidepultin tarvitsemaa sivu- ja pystysuuntaista liikkumista. Muotit saattavat ääritapauksissa tulla asennetuiksi useitakin senttimetrejä limittäin ja mikäli välikkeen liikevaraa ei ole huomioitu, muottien sitominen sidepulteilla ei onnistu. Sidepultit eivät yllä työmuotista limittäin olevaan vastamuotin pulttireikiin.

Kuvassa 8 on esimerkki sidepulttien asennuskorkeuksista Trio 330 -muottia käytettäessä. Trio 330 -muotin sidepultin reiät ovat epäsymmetriset muotin pintaan nähden. [1.]



Kuva 8. TRIO 330- muotin asennussuunta sidepulttireikien suhteen. [1.]



## **2.7 Välikkeet**

### **2.7.1 Kartiot**

Käytettävät välikeputket ja niiden päihin asennettavat valunaikaiset kartiot määritellään rakenteiden toteutuksen suunnitteluvaiheessa. Kartioita on useaan eri tarkoitukseen. Peri Suomi Oy markkinoi vesi- ja kaasutiiviitä, ääntä eristäviä, palonkestäviä, säteilyä estäviä, kassaholveihin ja väestönsuojiiin soveltuvia kartioratkaisuja. [4.]

### **2.7.2 Putkimateriaalin työstö**

Välikeputket toimitetaan työmaille pitkinä salkoina, jotka leikataan kullekin seinälle tai muulle vastaavalle rakenteelle määrämittaan. Työntekijän on tarkkailtava jokaista välikeputken kuntoa jo leikkausvaiheessa. Osa markkinoilla olevista välikeputkimateriaaleista on niin hauraita, että katkastaessa ne murtuvat pilalle. Leikkauspinnasta murtunutta tai haljennutta putkea ei tule käyttää välikkeenä valussa, sillä työ- ja vastamuottia kiristettäessä kiinni välikkeen täydellinen rikkoutuminen on todennäköistä. [7.]

### **2.7.3 Asennusolosuhteet ja rikkoutuminen**

Muottien liiallinen kiristäminen voi rikkoa välikkeen kaikissa olosuhteissa. Etenkin talvirakentamisessa putken heikko laatu korostuu entisestään. Muovi kovettuu pakkasessa ja hauraat putket rikkoutuvat muotteja kiristettäessä todella herkästi. Muovisista välikeputkista mm. musta polyeteeniputki on toiminut kaikissa suomalaisissa olosuhteissa parhaiten ottaen huomioon muotin asennettavuuden ja sidepulttien purkamisen. Putken päät voivat murtua myös jo kartion putkeen liittämisen vaiheessa.

Kaikki halkeamat välikkeissä päästävät valussa viimeistään betonin tiivistyksen aikaan sementtiliimaa putken ja sidepultin väliin. Tällöin sidepultista tulee yhtä valua muun rakenteen kanssa ja se on usein erittäin työläs irrottaa siististi ja ehjänä.

#### **2.7.4 Pituusmitoitus**

Välkkeet mitoitetaan tapauskohtaisesti välikeputkesta ja muotin pinnan kunnosta riippuen useita millimetrejä ylipitkiksi. Sidepulttien kiristyksessä välkkeet voivat puristua kasaan ja etenkin, kun muotissa sidepultin reiän ympärillä ei ole muotin runkoa valupinta voi taipua välkkeen kohdalta.

#### **2.7.5 Muut kalustuksen osat**

LVIS-urakoitsijat, muut erikoisurakoitsijat sekä raudoittajat tekevät oman osansa muotityössä. Kaikki työmuottiin kiinnitetyt asennustarvikkeet vaikeuttavat osaltaan muotin purkamista.

### **2.8 Vastamuotti**

#### **2.8.1 Kasaus ja varustus**

Raudoitustyön päätyttyä voidaan asentaa vastamuotti. Muottikokonaisuus kasataan maassa vastaavalla tavalla kuten työmuottikin.

Työkonsolien sijaan muottiin asennetaan kaidetolpan pidikkeet enimmäisvälillä 2,1 m tai kuormitusleveydeltään 1,35 m [1]. Kaidelankkujen asennuksessa on huomioitava nostoketjujen aiheuttama kuormitus kaidetolppiin. Kaidetolpat voivat vääntyä kuten työkonsolien kaidetolpat nostettaessa. Kaidemateriaalit nostetaan erikseen työkonsolien päälle vastamuotin noston yhteydessä. Kaiteet voi tolppineen kasata määrämitaan maassa ja nostaa kaidekokonaisuutena suoraan kaidetolpan pidikkeisiin.

Vastamuottiin ei yleensä asenneta vinotukia. Tuet asennetaan mikäli muottisuunnitelma tai tukia tarvitseva kuormitus niitä vaatii. [9.]

### 2.8.2 Asennus

Seinän paksuus määritetään välikeputkilla. Vastamuotti nostetaan paikoilleen ja muotin lopullisen aseman on oltava työmuotin peilikuva. Sidepulttien reikien täytyy kohdata jokaisen reiän kohdalla.

Sidepultit työnnetään vastamuotin reikiin ja kierretään mutterit myös toiselle puolelle. Mutterit kiristetään järjestyksessä vasaralla lyömällä. Kaikki sidepultit täytyy kiertää useaan kertaan läpi. Jokainen sidepultti kiristyessään oikaisee muottia kohti lopullista asemaansa ja edelliset kiristetyt pultit jäävät hieman löysälle seuraavan siirtäessä muotteja kiinni toisiaan. Sidepultit ovat saavuttaneet optimaalisen kireyden, kun ne ”soivat” vasaralla mutteriin lyötäessä.

Pakkasella sidepultteja ei yleensä voi kiristää aivan näin tiukkaan välikkeen herkän rikkoutumisvaaran vuoksi [9]. Välikkeen rikkoutuminen kuuluu usein muotin toiselle puolelle pamauksena, jännitteen purkautumisena.

### 2.8.3 Tiiviys

Työmuotin ja vastamuotin tiiviys valua varten täytyy aina varmistaa. Pienet kolot ja raot muottien reunoilla on tiivistettävissä esimerkiksi polyuretaanivaahdolla tai tukkulaudoilla. Polyuretaani yksikomponenttisena (lyhenne PUR) vaatii olosuhteista riippuen kuivumisaikaa tunnista useisiin tunteihin kestääkseen valupaineen. PUR-vaahdon käyttö vaatii kuitenkin tarkkaavaisuutta, ettei vaahtoa pääse muotin sisään. PUR-vaahdo ei sovi puhdas pintavaluihin lopputuloksen suurpiirteisyyden vuoksi.

### 2.8.4 Viimeistely

Tuplattu muotti tarkastetaan ja säädetään lopulliseen asemaansa. Muotin eri osien asennusvaiheissa työmuotti voi liikahtaa.

## 2.9 Kaarevat muotit

Kaarevissa seinämuoteissa korostuu työryhmän huolellisuus. Mittaustyön eri vaiheet ovat ratkaisevassa asemassa onnistuneen lopputuloksen saavuttamisessa. Käytettävien kaarien mitat on usein määritelty muottitoimittajan toimesta valmiiksi. Työmaalle jää mittojen tarkistusvelvollisuus. Annettujen mittojen pohjalta rakennetaan muottien säätö-tulkit ja välikkeet. [9.]

### 2.9.1 Säädön tarkkuus

Muottien epätarkka kaaren säätö johtaa muottipinnan kieroutumiseen tilanteessa, missä toinen pää on toista kireämmällä. Näin säädettyä muottikiertoa on mahdoton saada linjattua pystyyn ja kaaren mittaiseksi. Kuvassa 9 Mikkelin vesilaitoksen muottityössä kehän kierto on toteutettu kolmessa vaiheessa. 7,2 metriä korkean kahdesta osasta rakennetun muotin asennuksessa korostui juuri säädön tarkkuus. Yläpään ollessa säteeltään alapäätä pienempi muottikierto pyrkii kääntymään yläreunasta voimakkaasti sisään. Korkeissa muottikokonaisuuksissa myös muottien päiden säätö jatkoksien kohdalla ratkaisee pullistuuko muotti odottamattomaan suuntaan.



Kuva 9. DOKA- kaareva seinämuotti purkuvaiheessa. [10.]

## **2.9.2 Muotin kiristys**

Kaarevan muotin sidepulttien kiristys asennustyön aikana täytyy harkita tapauskohtaisesti. Muottikierron alareuna kiristetään lähes valmiiksi asti, jotta muotti saavuttaa oikean etäisyyden työmuottiin. Muotit liitetään toisiinsa ja sidotaan sidepulteilla kevyesti kiinni lähelle lopullista asemaansa. Mikäli kaareva muotti kiristetään ennen kuin kaikki asennettavat muotit ovat paikoillaan, kiristys voi johtaa ulkokaaren säteen muuttumiseen eivätkä ennalta mitoitettut sidepultit enää käy vastamuottiin.

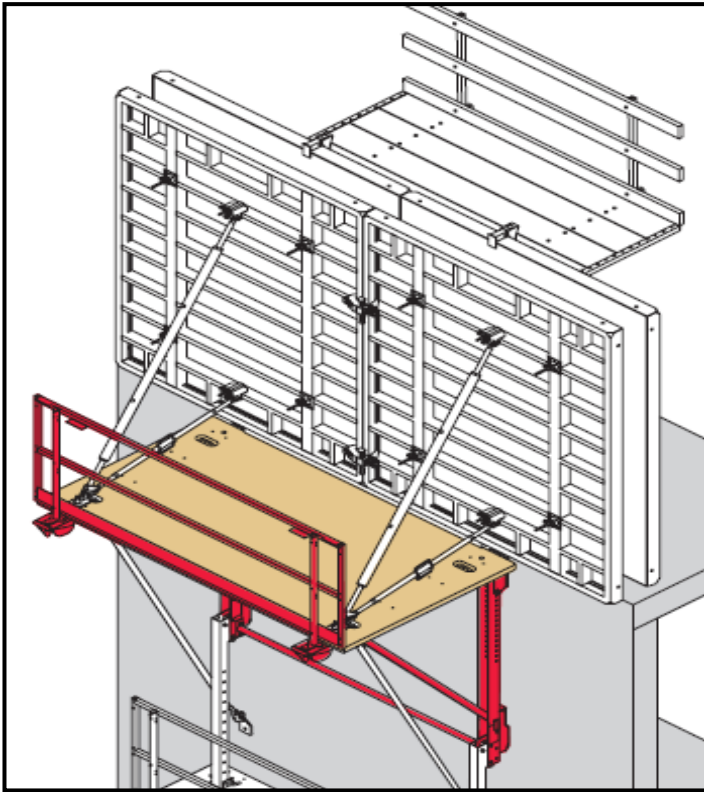
## **2.9.3 Purku**

Kuvan 9 Doka-muotti valutasoineen on purkuvaiheessa ja kiinni toisissaan seinän molemmin puolin vain yhdellä sidepultilla. Työmuotti nojaa vinotukiin. Kuvassa näkyy kaarevan muotin palkkeja tukevat jäykisteraudat. Niiden jokaisen kohdalla on sidepultin paikka eli tässä 12 kappaletta muottia kohti. Vastamuotti puretaan ensimmäisenä. Työmuotti jää nojaamaan tukijalkojen varaan ja voidaan tarvittaessa kiinnittää sidepultilla valmiin seinän läpi muotin kaatumisen estämiseksi. Myös suorien seinien muotit puretaan vastaavalla tavalla.

## **2.10 Nivelyötasot**

### **2.10.1 Ankkurointi**

Nivelyötasoa käytetään seinään tai holviin ripustettuna työtasona ja muottien tukipintana. Kuvan 10 esimerkissä työmuotti on tuettu työtasoon FB 180-3. Tässä tuentamallissa täytyy erityisesti huomioida tuulikuormat ja työtaso täytyy ankkuroida tuulisiteillä alaspäin. Kuvassa 10 olevan mallin mukainen muotin tuenta mahdollistaa seinien raudoitustyön suorittamisen rakennuksen holvilta käsin. [3.]



Kuva 10. Seinämuotin tuenta FB-180-3 työtasoon. [3.]

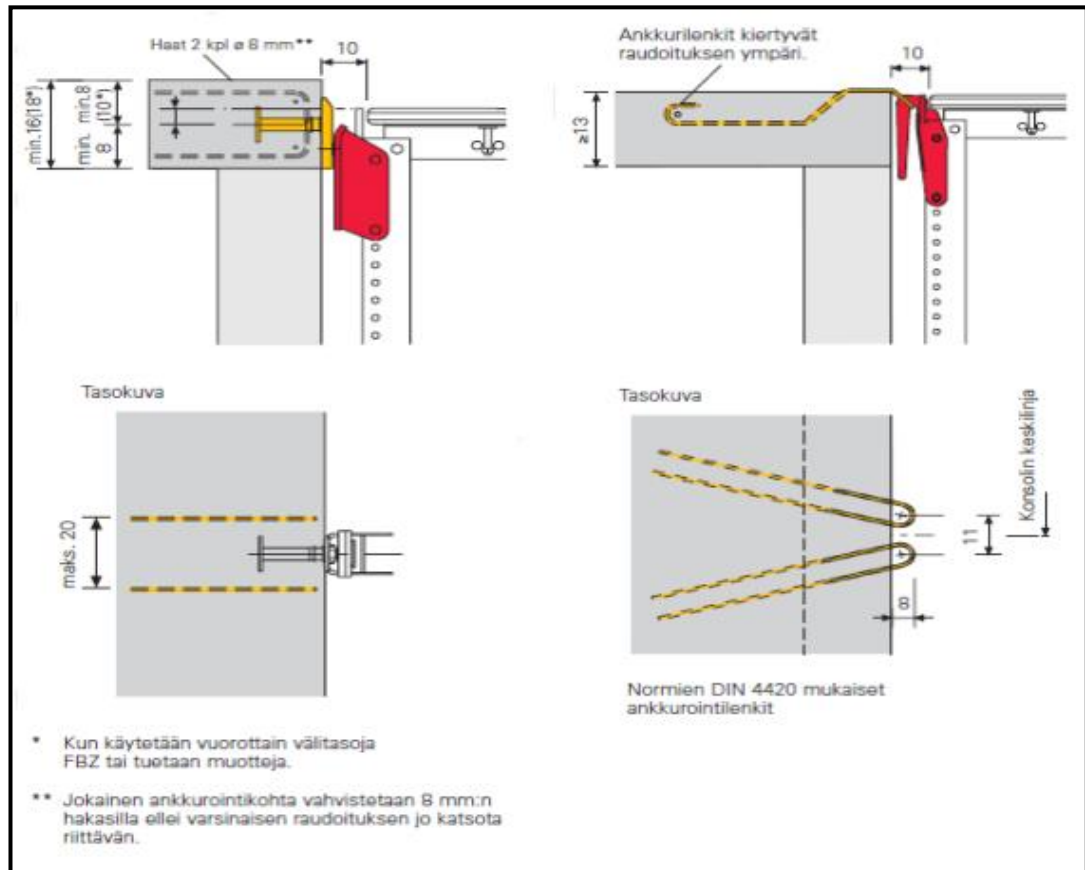


Kuva 11. Lenkkihaarukka FB-2. [3.]



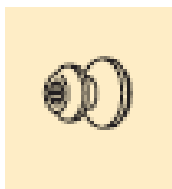
Kuva 12. Ripustushaarukka. [3.]

Kuvissa 13-16 on havainnollistettu ripustushaarukka FB:n ja lenkkihaarukka FB-2:n käytön vaatimat ankkurointimenetelmät [3]. Ankkureiden asennus ja niiden valun aikainen tuenta on tehtävä erittäin huolellisesti. Betonin tiivistyskalusto ja betonimassan vapaine voi irrottaa ankkurit kiinnitysalustastaan.

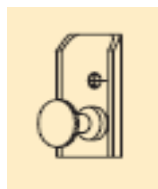


Kuva 13. Asennuseriaatteet ankkureille. [3.]

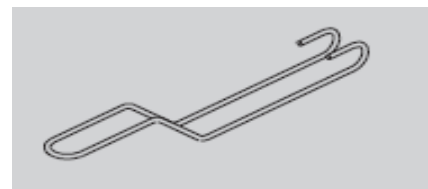
Ripustushaarukan yhteydessä käytetään kiipeämisrenkas 15:tä, joka pultataan betonin sisälle jäävään ankkurilaippaan. Ankkurilaippaan voidaan kiinnittää myös ripustusnuppi FB. Ankkurilenkki (kuva 16) asennetaan holviin raudoitukseen (kuva 13). [3.]



Kuva 14. Kiipeämisrenkas. [3.]



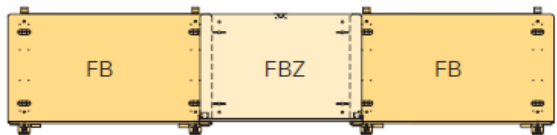
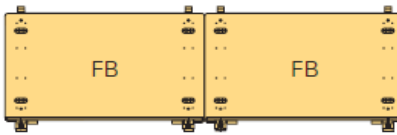
Kuva 15. Ankkurilaippa. [3.]



Kuva 16. Betonivaluun asennettava ankkurilenkki. [3.]

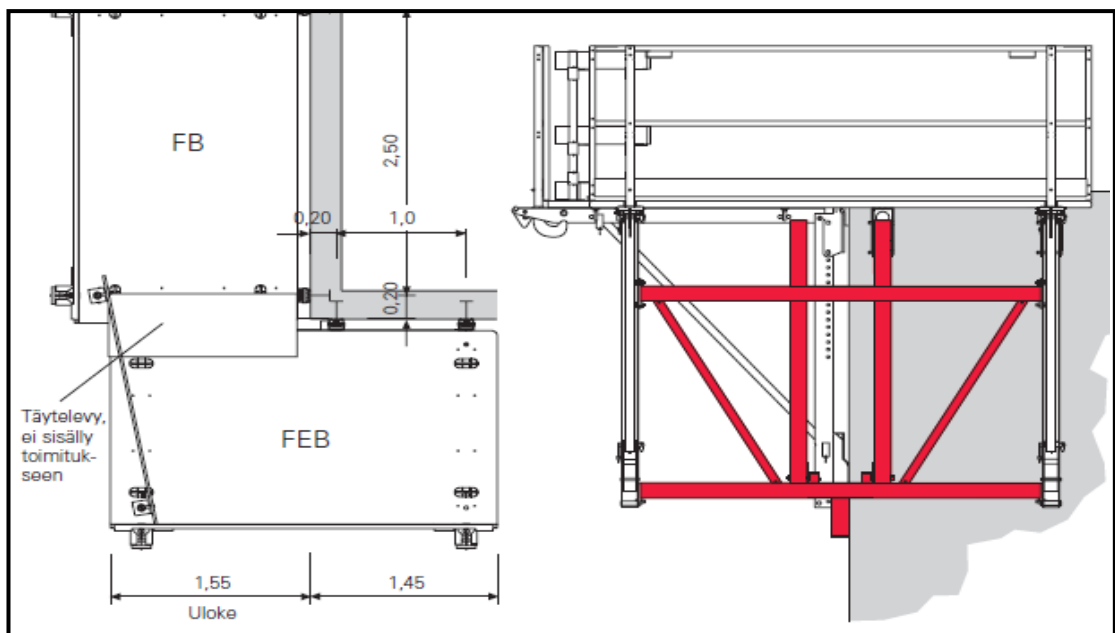
## 2.10.2 Käyttö

Työtasoja voidaan asentaa raskaita kuormia varten peräkkäin tai välitasoja FBZ käyttäen kevyemmille kuormille. Niveltyötasojen välinen tila voidaan täyttää välitasoilla portaattomasti välille 0-2,0 m (kuva 17, 19). [3.]

Niveltyötaso FB 180-3 on DIN 4420:n mukainen työ- ja suojateline	
<p><b>Saksalainen telineen kuormaluokka 4</b> Sallittu kuorma 300 kg/m<sup>2</sup></p> <p><b>Normaali käyttö</b> pää-, väli- ja uloketasojen avulla</p>  <p>Esimerkiksi rauditustelineenä sallien tasometrille kuormaa 500 kg.</p>	<p><b>Saksalainen telineen kuormaluokka 5</b> Sallittu kuorma 450 kg/m<sup>2</sup></p> <p><b>Erikoistilanne</b> pelkkiä päätasoja käyttäen</p>  <p>Esimerkiksi rakentamista ja asennustöitä palvelevana kulkutienä; 450 kg/m<sup>2</sup> vastaa 2430 kg/taso.</p>

Kuva 17. Asennuksen malli eri työtasoilla. [3.]

Kuvassa 18 esimerkki nurkan ylityksestä työtasolla FEB. Kaide nurkassa on toteutettu päätykaidetolpilla FBP ja soiroilla. [3]



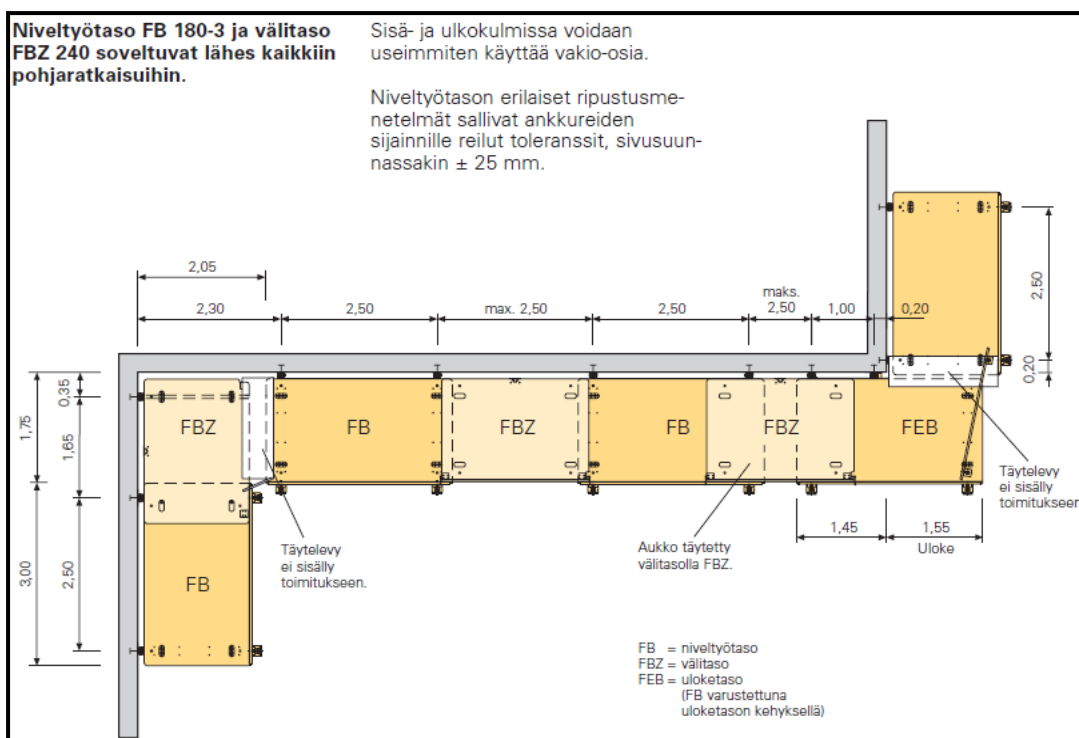
Kuva 18. Nurkan ylitys uloketasolla FEB. [3.]



Sisänurkat voidaan toteuttaa käyttäen yksittäistä nivelkonsolia tukemaan välitason toista päätä toisen pään tukeutuessa kokonaiseen nivelytötasoon (3). Variaatioita nivelytötasojen käytössä on useita ja nivelytötasojen käyttö ja mahdollisuudet on tutkittava tapauskohtaisesti.

### 2.10.3 Mitoitus

Välitasoja FBZ voidaan käyttää kuvan 19 mukaisesti. Tasolla FBZ täytettävä tasojen FB enimmäisväli ankkurilta ankkurille on 2,5 m. [3.]



Kuva 19. Tasojen ripustusankkureiden mitoitus. [3.]

Kuvassa 19 on esitetty Peri Oy:n seinäankkureiden mitoituskaavio [3]. Ankkureiden on oltava samassa tasossa mikäli seinämuotteja tuetaan tasojen päälle. Tasot voidaan jättää tarvittaessa seinämuottien kannattamiseen tarvittavan materiaalin korkeuden verran alemmaksi. Seinään voidaan esimerkiksi pultata muoteille kannatussoiro ja muotit vain vinotuetaan nivelytötasoihin.

## 2.11 Kuilumuotti

Kuilumuotissa sisäkehä puristuu valupaineesta tiukasti kiinni. Lisäksi muottien saumoihin mahdollisesti päässyt sementtiliima tiivistää purettavaa muottia. Kiinteistä muottielementeistä ja puuvälikkeistä tehtävät kuilumuotit on suunniteltava purkamista ajatellen erityisen huolellisesti. Kohtisuoraan valmiista pintaa vasten rakennettava kuilumuotti on kiinnitettävä valmiiseen pintaan luotettavasti. Valupaine työntää muottia irti valmiista rakenteesta.

Peri Oy:llä on muottielementtien lisäksi kuilujen muotitukseen tarjolla kuiluelementti TSE. Kuiluelementtiä valmistetaan kolmella eri mitalla 120 cm, 270 cm ja 330 cm. Kuiluelementti asennetaan kuilumuotin sisäkiertoon jokaiselle sivulle. Kuiluelementeissä on nostokorvakkeet, joista nostamalla ja samalla elementin liikkuvia osia purkuraudalla vääntämällä saadaan lisää purkutilaa noin 25 mm jokaiselta sivulta (kuva 20). [1.]



Kuva 20. Kuiluelementti ja työskentely kuiluelementillä. [1.]

## 2.12 Trio-pilarimuotti

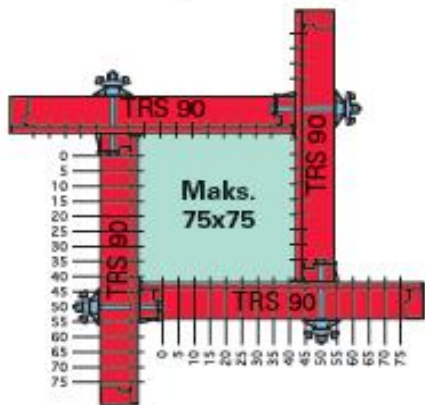
Trio-pilarimuotti on 50mm välein säädettävä pilarimuottijärjestelmä. Muotissa käytetään TRS 90 muottielementtiä, jolla saavutetaan enimmillään 750mmx750mm pilari (kuva 22). Elementit sidotaan toisiinsa TRS sideruuveilla ja TRS liitosmuttereilla [9]. Asennus ja tuenta tehdään vastaavalla tavalla kuin varsinaisissa seinämuoteissa. Pilarimuotin osat kasataan kahdeksi lohkoksi. Työmuotti asennetaan, pilari raudoitetaan ja muotti tuplataan. Pilarimuotin turvavarusteet ja betonointitasot kiinnitetään maassa ennen kokonaisuuden pystytystä.

Trio-pilarimuotin osia voidaan käyttää myös seinäpintojen muotituksessa. Eri pilarisyyvyksille tarkoitetut sidepuoltivaraukset on tulpattava ennen asennusta. [9, 7].

### Muoteilla, jotka käyvät sekä seiniin että pilareihin

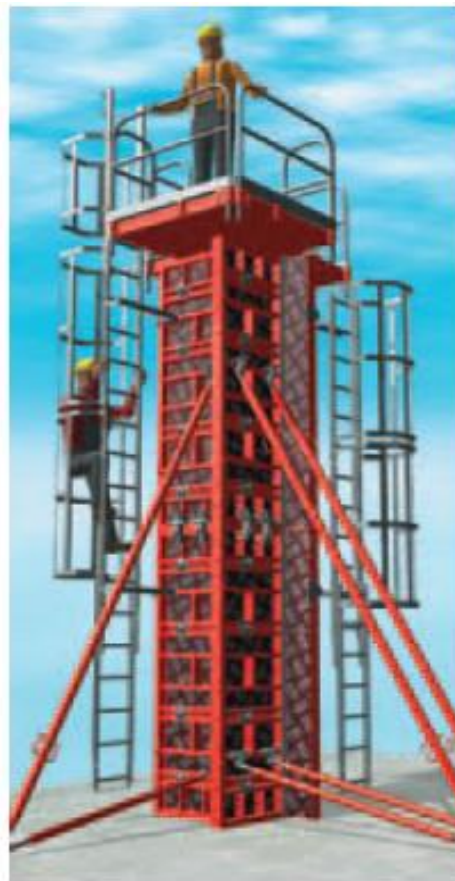
Pilarimuotteja voidaan käyttää poikkileikkaukseltaan aina 750 x 750 mm:n kokoisii pilareihin. Seinissä muotteja voi käyttää tavallisen 900 mm TRIO-elementin tavoin.

Sallittu betonin paine 100 kN/m<sup>2</sup>.



Neliön ja suorakulmion muotoisiin pilareihin aina kokoon 750 x 750 mm asti.

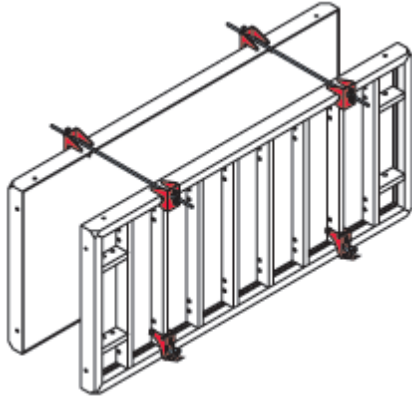
Käyttövalmis 5,40 m korkea TRIO-pilarimuotti betonointitasolla, tikkaillla ja tukijaloilla.



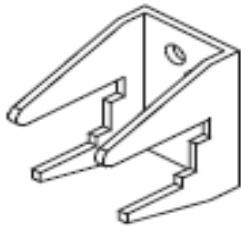
Kuva 21. TRIO-pilarimuotti. Mitoitustaulukko ja malli. [7.]

### 2.13 Anturamuotti

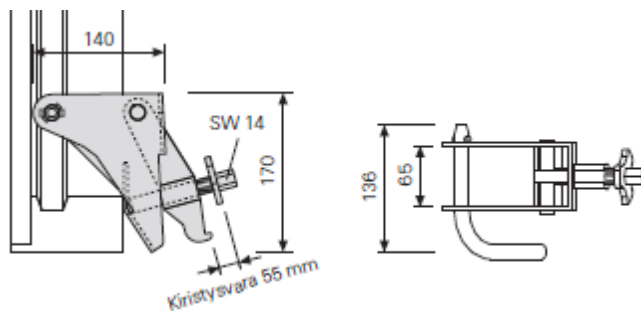
Muottielementtejä voi käyttää myös anturoiden muotteina (kuva 23). Yläreunat sidotaan sidepulteilla ja sidetuilla (kuva 24). Muotin alareuna kiristetään reikävanteella ja reikävanteen kiristimellä (kuva 25).



Kuva 22. TRIO-muotit anturamuottina. [2.]



Kuva 23. Sidetuki. [2.]



Kuva 24. Muottiin asennettava reikävanteen kiristin. [2.]

## **2.14 Muottikaluston palautus kustannustekijänä**

### **2.14.1 Hankintakustannukset**

Työmaan suuret hankinnat kuten käytettävä muottikalusto valitaan usein kustannustehokkuuden perusteella. Rakennustyömaiden muottikalusto on pääsääntöisesti vuokratua ja vuokratulot ovat merkittävä osa paikallavalujärjestelmän kokonaishintaa. [8.]

Työmaan kalustohankinta- ja työmenetelmäsuunnitteluvaiheessa lasketaan tarkasti järjestelmämuottikalustosta aiheutuvat kulut. Nämä kulut on laskettu usein optimaalisen muottikierron mukaan. [8.]

### **2.14.2 Palautuksen ohjeistuksen taso**

Muottityö ja muottien kustannustehokas käyttö on harvemmin ollut ongelma kalustobudjetissa pysymiseen. Muottien tehokas palautus kaikkine ennakkosuunnitteluineen on osoittautunut monelle rakennusliikkeelle vähintäänkin hankalaksi. Työmaan työnjohtoa ei ole juuri koskaan ohjeistettu muottikaluston palautukseen. [8.]

On tapauksia, joissa kalustoa on varastoitu viikkoja joko työmaalla tai siirretty työmaalta rakennusliikkeen omiin välivarastoihin. Muottikaluston käyttämättömyys ei pääsääntöisesti poista kaluston vuokranmaksuvelvollisuutta. Tästä tulee kaluston vuokranneelle usein suuriakin odottamattomia kustannuksia. [8.]

### **2.14.3 Puhdistus**

Muottikaluston palauttaminen puhdistettuna minimoi kalustokulut. Kalustotoimittaja veloittaa aina puhdistustyöstä. Valutöiden aikainen muottien taustojen pesu edesauttaa puhtaanapitoa. [5, 8.]

### **3 Johtopäätökset**

Asennusohjeen tarkoitus asennustyön katkottoman etenemisen ohjaavana työkaluna tulee tarpeeseen ainakin allekirjoittaneelle itselleen. Muottityö vaatii jatkuvaa ennakkosuunnittelua materiaalilauksissa ja valmistelemissä töissä, kuten esimerkiksi nivelytöiden ankkurointien huomioimisessa.

Asennusohjeeseen on tuotu monia muottityössä huomioon otettavia asioita, jotka voivat epäonnistuessaan tuottaa urakoitsijalle huomattavia lisäkuluja. Tämä opinnäytetyö palvelee tarkoitustaan perusoppaana alkavalle muottityöntekijälle. Kaikkia mahdollisia yksityiskohtia ei ole tuotu esille aiheen laajuuden vuoksi. Opinnäytetyön sisältämä ohjeistus antaa muottityöntekijälle teoreettisen pohjan ammatissaan kehittymiseen.

### **4 Pohdinta**

#### **4.1 Toteutuksen tarkastelu**

Asennusohjeesta tuli tavoitteen mukaisesti helposti luettava ja tarpeeksi yksinkertainen rakennustyömaan suorittavan henkilöstön käyttöön. Muottikaluston palautukseen liittyvä kappale on suunnattu enemmän työnjohdon pohdittavaksi. Kaluston palautus on aina työn kaikkien osapuolten yhteistyötä.

#### **4.2 Eettisyys ja luotettavuus**

Työvaihekuvaukset perustuvat kirjoittajan omaan kokemukseen asennustyöstä sekä Peri Suomi Oy:n alue-edustajan sekä paikallisen muottiurakoitsijan näkemyksiin muottityöohjeessa käsiteltävistä asioista. Kaluston eri osien käyttökohteet ja määrät on lainattu Peri Suomi Oy:n julkaisemasta materiaalista.

Asennusohje pohjautuu suurelta osin Peri Suomi Oy:n julkaisemaan materiaaliin, mutta asennustyössä huomioitavat yksityiskohdat ovat edellä mainittuja tahoja lähinnä olevien työryhmien kokemuksen mukana tuomaa tietoa.

### **4.3 Ammatillinen kasvu ja kehitys**

Muottityö asentajan näkökulmasta on raakaa perustyötä ilman sen isompia huolia. Tukijalat holviin ja muotti on kiinni. Opinnäytetyötä tehdessä on täytynyt rajata pois huomattava määrä muottityöhön soveltuvaa työturvallisuustietoutta. Myös rakenteiden mekaniikkaan liittyvää tietoutta on jätetty tietoisesti pois asennusohjeen kohderyhmän vuoksi.

Asennusohjeen laadinnan aikana on herännyt jatkuvasti uusia kysymyksiä aiheesta kuinka asennustyö voitaisiin toteuttaa tehokkaammin ja turvallisemmin. Vaikka allekirjoittanut on toiminut asennustyöryhmän vetäjänä, opinnäytetyönä yksityiskohtainen asennustyön auki kirjoittaminen on tuonut työnjohdollisesti selkeyttä ja uusia näkökulmia.

### **4.4 Asennusohjeen jatkojalostaminen**

Edellä mainitusti opinnäytetyöstä on täytynyt rajata pois huomattava määrä erilaista tietoa. Asennustyössä käytettävän miehistön työturvallisuustietoutta voisi parantaa esittelemällä erilaisten ankkurointimenetelmien lujuusominaisuuksia sellaisenaan ja suhteessa tuulen muottipintoihin aiheuttamaan momenttiin. Ankkuroinnin luotettavuus betoniin täytyy voida perustella.

Kiire työmaalla tuottaa vaaratilanteita jo pelkästään kovettumattoman betonin ominaisuudessa. Tukijalan pulttaus pehmeään holviin voi huonolla menestyksellä johtaa kuolemantapauksiin.

## Lähteet

1. PERI Suomi Ltd Oy. TRIO 330 Käyttöohje (juliste). Painos 12/2005.  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO\\_330\\_kyttohjejuliste1.PDF](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO_330_kyttohjejuliste1.PDF) [Luettu 20.2.2014].
2. PERI Suomi Ltd Oy. TRIO Tuoteluettelo. Painos 10/2007.  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO\\_tuoteluettelo1.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO_tuoteluettelo1.pdf) [Luettu 1.3.2014]
3. PERI Suomi Ltd Oy. FB 180 Nivelytaso. Painos 03/2006.  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/FB\\_180\\_Nivelytasot1.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/FB_180_Nivelytasot1.pdf) [Luettu 1.3.2014]
4. PERI Suomi Ltd Oy. Muottisidejärjestelmät DW. Painos 09/2007.  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/Muottisidejrjestelmt\\_DW.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/Muottisidejrjestelmt_DW.pdf) [Luettu 4.3.2014].
5. PERI Suomi Ltd Oy. Palautusohje.  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf3/Muottien\\_palautusohje\\_2010.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf3/Muottien_palautusohje_2010.pdf) [Luettu 4.3.2014].
6. PERI Suomi Ltd Oy. Peri Bio Clean, betonimuottiöljyn käyttöohje. Painos 01/2008. [Luettu 27.2.2014]  
[http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/PERI\\_BIO\\_CLEAN1.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/PERI_BIO_CLEAN1.pdf) .
7. PERI Suomi Ltd Oy. TRIO käyttöohje (juliste). Painos 10/2007. [Luettu 8.3.2014.] [http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO\\_kyttohjejuliste1.pdf](http://www.perisuomi.fi/files/pdf2/TRIO_kyttohjejuliste1.pdf).
8. Romppanen E. Alue-edustaja. PERI Suomi Ltd Oy. Haastattelu 14.2.2014.
9. Tanskanen P. Toimitusjohtaja. Rakennuspalvelu Pekka Tanskanen Oy. Haastattelu 20.2.2014.
10. Voutilainen P. Yrittäjä. Voutilaisen Rakennustyö tmi.