

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

NRATYS13

2016

Anssi Hutri

# ONTELOLAATTA- JA VESIREIKÄKARTOITUS

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma | Rakennusmestari AMK

2016 | Sivumäärä 46

Anssi Hutri

## ONTELOLAATTA- JA VESIREIKÄKARTOITUS

Opinnäytetyön aiheena on tarkastella ontelolaatan vesireikiä ja kuvata toimeksiantoyritykselle, miten toimivia vesireiät ovat. Opinnäytetyön toimeksiantaja on eräs eteläsuomalainen betonielementtitehdas.

Tämä opinnäytetyö käsittää rakennusalan julkaisuihin ja omaan kokemukseen perustuvan teorian. Sekä oman osaamistason arvioinnin.

Opinnäytetyössä perehdytään ontelolaattaan ja laatan vesireikiin. Käsiteltäviä alueita ovat vesireiät, aukiolo ja sijainti. Teorian jälkeen seuraa ontelolaatan vesireikäkartoitusta jossa käydään läpi ontelolaatan vesireikien tekoa ja niiden toimivuutta. Sen jälkeen kerrotaan työn konkreettiset tulokset.

ASIASANAT:

ontelolaatta, vesireikä, kartoitus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Management | Bachelor of Construction Management

2016 | Total number of pages 46

Anssi Hutri

# HOLLOW-CORE SLAB AND WATER HOLE CHARTING

The theme for this study was to chart the waterholes of a hollow slab and produce a portfolio type of written thesis. The thesis was commissioned by a concrete element factory in Eastern Finland.

This thesis comprises theory based on related literature and the writer's personal experiences as well as application and evaluation of personal expertise.

The thesis reviews the theory of hollow core slabs and waterholes in hollow core slabs. This section discusses water holes, whether they are open and their location. This is followed by a section on the charting of hollow core slab waterholes.

## KEYWORDS:

hollow core slab, water hole, charting

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 ONTELOLAATTA</b>	<b>8</b>
2.1 Ontelolaatta yleisesti	8
2.2 Palonkesto	10
2.3 Ontelolaattojen käyttökohteet	11
2.4 Kavennettu laatta	13
2.5 Ulokelaatat	14
2.6 Eristetty ontelolaatta	15
2.7 Kylpyhuonelaatat	16
<b>3 ONTELOLAATAN VALMISTUSVAIHEET</b>	<b>18</b>
3.1 Petin puhdistaminen	18
3.2 Raudoitus	19
3.3 Valu	20
3.4 Elementtien piirtäminen ja valmistus	21
3.5 Koukkuvalu	22
3.6 Punosten laukaisu	23
3.7 Sahaus	24
3.8 Keräily	24
<b>4 VESIREIÄT</b>	<b>25</b>
4.1 Vesireiät yleisesti	25
4.2 Ontelovesien aiheuttajat	25
4.3 Poraaminen	26
4.4 Ongelmat porauksessa	28
4.5 Tukkeutumisen haitat	29
<b>5 ONTELOLAATTOJEN KOSTEUSKARTOITUS</b>	<b>30</b>
5.1 Kosteusmittaus	30
5.2 Lämpökamerakuvaus	31
<b>6 VESIREIKÄKARTOITUS</b>	<b>32</b>
6.1 P37K kylpyhuonelaatan kartoitus	32
6.2 P20 ontelolaatan kartoitus	34

6.3 P27 ontelolaatan kartoitus	35
6.4 P32 ontelolaatan kartoitus	37
6.5 P37 ontelolaatan kartoitus	39
6.6 Parannusehdotuksia vesireikien tekoon	41
<b>7 VAIHTOEHTOISIA TAPOJA VESIREIKIEN TEKOON</b>	<b>43</b>
7.1 THK-DRILL STATION – porausasema	43
7.2 THK-COLLECT keräily-yksikkö	44
7.3 THK- Drill - vesireikäporakone	45
<b>8 YHTEENVETO</b>	<b>46</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>47</b>

## KUVAT

Kuva 1. Valettu ontelolaatta.	8
Kuva 2. Ontelolaattojen leveys ja korkeus.	9
Kuva 3. Ontelolaattojen jännevälit.	10
Kuva 4. Kavennettu laatta edestä.	13
Kuva 5. Kavennettu laatta sivusta.	13
Kuva 6. Ulokelaatta.	14
Kuva 7. Eriste ontelolaattojen välissä.	15
Kuva 8. Kylpyhuonelaatta.	16
Kuva 9. Kylpyhuonelaatan syvennyksen korkeus.	17
Kuva 10 Harjakone.	18
Kuva 11 Jännityskone.	19
Kuva 12 Aloitusvaste valun alussa.	20
Kuva 13 Valumies työssä.	21
Kuva 14 Betonijassikka.	22
Kuva 15 Laukaistut punokset.	23
Kuva 16 Elementtisaha.	24
Kuva 17 Valmis pukki pihalla.	24
Kuva 18. Vesireikien porausohje.	26
Kuva 19. Sapluuna.	27
Kuva 20. Vesireikien poraus tehtaalla.	27
Kuva 21. Purse ontelossa.	28
Kuva 22. Onteloveden aiheuttama kosteusvaurio.	29
Kuva 23. Kosteusmittari	30
Kuva 24 Lämpökamerakuva ontelolaatasta.	31
Kuva 25. P37K vesireiät.	33
Kuva 26. P20 Vesireiät.	35
Kuva 27. P20 Vesireiät.	37

Kuva 28. P32 Vesireiät.	39
Kuva 29. P37 vesireiät.	41
Kuva 30. Reiän jälkeen poratut vesireiät.	41
Kuva 31. TKH- Drill Station.	43
Kuva 32. THK- Collect keräily-yksikkö.	44
Kuva 33. THK- Drill porauskone.	45

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Ulokeen maksimipituus.	14
Taulukko 2. Kylpyhuonelaatan maksimi jänneväli.	17
Taulukko 3. P37k Vesireiät.	33
Taulukko 4. P20 Vesireiät.	35
Taulukko 5. P27 Vesireiät.	37
Taulukko 6. P32 Vesireiät.	39
Taulukko 7. P37 Vesireiät.	40

# 1 JOHDANTO

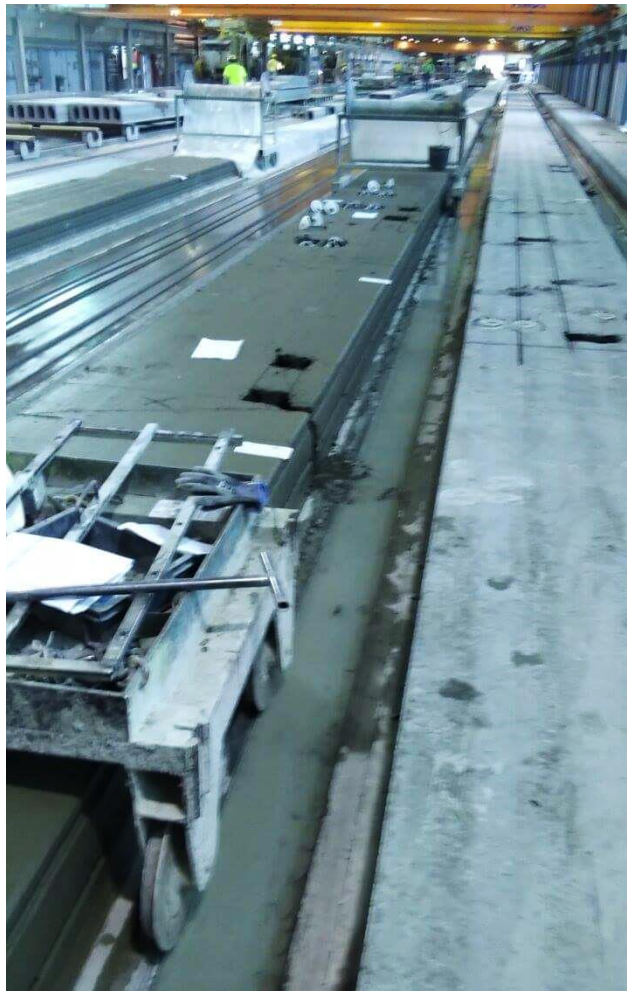
Opinnäytetyössä kartoitetaan erään eteläsuomalaisen betonielementtitehtaan ontelolaatan vesireikiä. Vesireikäkartoituksessa tutkitaan vesireikien sijaintia ja vesireikien toimivuutta. Vesireiät ovat oleellinen osa ontelolaattaa.

Työhäarjoittelut suoritettiin erään eteläsuomalaisen betonielementtitehtaan palveluksessa. Toinen työharjoittelu sijoittui ontelolaattatehtaaseen. Olin myös työskennellyt kyseisessä ontelolaattatehtaassa kolme vuotta. Työn sisältö painottuu ontelolaattatehtaasta hankittuun kokemukseen ja kartoitukseen. Ensimmäisessä osassa käsitellään ontelolaatan ja vesireikien teoriaa ja toisessa osassa betonielementtitehtaassa valmistettujen ontelolaattojen vesireikäkartoitusta.

## 2 ONTELOLAATTA

### 2.1 Ontelolaatta yleisesti

Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joita on kevennetty laatan pituus-suunnassa kulkevilla onteloilla. Valmistuksessa käytetään lujuuden C40-C70 omaavaa betonia. Ontelolaatat valetaan liukuvaluna pitkien teräksisten valupetien päälle valukoneella (kuva 1). Valussa käytettävä massa on niin jäykkää, että valukoneen muotoilema ja tiivistämä laatta säilyttää alustalla muotonsa ilman erillisiä muottilaitoja. (Betoniteollisuus ry 2016.)

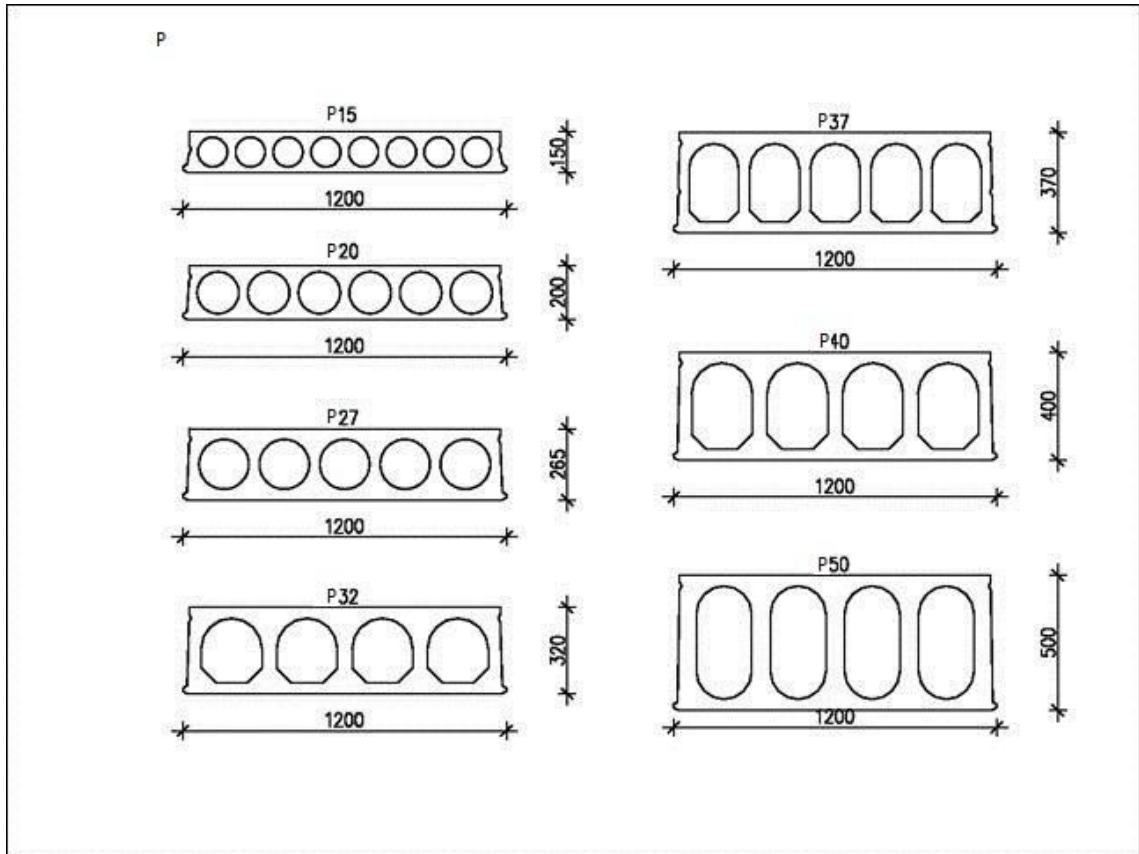


Kuva 1. Valettu ontelolaatta.



Suomessa suurin osa asuinrakennusten välipohjista rakennetaan ontelolaatoista. Ontelolaatta ei lahoa tai homehdu , ja se eristää hyvin ääntä.

Onteloiden muoto, korkeus ja määrä vaihtelevat ontelolaatan korkeuden mukaan. Ontelolaattojen valmistuspaksuudet ovat 150, 200, 265, 320, 370, 400 ja 500 mm (kuva 2). Ontelolaattojen vakioleveys on 1200mm. Ontelolaattoja käyttämällä on mahdollista päästä aina 20 metrin jänneväleihin asti (kuva 2). (Betoniteollisuus Oy 2016)



Kuva 2. Ontelolaattojen leveys ja korkeus. (Betoniteollisuus Oy 2016)

LAATTATYYPPI	LAATAN KORKEUS [mm]	ELEMENTIN PAINO [kg/m <sup>2</sup> ]	PAINO SAUMATTUNA [kg/m <sup>2</sup> ]	VÄHIMMÄISTUKIPINTA [mm]	MAKSIMIJÄNNEVÄLI [m]
P.15	150	205	215	60	7,0
P.20	200	245	260	60	11,0
P.27	265	360	380	60	13,5
P.32	320	380	400	60	16,0
P.37	370	485	510	60	14,0
P.40	400	435	465	100	18,5
P.50	500	560	600	100	20,0

Kuva 3. Ontelolaattojen jännevälit. (Betoniteollisuus Oy 2016)

## 2.2 Palonkesto

Ontelolaattojen palonkesto on yleensä ilman erillistoimenpiteitä REI60. Ontelolaatat voidaan suunnitella palonkestoajaksi REI90 tai REI120. Kyseisiä laattoja kutsutaan *palolaatoiksi*. Palolaattojen kantokyky tarkastetaan valmistajien ohjeesta. Pidempien palonkestovaatimusten, REI180:n ja REI240:n, yhteydessä käytetään ontelolaattojen alapuolista paloeristystä. (Betoniteollisuus Oy 2016)

Ontelolaattoja voidaan käyttää myös pystyyn tai vakaan asennettuina kantavina paloseininä. Tällöin molempiin pintoihin asennetaan punokset. Kantavana ja osastoivana seinänä käytettävän ontelolaatan paksuus on yleensä 265 mm. Tällä saavutetaan REI120-palonkestoajaksi ilman lisäeristystä. Laattapaksuuksia 150 ja 200 mm voidaan käyttää ei-kantavassa, osastoivassa seinässä. Näillä päästään REI90- palonkestoajaksi. (Betoniteollisuus Oy 2016)

### 2.3 Ontelolaattojen käyttökohteet

Käytettävä laattatyypin valitaan kantavuuden perusteella. Asuinrakennuksissa tärkeä valintakriteeri on myös laattojen ääneneristys. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P15-laatta soveltuu käytettäväksi pientalojen ala-, väli- ja yläpohjissa. Keveytensä ansiosta laattatyypin voidaan käyttää myös pienten hallimaisten rakennusten yläpohjissa. Laattatyypin käyttö on melko harvinaista. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P20-laattatyypin on yleisin pientaloissa käytettävä ontelolaattatyypin. Se soveltuu käytettäväksi pientalojen ala-, väli- ja yläpohjissa. Laattatyypin voidaan myös käyttää kololaattojen tilalla kylpyhuoneissa. Tällöin kallistukset tehdään päälle valettavassa pintalaatassa. Laattaa käytetään myös teollisuushallien vesikattorakenteena. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P27-laattatyypin on yleinen. Sitä käytetään rivitalojen ja asuinkerrostalojen yläpohjissa. Laattatyypin voidaan käyttää myös rivitalojen välipohjissa silloin, kun huoneistojen välisen seinän paksuus on 240 mm tai huoneistojen välinen seinä on kaksinkertainen betoniseinä. Kun lämmöneristys sijaitsee laatan yläpuolella, sitä voidaan käyttää asuinkerrostalojen ja rivitalojen alapohjissa. Välipohjissa laattatyypin voidaan käyttää silloin, kun yläpuolelle asennetaan askelääneneristys ja vähintään 50 mm paksu pintabetonilaatta. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P32-laattatyypin on kehitetty liike- ja toimistorakennuksia varten. Se on yleisin ja suositeltavin laattatyypin toimistorakennuksissa. Asuinkerrostalojen välipohjissa laattatyypin käytetään silloin, kun yläpuolelle tehdään kelluva lattia tai lisääneneristys laatan alapuolelle. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P37-laattatyyppeä käytetään yleisimmin asuinrakennusten ala- ja välipohjissa.

Laattatyyppeä täyttää asuinrakennusten ääneneristysvaatimukset normaalilla välipohjan rakenteella, jossa ontelolaatan päälle tulee tasoite, lattiapinnan joustava alusmateriaali ja lattiapinnoite, esim. laminaatti. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P40-laattatyyppeä käytetään pitkällä jänneväleillä toimisto- ja liikerakennusten ala- ja välipohjissa. Laattatyyppeä soveltuu hyvän kantokykynsä ansiosta myös käytettäväksi teollisuus- ja varastorakennusten ala- ja välipohjissa. (Betoniteollisuus Oy 2016)

P50-laattatyyppeä käytetään raskaasti kuormitettujen liike-, teollisuus- ja varastorakennusten ala- ja välipohjissa. Pitkän maksimijännemitan ansiosta laattatyyppeä voidaan käyttää myös pysäköintitaloissa, pihakansissa ja silloissa. (Betoniteollisuus Oy 2016)

## 2.4 Kavennettu laatta

Laatatot pyritään suunnittelemaan siten, että ehjiä 1200 mm leveitä ontelolaattoja käytetään mahdollisimman paljon. Runkoa suunniteltaessa tulisi pyrkiä 12 m-kerrannaiseen mitoitukseen. Jos mitoituksesta poiketaan, joudutaan laattoja kaventamaan.

Laattojen sijoittelussa ja kavennettujen laattojen suunnittelussa tulee huomioida seuraavia asioita:

- Kavennus tehdään onteloiden kohdalta. Kavennetut laatat tehdään tehtaalla sahaamalla ehjistä laatoista ontelon kohdalta.
- Edullisinta on, jos kaventaminen tehdään niin, että molemmat puoliskot sahatusta laatasta voidaan hyödyntää. Tällöin ei synny hukkaa.
- Kavennettuun laattaan tulee jäädä kaksi ehjää kannasta. Laattatyypistä riippuen minimileveys määräytyy näiden kolmen kannaksen pohjalta. Yleensä suositeltava minimileveys on 400 mm.
- Laatat keskitetään siten, että kavennettu laatan reuna sijoitetaan laaston reunalle ulko- tai väliseinän viereen.
- Ulkonäkösyistä tulee huomioida, että sahattuun reunaan ei jää viistettä. (Betoniteollisuus Oy 2016)



Kuva 4. Kavennettu laatta edestä.



Kuva 5. Kavennettu laatta sivusta.

## 2.5 Ulokelaatat

Ontelolaatoilla voidaan toteuttaa ulokkeita, parvekkeiden tai erkereiden kohdalla. Tällöin käytetään yläpunoslaattaa, jossa tehtaalla laatan yläpintaan sijoitetaan tarvittava punostus. Lyhyet ulokkeet voidaan toteuttaa myös työmaalla tehtävällä yläpinnan lisäraudoituksella. Raudoitus asennetaan joko laattojen saumoihin tai pintabetoniin. Pintabetoniin sijoitettava lisäraudoitus tulee ankkuroida laatastoon. (Betoniteollisuus Oy 2016)



Kuva 6. Ulokelaatta.

Yläpunoslaattojen kantokyky tarkistetaan valmistajien käyrästöiltä, ja lopullisen punosuunnittelun tekee valmistajan suunnittelija. Lyhyen ulokkeen pintabetoniin ja saumoihin tehtävän lisäraudoituksen määrittää rakennesuunnittelija. Raudoitusta mitoitettaessa tulee huomioida jännevoimasta aiheutuva lisäkuormitus.

Ulokelaattojen suunnittelussa tulee huomioida liikevara ulokkeen päässä.

Työmaalla toteutettavan lyhyen ulokkeen maksimijänneväli on 1,8 m. Yläpunoslaatoilla ulokkeiden maksimipituuteen vaikuttaa laattatyyppi ja ulokkeen kuormitus. (Betoniteollisuus Oy 2016)

LAATTATYYPPI	O20	O27	O32	O37	O40	O50
ULOKKEEN MAKSIMIPITUUS [m]	2,0	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5

Taulukko 1 Ulokkeen maksimipituus. (Betoniteollisuus Oy 2016)

## 2.6 Eristetty ontelolaatta

Alapohjassa käytettäviin ontelolaattoihin kiinnitetään tehtaalla eristys. Eristettyjä alapohjalaattoja voidaan valmistaa kaikista ontelolaattojen perustyypeistä. Lämpimien rakennusten ryömintätilaisissa alapohjissa käytetään 170 mm paksua EPS 80S lattiaeristettä, joka täyttää lämmöneristysvaatimukset  $U = 0,17$ . Puolilämpimissä tiloissa käytetään vastaavasti 110 mm:n EPS 80S lattiaeristettä. Ryömintätilallisissa alapohjissa tulisi käyttää sammuvaa S-laatuista eristettä, koska ryömintätilassa saatetaan tehdä hitsaustöitä tai käyttää avotulta. (Betoniteollisuus Oy 2016)



Kuva 7. Eriste ontelolaattojen välissä.

## 2.7 Kylpyhuonelaatat

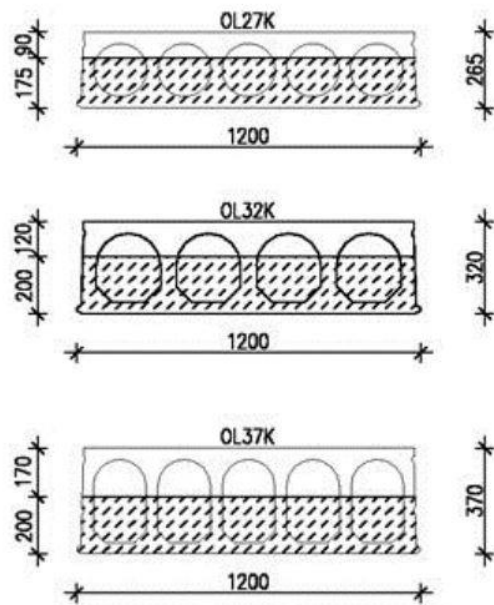
Asuinrakennusten kylpyhuoneiden kallistusvaluja ja talotekniikan asennusta varten on kehitetty ontelolaattatyypit, joihin voidaan tehdä syvennyksiä. Kylpyhuonelaattoja valmistetaan 265, 320 ja 370 mm korkeista ontelolaatoista. Kylpyhuonelaattoja kutsutaan usein *kololaatoiksi*.



Kuva 8. Kylpyhuonelaatta.

Syvennys on 1200 mm tai 600 mm leveä laatan poikkisuunnassa, ja syvennyksen korkeus vaihtelee laattakohtaisesti. Pituussuunnassa syvennys voi sijaita laatan päässä tai keskellä. Pituusmitta on vapaasti valittavissa. Syvennyksen suositeltava maksimipituus on 3 m. Lyhyissä laatoissa syvennys voi olla pidempi. Syvennyksellä on merkittävä vaikutus ontelolaatan kantokykyyn. (Betoniteollisuus Oy 2016)





Kuva 9. Kylpyhuonelaatan syvennyksen korkeus. (Betoniteollisuus Oy 2016)

Vaihtoehtoisesti kylpyhuoneiden kohdan kallistuksia ja talotekniikan asennusta varten voidaan laatastoon myös sijoittaa matalampia ontelolaattoja kylpyhuoneiden kohdalle. Matalampien ontelolaattojen päälle tehdään pintavalu, jolla laatastoon yläpinta ja kallistukset saadaan haluttuun korkeusasemaan. (Betoniteollisuus Oy 2016)

TYYPPI	KORKEUS [mm]	SYV. KORKEUS [mm]	POHJAN KORKEUS [mm]	MAKSIMIJÄNNE SYVENNYS 3m LAATAN PÄÄSSÄ [m]	MAKSIMIJÄNNE SYVENNYS 3m LAATAN KESKELLÄ [m]
O27K	265	90	175	9,0	8,0
O32K	320	120	200	11,0	9,0
O37K	370	170	200	11,0	9,0

Taulukko 2 Kylpyhuonelaatan maksimi jänneväli. (Betoniteollisuus Oy 2016)

## 3 ONTELOLAATAN VALMISTUSVAIHEET

### 3.1 Petin puhdistaminen

Peti ja sen vieressä olevat lieteojat puhdistetaan niihin kertyneistä betonijäämistä harjakoneella.



Kuva 10 Harjakone. (Tero Haarla 2013)

### 3.2 Raudoitus

Aluksi raudoittaja tarkistaa valuohjelmasta punoksien määrän ja koon. Ontelolaattatuotannossa käytetään 9,3 mm ja 12,5 mm punoksia. Raudoittaja vetää harjakoneella punokset petille, laittaa punoskamman ja öljyliipan passiivipäähän punosten alle. Punokset kiinnitetään lukoilla kiinni.

Punokset järjestellään harjakoneen edessä oleviin koukkuihin, etteivät ne mene ristiin takaisinajovaiheessa. Kun punokset on järjestelty ja öljyliippa kiinnitetty harjakoneeseen, lasketaan petille muottiöljy ja ajetaan harjakone aktiivipäähän.

Jännityskone ajetaan kiristettävän petin kohdalle ja punokset kiinnitetään siihen lukoilla kiinni. Alkukiristyksen jälkeen punokset kiristetään oikeaan kokonaisvoimaan.



Kuva 11 Jännityskone. (Tero Haarla 2013)

### 3.3 Valu

Kiristetylle petille nostetaan oikean tyyppinen valukone ja valukärryt. Valun aloituksessa on käytettävä aloitusvastetta.

Valukoneelle tilataan betoni ohjaamosta. Betoni kuljetetaan koneelle nosturilla. Valukone toimii automaattisesti.

Valumies valvoo koneen toimintaa ongelmatilanteiden varalta.



Kuva 12 Aloitusvaste valun alussa.

### 3.4 Elementtien piirtäminen ja valmistus

Valumies piirtää ja mitoittaa elementit valukoneen perässä valettuun laattaan mittakuvien avulla. Syvennykset, reiät, nostolenkkien paikat tehdään elementtiin käsin.

Jos kyseessä on kylpyhuonelaatta, tehdään kylpyhuonesyvennys tampparilla ja varaukset kaivetaan siihen suunnitellulla kaivinkoneella.

Viimeisenä valumies peittää vesireiät ja levittää pressun valmiiksi tehtyjen elementtien päälle.



Kuva 13 Valumies työssä.

### 3.5 Koukkuvalu

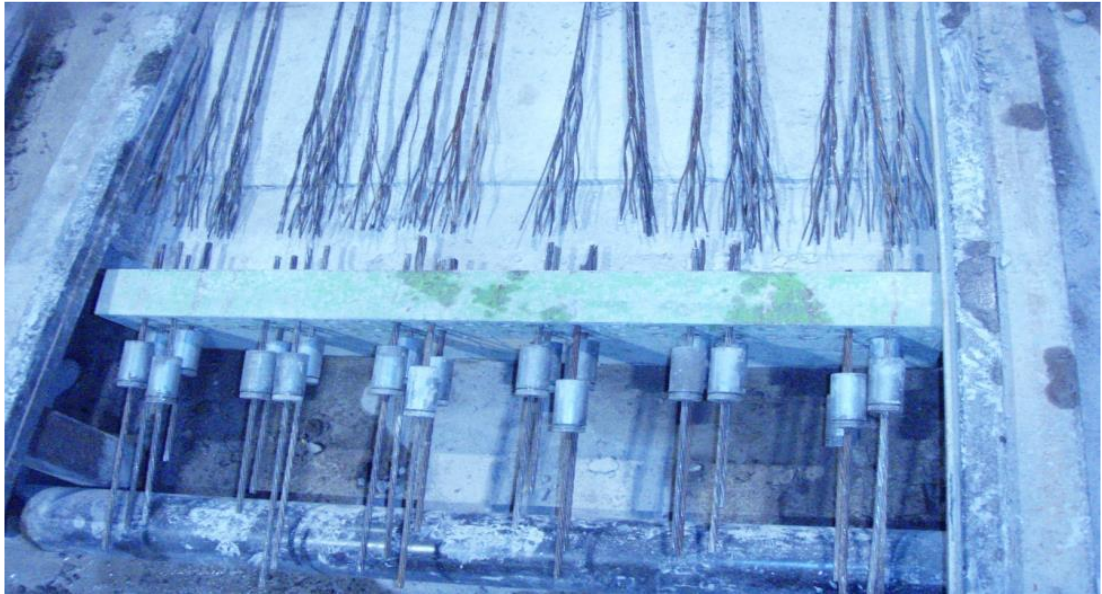
Jos elementeissä on nostokoukkuja, ne valetaan elementtien kuivuttua jassikalla. Jassikka kuljetetaan nosturin avulla koukkureikien kohdalle. Koukkureiät valetaan umpeen ja koukku laitetaan paikoilleen.



Kuva 14 Betonijassikka.

### 3.6 Punosten laukaisu

Aluksi betonin lujuus varmistetaan kimmoasaralla. Jos lujuus on riittävä, katkaistaan ensin yksi punos ja tarkistetaan onko alkuluistoa. Jos alkuluistoa ei esiinny, katkaistaan reunapunokset ja sen jälkeen keskipunokset.



Kuva 15 Laukaistut punokset. (Tero Haarla 2013)

### 3.7 Sahaus

Saha kuljetetaan petin passiivipäähän ensimmäisen katkaisukohtan kohdalle. Sahuri mittaa elementit mittakuvien avulla ja tarkistaa elementteihin tehdyt varaukset. Sahaus voidaan aloittaa, kun kaiken on todettu olevan kunnossa. Jos rei'istä näkyy punoksia, katkaistaan ne pitkäkaulaisella kulmahiomakoneella.



Kuva 16 Elementtisaha. (Tero Haarla 2013)

### 3.8 Keräily

Sahatut elementit kerätään pukkiradalle kuormausohjeen mukaan. Valmiit pukit ajetaan pihalle, jossa ne lastataan kuljetusautoihin.



Kuva 17 Valmis pukki pihalla.



## 4 VESIREIÄT

### 4.1 Vesireiät yleisesti

Vesireiät ovat yleensä 10- 12 mm kokoisia reikiä, joiden on tarkoitus poistaa ontelon sisään kertyvä vesi. Vesireiät sijoittuvat laatan jokaiseen onteloon.

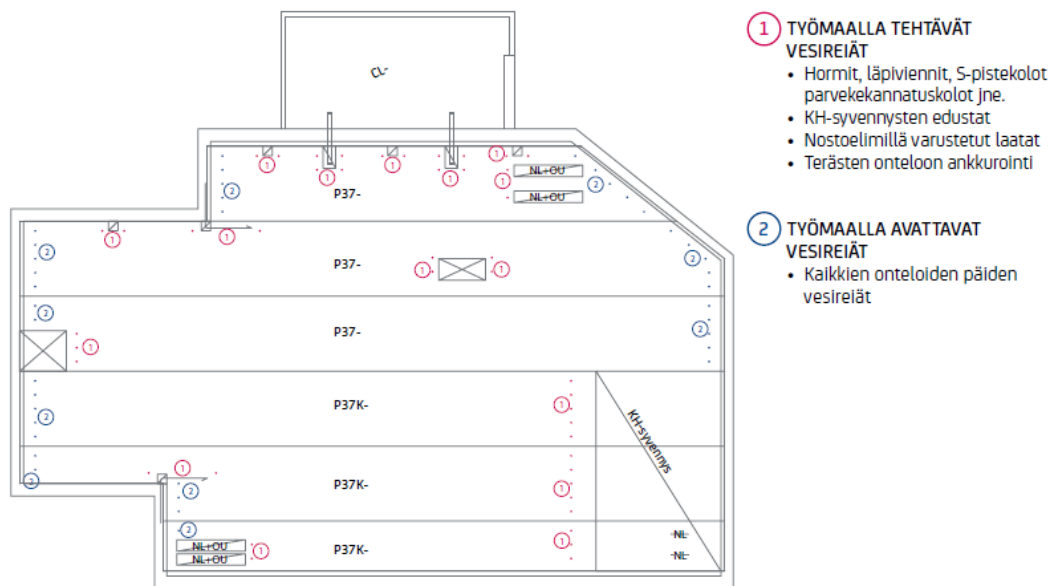
### 4.2 Ontelovesien aiheuttajat

Ontelovesien muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Jos valustoppareina on käytetty villaa, se imee kosteuden itseensä ja kuivuu hitaasti.
  - Sääolosuhteet vaikuttavat ontelolaattojen asennusvaiheessa kosteuden muodostumiseen.
  - Jos ontelolaattoja ei kuljeteta suojattuna, voi onteloihin kertyä kosteutta.
  - Jos ontelolaattoja ei ole varastoitu sääsuojan alle, kosteusriski kasvaa.
  - Työmaalla ei ohjata sadevesiä pois, eikä suojata rakenteita työn aikana
  - Lähekkäin olevien varausten välistä kannasta ei ole valettu umpeen ja reikä puuttuu.
  - Vinopäisiin laattoihin ei porata vesireikiä tehtaalla.
  - Ontelolaatan sahauksessa syntyy lietettä, joka ajan kanssa tukkii reiän.
- (Mika Järvinen 2012)

### 4.3 Poraaminen

Vesireiät porataan ontelolaattaan yleensä 500- 1500 mm päähän ontelolaattojen molemmista päistä. Yli 10 m ontelolaattaan porataan vesireiät myös keskelle. Päätyreiät porataan onteloihin tehtaalla. Myös työmaalla laattoihin porataan lisävesireikiä paikkoihin johon vesi kerääntyy eikä poistu vakioreistä. Toimivuus tulee tarkistaa työmaalla ontelolaattojen välisten saumojen valun jälkeen. Jos vakioreiät puuttuvat, porataan ne työmaalla ontelolaatan valmistaneen yrityksen toimesta.



- 1 TYÖMAALLA TEHTÄVÄT VESIREIÄT**
- Hormit, läpiviennit, S-pistekolot parvekekannatuskolot jne.
  - KH-syvennysten edustat
  - Nostoelimillä varustetut laatat
  - Terästen onteloon ankkurointi
- 2 TYÖMAALLA AVATTAVAT VESIREIÄT**
- Kaikkien onteloiden päiden vesireiät

Kuva 18. Vesireikien porausohje. (Parma Oy 2015)

Vesireikien poraus tapahtuu käsiporalla sapluunan avulla tuoreeseen elementtiin. Reiät porataan onteloiden keskelle. Pinnan reiät täytetään peittomassalla pohjan reikien jäädessä auki. Kylpyhuonelaatan vesireiät porataan kaivurissa olevalla automaattiporalla.



Kuva 19. Sapluuna.



Kuva 20. Vesireikien poraus tehtaalla.

#### 4.4 Ongelmat porauksessa

Tehtaalla poraus voi mennä sivuun tai terä katketa. Jos porattu reikä ei osu ontelon keskelle, vesi ei pääse poistumaan ontelosta kunnolla. Reiän sisälle voi ilmestyä myös kaulus, joka estää veden poispääsyn jos porausta ei suoriteta huolellisesti. Jos vesireiät porataan liian lähellä valukonetta tärinä ja liete voi tukkia reiät. Kylpyhuonelaatoissa varauksien kaivamiseen suunnitellun kaivinkoneen pora saattaa jumittua tai terä ei laskeudu tarpeeksi alas. Reiät voivat myös tukkeutua työmaalla saumavalujen betonilietteestä. Myös leikatessa ontelolaattoja poikki voi onteloon jäädä purseita, jotka sitten tukkivat ontelon vesireiät, ja vesi jää onteloon.



Kuva 21. Purse ontelossa.

#### 4.5 Tukkeutumisen haitat

Pitkään vaikuttava kosteus ontelolaatassa voi aiheuttaa homevaurioita jotka voivat pahimmillaan aiheuttaa pitkään altistuneelle vakavia terveyshaittoja ja tasoitetuissa maali-pinnoissa vähintään ulkonäöllisiä haittoja. Talvella vesi voi jäätymään onteloon ja aiheuttaa halkeamia ontelolaatassa. Korjaustoimet ovat vaikeita ja vaativat kuivaustyö- ja kosteusmittaus suunnitelman.



Kuva 22. Onteloveden aiheuttama kosteusvaurio.

## 5 ONTELOLAATTOJEN KOSTEUSKARTOITUS

### 5.1 Kosteusmittaus

Työmailla kosteusmittaus toteutetaan poraamalla ontelolaattaan 16 mm:n reikä. Seuraavana päivänä reikään voidaan asentaa antura ja mitata kosteus. Antura voidaan asentaa vasta seuraavana päivänä porauksesta, jotta reiän kosteus ehtii tasaantua porauksesta. (Mika Järvinen 2012)

Ontelolaattojen kannalta tämä vaihtoehto ei ole käytännöllinen, koska ontelot eivät välttämättä ole aina ilma tiiviitä ja näin ollen mittaustulos ei olisi oikea vaan sama kuin huonekosteus. Myöskään kustannussyistä ei ole kannattavaa suorittaa näin suurta työtä. (Mika Järvinen 2012)

Kosteusmittauksia voidaan myös tehdä pintakosteusmittarilla. Pintakosteusmittari mittaa pinnasta rakenteen kosteuden, joten se ei tarvitse porattua reikää, mutta antaa myös tämän takia paljon tulkinnanvaraisemman tuloksen. (Mika Järvinen 2012)

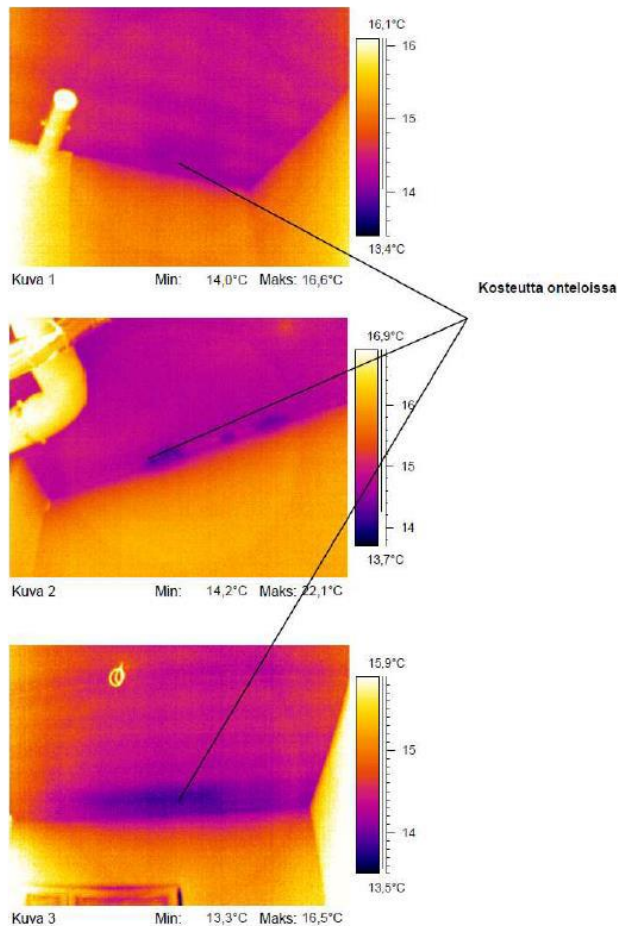


Kuva 23. Kosteusmittari

## 5.2 Lämpökamerakuvaus

Rakennusliikkeet käyttävät lämpökamerakuvausta ontelovesien kartoitukseen. Lämpökuvauksella saadaan selville tutkittavan kohteen pinta-lämpötiloja ja poikkeavan lämpötilan aiheuttaja. Lämpökamerakuvauksella voidaan mitata täsmällinen lämmönja-kaumatilanne. (Mika Järvinen 2012)

Lämpökamera tarvitsee lämpöeron havaitakseen onteloissa olevan kosteuden. Tämä tarkoittaa sitä, että kosteus ontelossa ei ole vielä saavuttanut samaa lämpötilaa kuin vieressä oleva betoni. Hyvä aika on kaksi vuorokautta sen jälkeen kun on lopullinen lämpö saatu päälle. Kuitenkin kohteesta riippuen voi myös käyttää erillisiä lämmittämiä ja jopa asuntojen tuulettamista saadakseen lämpötilaeron. Tapa täytyy valita kohteen ja vuodenajan mukaan. (Mika Järvinen 2012)



Kuva 24 Lämpökamerakuva ontelolaatasta. (Mika Järvinen 2012)

## 6 VESIREIKÄKARTOITUS

Vesireikäkartoituksen tarkoituksena on kartoittaa tehtaalla valmistettuja ontelo- ja kylpyhuonelaattoja. Kartoituksen tarkoituksena on tarkistaa ovatko vesireiät laatoissa auki. Jos reiät eivät ole auki päätellään mistä tukkeuma johtuu ja onko tarvittavat vesireiät porattu tehtaalla. Lopuksi kerron vielä parannusehdotuksia reikien tekoon.

Kartoitus tehdään P37K kylpyhuonelaatasta, P20, P27, P32 ja P37 ontelolaatasta.

### 6.1 P37K kylpyhuonelaatan kartoitus

Kartoituksessa käytiin läpi 25 kappaletta P37K kylpyhuonelaattoja ja katsottiin ovatko vesireiät auki ja porattuna oikeisiin kohtiin. Alle kolmemetrisiin laattoihin riittää vesireiät yhteen päähän. P37K laatussa on viisi onteloa.

Kylpyhuonelaatassa vesireiät ovat porattu kaivinkoneessa olevalla automaattiporalla.

Kaikki vesireiät olivat porattu 500 – 1500 mm laattojen päistä.

<b>P37K Laatta</b>	<b>Vesireiät pääty 1</b>	<b>Vesireiät pääty 2</b>
1	2/5 auki	Puuttuu
2	2/5 auki	Puuttuu
3 Puolitamppaus	2/2 auki	2/5 auki
4	2/5 auki	2/5 auki
5	2/5 auki	2/5 auki
6	1/5 auki	0/5 auki
7	2/5 auki	1/5 auki
8	1/5 auki	1/5 auki
9	2/5 auki	3/5 auki
10	2/5 auki	Alle 3m
11	2/5 auki	Alle 3m
12	3/5 auki	3/5 auki
13	5/5 auki	Puuttuu
14	2/5 auki	1/5 auki



15	2/5 auki	Alle 3m
16	3/5 auki	3/5 auki
17	1/5 auki	Puuttuu
18	4/5 auki	4/5 auki
19	3/5 auki	4/5 auki
20	1/5 auki	Puuttuu
21	3/5 auki	Alle 3m
22	3/5 auki	Alle 3m
23	4/5 auki	4/5 auki
24	3/5 auki	4/5 auki
25	Puuttuu	Puuttuu

Taulukko 3. P37K vesireiät.

Silmämääräisesti määritettynä suurin osa vesireikien tukkeutumista johtui porakoneesta. Osassa laattoja puuttui toisen pään vesireiät, vaikka ne olisivat pitäneet olla porattuna. Pora ei ollut myöskään mennyt läpi kokonaan kaikissa kartoitetuissa laatoissa. Tukkeumaa painamalla suurin osa reistä aukesi, eli tukkeuma johtui joko liian nopeasta porauksesta, koneiden tärinästä, automaattipora ei ole mennyt pohjaan asti tai poraus on säädetty liian nopeaksi. Poranterä on myös voinut olla kiero tai laatta on ollut kuivaa porattaessa.



Kuva 25. P37K vesireiät.

## 6.2 P20 ontelolaatan kartoitus

Kartoituksessa käydään läpi 25 kappaletta P20 laattoja ja katsotaan ovatko vesireiät auki ja porattuna oikeisiin kohtiin. Alle 1.5m laattoihin riittää vesireiät yhteen päähän.

P20 laatussa vesireiät ovat porattu käsiporalla ja sapluunan avulla. Laatussa on 6 onteloa.

Kaikki vesireiät olivat porattu 500 – 1500 mm laattojen päistä.

<b>P20 Laatta</b>	<b>Vesireiät pääty 1</b>	<b>Vesireiät pääty 2</b>
1	6/6 auki	6/6 auki
2	6/6 auki	6/6 auki
3	6/6 auki	6/6 auki
4	6/6 auki	6/6 auki
5	6/6 auki	6/6 auki
6	6/6 auki	6/6 auki
7	6/6 auki	6/6 auki
8	6/6 auki	6/6 auki
9	6/6 auki	6/6 auki
10	6/6 auki	6/6 auki
11	6/6 auki	6/6 auki
12	6/6 auki	6/6 auki
13	6/6 auki	6/6 auki
14	6/6 auki	6/6 auki
15	6/6 auki	6/6 auki
16	6/6 auki	6/6 auki
17	6/6 auki	6/6 auki
18	6/6 auki	6/6 auki
19	6/6 auki	6/6 auki
20	6/6 auki	6/6 auki
21	6/6 auki	6/6 auki

22	6/6 auki	6/6 auki
23	6/6 auki	6/6 auki
24	6/6 auki	6/6 auki
25	6/6 auki	6/6 auki

Taulukko 4. P20 Vesireiät.

Silmämääräisesti matalassa laatassa kaikki vesireiät olivat auki. Laatan mataluuden takia vesireiät ovat helpompi porata, joten ne ovat myös suuremmalla varmuudella auki.



Kuva 26. P20 Vesireiät.

### 6.3 P27 ontelolaatan kartoitus

Kartoituksessa käydään läpi 25 kappaletta P27 laattoja ja katsotaan ovatko vesireiät auki ja porattuna oikeisiin kohtiin. Alle kolmemetrisiin laattoihin riittää vesireiät yhteen päähän.

Kylpyhuonelaatassa vesireiät ovat porattu kaivinkoneessa olevalla automaattiporalla.

P27 laatassa vesireiät ovat porattu käsiporalla ja sapluunan avulla. Laatassa on 5 onte-  
loa.

Kaikki vesireiät olivat porattu 500 – 1500 mm laattojen päistä.

<b>P27 Laatta</b>	<b>Vesireiät pääty 1</b>	<b>Vesireiät pääty 2</b>
1	3/5 auki	3/5 auki
2	3/5 auki	3/5 auki
3	4/5 auki	4/5 auki
4	2/5 auki	2/5 auki
5	5/5 auki	5/5 auki
6	5/5 auki	5/5 auki
7	4/5 auki	5/5 auki
8	4/5 auki	4/5 auki
9	4/5 auki	3/5 auki
10	2/5 auki	3/5 auki
11	5/5 auki	5/5 auki
12	4/5 auki	4/5 auki
13	3/5 auki	3/5 auki
14	5/5 auki	4/5 auki
15	3/5 auki	3/5 auki
16	4/5 auki	4/5 auki
17	4/5 auki	5/5 auki
18	2/5 auki	3/5 auki
19	2/5 auki	2/5 auki
20	1/5 auki	1/5 auki
21	5/5 auki	5/5 auki
22	5/5 auki	5/5 auki
23	3/5 auki	2/5 auki

24	4/5 auki	4/5 auki
25	3/5 auki	3/5 auki

Taulukko 5. P27 Vesireiät.

Silmämääräisesti vesireikien tukkeumat johtuivat liian nopeasta porauksesta tai vesireiät ovat porattu liian lähellä valukonetta, josta johtuen tukkeumat ovat johtuneet koneen tärinästä. Jos valumiehellä on vaikea peti, vesireikien huolellinen poraus jää toissijaiseksi. Myös reikien taakse porattavat vesireiät ovat yleensä tukossa, koska saplunaa ei käytetä ja reiät porataan kiireessä käsin.



Kuva 27. P20 Vesireiät.

#### 6.4 P32 ontelolaatan kartoitus

Kartoituksessa käydään läpi 25 kappaletta P32 laattoja ja katsotaan ovatko vesireiät auki ja porattuna oikeisiin kohtiin. Alle 1.5m laattoihin riittää vesireiät yhteen päähän.

P32 laattassa vesireiät ovat porattu käsiporalla ja sapluunan avulla. Laattassa on 4 onteloa.

Kaikki vesireiät olivat porattu 500 – 1500 mm laattojen päistä.

P32 Laatta	Vesireiät pääty 1	Vesireiät pääty 2
1	3/4 auki	1/4 auki
2	3/4 auki	3/4 auki
3	3/4 auki	2/4 auki
4	3/4 auki	3/4 auki
5	4/4 auki	3/4 auki
6	4/4 auki	4/4 auki
7	4/4 auki	4/4 auki
8	2/4 auki	2/4 auki
9	2/4 auki	2/4 auki
10	4/4 auki	4/4 auki
11	4/4 auki	4/4 auki
12	4/4 auki	4/4 auki
13	2/4 auki	2/4 auki
14	0/4 auki	1/4 auki
15	1/4 auki	2/4 auki
16	2/4 auki	2/4 auki
17	1/4 auki	1/4 auki
18	4/4 auki	4/4 auki
19	3/4 auki	2/4 auki
20	3/4 auki	3/4 auki
21	1/4 auki	1/4 auki
22	2/4 auki	2/4 auki
23	4/4 auki	4/4 auki
24	4/4 auki	3/4 auki
25	3/4 auki	3/4 auki

#### Taulukko 6. P32 vesireiät.

Silmämääräisesti vesireikien tukkeumat johtuivat liian nopeasta porauksesta tai vesireiät ovat porattu liian lähellä valukonetta, josta johtuen tukkeumat ovat johtuneet koneen tärinästä. Jos valumiehellä on vaikea peti, vesireikien huolellinen poraus jää toisijaiseksi. Myös reikien taakse porattavat vesireiät ovat yleensä tukossa, koska sapluunaa ei käytetä ja reiät porataan kiireessä käsin.



Kuva 28. P32 Vesireiät.

#### 6.5 P37 ontelolaatan kartoitus

Kartoituksessa käydään läpi 25 kappaletta P37 laattoja ja katsotaan ovatko vesireiät auki ja porattuna oikeisiin kohtiin. Alle 1.5m laattoihin riittää vesireiät yhteen päähän.

P37 laatassa vesireiät ovat porattu käsiporalla ja sapluunan avulla. Laatassa on 5 onteloa.

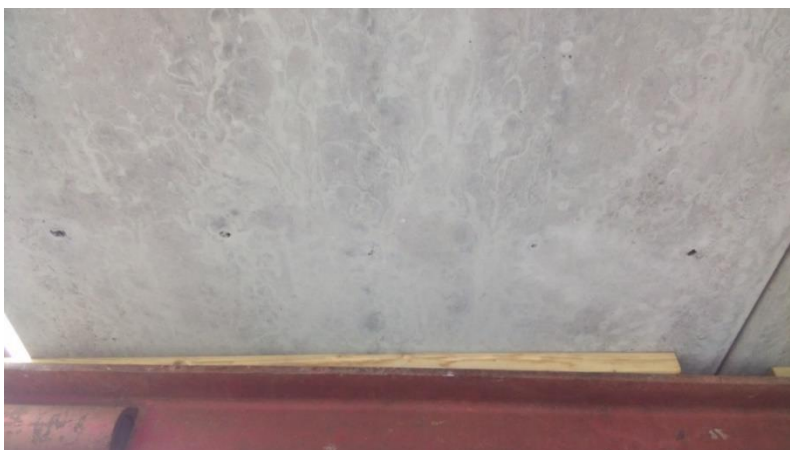
Kaikki vesireiät olivat porattu 500 – 1500 mm laattojen päistä.

P37 Laatta	Vesireiät auki, pääty 1	Vesireiät auki, pääty 2
1	1/5 auki	1/5 auki
2	2/5 auki	2/5 auki
3	3/5 auki	3/5 auki
4	3/5 auki	3/5 auki
5	3/5 auki	3/5 auki
6	3/5 auki	3/5 auki
7	3/5 auki	4/5 auki
8	0/5 auki	1/5 auki
9	0/5 auki	1/5 auki
10	4/5 auki	3/5 auki
11	3/5 auki	3/5 auki
12	3/5 auki	4/5 auki
13	2/5 auki	2/5 auki
14	1/5 auki	1/5 auki
15	2/5 auki	2/5 auki
16	3/5 auki	3/5 auki
17	4/5 auki	3/5 auki
18	3/5 auki	2/5 auki
19	4/5 auki	4/5 auki
20	2/5 auki	2/5 auki
21	1/5 auki	1/5 auki
22	3/5 auki	3/5 auki
23	4/5 auki	4/5 auki
24	4/5 auki	3/5 auki
25	3/5 auki	3/5 auki

Taulukko 7. P37 vesireiät.



Silmämääräisesti vesireikien tukkeumat johtuivat liian nopeasta porauksesta tai vesireiät ovat porattu liian lähellä valukonetta, josta johtuen tukkeumat ovat johtuneet koneen tärinästä. Jos valumiehellä on vaikea peti, vesireikien huolellinen poraus jää toissijaiseksi. Myös reikien taakse porattavat vesireiät ovat yleensä tukossa, koska saplunaa ei käytetä ja reiät porataan kiireessä käsin. Kiireessä korkeaan laattaan vesireikiä porattaessa poraa ei pidetä tarpeeksi kauan pohjassa ja porauskura tukkii reiän poraanostettaessa.



Kuva 29. P37 vesireiät.



Kuva 30. Reiän jälkeen poratut vesireiät.

## 6.6 Parannusehdotuksia vesireikien tekoon

### P37K laatta

- Kaivinkoneen poranterän säännöllinen vaihtaminen
- Poran pystyrajojen säännöllinen tarkastus

- Poran sivuttaisrajojen säännöllinen tarkastus
- Tarkistetaan, että vesireiät osuvat keskelle ontelo
- Säädetään pora pysymään porattaessa minimissään 2 sekuntia pohjassa
- Myös lyhyissä laatoissa porataan molempiin päihin vesireiät
- Vesireiät porataan lähimmän tamppauksen jälkeen, joten ei tärinähaittaa
- Vesireiät porataan minimissään 1000mm päähän laattojen päistä
- Kaivinkoneen kuljettaja huolehtii poran huollosta säännöllisesti

#### P20-P37 laatta

- Sapluunoiden säännöllinen tarkistus ja huolto
- Vesireiät porataan vain sapluunan avulla myös reikien taakse. Ei missään nimessä vapaalla kädellä
- Tarkistetaan, että vesireiät osuvat keskelle ontelo
- Porattaessa pidetään poraa minimissään 2 sekuntia pohjassa
- Myös lyhyissä laatoissa porataan molempiin päihin vesireiät
- Vesireiät porataan minimissään 1000mm päähän laattojen päistä
- Vesireiät porataan kauempana valukoneesta, joten ei tärinähaittaa
- Tarkistetaan poran akun tilanne valun aikana
- Poran terän säännöllinen vaihtaminen
- Jos porassa ilmenee vikaa heti huoltoon ja uusi tilalle

## 7 VAIHTOEHTOISIA TAPOJA VESIREIKIEN TEKOON

### 7.1 THK-DRILL STATION – porausasema

THK-Drill Station ontelolaattojen porausasema on suunniteltu asennettavaksi tuotantolaitoksen lattialle. Se on tarkoitettu olosuhteisiin, joissa ei voida tilanpuutteen tai rajoitetun nostokapasiteetin vuoksi käyttää THK-Collectin integroitua porauslaitetta.

Porausaseman käyttö on päätoiminnoiltaan automatisoitu. Käyttäjä kytkee vain virran päälle ja valitsee kytkimestä porattavan laattatyyppin. Tämän jälkeen ontelolaatta siirretään porausaseman päälle ja kone poraa vesireiät automaattisesti.

Porausasema voidaan varustaa pyörillä kulkemaan valualustan reunakiskoilla laatan ylitse.

On mahdollista laittaa kaksi asemaa peräkkäin ja siirtää toista tai molempia radio-ohjauksella oikeaan paikkaan laatan pituuden mukaan. (THK Systems, 2016)



Kuva 31. TKH- Drill Station. (THK Systems 2016)

## 7.2 THK-COLLECT keräily-yksikkö

THK- Collect keräily-yksikkö tuo ontelolaattojen keräilyyn ja kuljetusjärjestelyyn uutta tehokkuutta ja sujuvuutta. (THK Systems 2016)

Keräily-yksikkö voidaan varustaa tehokkailla vesireikien porauskoneilla. Niiden avulla voidaan jo siirron aikana porata ontelolaattoihin tarvittavat vedenpoistoreiät. Valmiiksi sahattujen laattojen kuljetuskäsittely helpottuu ja ne voidaan esimerkiksi lastata suoraan kuorma-autoon työmaalle kuljetusta varten. Myös välivarastointi helpottuu.

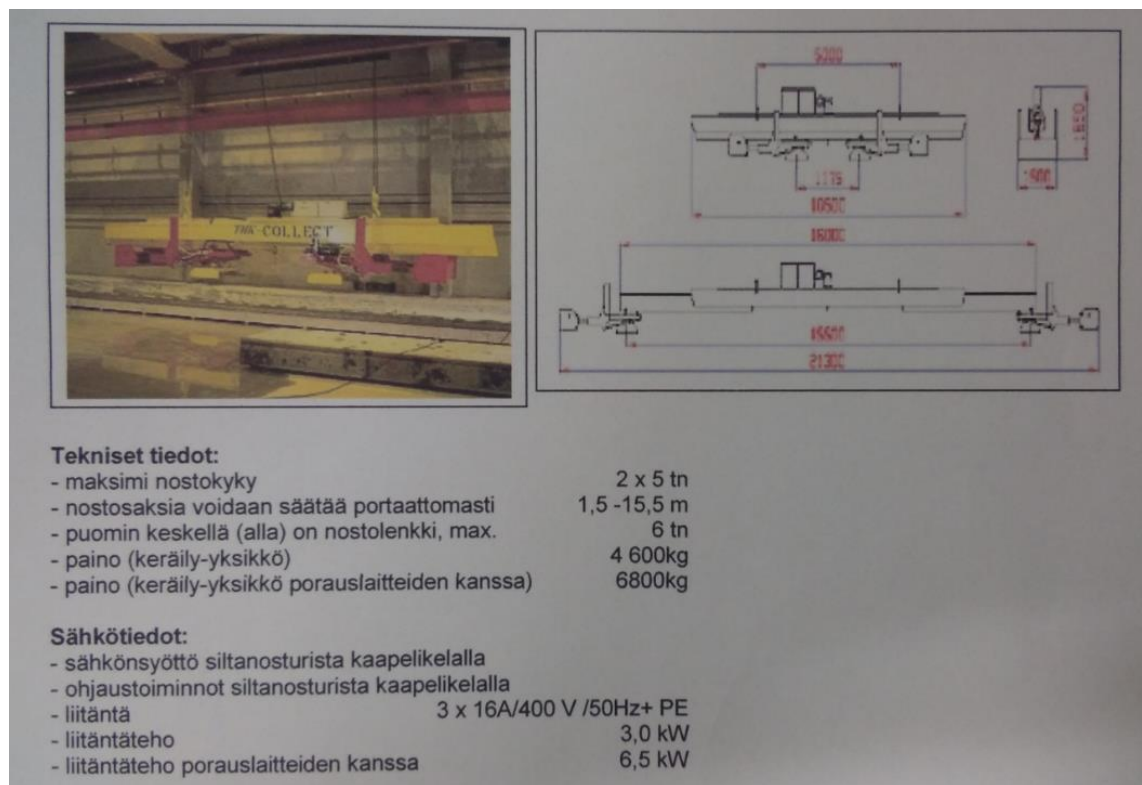
(THK Systems 2016)

THK- Collectilla voidaan nostaa maksimissaan 16 m pitkiä ontelolaattoja. Nostokiinnittiminä toimii nostosakset, jotka tarttuvat tiukasti kiinni ontelolaattojen kylkiin.

(THK Systems 2016)

Keräily-yksikön tehokkaaseen toimintaan tarvitaan kahdella nostimella varustettu silta-nosturi. Nosturin nostoväli pitää olla 5,0 m ja minimi nostokyky 2x8 tn.

(THK Systems 2016)

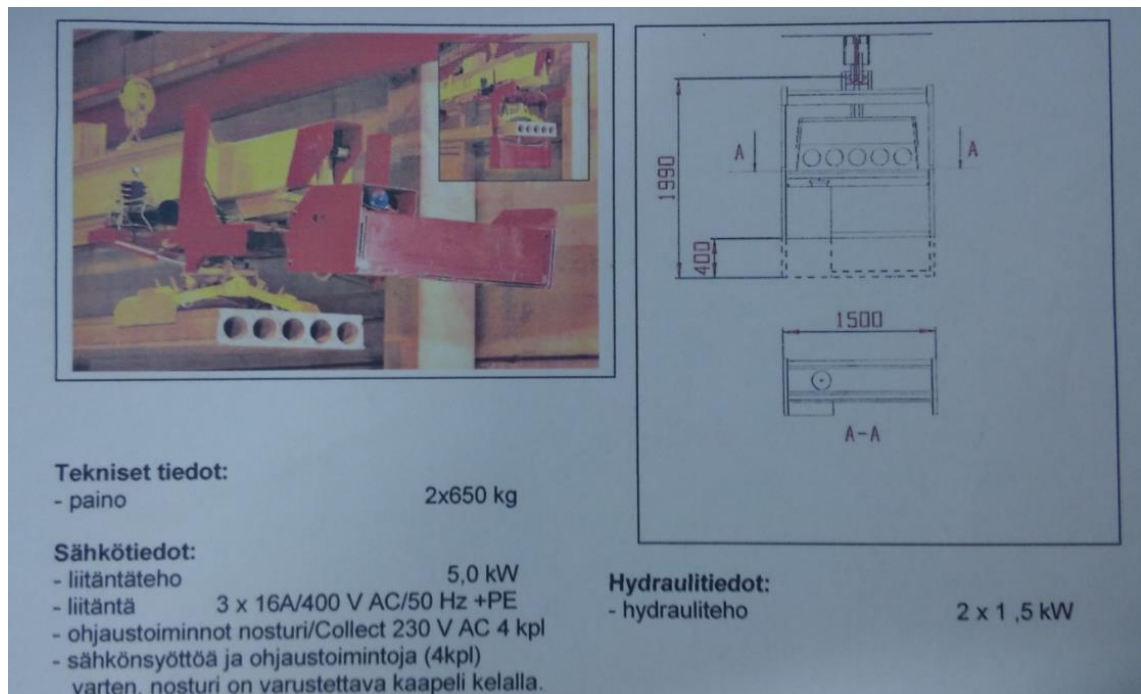


Kuva 32. THK- Collect keräily-yksikkö. (THK Systems 2016)

### 7.3 THK- Drill - vesireikäporakone

THK- Collect keräily-yksikköön asennettuna vesireikäporakone poraa automaattisesti kosteudenpoistoreiät. Tämän jälkeen laatat voidaan koota valmiiksi purkujärjestyksen mukaan kuormiksi.

THK- Drill porauskone on automatisoitu siten, että se tarvitsee vain aloituskäskyn ja automatiikka hoitaa lopun porauksesta. Aloituskytkin sijaitsee nosturin ohjauskonsolissa. Poraukohdat on ohjelmoitu valmiiksi laitteen logiikkaan, jolloin ontelolaattojen tyyppien vaihto tapahtuu vaivatta. Valintakytkin sijaitsee THK – Collect sähköpääkeskuksessa. (THK Systems, 2016)



Kuva 33. THK- Drill porauskone. (THK Systems 2016)

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa kokonaiskuva ontelolaatoista ja laattojen vesireikien toimivuudesta. Opinnäytetyössä käydään läpi ontelolaattojen vesireikiä, sekä suoritettu vesireikäkartoitus.

Tässä opinnäytetyössä aiheet käsitellään ensin teorian kautta, seuraavaksi tehtiin vesireikäkartoitus ontelolaattoihin ja lopuksi arvioidaan oma osaamistaso. Teorian osalta apuna on käytetty rakennusalan julkaisuja. Käytännön osuus perustuu hankittuun kokeemukseen elementtityöntekijänä, sekä kolmannen vuoden työharjoitteluun.

Opinnäytetyö on tehty erään Etelä- Suomalaisen betonielementtitehdään ontelolaatta hallilla. Harjoittelun aikana sain hyvän kuvan elementtihallin työnjohdosta ja elementtien valmistuksesta. Laadullinen ajattelutapani korostui harjoittelun aikana ja huomasin laadun tärkeyden rakennusalalla.

## LÄHTEET

1. Betoniteollisuus ry. 2016. Elementtirakentamisen historia. Viitattu 17.8.2016.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22002/elementtirakentamisen%20historia.pdf>
2. Betoniteollisuus ry. 2016. Ontelolaatat. Viitattu 17.8.2016. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
3. Järvinen M. 2012. Ontelolaattojen kosteudenhallinnan suunnitelma. Opinnäytetyö, ylempi AMK. Rakennusalan koulutusohjelma. Viitattu 17.8.2016.  
<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53919/Mestarityo+28.1.2013.pdf;jsessionid=02BEA00F3690EEB4780B2CAAC3932A16?sequence=1>
4. Makkonen T. 2013. Ontelolaattojen kosteudenhallinta. Opinnäytetyö, ylempi AMK. Rakennusalan koulutusohjelma. Viitattu 17.8.2016. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65559/ontelolaattojen\\_kosteudenhallinta\\_mestarityo.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65559/ontelolaattojen_kosteudenhallinta_mestarityo.pdf?sequence=1)
5. Parma Oy, 2015. Vesireikien talvimuistutus. Viitattu 17.8.2016.  
<http://www.parma.fi/images/files/downloads/ONTELOLAATTOJEN%20VESIREIAT%20talvimuistutus%207.9.2015.doc>
6. Priimax Oy, 2016. Lämpökamerakuvaus. Julkaisussa lämpökamerakuvausesite. Viitattu 17.8.2016. <http://www.priimax.fi/lampokuvausesite.pdf>
7. THK koneesitteet
8. THK Systems. 2016 Kone-esitteet. Viitattu 17.8.2016. <http://www.drivetec.fi/ProductsFI.html>
9. Toivari O-P. 2011. Kosteudenhallinnan ja sääsuojauksen taloudellinen tarkastelu. Viitattu 17.8.2016. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittamisen/kosteudenhallinnan-ja-saasuojauksen-taloudellinen-suunnittelu.pdf>

