

# CE- merkittyjen ontelolaattojen laadunvalvontaohje



## 1. Johdanto

## 2. Viitestandardit

## 3. ZA- liitteet

## 4. CE- merkintämenettelyn valinta

- 4.1 CE- merkintämenettelyt
- 4.2 Suosituksia menettelyn valintaan
- 4.3 Laskelmien teko ja tarkastus

## 5. Tuotteen alkutestaus

## 6. Tuotannon alkutarkastus

## 7. Laadunvalvonnan sisältö

### Liite 1. Jännittäminen

### Liite 2. Jälkihoito ja lämpökäsittely

### Liite 3. EN 1168, Liite ZA Viitauseketju

### Liite 4. Laadunvalvonnan kaaviot

- D.1. Laitteiden tarkastus
- D.2. Materiaalien tarkastus
- D.3. Valmistusprosessin tarkastus
- D.4. Lopputuotteen tarkastus
- D.5. Porrastussäännöt

### Liite 5. Ontelolaattojen laatuvaatimukset, niiden hyväksyntä ja ennaltaehkäisy

Tämä ohje on koottu betoniteollisuuden ja Inspecta Sertifiointi Oy:n yhteisessä työryhmässä. Ohjeen koonnista Rakennusteollisuus RT:n Betonikeskuksessa ovat vastanneet DI Arto Suikka ja DI Tauno Hietanen. Liitteen 3 on laatinut RI Erkki Kaivola Consolis Technology Oy:stä.

## 1. Johdanto

Ontelolaattojen kansallinen tyyppihyväksyntämenettely päättyy pääsääntöisesti 31.12.2008. Ontelolaatoille on laadittu eurooppalainen tuotestandardi SFS- EN 1168 Betonivalmisosat. Ontelolaatat. Tuotteet voidaan CE- merkitä standardin mukaan. CE- merkintään liittyvä laattojen laadunvarmistus poikkeaa joiltakin osin aiemmasta käytännöstä. Tässä ohjeessa on koottu tuotestandardien mukainen ontelolaattojen laadunvalvontamenettely.

Ontelolaattatuotannon ja valmiin laatan laadunvarmistuksen tärkeimmät asiat ovat

- massan notkeus
- betonin lujuus rakennekoekappaleilla mitattuna
- valukoneen toiminta/ massan tiivistys
- poikkileikkauksen mittatarkkuus
- punosjännitys
- esijännityksen laukaisulujuus
- punosluistot
- mahdolliset halkeamat tuotteessa ja
- laatan leikkauskapasiteetti

*fib*:n ohjeessa Treatment of imperfections in precast structural elements ( bulletin 41. 2007) tarkastellaan pieniä laatu puutteita ja niiden merkitystä tuotteen hyväksyttävyydelle. Liite 5.

Tämä ohje koskee Suomeen toimitettavia ontelolaattoja. Vientikohteessa voi tuotestandardin kansallisten liitteiden osalta olla eri vaatimuksia.

Jos siirtymäkaudella ontelolaatta ei ole tyyppihyväksytty eikä myöskään CE- merkitty, tulee se hyväksyttää kohdekohtaisesti rakennusvalvontaviranomaisilla. Tässä tilanteessa suositellaan, että tuotteen laadunvalvontaa jatketaan ikään kuin se olisi edelleen tyyppihyväksytty. Asia sovitaan valmistajakohtaisesti Inspecta Sertifiointi Oy:n kanssa.

## 2. Viitestandardit

Standardissa SFS-EN 13369 kohdassa 6.3 esitetään vaatimuksia CE-merkinnän edellyttämälle tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle. Vaatimuksia annetaan organisaatiolle, laadunvalvontajärjestelmälle, asiakirjojen ja valmistuksen valvonnalle, tarkastuksille ja testauksille. Tarkastuskaaviot ovat standardin liitteessä D. Kolmannen osapuolen suorittamasta vaatimustenmukaisuuden arvioinnista kerrotaan liitteessä E. Kohtia E.1.2 *Tuotteen vaatimustenmukaisuus* ja E.5 *Pistokoenäytteiden testaus* ei kuitenkaan sovelleta ontelolaattojen CE-merkinnässä. Standardin liitteessä M kuvataan teknistä dokumentointia.

Standardissa SFS-EN 1168 ja sen muutoksissa A1 ja A2 on kohdassa 6.2 kuvattu alkutestaus ja liitteessä A on täydentäviä tarkastuskaavioita.

*Taulukko 1. Standardit 12/2008.*

<p>SFS-EN 1168 Betonivalmisosat. Ontelolaatat. +A1:2008 + ehdotus A2, odotettu voimaantulo 2009</p> <p>SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. + AC:2008 + Suomen kansallinen liite</p> <p>SFS-EN 1992-1-2 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus. + AC:2008 + Suomen kansallinen liite</p> <p>SFS-EN 13369. Betonivalmisosien yleiset säännöt + AC:2007 + A1:2006</p> <p>SFS-EN 206-1 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. + A1:2004 + A2:2005 + kansallinen liite RakMk B4- Liite 3</p>
<p>SFS-EN 12390-2 Kovettuneen betonin testaus. Osa 2: Koekappaleiden valmistus ja säilytys lujuustestejä varten.</p> <p>SFS-EN 12390-3 Kovettuneen betonin testaus. Osa 3: Koekappaleiden puristuslujuus.</p> <p>SFS-EN 12390-4 Kovettuneen betonin testaus. Osa 4: Puristuslujuus. Vaatimukset testauskoneille.</p> <p>SFS-EN 12390-6 Kovettuneen betonin testaus. Osa 6: Koekappaleiden halkaisuvetolujuus.</p> <p>SFS-EN 12504-1 Betonin testaus rakenteista. Osa 1: Poratut koekappaleet. Näytteenotto, tutkiminen ja puristuslujuuden testaus.</p>
<p>Jännepunosten käyttöselosteet (eurooppalaiset jänneterässtandardit eivät ole vielä valmiita)</p> <p>SFS-EN 12620 Betonikiviainekset +A1:2008</p> <p>SFS 7003 Betonikiviaineksilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot</p>
<p>SFS 7016. Esijännitetyiltä ontelolaatoilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot.</p>

Ajan tasalla oleva tieto voimaantulleista standardien muutoksista löytyy SFS:n sivuilta <http://sales.sfs.fi> käyttämällä standardin tunnusta hakusanana.

### 3. ZA- liitteet

SFS-EN 1168 taulukko ZA.1 määrittelee standardin ne kohdat, jotka kuuluvat CE- merkintään. Liitteessä 4 on esitetty viittausketju, joka kuvaa oleellisten ominaisuuksien käsittelyä eri standardeissa.

**Taulukko ZA.1 Kysymykseen tulevat kohdat.**

Olelliset ominaisuudet		Vaatimuksia koskevat kohdat tässä eurooppalaisessa standardissa	Vaaditaanko Suomessa (SFS 7016)	Huomautukset ja yksikkö
Puristuslujuus (betonin)	Kaikki menettelyt	4.2 Valmistusta koskevat vaatimukset	Kyllä	N/mm <sup>2</sup>
Vetomurtolujuus ja myötölujuus (teräksen)	Kaikki menettelyt	Standardin EN 13369:2004 kohta 4.1.3 Betoniteräs ja 4.1.4 Jänneteräs	Kyllä	N/mm <sup>2</sup>
Mekaaninen lujuus (laskennallinen)	Menettely 1	Kohdassa ZA.3.2 esitetyt tiedot	Kyllä	Geometria ja materiaalit
	Menettely 2	4.3.3 Kantokyky		kNm, kN, kN/m
	Menettely 3	Suunnitteluasiakirjat		
Palonkestävyys (kantavuuden)	Menettely 1	Kohdassa ZA.3.2 esitetyt tiedot	Suomen rakentamismääräysten mukaan	Geometria ja materiaalit
	Menettely 2	4.3.4 Palonkestävyys		min
	Menettely 3	Suunnitteluasiakirjat		
Ilmaääneneristävyyden ja askelääneneristävyyden	Kaikki menettelyt	4.3.5 Ääneneristysominaisuudet	Kohteen mukaan	dB
Detaljisuunnittelu	Kaikki menettelyt	4.3.1 Geometriset ominaisuudet	Kyllä	mm
		8 Tekninen dokumentaatio		/
Säilyvyys	Kaikki menettelyt	4.3.7 Säilyvyys	Rasitusluokan mukaan	Ympäristöolosuhteet

Taulukko ZA.3 sisältää valmistajan tehtävät ja ilmoitetun laitoksen tehtävät CE- merkinnässä ilmoitettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa.

**Taulukko ZA.3** Vaatimustenmukaisuuden arvioinnin tehtävien työnjako ontelolaatoille, joille käytetään menettelyä 2+.

Tehtävät		Tehtävän sisältö	Vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa sovellettavat kohdat
Valmistajan tehtävät		Alkutestaus	Kaikki taulukossa ZA.1 esitetyt ominaisuudet <sup>a</sup>
		Tehtaan sisäinen laadunvalvonta	Kaikkiin taulukossa ZA.1 esitettyihin ominaisuuksiin liittyvät tekijät
		Tehtaalta otettujen näytteiden lisätestaus	— mekaaninen lujuus — kaikki taulukossa ZA.1 esitetyt ominaisuudet
Ilmoitetun laitoksen tehtävät	Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmentaminen	tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen perusteella	— puristuslujuus (betonin) — vetomurtolujuus ja myötölujuus — yksityiskohtien suunnittelu — säilyvyys — palonkestävyys <i>R</i> (jos se todennetaan testaamalla)
		tehtaan sisäisen laadunvalvonnan jatkuvan valvonnan, arvioinnin ja hyväksymisen perusteella	— puristuslujuus (betonin) — vetomurtolujuus ja myötölujuus — yksityiskohtien suunnittelu — säilyvyys — palonkestävyys <i>R</i> (jos se todennetaan testaamalla)

<sup>a</sup> Testauslaboratorion tulisi suorittaa palonkestävyyden testaus (kun todentaminen suoritetaan testaamalla).

## 4. CE- merkintämenettelyn valinta

### 4.1 CE- merkintämenettelyt

CE- merkintämenettelyt on kuvattu SFS- EN 1168 liitteessä ZA, muutoksessa A2 erotetaan menettely 3 menettelyiksi 3a ja 3b.

Valmistaja voi valita yhden seuraavista CE- merkintämenettelyistä:

1. Ilmoitetaan mittatiedot ja materiaaliominaisuudet
2. Ilmoitetaan tuotteen ominaisuuksien arvot
- 3a. Ilmoitetaan, että tuote on asiakkaalta saatujen suunnitteluasiakirjojen mukainen
- 3b. Ilmoitetaan, että tuote on valmistajan laatimien suunnitteluasiakirjojen mukainen

Menettelyissä 2 ja 3b ontelolaatan kantokyky ja palonkestävyys (suunnittelu) kuuluvat CE- merkintään, menettelyissä 1 ja 3a ne eivät kuulu.

Taulukko. Betonielementtien CE- merkintämenettelyt ja mitoitusnormi.

MENETTELY		MITOITUSNORMI
1	"VARASTOTUOTE" ILMOITETAAN MITAT JA MATERIAALIOMINAISUUDET	MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI - RakMK B-sarja - EUROKOODI MITOITUS EI SISÄLLY CE-MERKINTÄÄN
2	"STANDARDITUOTE" ILMOITETAAN KANTOKYKY JA PALOLUOKKA VALMISTAJA VASTAA MITOITUKSESTA	EUROKOODI KOHDEMAAN KANSALLISEN LIITTEEN MUKAAN MITOITUS SISÄLTYY CE-MERKINTÄÄN
3a	"YKSILÖLLINEN TUOTE" TILAAJAN PIIRUSTUKSILLA tiettyyn kohteeseen suunniteltu	MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI - RakMK B-sarja - EUROKOODI MITOITUS EI SISÄLLY CE-MERKINTÄÄN
3b	"YKSILÖLLINEN TUOTE" VALMISTAJAN PIIRUSTUKSILLA tiettyyn kohteeseen suunniteltu	MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI - RakMK B-sarja - EUROKOODI MITOITUS SISÄLTYY CE-MERKINTÄÄN

### 4.2 Suosituksia menettelyn valintaan

#### Menettely 1, SFS-EN 1168 kohta ZA.3.2

Menettely perustuu siihen, että valmistaja ilmoittaa ontelolaatan mittatiedot ja materiaaliominaisuudet niin kattavasti, että niitä käyttäen voidaan laskea ontelolaatan kantokyky ja määrittää paloluokka. Nämä ilmoitetut

tiedot kuuluvat CE- merkintään. Yksityiskohdat voidaan ilmoittaa viittaamalla teknisiin tietoihin kuten tuoteluetteloon, standardin kuva ZA.2.

Ontelolaatan rakennesuunnittelussa ja palonkeston määrittämisessä voidaan noudattaa eurokoodijärjestelmää Suomen kansallisen liitteen mukaan tai toistaiseksi myös RakMK- järjestelmää. Valmistaja voi tehdä ontelolaattasuunnittelun CE- merkinnän ulkopuolella, jolloin siihen ei kohdistu kohdan 4.3 mukainen tarkastus, vaan siihen pätee sama Suomen rakennusvalvonta kuin rakennuskohteen muuhunkin rakennesuunnitteluun.

Menettely on periaatteessa tarkoitettu ”varastotuotteille”, joita valmistettaessa ei välttämättä tiedetä käyttökohdetta, mutta sitä voidaan soveltaa myös tiettyyn kohteeseen suunniteltuun tuotteeseen.

### **Menettely 2 , SFS-EN 1168 kohta ZA.3.3.**

Menettelyssä valmistaja ilmoittaa CE-merkinnässä ontelolaatan kantokyvyn (esim. taivutus- ja leikkauskestävyytenä) sekä paloluokan. Yksityiskohtaisemmat mitoitustiedot voidaan esittää viittaamalla teknisiin tietoihin.

Valmistaja vastaa ontelolaatan mitoituksesta ja paloluokan määrittämisestä ja se tehdään eurokoodijärjestelmällä Suomen kansallisen liitteen mukaan. Siihen kohdistuu kohdan 4.3 mukainen tarkastus.

### **Menettely 3a, SFS-EN 1168 kohta ZA.3.4.**

Menettely 3a on tarkoitettu tiettyyn kohteeseen asiakkaan suunnitelmilla valmistettaville elementeille. Kuten menettelyssä 1, CE- merkintä kattaa valmistuksen ja laadunvalvonnan varmentamisen, mutta ei suunnittelua. Tämä menettely ei ole suositeltava ontelolaatoille.

### **Menettely 3b, SFS-EN 1168 kohta ZA.3.5.**

Menettely 3b on tarkoitettu tiettyyn kohteeseen valmistajan suunnitelmilla valmistettaville elementeille. Kuten menettelyssä 2, CE- merkintä kattaa valmistuksen ja laadunvalvonnan varmentamisen lisäksi myös suunnittelun eli kohteen vaatimusten mukaan ilmoitetun kantokyvyn ja paloluokan. Tuotteen ominaisuudet (kuten kantokyky, palonkesto, ääneneristävyys) ilmoitetaan viittaamalla CE- merkinnässä yksilöityihin suunnitteluasiakirjoihin.

Ontelolaatan rakennesuunnittelussa ja palonkeston määrittämisessä noudatetaan ensisijaisesti eurokoodijärjestelmää Suomen kansallisen liitteen mukaan. Siirtymäaikana ennen 1.4.2010 voidaan käyttää vaihtoehtoisesti myös RakMk- järjestelmää. Valmistaja tekee ontelolaattasuunnittelun CE- merkintään kuuluvana ja siihen kohdistuu kohdan 4.3 mukainen tarkastus. Rakennuskohteen muuhun rakennesuunnitteluun pätee Suomen rakennusvalvonta.

### **Yhteenveto**

Edellä on käytetty termiä kantokyky. Murtorajatilan lisäksi se sisältää kyseeseen tulevat käyttörajatilatarkastelut (EN 13369 kohta 4.3.3.1). Kantokyky ilmoitetaan yleensä suunnitteluasiakirjoihin viittaamalla. Poikkeus on menettelyn 2 esimerkki, jossa se on pyritty ilmoittamaan yksinkertaistetusti momentti- ja leikkauskestävyyksinä. Laskettuja taipuma- tai halkeamaleveyksiä ei tarvitse erikseen ilmoittaa, kunhan tapauskohtaisesti tarpeelliset tarkastelut on tehty.

Säilyvyys suositellaan ilmoitettavaksi rasitusluokkina, joihin elementti vaatimusten mukaan on valmistettu. SFS-EN 1168 viittausketju johtaa EN 206-1 ja EN 1992-1-1 Suomen kansallisiin liitteisiin, eli tällöin noudatetaan Suomen säilyvyysvaatimuksia. Edes menettely 1:ssä ei ole tarkoituksenmukaista luetella säilyvyysparametreja kuten sementtimäärä, vesisementtisuhde jne.

Suosittelavat CE-merkintämenettelyt ontelolaatoille ovat

- 3b, joka vastaa hyvin nykyistä käytäntöä, lisäksi tulevat alla kohdassa 4.3 mainitut ilmoitetun laitoksen tehtävät sekä
- 1, joka vastaa nykyistä käytäntöä sikäli, että ilmoitetulle laitokselle kuuluu laadunvalvonnan varmennus ja suunnittelu on CE- merkinnän ulkopuolella rakennusvalvonnan piiriin kuuluva asia.

### 4.3 Laskelmien teko ja tarkastus

Tämä kohta koskee kantokykyä ja palonkestoa silloin kun ne on määritetty laskelmin testauksen sijasta ja laskelmat kuuluvat CE-merkintään (menettelyt 2 ja 3b). Ohjeet perustuvat komission Guidance Paper K vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyä 2+ koskeviin tulkintoihin.

Mitä tässä on sanottu valmistajan tehtävistä, tarkoittaa, että ne ovat valmistajan vastuulla, mutta valmistaja voi antaa ne jonkun muunkin tehtäväksi.

Valmistaja tekee tyyppilaskelmat kullekin ontelolaattaperheelle. Ilmoitettu laitos tarkistaa alkutarkastuksen yhteydessä, että tyyppilaskelmat on tehty ja laskentamenettelyt on dokumentoitu. Laskelmien oikeellisuuden tarkastaminen on valmistajan tehtävä.

Lisäksi ilmoitettu laitos tarkistaa, että valmistajan dokumentoitu tehtaen sisäinen laadunvalvontajärjestelmä kattaa myös suunnittelun. Ilmoitetun laitoksen tehtäviin ei kuulu laskelmien oikeellisuuden tarkastaminen, mutta se voi tarkistaa esimerkiksi seuraavaa :

- tyyppilaskelmiin on valittu edustavat laatat
- laskelmien lähtötietoina käytettävät materiaalitiedot on valittu tuotteiden mukaan
- laskelmien tekemiseen on tarkoituksenmukaiset välineet ja pätevä henkilökunta
- että laskelmat on tehty ja että laskentamenettely, tietokoneohjelmat ja tulokset, joita käytetään kantokyvyn ja palonkeston ilmoittamiseen, on dokumentoitu tarkoituksenmukaisesti.

Näiden seikkojen voimassaolo todetaan jatkuvassa valvonnassa tarkoituksenmukaisella tarkastustiheydellä.

### 5. Tuotteen alkutestaus

Laatan alkutestaus suoritetaan, ennenkuin uusi laattatyyppi saatetaan markkinoille sekä myös laattatyypeille, jotka ovat olleet tuotannossa ontelolaattastandardin tullessa voimaan (EN 13369: 6.2.2). Ennen standardin voimaantuloa samalle tuotteelle suoritettavat tyyppitestit voidaan ottaa huomioon, jos ne ovat tuotestandardin vaatimusten mukaisia. VTT:n raportti vanhojen kokeiden vastaavuuksista (VTT-S- 10252-07) osoittaa, että vanhat koetulokset ja koestus vastaavat varsin hyvin uutta käytäntöä, joten ne voidaan ottaa soveltuvin osin huomioon. Edellytys vanhojen koetulosten käytölle on lähinnä riittävä dokumentaatio.

Alkutestaus tehdään eri laattatyypeille ns. tuoteperheittäin. Samaan tuoteperheeseen luetaan laatat, joiden

- betonin lujuus on enintään 3 peräkkäisessä lujuusluokassa ( esim. C45, C50 ja C55),
- poikkileikkauksen korkeus eroaa enintään 50 mm,
- poikkileikkauksen uuman kokonaisleveys poikkeaa enintään 50 mm ja



- joilla on sama valutekniikka, esim. ekstruusiovalu.

Standardi (EN 13369: 6.2.3) toteaa uusitusta alkutestauksesta seuraavaa; Tuotteelle tulee suorittaa uusittu alkutestaus silloin, kun sen suunnittelu, betonin koostumus, terästyyppi, valmistusmenetelmä tai muut sitä koskevat seikat muuttuvat tavalla, joka saattaisi merkittävästi muuttaa sen ominaisuuksia.

*TULKINTA. Liitteen J mukainen täysmittakaavatyyppitesti on tehtävä, jos tapahtuu jokin seuraava merkittävä muutos:*

*a) poikkileikkauksen suunnittelussa*

*Jos muutetaan leikkauskapasiteettia kasvattavasti, esimerkiksi on ensin otettu valmistajakohtainen pienennyskerroin standardin kaavojen antamaan leikkauskapasiteettiin ja pienennyskerroin poistetaan. Jos uuman kokonaisleveys laatan leveysmetriä kohti muuttuu enemmän kuin 50 mm (myös tuoteperheen raja).*

*b) betonin lujuudessa*

*Jos betonin lujuus muuttuu enemmän kuin yhden luokan. Tämä tarkoittaa suunnittelussa käytettävää lujuusluokkaa. Huom. lujuusluokka tarkoittaa eurokoodin lieri / kuutio luokkia, esim. Alkutestaus C50/60 luokalle kattaa luokat C45/55 ... C55/67.*

*c) ontelolaattakoneen tyyppissä tai toimintaperiaatteessa*

*Valu- tai tiivistysmenetelmä muuttuu, esim. ekstruusio- / liukuvalu. Samalla periaatteella toimivaa toisen valmistajan konetta ei katsota merkittäväksi muutokseksi.*

*d) muu muutos*

*Jos epäillään ontelolaattakoneen toimintaa esim. punosluiston tai puutteellisen tiivistyksen osalta ja kun laadunvalvonnassa havaitaan toistuvia ylityksiä luistomittauksissa.*

*Jänneterästyyppi muuttuu niin, että se vaikuttaa tartuntaan ja leikkauskapasiteettiin, esim. punos/ lanka.*

Uusittu alkutestaus suositellaan kuitenkin tehtäväksi tuotetyypeittäin vähintään kerran 2 vuodessa.

Laatasta porattujen puristuslieriöiden 50-80 mm lujuustulokset muutetaan 150 mm kuutiolujuuksiksi kertoimella 1,1 betonin kelpoisuuden toteamisessa ja kertoimella 1,0 liitteen J mukaisessa laatan koekuormituksessa.

## **6. Tuotannon alkutarkastus**

Ontelolaattojen valmistaja hakee CE- varmennusta ilmoitetulta laitokselta lähettämällä allekirjoitetun hakemuslomakkeen ilmoitetulle laitokselle.

Ilmoitettu laitos suorittaa tehtaan sisäisen laadunvalvonnan varmentamisen alkutarkastuksen perusteella. Alkutarkastuksen sisältö on määritelty standardin SFS-EN 1168 liitteen ZA taulukossa ZA.3. Alkutarkastuksessa käydään läpi CE- merkintään liittyvät tuotteen olennaiset ominaisuudet ja standardissa SFS-EN 13369 esitetyt tehtaan sisäistä laadunvalvontaa koskevat vaatimukset (kohta 6.3). Muut CE-merkinnässä sovellettavat vaatimukset selviävät standardin SFS-EN 1168 liitteessä ZA.1 esitetyistä taulukosta alkavan viittausketjun perusteella.

Tehtaan sisäisen laadunvalvontajärjestelmän kuvaus tarkastetaan ennen tehtaalla tehtävää tarkastuskäyntiä. Ilmoitettu laitos pyytää valmistajaa tarvittaessa korjaamaan dokumentaatiota.

Tehtaalla tehtävän alkutarkastuksen tehtävänä on todeta, että valmistajan esittämä laadunvalvontajärjestelmän kuvaus on tehtaalla käytössä sovellettavien standardien vaatimusten mukaisesti.

Valmistaja vastaa elementtien alkutestauksesta, joka tulee suorittaa ennen varmennuksen myöntämistä. Valmistajan ilmoittamat tuotteen ominaisuudet perustuvat alkutestaukseen.

Laadunvalvontajärjestelmän kuvaus sisältää ainakin seuraavat asiat:

- Laadunvalvontaan osallistuvien henkilöiden tehtävät, vastuut ja valtuudet
- raaka-aineiden ja materiaalien kuvaus ja tarkastaminen
- ontelolaattojen kantavuutta ja palonkestävyyttä koskevien laskelmien tarkastaminen (CE-merkintämenetelmät 2 ja 3b)
- tuotannon valvonta- ja tarkastustoimenpiteet
- valmiin tuotteen testaukset ja tarkastukset
- mittaus- ja testauslaitteiden kalibroinnit ja niitä koskevat muistiinpanot
- kaikki laadunvalvonnan muistiinpanot ja niiden säilyttäminen
- valmistajan alihankintana teettämät työt ja niihin liittyvät sopimukset.

Ilmoitettu laitos tarkastaa, että valmistaja hoitaa laadunvalvontajärjestelmässä määrätyt tehtävät ja tekee niihin liittyvät muistiinpanot. Ilmoitettu laitos toimittaa valmistajalle raportin alkutarkastuksesta. Ilmoitettu laitos tekee CE-merkinnän varmennuspäätöksen sen jälkeen, kun alkutarkastuksessa havaitut poikkeamat on todettu poistetuiksi.

## 7. Laadunvalvonnan sisältö

Tarkastuksia ja testauksia tulee suorittaa laitteille, raaka-aineille ja muille käytettäville materiaaleille, valmistusprosessille ja tuotteille. Standardin SFS-EN 13369 liitteessä (D) ja SFS-EN 1168 liitteessä (A) on annettu tarkastuskaavioita, joissa on määritelty tarkastuskohteet, – menetelmät ja – tiheydet. On erikseen huomattava, että tarkastuskaaviot eivät sellaisenaan täytä dokumentoinnin (SFS-EN 13369 liitteen (M)) vaatimuksia. Dokumentoinnin olemassaolo on varmistettava ja on katsottava, että siellä esitetyt asiat ovat kolmannen osapuolen hyväksyttävissä ja että toimitaan niiden mukaan.

Tarkastuskaaviot on esitetty liitteessä 4. Ne ovat referenssikaavioita ja valmistajan tulee käyttää kaavioiden kysymykseen tulevia osia, ellei voida osoittaa, että niihin tehdyt muutokset johtavat samaan luotettavuuteen tuotteen vaatimustenmukaisuudessa. Lisäksi esitetään tarkastusten porrastussäännöt kaavioissa esitetyille tarkastustiheyksille. Tarkastuskaaviot D.1 (laitteet), D.2 (materiaalit), D.3 (valmistusprosessi), D.4 (lopputuote) ja D.5 (porrastussäännöt) ovat yleisiä kaikille betonivalmisisille. Eri elementtityyppien standardeissa on tarkennuksia sovellettaviin yleisiin (SFS-EN 13369, D) tarkastuskaavioihin. Ontelolaatta-standardin SFS-EN 1168 mukaan yleisistä tarkastuskaavioista sovelletaan kaavioita D.1, D.2, D.3, D.4 (kohdat 3, 4 ja 5) sekä D.5. Lisäksi standardissa SFS-EN 1168 annetaan lisää tarkastuskaavioita laitteiden, valmistusprosessin ja lopputuotteen tarkastamiseen. Tarkastuskaaviot esittävät **vähimmäisvaatimukset**.

Näiden vaatimusten lisäksi on olemassa kansallisia ohjeita (NDP, RakMk B4) ja valmistaja itse voi lisätä omassa laadunvalvonnassaan tarkastettavia kohteita.

Liitteen 4 kaavioissa esitetään laitteiden (D.1), materiaalien (D.2), valmistusprosessin (D.3) ja lopputuotteen (D.4) tarkastaminen sekä tarkastustajuuden porrastussäännöt. Tarkastuskohteiden numerointi kaavioissa noudattaa edellä mainittujen standardien esittämää numerointia. Tarkastuskaavioista on poistettu sellaiset tarkastuskohteet, jotka eivät tule kysymykseen ontelolaatoille ja vaihtoehtoisista kohteista on jätetty vain yleisesti Suomessa käytössä olevat tarkastusmenetelmät.

Numeroarvoina ilmoitetut tarkastustulokset sekä korjaavia toimenpiteitä vaativat tarkastus- ja testaustulokset kirjataan ja niiden tulee olla saatavilla. (EN 13369 kohta 6.3.6.1)

Tarkastuskaavioiden viimeisessä sarakkeessa on esitetty huomautuksia ja kommentteja. Sarakkeessa on myös opastavaa tietoa kansallisista ohjeista, joiden noudattamista CE- merkintä ei kuitenkaan virallisesti vaadi.

## Liite 1. Jännittäminen

Viite; SFS-EN 13369, kohta 4.2.3.2. (Ks. D.3.2, tarkastuskohteet 10 ja 18)

### 4.2.3.2 Jännittäminen

#### 4.2.3.2.1 Jänneteräksen alkujännitys

Betonikappaleeseen välittömästi jännityksen päästön jälkeen kohdistuvan suurimman esijännitysvoiman tulee täyttää seuraavat ehdot:

- betonissa ei saa olla hallitsemattomia pituussuuntaisia halkeamia tai lohjennutta tai halkeillutta betonia
- betonin jännitys ei saa aiheuttaa tuotteeseen liiallista virumaa tai muodonmuutosta.

Kun alkutestauksen ja tehtaan sisäisen laadunvalvonnan avulla on osoitettu, että tuote on tuotestandardin kysymykseen tulevien kohtien vaatimusten mukainen, ja kun se täyttää kohdan 4.2.3.2.2 mukaiset tiukennetut toleranssit, jännitysvoiman  $\sigma_{0max}$  suurimmaksi arvoksi voidaan ottaa  
 $\sigma_{0max} = \min(0,85f_{pk} \text{ tai } 0,95f_{p01k})$  luokalle 1

Jos edellisessä kappaleessa esitettyjä ehtoja ei täydetä, sovelletaan standardin SFS-EN 1992-1-1 kohtaa 5.10.2.1:

$\sigma_{0max} = \min(0,80f_{pk} \text{ tai } 0,90f_{p01k})$  luokalle 2

#### 4.2.3.2.2 Jännittämisen tarkkuus

Käytetyn jännitysvoiman ja tavoitteena olevan jännitysvoiman välisen poikkeaman (ks. SFS-EN 13369, liite K) tulee olla aktiivipäässä välittömästi jännittämisen jälkeen seuraavien toleranssien sisällä:  
luokka A, tavanomaiset toleranssit

- yksittäinen jänneteräs/voima:  $\pm 7 \%$
- kokonaisvoima  $\pm 5 \%$

luokka B, tiukennetut toleranssit

- yksittäinen jänneteräs/voima:  $\pm 4 \%$ .

#### 4.2.3.2.3 Betonin vähimmäislujuus jännitystä päästettäessä

Jännitystä päästettäessä tulee betonin vähimmäislujuuden  $f_{cm,p}$  olla 1,5 kertaa betonin suurimman puristusjännityksen suuruinen, kuitenkin vähintään  $25 \text{ N/mm}^2$ .

Lujuuden tulee aina olla riittävä punosten ankkurointia varten.

#### 4.2.3.2.4 Jänneterästen luisto

Jänneterästen luiston, joka on jänneteräksen lyhentymistä jännitystä päästettäessä, tulee rajoittaa seuraaviin arvoihin:

- yksittäiset jänneteräkset (punokset tai langat):  $1,3 \Delta L_0$
- elementin kaikkien jänneterästen keskiarvo:  $\Delta L_0$ .

Punoksissa otetaan huomioon kolmen kehän muodossa olevan langan keskiarvo.

$\Delta L_0$ :n arvo millimetreinä lasketaan yhtälöstä:

$$\Delta L_0 = 0,4 l_{pt2} \frac{\sigma_{pmo}}{E_p}$$

missä

$l_{pt2}$  on voiman siirtopituuden ylempi raja-arvo =  $1,2 l_{pt}$ , mm, standardin SFS-EN 1992-1-1 kohdan 8.10.2.2 mukaisesti

$\sigma_{pmo}$  on jänneteräksen alkujännitys välittömästi jännevoiman päästön jälkeen, MPa

$E_p$  on jänneteräksen kimmokerroin, MPa.

Luisto mitataan yleensä vain sahatuista tuotteista.

## Liite 2. Jälkihoito ja lämpökäsittely

Viitteet;

SFS-EN 13369, kohta 4.2.1.3 Jälkihoito (suojaaminen kuivumiselta) (Kts. D.3.2, tarkastuskohteet 13 ja 14)

SFS-EN 13369, kohta 4.2.1.4 Nopeutettu hydrataatio lämpökäsittelyllä (lämpötilojen mittaus) (Kts. D.3.2, tarkastuskohde 16)

### Jälkihoito (suojaaminen kuivumiselta)

Kaikki juuri valetun betonin pinnat on suojattava kuivumiselta vähintään yhdellä taulukossa 2 esitetyllä tavalla, ellei tuotteella suoritetuilla testeillä tai muulla tavalla voida osoittaa, ettei betonin lujuus alene tai sen pinta halkeile valmistusolosuhteissa.

Kuivumiselta suojaamista on jatkettava, kunnes on saavutettu taulukossa 1 annettu betonin vähimmäislujuus (ilmoitettuna joko kovettumisasteena tai lieriö/kuutiolujuutena jälkihoidon päätyttyä). Siltaelementeille, yli 50 vuoden suunnitellulle käyttöiälle, tai erityisistä paikallisista ympäristöolosuhteista johtuen voidaan antaa muita arvoja suunnitteluasiakirjoissa esitettyjen käyttötarkoituksen vaatimusten mukaisesti.

Betonin lujuus mitataan testaamalla betonikoekappale, joka on jälkihoidettu samalla tavalla kuin tuote.

Kovettumisaste voidaan mitata joko testaamalla betonikoekappale, tai se voidaan arvioida laskemalla käyttäen alkutestauksessa määriteltyjä kovettumissääntöjä ja kypsyyssastetta.

*Taulukko 1. Betonin vähimmäislujuus kuivumiselta suojaamisen päättyessä.*

Käyttöpaikan ympäristöolosuhteet (SFS-EN 206-1:n rasiusluokat)	Betonin vähimmäislujuus kuivumiselta suojaamisen päättyessä		
	Kovettumisaste prosentteina vaaditusta 28 vrk:n lujuudesta		Lieriö/kuutiolujuus N/mm <sup>2</sup>
Raudoittamaton tai metalliosia sisältämätön betoni: kaikkiin ympäristöihin lukuun ottamatta jäädytys-sulatusrasitusta, kulutusta tai kemiallista rasitusta. Raudoitettu tai metalliosia sisältävä betoni: kuiva tai pysyvästi märkä	X0   XC1	Vain lieriö/kuutiolujuutta koskeva vaatimus	12/15
Märkä, harvoin kuiva Kohtalaisen kostea Kohtalainen vedellä kyllästymisen ilman jäänsulatusaineita	XC2, XD2 XC3  XF1	40	tai 16/20
Muut ympäristöolosuhteet (märkä ja kuiva vaihtelevat)		60	tai 25/30

## Lämpökäsittely

Kun betonia lämpökäsitellään normaalissa ilman paineessa valmistuksen aikana kovettumisen nopeuttamiseksi, tulee alkutestauksen avulla osoittaa, että jokainen betoniperhe saavuttaa vaaditun lujuuden. Seuraavat ehdot tulee täyttää, jotta vältetään mikrohalkeamat ja/tai säilyvyyden huonontuminen, ellei aikaisempi myönteinen kokemus ole osoittanut, että nämä vaatimukset eivät ole tarpeen:

- jos lämpökäsittelyssä käytettävä korkein keskimääräinen lämpötila  $T$  on korkeampi kuin  $40\text{ °C}$ , on käytettävä riittävän pitkää esilämmitysaikaa.
- jos  $T$  on korkeampi kuin  $40\text{ °C}$ , elementtien lähekkäisten osien lämpötilaero lämmitys- ja jäähdytysvaiheessa saa olla enintään  $20\text{ °C}$ .

Esilämmitysaika ja lämmitysnopeus kirjataan.

Lämmityksen ja jäähdytyksen aikana käytettävän korkeimman keskimääräisen lämpötilan  $T$  tulee olla taulukon 3 mukainen. Korkeampia lämpötiloja voidaan kuitenkin käyttää, jos osoitetaan pitkäaikaisella myönteisellä kokemuksella betonin säilyvyys määritellyissä olosuhteissa.

*Taulukko 3. Nopeutetun hydrataation olosuhteet.*

Tuotteen olosuhteet	Betonin lämpötila $T^a$
Pääasiassa kuiva tai kohtalaisen kostea	$T \leq 85\text{ °C}^b$
Märkä ja toistuvasti märkä	$T \leq 65\text{ °C}$
a) $T$ on betonin korkein keskimääräinen lämpötila, yksittäiset arvot voivat olla $5\text{ °C}$ korkeampia. b) Kun $70\text{ °C} < T \leq 85\text{ °C}$ , alkutestauksella on osoitettava, että vaadittu lujuus täyttyy 90 vrk:n iässä.	

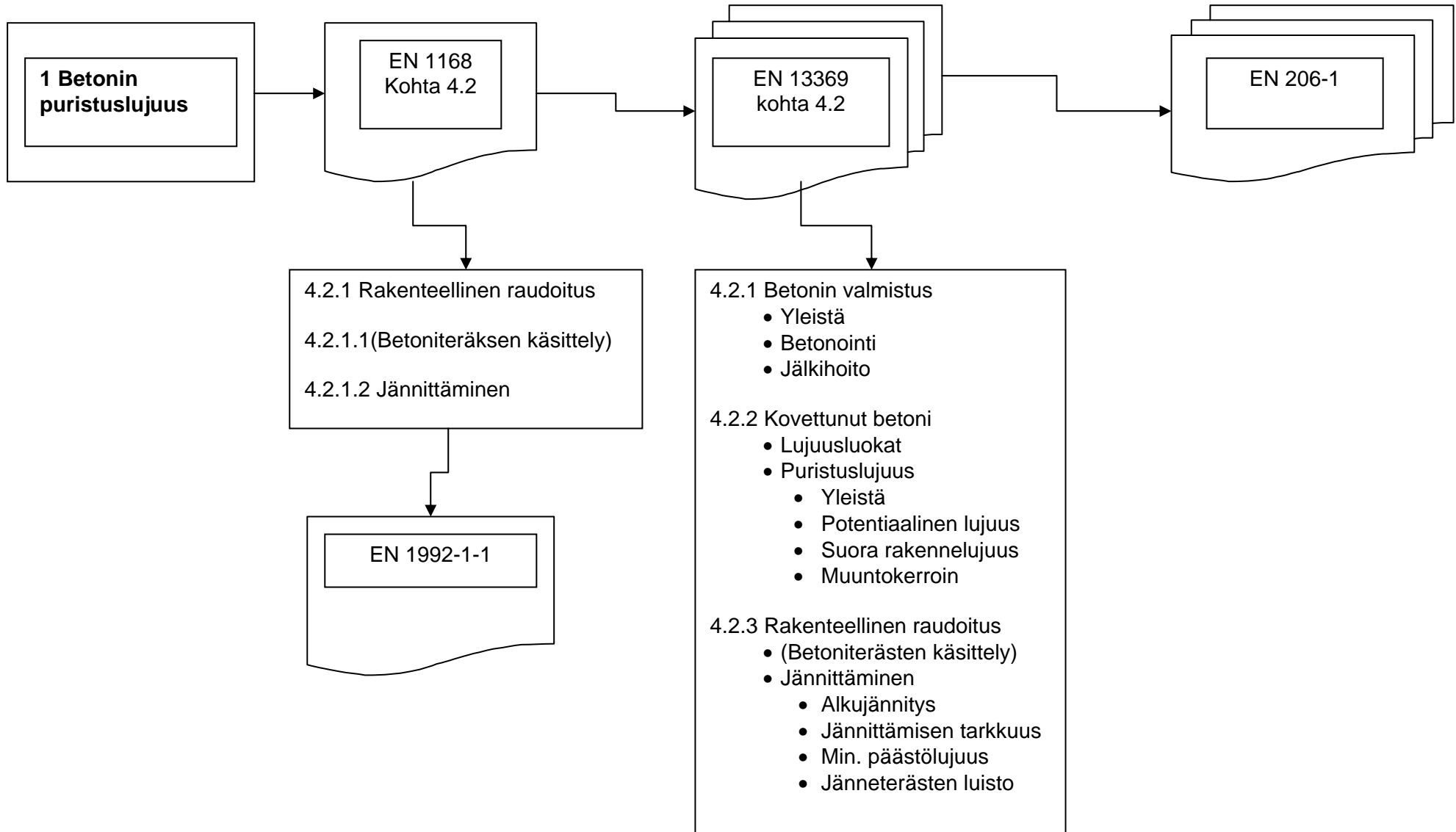
Ellei ole pitkäaikaista myönteistä kokemusta märistä ja toistuvasti märistä olosuhteista, taulukon 3 esittämää korkeammassa lämpötilassa tapahtuvan lämpökäsittelyn soveltuvuus on osoitettava. Seuraavia raja-arvoja voidaan tällöin käyttää: betonin  $\text{Na}_2\text{O}$ -ekvivalentti  $\leq 3,5\text{ kg/m}^3$ , sementin  $\text{SO}_3$  -pitoisuus  $\leq 3,5$  massaprosenttia.

Tällöin materiaalista ja ilmasto-oloista riippuen tiettyjen alueiden ulkona olevien elementtien lämpökäsittelylle voi olla tiukempia vaatimuksia. Nämä vaatimukset tulee sisällyttää tämän standardin kansalliseen liitteeseen.

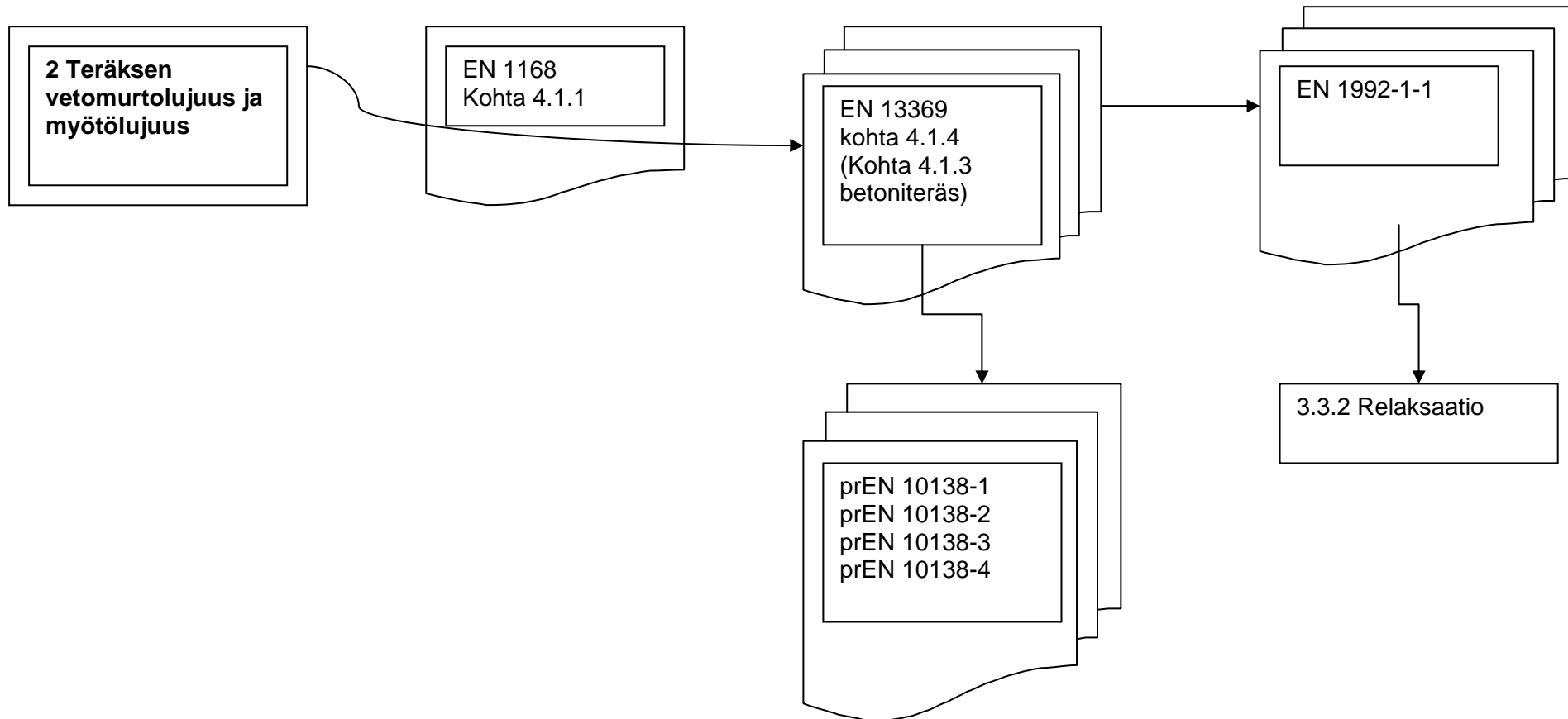
Tieteellisen näytön tai teknisen käytännön perusteella edellä esitettyjä  $\text{Na}_2\text{O}$ -ekvivalenttia ja  $\text{SO}_3$  -pitoisuutta koskevia raja-arvoja voidaan muuttaa tai voidaan antaa muita osa-aineita koskevia raja-arvoja. Uusin tietämys tulisi ottaa huomioon.

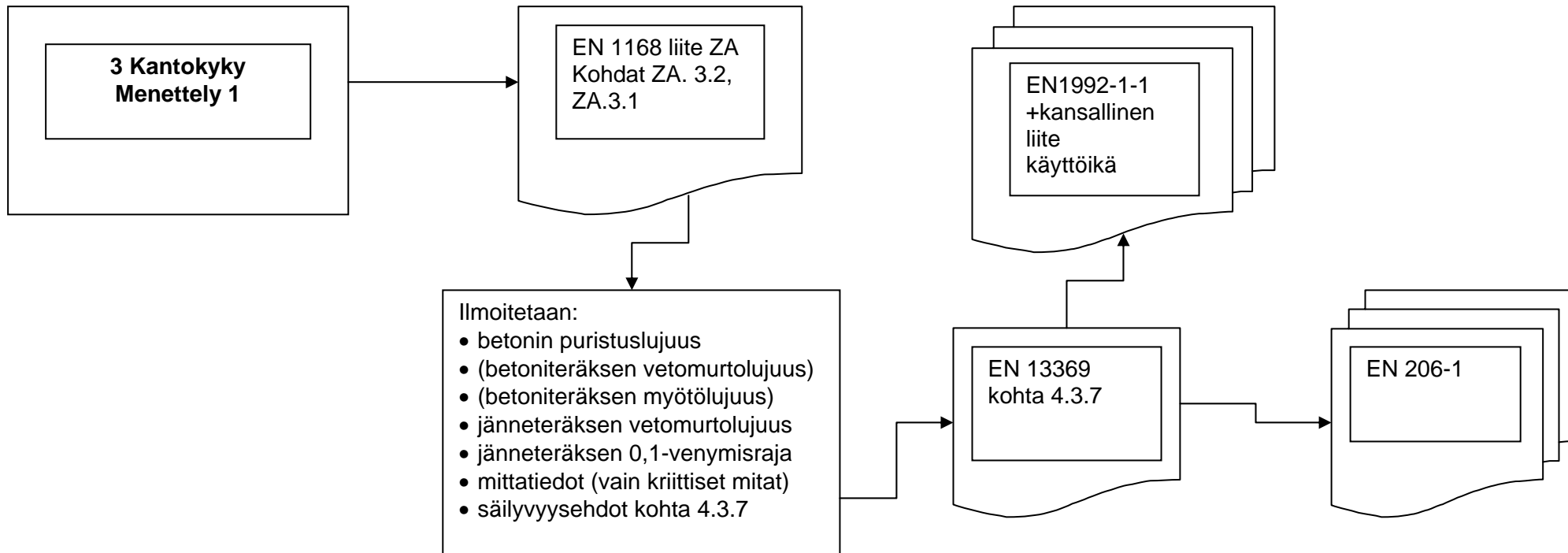
**Liite 3. EN 1168 Liite ZA Viittausketju**

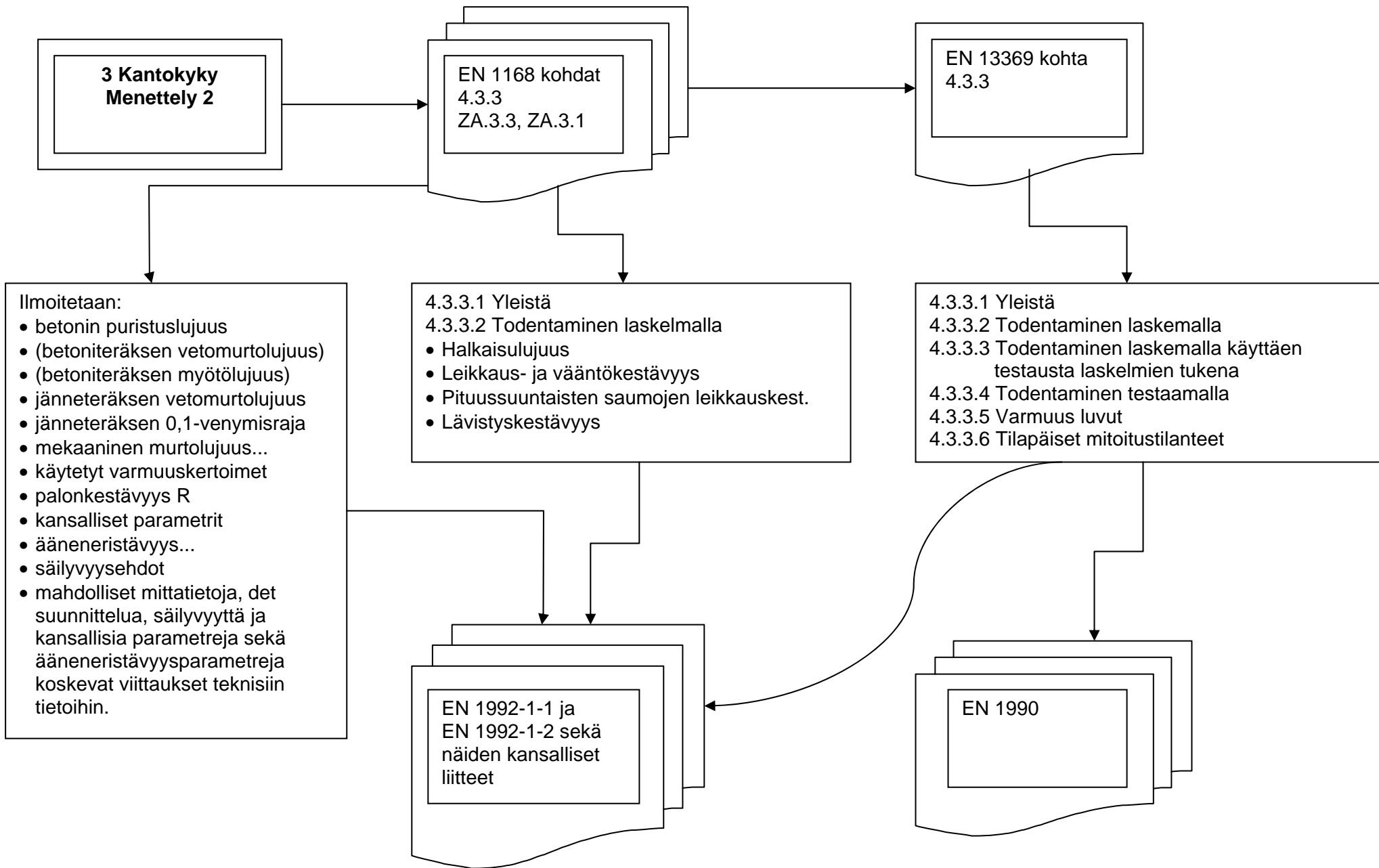
Olennaiset ominaisuudet		Vaatimuksia koskevat kohdat standardissa SFS-EN 1168	Vaaditaanko Suomessa	Vaatimustaso Suomessa
Betonin puristuslujuus	Kaikki menettelyt	4.2 Valmistusta koskevat vaatimukset	Kyllä	Rakennelujuus <sup>1)</sup>
Teräksen vetomurtolujuus ja myötölujuus	Kaikki menettelyt	Standardin EN 13369:2004 kohta 4.1.4 Jänneteräs	Kyllä	Ilmoitetaan
Kantokyky (Mekaaninen lujuus)	Menettely 1	Kohdassa ZA.3.2 esitetyt tiedot	Kyllä	Tämän standardin luku 5
	Menettely 2	4.3.3 Kantokyky		
	Menettely 3	Suunnitteluasiakirjat		
Palonkestävyys (kantavuuden)	Menettely 1	Kohdassa ZA.3.2 esitetyt tiedot	Suomen rakentamismääräysten mukaan	Tämän standardin luku 6
	Menettely 2	4.3.4 Palonkestävyys		
	Menettely 3	Suunnitteluasiakirjat		
Ilmaääneneristävyys ja askelääneneristävyys	Kaikki menettelyt	4.3.5 Ääneneristysominaisuudet	Kohteen mukaan	
Detaljisuunnittelu	Kaikki menettelyt	4.3.1 Geometriset ominaisuudet 8 Tekninen dokumentaatio	Kyllä	
Säilyvyys	Kaikki menettelyt	4.3.7 Säilyvyys	Rasitusluokan mukaan	SFS-EN 206-1, SFS-EN 1992-1-1 ja niiden kansalliset liitteet

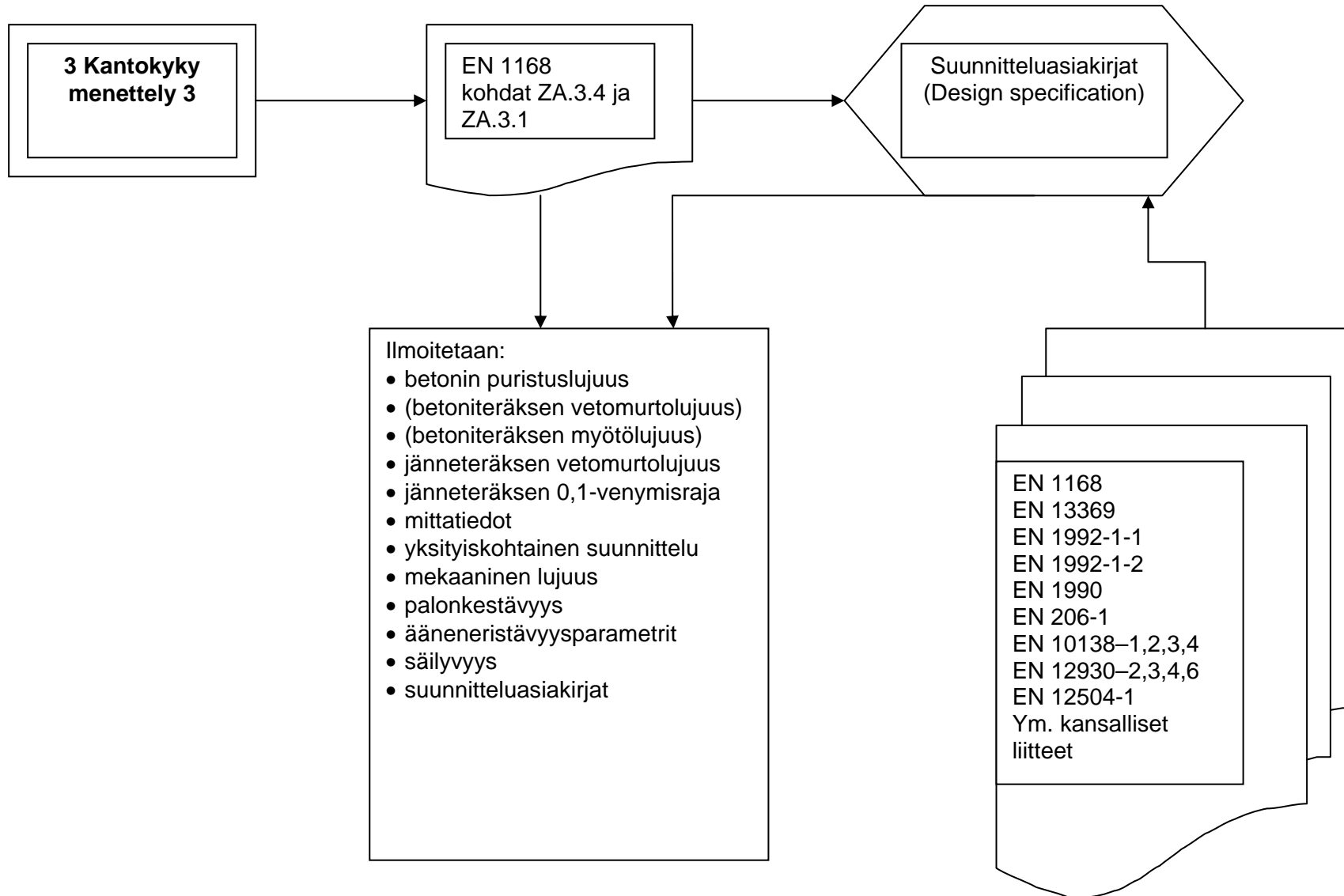


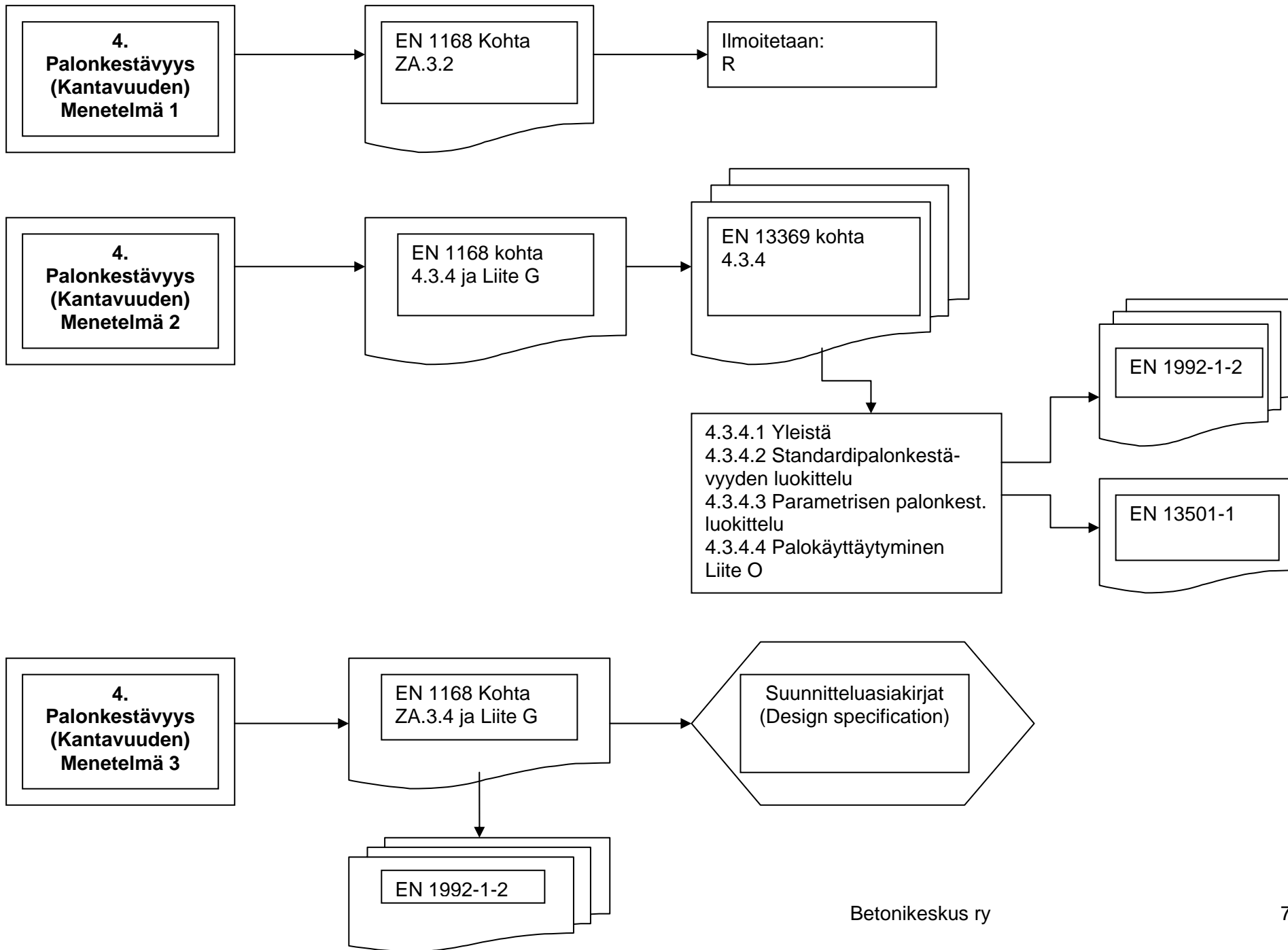


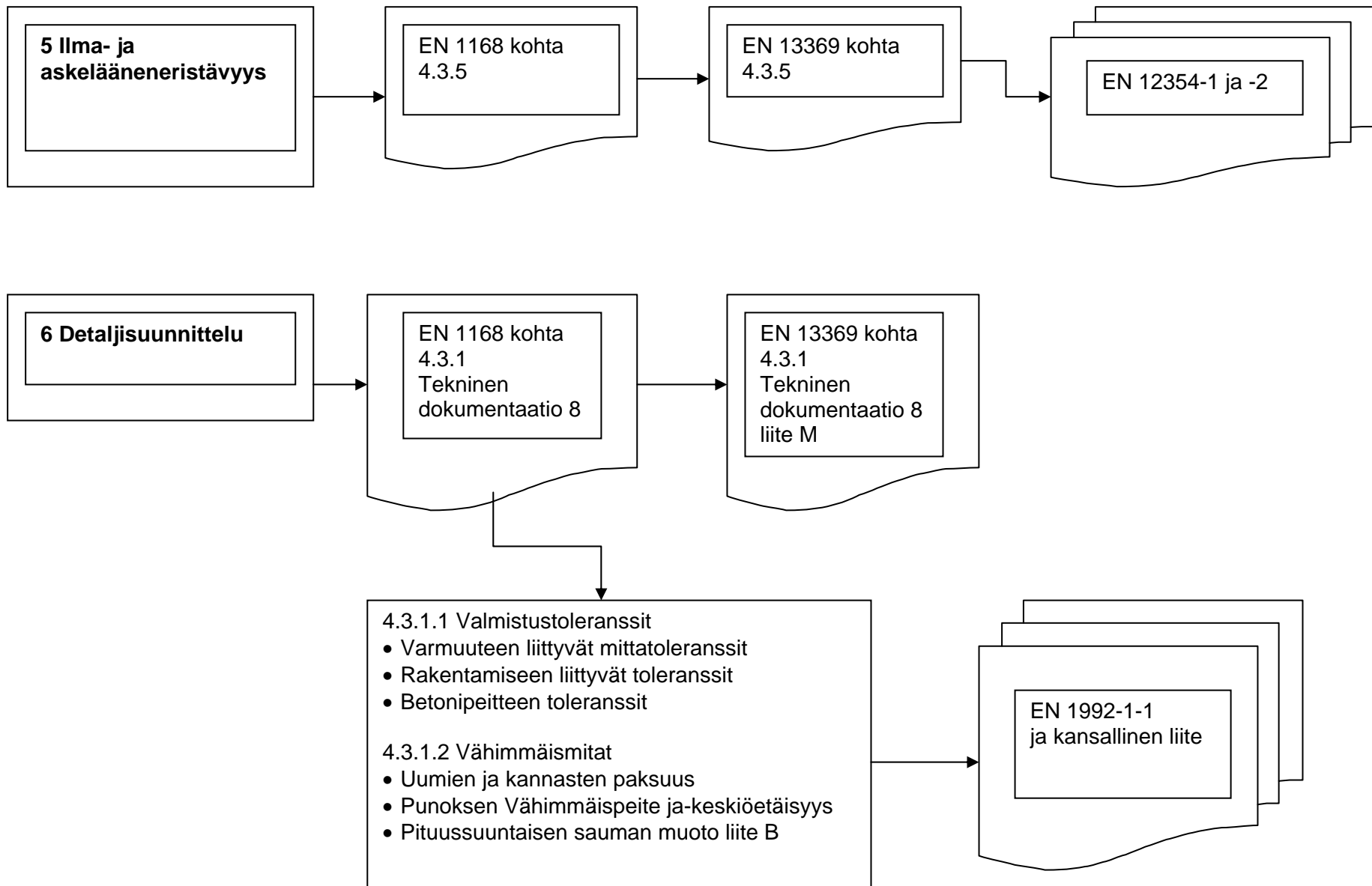


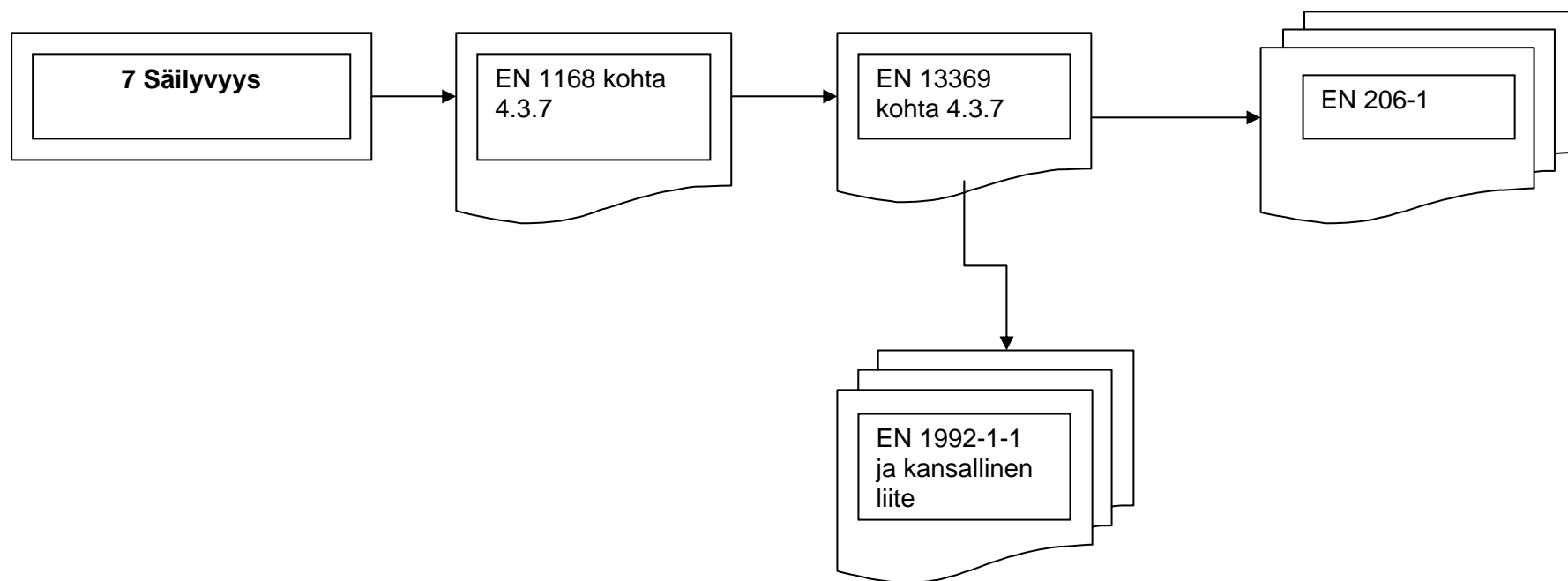












## Liite 4. Laadunvalvonnan kaaviot

Viitteet:

SFS-EN 13369. Betonivalmisosien yleiset säännöt

SFS-EN 1168+A1. Ontelolaatat

Kansallinen suositus

### D.1 Laitteiden tarkastus

D.1.1 Testaus- ja mittauslaitteet					
	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
1	Lujuuden testauslaitteet (Puristuslujuuden testauspuristimen kalibrointi tehdään SFS-EN 12390-4 mukaan. Muut laboratoriolaitteet kalibroidaan SFS-EN 932-5 mukaan )	Kalibrointi sellaista laitetta vastaan, joka on kalibroitu kansallisia spesifikaatiota vastaan ja jota käytetään vain tähän tarkoitukseen, ellei testausmenetelmässä ole esitetty toisin (= jäljitettävästi kalibroitu)	Oikea toiminta ja tarkkuus	Asennettaessa tai uudelleen asennettaessa ja suurehkojen korjausten jälkeen.  Kerran vuodessa.	Luokkia on I...III vastaten suurinta sallittua suhteellista tarkkuusvirhettä $\pm 1...3$ %. Luokka I, jos halutaan virallisia tuloksia.
2	Punnituslaitteet				
3	Mittojen mittauslaitteet				Rullamitat: Hankittaessa tarkkuusluokka II.
4	Lämpötilan ja kosteuden mittauslaitteet				Laitteen valmistajan kalibrointi tehtaalla ennen asennusta.



<b>D.1.2 Varastointi ja tuotantolaitteet</b>					
	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
1	Materiaalien varastointi (siilot, kuljettimet yms.)	Silmämääräinen tarkastus tai muu tarkoituksenmukainen menetelmä	Likaantumisen estäminen	Asennettaessa. Viikoittain.	
2	Punnituslaitteisto	Silmämääräinen tarkastus	Oikea toiminta	Päivittäin	
3	(betoniasemalla)	Kalibrointi sellaista laitetta vastaan, joka on kalibroitu kansallisia spesifikaatioita vastaan ja jota käytetään vain tähän tarkoitukseen.		Asennettaessa tai uudelleen asennettaessa ja suurehkojen korjausten jälkeen. Punnitus kerran vuodessa. Jos on aihetta epäilyyn.	Kts. EN 206-1 kohta 9.6.2.2 (huom. muutos A1) EN 1168 + A1
4	Laite, jolla mitataan jatkuvasti hienojen kiviainesten kosteuspitoisuutta. (Vain, jos laite on käytettävissä ja jos tarkastuksen tarkoitusta ei täydetä kohdan D.3.1 (Betoni) tai D.4.1 (Tuotteen testaus) mukaisilla asianmukaisilla tarkastuksilla)	Todellisen kosteuspitoisuuden vertaaminen mittarin lukemaan	Oikea toiminta	Asennettaessa tai uudelleen asennettaessa. Kahdesti vuodessa. Jos on aihetta epäilyyn.	
5	Sekoittimet	Silmämääräinen tarkastus	Kuluma ja oikea toiminta	Viikoittain	

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
6	Muotit	Silmämääräinen tarkastus	Kunto (esim. kuluma ja muodonmuutos)	Säännöllisesti muotin käyttöiheydestä riippuen.	
7	Esijännityslaitteisto	Kalibrointi sellaista laitetta vastaan, joka on kalibroitu kansallisia spesifikaatioita vastaan ja jota käytetään vain tähän tarkoitukseen.	Oikea toiminta ja tarkkuus	Asennettaessa tai uudelleen asennettaessa.  Kahdesti vuodessa.  Jos on aihetta epäilyyn.	
8		Silmämääräinen tarkastus. Poikkeamat merkitään	Ankkurointilaitteen kuluma	Viikoittain jokaiselle käytetylle laitteelle.	
9	Valukone/ valulaitteet	Valmistajan tarkastusohjeet	Betonin oikea tiivistyminen. Ontelon oikea geometria.	Valmistajan tarkastusohjeet	EN 1168 A.1

**D.2 Materiaalien tarkastus**

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
<b>D.2.1 Kaikki materiaalit</b>					
<p>Menettelyä, jossa valmisosan valmistaja tai tämän hyväksymä kolmas osapuoli on tarkastanut materiaalit ennen toimitusta suositellaan pääasialliseksi toimintatavaksi, poikkeustapauksissa voidaan käyttää toimintatapaa, johon liittyvät kohdan D.2.2 tarkastuskohdat. Poikkeus on veden kelpoisuuden arviointi, joka tehdään D.2.2 /12-14- mukaan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuote on CE- merkitty ja tuotteen ominaisuudet täyttävät viranomaisvaatimukset ja valmistajan vaatimukset.</li> <li>• Tuote on sertifioitu (esim. FI- sertifikaatti tai BY: n varmennettu käyttöseloste) ja tuotteen ominaisuudet täyttävät viranomaisvaatimukset ja valmistajan vaatimukset. Vanhojen kansallisten menetelmien noudattaminen on edelleen mahdollista.</li> <li>• Tuote on valmistajan tarkastama tapauksissa, joissa tuotteelle ei ole viranomaisvaatimuksia.</li> </ul>					
1	Kaikki materiaalit	Tilauksen mukaisuutta osoittavan toimitusasiakirjan ja/tai pakkausmerkinnän tarkistaminen ennen purkamista	Varmistaa, että toimituserä on tilauksen mukainen ja peräisin oikeasta lähteestä	Jokaisesta toimituksesta	
<b>D.2.2 Materiaalit, joiden vaatimustenmukaisuutta ei ole arvioitu ennen toimitusta</b> (= valmisosan valmistaja tai tämän hyväksymä kolmas osapuoli ei ole tarkastanut ennen toimitusta)					

1	Sementti ja muut sementtipitoiset materiaalit. Suomessa käytettävälle sementille vaaditaan aina CE-merkintä, jolloin kysymykseen tulee kohdan D.2.1 mukainen tarkastus	Sopivat testausmenetelmät	Tarkistaa vaatimustenmukaisuus SFS-EN 13369, kohdan 4.1.2. mukaisesti noudattamalla SFS-EN 206-1 kohdan 5.1.2 mukaan standardin SFS-EN 197-1 esittämiä vaatimuksia.	Jokaisesta toimituksesta (Jos on aihetta epäilyyn, on suositeltavaa ottaa testausta varten kerran viikossa näyte jokaisesta sementtityypistä ja varastoida se)	Suomessa sementille vaaditaan CE-merkintä. Standardin vaatimuksia voidaan täydentää valmistajan vaatimuksilla.
---	--	---------------------------	---	--	--

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
2	Kiviainekset	Raekokojakautuman, muodon ja epäpuhtauksien silmämääräinen tarkastus ennen purkamista	Tarkistaa vaatimustenmukaisuus	Jokaisesta toimituksesta.  Jos toimitus tapahtuu nauhakuljettimella ja samasta lähteestä, määräajoin riippuen paikallisista olosuhteista tai toimitusolosuhteista.	Kiviainestoimittajilla oma ohjeistus. Kiviainestoimittajille määritetään sopimuksen teon yhteydessä laatukriteerit. Tuotannon-aikaisten laadunvalvontatulosten ja valmistuspaikka-katselmusten perusteella todetaan tuote toimituskelpoiseksi.
3		SFS-EN 933-1 mukainen seula-analyysi (rakeisuus)	Varmistaa, että partikkelikokojakautuma on sovitun mukainen	Ensimmäinen toimitus uudesta esiintymästä.  Jos on aihetta epäilyyn, silmämääräisen tarkastuksen jälkeen.  Määräajoin riippuen paikallisista olosuhteista tai toimitusolosuhteista.	Laatua valvotaan kiviaineksen jalostuksen-aikaisilla rakeisuusmäärityksillä, joiden perusteella todetaan että tuote vastaa vaadittuja laatukriteerejä. Toimituslaatua valvotaan tehtaalla pistokokein.
4		Sopiva testausmenetelmä (humus SFS 5277, kemialliset ominaisuudet SFS-EN 1744-1)	Epäpuhtauksien ja likaantumisen arviointi		Kuten edellä

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
5	Kiviainekset	SFS-EN 1097-6 mukainen vedenimukyvyn testaus (Ei ole tarpeen, jos niiden tarkoitus on täytetty muussa kysymykseen tulevassa kohdan D.3.1 (Betoni) tai D.4.1 (tuotteen testaus) mukaisessa tarkastuksessa)	Betonin tehollisen vesimäärän arviointi SFS-EN 206-1 kohdan 5.4.2 mukaisesti. (Ei ole tarpeen, jos niiden tarkoitus on täytetty muussa kysymykseen tulevassa kohdan D.3.1 (Betoni) tai D.4.1 (tuotteen testaus) mukaisessa tarkastuksessa)	Ensimmäinen toimitus uudesta esiintymästä.  Jos on aihetta epäilyyn silmämääräisen tarkastuksen perusteella.	Toimitaan kuten nykyisinkin, mikäli toimittaja ei ole tarkastetun valmistuksen piirissä. Käyttäjä vastaa testauksesta. Voidaan myös sopia että toimittaja tekee testit ja toimittaa tiedot käyttäjälle.
9	Seosaineet SFS-EN 206-1 kohdan 5.1.6 mukaan tyypissä I SFS-EN 12620 (fillerit) tai tyypissä II SFS-EN 450 (lentotuhka) ja SFS-EN 13263-1 (silika)		Tuotteen tulee olla toimittajan ilmoittamien tietojen mukaista	Jos toimittaja vaihtuu tai jos on syytä epäilyyn. Vähintään kerran vuodessa.	Valmistaja, käyttäjä tai tuotteen myyjä, hyväksytty koestuslaitos toisena ja turvatekniikan keskus kolmantena sopijapuolena tekevät keskenään laadunvalvontasopimuksen, joka koskee tuotteen jatkuvaa laadunvalvontaa ja viranomaistarkastuksia.
10	Pigmentit EN 12878	Sopiva testausmenetelmä (Vain suspensioina toimitettaville seosaineille)	Varmistaa, että tiheys on yhdenmukainen (Vain suspensioina toimitettaville seosaineille)		Ellei laadunvalvontasopimusta ole, tehdään jokaiselle toimituserälle toimituseräkohtainen laaduntarkastus. Käyttäjä vastaa siitä, että laaduntarkastus on tehty. Kemikaaliasetuksen mukainen seosainetoimittajan hoitama rekisteröinti.

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
11	Seosaineet	Hehkutushäviön testi lentotuhkasta.	Tunnistaa hiilipitoisuuden muutokset, jotka saattavat vaikuttaa huokostettuun betoniin (Vain irtotavarana toimitettaville jauhemaisille seosaineille, joita käytetään huokosilmaa sisältävässä betonissa)	Jokaisesta toimituksesta, jota käytetään huokostettuun betoniin.	Toimittaja huolehtii näytteiden otosta. Käyttöturvallisuustiedotteet
12	Vesi, jota ei oteta yleisestä vesijohtoverkosta.	SFS-EN 1008 mukainen testaus	Varmistaa, ettei vedessä ole haitallisia aineita.	Käytettäessä uutta vesilähdettä ensimmäisen kerran.  Avoimesta vesistöstä tuleva vesi: kolme kertaa vuodessa tai useammin paikallisista olosuhteista riippuen. Muut lähteet: kerran vuodessa.  Jos on aihetta epäilyyn.	

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
13	Kierrätetty vesi	<a href="#">Silmämääräinen tarkastus</a>	Tarkistaa kiintoainepitoisuus ja muu lika kohdan 4.1.2 mukaisesti noudattamalla SFS-EN 206-1 kohdan 5.1.4 mukaan standardin SFS-EN 1008 esittämiä vaatimuksia.) (Tämän standardin vaatimuksia voidaan täydentää valmistajan vaatimuksilla)	<a href="#">Viikoittain</a>	Kierrätysvedestä seurataan kiintoainepitoisuutta pistokokein
14		<a href="#">SFS-EN 1008 mukainen testaus</a>		<a href="#">Jos on aihetta epäilyyn</a>	
15	Teräs	<a href="#">Silmämääräinen tarkastus</a>	Varmistaa sen vaatimustenmukaisuus kohtien SFS EN 13369 4.1.3 (betoniteräs) ja 4.1.4 (jänneteräs) mukaan. Noudatettava SFS EN 10080 tai kansallinen standardi (harjateräs). Noudatettava SFS EN 10138 tai kansallinen standardi (jännepunos)	<a href="#">Jokaisesta toimituksesta (silmämääräinen vastaanottotarkastus)</a>	<a href="#">Materiaalitodistus 3.1 0.0.13 / SFS-EN 10204 ja tehtaan dokumentoitu tarkastus, että teräs on EN 13369 kohdan 4.1.4 mukaista. Käyttäjän on varmistuttava, että valmistaja ilmoittaa teräksen kelakohtaisen kimmomodulin ja että toimitetut ja materiaalitodistusten kela- ja sulanumerot vastaavat toisiaan.</a>
16		<a href="#">Sopiva testausmenetelmä</a>			



	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
17	Tartunta- ja liitoselimet: kuormia siirtävät teräsosat	Valmistajan menetelmä/ SFS-EN 10204	Varmistaa sen vaatimustenmukaisuus kohdan 4.1.5 mukaisesti: ”Mekaanisten tartunta- ja liitoselinten tulee a. kestää mitoituksukuormat, b. omata tarvittava sitkeys ja c. säilyttää nämä ominaisuudet tuotteen käyttöaikana.”	Jokaisesta toimituksesta	Standardin valmistuttua tätä kohtaa täydennetään sen mukaan. Varmennetut käyttöselosteet ovat pääsääntöisesti RakMk:n eikä Eurokoodin mukaisia. Soveltuvuus varmistettava.
18	Tartunta- ja liitoselimet: itsetehdyt nostolenkit. Kavennetut laatat.	Valmistajan menetelmä. Valmistajalla tulee olla työohjeet käytettävästä menettelystä.	Varmistaa vaatimustenmukaisuus.		Suunnitteluohje sekä työmenetelmäkuvaus esim. dokumentoidaan nykyinen menettely

**D.3 Valmistusprosessin tarkastus**

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit/ huomautukset
<b>D.3.1 Betoni</b> (Esitettyjä testejä ja tiheyksiä voidaan soveltaa, tai testit voidaan jopa jättää suorittamatta, jos vastaavat tiedot saadaan tuotteesta suoraan tai epäsuorasti)					
1	Seoksen koostumus (vesimäärää lukuun ottamatta)	Seoksen silmämääräinen tarkastus.  Vertaaminen tuotantoasiakirjoihin.	Tarkistaa vastaavuus suunnitellun koostumuksen suhteen (annostelu punnitsemalla tai tilavuusosin)	Päivittäin jokaiselle käytetylle koostumukselle.  Jokaisen muutoksen jälkeen.	Jokaiseen annokseen annostellut määrät (ml.lisävesi) tallennetaan /merkitään muistiin. Annosraportit
2		Sopiva analyysi	Tarkistaa vastaavuus seoksen suunniteltujen arvojen suhteen (vain tilavuusannostelu)	Kuukausittain jokaiselle käytetylle koostumukselle	
3	Betonimassan vesimäärä (SFS-EN 206-1: tehollinen vesimäärä)	Sopiva menetelmä SFS-EN 206-1 kohdan 5.4.2 mukaan normaalipainoiseen kiviainekseen imeytyneen veden määrä määritetään standardin SFS-EN 1097-6 mukaisesti. Vrt. kohta 5.	Saada tiedot vesi-sementtisuhteesta	Päivittäin jokaiselle käytetylle koostumukselle.  Jokaisen muutoksen jälkeen.  Jos on aihetta epäilyyn.	Vesimäärä selvitetään esim. annosraportista ja kiviaineksen sisältämästä vesimäärästä.
4	Betonin kloridipitoisuus	Laskeminen	Varmistaa, ettei ylitetä enimmäiskloridipitoisuutta.	Jos osa-aineiden kloridipitoisuus kasvaa	Kloridipitoisuutta on syytä tarkkailla, kun kloridi on jatkuvasti raja-arvon lähellä.

5	Betonimassan vesi-sementtisuhte (SFS-EN 206-1: tehollinen vesi-sementtisuhte)	Vrt. kohta 3. Annosraportti+kiviaineskosteu det+lisävesi jne. (vrt. SFS-EN 206 taul. 24) ja w/c tarkastukset tehdään laskennallisesti. Massan kuivaus w/c määritykseen, jos siitä saadaan todistettavasti vertailukelpoisia tuloksia.	Arvioida määritelty vesi- sementtisuhte.	Päivittäin, jos se on määritelty (taajuus riippuu esim. rasitusluokasta). Kts. kansallinen liite EN 206-1	
---	---	---	--	---	--

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit/ huomautukset
7	Betonin sekoitus	Silmämääräinen tarkistus standardin SFS-EN 206-1 taulukon 18:n mukaan.	Notkeus	Jokaisesta erästä	EN 1168 A.2 kohta 19
9	Rakennelujuus ”Rakennekoe-kappaleet”	Määritetään joko olosuhde- tai porakappalein	Arvioida vastaavuus suunnitellun arvon suhteen (Valmistajan valmistusprosessia koskevien vaatimusten mukaisesti)	Soveltaen SFS-EN 206-1 kohtaa 8.2.1.2.	Vaatimusten täyttyminen ”Perhelaskenta” EN 206-1 periaatteen mukaan
20	Betonin puristuslujuus	Valettujen betonikoe-kappaleiden lujuustesti, kypsyys-, kimmovasara- tai ultraäänimittaus sen jälkeen kun on suoritettu kalibrointi laboratoriotestausten kanssa standardin SFS-EN 13369 kohdan 6.3.8 mukaan noudattaen SFS-EN 206-1 kohtaa 8.2.1 puristuslujuuden valvonta. Betonin kovettumisaste voidaan arvioida myös laskemalla.	Jänteen laukaisulujuus	Yhdelle koekappaleelle joka päivä jokaiselta valualustalta.	EN 1168 A.2 kohta 20

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit/ huomautukset
<b>D.3.2 Muut prosessin kohteet</b> (Tätä tarkastuskaaviota voidaan soveltaa tai täydentää tuotteiden erityistarkoituksissa)					
1	Raudoitus ja mahdolliset nostoelimet	Silmämääräinen tarkastus vertaamalla hyväksytyihin tuotantopiirustuksiin	Tarkastaa vastaavuus vaaditun tyypin, määrän, muodon, mittojen ja sijainnin suhteen	Päivittäin	Tarkastettavat asiat on selvitetty valmistajan toimintaohjeissa
2		Mittaaminen vertaamalla hyväksytyihin tuotantopiirustuksiin.		Tuotteesta ja/tai prosessista riippuen	
7	Muotit ja valualustat	Silmämääräinen tarkastus Kts. tuotannon toimintaohjeet	Tarkastaa puhtaus ja öljyäminen	Päivittäin	
8			Tarkistaa kuluma ja muodonmuutos	Muottimateriaalista ja muotin käyttötiheydestä riippuen	
9		Mittaaminen Kts. tuotannon toimintaohjeet	Määrittää mitat	Jokainen uusi muotti tai suurehkojen muutosten jälkeen	
10	Jännittäminen	Voiman ja venymän mittaaminen. Vedetään voiman mukaan ja tarkastetaan venymä tai vedetään venymän mukaan ja tarkastetaan voima.	Tarkastaa oikea voima Liitteessä 1 esitetyn SFS-EN 13369 kohdan 4.2.3.2 mukaan.	Tuotteesta ja/tai prosessista riippuen	Jännemenetelmille CE-merkintä. Valmistajilla on olemassa myös sisäiset toimintaohjeet, jossa on määritelty mittaustiheys. Suositus on 1 mittaus / työvuoro. Mittauksia on tihennettävä mikäli tulokset on rajoilla.

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit/ huomautukset
12	Betonointi	Silmämääräinen tarkastus	Tarkastaa oikea tiivistäminen	Päivittäin	
13	Suojaaminen kuivumiselta	Silmämääräinen tarkastus	Tarkastaa vastaavuus määrittelyn SFS-EN 13369 kohdan 4.2.1.3 mukaan ja kirjattujen tehtaan menettelyjen suhteen	Päivittäin	Kts. valmistajan toimintaohjeet
14	(jälkihoito)	Kysymykseen tulevien olosuhteiden todentaminen		Viikoittain	Kts. valmistajan toimintaohjeet
15	Nopeutettu kovettuminen (lämpökäsittely)	Kysymykseen tulevien olosuhteiden todentaminen	Tarkastaa vastaavuus määrittelyn SFS-EN 13369 kohdan 4.2.1.4 mukaan ja kirjattujen tehtaan menettelyjen suhteen	Päivittäin valmistuslinjakohtaisesti	EN 1168 A.2 kohta 21 EN 13369 D.3 kohta 15
16		Lämpötilojen mittaus nopeutetussa kovettumisessa Liitteessä 3 esitetyn SFS-EN 13369 kohdan 4.2.1.4 mukaan.		Prosessista riippuen.	
17	Toimenpiteet betonoinnin jälkeen	Tarvittavalla tavalla	Tarkastaa vastaavuus määrittelyn ja kirjattujen tehtaan menettelyjen suhteen	Prosessista ja määrittelyistä riippuen	
18	Jänneterästen luisto (päästöliukuma)	Tarvittava tarkistus/mittaaminen.	Tarkastaa vastaavuus määrittelyn suhteen SFS-EN 13369 kohdan 4.2.3.2 mukaan	Tuotteesta ja/ tai prosessista riippuen (mm. mahdollisuus tarkistaa sahattuja poikkileikkauksia silmämääräisesti)	EN 1168 taulukko A3 kohta 2. Päästöliukuman tarkastus sisäisten toimintaohjeiden mukaan.
22	Poikkileikkaus	Poikkeamien ja epätäydellisyyksien silmämääräinen tarkastus	Tarkkuus	Jokaiselta valualustalta	EN 1168 A.2 kohta 22. Valmistaja määrittelee toleranssit. Rajatapaukset tarkistetaan suunnittelijoilta.

## D.4 Lopputuotteen tarkastus

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit
<b>D.4.1 Tuotteen testaus</b> (Tätä tarkastuskaaviota voidaan soveltaa ja/tai täydentää tuotteiden erityistarkoituksissa)					
1	Täyden mittakaavan testi (alkutestaus ja uusintatestaus)	Liitteessä 4 esitetyn SFS-EN 1168 liitteen J mukainen testi	Leikkauskestävyyden suunnittelumallin vahvistaminen ja/tai valulaitteiden toiminta	Kolmesta elementistä sen jälkeen, kun on suunniteltu uusi tuote tai kun otettu käyttöön uusi tuotantolaitos tai kun suunnittelussa, materiaalityypissä tai valmistusmenetelmässä tapahtuu merkittävä muutos. Ks. ohjeen luku 5.  Alkutestauksen uusinta EN 1168 Liite J:n mukaan. Uusinta kuitenkin vähintään 1 koe/ tuotetyyppi/ 2 vuotta ja että kokeita tehdään joka vuosi.	EN 1168 A.3 kohta 1
2	Punosten alkuluisto	Sahattujen elementtien silmämääräinen tarkastus ja mittaus	Liitteessä 1 esitetyn SFS-EN 13369 kohdan 4.2.3.2.4 mukaisen suurimman arvon mukaisuus	Kaikkien elementtien silmämääräinen tarkastus.  Mitataan yksi laatta / valulinja /pv.  Jos aihetta epäilyyn, kaikkien kyseisten punosten mittaus.	EN 1168 A.3 kohta 2 EN 13369

3	Merkintä/ CE- seloste	Silmämääräinen tarkistus	Tarkastaa vaatimustenmukaisuus tämän standardin vaatimusten suhteen	Päivittäin	Vaatimukset EN 13369 kohta 7. Jäljittämiskaava EN 1168 kohta 7.1
4	Varastointi	Silmämääräinen tarkistus	Tarkastaa vaatimustenmukaisuus tämän standardin vaatimusten suhteen	Päivittäin	On osa valmistajan dokumentointia. Kts. valmistajan varastointiohjeet. ( EN 13369 tekninen dokumentointi). Valmistustapaselostus tms. , jossa poikkeavan tuotteen käsittely, hyväksyminen/ hylkääminen .
			Erottaa vaatimustenvastaiset tuotteet		
5	Toimitus	Silmämääräinen tarkistus	Tarkastaa oikea toimitusajankohta, kuormaus ja kuormausasiakirjat (Esitettyjä testejä ja tiheyksiä voidaan soveltaa tai testit voidaan jättää suorittamatta jos vastaavat tiedot saadaan tuotteesta tai prosessista)	Päivittäin  (Esitettyjä testejä ja tiheyksiä voidaan soveltaa tai testit voidaan jättää suorittamatta jos vastaavat tiedot saadaan tuotteesta tai prosessista)	

	Kohde	Menetelmä	Tarkoitus	Taajuus	Kommentit / huomautukset
6	Poikkileikkaus ja pituus	SFS-EN 1168 kohdan 5.2 mukainen mitta	Mitat	Yksi laatta / valulinja/ pv	EN 1168 A. 3 kohta 6
7	Elementtien päät	Silmämääräinen tarkastus	Halkaisuvoimasta johtuvat halkeamat	Jokainen sahattu pää	EN 1168 A. 3 kohta 7
		Mittaus päistä SFS-EN 1168 kohdan 5.2.1.1.g mukaisesti mittaamalla betonipeite laatan toisesta päästä jokaisen punoksen, langan tai tangon betonipeite laatan pohjasta ja lähimmän ontelon pinnasta ja vertaamalla jokaista arvoa kohdan 4.3.1.1.3 mukaisesti sallittuihin arvoihin.	Betonipeite	Kuten poikkileikkaus	Suosittelaa yksi laatta / valulinja/ pv.
9	Vedenpoistoreiät, jos ne on määritelty	Silmämääräinen tarkastus	Tarkka poraus	Päivittäin	EN 1168 A. 3 kohta 9
10	Betonin lujuus	Standardien SFS-EN 12504-1 ja SFS-EN 12390-3 mukaisesti tuotteesta poratuista koekappaleista, jotka on arvioitu standardin SFS-EN 13791 mukaisesti tai standardin SFS-EN 12390-2 ja SFS-EN 12390-3 mukaisista kuutioista tai lieriöistä tai standardien SFS-EN 12390-6 ja SFS-EN 12504-1 mukaisista tuotteesta poratuista koekappaleista	Puristuslujuus  tai Halkaisuvetolujuus (Valmistaja voi valita yhden mainituista menetelmistä tuotantoprosessin mukaisesti)	Tuotantoa aloitettaessa tai otettaessa tuotantoon uusi elementtityyppi kolme lujuus yhtä täyden mittakaavan kuormitustestiä kohden.	EN 1168 A.3 kohta 10



**D5. Porrastussäännöt**

Porrastussäännöt koskevat vain niitä näytteeksi otettujen tuotteiden, kappaleiden tai koekappaleiden tarkastuksen kohteita (ks. taulukot D.1...D.4), joiden testauksesta on saatu numerolliset tulokset. Niitä on verrattu määriteltyjen tai ilmoitettujen arvojen kanssa.

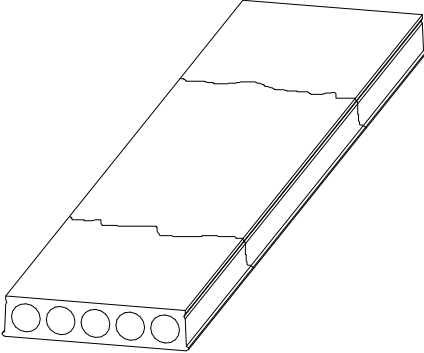
Porrastussäännöt koskevat erikseen jokaista valittua kohdetta.

Kohteesta riippuen tulos, johon porrastussääntöjä sovelletaan, voi olla yksittäinen tulos tai se voi olla osa näytteestä saatuja tuloksia.

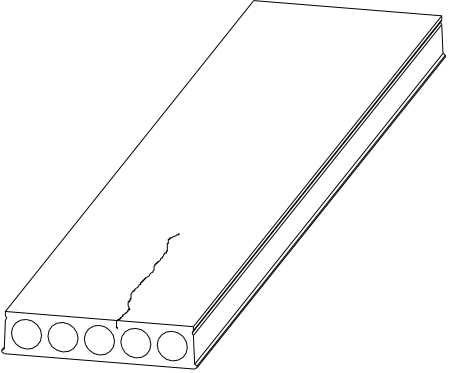
**Taulukko. Porrastussäännöt**

D.5.1 Normaali tarkastus
Tarkastustiheyden tulee olla taulukoiden D.1...D.4 mukainen.
D.5.2 Tarkastuksen harventaminen normaalista
Harvennettu tarkastus merkitsee tarkastustiheyden vähentämistä puoleen normaalista. Sitä voidaan käyttää, kun normaali tarkastus on tehokasta ja kun edeltävät kymmenen peräkkäistä näytettä on hyväksytty.
D.5.3 Tarkastuksen lisääminen harvennetusta normaaliksi
Kun käytetään harvennettua tarkastusta, normaalia tarkastusta tulee alkaa käyttää uudelleen, jos ilmenee yksikin seuraavista:
- tulosta ei hyväksytä
- tai tuotannosta tulee epäsäännöllistä tai se hidastuu
- tai muut syyt oikeuttavat normaalin tarkastuksen käyttämiseen uudelleen.
D.5.4 Tarkastuksen tihentäminen
Tihennetty tarkastus merkitsee tarkastustiheyden kaksinkertaistamista. Sitä tulee käyttää, jos normaalissa tarkastuksessa hylätään kaksi viidestä tai sitä vähemmästä peräkkäisestä tuloksesta.
D.5.5 Tarkastuksen harventaminen tihennetystä normaaliin
Tihennetty tarkastus jatkuu niin kauan, että viisi peräkkäistä näytettä hyväksytään. Sen jälkeen voidaan uudelleen siirtyä normaaliin tarkastukseen.
D.5.6 Tuotannon pysäyttäminen
Jos tuotanto pysyy tihennetyssä tarkastuksessa kymmenen peräkkäisen näytteen ajan, tuotanto tulee pysäyttää. Virheen syy tulee selvittää ja ryhtyä tarpeellisiin korjaaviin toimenpiteisiin tuotteen vaatimustenmukaisuuden saavuttamiseksi. Tuotanto aloitetaan uudelleen tihennettyä tarkastusta käyttäen.

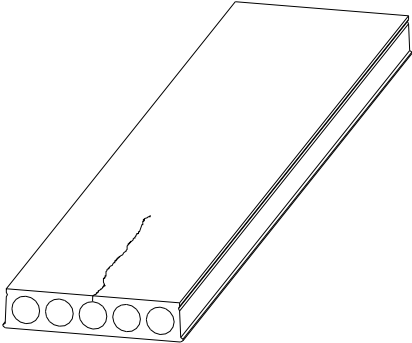
**Liite 5. Ontelolaattojen laatupuutteet, niiden hyväksyntä ja ennaltaehkäisy****POIKITTAISET HALKEAMAT**

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<b>A. Virhe suunnittelussa</b> Liian suuri yläpinnan vetojännitys. Liian alhainen laukaisulujuus	Vähennetään vetojännitystä tai lisätään raudoitusta Nostetaan laukaisulujuutta			
<b>B. Virhe valmistuksessa</b> 1.Pitkittäinen kutistuminen  a. Liiallinen kosteus betonimassassa  b. Liian aikainen lämpökäsittely  c. Liian korkea lämpötila lämpökäsittelyn aikana  d. Lämmön epätasainen jakautuminen muotissa	Muutetaan seosta ja lämpökäsittelyä a. Vähennetään seoksen vesipitoisuutta. Valun jälkeen heti kun mahdollista peitetään elementti.  b. Lykätään lämpökäsittelyn lämmönousun alkamista  c. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpötilaa  d. Varmistetaan lämmön tasainen jakaantuminen	Leikkauslujuus saattaa olla heikentynyt, mikäli halkeama sijaitsee laatan päässä. Voi heikentää merkittävästi ulokkeiden leikkaus- ja taivutuslujuutta. Taivutusvastuksen heikentyminen elementin keskivaiheilla voi lisätä taipumaa.	Pienet halkeamat voidaan injektoida epoksilla. Onteloiden täyttövalu halkeaman kohdalla voi parantaa laatan leikkauslujuutta.  Pienet yläpinnan positiivisen momentin alueella tai alapinnan negatiivisen momentin alueella olevat halkeamat eivät välttämättä vaadi korjausta.  Jos laatussa on iso halkeama, vaurioitunut osa hylätään ja vaurioitumaton osa elementistä voidaan säilyttää mahdollista myöhempää käyttöä varten.	
2. Esijännityksen laukaisemisen viivästyisestä aiheutuva kutistuminen	Laukaistaan esijännitys heti, kun elementti saavuttanut riittävän vahvuuden, mutta ei vielä jäähtynyt			

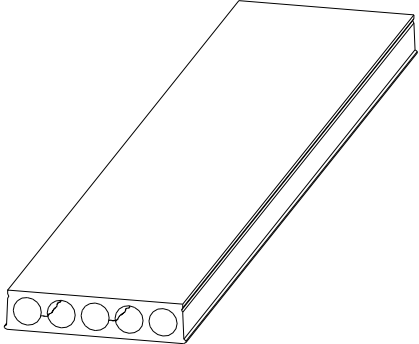
## PITKITTÄISET HALKEAMAT ONTELOKANNAKSEN KOHDALLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe valmistuksessa</b></p> <p>1. Painumia onteloiden päällä</p> <p>a. Liiallinen kosteus betonimassassa</p> <p>b. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>2. Virheellisestä lämpökäsittelystä ja massan koostumuksesta aiheuva kutistuminen</p> <p>c. Liiallinen kosteus betonimassassa</p> <p>d. Liian nopea kuivuminen</p> <p>e. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>f. Liian korkea lämpötila lämpökäsittelyn aikana</p> <p>g. Epätasainen lämpökäsittely</p>	<p>1. Estetään painumat onteloiden päällä</p> <p>a. Vähennetään massan vesipitoisuutta</p> <p>b. Myöhäistetään lämpökäsittelyä</p> <p>2. Parannetaan massaa ja lämpökäsittelyä.</p> <p>c. Vähennetään vesipitoisuutta</p> <p>d. Valun jälkeen heti kun mahdollista peitetään elementti. Ääriolosuhteissa ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.</p> <p>e. Lykätään lämpökäsittelyn lämmön nousun alkamista</p> <p>f. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpötilaa</p> <p>g. Varmistetaan lämpökäsittelyn tasaisuus</p>	<p>Lievä halkeilu ei juuri aiheuta ongelmia käytölle. Mikäli laatta on haljennut koko pituudeltaan, voi kuormien jakaantuminen poikkisuunnassa muuttua, mikäli laatan päälle ei valeta pintabetonia.</p>	<p>Mikäli halkeilun vakavuus estää elementin normaalin käytön, voidaan sen vaurioitumattomat osat käyttää kavennettuna laattana tai lisätä kohteeseen pintabetoni.</p>	

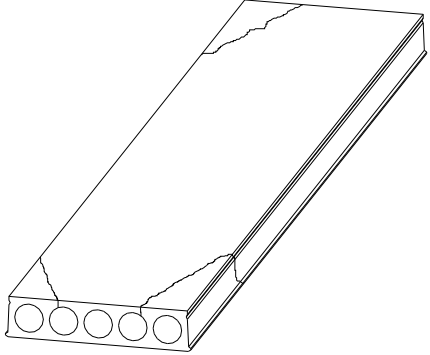
## PITKITTÄISET HALKEAMAT ONTELOIDEN KOHDALLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe valmistuksessa</b></p> <p>1. Poikittainen kutistuminen</p> <p>a. Ylimääräinen kosteus seoksessa</p> <p>b. Liian nopea kuivuminen</p> <p>c. Liian aikainen lämpökäsittely</p> <p>d. Lämpökäsittelyn liian korkea lämpötila</p> <p>e. Erot lämpökäsittelyssä ylä- ja alapinnan välillä</p> <p>2. Epätasainen betonin tiivistyminen</p> <p>3. Esijännitysteräksen epäkeskisyys</p> <p>h. Teräs liikkunut valun aikana</p> <p>i. Virheellinen punosten katkaisutapa</p> <p>4. Laippa liian ohut ontelomuotin liikkumisesta tai virheellisestä asettelusta johtuen.</p> <p>6. Ontelon liian suuri koko</p>	<p>a. Vähennetään seoksen vesimäärää</p> <p>b. Peitetään elementti heti valun jälkeen. Ääriolosuhteissa ennen peittämistä suihkutetaan jälkihoitoaineella tai vedellä.</p> <p>c. Siirretään lämpökäsittelyä myöhemmäksi.</p> <p>d. Lasketaan lämpökäsittelyn lämpöä</p> <p>e. Korjataan lämpötilat yhdenmukaisiksi.</p> <p>Parannetaan tärytystä</p> <p>Sijoitetaan teräkset tasaisesti</p> <p>h. Estetään teräksen liikkuminen valun aikana</p> <p>i. Leikataan teräkset aloittaen keskeltä ja edeten reunoja kohti</p> <p>Varmistetaan onteloiden oikea sijoittelu</p> <p>Varmistetaan muottien oikea koko</p>	<p>Halkeamat voivat muuttaa ilman pintabetonia olevissa kohteissa kuorman poikittaista jakaantumista.</p> <p>Niillä voi myös olla vaikutusta laattoihin, joissa on aukkoja tai poikittaisia ulokekuormia.</p>	<p>Aukkojen valaminen umpeen voi paikata halkeamat.</p> <p>Pintabetonia käytettäessä ei halkeamia tarvitse erikseen korjata.</p> <p>Vakavan halkeaman kohdalla toimitaan siten, että vaurioitunut kohta poistetaan ja hylätään ja vaurioitumaton osa elementistä voidaan säilyttää myöhempää käyttöä varten.</p>	
<p><b>B. Virhe käsittelyssä</b></p> <p>Epätasainen pinon alusta tai pinon painuminen</p>	<p>Tasataan alusta, pinotaan raskaat laatat alimmaksi ja rajoitetaan pinon korkeutta</p>			

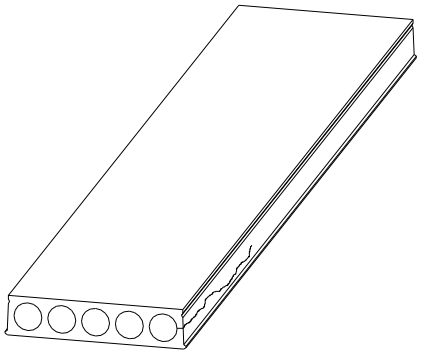
## HALKEAMAT UUMASSA ESIJÄNNITYSPUNOKSEN YLÄPUOLELLA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe suunnittelussa</b> Liian suuri esijännitysvoima betonipoikkileikkaukseen nähden.</p>	<p>Vähennä uuman leikkausjännitystä. Levennetään uumaa. Lisätään ylös esijännityspunoksia Raudoitetaan uuma Vähennetään esijännityksen voimakkuutta</p>	<p>Halkeamat voivat alentaa leikkauslujuutta.</p> <p>Elementin leikkauskapasiteettia alennetaan rikkoutuneiden uumien osalta. Suunnittelijan tulee tarkistaa kantokyvyn riittävyys.</p>	<p>Leikkauslujuus voidaan saada osittain palautettua täyttämällä ontelot niiltä kohdin kuin laatussa on vaurioita.</p>	
<p><b>B. Virhe valmistuksessa</b> 1. Puutteellinen laukaisulujuus 2. Elementin pohjan tarttuminen muottiin muottien purun aikana 3. Saha ei ole katkaissut laattaa riittävän syvältä. 4. Seos liian märkää tai kuivaa 5. Riittämätön tärytys.</p>	<p>1. Lisätään laukaisulujuutta 2. Puhdistetaan ja öljytään muotin pinta tai varmistetaan kuiva kosketuspinta 3. Leikataan mahdollisimman läheltä esijännityspunoksia ja elementin pohjaa. 4. Muutetaan betonin suhteitusta 5. Parannetaan tärytystä ja tiivistämistä</p>			

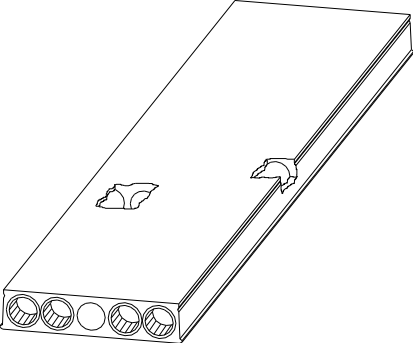
## HALKEAMAT ELEMENTIN NURKISSA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe valmistuksessa</b></p> <p>1. Leikkurin terä jää kiinni elementin kaareutuessa.</p> <p>2. Leikkaus ei riittävän syvä tai terä huonossa kunnossa</p> <p>3. Epätasainen pinoaminen</p> <p>4. Nostokoneiden epätasapainoisen noston aiheuttamat vauriot</p> <p>5. Liialliset vetojännitykset muottien purun aikana</p>	<p>1. Tuetaan elementti suoraksi sahattaessa.</p> <p>2. Leikataan mahdollisimman läheltä esijännityspunoksia ja elementin pohjaa. Käytetään kunnollista terää.</p> <p>3. Varmistetaan pinon suoruus</p> <p>4. Käytä nostopuomia tasaisen noston aikaansaamiseksi</p> <p>5. Noudatetaan oikeaa laattojen katkaisujärjestystä</p>	<p>Tämäntyyppiset halkeamat eivät yleensä aiheuta suuria ongelmia elementille, mutta voivat alentaa elementin leikkauslujuutta mikäli onteloiden väliset kannakset ovat vaurioituneet.</p> <p>Arvioidaan elementin leikkauslujuus vertaamalla sitä elementteihin, joissa nurkissa on aukot.</p>	<p>Korjaustoimenpiteet riippuvat tarvittavasta leikkauslujuudesta.</p> <p>Mikäli vaurio on merkittävä, poistetaan ja hylätään vaurioitunut kohta ja mahdollisesti hyödynnetään elementti muilta osin.</p>	
<p><b>B. Virhe käsittelyssä</b></p> <p>6. Vauriot kuljetuksen aikana</p>	<p>6. Varmistetaan asianmukaiset kuljetusolosuhteet</p>			

## PITKITTÄISET HALKEAMAT ELEMENTIN REUNOISSA

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe suunnittelussa</b></p> <p>a. Laatta liian ohut kestääkseen esijännityksestä aiheutuvaa painetta</p> <p>b. Esijännityspunosten halkaisija liian suuri laataan paksuuteen nähden.</p> <p>c. Esijännityspunosten sivuittainen liikkuminen valun aikana</p> <p>d. Heikko laukaisulujuus</p>	<p>a. Jos mahdollista, kasvatetaan laataan paksuutta.</p> <p>b. Pienennetään esijännityspunosten halkaisijaa</p> <p>c. Varmistetaan esijännityspunosten paikallapysyminen valun aikana</p> <p>d. Varmistetaan riittävä laukaisulujuus</p>	<p>Halkeamat voivat alentaa leikkauslujuutta.</p> <p>Arvioidaan elementin leikkauslujuutta ilman haljenneita ontelokannaksia.</p>	<p>Halkeamien korjaustoimenpiteet riippuvat tavoiteltavasta leikkauslujuudesta. Ontelot voidaan täyttää massalla.</p> <p>Mikäli vauriot ovat keskittyneet tietylle alueelle laatussa, voidaan se poistaa ja hylätä ja laatta muilta osin säilyttää.</p> <p>Reunakannasten halkeamat täyttyvät laatasta saumattaessa.</p>	
<p><b>B. Virhe valmistuksessa</b></p> <p>1. Betoni ei riittävän tiivistä esijännityspunosten ympärillä</p> <p>2. Betonikerrokset eivät liittyneet yhteen.</p> <p>3. Nostokoneiden aiheuttamat vauriot</p> <p>4. Sivujen katkaisu ei riittävän syvä tai perusteellinen</p>	<p>1. Varmistetaan betonin riittävä tiivistys</p> <p>2. Estetään valun epäjatkuvuuden syntyminen</p> <p>3. Käytetään nostopuomia tasaisen noston aikaansaamiseksi.</p> <p>4. Sahataan elementin läpi asti</p>			

## PUUTTEET REI'ISSÄ, VARAUSSISSA JA NOSTOELIMISSÄ

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe suunnittelussa tai valmistuksessa</b></p> <p>1. Varaukso kolo laatan reunasta puuttuu</p> <p>2. Tilatut nostolenkit puuttuvat</p> <p>3. Nostokannas murtunut ennen nostoa</p> <p>4. Vesireikiä puuttuu</p> <p>5. Reikiä puuttuu</p> <p>6. Ontelotulppia puuttuu</p>	<p>Parannetaan suunnittelua mm. rei'ityksen lähtötietojen osalta.</p> <p>Parannetaan valmistuksen laadunvalvontaa</p>	<p>1. Kolo joudutaan tekemään työmaalla</p> <p>2. Nosto tehdään liinoilla tai ketjuilla</p> <p>3. Nosto tehdään liinoilla tai ketjuilla</p> <p>4. Vesireiät porataan työmaalla.</p> <p>5. Pienet pyöreät reiät porataan ja isot leikataan työmaalla</p> <p>6. Puuttuvat tulpat asennetaan ennen saumavaluja tai tukitaan ontelot muuten</p>	<p>Tilaa ja sopii toimittajan kanssa menettelytavat virheen korjaamiseksi.</p>	



## SATUNNAISET HALKEAMAT

Aiheuttaja	Ennaltaehkäisy	Vaikutukset	Korjaus	Tyypillinen tapaus
<p><b>A. Virhe käsittelyssä</b></p> <p>1. Kuljetus</p> <p>a. Epätasainen kuljetusalusta</p> <p>b. Liian suuri kuljetusnopeus</p> <p>c. Puutteellinen kuljetuskalusto.</p> <p>d. Kuljetushenkilökunnan puutteellinen ammattitaito.</p> <p>2. Varastointi ulkotiloissa</p> <p>a. Epätasainen varastointialusta</p> <p>b. Väärin sijoitetut aluspuut</p> <p>c. Eri mallisia ja -kokoisia tuotteita samassa kasassa.</p> <p>d. Varastohenkilökunnan puutteellinen ammattitaito</p>	<p>1. Parannetaan kuljetusolosuhteita</p> <p>a. Varmistetaan kuljetuksen tasainen alusta</p> <p>b. Lasketaan kuljetusnopeutta</p> <p>c. Käytetään tarkoituksenmukaista kuljetuskalustoa.</p> <p>d. Koulutetaan kuljetushenkilökuntaa</p> <p>2. Säilytetään tuote asianmukaisessa paikassa</p> <p>a. Säilytetään tuote tasaisella alustalla</p> <p>b. Varmistetaan kantokahvojen oikea koko, muoto ja sijoittelu.</p> <p>c. Vain samankaltaisia tuotteita samaan kasaan. Kappalemäärärajoituksia ei tule ylittää.</p> <p>d. Koulutetaan varastohenkilökuntaa</p>	<p>Halkeaman sijainnista ja vakavuudesta riippuu, kuinka suuret vaikutukset sillä on laatan ominaisuuksiin.</p> <p>Määritetään vian vaikutukset laatan kantokykyyn ja leikkauslujuuteen. Tutkitaan laatta läpikotaisin ja arvioidaan korjauksen kannattavuus. Mikäli korjaustoimenpiteen todetaan palauttavan laatan suorituskyvyn, se suoritetaan. Jos ei, laatan vaurioitunut alue poistetaan tai koko laatta hylätään.</p>	<p>Joissakin tapauksissa vaurio voidaan korvata jälkivalulla saumauksen yhteydessä.</p> <p>Halkeamat voidaan korjata epoksi-hartsilla tai betoni- laastilla.</p> <p>Mikäli vauriot ovat keskittyneet tietylle alueelle laatassa, voidaan alue poistaa ja hylätä ja laatta muilta osin käyttää muussa kohteessa.</p>	