

# **Laadunvarmistustulosten hyödyntäminen**

**Parma oy, Uurainen**

Joonas Hakonen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Hakonen, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2017
	Sivumäärä 37	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Laadunvarmistustulosten hyödyntäminen</b> Parma oy, Uurainen		
Koulutusohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja(t) Viinikainen, Marko		
Toimeksiantaja(t) Ari Korhonen, Parma oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda materiaali, joka toimii tukena laadunvarmistusprosessissa, keräten yhteen omat havainnot sekä alan kirjallisuuden betonielementtien laadunvalvonnasta. Parma Oy:n valmistamat tuotteet ovat CE-merkittyjä ja niiden valmistusta ulkopuolisena ja riippumattomana tahona valvoo Inspecta Oy.</p> <p>Uuraisten runkotehtaalla elementtien laatua valvoo erikseen nimetty laadunvalvoja, joka raportoi työnjohdolle mahdollisista laatu-ongelmista. Laadunvalvoja käyttää työssään sähköisenä raportointityökaluna InstaAudit-sovellusta. Laadunvarmistus suoritetaan jokaisesta tuotteesta sekä tuotantovaiheesta että valmiin tuotteen tarkastuksena. Päivittäisen laadunvarmistuksen ohella työhön liittyy myös Inspecta TR 15:n – mukaiset määräaikaismittaukset kerran kuussa kustakin elementtityypistä.</p> <p>Betonoinnin laadunvarmistuksesta tehtaalla vastaavat betonimyllärit, joilla on betonilaborantin FISE-pätevyydet. Tehtaalla on olemassa oma testauslaitteisto betonin koepuristuksille ja olosuhdemittauksiin.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )  betonielementit, laadunvalvonta		
Muut tiedot		

Author(s) Hakonen, Joonas	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 37	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Capitalizing of quality assurance results</b> Parma oy, Uurainen		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Viinikainen, Marko		
Assigned by Ari Korhonen, Parma oy		
Abstract  <p>The purpose of the thesis was to create material that would support the quality assurance process, bringing together personal observations and literature concerning the field of quality-control of precast concrete. The products manufactured by Parma Oy are CE marked and their production is supervised by an external and independent observer, Inspecta Oy.</p> <p>At the frame factory in Uurainen, the quality of the elements is observed by a quality controller who reports all quality deficiencies to the foremen. The quality controller uses an electronic reporting tool, InstaAudit which is a mobile application. Quality assurance is carried out for each product as well for each production phase and the finished product is verified. Besides the daily quality assurance, also scheduled monthly assurance for each element type is performed in accordance with the Inspecta TR 15 .</p> <p>The quality assurance of concreting at the factory is the responsibility of concrete experts who have the FISE qualifications required from concrete laboratory assistants. The factory has its own testing equipment for concrete stress tests and environmental measurements.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  concrete elements, quality assurance		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1. Johdanto</b> .....	<b>3</b>
1.1 Parma Oy .....	3
1.2 Tausta ja tavoite .....	3
<b>2. Laadunvarmistus</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Betonoinnin laadunvalvonta</b> .....	<b>5</b>
3.1 Betonoinnin dokumentointi .....	6
3.2. Betonin testaus .....	7
<b>4. InstaAudit – Laadunvalvontapöytäkirjana</b> .....	<b>9</b>
4.1 Tuotannotarkistus .....	10
4.1.1 Pääterästen lukumäärä ja sijainti .....	10
4.1.2 Hakasten lukumäärä / hakaväli .....	10
4.1.3 Tihennetyt hakaset ja lisäraudoitus .....	11
4.1.4 Terästen tuenta .....	11
4.1.5 Suojabetonietäisyys .....	11
4.1.6 Muotin kunto .....	12
4.1.7 Nostoelimet .....	13
4.2 Valmiin tuotteen laadunvarmistus.....	14
4.2.1 Pinnan laatu .....	15
4.2.2 Tartuntojen sijainti.....	16
4.2.3 Piilokonsolien sijainti.....	17
4.2.4 Halkeilu .....	17
4.2.5 Peruspulttien koko ja sijainti .....	18
4.2.6 Neopreenien asennus .....	19
4.2.7 Päämitat .....	20
4.2.8 Elementtien mittausohje.....	24
4.2.9 Jälkihoito.....	25

<b>5. Poikkeamat .....</b>	<b>26</b>
5.1 Informaation kulku.....	26
5.2 Poikkeaman käsittely.....	26
<b>6. Pohdinta .....</b>	<b>27</b>
<b>Lähteet: .....</b>	<b>29</b>
<b>1 Liitteet: .....</b>	<b>30</b>

## **Kuviot**

Kuvio 1 Elementin tarkastuslappu .....	5
Kuvio 2 DEHA-Nostoankkureiden lisäraudoitus, HALFEN AB 2015 .....	14
Kuvio 3 Teräskonsolien sijaintitoleranssit, Peikko PCs .....	17
Kuvio 4 Halkeilujen vaativuustasot eri rakennuksissa .....	18
Kuvio 5 Mittojen selvennykset Betonielementtien toleranssit 2011 .....	21
Kuvio 6 Palkkien mittojen selvennys Betonielementtien toleranssit 2011 .....	23
Kuvio 7 Elementtien mittapisteet Betonielementtien toleranssit 2011.....	24
Kuva 8 Elementtien mittapisteet, Betonielementtien toleranssit 2011.....	25

## **Taulukot**

Taulukko 1 Kirjattavat tiedot betonoinnista soveltuvin osin, SFS-EN-1992.....	7
Taulukko 2 Betonimassa laadunvalvonta, SFS-EN 206 .....	8
Taulukko 3 Betonoinnin laadunvalvonta, SFS-EN-206.....	9
Taulukko 4 Suojabetonietäisyys taulukko, EN 1992-1-1 .....	12
Taulukko 5 nostolenkkien valinta .....	13
Taulukko 6 Betonin pinnanlaatu luokitukset, BY40 .....	15
Taulukko 7, Teräsosien sijaintitoleranssit, Betonielementtien toleranssit 2011 .....	16
Taulukko 8 AEP-Piilokonsolien sijaintitoleranssit .....	17
Taulukko 9 Peruspulttien sijaintitoleranssit, Semko.....	19
Taulukko 10 Pilareiden mittatoleranssit, Betonielementtien toleranssit 2011 .....	20
Taulukko 11 Palkkien mittatoleranssit Betonielementtien toleranssit 2011.....	22
Taulukko 12 Lämpötilan vaikutus mittaustuloksiin .....	24

# 1. Johdanto

## 1.1 Parma Oy

Parma Oy on Suomen suurin betonielementtien valmistaja. Yritys toimii yhdeksällä paikkakunnalla ja se työllistää noin 600 henkilöä. Vuonna 2015 liikevaihto oli 122,4 miljoonaa euroa.

Nykyisin Parma kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin, joka on Euroopan suurin betoniteknikkavalmistaja. Consolis toimii 30 maassa työllistäen yli 10000 henkilöä. Konsernin liikevaihto on noin 1,3 mrd.

Parman juuret ovat peräisin Lohjan kalkkitehtaan ja Paraisten kalkin elementtivalmistusten yhdistymisestä vuonna 1992. Uuraisten elementtitehtaalle Parma siirtyi vuonna 2000, sen ollessa aiemmin HB-Betonin, Betonimestareiden sekä Keski-Suomen betonin alaisuudessa.

Uuraisten kaksi tehdashallia työllistävät noin 60 henkilöä. Päätuotteina tehtaassa tuotetaan Ontelolaattaa, JB- ja TB-Palkkia, HTT- ja TT-laattaa sekä teräsbetonipilareita.

## 1.2 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön aihe liittyy yrityksen jatkuvaan haluun kehittää omaa laadunvalvontaansa ja minimoida mahdolliset poikkeamat. Tavoitteena on määritellä haluttu laatu ja miettiä samalla mahdollisia kehitystarpeita. Tarkasteltavaksi laadunvalvonnan osa-alueeksi rajattiin teräsbetonituotteet. Soveltuvilta osin materiaalia voidaan hyödyntää myös jännebetonituotteiden laadunvarmistuksessa.

Opinnäytetyön työstäminen tapahtui päivittäisen havainnoinnin sekä alan kirjallisuuden tukemana. Tärkeimpinä lähteinä toimivat BY-kirjallisuus, SFS-EN-standardit sekä teräsosien valmistajien käyttöohjeet. Aiheesta pidettiin palaveria myös toimihenkilöiden osalta, joiden kanssa jaettiin ajatuksia laadunvalvonnan tilaan liittyen.

## 2. Laadunvarmistus


Laadunvarmistajana yrityksessä toimii kokenut tuotannon työntekijä, joka käyttää sähköisenä laadunvarmistustyökaluna/-pöytäkirjana InstaAudit-sovellusta. InstaAudit sisältää tärkeimmät elementistä eri valmistusvaiheista tarkastettavat seikat ja siitä syntyy täytettynä valmis raportti (Liite 2 ja 3). Jokainen tuote tarkistetaan varustelun ja raudoituksen osalta ennen valua sekä valmiina tuotteena...

Tuotantovaiheessa käydään läpi raudoituksen oikeellisuus, varustelu sekä muotinkunto ja dimensiot. Poikkeamista tulee raportoida työnjohdolle sekä mainita InstaAudit-raporttiin, jotta vastaavia tilanteita osataan jatkossa ehkäistä. Poikkeamista konsultoidaan kohteen suunnittelijaa, jolta varmistetaan valmiin tuotteen laadulliset reunaehdot.

Valmis tuote tarkastetaan InstaAudit-applikaation tukemana. Jokainen tuote mitataan hyväksytysti ennen niiden työmaalle vientiä. Laadunvarmistaja täyttää InstaAuditin dokumentin lisäksi vielä jokaisesta elementistä tarkastuslapun, johon hän kuittaa elementin mitan tarkastetuksi. Työnjohtaja kuittaa jokaisen tarkastuslapun hyväksytyksi. Tarkastuksessa ilmenneet puutteet pyritään hoitamaan tehtaan sisäisesti niin, että laadullisesti kelpaamattomia tuotteita ei lähetetä työmaalle, vaan virheet korjataan jo tehtaalla.

Pyrittäessä tehokkaaseen ja hyvään rakennusosien tuotantoon, yksittäisistä laatuvaatimuksista voidaan joskus poiketa rakennusosien kelpoisuutta arvioitaessa, kunhan lopullinen rakenne täyttää vaatimukset. Jos esimerkiksi mittapoikkeamat on vielä huomiotavissa suunnitteluvaiheessa esimerkiksi pilariin liittyvän palkin dimensioissa, jos pilariin on päässyt tapahtumaan mittapoikkeamia tämän kaltaisen työskentelytavan omaksumisen on todettu johtavan tehokkaaseen ja käytännölliseen rakentamiseen. (Betonielementtien laatupoikkeamien käsittely 2006, Betoniyhdistys ry)

Varsinaisen betonoinnin ja elementtien valmistuksen lisäksi, tulee valvoa myös valmiiden elementtien mittatarkkuutta. Kun elementit siirretään nuorina muotin purun ja viimeistelyn jälkeen välivarastoon, voi niille aiheutua käyrityksiä ja kieroutumia. Valmiit elementit ovat rakentajalla yleensä melko kalliita tuotteita, joten valvonta joka perustuu ainoastaan viallisten elementtien hylkäämiseen, ei ole kannattavaa. (BY201, 2004, Betoniyhdistys ry)

Tilaus	<b>22553</b>		Id	<b>50</b>
Nimi	<b>HELSINGIN UUTISKATU 3 (VÄINÄM)</b>			
Tunnus	<b>P1-140</b>		Tuotetyyppi	<b>2101</b>
Tarkastus	Korjattava	pvm.	Hyväksyjä	
Raud tark UK				
Raud tark SK				
Muotti/varust tark				
Mittatark valun jälk				
Hyv. tarkastus				
	Piir.mitta	Mitattu	Ero	
Pituus	3710			
Leveys	300			
Korkeus	400			
D				
Jännityspoytak tark				
Varastopaikka				
Valualusta	TB11			
 0225532101100				

Kuvio 1. Elementin tarkastuslappu

### 3. Betonoinnin laadunvalvonta

Betonin laatua yrityksessä valvoo vuorossa oleva betonimylläri. Betonimassan valmistuksen jälkeen tulee mylläriille tiedottaa, jos massan laadussa on huomautettavaa.



Kokenut valumies huomaa heti silmämääräisesti, jos esimerkiksi massa on liian jäykkää ja näin ollen on käytetty liian vähän notkistinta. IT-, eli itsetasoittuvan betonimassan tulisi levittyä tasaisesti muottiin ilman tärytystä. Massan jäädessä liian jäykäksi on suotavaa käyttää valutyössä sauvatärytintä, hyvän pinnan laadun varmistamiseksi.

Laadunvalvonta käsittää kaikki toimenpiteet, jotka ovat tarpeen pitämään betonin ominaisuudet sille määrätyllä tasolla. Betonoinnin laadunvalvontaan kuuluvat (SFS-EN 206, 8/2014.):

- osa-aineiden valinta
- betonin koostumus
- betonin valmistus
- tarkastukset ja testaukset
- osa-aineiden, betonimassan ja kovettuneen betonin testaustulosten käyttäminen
- laitteiden kalibrointi
- tarvittaessa betonin kuljetusvälineiden tarkastus.

Työmaapalautetta betonin laadusta ei ole tehtaalle koskaan tullut. Ulkopuolisena koepuristuslujuuksien testaajana lieriökoekappaleille toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulun rakennuslaboratorio.

### 3.1 Betonoinnin dokumentointi

Kaikki halutun betonilaadun mittaamiseen liittyvät laadunvalvontatiedot kirjataan. Laadunvalvontatietoja säilytetään vähintään kolme vuotta, ellei lainsäädäntö edellytä säilyttämään niitä kauemmin (SFS-EN-1992-1-2, 2015.)

Dokumentoinnin laajuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota, kun betonille on asetettu erityisvaatimuksia esimerkiksi ympäristöluokan suhteen. Betonin valmistuksen dokumentointia valvoo Inspecta Oy. SFS-EN-1992:n mukainen betonoinnin dokumentoinnin ohje (Taulukko 1.):

Taulukko 1. Kirjattavat tiedot betonoinnista soveltuvin osin, SFS-EN-1992-1-2, 2015

Aihe	Tietojen kirjaaminen ja muu dokumentointi
Määrittelyn mukaiset vaatimukset	Sopimuksen mukainen määrittely tai vaatimusten yhteenvedo
Osa-aineet	Toimittajien nimet, tuotteiden alkuperä ja suoritustasoilmoitus
Veden testaus (ei vaadita talousvedeltä)	Näytteenottopäivämäärä ja -paikka Testaustulokset
Osa-aineiden testaus	Päivämäärä ja testaustulokset
Betonin koostumus	Betonin kuvaus Tiedot annoksen tai kuorman osa-ainemääristä (esim. sementtimäärä) Vesi-sementtisuhte Kloridipitoisuus Betoniperheen jäsenen tunnus
Betonimassan testaus	Näytteenottopäivämäärä ja -paikka Sijainti rakenteessa, jos se tiedetään Notkeus (käytetty menetelmä ja tulokset) Viskositeetti, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Erottumiskestävyys, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Läpäisykyky, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Tiheys, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Kuitumäärä, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Betonin lämpötila, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Ilmamäärä, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Testatun betoniannoksen tai -kuorman tilavuus Testattavien koekappaleiden lukumäärä ja tunnukset Vesi-sementtisuhte, jos se sisältyy betonin määrittelyyn
Kovettuneen betonin testaus	Testauspäivämäärä Koekappaleiden tunnus ja ikä Tiheyden ja lujuuden testaustulokset Eriyishuomiot (esim. koekappaleen epätavallinen murtokuvio)
Vaatimustenmukaisuuden arviointi	Vaatimustenmukainen/vaatimustenvastainen betonin määrittelyjen perusteella

### 3.2. Betonin testaus

Kahdella tehtaalla työskentelevällä myllärillä on voimassa oleva Betonilaborantin Fise-pätevyys. Betonin testauslaitteisto on Inspectan hyväksymä, kuten myös testaustavat. Laitteisto testataan kerran vuodessa tasokokeella, jossa laitteiston antamia tuloksia verrataan jonkun ulkopuolisen toimijan laitteistoon.

Kansallisen liitteen SFS-EN 206 mukaiset laadunvalvontamenetelmät ja ominaisuuksien mittaamiset:

Taulukko 2. Betonimassa laadunvalvonta, SFS-EN 206, 8/2014

Taulukko 29 Valmistusmenetelmien ja betonin ominaisuuksien valvonta

	Testaus	Tarkastus/testaus	Tarkoitus	Vähimmäistiheys
1	Ominaisuuksien mukaisen betonin ominaisuudet	Alkutesti (ks. liite A)	Saada näyttö siitä, että ehdotetulla koostumuksella saavutetaan määritellyn mukaiset ominaisuudet riittävällä marginaalilla	Ennen uuden betonin koostumuksen käyttöönottoa
2	Hienojen kiviainesten vesimäärä	Jatkuva mittaus, kuivaustesti tai vastaava	Määrittää kiviaineksen kuivapaino ja lisättävän veden määrä	Jos ei mitata jatkuvasti, testataan päivittäin. Paikallisista olosuhteista ja sääolosuhteista riippuen voidaan vaatia tätä tiheämpää tai harvempaa testausta
3	Kärkeiden kiviainesten vesimäärä	Kuivaustesti tai vastaava	Määrittää kiviaineksen kuivapaino ja lisättävän veden määrä	Paikallisista olosuhteista ja sääolosuhteista riippuen
4	Betonimassan vesimäärä	Lisätyn veden määrän tarkistus <sup>b)</sup>	Saada tietoja vesi-sementtisuhteen määrittystä varten	Jokaisesta annoksesta tai kuormasta
5	Betonin kloridipitoisuus	Alkutestaus laskemalla	Varmistaa, ettei suurinta sallittua kloridipitoisuutta ylitetä	Alkutestauksessa Jos osa-aineiden kloridipitoisuus on lisääntynyt
6	Notkeus	Silmämääräinen tarkastus	Verrata normaaliin ulkonäköön	Jokaisesta annoksesta tai kuormasta
7		Standardin EN 12350-2, EN 12350-4 tai EN 12350-5 mukainen notkeuden määrittäminen	Arvioida, onko määritellyt notkeusarvot saavutettu ja tarkistaa esim. mahdolliset vesimäärän muutokset	Kun notkeus on määritelty, kuten puristuslujuutta koskevassa taulukossa 17 Kun testataan ilmamäärä Jos silmämääräinen tarkastus aiheuttaa epäilyä
8		Standardin EN 12350-8 mukainen notkeuden määrittäminen		Vähintään kerran päivässä Kun testataan puristuslujuus (sama testausmenetelmä) Kun testataan ilmamäärä Jos silmämääräinen tarkastus aiheuttaa epäilyä
9	Betonin viskositeetti	EN 12350-8 tai EN 12350-9	Arvioida, onko ilmoitetut notkeusarvot saavutettu	Alkutestauksessa
10	Läpäisykyky	EN 12350-10 tai EN 12350-12		Ennen uuden betonin koostumuksen käyttöönottoa
11	Erottumiskestävyys	EN 12350-11		Jos osa-aineissa on muutoksia Jos silmämääräinen tarkastus tai painuma-leviämätesti aiheuttaa epäilyä
12	Betonimassan tiheys	Standardin EN 12350-6 mukainen tiheyden määrittäminen	Kontrolloida kevytbetonin ja raskasbetonin annostelun ja tiheyden määrittämisen valvontaa	Päivittäin
13	Betonimassan sementtimäärä	Annostellun <sup>b)</sup> sementin massan tarkistaminen	Tarkistaa sementtimäärä ja saada tietoja vesi-sementtisuhteen määrittystä varten	Jokaisesta annoksesta tai kuormasta

(jatkuu)

Taulukko 3. Betonoinnin laadunvalvonta, SFS-EN 206, 8/2014

**Taulukko 29 (pöytätyö)**

	Testaus	Tarkastus/testaus	Tarkoitus	Vähimmäistiheys
14	Betonimassan seosainemäärä	Annosteltujen <sup>b)</sup> seosainemassan tarkistaminen	Tarkistaa seosainemäärä ja saada tietoja vesi-sementtisuhteen määrittystä varten (ks. kohta 5.4.2)	Jokaisesta annoksesta tai kuormasta
15	Betonimassan lisäainemäärä	Annosteltujen <sup>b)</sup> lisäainemassan tai tilavuuden tarkistaminen	Tarkistaa lisäainemäärä	Jokaisesta annoksesta tai kuormasta
16	Betonimassan vesi-sementtisuhte	Laskemalla tai testaamalla, ks. kohta 5.4.2	Arvioida, onko määritelty vesi-sementtisuhte saavutettu	Päivittäin, jos se sisältyy betonin määrittelyyn
17	Betonimassan ilmamäärä, jos se sisältyy betonin määrittelyyn	Standardin EN 12350-7 mukainen testaus normaali painoiselle betonille ja raskasbetonille Standardin ASTM C 173 mukainen testaus kevytbetonille	Arvioida, onko määritelty huokosilmamäärä saavutettu	Huokosilmaa sisältävälle betonille jokaisen tuotantopäivän ensimmäisestä annoksesta tai kuormasta, kunnes arvot vakiintuvat
18	Betonimassan lämpötila	Lämpötilan mittaaminen	Arvioida, onko saavutettu alin sallittu lämpötila 5 °C tai määritelty raja-arvo	Jos on aiheutta epäily Silloin kun lämpötila on määritelty: — määrärajojen tilanteen mukaan — jokaisesta annoksesta tai kuormasta, jos betonin lämpötila on lähellä raja-arvoa
19	Kovettuneen kevytbetonin tai raskasbetonin tiheys	Standardin EN 12390-7 <sup>a)</sup> mukainen testaus	Arvioida, onko määritelty tiheys saavutettu	Silloin kun tiheys on määritelty, yhtä usein kuin puristuslujuuden määrittäminen
20	Puristuslujuuden määrittäminen valetuista koekappaleista	Standardin EN 12390-3 mukainen testaus	Arvioida, onko määritelty lujuus saavutettu	Silloin kun puristuslujuus on määritelty, yhtä usein kuin vaatimustenmukaisuuden valvonnassa, ks. kohdat 8.1 ja 8.2.1

<sup>a)</sup> Voidaan testata myös vedellä kylästätyssä tilassa, jos tunnetaan luotettavasti tulosten ja uunikuivan tilan tiheyden välinen riippuvuus.

<sup>b)</sup> Jos käytössä ei ole automaattista tallennusjärjestelmää ja annoksen tai kuorman annostelun sallitut poikkeamat ylittyvät, valmistustietoihin kirjataan annosteltu määrä.

Jos sopimuksessa on esitetty betonille erityisvaatimuksia, tulee laadunvalvontatoimenpiteitä lisätä edellisten taulukoiden lisäksi (SFS-EN 206, 8/2014.)

#### 4. InstaAudit – Laadunvalvontapöytäkirjana

Parma Oy on jo vuosia käyttänyt InstaAudit nimistä mobiiliapplikaatiota, joka tarjoaa laadunvalvontapöytäkirjan lisäksi myös erilaisia tehdasauditointilomakkeita kuten työmaiden TR-mittauksiin verrattava Elmeri+ sekä 6S-tehdasauditointi. InstaAuditin käyttö on vienyt laadunvalvonnan sähköiseen muotoon, mutta selitykset tavoitellulle laadun tasolle ovat vielä melko puutteellisella tasolla. Osassa kohtia löytyy info ”?” sarake, kuten pituuden toleransseissa, mutta läheskään kaikkiin kohtiin sitä ei ole annettu.

## 4.1 Tuotannotarkistus

Raudoituksen ja varustelun tarkastus suoritetaan ennen valuluvan saamista. Tuotteen varustelun tulla olla tässä vaiheessa elementtikuvan mukainen. Nostoelimet lisätään enää valutyön aikana. InstaAuditin valvontapöytäkirja ohjaa tarkastustoimenpidettä (Liite 2, valmis raportti.)

### 4.1.1 Pääterästen lukumäärä ja sijainti

Rakennesuunnittelija määrittelee pääraudoituksen rautojen sijainnin sekä lukumäärän ja sen tulee ilmetä elementtikuvista. Raudoituksen valinta perustuu raudoituksen poikkileikkauspinta-alan laskentaan, sekä elementin ylä- että alapinnoissa. Raudoitus riippuu pilarille tulevasta kuormista, joten ilman tarkempaa tietoa, ei tehtaassa tule näihin itse tehdä muutoksia.

Yhä useammin järeä raudoitus tulee teräsosien asennuksen tielle ja joudutaan turvautumaan raudoituksen niputtamiseen. Harjateräksiä ei tule sijoittaa aivan kiinni toisiinsa; teräksien vapaan väliin tulee olla vähintään suurin arvoista:

- tangon halkaisija
- $d_g + 3 \text{ mm}$
- 20 mm

Tankoja sijoitettaessa päällekkäisiin vaakakerroksiin, tulee tangot sijoittaa päällekkäin. Päällekkäisten tankojen muodostamien pystyrivien välille edellytetään riittävästi väliä betonin riittävää tiivistymistä varten. (BY60, 2009, Betoniyhdistys ry.)

Jatketut tangot voivat olla kiinni toisissaan niiden jatkospituuden matkalta. (BY60, 2009, Betoniyhdistys ry)

### 4.1.2 Hakasten lukumäärä / hakaväli

Suunnittelija määrittää rakennesuunnitelmissa halutun hakasten lukumäärän. Hakasten laskettu poikkipinta-ala sijoitetaan pilarin koko matkalle mahdollisimman tasaisesti. Hakavälin enimmäisarvo on pienin seuraavista: (BY60, 2009, Betoniyhdistys ry)

- 15 kertaa päätankojen pienin halkaisija
- Pilarin pienin sivumitta
- 400 mm

Limitysjatkoksissa, joissa päätankojen halkaisija on suurempi kuin 14 mm, tulee limityspituudelle sijoittaa vähintään 3 hakaa tasaisin välein. (BY60, 2009, Betoniyhdistys ry)

#### 4.1.3 Tihennetyt hakaset ja lisäraudoitus

Tihennetty hakasjako tulee kysymykseen etenkin paikoissa, joissa elementtiin liittyy muita elementtejä tai tulee muualta aiheutuvia lisäkuormia aiheuttaen esimerkiksi vääntöä.

Valmistajat määrittelevät omille teräsosilleen tarvittavan lisäraudoituksen. Esimerkiksi eri pilarikenkätyypit sekä piilokonsolit vaativat lisäraudoituksen, jotta ne saavuttavat niille määritetyn kestävyyskapasiteetin.

#### 4.1.4 Terästen tuenta

Raudoituksen sidontatyössä hakaset kiinnitetään pääteräksiin sinkitetyllä rautalangalla. Sidontatyön jälki tulee olla huolellista ja langan päät tulee olla taivutettu elementin sisälle päin, jottei valmiissa elementissä näy pintaan tulleita langan päitä.

#### 4.1.5 Suojabetonietäisyys

Suojabetonietäisyyden takaamiseksi elementin joka puolella on tehtaalla käytössään eri mittaisilla jaloilla varustettuja pilarivälikkeitä. Välikkeet tulee kiinnittää raudoitukseen tasaisin välimatkoin, jotta ne kannattelevat raudoitusta koko sen matkalla.

Betonipeitteen vähimmäisarvolle  $c_{min}$  tulee käyttää suurempaa arvoista, jotka täyttävät sekä tartuntaa että ympäristöolosuhteita koskevat vaatimukset. (BY60, 2009, Betoniyhdistys ry.)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

missä:

$c_{min,b}$  = tartuntavaatimuksesta johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo, teräsbetonipilareissa ja -palkeissa puhutaan erillisistä tangoista, joten tangon halkaisija (BY60, taulukko 4.2)

$c_{min,dur}$  = ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo (taulukko)

$\Delta c_{dur,y}$  = lisävarmuustermi = 0 mm

$\Delta c_{dur,st}$  = betonipeitteen vähimmäisarvon pienennys ruostumattoman teräksen käytön takia. Ruostumaton tanko (esim. B600KX) voidaan XC-ympäristöluokissa tuoda betonin pintaan, kun huomioidaan sen riittävästä ankkuroinnista rakenteeseen

$\Delta c_{dur,add}$  = Lisäsuojattua (esim. pinnoitettua) betonia käytettäessä voidaan betonipeitteen vähimmäisarvoa pienentää (BY65, 2016, käyttöikämitoitus)

Taulukko 4. Suojabetonietäisyystaulukko, EN 1992-1-1

Kriteeri	Ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvovaatimus $c_{min,dur}$ (mm)							
	Rasitusluokka eurokoodin EN 1992-1-1 taulukon 4.1 mukaan							
	X0	XC1	XC2 XC3	XC4	XD1	XS1	XD2	XD3 XS2,3
Betoniteräs	10	10	20	25	30	30	35	40
Jänneteräs	10	20	30	35	40	40	45	50
100 vuoden suunniteltu käyttöikä <sup>1)</sup>	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5	+5
Minimilujuusluokka <sup>2)</sup>	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45
Valittu lujuusluokka $\geq$	C20/25	C30/37	C35/45	C35/45	C35/45	C40/50	C35/45	C45/55
RakMK B4 1-rakenneluokka	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

Suojabetonietäisyys tarkastetaan jo muottitarkastuksessa. CE-merkintä edellyttää myös mittauksen valmiista tuotteesta kerran viikossa, kustakin elementtityypistä. (Inspecta TR 15)

#### 4.1.6 Muotin kunto

Muotin kunto vaikuttaa oleellisesti valmiin tuotteen pinnan laatuun sekä viisteiden puhtauteen. Tehtaalla on käytössään teräsmuotit, mutta pilarit ja palkit, joissa on ulokkeita useampaan kuin kahteen suuntaan, joudutaan valmistamaan puumuotein. Puumuottien elinikä on teräsmuotteja huomattavasti lyhyempi.

Hyvän pinnanlaadun varmistamiseksi tulee käyttää riittävässä määrin muottiöljyä, jotta betoni irtoaa kunnolla muotista. Viisteet tulee puhdistaa edellisen valun jälkeen huolella, jotta kulmista tulee tasaisia. Laaduntarkastajan tärkein tehtävä on varmistaa, että muotinpohjassa ei ole mitään ylimääräisiä sidontalangan pätkiä ja että muotti on suora.

#### 4.1.7 Nostoelimet

Elementtiin asennetaan muotista nostoa ja lastausta varten useimmiten joko nostolenkit tai kuula-ankkurit. Nostoelimiä valitessa tulee huomioida niiden nostokapasiteetti ja riittävä lisäraudoitus. Rakennesuunnittelijan tulee määrittellä tarvittavat nostovälineet ja niiden paikat elementin painopisteen perusteella.

Nostolenkkien toleransseja: (Elementtisuunnittelu.fi)

- nostolenkin päiden ankkurointipituus saa alittua enintään 20 mm suunnitellusta
- lenkin vapaaväli betonin pintaan saa vaihdella  $\pm 50$  mm käytettäessä jännepunoslenkkejä ja  $\pm 30$  mm pyörötankolenkeillä
- sivusijaintiin tulee kiinnittää huomiota etenkin hoikissa elementeissä. Näissä sivuttainen sijaintitoleranssi on  $\pm 20$  mm

Jännepunoslenkkien lukumäärän valintaan vaikuttaa nostolenkin taivutuskulma sekä punoksien vahvuus. Tehtaalla nostolenkkien materiaalina käytetään 12,5 mm punosta. Taulukossa 5 Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2010 -oppaan kuvista 26 ja 27 interpoloituina punoslenkkien lukumäärät:

Taulukko 5. Nostolenkkien valinta

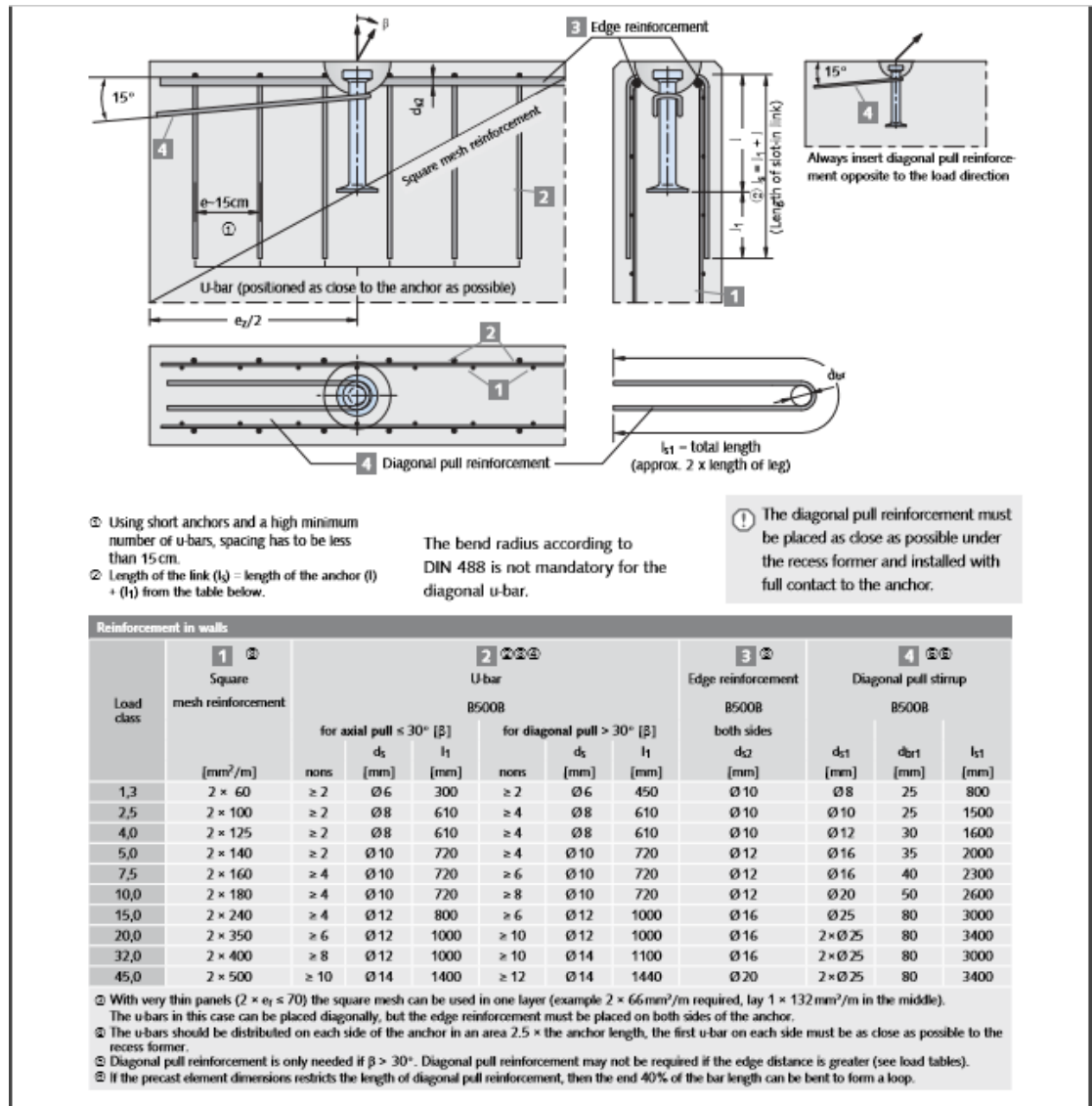
Haarojen taivutuskulma 30°	
Jännepunos Ø 12,5 mm	
Punos lkm.	Elementin paino max.
1	16,6 tn
2	24,0 tn
3	34,0 tn
4	40,0 tn

Haarojen taivutuskulma 45°	
Jännepunos Ø 12,5 mm	
Punos lkm.	Elementin paino max.
1	15,2 tn
2	21,9 tn
3	31,1 tn
4	36,6 tn

Nostolenkkien sijaan pyritään käyttämään mahdollisimman usein niin taloudellisesti kuin työmaateknisesti edullisempänä ratkaisuna nostokuula-ankkureita. Usein nostoelimiä vaihtamiseen ei saada suunnittelijalta lisäohjetta, joten tehtaalla tehdään itse nostovälineiden valinta tässä kohtaa ja määritellään lisäraudoitus. Käytännössä



kuula-ankkurin valintaan liittyy elementin paino sekä korkeus ja leveys (Liite 4). Ankkurista riippuen, sille tulee asentaa lisäraudoitus, seuraavan valmistajan ohjeen mukaan:



Kuvio 2. DEHA-Nostoankkureiden lisäraudoitus, HALFEN AB 2015

## 4.2 Valmiin tuotteen laadunvarmistus

Muotin purkamisen jälkeen kysymisiältään nuori elementti tarkistetaan jo valmiina tuotteena. Elementti valokuvataan ja raportoidaan sähköisesti tarkastetuksi InstaAuditilla. Valmiissa tuotteessa havaitut virheet johtuvat useimmiten joko valuluvatta valamisesta tai teräsosien puutteellisesta sidonnasta. Valmiissa elementissä havaitut

puutteet ovat usein korjattavissa ja elementtejä joudutaan valamaan uudestaan hyvin pienissä määrin. Liitteessä 3 on valmis InstaAudit-raportti.

#### 4.2.1 Pinnan laatu

Rakennesuunnittelijan tulee määrittää betonielementiltä haluttu pinnan laatuluokka. Muottia vasten valetuissa pinnoissa puhutaan useimmin kolmesta eri luokasta, joiden vaatimukset ovat taulukon mukaiset: (BY40, 2003, Betonirakenteiden pinnat ja luokitusohjeet.)

Taulukko 6. Betonin pinnanlaatuluokitukset, BY40

Taulukko 1. Luokitustaulukko muottia (MUO) ja kuvioitua muottia (MUK) vasten valetuille betonipinnoille /2/.				
Laatutekijät		Vaatimukset		
		Luokka AA	Luokka A	Luokka B
<b>Nystermä</b>				
suurin korkeus	mm	2	3	6
suurin leveys	mm	3	9	20
suurin määrä	kpl/m <sup>2</sup>	10	20	40
<b>Syvennys</b>				
suurin syvyys	mm	2	4	7
suurin leveys	mm	4	9	15
suurin määrä	kpl/m <sup>2</sup>	10	20	40
<b>Hammastus</b>				
	mm	1	2	5
<b>Valupurse tai valuhaava muottisauman kohdalla</b>				
suurin korkeus tai syvyys	mm	1	2	4
suurin leveys	mm	3	3	6
suurin määrä	% muottisaumojen pituudesta	10	20	30
<b>Vaakasuurassa valettujen pintojen huokokset, <math>\varnothing \geq 5</math> mm</b>				
suurin läpimitta ja syvyys	mm	7	8	10
suurin kokonaismäärä	kpl/m <sup>2</sup>	40	40	80 <sup>3)</sup>

Tehtaalla näistä havaituista laatu puutteista huokoisuus on kaikista yleisin. Yleisimmät syyt huokoisuuteen liittyvät betonissa käytetyn kiviaineen laatuun sekä valuvaiheessa tapahtuvan, ylimääräisen ilman pääsemisen muottiin. Betonimassa tulisi aina pudottaa useasta eri muotin kohdasta ja huolehtia pinnan tasoittaminen mahdollisimman huolellisesti.

#### 4.2.2 Tartuntojen sijainti

Tehtaalla yleisimmin käytetyt tartuntalevyt ovat peräisin Anstarilta, Peikolta ja SEMKO:lta. Kullakin valmistajalla on teräsosiinsa asennus- ja käyttöohjeet. Sijaintitoleransseista kerrottaessa kaikkien ohjeet viittaavat Betonielementtien toleranssit, Betonikeskus ry 2003 -julkaisuun.

Taulukko 7. Teräsosien sijaintitoleranssit, Betonielementtien toleranssit 2011

Taulukko 19: Betonielementtien valmistustoleranssit normaaliluokassa, teräsosien sijoitus.

	pituus- suunta	poikki- suunta	syvyys- suunta
Pilarit	± 15	± 10	± 5
Palkit, pienet jännebetonipalkit (L≤10m)	± 15	± 10	± 5
Isot jännebetonipalkit	± 20	± 20	± 10
TT- ja HTT-laatat			
- kansi	± 20	± 20	± 10
- rivat	± 30	± 30	± 10

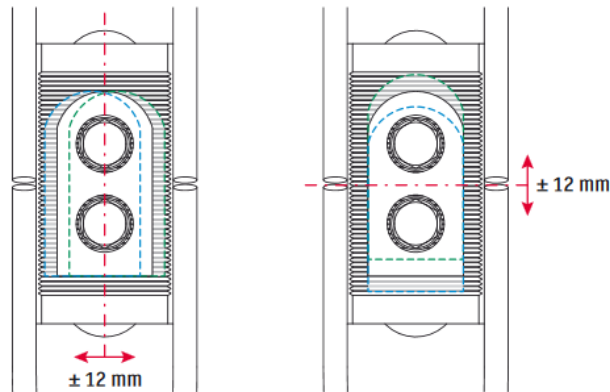
Suuremmista mittapoikkeamista tulee keskustella suunnittelijan kanssa. Usein ongelmaksi ilmenee tartuntojen jalkojen ”tyssäpää”, jotka ottavat joko raudoitukseen tai toiseen teräsosaan kiinni. Tartuntalevyjen jalkoja ei saa taivuttaa mihinkään suuntaan, kun haetaan liitokselle oikein mitoitettua kestävyyttä.

Tartuntalevyn sidonta raudoitukseen on ensiarvoisen tärkeää, jotta se pysyy paikoillaan valun aikana. Huolimaton sidonta johtaa helposti tartuntalevyn liikkeeseen betonimassan pudotuksen aikana ja voi aiheuttaa liikettä sekä sivuttaissuunnassa että mahdollisen uppoaman betoniin.

Kaikkien tehtaalla käytettyjen kiinnityslevyjen tulee olla CE-merkittyjä ja merkinnän tulee ilmetä jokaisesta tuotteesta myös yksilöinä. Tartuntalevyjen kestävyyksien tulee olla jäljiteltävissä ja niiden pintakäsittelyn pitää täyttää elementtikuvissa pyydetty vaatimus, esimerkiksi ruostumattomat tartunnat sokkelien kiinnityksille.

### 4.2.3 Piilokonsolien sijainti

Peikon valmistamissa PCs-teräskonsolien pilariosien sijaintipikkeamatoleranssina voidaan pitää kiinnityspulttien reikien väljyyttä, joka on  $\pm 12$  mm sekä pituus-että leveyssuunnassa pilarilevyyden nähden. (PCs konsolien asennusohje, 2011, Peikko)



Kuvio 3. Teräskonsolien sijaintitoleranssit, PCs konsolien asennusohje, 2011 Peikko Group

Anstarin valmistamissa AEP-piilokonsoleissa valmistajan antama asennustoleranssi on (AEP-piilokonsolin asennusohje, 2011, Anstar):

Taulukko 8. AEP-Piilokonsolien sijaintitoleranssit

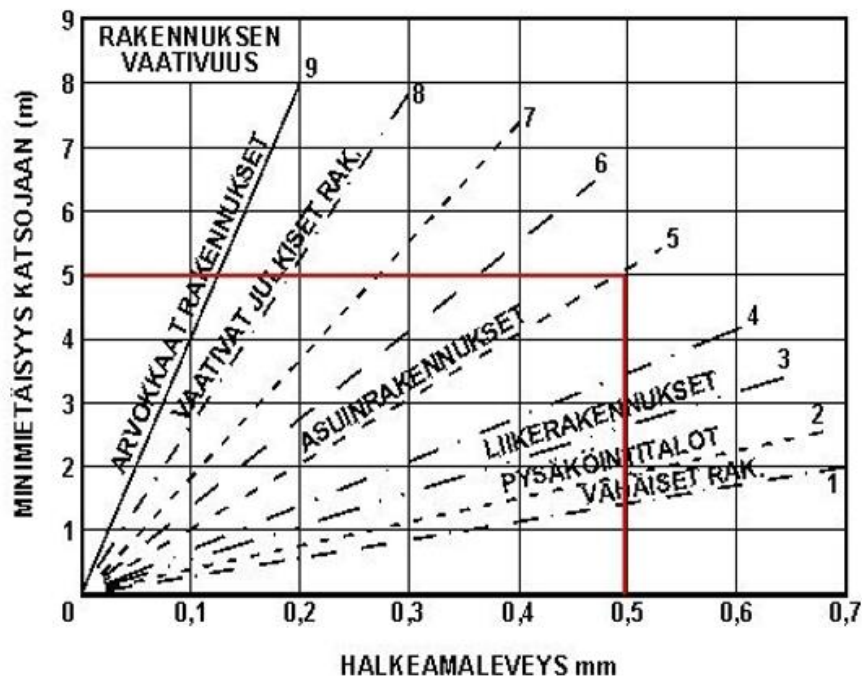
	Sivuttaissiirtymä	Korkeusasema muotin pohjasta	Etulevyn kokonaiskallistuma pituus	Etulevy kokonaiskallistuma pystytasosta
Palkkiosa	$\pm 5$ mm	$\pm 5$ mm	$\pm 2$ mm	$\pm 2$ mm
	Sivuttaissiirtymä	Pituussuuntainen siirtymä	Sallittu kiertymä	
Pilariosa	$\pm 5$ mm	$\pm 5$ mm	$\pm 2$ mm	

### 4.2.4 Halkeilu

Alle 0.05 mm leveitä halkeamia kutsutaan mikrohalkeamiksi ja ne voidaan yleensä jättää huomioimatta. Yli 0.3 mm leveät halkeamat vaativat yleensä korjaustoimenpiteitä, joilla ehkäistään niiden aiheuttamat säilyvyys- ja ulkonäköongelmat. Merkittävimpänä, yli 0,3 mm rakenteellisen kestävyuden haittana voidaan nähdä mahdollinen teräksen korroosio, jonka vuoksi kaikki tällaiset halkeilut tulisi joko injektoida tai paikata. (Betoniyhdistys ry, Betonivalmisteidenlaatu- ja käyttösuositusten käsittely)

Raudoitetun betonin luonteesta ja taloudellisista syistä johtuen on tarkoituksenmukaista, ettei halkeiluvaatimuksia aseteta liian vaativiksi ja että niitä sovelletaan vain asiaankuuluviin rakennuksiin. Esimerkiksi taivutettu teräsbetonipalkki voi joissakin tapauksissa kuormitettuna halkeilla niin paljon, että useita tämän kohdan mukaisia ulkonäköön liittyviä vaatimuksia ei palkille voida asettaa. (Betoniyhdistys ry, Betonivalmisenlaatu- ja laatuvaatimusten käsittely)

Halkeamien aiheuttamien rakenteellisten ongelmien lisäksi, tulee laaduntarkastuksessa huomioida myös rakennuksen käyttäjän vaatimukset. Ihmisten näkökyvyn on huomattu keskimäärin riittävän huomioimaan häiritsevät halkeamat keskimäärin suhteella; metrin päästä 0,1 mm halkeama. Rakennuksen tyyppi ja käyttötapa vaikuttavat myös hyvän rakennustuotteiden valmistuksen pelisääntöihin, ja vaatimukset tulisivatkin asettaa seuraavan kuvan osoittamalla tavalla: (Betoni- ja rakennusalan laatu- ja laatuvaatimusten käsittely 2006, Betoniyhdistys ry )



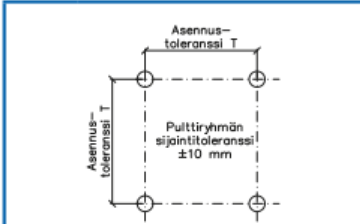
Kuvio 4. Halkeilujen vaativuustasot eri rakennuksissa

#### 4.2.5 Peruspulttien koko ja sijainti

Peruspulttien sijaintitoleranssi riippuu hieman pultin koosta (alla oleva taulukko). Sijaintipolkeaman tapahtuessa tulee selvittää, onko pilariin liittyviä rakenteita jo val-

mistettu, ja voidaanko niiden dimensioihin vielä vaikuttaa. Myös pulttien koon ollessa jotain muuta kuin suunnitelmissa, tulee kestävydet selvittää rakennesuunnittelijalta. Peruspultteja on mahdollista asentaa pilarin päähän myös jälkikäteen, esimerkiksi sijaintipoikkeaman tai vääränkokoisen pultin vuoksi. Tässä tapauksessa kyseeseen tulee usein ankkurointimassan käyttö (esimerkiksi Hilti HIT-HY 200-A). Pulttien uudelleen kiinnitys tulee kuitenkin aina varmistaa suunnittelijalta.

Taulukko 9. Peruspulttien sijaintitoleranssit, Semko



	liittyvä kenkä	alusvalu	pultin korko valun pinnasta	pultin asennustole- ranssi T
HPM 16	HPKM 16	50	105	± 3
HPM 20	HPKM 20	50	115	± 3
HPM 24	HPKM 24	50	130	± 3
HPM 30	HPKM 30	50	150	± 3
HPM 39	HPKM 39	60	180	± 3
PPM 22	PEC 24	50	130	± 3
PPM 27	-	50	150	± 3
PPM 30	PEC 30	50	150	± 3
PPM 36	PEC 36	55	170	± 4
PPM 39	PEC 39	55	190	± 4
PPM 45	PEC 45	65	205	± 4
PPM 52	PEC 52	70	235	± 5
PPM 60	-	80	270	± 5

#### 4.2.6 Neopreenien asennus

Neopreenilaakereita käytetään yleisesti elementtien liitoksissa, kun suunnitellaan pilarin ja palkkien nivelliitoksia. Suunnittelija määrittelee neopreenityypin, joiden lujuus määritellään ”shore-arvoilla”, sekä sijainnin. Laakerit sijaitsevat useimmiten betonikonsoleissa sekä pilarin yläpäässä.

#### 4.2.7 Päämitat

Betonielementtien mittatoleranssit jakautuvat kahteen luokkaan; normaaliluokkaan ja erikoisluokkaan. Kohteen suunnittelijan tulee määrittellä toleranssiluokka, yleisesti erikoisluokkaa käytetään vain ulkonäöllisesti erittäin vaativissa kohteissa.

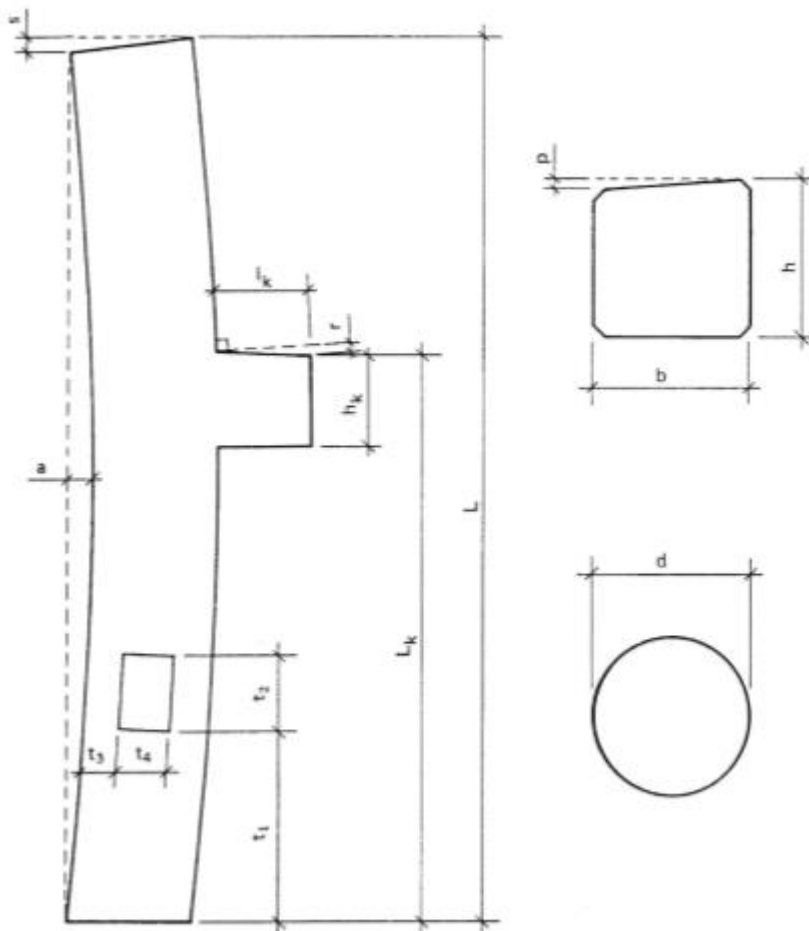
Pilareiden mittatoleranssit:

Taulukko 10. Pilareiden mittatoleranssit, Betonielementtien toleranssit 2011, Betoni-yhdistys ry

Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L)	$\pm 10$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>	$\pm 10$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>
Poikkileikkaus (b, h, d)	-5;+10	$\pm 5$
Käyryys (a)	$\pm 5$ tai $L/700$ <sup>1)</sup>	$\pm 5$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>
Poikkileikkauksen kulmapoikkeama (p)	$\pm 5$	$\pm 5$
Pään kulmapoikkeama (s)	$\pm 5$	$\pm 3$
Konsolin korkeusasema ( $L_k$ )	$\pm 8$	$\pm 5$
Konsolin mitat ( $l_k, b_k, h_k$ )	$\pm 8$	$\pm 5$
Konsolin kulmapoikkeama (r)	$\pm 5$	$\pm 3$
Teräsosat (t)		
– pituussuunta	$\pm 15$	$\pm 10$
– poikkisuunta	$\pm 10$	$\pm 10$
– syvyysuunta	$\pm 5$	$\pm 5$
Reiät (t)	$\pm 15$	$\pm 10$
Piilokonsolit	Valmistajan ohjeiden mukaan	
Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti, vapaa väli	$\pm 20$	$\pm 15$
Korkeusasema	$\pm 15$	$\pm 15$
Poikkeama pystysuorasta	$\pm 10$ tai $L/750$ <sup>1)</sup>	$\pm 10$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Lukuarvoista käytetään aina suurempaa.

Mittojen selvennykset:



Kuvio 5. Mittojen selvennykset Betonielementtien toleranssit 2011, Betoniyhdistys ry



Palkkien mittatoleranssit:

Taulukko 11. Palkkien mittatoleranssit Betonielementtien toleranssit 2011, Betoniyhdistys ry

Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L)	±15	±10
Poikkileikkaus (b, h)	-5;+10	±5
Sivukäyryys (a)	±10	±10
Kierous (u)	10	5
Pään vinous (v)	±10	±5
Päätyloven mitat (l <sub>b</sub> , l <sub>l</sub> )	±10	±5
Päätyloven vinoudet (r)	±5	±3
Taipuma ( $\Delta d$ ) <sup>2)</sup>	±10 tai L/500 <sup>1)</sup>	±10 tai L/700 <sup>1)</sup>
Teräsosat (t)		
– pituussuunta	±15	±10
– poikkisuunta	±10	±10
– syvyysuunta	±5	±5
Reiät (t)	±15	±10
Piilokonsolit	Valmistajan ohjeiden mukaan	

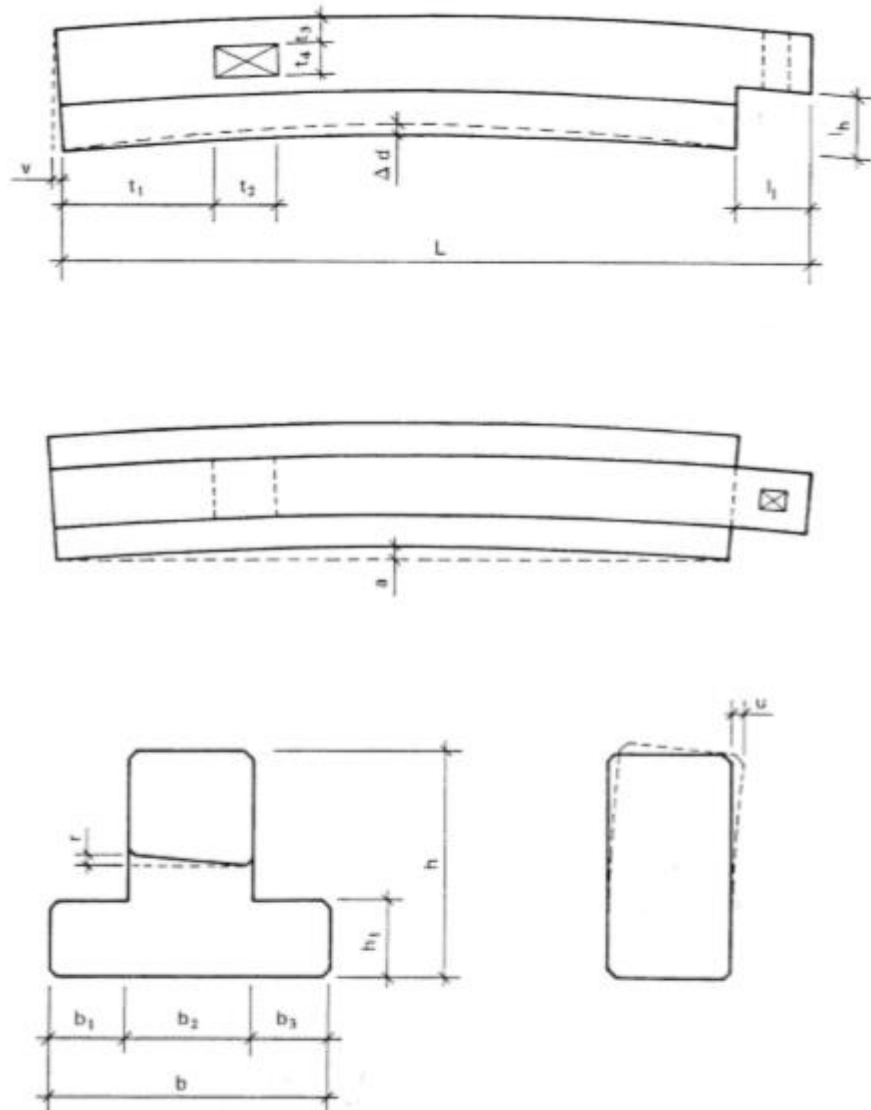
  

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti, vapaa väli, sauman leveys tuella	±20	±15
Korkeusasema tuella	±15	±15
Poikkeama pystysuorasta	±10	±5

<sup>1)</sup> Lukuarvoista käytetään aina suurempaa.

<sup>2)</sup> Poikkeama ennakkoon suunnitellusta taipumasta, johon sisältyy mahdollinen ennakkokorotus ja laskennallinen taipuma (kuormat, ikä ja olosuhteet huomioon otettuina).

Mittojen selvennykset:



Kuva 3 Teräsbetonipalkkien ja pienten jännebetonipalkkien mitattavat suuret.

Kuvio 6. Palkkien mittojen selvennys Betonielementtien toleranssit 2011, betoniyhdistys ry

Toleranssiluokkaa suuremmat mittapoikkeamat tulee selvittää rakennesuunnittelijan kanssa. Eri dimensioiden vaihdellessa voidaan miettiä, onko joku työmaatekninen

seikka jolla se voitaisiin paikata, kuten pienempi tai suurempi työsauma, jotta elementit mahtuvat niille osoitetuille paikoille.

Toleranssien vaatimukset koskevat mittoja +20°C lämpötilassa. Betoninormien lämpölaajenemiskerroin antaa muissa lämpötiloissa seuraavat korjaukset (mm)

Taulukko 12. Lämpötilan vaikutus mittaustuloksiin

Lämpötila °C	Mittauspituus [m]			
	5	10	15	20
+30	-0,5	-1	-1,5	-2
+20	—	—	—	—
+10	+0,5	+1	+1,5	+2
0	+1	+2	+3	+4
-10	+1,5	+3	+4,5	+6
-20	+2	+4	+6	+8

#### 4.2.8 Elementtien mittausohje

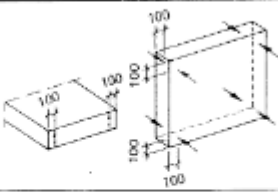
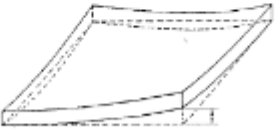
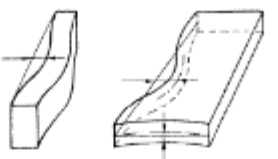
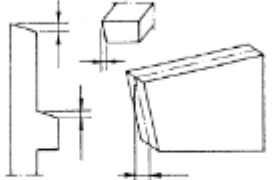
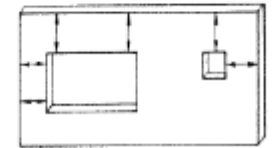
Elementtien tarkastuskorttiin merkityt pituus- ja leveysdimensiot tulee mitata Betonielementtien toleranssit 2013 -oppaan mukaisesti tarvittavan monesta kohdasta.

ELEMENTIN MITTOJEN TARKASTUS							
Mittauksen kohde	Pilari	Palkki	Laatta	Seinä	Porras	Mittauskohdat	Mittaukseen liittyvät lisäohjeet
Pituus							b < 500  b ≥ 500
Korkeus							Pilari ja palkki kolmesta kohdasta. Seinä ja porraskorkeus kahdesta kohdasta.
Leveys							Pilari, palkki ja laatta kolmesta kohdasta. Seinä ja porraskorkeus kahdesta kohdasta.

Kuvio 7. Elementtien mittapisteen Betonielementtien toleranssit 2011

CE-merkintä vaatii myös kerran kuussa mitattavaksi elementin kierouden ja sivukäyryden, mittauspisteet kuvassa 7. (Inspecta TR 15)

CE-mitattu elementti merkitään maalaamalla elementin päähän ”CE mitattu”. CE-mittaukset tallennetaan InstaAudittiin sekä omaan Excel-tiedostoonsa.

ELEMENTIN MITTOJEN TARKASTUS							
Mittauksen kohde	Pilari	Palkki	Lattia	Seinä	Pöytä	Mittauskohde	
Paksuus							
Kierous							
Sivukäyryys							Pilari ja palkki kulmasta, laatta ja seinä keskeltä
Kulmapöykkeäminen Pinta vinous							Mitatetaan kulman lyhyemmästä sivusta. Kaikki kolmat tarkistetaan
Reiät Vauraukset							Pienet (b < 500) yhdestä kohdasta, suuret (b ≥ 500) kahdesta kohdasta

Kuva 8. Elementtien mittapisteet, Betonielementtien toleranssit 2011

#### 4.2.9 Jälkihoito

Jälkihoidon merkitys on tärkeä kun haetaan onnistunutta betonin pinnan laatua sekä lujuus- ja ympäristöluokkaa. Valumiehiä on ohjeistettu peittelemään elementit heti pinnan teon jälkeen ja käyttämään tarvittava määrä jälkihoitoainetta. Etenkin talviaikaan elementit pyritään pitämään sisätiloissa kaksi vuorokautta, eli myös vuorokausi

muotin purun jälkeen. Vaativampien betonilaatujen, kuten P-luku betonin, valmistuksessa tulee huomioida pidemmät jälkihoitoajat.

Pahimmassa tapauksessa puutteellinen jälkihoito ja liian aikainen muotin purku voivat aiheuttaa rakenteellista toimintaa haittaavia halkeamia. Betonin lujuutta mitataan tilanteissa, joissa epäillään että muotinpurkulujuutta ei ole saavutettu, kimmo-vasaralla. Kimmo-vasaran antamat tulokset voidaan nähdä vain suuntaa antavina, koska on mahdollista, että lyötävät kohdat sisältävät huokosia, jotka pienentävät lujuutta betonipinnan sisällä. Jos kimmo-vasaralla saadut tulokset antavat aiheutta epäillä lujuutta, tulee betonista ottaa kuutio- tai kartiokoepalat ja tehdä koepuristuskokeet

## 5. Poikkeamat

### 5.1 Informaation kulku

Tiedon kulussa poikkeamien suhteen on nykyisellään tehostamisen varaa. Tuotteen laadunvarmistus lomake tulee sähköpostitse laatuvaastavalle, työnjohdolle, tehdaspäällikölle sekä tuotantojohtajalle. Päivän aikana tehdään kymmeniä laadunvarmistusdokumentteja, joten kaikkien yksityiskohtainen läpikäynti on haastavaa. Ohjelmistoa on esitetty kehitettäväksi siihen suuntaan, että ainoastaan poikkeamista tulisi sähköpostimuistutus ns. ”suurella tärkeysasteella”, jotta poikkeamiin reagointi olisi entistä tehokkaampaa. InstaAuditin pitkää ”actions” -listaa läpikäydessä tulee ajoittain vastaan jopa kuukausia vanhoja poikkeamia, joita kukaan ei ole enää muistanut.

### 5.2 Poikkeaman käsittely

Havaittaessa poikkeama, asiakaspalautteen tai tehtaalla havaitun perusteella, tulee organisaation reagoida poikkeamaan tilanteesta riippuen ja syyt etsimällä ennaltaehkäistä vastaavia tilanteita. (SFS-EN ISO 9001, 10/2015.)

Tarkastelujakson aikana yleisin poikkeaman syy on ollut peruspulttien sijainti, mitta elementistä ulos ja vahvuus. Etenkin pitkissä elementtien tuotantosarjoissa tulisi jo työnjohdon huomioida muuttuvat peruspulttien sijainnit, sekä kenkien sisennykset

niin, että ne merkitään esimerkiksi yliviivaamalla ennen elementtikuvien halliin viemistä.

Poikkeamat kirjataan myös InstaAudit järjestelmään toimintoon ”Laatu Reklamaatio”. Kirjattavia reklamaatioita ovat tässä tapauksessa sekä tehtaalla sisäisesti huomautetut virheet, suunnitteluvirheet sekä työmaapalaute. Ylempi toimihenkilötaso, tässä tapauksessa tuotantojohtaja sekä laatupäällikkö käyvät joka perjantaina kaikki tehtailta tulleet reklamaatiot.

Parman peruseriaatteisiin kuuluu tehtaiden oma poikkeamien käsittely, myös työmaalla. Jos työmaalla havaitaan poikkeama tuotetuissa elementeissä, hoitaa tehdas jatkotoimet, niiden ollessa sitten paikkaus/korjaus tai uuden elementin valmistus. Yli 2000€ arvoisista työmaakorjauksista pidetään nimikkeellä LaatuFlash-kehityspalaveri, joissa mietitään jatkotoimia asioiden edistämiseksi tulevaisuudessa.

## 6. Pohdinta

Opinnäytetyössä perehdyttiin betonielementtien valmistumisprosessin laaduntarkkailuun Parma Oy:n Uuraisten tehtaalla. Laadunvalvonnan eri vaiheita selvitettiin kirjallisuuden ja tehtaalla havaitun perusteella. Ennen laadunvarmistuksen tarkastelun aloittamista oli jo selvillä puutteet sekä kehittämiskohteet, joita työssä päädyttiin pääosin tarkastelemaan.

Poikkeamien syntymien suurin syy on tällä hetkellä elementit, jotka ehtivät valuun tarkastusseulan ohi, sekä elementtikuvien lukemiset peilikuvana. Pitkässä elementtien valusarjassa tapahtuu herkästi virheitä, kun kuvissa muuttuu esimerkiksi pilarikenkien sisennys. Virheiden ennaltaehkäisyn kannalta olisi ensiarvoisen tärkeää että elementtikuvat ehdittäisiin käydä ajan kanssa läpi ennen valmistusta, jolloin työnjohto ehtisi havaita elementtisarjoissa muuttuvat asiat, ja merkitä ne kuviin jo esimerkiksi alleviivamalla.

Tulevaisuudessa tulee keskittyä entistä enemmän siihen, ettei elementtejä valeta ilman laaduntarkastajan muottitarkastusta. Toteutustekniset ongelmat valutyössä tulee raportoida aina työnjohdolle, ei asentaa esimerkiksi teräsosia virheellisesti tilanpuutteen vuoksi kysymättä lupaa rakennesuunnittelijalta.

InstaAudit on tällä hetkellä hyvä sähköisen laatudokumentoinnin työkalu, ja kehitysuunta siinä olisikin kattava sisältö tavoitellun laadun suhteen, sekä valmiin tuotteen raportoinnin arkistoinnin järkevöittäminen siihen malliin, että suuremman tärkeysasteen poikkeamat tulisi sähköpostiin heti ilmoituksena. TR15 – mittauksien elementit olisi myös hyvä saada oman arkistoinnin piiriin, jotta ne olisi aina helppo osoittaa Inspectan tarkastuskäynneillä.

## Lähteet:

AEP Piilokonsolit käyttöohje, Revisio F 10/2011, Anstar Oy,  
Betonielementtien toleranssit 2011, 2011, Betoniyhdistys ry,  
Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely, Lokakuu 2006, Betoniyhdistys ry ,  
BY201 - Betonitekniikan oppikirja, 2004 Betoniyhdistys ry  
BY40 - Betonirakenteiden pinnat/Luokitusohjeet, 2003, Betoniyhdistys ry  
BY60 - EC 2 – Suunnitteluohje, 4. Painos Helmikuu 2009, Betoniyhdistys ry  
BY65 - Betoninormit, 2. Painos 2016, Betoniyhdistys ry  
HPM ja PPM pulttien käyttöseloste nro 359, 7/2012, Betoniyhdistys ry  
PCs konsoli tekninen käyttöohje, 12/2011, Peikko Group,  
SFS-EN 1992-1-2 - Structural fire design, Vahvistetu 20.5.2005, Viitattu 1.4.2017  
Rakennusteollisuus RTT ry  
SFS-EN 206 – Betonistandardi, Vahvistettu 9.11.2015, Viitattu 1.4.2017  
Rakennusteollisuus RTT ry,  
SFS-EN ISO 9001 - Laatu järjestelmä, Vahvistettu 10.5.2015, Viitattu 15.3.2017  
Rakennusteollisuus RTT ry  
Spherical head lifting anchor system, 2015, Halfen  
TR 15, 2007, Inspecta Sertifiointi Oy,  
Welda kiinnityslevy tekninen käyttöohje, 09/2016, Peikko Group,



## Liitteet:

### Liite 1. Liite 1 Valmistajan suoritusasoilmoitus



#### VALMISTAJAN SUORITUSTASOILMOITUS (Declaration of Performance = DoP)

<http://www.parma.fi/aineistot-ja-materiaalit/sertifioinnit>

Tämä suoritusasoilmoitus on laadittu rakennustuoteasetuksen/CPR (EU) N:o 305/2011 vaatimusten mukaisesti. Ilmoituksen sisältö on laadittu CPR:n liitteen III mukaisesti.  
Vakuutamme, että alla yksilöidyt betonielementit täyttävät tuotteita koskevien harmonisoitujen (= yhdenmukaistettujen) tuotestandardien (hEN) vaatimukset.

SUORITUSTASOILMOITUS DoP		Nro 2; Runko- ja perustuselementit
1. Tuotetyypin yksilöivä tunnistus	Tuotetyypit; K, I, HI, JK, P, CP, TT, HTT, TEK, RL, A, PH, AK, TM, A	
2. Elementin yksilöinti, jonka avulla rakennustuotteen voi tunnistaa	Elementin yksilöllinen ID ja DoPin nro esitetään CE- etiketissä. Elementitunnuksesta ilmenevät mm; projekti/ tilaus, elementin tunnus, valmistuspäivämäärä, valualusta ja paino. Projekti- ja tuotetiedot löytyvät Parman projektikeskuksesta.	
3. Tuotestandardin mukaiset suunnitellut käyttökohteet	Rakennusrungon kantavat palkit ja pilarit, ripelaatat katoissa ja välipohjissa, perustuselementit talonrakentamisessa ja infrassa	
4. Valmistaja	Parma Oy, yksilöidyt osoitiedot löytyvät liitteestä 1.	
6. Ilmoitetun laitoksen varmennus	AVCP- luokka 2+	
7. hENin piiriin kuuluvan rakennustuotteen ilmoitettu laitos	Inspecta Sertifiointi Oy (CPR/0416) on suorittanut tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen, suorittaa sen jatkuvaa laadunvalvontaa ja hyväksymistä. Elementikohtaiset varmennustodistukset löytyvät liitteestä 1.	
9. Ilmoitetut suoritusastot; tuotestandardin (hEN) ZA taulukot		
Perusominaisuudet	Suoritusasto	hEN
Betonin puristuslujuus	Betonin lujuus on välillä C35/45...C70/85 standardien EN-206 ja SFS 7022 mukaan. Vaadittu lujuus todetaan projektikohtaisissa suunnitelmissa/ dokumentaatioissa.	EN 13225:2004 EN 13224:2011
Teräksen myötö- ja vetomurtolujuus	Betoniteräksen lujuus on välillä 500...600 MPa ja tyyppi standardien SFS 1215, SFS 1257 ja SFS 1259 mukainen. Vaadittu lujuus todetaan projektikohtaisissa suunnitelmissa/ dokumentaatioissa. Jänneteräksillä tulee olla varmennettu käyttöseloste/ varmennustodistus. Vaadittu lujuus todetaan projektikohtaisissa suunnitelmissa/ dokumentaatioissa.	Sokkelipalkeissa myös; EN 14992:2007+A1:2012  Tukimuurit; EN 15258:2008  Siltaelementit; EN 15050:2007+A1:2012
Kantokyky	Todetaan projektikohtaisissa suunnitelmissa/ dokumentaatioissa	Perustuselementit; EN 14991:2007
Palonkestävyys		
Säilyvyys/ käyttöikä		
Yksityiskohtien suunnittelu		
10. Edellä 1 ja 2 kohdassa yksilöidyn tuotteen suoritusastot ovat 9 kohdassa ilmoitettujen suoritusastojen mukaiset. Tämä suoritusasoilmoitus on annettu 4 kohdassa ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla.		
Vakuudeksi Nummelassa 1.6.2013		
 Timo Teräs Tuotantojohtaja		 Heikki Sarin Kehityspäällikkö

Liite 1 Parma Oy:n CE- varmennetut betonielementit tehtailtain

## Liite 2. Liite 2 InstaAudit Valmiin tuotteen tarkastus raportti

LAATU valmiin tarkastus		CONSOLIS PARMA
TB-SUORAKAIDEPILARI 2101 + 2103 pyöreä pilari		
Reijo Paananen 28.03.2017 Uurainen - Halli B1 22531		
Elementtitunnus:P-F1		
ID-numero:164		
(syötä TILAUSNUMERO Add a tag-kenttään)		
Index: 93.3% <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">14</span> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">1</span>		
<b>VIIMEISTELY</b>		<b>85.7%</b>
pinnan laatu / rakkulat		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
plastiset halkeamat		<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">OHITA</span>
kutistumishalkeamat		<span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">HUOM.</span>
pinnan puhtaus / ruoste, rasva		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
viisteiden kunto / puhdistus, hionta		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
nostoakselin reikä		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
varausten puhtaus		<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">OHITA</span>
tartuntojen puhtaus		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
VEMOjen avaus		<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">OHITA</span>
neopreenien asennus		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
<b>VALMIS TUOTE</b>		<b>100%</b>
pituus suunnitelmissa		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
pituus mitattu		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
leveys suunnitelmissa		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
leveys mitattu		<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">OK</span>
korkeus suunnitelmissa		

	OK
korkeus mitattu	OK
tartunnat	OHITA
harjateräspultti koko ja mitta elementistä ulos	OK
ulos tulevat harjateräkset	OHITA
<b>JÄLKIHOITO</b>	<b>100%</b>
jäkihoitoaine	OHITA
peitelty	OK
lämmin säilytys 7vrk	OHITA
<b>MÄÄRÄAIKAISMITTAUKSET</b>	
suojabetonietäisyysmittaus kerran viikossa	OHITA
taipuman mittaus kerran kuussa	OHITA
sivukäyryyden mittaus kerran kuussa	OHITA

**Details:****VIIMEISTELY**

85.7%

pinnan laatu / rakkulat

Havainto OK

Kuva



kutistumishalkeamat


Havainto HUOM.

Kommentti

Hiushalkeamia

Kuva



	
Korjattava	2017-03-29
<b>VALMIS TUOTE</b> <span style="float: right;"><b>100%</b></span>	
pituus suunnitelmissa <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	14414mm
pituus mitattu <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	14417mm 3mm
leveys suunnitelmissa <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	480mm
leveys mitattu <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	480mm
korkeus suunnitelmissa <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	480mm
korkeus mitattu <span style="float: right;">Havainto <input type="checkbox"/> OK</span>	
Kommentti	480mm

## Liite 3. Liite 3 InstaAudit Tuotannon tarkastus raportti

## LAATU tuotannon tarkastus TB- SUORAKAIDEPILARI 2101 + 2103 pyöreä pilari


Reijo Paananen  
28.03.2017  
Uurainen - Halli B1  
101228

Tuotetyyppi:tb- pilari

Tunnus:P3-1

ID-numero:20

Index: 100% 26 0



<b>TERÄSTEN MÄÄRÄ</b>	<b>100%</b>
pääterästen lukumäärä ja dimensiot	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
hakasten lukumäärä / hakaväli	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
tihennetyt hakaset, sijainti	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
läpivientien lisäteräukset	<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px 5px;">OHITA</span>
nostoelinten lisäteräukset	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
pilarikenkien lisäteräukset	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
konsolin raudoitus	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
<b>TERÄSTEN TUENTA</b>	<b>100%</b>
sidonta, lankojen taivutus	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
korokkeet, korkeus ja lukumäärä	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
suojabetoni sivulle	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
suojabetoni valupintaan	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>
<b>MUOTIN KUNTO</b>	<b>100%</b>
puhtaus, lika, tarttunut betoni, liimat yms	<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">OK</span>

suoruus, lommot	OK
kulunaisuus, naulan jäljet	OK
pohjan kunto	OK
viistelistojen kunto	OK
<b>MUOTIN MITAT</b>	<b>100%</b>
pituus, päämitta	OK
leveys	OK
korkeus	OK
leuan mitat	OHITA
konsoleiden sijainti	OK
konsoleiden mitat	OHITA
pään kulmapolkkeama	OK
<b>VARUSTEIDEN OIKEELLISUUS</b>	<b>100%</b>
tartuntojen lukumäärä ja sijainti	OK
VEMO lukumäärä ja sijainti	OHITA
vaarnalistat malli ja sijainti	OHITA
piilokonsolit malli ja sijainti	OK
harjateräspultti koko ja mitat elementistä ulos	OK
ulos tulevat harjateräkset	OHITA
nostolenkit / kuula-ankkurit / nostoelimet	OK
nostoakselin reikä, koko ja sijainti	OK
läpivientiputket koko ja sijainti	OK
<b>SUUNNITTELUVIRHEET</b>	
ota piirustuksesta kuva	OHITA

## Liite 4. Liite 4 Deha-kuula-ankkurien valinta

Spherical head anchors in beams and walls; no special requirements on the reinforcement (load class 1,3 – 7,5)										
Load class	Article number	Anchor length l [mm]	Minimum height of beams B <sub>1</sub> [mm]	Wall thickness 2 × e <sub>f</sub> [mm]	Load capacity [kN] at concrete strength f <sub>ci</sub> for				Axial spacing of anchors e <sub>z</sub> [mm]	
					Axial pull up to 30° [β]	Diagonal pull up to 60° [β]	Axial pull and diagonal pull up to 60° [β]	Axial pull and diagonal pull up to 60° [β]		
					15 N/mm <sup>2</sup>	15 N/mm <sup>2</sup>	25 N/mm <sup>2</sup>	35 N/mm <sup>2</sup>		
1,3	6000-1,3-0085	85	180	100	12.2	9.8	13.0	13.0	270	
				120		11.2				
				140	13.0	12.5				
	6000-1,3-0120	120	250		80		10.7	13.0	13.0	375
					100	13.0	12.7			
					120		13.0			
	6000-1,3-0240	240	490		60	9.9	9.9	12.7	13.0	735
					80		13.0			
					100	13.0	13.0			
2,5	6000-2,5-0120	120	248		120	18.1	14.5	23.3	25.0	375
					140	20.3	16.2			
					160	22.4	17.9			
	6000-2,5-0170	170	348		100	20.7	16.5	25.0	25.0	525
					120	23.7	19.0			
					140	25.0	21.3			
	6000-2,5-0280	280	568		80	18.4	18.4	23.8	25.0	855
					100	23.0	23.0			
					120	25.0	25.0			
4,0	6000-4,0-0170	170	347		160	29.8	23.8	38.5	40.0	535
					180	32.5	26.0			
					200	35.2	28.2			
	6000-4,0-0240	240	487		120	31.3	25.1	40.0	40.0	745
					140	35.2	28.1			
					160	38.9	31.1			
	6000-4,0-0340	340	687		100	29.6	28.7	38.2	40.0	1045
					120	35.6	32.9			
					140	40.0	36.9			
5,0	6000-5,0-0240	240	490		200	45.7	36.5	50.0	50.0	735
					220	49.1	39.2			
					240	50.0	41.9			
	6000-5,0-0340	340	690		160		40.6	50.0	50.0	1035
					180	50.0	44.4			
					200		48.0			
	6000-5,0-0480	480	970		140	46.1	46.1	50.0	50.0	1455
					160	50.0	50.0			
					180					
7,5	6000-7,5-0200	200	410		240	45.1	36.0	58.2	68.8	610
					260	47.8	38.3	61.8	73.1	
					280	50.6	40.5	65.3	75.0	
	6000-7,5-0300	300	610		200	54.1	43.3	69.9	75.0	910
					220	58.1	46.5			
					240	62.2	49.7			
	6000-7,5-0540	540	1090		160	63.2	58.4	75.0	75.0	1630
					180	71.1	63.8			
					200	75.0	69.1			

f<sub>ci</sub> = concrete cube strength at time of lifting