



# **Betonirakenteisten välipohjien toteutustapojen vertailu**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Rakennusmestari

Kevät 2025

Aku Jokela

Koulutus Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestarikoulutus  
Tekijä Aku Jokela  
Työn nimi Betonirakenteisten välipohjien tuotantotapojen vertailu  
Ohjaaja Miika Rämö

Vuosi 2025

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä laaja vertailu erilaisten betonirakenteisten välipohjien toteutustavoista. Opinnäytetyössä tarkasteltiin liittolaattaa, kuorilaattaa, paikallavalulaattaa holvimuotilla toteutettuna, sekä ontelolaatastoja. Työssä tarkasteltiin myös mitä vaaditaan pohjia kantavilta rakenteilta, seinänostoilta.

Työssä käytettiin hyväksi yhteistyöyrityksen toteutuneita ja parhaillaan käynnissä olevia hankkeita todellisilla kustannuksilla. Aihe valikoitui siksi, että yrityksellä on paljon isoja betonirakenteisia kohteita, ja varsinaista vertailua menetelmien välillä ei ole tehty.

Liittorakenteisia välipohjia tarkasteltiin peltilevyllä tehtynä, sekä betonirakenteisena kuorilaatalla tehtynä. Peltilevyksi valikoitui Weckman HC-45. Liittolevyjen tukemiseen käytettiin samaa järjestelmää, kuin paikallavaletussalaatassa. Betonirakenteisena kuorilaatana käytettiin Ansion Sementtivalimon 150 mm paksua kuorilaattaa.

Paikallavalulaatassa käytettävä muottijärjestelmä oli Doka-muotti, joka vuokrattiin Dokalta. Paikallavaletunlaatan paksuus oli 300 mm.

Ontelolaatoissa laskelmissa käytettiin Ansion Sementtivalimon ontelolaattoja, paksuudeltaan 370 mm. Laatasto oli lopputulemassa saumaraudoitettu, ja saumavalettu.

Avainsanat välipohja, liittolaatta, kuorilaatta, ontelolaatta, paikallavalulaatta  
Sivut 38 sivua

Degree Program in Construction and Civil Engineering, Bachelor of Construction  
Management

Author        Aku Jokela

Year 2025

Subject       Comparison of Production Methods for Concrete Intermediate Floors

Supervisor   Miika Rämö

---

The objective of the thesis was to conduct a comprehensive comparison of different implementation methods for intermediate floors. The thesis examined composite slabs, flat slabs, cast-in-place slabs using formwork, and hollow-core slabs. It also explored the requirements for the load-bearing structures beneath the floors and walls under the slabs.

The study utilized completed and ongoing projects of the commissioning company, with actual costs. The topic was chosen because the company has many large concrete-based projects, and no direct comparison between the methods had yet been made.

Composite slabs were examined both as sheet metal constructions and as concrete shell flat slabs. The selected sheet metal is Weckman HC-45. The same supporting system was used for the composite sheets as for the locally cast slab. The concrete flat slab used is a 150 mm thick flat slab from Ansion Sementtivalimo.

The formwork system used for the cast-in-place slab was a Doka formwork, which was rented from Doka. The thickness of the cast-in-place slab was 300 mm.

For the hollow-core slabs, the calculations were based on slabs from Ansio Sementtivalimo, with a thickness of 370 mm. In the final construction, the slab system was joint-reinforced, and the joints were grouted.

Keywords    Intermediate floor, composite slab, shell slab, hollow-core slab, cast-in-place

Pages        38 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Määritelmät .....	1
2.1	Liittorakenne .....	1
2.1.1	Pelti .....	1
2.1.2	Betonirakenteinen kuorilaatta .....	2
2.2	Paikallavalulaatta .....	3
2.3	Ontelolaatta .....	3
3	Tekniset vaatimukset .....	5
3.1	Äänitekniset vaatimukset .....	5
3.2	Palotekniset vaatimukset .....	6
4	Laattoja kantavat rakenteet .....	7
5	Liittolaatta .....	7
5.1	Laatasto .....	7
5.2	Raudoitus .....	7
5.3	Betonointi .....	8
6	Kuorilaatta .....	9
6.1	Laatasto .....	9
6.2	Raudoitus .....	11
6.3	Betonointi .....	11
7	Paikallavalulaatta .....	12
7.1	Muotitus .....	12
7.2	Raudoitus .....	14
7.3	Betonointi .....	14
7.4	Muotin purku .....	15
8	Ontelolaatta .....	16
8.1	Nostotyöt ja asennus .....	16
8.2	Raudoitus .....	19
8.3	Saumavalu .....	19
8.4	Vesireikien poraus .....	22
9	Laatu .....	22
9.1	Ontelo- ja kuorilaattojen valmistustoleranssit .....	22
9.2	Ontelo- ja kuorilaattojen rakentamistoleranssit .....	24
10	Vertailu .....	25

10.1	Liittolaatta .....	25
10.1.1	Aikataulu .....	25
10.1.2	Kustannukset.....	26
10.2	Kuorilaatta .....	27
10.2.1	Aikataulu .....	27
10.2.2	Kustannukset.....	27
10.3	Paikallavalu .....	28
10.3.1	Aikataulu .....	28
10.3.2	Kustannukset.....	29
10.4	Ontelolaatta .....	30
10.4.1	Aikataulu .....	30
10.4.2	Kustannukset.....	31
10.5	Yhteenveto .....	32
11	Johtopäätökset .....	34
	Lähteet.....	35

## Kuvat

Kuva 1.	Liittolevy (Weckman. n.d.).....	2
Kuva 2.	Kuorilaatan perustyyppi (Elementtisuunnittelu, 2023).....	3
Kuva 3.	Ontelolaattojen perustyyppit (Elementtisuunnittelu, 2024).....	4
Kuva 4.	Kuorilaatan 6- ja 4-piste nosto. (Betsset, 2020).....	10
Kuva 5.	Kuorilaataston raudoitusta .....	11
Kuva 6.	Niskapalkkien asennus (Doka, 2014) .....	12
Kuva 7.	Reevaliitin (Doka, 2014).....	13
Kuva 8.	Paikallavaluholvin tuenta .....	13
Kuva 9.	Paikallavalulaatan raudoitusta .....	14

Kuva 10. Kiilan vapautus (Doka, 2014).....	15
Kuva 11. Ontelolaattojen nostotavat (Lujabetoni, 2021).....	16
Kuva 12. Ontelolaattaa kantava seinä .....	17
Kuva 13. Ontelolaattojen asennuspalojen paikat (Lujabetoni, 2021).....	17
Kuva 14. Ontelolaattojen nostosaksien kiinnityskohdat (Lujabetoni, 2021).....	18
Kuva 15. Laataston saumavalu nostoastialla. (Suomen Betonitieto, 2002).....	20
Kuva 16. Saumauksen jälkeinen siivous. (Suomen Betonitieto, 2002).....	21
Kuva 17. Saumojen pumppaus ruuvisekoittimella (Suomen Betonitieto, 2002) .....	21
Kuva 18. Ontelolaattojen vesireiät (Betsset, 2016) .....	22
Kuva 19. Laattojen mittatoleranssit (Parma, 2015) .....	23
Kuva 20. Laattojen korkeustoleransseja (Parma, 2015).....	24

## **Taulukot**

Taulukko 1. Ontelolaattojen painot ja suunnittelu tukipinnat (Elementtisuunnittelu, 2024).....	5
Taulukko 2. Äänitasoeroluvut (Ympäristöministeriö 2018) .....	6
Taulukko 3. Ontelolaattojen saumabetonimenekki (Suomen Betonitieto, 2002) .....	20
Taulukko 4. Liittolaatta aikataulu .....	25
Taulukko 5. Liittolaatta kustannukset .....	26
Taulukko 6. Kuorilaatta aikataulu .....	27
Taulukko 7. Kuorilaatta kustannukset .....	28

Taulukko 8. Paikallavalu aikataulu .....	29
Taulukko 9. Paikallavalu kustannukset .....	29
Taulukko 10. Ontelolaatta aikataulu .....	30
Taulukko 11. Ontelolaatta kustannukset.....	31
Taulukko 12. Aikatauluvertailu .....	32
Taulukko 13. Kokonaiskustannus vertailu.....	33
Taulukko 14. Neliökustannus vertailu .....	33

# 1 Johdanto

Betonirakenteisissa kohteissa välipohjat toteutetaan yleensä ontelolaatoilla, paikallavalettuna, kuorilaatalla tai vähemmän käytetyllä liittolaatalla. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan jokaista toteutustapaa, ja tapoja vertaillaan keskenään työ- ja materiaali menekkien osalta. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä MVR Yhtymä Oy:n kanssa. MVR toimii pääsääntöisesti Satakunnan alueella. MVR toimii julkisen urakoinnin ja teollisuusrakentamisen parissa. Lisäksi Yhtymällä on omaa asuntotuotantoa ja se toteuttaa projekteja myös KVR-mallilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella toteutustapoja yksittäin, ja lopuksi vertailla ja tehdä omaa pohdintaa eri toteutustapojen välillä. Tässä opinnäytetyössä kustannukset otetaan kohteeseen todellisesti materiaalia toimittaneiden toimittajien toteutuneista hinnoista. Työmenekit lasketaan RT-korteista. Opinnäytetyöstä on jätetty tarkastelusta pois mahdolliset LVIS-asennukset, pintalattian pinnoitus, sekä mahdolliset alapuoliset kattorakenteet.

Opinnäytetyössä tarkastellaan eri toteutustapoja yleisesti ja verrataan toteutustapojen neliöhintoja yleisesti. Opinnäytetyön vertailut eivät perustu mihinkään tosiasialliseen alaan, koska joka toteutuksesta tarvitsisi erikseen kaikki rakennesuunnitelmat.

## 2 Määritelmät

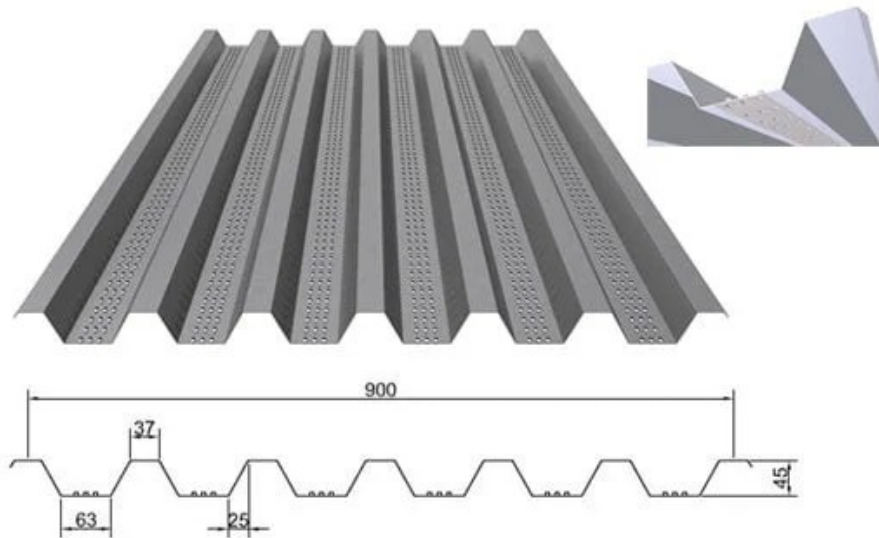
### 2.1 Liittorakenne

#### 2.1.1 Pelti

Liittolaatta on laatastoissa käytettävä ohutlevy, jonka päälle betonointi tehdään. Levy ja levyn mittapiirros on esitetty kuvassa 1. Levyt korvaavat osan laatan alapinnan raudoituksesta, jolloin raudoituksen tarve vähenee. Laattaa valaessa ja muottia tehtäessä, levy toimii alapinnan muottina, joka jätetään valuun, jolloin muotin purkuvaihe nopeutuu. Riippuen käytetystä levystä, sekä kohteen arkkitehtonisista vaatimuksista, levyä saa myös alapuolelta muovipinnoitteisena, jolloin levyn alapinta toimii valmiina alakattona. Liittolevyn tartuntaominaisuus perustuu sen muotoiluun ja kuviointiin, joka takaa tartunnan betoniin. Liittolaattoja saa määrämittäisenä, mutta enimmäispituus on 12 metriä. Levyn leveys 775 mm. Johtuen liittolevyn kevyestä rakenteesta, ei asennuksessa tarvita järeitä nostureita. 0,9 mm vahva liittolevy painaa noin 12,00 kg/m<sup>2</sup>. (Ruukki, 2022)

Liittolaatta on yhteen suuntaan kuivuva rakenne, joka voi pidentää laatan yläpuolisten rakenteiden asennusta. Laattaa alapuolelta lämmittämällä voidaan lyhentää laatan kuivumisaikaa.

Kuva 1. Liittolevy (Weckman. n.d.)



### 2.1.2 Betonirakenteinen kuorilaatta

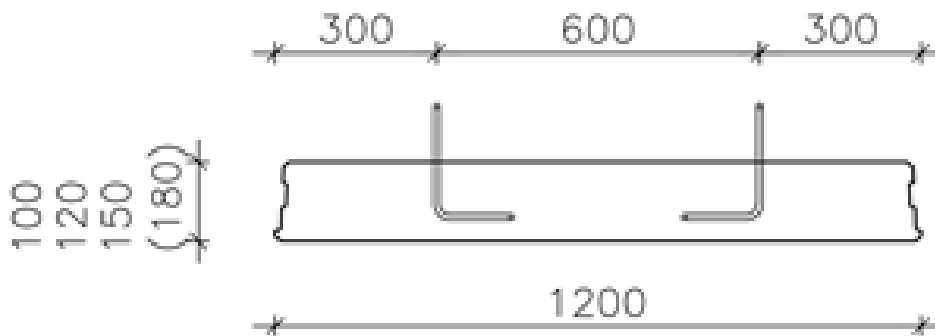
Betonirakenteinen kuorilaatta on yleisimmin käytetty liittolaattarakenne betonirakenteisissa runkorakenteissa. Kuorilaatat ovat ohuita laattaelementtejä, jotka ovat esijännitetyjä. Laatta toimii laatan ylle tulevan paikallavalun alapuolen muottina. Kuorilaatta toimii pääraudoituksen sisältävänä rakenteena lopullisessa tilanteessa yhdessä paikallavaletun pintalaatan kanssa. Kuorilaatat nostetaan laatoissa olevista ansaista. Ansailla varmistetaan työsauman toimivuus pintalaatan kanssa. (Elementtisuunnittelu, 2023)

Laatoissa käytettävä betoni on lujuusluokaltaan C40/50-C70/85, jäykkää betonimassaa. Laatat valetaan ontelolaattojen tavoin liukuvaluna teräspetien päällä, eikä erillisiä valumuotteja tarvita massan jäykkyyden vuoksi. (Elementtisuunnittelu, 2023)

Kuvassa 2 on esitetty kuorilaatan vakioleveys ja paksuudet, leveys on 1200 mm, paksuudet ovat 100, 120 ja 150 mm. Tarvittaessa palonkeston ja kantavuuden vaatiessa elementti voidaan valmistaa 180 mm paksuna. Maksimijänneväli on laatoilla noin 10 metriä. Laattojen pintalaatan paksuus vaihtelee 100–200 mm välillä. (Elementtisuunnittelu, 2023)

Kuorilaatan käyttökohteet ovat yleisimmin asuin-, teollisuus- ja pysäköintirakennuksissa. Käytettäessä kuorilaattaa alapohjissa, voidaan eriste asentaa valmiiksi tehtaalla. (Elementtisuunnittelu, 2023)

Kuva 2. Kuorilaatan perustyyppi (Elementtisuunnittelu, 2023)



## 2.2 Paikallavalulaatta

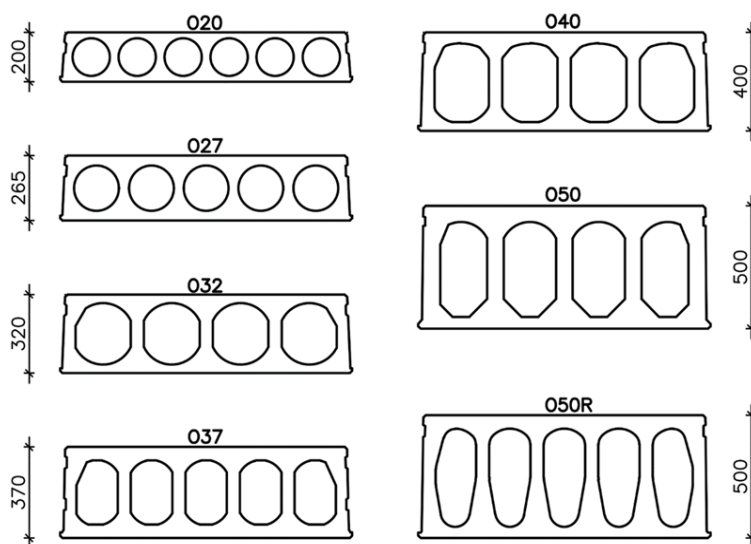
Paikallavalettulaatta on nimensä mukaan työmaalla paikan päällä valettu rakenne. Paikallavalettunlaatan työvaiheisiin kuuluu ontelolaattaan verrattuna muottityöt, raudoitus sekä itse valaminen, ja valun riittävän kovettumisen jälkeen muotin purku. Paikallavalettuaan on myös mahdollista sisällyttää mahdolliset talotekniikka asennukset. Paikallavalettulaatta antaa myös mahdollisuuden valmistaa monimuotoisempia holvirakenteita kuin ontelo- tai liittolaatta. Paikallavalurakenne mahdollistaa ääniteknisesti tarkastellen ohuempia rakenteita kuin saman vahvuiset elementtirakenteet. Paikallavalettulaatta, muotin purkamisen jälkeen, on kahteen suuntaan kuivuva rakenne, joka nopeuttaa laatan yläpuolisten rakenteiden asennusta. (Elementtisuunnittelu, 2010)

## 2.3 Ontelolaatta

Suomessa asuinrakentamista varten, vuosina 1968–1970, kehitettiin BES- järjestelmä (Betonielementti standardi). Järjestelmä sisälsi välipohjien pitkälaatat, ei-kantavat sandwich ulkoseinäelementit ja kantavat ulko- ja väliseinät. Välipohjien laattaelementteinä alettiin käyttää esijännitetyjä kotelo- ja ontelolaattoja. Järjestelmän tarkoitus oli standardisoida elementit ja liitokset niin, että samaan rakennukseen voitiin hankkia elementit useilta toimittajilta. Toimitila- ja teollisuusrakentamisen puolelle standardointi jatkui 80-luvulla. (Betonitieto, n.d.)

Ontelolaatta on yleisesti käytetty betonilaattaelementti, jota käytetään betonirunkorakentamisessa ala- ja välipohjissa niin liike-, kuin teollisuus-, kuin kerrostalorakentamisessakin. Pientaloissa ontelolaattoja käytetään tuulettuvissa alapohjissa. Alapohjarakenteissa ontelolaatat voidaan varustaa tehtaalla lämmöneristeellä. Teollisuus- ja liikerakennuksissa ontelolaatta käytetään myös seinäelementtinä. Ontelolaatan vakio leveys on 1200 mm (12M), ja ontelolaatta mahdollistaa pitkät jännevälit, aina 20 metriin saakka. Kuvassa 1 on nähtävillä ontelolaattojen perustyyppit. Ontelolaattojen vakio paksuudet ovat 150, 200, 265, 320, 370, 400 ja 500 mm, jotka ovat esitetty kuvassa 3. (Huhtiniemi & Kiviniemi, 1992, s.11)

Kuva 3. Ontelolaattojen perustyyppit (Elementtisuunnittelu, 2024)



Ontelolaatat ovat nimensä mukaan laattoja, jonka sisällä kulkee pituussuuntaisia onteloita laatan keventämisen vuoksi, taulukossa 1 on esitetty ontelolaattojen asennuspainot, paino saumattuna sekä vähimmäis- tukipinnat. Ontelolaatat ovat esijännitettyjä, jonka vuoksi ne ovat hieman kaarevia. Laatat valmistetaan liukuvalamalla teräksestä valmistettujen pitkien valupetien päälle. Ontelolaatoissa käytettävä betoni on lujuusominaisuuksiltaan jäykkää C40/50-C70/85 betonimassaa. Massan jäykkyyden vuoksi valukoneen muotoilema ja tiivistämä ontelolaatta pitää muotonsa niin, ettei valmistuksessa tai kovettumisen aikana tarvita erillisiä muotteja. (Elementtisuunnittelu, 2024)

Ontelolaattojen palonkesto on yleisesti, ilman erillistä rakennetta, REI60. Pois lukien O20 laatta, laatat voi suunnitella REI90 tai REI120, tällöin kyseessä on palolaatta. Tarvittaessa pidempää palonkesto-aikaa, REI180-240, on käytettävä alapuolista paloeristystä. (Lujabetoni, 2020)

Taulukko 1. Ontelolaattojen painot ja suunnittelu tukipinnat (Elementtisuunnittelu, 2024)

Laatan tyyppi	Laatan korkeus, mm	Laatan paino, kg/m <sup>2</sup>	Paino saumattuna, kg/m <sup>2</sup>	Vähimmäis-tukipinta, mm
015	150	230	240	60
020	200	265	280	60
027	265	360	380	60
032	320	400	420	60
037	370	485	510	60
040	400	435	465	100
050	500	615	650	100

### 3 Tekniset vaatimukset

#### 3.1 Äänitekniset vaatimukset

Rakennuksessa syntyvät ilmaäänät, joihin kuuluu esimerkiksi musiikki, äänentoistojärjestelmät, puhe ja muut erilaiset tekniset järjestelmät, saavat tiloja ympäröivät pinnat värähtelemään. Ääni etenee rakenteissa värähtelynä, ja siirtyy näin tilasta toiseen. Tätä vähentämään tarvitaan ilmaääneneristys. (Ympäristöministeriö, 2018)

Väli- ja alapohjiin kohdistuvia iskuista johtuvia ääniä kutsutaan askelääniksi. Näiden lähteitä voivat olla esimerkiksi esineiden putoaminen, huonekalujen siirrot tai kävely. Liikehuoneistoissa myös erilaiset tavarankuljetukset. Iskuista johtuva rakenteiden värähtely aiheuttaa rakenteen toisella puolella ilmaääntä. Näitä ääniä voidaan vaimentaa tilojen välisellä ääneneristyskerroksella. Taulukossa 2 on esitetty Ympäristöministeriön ohjearvot äänitasoerolukuun. Ääneneristyksessä tulee huomioida myös rakenteiden värähtely, joka etenee rakenteissa myös sivuttaissuunnassa. Ääneneristävyyteen vaikuttaa lattiapäällysteet, joustavalla lattiapäällysteellä saadaan pienennettyä askelääntä, saumojen ja liitosten tiiveys, sekä taloteknisten järjestelmien eristys. (Ympäristöministeriö, 2018)

Taulukko 2. Äänitasoeroluvut (Ympäristöministeriö 2018)

Tilatyyppi	Ohjearvo Äänitasoeroluku $D_{nT,W}$ (dB)		
	Ympäröiviin tiloihin yleensä	Toiseen käyttötarkoitukseltaan saman tyyppiseen tilaan, kun välissä on ovi	Käytävään tai aulaan, kun välissä on ovi
Opetustila	44	42	34
Musiikinopetustila	60	52	44
Varhaiskasvatuksen opetustila	44	42	34
Neuvottelutila	48	42	34
Sairaalan, terveysaseman, tms. hoitotila	48	42	39
Sairaalan, terveysaseman, tms. potilaspaikka	48	42	34
Liikuntatila	57	48	42
Toimistohuone	40	40	30
Toimistorakennuksessa kahden eri toimijan välillä	52	-	-

### 3.2 Palotekniset vaatimukset

Rakennukset luokitellaan käyttötarkoituksen mukaan eri paloluokkiin. Näitä paloluokkia ovat P0, P1, P2, ja P3. P0 paloluokkaa käytetään vain, jos rakennuksen kokoon nähden palokuorman on poikkeuksellisen vähäinen, tai normaalia vähäisempi henkilömäärä. Samassa rakennuksessa voi olla eri paloluokkiin kuuluvia osia, edellyttäen että osat ovat eristetty toisistaan palomuurilla. Välipohjat toimivat yleensä aina rakennuksessa paloosastoivana rakenteena. Betonirakenteiset välipohjat ovat aina niin paksuja, että ongelmia palokatkon vahvuuden kanssa ei tule. Massiivi- ja liittolaatoissa paloa eristävänä kerroksena toimii koko laatan paksuus. Ontelolaatoissa palokatko voidaan tehdä ylä- tai alapintaan.

Välipohjaan kuitenkin tehdään läpivientejä, jolloin palotekniset ominaisuudet heikkenevät. Ontelolaatoissa savukaasujen ja palon leviäminen läpivienneistä laatan onteloihin on estettävä. Onteloiden kautta kaasut leviävät helposti muihin tiloihin. (Ympäristöministeriö, 2018)

## 4 Laattoja kantavat rakenteet

Laattojen alapuolisten seinärakenteiden betonin lujuus pitää olla vähintään C25/30. Laattoja kantavan seinän, tai elementin, yläreunassa tulee olla liitokseen vaikuttavan pystykuorman mukaan mitoitettu halkaisuraudoitus. Lisäksi laattoja kantavan alapuolisen rakenteen yläreunassa on oltava hakas- tai lenkkirauδοitus, joka estää nurkkien lohkeamisen. Ontelolaattoja kantavan seinän, jossa ontelolaatoissa tulee päätysauma, paksuuden on oltava vähintään 180 mm, jotta laattojen päihin saadaan riittävä tukipinta, ja laattojen päätysaumoissa päätyjen välillä on vähintään 50 mm sauma. (Suomen Betoniyhdistys, 2012)

## 5 Liittolaatta

### 5.1 Laatasto

Laatastona laskelmassa käytetään Weckmanin liittolevyä, HC-45, paksuudeltaan 0,9 mm. Laatan hyötyleveys on 900 mm ja pituudet maksimissaan 12000 mm. Laatasto toimii alapuolen muottina ja alapuolen vetorauδοituksena. Levyn tukipinta kantavan rakenteen päällä on oltava vähintään 50 mm. Etuna ohutlevyrakenteisessa liittolaatassa on, että levyt ovat kevyt rakenteisia, eikä asennukseen tarvita järeää nostokalustoa. (Weckman. n.d.)

Ennen peltien latomisen aloittamista, tehdään laataston alapuolelle työnaikaiset tuet. Laatasto asennetaan päistään kantavien seinien päälle, minimi tukileveys päädyissä 50 mm. Levyt asennetaan sivusuuntaan ohjeen mukaan limittäin, ja ruuvataan toisiinsa kiinni porakärkiruuveilla noin 500 mm välein. Levyjen päätyihin profiilin alle asennetaan tiivistyslista, jolla estetään betonin karkaaminen levyn alta. Listat asennetaan 20–30 mm levyn päistä sisäänpäin. (Weckman. n.d.)

### 5.2 Raudoitus

Liittolevy toimii itsessään alapinnan vetorauδοitteena, muotonsa ja levyssä olevien tartuntapiikkien ansiosta. Levy ei korvaa levyn poimujen poikkisuuntaista raudoitusta. Levy

kestää myös hyvin suuria leikkausvoimia. Laatasto on, kuten paikallavalettavalaattakin, aina raudoitettava reunoilta reunahaoilla. Näiden raudoitteiden tehtävä on poistaa laatan mahdollinen reunahalkeilu. Haat asennetaan niin, että haan pohja osoittaa kohti laatan ulkoreunaa, ja toinen haan toinen sivu tulee yläpinnan raudoitukseen, ja toinen alapintaan. Hakojen pohjan tulee olla alapuolisen seinän, eli tukipinnan päällä. Hakojen sisänurkkiin asennetaan kiertämään rengasteräkset, koko laatan matkalle. Aukkojen reunat on myös aina kierrettävä haoilla ja pieliraudoiteilla. (Weckman. n.d.)

Levyihin nähden poikittainen raudoitus, jolla varmistetaan kuormien jakautumien, ja jonka vähimmäismäärä on 0,2 % poikkileikkauksen pinta-alasta, tulee kyseeseen, jos laatalle tulevat piste- ja viivakuormat ovat mitoituksessa määrääviä. Raudoitus asennetaan suoraan levyn päälle. Laatan alla olevien, saman suuntaisten kantavien seinien kohdalle yläpintaan asennetaan teräsmäärä, joka on minimissään,  $1,5 \cdot h$  ( $\text{mm}^2/\text{m}$ ), laatan kokonaispaksuus= $h$ . Jos laatta mitoitetaan yhteen suuntaan kantavana, yläpintaan tulevat noin 0,2 mm halkeamat sallitaan, jakoraudoitusta ei yleensä käytetä. Jos halkeamia halutaan rajoittaa, asennetaan tuen päälle keskeltä mitaten vähintään 600 mm molempiin suuntiin yltyvät teräkset. (Weckman. n.d.)

### 5.3 Betonointi

Ennen liittolevyjen betonointia, on varmistettava, että valettava pohja on puhdas roskista, jäädystä ja lumesta. Epäpuhtaudet haittaavat betonin tarttumista levyssä oleviin tartuntapiikkeihin. Betonin menekki saadaan vähentämällä normaalikaavasta, kertomalla laatan betonointikorkeus(m) betonoitavan laatan pinta-alalla( $\text{m}^2$ ). laatan profiilin syrjäyttämä määrä, joka saadaan HC-45 levyllä vähentämällä laatan paksuudesta 20 mm. Betoniksi liittolevyille suositellaan NP betonia raekoolla 16 mm, eli nopeasti kuivuvaa betonia, jolla saavutetaan massan nimellislujuus selvästi normaalia massaa nopeammin. Lisäksi betonin kuivuminen on 2–3 kertaa nopeampaa kuin tavallisella betonilla, näin saadaan laatan kuivumisaikaa lyhennettyä, koska laatta ei kuivu kuin ylöspäin. (Weckman. n.d.)

Betonointi tapahtuu pumppuautosta pumppaamalla. Betonointi aloitetaan reunatuokien kohdalla, jolloin estetään levyn päiden nousu tukipinnoilta. Massaa lasketaan tasaisesti laatastolle, jos kasoja joudutaan tekemään, on ne tehtävä reuna- tai välitukien kohdalle. Massa vibrataan normaalisti, jotta valuun ei jää ilmataskuja. Valun pinta tasoitetaan hiertämällä, jonka päälle asennetaan askeläänieriste. NP betonin jälkihoito tehdään peittämällä se rakennusmuovilla, jottei kosteus haihdu liian nopeasti ja aiheuta halkeamia. Kun valu on saavuttanut 60 % suunnittelulujuudesta, voidaan työnaikaiset tuet poistaa. Kuitenkin aikaisintaan viikon kuluttua valusta. (Weckman. n.d.)

## 6 Kuorilaatta

### 6.1 Laatasto

Kuorilaatoissa on nostolenkit tai ansaat, joista laatat nostetaan paikoilleen. Kuorilaatat, joista lenkit puuttuvat, nostetaan ontelolaattojen tapaan nostopuomin ja -saksien kanssa. Kaikkia laattatyyppejä ei saa nostaa saksien kanssa, valmistaja antaa tiedot saksinostoon hyväksytyistä laatoista. Laattojen nostoa nostoliinojen kanssa ei suositella. (Betoniteollisuus, 2013)

Jotta nostosta aiheutuva rasitus kohdistuisi mahdollisimman tasaisesti kaikille saksille tai lenkeille, on nostokohta laatan päästä 300–800 mm. Haarakulma nostoketjuilla on maksimissaan 60°. Jos laatassa on reikiä, ei nostokohta saa olla reiän kohdalla. Laatan nostopisteiden määrän määrittelee suunnittelija. Kun elementin pituus ylittää 6,5 m, tai elementissä on reikiä tai heikennyksiä, on nostossa käytettävä myös laatan keskikohdassa olevia ansaita tai nostolenkkejä, 6-pistenosto (Kuva 4). 6-pistenostossa on käytettävä asennustukea myös laatan keskellä. Pitkille laatoille tarvitaan väliaikaiset tuet myös kuljetuksen aikana, sekä mahdollisen välivarastoinnin aikana työmaalla. Laatat, joiden leveys on pienempi kuin 1200 mm, kavennetut laatat, voidaan nostaa nostolenkeistä, ansaista tai lenkkien puuttuessa nostoliinoilla. (Betoniteollisuus, 2013)

Liitoksessa kuorilaattoja kantavaan alapuoliseen rakenteeseen voidaan toteuttaa seuraavilla tavoilla:

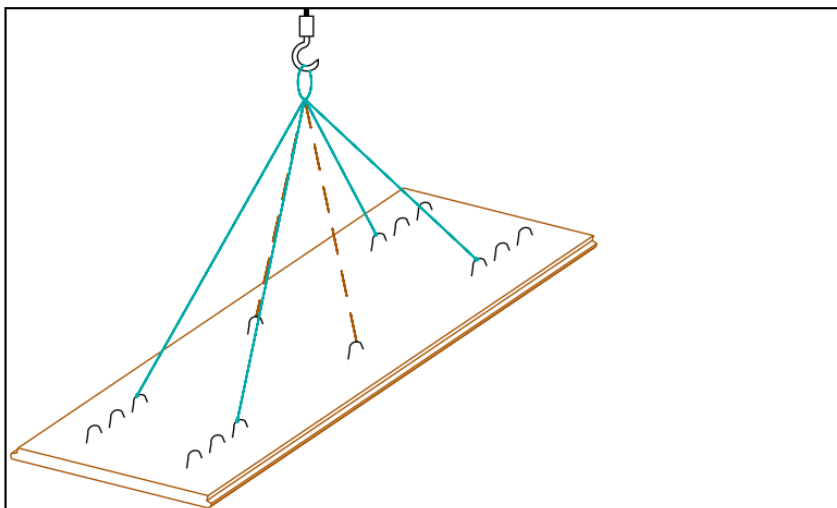
1. Laatta asennetaan suoraan esimerkiksi teräspalkin laipan päälle, sileälle pinnalle.
  2. Jos tukipinta on betonia, on pinnan oltava vähintään hiertopinta. Pinnan tasaisuus tulee olla sellainen, että elementti on kiinni tukipinnassa vähintään 300 mm välein.
  3. Laatat voidaan asentaa jälkikäteen valettavan kantavan rakenteen muotin reunan päälle, tai enintään 300 mm päähän väliaikaisesta tuesta, näin varsinainen tukipinta muodostuu vasta jälkivalun yhteydessä.
  4. Laatat voidaan asentaa 15 mm paksujen muovisten asennuspalojen päälle. Asennuspalat on sijoitettava laatan nurkkiin, sekä keskelle. Väli täytetään jälkivalussa.
  5. Tukipinnan ja laatan välissä voidaan käyttää 10–20 mm paksua neopren-nauhaa.
- (Betoniteollisuus, 2013)

Laattojen alle asennetaan väliaikaisia tukilinjoja työnajaksi, jotka ottavat vastaan pintavalusta syntyviä kuormia ennen pintavalun kovettumista. Tukilinjojen paikat ja määrät määritellään tehtaalta saadussa asennussuunnitelmassa. Suunnitelmassa on myös laattojen sijoituskaavio sekä laattojen alle tehtävä esikorotus, yleensä 5–20 mm. Tukilinjojen väliaikaiset tuet asennetaan korkoon ennen laattojen asennusta. Suunnittelijalta on varmistettava, ettei alemman holvin taipuma aiheuta tuille liiallista taipumista eikä alemman holvin kantokyky ylitä. (Betoniteollisuus, 2013)

Ellei suunnitelmissa erikseen mainita, on laatan tukipinta 60 mm ja asennustoleranssi +/- 20 mm. Jos tukipinta jää alle 40 mm, täytyy olla yhteydessä suunnittelijaan. Esimerkiksi korkeissa tiloissa, jos tukilinjoja ei ole lainkaan, käytetään suunnitelussa 80 mm tukipituutta. Jollei työnaikaisia tukia käytetä, voi kuorilaatta lohjeta, kiertyä, taipua viereisiä laattoja enemmän tai katketa läpivientien ja heikennysten kohdalta päälle tulevan valumassan painosta. Tästä syystä heikennysten kohdalla on aina käytettävä tukia, kun reiän leveys on  $\geq 400$  mm. Tuet asennetaan poikkisuuntaan laattaan nähden vähintään reiän leveyden matkalle. Tukien korko on oltava niin, ettei ne nosta kuormittamatonta kuorilaattaa. Pintavaluun tulevien työsaumojen kohdalle on asennettava tuki. (Betoniteollisuus, 2013)

Asennusaikaiset tuet voi poistaa vasta kun, pintavalun lujuus on saavuttanut suunnittelulujuudesta 60 %. Suositeltavaa on kuitenkin jättää tuet siihen asti, että valu on saavuttanut 70 % lujuuden suunnittelulujuudesta, betonin viruman estämiseksi. Jos laatan päältä otetaan seuraavan holvin tuki, on alle jätettävä riittävän tiheä tuenta. (Betoniteollisuus, 2013)

Kuva 4. Kuorilaatan 6- ja 4-piste nosto. (Betsset, 2020)



## 6.2 Raudoitus

Kuorilaataston ulkokehälle asennetaan aina rengasraudoitus, kun laatastoa käytetään osana runkoa jäykistävää levyrakennetta. Jos laatastoon kohdistuu merkittäviä vaakasuuntaisia taivutusrasituksia, rengasraudoitus mitoitetaan niiden mukaan. Laataston tukien kohdalle asennetaan aina onnettomuustilanteiden raudoitus. Onnettomuustilanteiden raudoituksen tarkoitus tuilla on mahdollistaa se, että laatasto kantaa onnettomuustilanteessa yli vaurioituneen alueen vedettynä kalvo- ja köysirakenteena estäen jatkuva sortuma, kiinnittämällä laatasto viereiseen kenttään. Reunoilla raudoitus asennetaan aina pintavalun alapintaan, kuten kuvassa 5 näkyy. Kun otetaan huomioon betonipeitteen riittävyys, voidaan raudoitus asentaa välitukien kohdalla valun yläpintaan. Onnettomuustilanteessa yläpinnassa oleva tukimomenttiraudoitus voi myös toimia onnettomuustilanteiden raudoituksena. (Parma, 2015)

Kuva 5. Kuorilaataston raudoitusta



## 6.3 Betonointi

Kuorilaatasto ei itsessään kanna päälle tulevasta valusta syntyviä kuormia, ennen kuin betonilaatta on saavuttanut nimellislujutensa. Pois lukien, jos laataston asennus on suunniteltu tehtäväksi ilman tukia. Pintavalusta syntyvä kuorma laatastolle on merkittävä kuormitustekijä ennen betonin kovettumista. Tuilla lyhennetään laataston jännevälejä betonoinnin ajan. Tuet voidaan poistaa vasta, kun pintabetoni on saavuttanut nimellislujuudesta 70 %. (Parma, 2015)

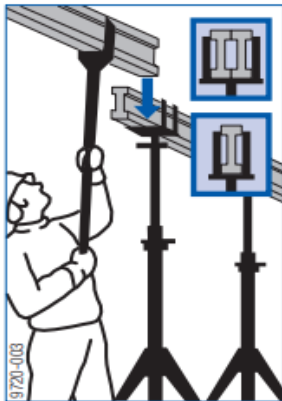
Ennen kuorilaataston pintavalua, on varmistettava, että laatasto on tuettu, puhdistettu kaikesta liasta ja roskasta. Laataston pinnalla tai saumoissa ei saa olla irtonaista vettä, lunta tai jäätä. Pintavalusta on tehtävä erikseen betonointisuunnitelma, josta selviää suunnittelijoiden kanta pintavalun lujuudenkehitykseen ja tätä kautta työn aikaisten tukien poistamiseen ja betonin jälkihoitoon. (Parma, 2015)

## 7 Paikallavalulaatta

### 7.1 Muotitus

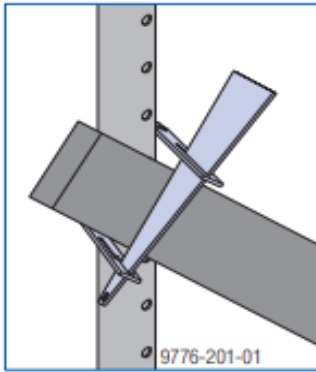
Holvin muotitus aloitetaan asentamalla haarukkapäiset holvituet 2000 mm välein toisistaan. Haarukat asennetaan holvitukiin ennen tukien pystyyn nostamista. Tuet säädetään karkeasti oikeaan korkoon käyttäen tuessa olevia reikiä sekä lukituspulttia. Tukiin asennetaan alapäähän kolmijalka, joka tukee tuen pystyyn. Tukien päälle nostetaan niskapalkit käyttäen asennushaarukkaa, kuten kuvassa 6.(Doka, 2014)

Kuva 6. Niskapalkkien asennus (Doka, 2014)



Haarukkapäätä kääntämällä voidaan haarukkaan asentaa joko yksi palkki, niskojen päät, tai kaksi palkkia, niskapalkkien jatkot. Niskapalkit säädetään oikeaan korkoon käyttäen tuessa olevaa kierrettävää säätöä. Holvituet voidaan jäykistää diagonaalisesti käyttäen lautaa ja muottijärjestelmä kohtaista vinotuen kiinnikettä, reevaliitintä, jolla vinotukena toimiva lauta kiinnitetään holvitukiin, kuva 7.(Doka, 2014)

Kuva 7. Reevaliitin (Doka, 2014)



Niskapalkkien asentamisen jälkeen, niskojen päälle nostetaan koolauspalkit käyttäen samoja asennushaarukoita. Koolauspalkkien väli on maksimissaan 500 mm. Koolauspalkkien kaatumisen estämiseksi voidaan palkkeihin asentaa koolauspalkkien tuet. (Doka, 2014) Niskapalkkien alle, haarukkapäisten holvitukien väliin, asennetaan väliholvituet, joiden päähän kiinnitetään jousella kiertopää. Kiertopään avulla tuki saadaan kiinni niskapalkkeihin vain tukea kääntämällä. (Doka, 2014)

Kuvassa 8 näkyy kaikki holvituet asennettuna. Holvin tukemisen jälkeen holvin päälle asennetaan reunamuotit, joihin kiinnitetään kaiteet. Kaiteissa on kiinnityspisteet turvavaljaille, joita on käytettävä muottilevyjen asennuksessa. Vaihtoehtoisesti levyt voidaan asentaa maasta, telineiden avulla. Levyt asennetaan poikittaissuuntaan koolauspalkkeihin nähden. Levyt naulataan tarvittaessa kiinni koolauspalkkeihin, esimerkiksi reuna-alueilla. Ennen raudoitusta levyjen päälle ruiskutetaan betonin irrotusainetta, muottiöljyä. (Doka, 2014)

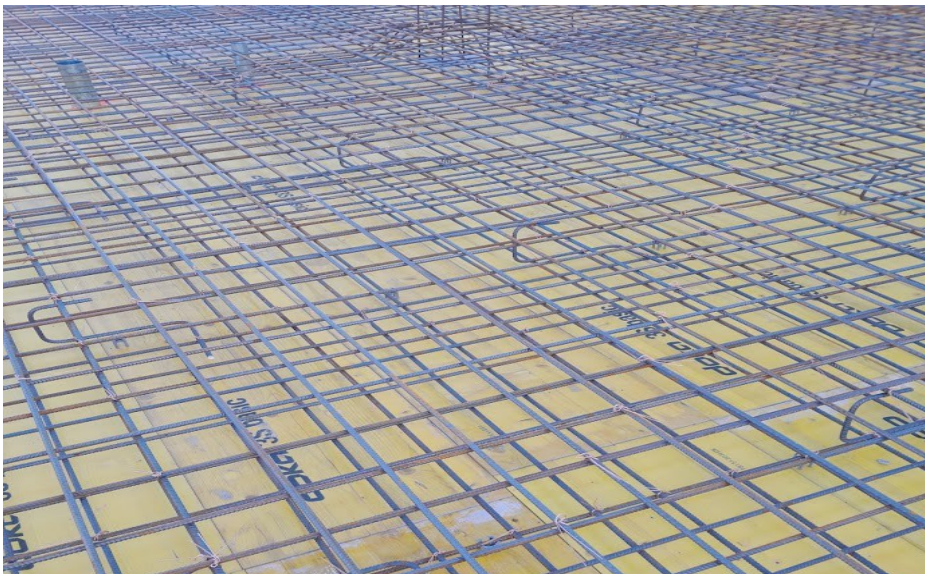
Kuva 8. Paikallavaluholvin tuenta



## 7.2 Raudoitus

Raudoitusohjeesta tulee selvittää laatan raudoitukseen seuraavat asiat, tankojen lukumäärät, katkaisupituudet, läpimitat, mahdolliset tankojen taivutusosien pituudet ja kulmat sekä tangon muoto. Raudoitus aloitetaan asentamalla muottilevyn päälle raudoituskorokkeet, jotka nostavat raudoituksen irti muotin pinnasta, jotta suojabetonin määrä täyttyy. Korokkeiden päälle asennetaan alapinnan työteräkset, joiden päälle asennetaan valmis raudoitusverkko, tai rakennetaan yksittäisistä teräksistä verkko, rakennesuunnittelun mukaan. Seuraavaksi tehdään alapinnan mahdolliset kiinnitykset ympäröiviin seinärakenteisiin. Yläpinnan raudoituksen tukemiseksi asennetaan valmiit ansaat tai tukipukit, jotka näkyvät kuvassa 9 verkkojen välissä. Yläpinnan teräksille asennetaan asennusraudat alapinnan tapaan, jonka päälle valmis verkko tai yksittäisistä tangoista rakennettava verkko. Reunoille asennetaan kulkemaan suunnitelmien mukaiset rengasteräkset. (Ratu, F27-0357 s.9)

Kuva 9. Paikallavalulaatan raudoitusta



## 7.3 Betonointi

Ennen betonointia on varmistettava alustan puhtaus roskista, liasta, vedestä ja lumesta tai jäästä. Ennen betonointia on myös varmistettava mahdollisten LVIS vetojen ja varausten määrät ja oikeat paikat.

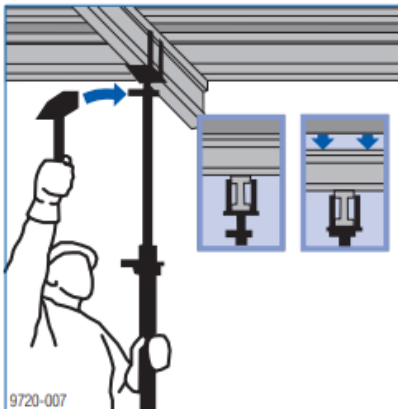
Betonointi suoritetaan yleensä pumppubetonoinnilla. Laatan valaminen aloitetaan laidasta edeten kaista kerrallaan toiseen laitaan. Laatan paksuuden mukaan, laatta valetaan ensin noin puoleen väliin paksuudesta, jonka jälkeen lähdetään uudelleen täyttämään muottia haluttuun pintaan. Betonia on tiivistettävä valun aikana sauvatäryttimellä. Laatan pinnan

korkeaa tarkkaillaan valun edetessä korkolaserilla. Raakavalussa valun pinta tasataan oikolaudalla, tärypalkilla tai pitkävartisella hiertimellä. Raakavalun päälle tuleva rakenne asettaa vaatimukset pinnan tasaisuudesta, raakavalu voidaan eristää, pumpputasoittaa, tavanomaisesti tasoittaa tai valaa kerralla valmiiksi. Valua on jälkihoidettava 3–14 vuorokautta valun jälkeen, riippuen olosuhteista. Valua voidaan jälkihoitaa esimerkiksi päällystämällä se muovilla, joka estää veden haihtumisen, kastelemalla tai ruiskuttamalla jälkihoitoainetta. (Ratu, F27-0357 s.9)

## 7.4 Muotin purku

Kun laatan betoni on saavuttanut 70 % suunnittelulujuud estä, voidaan muotin purkamisen aloittaa. Muotin purku on tehtävä telineiltä tai henkilönostimesta. Purku aloitetaan irrottamalla välituet niskapalkkien alta. Kun pystyssä on enää kruunupäiset holvituet, vapautetaan tuet lyömällä kruunussa oleva kiila auki kuvan 10 mukaan, jolloin palkisto laskee 60 mm. (Doka,2014)

Kuva 10. Kiilan vapautus (Doka, 2014)



Palkiston laskun jälkeen koolauspalkit kaadetaan joko käsin tai asennushaarukkaa käyttäen. Koolauspalkkien kaatamisen jälkeen ne saadaan vedettyä niskapalkkien päältä käsin pois. Koolauspalkkeja on jätettävä muutamia levyjen saumakohtiin, jolla estetään levyjen putoaminen. Koolausten jälkeen poistetaan muottilevyt. Kun levyt on poistettu, poistetaan loput koolauspalkit ja niskapalkit. Kruunupäiset holvituet lasketaan alas ja poistetaan tukijalat. (Doka, 2014)

## 8 Ontelolaatta

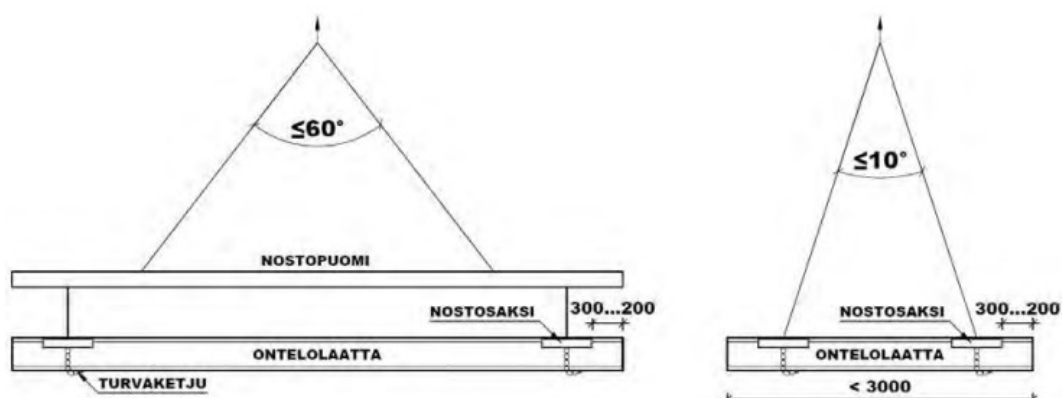
### 8.1 Nostotyöt ja asennus

Nosturin mitoitus tehdään asennustyöhön noston epäedullisimman suunnan mukaan. Kapasiteetti mitoitetaan vähintään 15 % suuremmaksi. Kapasiteetin selvittämiseksi täytyy laskea seuraavia asioita: 1) laattojen maksimipainot, 2) nostopuomin paino, n. 100kg/m, 3) laattojen mitat (pituus, leveys, korkeus), 4) nostopaikan kantavuus, 5) pisin nosto, etäisyys ja korkeus ja 6) mahdolliset esteet, sähkölinjat, rakennukset (Lujabetoni, 2021).

Ontelolaattojen nostossa asennuskalustona käytetään nostopuomia ja puomissa ketjuilla kiinni olevilla nostosaksilla. Laattoja, joissa on nostolenkit, ei saa nostaa saksilla, laatat on kiinnitettävä lenkeistä suoraan nostoketjuihin. Yleisesti nostoissa käytetään kahta nostosaksiparia, laatan painon ollessa yli 8 tonnia, täytyy käyttää neljää saksiparia. Ontelolaattojen nostoissa saa käyttää ainoastaan saksia, jotka on laattoja valmistavalta tehtaalta. Sakset toimitetaan ensimmäisen kuorman kanssa, ja palautetaan viimeisen kuorman mukana. Työmaalle tullessa nostopuomiin ja -saksiin on tehtävä käyttöönottotarkastus. (Lujabetoni, 2021)

Laattojen reunoissa on nostovaaraan sopiva ura, johon nostosakset puristuvat. Saksissa on oltava laattojen putoamisen estävät turvaketjut. Ennen nostoa sakset asennetaan kuvan 11 mukaan uriin 200–300 mm laatan päästä, sekä kiinnitetään nostoketjut. Turvaketjut on oltava kireällä, ja ne saa irrottaa, kun laatta on tukipinnasta alle 100 mm korkeudella. Nostaminen turvaketjuilla on kielletty. Nostopuomiin on merkitty nostokapasiteetti, jota ei saa ylittää. Ketjujen haarakulma saa olla puomia käytettäessä maksimissaan 60°. Lyhyet, alle 3 metriset laatat, voidaan nostaa ilman puomia, kun nostokulma jää alle 10°. (Lujabetoni, 2021)

Kuva 11. Ontelolaattojen nostotavat (Lujabetoni, 2021)



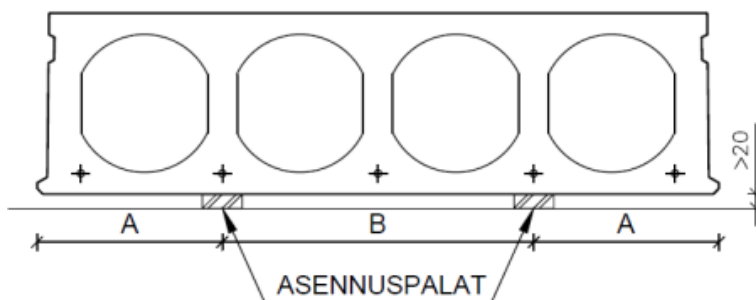
Asennusta valmisteleviin töihin kuuluu laattojen sijainti ja korkeusasemat. Ontelolaatat asennetaan kantaville rakenteille asennuspalojen, jotka näkyvät kuvassa 12, tai neopreeninauhan päälle. Teräspalkkien päälle asennettaessa tukipintana on teräspinta tai neopreeninauha.

Kuva 12. Ontelolaattaa kantava seinä



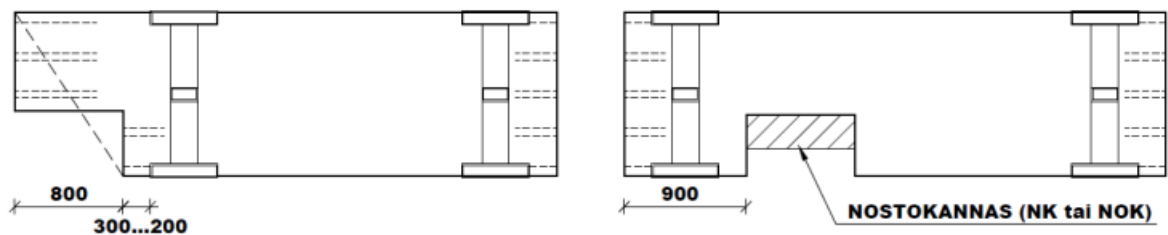
Asennuspaloina käytetään muovisia paloja, joiden mitat ovat 120x80 tai 75x50 ja paksuus 5–25 mm. Asennuspalat asetetaan tukipinnalle niin, että laatan pään ja asennuspalan väliin jää 20 mm tila, riittävän tukipinnan saamiseksi. Ellei punossuunnitelmissa erikseen esitetä, asennuspaloja tarvitaan 2 kpl/pääty. Asennuspalat asetetaan kuvan 13 mukaan laatan toiseksi reunimmaisesta uuman kohdalle. Tukipinnan ja laatan välinen rako täytetään ontelokentän saumavalun yhteydessä. (Lujabetoni, 2021)

Kuva 13. Ontelolaattojen asennuspalojen paikat (Lujabetoni, 2021)



Asennus-/punossuunnitelmissa on esitetty ennen laattojen asennusta tehtävät tuennat. Leuka- ja matalapalkit on myös tuettava kiepahduksen estämiseksi. Vasta kun laatastonsaumamat ovat kovettuneet, saa asennus aikaiset tuet poistavat. Laatat, joissa on merkintä NL (nostolenkki), nostetaan aina lenkeistä tai ankkureista. Jos laatastonsaennus on kalteva, ja se ylittää 1:5 ( $>11^\circ$ ) tällöin nostaminen saksilla on kielletty, ja asennus tapahtuu nostolenkeistä. Osittain kavennetut, vinopäiset tai reikäiset laatat voi nostaa täysileveältä ehjältä osalta nostoulokkeen ollessa maksimissaan 800 mm. Laatat, joissa on yläpunokset, uloke voi olla pidempi. Jos käytetään saksinostoa, on laatan päässä oltava 900 mm ehjää laattaa, kuten kuvassa 14 on näytetty. (Lujabetoni, 2021)

Kuva 14. Ontelolaattojen nostosaksien kiinnityskohdat (Lujabetoni, 2021)



Asentamisesta on laadittu ennen aloitusta asennusjärjestys, sekä suunnitelma, jonka mukaan asennus suoritetaan. Kuormassa päällimmäisenä tulee aina mahdolliset kavennetut laatat, tai lyhyemmät laatat, joista asentaminen kannattaa aloittaa. Näin säästytään välivarastoinnilta ja vähennetään riskiä laattojen vaurioitumisesta. (Lujabetoni, 2021)

Laattojen asentamiseen tarvitaan minimissään 5 henkilöä. Yksi nosturin käyttäjä, kaksi asentajaa holville sekä kaksi auton lavalle purkamaan kuormaa ja kiinnittämään saksen. Laattoihin voidaan tarvittaessa kiinnittää ohjausköysi ja laatat väännetään paikoilleen asennuskangella. Asennuksessa on tärkeää kiinnittää huomiota minimitukipituuteen. Asennuksen edetessä rakennetaan kaiteet holvien ja aukkojen reunoille. Pienten, alle  $1 \text{ m}^2$ , aukkojen päälle tehdään vanerinen putoamissuojaus, joka kiinnitetään holviin. (Lujabetoni, 2021)

Laatoista voidaan tehtaalla jättää pois reikiä ja syvennyksiä, jos vaarana on laatastonsaennus vaurioituminen jännevoiman päästössä, kuljetuksessa tai asentamisessa. Suunnitelmissa on merkinnät NK tai NOK. Saumojen valamisen ja kovettumisen jälkeen nostokannakset saa poistaa timanttisahaamalla. (Lujabetoni, 2021)

## 8.2 Raudoitus

Ontelolaattojen saumoihin asennetaan sauma- ja rengasteräkset, sekä mahdolliset sähköputket. Ontelolaattakentän sivuihin sekä tarvittaviin saumoihin tehdään tukkeet, eli paikallavalun muotit. Ontelolaattojen päissä olevien tulppien sijainti ja pysyvyys tarkistetaan ennen juotosvaluja. Betonina saumavaluissa käytetään notkistettua S4 luokan betonia, raekoko max. 8 mm ja lujuus vähintään C20/25. Laatoissa on huomioitava myös mahdolliset ontelovalut, joissa onteloita valetaan umpeen, jotka esitetään punossuunnitelmissa. Ontelovalujen massan raekoko ja lujuusluokka voi olla suurempi kuin saumavalujen. Valuissa on käytettävä sauvatärytintä. Talvikuukausina valuissa käytetään saumojen lämmitystä, tai pakkasbetonia. Lämpimällä kelillä on tarpeen kastella ontelokenttää ennen saumavaluja. Valun jälkeen on huolehdittava betonin jälkihoidosta ja suojauksesta. Nostokannakset ja asennus aikaiset tuet voidaan poistaa vasta saumavalujen kovettumisen jälkeen. Laatasto ei saa kuormittaa yli  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$  hyötykuormalla ennen saumojen kovettumista. (Lujabetoni, 2021)

## 8.3 Saumavalu

Ontelolaatastosta välipohjassa, saadaan saumateräksillä ja saumavaluilla, yksi yhtenäinen jäykkä levy. Tämän takia saumojen valujen onnistuminen on niin ääniteknisesti, kuin rakenteellisestikin toimivan välipohjan perusedellytys. Ennen saumaustyötä, on varmistettava, että onteloiden saumat ovat puhtaat. Ontelolaattojen saumojen puhdistaminen on hidasta, ja näin ollen kallista, joten saumavalut pyritään tekemään mahdollisimman pian asennuksen jälkeen. (Suomen Betonitieto, 2002)

Talven suurin ongelma saumaustyössä, on lumi ja jää. Laatasto voidaan suojata peitteillä, mieluiten lämpöpeitteillä. Peitteiden on kestettävä nostoa nosturilla, jotta ne voidaan helposti putsata lumesta. Peitteillä suojataan myös saumavalu jäätymiseltä työn jälkeen. Jos lunta ja jäätä päätyy saumoihin, tulee ne poistaa paineilmalla tai kaasulämmittimellä. Höyrysulatusta ei saa käyttää, sillä höyrystä tiivistyvä vesi voi jäätymään ontelon saumoihin ennen valua, ja näin heikentää saumavalun tartuntaa laattaan. (Suomen Betonitieto, 2002)

Saumojen valu voidaan tehdä nostoastiaa käyttäen, kuten kuvassa 15, tällöin astiassa on oltava valusukka, ja työmaalla on oltava nosturi, joka kattaa koko laataston. (Suomen Betonitieto, 2002)

Kuva 15. Laataston saumavalu nostoastialla. (Suomen Betonitieto, 2002)



Taulukossa 3 näytetään eri ontelolaattojen saumabetonin menekki yksiköllä litraa per metri. Tehokkain tapa laataston saumavaluun on valmisbetonin pumppaus. Pumppaus voidaan suorittaa betonin kuljetuspumppuautoa (Pumi) tai erityistä saumapumppua. Betonivalmistajalla voi olla laataston pumppaukseen ohjeet esimerkiksi putkiston halkaisijasta ja pituudesta. Yleensä valmistajien suositus putkikooksi on vähintään 65 mm.

Taulukko 3. Ontelolaattojen saumabetonimenekki (Suomen Betonitieto, 2002)

Tyyppi	Menekki l/m
015	5
018	6
020	7
027	11
032	13
037 ja 040	n. 15
050	19

Halkaisijaltaan pienempi letku on helpompi käsitellä, mutta siinä on suurempi pumppausvastus, näin ollen letku tukkeentuu helpommin. Pumpulla valetut sauma on myös tiivistettävä täryttimellä huolellisesti. Tiivistyksen jälkeen laataston pinnalta siivotaan ylimääräinen betoni lastaa käyttäen, kuva 16. Tyypillisesti saumavaluissa käytetään lujuudeltaan C30/37 ja raekooltaan 8 mm olevaa betonia. (Suomen Betonitieto, 2002)

Kuva 16. Saumauksen jälkeinen siivous. (Suomen Betonitieto, 2002)



Sauma voidaan valaa myös kuivabetonilla ja pumpulla, tällöin työmaalla sekoitetaan erillisellä jatkuvatoimisella ruuvisekoittimella laasti ja vesi. Betoni pumpataan pienestä 30–50 mm letkusta suoraan saumaan, kuvan 17 osoittamalla tavalla. Betonin pienen raekoon takia erillistä tiivistystä ei tarvita. (Suomen Betonitieto, 2002)

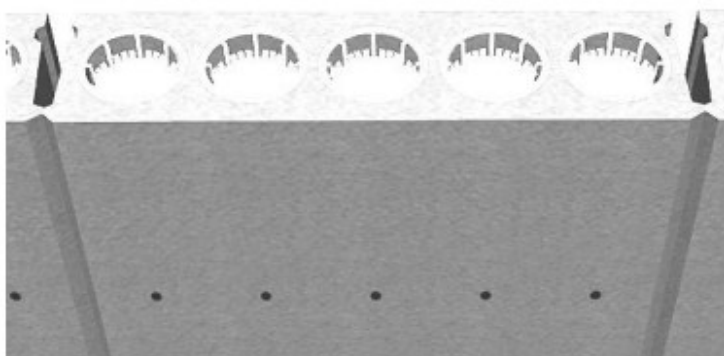
Kuva 17. Saumojen pumppaus ruuvisekoittimella (Suomen Betonitieto, 2002)



## 8.4 Vesireikien poraus

Ontelolaattojen päihin, noin 500–1500 mm päistä, porataan tehtaalla halkaisijaltaan 10 mm olevat vedenpoistoreiät, kuvattu kuvassa 18. Vesireiät tulee olla jokaisessa ontelossa. Työmaalla vesireiät porataan auki onteloiden saumavalujen jälkeen. Tämä nopeuttaa välipohjarakenteen kuivumista. (Betset, 2020)

Kuva 18. Ontelolaattojen vesireiät (Betset, 2016)



## 9 Laatu

### 9.1 Ontelo- ja kuorilaattojen valmistustoleranssit

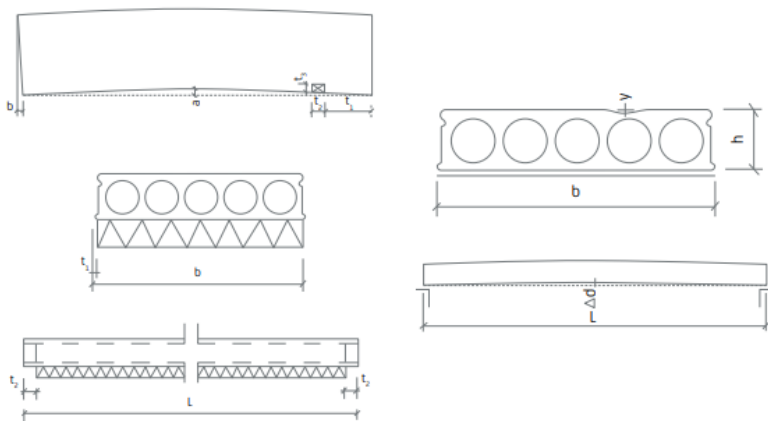
Ontelo- ja kuorilaatoille on laadittu tuotestandardi SFS- EN 1168 Betonivalmisosat. Näin tuotteet ovat mahdollista standardin mukaan CE- merkitä. Ontelo- ja kuorilaattojen tuotannossa, ja laadunvarmistuksessa tärkeitä asioita on muun muassa, betonin lujuus, valukoneen toiminta, laattojen jännitykset ja massan notkeus. Laattojen toleranssien mittauspaiikat on esitetty kuvassa 19. (Betonikeskus ry, 2009)

1. Pituus: (L) +/-15 mm tai L/1000. Mitataan pituussuuntaan laatan keskeltä, yläpinnasta.
2. Leveys: (b) kokonainen laatta + 0 mm – 5 mm, kavennettu laatta +/- 20 mm.
3. Korkeus: (h)
  - 3.1. P18, P20, KL100, KL120, KL150 +/- 5 mm
  - 3.2. P27, P32, P37 +/- 7 mm
  - 3.3. P40 +/- 10mm
  - 3.4. P50 +/- 10 mm

Ontelolaatan poikkileikkauksen korkeus mitataan keskimmäisen ja reunimmaisena uuman kohdalta sekä reunimmaisena ontelon keskeltä.

4. Yläpinnan aaltoilu (y)  
P18-P40 8 mm  
P50 10 mm
5. Pään kulmapoikkeama (p)  
1200 mm:ä kohti +/- 10 mm
6. Sivukäyryys (a) +/- L/1000, enintään +/- 10 mm
7. Taipuma  
Ontelolaatoilla ennen asennusta (d) +/- 6 mm tai L/1000  
Poikkeama ennakkoon suunnitellusta taipumasta, johon sisältyy mahdollinen ennakkokorotus ja laskennallinen taipuma. Laskennalliset taipumat koskevat laattoja, joissa ei ole reikiä tai varauksia.
8. Reiät, varaukset (t)  
Teko tuoreeseen betoniin  
Koko: +50 mm, - 0 mm  
Sijainti: +/- 15 mm  
Teko jälkikäteen  
Koko: +30 mm, - 0 mm  
Sijainti: +/- 15 mm
9. Tartunnat (t)  
Tehtaalla asennetut +/- 20 mm
10. Eristeen sijainti (t)  
sivusijainti (t1) +/- 10 mm  
poisto tukipinnalta (t2) +/- 15 mm  
(Parma, 2015)

Kuva 19. Laattojen mittatoleranssit (Parma, 2015)



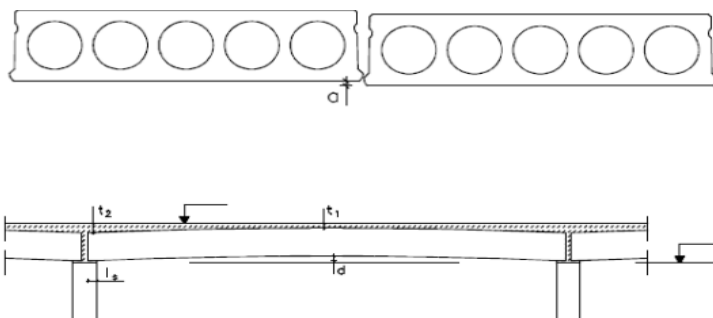
## 9.2 Ontelo- ja kuorilaattojen rakentamistoleranssit

Käytettäessä betonirakenteisia laattoja välipohjassa, tulee huomioon ottaa laattojen riittävä tukipituus ( $l_s$ ), laattojen alkukaarevuus ( $d$ ) pintavalun nimellispaksuutta ( $t$ ) määrittäessä, saumojen mahdollinen hammastus ( $a$ ). Kuvassa 20 on esitetty laattojen rakentamistoleranssien mittaus kohdat. Laattojen minimitukipituus kantavuuden kannalta on 40 mm, ja yli P40 laattojen 80 mm. Laattojen saumojen kaarevuudesta johtuvat hammastukset voidaan osittain tasata asennusvaiheessa. (Parma, 2015)

Ontelolaattojen rakentamistoleranssit:

1. Sijainti sivusuunnassa +/- 20 mm
2. Sauman leveysmitta + 12 mm / - 4 mm
3. Sauman alapinnan hammastus tuella mitattuna ( $a$ )
  - tasoite yläpinnassa 5 mm
  - pintabetoni yläpuolella 5 mm
4. Alapinnassa hammastus keskeltä mitattuna
  - tasoite yläpinnassa 5 mm
  - pintabetoni yläpuolella 8 mm tai  $L/1000$
5. Tuella mitattuna korkeusasema
  - tasoite yläpuolella +/- 5 mm
  - pintabetoni yläpuolella +/- 15 mm
6. Tukipinnan pituus
  - KL100, KL120, KL150 – 15 mm, asennettaessa minimitukipituus ( $l_s$ ) = 35 mm
  - ontelolaatat – 20 mm
7. Ontelolaatoilla yläpinnan poikkeama vaakasuorasta +/- 15 mm
  - kuorilaatalla yläpinnan poikkeama:
    - o työn aikana tuettu +/- 10 mm
    - o tukematon +/- 50 mm vaakasuorasta mitattuna (Parma, 2015)

Kuva 20. Laattojen korkeustoleransseja (Parma, 2015)



## 10 Vertailu

Laskettavana alana vertailussa toimii 200m<sup>2</sup> välipohja, jonka mitat ovat 8000\*25000. Vertailu on tehty laskemalla työajat alku - alku periaatteella. Tällöin yksi työvaihe on tehty kokonaan valmiiksi ennen seuraavan aloitusta. Tosiasiallisessa tilanteessa töitä voisi tehdä päällekkäin, tällöin työajat lyhenevät. Laskelmat on tehty työmenekkijalla T3, jossa ei ole mitään mahdollisia viivytyksiä laskettu mukaan. Työn hinnaksi on määritelty 38,72 €/h. Hinta on saatu MVR Yhtymän välipohja ryhmän työntekijöiden tuntipalkasta. Kaikissa vertailu laskelmissa käytettiin harjateräkselle samaa hintaa, 0,82 €/kg. (KOR 2018) Laskelmissa käytetyt raudoitteet, pois lukien liittolevyn raudoitus, ovat tosiasiallisia esimerkki raudoitteita omista vanhoista kohteistani.

### 10.1 Liittolaatta

#### 10.1.1 Aikataulu

Taulukossa 4 esitetään liittolaatan työvaiheiden aikataulu. Raudoitussuunnittelu on toteutettu Weckmanin mitoitusohjelman avulla, joka perustuu valmistajan ohjeisiin. Alapintaan on suunniteltu 10 mm harjateräkset, jotka asennetaan profiilipeltiin poimujen suuntaisesti 300 mm välein. Yläpinnan raudoitus tehdään 10 mm harjaterästangoista kootulla verkolla, jossa silmäkoko on 150 mm. Työvaiheiden kesto on arvioitu Rakennustietosäätiön julkaisemien ohjeiden mukaisesti (RT-kortti Ratu KI-6036, s. 133). Kahden henkilön työryhmällä kokonaisarvio työajasta 200 mm paksun liittolaatan rakentamiseen, jonka pinta-ala on 200 m<sup>2</sup>, on yhteensä 5,025 työvuoroa. Tämä tarkoittaa, että työ saadaan valmiiksi noin viidessä täysimittaisessa työpäivässä, kun työ tehdään kahden hengen voimin.

Taulukko 4. Liittolaatta aikataulu

Työt	tth/muotti-m <sup>2</sup>	2 tt, muotti-m <sup>2</sup> /tv	työvuoroja
Materiaalien siirrot koneella	0,05	320	1
Tukipintojen putsaus ja tasaus	0,11	160	0,25
Levyjen paikan mittaus ja merkintä	0,13	200	0,2
Liittolevyjen asennus	0,09	177	1,3
Laattojen tuenta ja muotitus	0,59	29,3	1,4
Raudoitus, 10 mm, 11 kg/m <sup>2</sup>	7,5tth/ 1000 kg	2tt, 2133 kg/tv	1,03

Reunahaat, 8 mm, kk200, 206 kg	13,2tth/ 1000 kg	2tt, 1212 kg/tv	0,17
Betonointi	0,2tth/m <sup>3</sup>	80m <sup>3</sup> /tv	0,375
Tukien ja muottien purku	0,13	133,3	0,3
<b>Yhteensä</b>			
Liittolevytyöt			5,025

### 10.1.2 Kustannukset

Liittolaatan kustannukset on koottu ja eritelty taulukkoon 5. Liittolevyn hinnaksi on saatu 22,10 €/hm<sup>2</sup>, ja tämä hinta on saatu Weckmanilta. Hinta koskee levyn yksikköhintaa asennettavaa pinta-alaa kohden. Betonoinnin määrät on puolestaan laskettu oletuksella, että laatta on 200 mm paksu. Tämä vahvuus vaikuttaa suoraan tarvittavan betonin määrään ja näin ollen myös betonoinnin kokonaiskustannukseen.

Taulukko 5. Liittolaatta kustannukset

Työt	Yksikköhinta	Määrä	Yhteensä €
Materiaalien siirrot koneella	65 €/h	1 tv	520
Muotin paikan mittaus ja merkintä	38,72	0,25	9,68
Liittolevyt	22,10 €/m <sup>2</sup>	200m <sup>2</sup>	4420
Nosturi vuokra	100 €/h	12 h	1200
Valutuet ja palkit	27,22 €/d	4d	108,88
Muotin pystytys 2tt	77,44 €/h	1,5 tv	929,28
Raudoitus, 10 mm, 11 kg/m <sup>2</sup>	0,82 €/kg	2200 kg	1804
Reunahaat, 8 mm, kk200, 206 kg	0,8 €/kg	206 kg	164,8
Raudoitustyö 2tt	77,44 €/h	1,2tv	743,42
Betoni	120 €/m <sup>3</sup>	40m <sup>3</sup>	4800
Betonointi 2tt	77,44 €/h	0,5	309,76
Muotin purku ja puhdistus 2tt	77,44 €/h	0,2tv	123,9
<b>Yhteensä</b>			
Liittolevy 200m <sup>2</sup>			15133,72

## 10.2 Kuorilaatta

### 10.2.1 Aikataulu

Taulukossa 6 on esitetty kuorilaatan aikataulu. Laatan raudoitus on suunniteltu toteutettavaksi 8 mm paksuilla irtoteräksillä, ja se muodostetaan yksinkertaisena verkotuksena, jonka silmäkoko on 150 mm. Raudoitteiden menekki on arvioitu 6 kg/m<sup>2</sup>. Reunatukia varten on laskettu 8 mm harjateräksiset hakaset, jotka sijoitetaan 200 mm välein.

Betonointi on mitoitettu 130 mm paksulle laatalle, ja saumat sekä reunatuet on laskettu erikseen. Työaikojen laskenta on tehty RT-kortin mukaan (Ratu F27-0357, s. 59). Kahden henkilön työryhmällä yhteenlaskettu työaika 150 mm paksuisen kuorilaatan ja 130 mm vahvan betonivalun käsittelyyn 200 m<sup>2</sup> pinta-alalla on yhteensä 4,2 työvuoroa.

Taulukko 6. Kuorilaatta aikataulu

Työt	tth/kpl	2 tt, kpl/tv	työvuoroja
Tukipintojen putsaus ja tasaus	0,11	160	0,25
Laattojen paikan mittaus ja merkintä	0,13	200	0,2
Kuorilaattojen asennus	0,22	80	0,5
Laattojen tuenta ja muotitus	0,59	29,3	1,4
Raudoitus, 8 mm, 6 kg/m <sup>2</sup>	13,2tth/ 1000 kg	2tt, 1212 kg/tv	1
Reunahaat, 8 mm, kk200, 206 kg	13,2tth/ 1000 kg	2tt, 1212 kg/tv	0,17
Betonointi	0,2tth/m <sup>3</sup>	80m <sup>3</sup> /tv	0,375
Tukien ja muottien purku	0,13	133,3	0,3
<b>Yhteensä</b>			
Kuorilaattatyöt			4,195

### 10.2.2 Kustannukset

Betonin hinta pumpattuna on todellinen hinta, joka on saatu omista aikaisemmista kohteista ja perustuu käytännön kokemukseen. Tämä hinta kattaa kaikki tarvittavat kulut, kuten kuljetuksen, pumpatun betonin toimituksen työmaalle sekä mahdolliset muut lisäkustannukset, jotka liittyvät betonin käsittelyyn ja asennukseen. Betonin vahvuus kuorilaatan päällä on 130 mm. Kuorilaatan hinta on 40 €/m<sup>2</sup>, ja tämä hinta sisältää kaikki

kustannukset, jotka liittyvät kuorilaatan valmistukseen, kuljetukseen ja asennukseen kyseiselle pinta-alalle. Kuorilaatan kustannukset on eritelty tarkemmin Taulukossa 7, joka esittää eri työvaiheiden ja materiaalien hintatiedot.

Taulukko 7. Kuorilaatta kustannukset

Työt	Yksikköhinta	Määrä	Yhteensä €
Tukipintojen putsaus ja tasaus	77,44 €/h	0,25	154,88
Laattojen paikan mittaus ja merkintä	77,44 €/h	0,2	123,9
Kuorilaatat	40 €/m <sup>2</sup>	200m <sup>2</sup>	8000
Kuorilaattojen asennus	77,44 €/h	0,5tv	309,76
Nosturi vuokra	100 €/h	8 h	800
Laattojen tuenta ja muotitus	77,44 €/h	1,4tv	867,33
Raudoitus, 8 mm, 6 kg/m <sup>2</sup>	0,8 €/kg	1200 kg	960
Reunahaat, 8 mm, kk200, 206 kg	0,8 €/kg	206 kg	164,8
Raudoitustyö 2tt	77,44 €/h	1,17tv	724,84
Betoni	120 €/m <sup>3</sup>	30m <sup>3</sup>	3600
Betonointi 2tt	77,44 €/h	0,5tv	309,76
Muotin purku ja puhdistus 2tt	77,44 €/h	0,3tv	185,86
<b>Yhteensä</b>			
Kuorilaatasto 200m <sup>2</sup>			16201,13

## 10.3 Paikallavalu

### 10.3.1 Aikataulu

Laatan raudoitus on suunniteltu toteutettavaksi irtoteräksinä, käyttäen tupla-verkkoa, jonka silmäkoko on 150 mm keskeltä keskelle. Verkon valmistukseen on käytetty 10 mm paksua harjaterästä. Raudoitteiden teräksen menekki on laskettu olevan 25 kg/m<sup>2</sup>. Teräksen yksikköpaino on 0,9 kg/m.

Taulukossa 8 on eritelty työvaiheet ja niiden kestot. Aikataulut ja työtehtävät on arvioitu Raturkortista. (Ratu F27-0357, s. 56) Yhteenlaskettu työaika kahden henkilön työryhmällä on 200 m<sup>2</sup> pinta-alalta olevalla 300 mm vahvalla laaatalla 11,3 työvuoroa.

Taulukko 8. Paikallavalu aikataulu

Työt	tth/muotti-m <sup>2</sup>	2 tt, muotti-m <sup>2</sup> /tv	työvuoroja
Materiaalien siirrot koneella	0,05	320	1
Muotin paikan mittaus ja merkintä	0	6400	0,25
Muotin tuenta ja asennus	0,12	133	1,5
Raudoitus	7,5 tth/ 1000 kg	2tt, 2133 kg/tv	2,3
Betonointi	0,2tth/m <sup>3</sup>	80m <sup>3</sup> /tv	0,75
Muotin purku ja puhdistus	0,3	53	4
<b>Yhteensä</b>			
Levyvuottityö			11,3

### 10.3.2 Kustannukset

Muottikaluston hinta on saatu Dokalta, ja muottijärjestelmän vuokrahinta on 41,24 €/päivä. Tämän hinnan mukaan on laskettu muottikaluston vuokrausaika ja kustannukset työmaalla. Lisäksi Dokalta on hankittu kolmikerrosmuottilevyt, joiden ostohinta on 17,45 €/m<sup>2</sup>. Paikallavaluun kustannukset ovat eritelty taulukossa 9.

Koska näitä muottilevyjä on mahdollista uusio-käyttää vähintään kolme kertaa, on laskelmissa otettu huomioon levyjen hinnaksi 17,45 €/m<sup>2</sup> jaettuna kolmella, jolloin hinta per käyttökerrokselle on 5,82 €/m<sup>2</sup>. Tämä optimoi muottilevyjen käytön ja laskee kokonaishintaa, kun niitä voidaan käyttää useampaan kertaan.

Betonointi on laskettu 300 mm paksulle laatalle, ja betonin hinta pumpattuna on 120 €/m<sup>3</sup>. Tämä hinta sisältää kaikki betonin toimitukseen ja pumppaukseen liittyvät kulut.

Taulukko 9. Paikallavalu kustannukset

Työt	Yksikköhinta	Määrä	Yhteensä €
Materiaalien siirrot koneella	65 €/h	1 tv	520
Muotin paikan mittaus ja merkintä	38,72	0,25	9,68
Muottikalusto	41,24 €/d	11d	453,64
Muottivaneri	5,82 €/m <sup>2</sup>	200m <sup>2</sup>	1164

Muotin pystytys 2tt	77,44 €/h	3 tv	1858,56
Raudoitus, 10 mm, 25 kg/m <sup>2</sup>	0,82 €/kg	5000 kg	4100
Raudoitustyö 2tt	77,44 €/h	2,3tv	1424,9
Betoni	120 €/m <sup>3</sup>	60m <sup>3</sup>	7200
Betonointi 2tt	77,44 €/h	0,75	464,64
Muotin purku ja puhdistus 2tt	77,44 €/h	4tv	2478,08
<b>Yhteensä</b>			
Paikallavalulaatta 200m <sup>2</sup>			19673,5

## 10.4 Ontelolaatta

### 10.4.1 Aikataulu

Ontelolaatta on mitoitettu O37-tyyppin laatalalla. Päätyuille suunniteltu rengasraudoitus koostuu kahdesta 12 mm harjaterästangosta, ja ontelokentän saumaraudoitus on laskettu yhdellä 10 mm harjateräksellä kutakin saumaa kohden. Työvaiheiden aikatarpeet on arvioitu Rakennustietosäätiön RT-kortin (Ratu KI-6036, s. 133) perusteella taulukkoon 10. Kahden hengen työryhmän yhteenlaskettu työaika kyseisen ontelolaatan toteutukseen on 2,41 työvuoroa.

Taulukko 10. Ontelolaatta aikataulu

Työt	tth/kpl	2 tt, kpl/tv	työvuoroja
Laattojen paikan mittaus ja merkintä	0,13	133,33	0,3
Tukipintojen putsaus ja tasaus	0,11	106,66	0,38
Ontelolaattojen asennus	0,4	44,66	0,9
Raudoitus, laudoitus ja laudoituksen purku	0,25	69,33	0,58
Saumaus juottamalla	0,11	160	0,25
<b>Yhteensä</b>			
Ontelolaattatyöt			2,41

### 10.4.2 Kustannukset

Ontelolaattojen asennuskustannukset koostuvat materiaalihankinnoista sekä työ- ja nostokaluston kustannuksista. Itse ontelolaattojen hinta on saatu Ansion Sementtivalimolta, ja se on 40 €/m<sup>2</sup>. Tämä hinta sisältää valmiiden O37-laattojen toimituksen työmaalle. Asennukseen tarvittavan nosturin kustannus on arvioitu aiempien omien hankkeiden perusteella, hyödyntäen niissä toteutuneita vuokratukustannuksia. Näiden tietojen pohjalta on saatu realistinen arvio nosturin tuntihinnasta, jota on käytetty kokonaiskustannusten määrittelyssä.

Taulukko 11. Ontelolaatta kustannukset

Työt	Yksikköhinta	Määrä	Yhteensä €
Muotin paikan mittaus ja merkintä	77,44 €/h	0,3tv	185,86
Tukipintojen putsaus ja tasaus	77,44 €/h	0,38tv	235,42
Ontelolaatat	54 €/m <sup>2</sup>	200m <sup>2</sup>	10800
Ontelolaattojen asennus	77,44 €/h	0,9tv	557,57
Raudoitus, laudoitus ja laudoituksen purku	77,44 €/h	0,58tv	359,32
Nosturi vuokra	150 €/h	8 h	1200
Rengasraudat 12 mm	0,84 €/kg	126 kg	105,84
Saumaraudoitus 10 mm	0,82 €/kg	250 kg	205
Juotosbetoni	120 €/m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>	1200
Saumaustyö 2tt	77,44 €/h	0,25	154,88
<b>Yhteensä</b>			
Ontelolaatta välipohja 200m <sup>2</sup>			15003,89

## 10.5 Yhteenveto

Vertailussa käytettyjen RT-korttien työmenekkien mukaan ontelolaatalla tehtävä välipohjan läpimenoaika on vain 2,4 työvuoroa 2 työntekijän ryhmällä. Ontelolaattojen ja kuorilaattojen asennuksessa tarvitaan kuitenkin vähintään nosturikuskin lisäksi 3 henkilön työryhmä. Vertailun vuoksi kyseisiin tapoihin on laskettu 2 henkilön työryhmät. Taulukossa 12, on vertailtu toteutustapojen aikatauluja. Taulukosta käy ilmi, että ontelolaatta on selvästi muita toteutustapoja nopeampi tapa.

Taulukko 12. Aikatauluvertailu

Aikataulu		Työvuoroa, tv
Liittolaatta 200 mm	2tt	5,025
Kuorilaatta 150 mm+ 130 mm	2tt	4,195
Paikallavalu 300 mm	2tt	11,3
Ontelolaatta O37	2tt	2,41

Kuten tuloksista käy ilmi, välipohjan kantavan rungon tekeminen elementtirakenteisena on aikataulullisesti kannattavin vaihtoehto. Ontelo- ja kuorilaatalla tehtäessä myös rakenteen kuivumisaika lyhyempi verrattuna liitto- tai paikallavalettuunlaattaan, näin myös päälle tuleva rakenne on mahdollista toteuttaa aikaisemmin.

Aikataulullisesti nopein toteutustapa, ontelolaatta, verrattuna muihin:

- Liittolaatta
  - Ontelolaatta 48 % liittolaatan ajasta
- Kuorilaatta
  - Ontelolaatta 57 % kuorilaatan ajasta
- Paikallavalettu
  - Ontelolaatta vain 21 % paikallavaletun ajasta

Tarkasteltaessa neljän eri laattatyypin kustannuksia (taulukko 13) voidaan todeta seuraavaa: Edullisin vaihtoehto on ontelolaatta, jonka hinta on 15 003,89 euroa. Tämä tekee siitä kustannustehokkaimman ratkaisun, jos pelkkää hintaa tarkastellaan. Toiseksi edullisin on liittolaatta, jonka hinta on 15 133,72 euroa – vain hieman enemmän kuin ontelolaatan. Ero näiden kahden välillä on vain noin 130 euroa, joten kustannusero on hyvin pieni. Kuorilaatta maksaa 16 201,13 euroa, mikä tekee siitä kolmanneksi kalleimman vaihtoehdon. Se on noin 1 200 euroa kalliimpi kuin ontelolaatta, mikä voi olla merkittävä ero suuremmassa mittakaavassa. Kallein vaihtoehto on selvästi paikallavalu, jonka kustannus on 19 673,50

euroa. Tämä on noin 4 670 euroa enemmän kuin ontelolaatassa ja lähes 3 500 euroa enemmän kuin seuraavaksi kalleimmassa vaihtoehdossa, kuorilaatassa.

Taulukko 13. Kokonaiskustannus vertailu

Kustannukset		€
Liittolaatta 200 mm	2tt	15 133,72
Kuorilaatta 150 mm+ 130 mm	2tt	16 201,13
Paikallavalu 300 mm	2tt	19 673,50
Ontelolaatta O37	2tt	15 003,89

Taulukossa 14, on eroteltu kustannuksista neliökohtaisesti työ- ja materiaalikustannukset. Kustannuksellisesti ainoa rakenne, joka erottuu hieman, on paikallavalettulaatta, johtuen työn määrästä. Hintaero ontelolaatalla ja paikallavaletulla on noin 24 %. Suurin hinta ero tuli neliöhinnoissa ontelolaatalle on 75 € ja paikallavaletulle 98,35 €, hintaero 23,35 €/m<sup>2</sup>.

Taulukko 14. Neliökustannus vertailu

	Työ €/m <sup>2</sup>	Materiaalit €/m <sup>2</sup>	Yhteenlaskettu €/m <sup>2</sup>
Liittolaatta 200 mm	13,18	62,49	75,67
Kuorilaatta 150 mm+ 130 mm	13,38	67,62	81,01
Paikallavalu 300 mm	33,78	64,59	98,37
Ontelolaatta O37	7,47	67,55	75,02

Työn ja materiaalien osuudet eri toteutustavoilla jakautui seuraavasti:

- Liittolaatta:
  - Työn osuus kokonais- hinnasta: 17,4 %
  - Materiaalien osuus kokonais- hinnasta: 82,6 %
- Kuorilaatta:
  - Työn osuus kokonais- hinnasta: 16,5 %
  - Materiaalien osuus kokonais- hinnasta: 83,5 %
- Paikallavalettulaatta:
  - Työn osuus kokonais- hinnasta: 34,3 %
  - Materiaalien osuus kokonais- hinnasta: 65,7 %
- Ontelolaatta:
  - Työn osuus kokonais- hinnasta: 10 %
  - Materiaalien osuus kokonais- hinnasta: 90 %

## 11 Johtopäätökset

Oma kokemukseni mukailee vertailun tuloksia aikataulullisesti välipohjien läpiviennissä. Kaikki muut toteutustavat, lukuun ottamatta liittolaatan toteuttamista peltilevyillä, ovat itselleni hyvin tunnettuja. Ontelolaatalla saadaan kevyempi ja eristävämpi rakenne muihin kolmeen vertailukohteeseen verrattuna, mutta ongelmaksi voi tulla ontelolaatalla tehtävän rakenteen paksuus, joka voi viedä yläpuolisen tilan huonekorkeutta. Ontelolaatalla, ja kuorilaatalla ongelmaksi tulee, jos välipohja on monimuotoinen ja näin ollen täytyy tehdä monta paikallavalukaistaa sekä tarvitaan paljon alapuolisia kantavia rakenteita. Paikallavaletunlaatan etuna on, että sillä on mahdollisuus tehdä monen muotoisia laattoja vähemmällä alapuolisilla kantavilla rakenteilla. Ja näin ollen monimutkaisissa kohteissa paikallavalettulaatta voi olla kustannustehokkaampi kuin elementtiratkaisut.

Suurin hyöty ontelolaatassa ja kuorilaatassa verrattuna paikallavalettuun ja liittolaataan on kuivumisajat. Keskimäärin ontelolaatalla tehty välipohjan pintalaatta voidaan valaa 1/3 kuivumisajassa verrattuna paikallavalettuun. Myös liittolaatan kuivuminen kestää, johtuen vain yhteen suuntaan tapahtuvasta kuivumisesta.

Kustannusten jaosta käy ilmi paikallavaletunlaatan työmäärä, verrattuna elementtirakenteisiin välipohjiin. Ontelolaatan kustannusten jakautuminen yllätti itseni, että ontelolaatassa työn osuus jää vain 10 % kokonaisesta hinnasta. Paikallavaletun työmäärää saisi hieman laskettua käyttämällä raudoitusverkkoja, eikä yksittäisistä tangoista työmaalla tehtävää verkkoa. Kyseisen raudoituksen olin ottanut vertailuun, koska siitä oli itselläni työmaaolosuhteissa kokemusta. Paikallavaletun läpivienti aikaa saisi tosiasiassa kirittyä aika paljonkin, suhteessa muihin toteutustapoihin, jos töitä alettaisiin tekemään tahdissa, eli heti, kun mestaa hieman aukeaa, aloittaa toinen ryhmä seuraavan työvaiheen. Paikallavaletunlaatan hyötynä pidän verrattuna muihin, ettei työmaalla tarvita niin suuria tiloja nostureita, ja laattarekkoja varten. Kaluston ja tilan tarve on paljon vähäisempi. Ainoa isompi tila, jota paikallavalettu tarvitsee, on betoniautojen vaatima tila.

Oma kokemus tukee laskelmia aikataulun suhteen. Omakehtaisesti työelämässä, niin työntekijänä, kuin työnjohtajana, on välipohja kustannustehokkain toteuttaa ontelolaatta rakenteisena. Oman kokemuksen perusteella myös holviin tulevien mahdollisten läpivientien, sekä talotekniikan asennus on helpompaa ja joustavampaa paikallavaletussalaatassa. Tekniikka voidaan viedä raudoitteiden välissä kerralla oikeaan paikkaan, rikkomatta jälkeensä laattaa, sekä säästyään jälkeensä tehdyiltä tukkeilta ja jälkivaluilta. Jatkoa vertailulle voisi olla, että kehittäisi paikallavalettuun työtapoja, tai vaihtoehtoisia työtapoja tai materiaaleja. Esimerkiksi korvaamalla osa raudoitteesta kuitubetonilla.

## Lähteet

Betonitieto (n.d.) *Betonielementit*

[Betonielementit - Betonitieto](#)

Betonikeskus ry 2009, *Ontelo- ja kuorilaattojen valmistustoleranssit*

[Ontelolaattojen laadunvalvonta.pdf](#)

Betsset 2020, *Ontelolaattojen vesireiät*

[Betsset-Ontelolaattojen-vastaanotto-ja-kasittelyohje.pdf](#)

Betsset (2016) *Ontelolaattojen vesireiät [kuva]*

[Betsset-Ontelolaattojen-vastaanotto-ja-kasittelyohje.pdf](#)

Betoniteollisuus 2013, *Kuorilaattojen asentaminen*

[Kuorilaattojen asennusohje.pdf](#)

Betsset 2020, *Kuorilaattojen nostopisteet*

[Betsset-Kuorilaattojen-vastaanotto-ja-kasittelyohje.pdf](#)

Betsset (2020) *Kuorilaatan 6- ja 4-piste nosto [kuva]*

[Betsset-Kuorilaattojen-vastaanotto-ja-kasittelyohje.pdf](#)

Doka, 2014

[Dokaflex - Doka](#)

Doka (2014) *Kiilan vapautus [kuva]*

[Dokaflex - Doka](#)

Doka (2014) *Niskapalkkien asennus [kuva]*

[Dokaflex - Doka](#)

Doka (2014) *Reevaliitin [kuva]*

[Dokaflex - Doka](#)

Elementtisuunnittelu (2024), *Ontelolaatat*

[Ontelolaatat | Laatat | Runkorakenteet | Elementtisuunnittelu](#)

Elementtisuunnittelu (2024) *Ontelolaattojen perustyyppit [kuva]*

[Ontelolaatat | Laatat | Runkorakenteet | Elementtisuunnittelu](#)

Elementtisuunnittelu (2023) *Kuorilaatat*

[Kuorilaatat | Laatat | Runkorakenteet | Elementtisuunnittelu](#)

Elementtisuunnittelu (2010), *Paikallavaletun ääniteknikka*

[RakMk C1:n tulkinnat ja asuinrakennusten äänitekniset rakennesuositukset | Ajankohtaista | Elementtisuunnittelu](#)

Elementtisuunnittelu (2023) *Kuorilaatan perustyyppi [kuva]*

[Kuorilaatat | Laatat | Runkorakenteet | Elementtisuunnittelu](#)

Huhtiniemi S. & Kiviniemi J. (1992), *Elementtityöt*, Rakennustieto Oy

Rakennustieto, F27-0357, *BETONIVÄLIPOHJAN JA TIILIKAARIHOLVIN PURKU JA UUDEN BETONIVÄLIPOHJAN RAKENTAMINEN*

[Rakennustieto - Kortistot](#)

Rakennustieto, KOR 2018 Materiaalien hintoja, *Raudoitteiden hinta*

[Rakennustieto - Kortistot](#)

Lujabetoni, *Ontelolaattojen suunnitteluohje*

[Luja-ontelolaattojen-suunnitteluohje-2020.pdf](#)

Lujabetoni (2001) *Ontelolaattojen asennusohje*

[Microsoft Word - Ontelolaatan asennusohje 2021.docx \(lujabetoni.fi\)](#)

Lujabetoni (2021) *Ontelolaattojen nostotavat [kuva]*

[Microsoft Word - Ontelolaatan asennusohje 2021.docx \(lujabetoni.fi\)](#)

Lujabetoni (2021) *Ontelolaattojen asennuspalojen paikat [kuva]*

[Microsoft Word - Ontelolaatan asennusohje 2021.docx \(lujabetoni.fi\)](#)

Lujabetoni (2021) *Ontelolaattojen nostosaksien kiinnityskohdat [kuva]*

[Microsoft Word - Ontelolaatan asennusohje 2021.docx \(lujabetoni.fi\)](#)

Parma (2015) *Parman ontelo- ja kuorilaatatot asennus- ja työmaaohje*  
[parman ontelo ja kuorilaatatot asennus ja tyomaahje 2015 web.pdf](#)

Parma (2015) *Laattojen mittatoleranssit [kuva]*  
[parma ontelolaatatot suunnitteluohje 2018-1.pdf](#)

Parma (2015) *Ontelolaattojen rakentamistoleranssit [kuva]*  
[parma ontelolaatatot suunnitteluohje 2018-1.pdf](#)

Parma (2015) *Laattojen korkeustoleransseja [kuva]*  
[parma ontelolaatatot suunnitteluohje 2018-1.pdf](#)

Rakennustieto, KI-6036, *Liittolaatta aikataulu*, Rakennustieto Oy  
[Rakennustieto - Kortistot](#)

Rakennustieto, F27-0357, *Kuorilaatta aikataulu*, Rakennustieto Oy  
[Rakennustieto - Kortistot](#)

Rakennustieto, KI-6036, *Ontelolaatan aikataulu*, Rakennustieto Oy  
[Rakennustieto - Kortistot](#)

Rakennustieto, KI-6036, *Paikallavaletunlaatan aikataulu*, Rakennustieto Oy  
[Rakennustieto - Kortistot](#)

Ruukki, *Liittolevy*  
[liittolevy tekninen ohje 16022022.pdf \(ruukki.com\)](#)

Suomen Betonitieto, 2020  
[Betonielementtien saumavalut.pdf](#)

Suomen Betoniyhdistys, 2012, *Laattoja kantavat rakenteet*  
[Betoinormikortti 27 2012 \(1\).pdf](#)

Suomen Betonitieto (2002) *Laataston saumavalu nostoastialla [kuva]*  
[Betonielementtien saumavalut.pdf](#)

Suomen Betonitieto (2002) *Saumauksen jälkeinen siivous [kuva]*  
[Betonielementtien saumavalut.pdf](#)

Suomen Betonitieto (2002) *Saumojen pumppaus ruuvisekoittimella [kuva]*  
[Betonielementtien saumavalut.pdf](#)

Weckman (n.d.) *Liittolevy*  
[liittolevy hc-45 asennusohje-1.pdf \(weckmansteel.fi\)](#)

Weckman (n.d.) *Liittolevy [kuva]*  
[liittolevy tekninen ohje 16022022.pdf \(ruukki.com\)](#)

Ympäristöministeriö, *Ääneneristys*  
[Ymparistoministerion-ohje-rakennuksen-aaniymparistosta-2852D34E DA43 4DCA 9CEE 47DBB9EFCB08-138568.pdf](#)