

ALKULAUSE

Suomen Betoniyhdistys ry:n on julkaissut betoninormeja tekniset ohjeet sarjassaan vuodesta 1977, jolloin ilmestyi *by 10 Betoninormit*. Vuonna 1980 betoninormit saivat sarjanumerokseen *by 15*, kun RakMK B4:n ilmestyttyä siirryttiin rajatilamitoitukseen. Normeihin tehtiin vuosien varrella betonirakenteiden säilyvyyteen, laadunvalvontaan että rakenteiden mitoitukseen liittyviä tarkennuksia ja lisäyksiä. Vuonna 2004 standardin SFS-EN 206-1:n pohjalta tehdyt muutokset olivat niin suuria, että normeille annettiin jälleen uusi sarjanumero *by 50*. Vuonna 2004 julkaistu *by 50 Betoninormit* sisälsi RakMK:n betonia käsittelevät ohjeet B4, standardin SFS-EN 206-1:n normatiiviset osat sekä sen kansallisen liitteen, betonin pakkasenkestävyyteen liittyvät suomalaiset lisäohjeet sekä ensimmäisen kerran betonirakenteiden käyttöikämitoituksen pisimmillään 200 vuoden suunniteltuun käyttöikään asti.

Ympäristöministeriön uuden asetuksen kantavista rakenteista astuessa voimaan 1.9.2014 vanhan rakentamismääräyskokoelman betonirakenteita koskeva osa B4 kumottiin. Uudessa asetuksessa todetaan, että kantavien ja jäykistävien rakenteiden olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien ja niitten kansallisten liitteiden mukaan. Nämä muutokset olivat niin suuria, että betoninormit vaativat jälleen päivittämistä sekä uuden sarjanumeron *by 65*.

Nämä *by 65 Betoninormit 2016* sisältävät eurokoodeilla suunniteltujen kantavien betonirakenteiden säilyvyysuunnittelua, valmistusta, laadunvalvontaa ja kelpoisuudenosoittamista koskevat ohjeet. Normit korvaavat aikaisemmat *by 50 Betoninormit 2004* pohjautuen kuitenkin pitkälti niihin. Normia on täydennetty ja täsmennetty seuraavien standardien pohjalta: SFS-EN 13670 *Betonirakenteiden toteuttaminen*, SFS-EN 206 *Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus* sekä standardin SFS 7022 *Betoni, Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa*. Uusien *by 65* normien suurin muutos *by 50* normeihin verrattuna on rakenteiden rajatilamitoitusta käyttävän suunnitteluosin poisjääminen. Oletuksena on, että betonirakenteet suunnitellaan nykyisin eurokoodien mukaisesti, mitä opastamaan Betoniyhdistys on julkaissut erillisiä oppi- ja käsikirjoja.

by 65 Betoninormit 2016 -julkaisun on laatinut työryhmä, jonka puheenjohtajana toimi Tarja Merikallio sekä jäseninä Tuomo Haara, Kim Johansson, Risto Mannonen, Ari Mantila ja Timo Tikanoja. Julkaisun ovat kirjoittaneet Kim Johansson ja Risto Mannonen.

Kirjan toiseen painokseen on korjattu kappaleen 2.5 sivun 24 kaava 2.3 ja kappaleen 3.7.7 sivun 87 taulukon 3.17 ensimmäisellä rivillä ja sivun 89 taulukon 3.19 kahdella viimeisellä rivillä olleet virheet.

Helsingissä syyskuussa 2016

SUOMEN BETONIYHDISTYS ry

Matti Pentti
Puheenjohtaja

Tarja Merikallio
Toimitusjohtaja

2.3 KÄYTTÖIKÄMITOITUS

Käyttöikäen liittyvät vaatimukset voidaan selvittää taulukkomitoituksella tai laskennallisella mitoituksella.

2.3.1 Taulukkomitoitus

Taulukkomitoitusta voidaan käyttää rakenteelle, jonka suunnittelukäyttöikä on joko 50 tai 100 vuotta. Eri suunnitteluparametreja koskevat vähimmäis- tai enimmäisarvot esitetään luvun 3 taulukoissa 3.8 ja 3.9 rasitusluokittain. Rakenteen voidaan katsoa täyttävän sen käyttöiälle asetetun vaatimuksen, jos rakenteen betonin koostumus täyttää nämä vähimmäis- tai enimmäisvaatimukset. Lisäksi raudoitusta suojaavan betonipeitteen tulee täyttää taulukon 2.3 vaatimukset ja rakenteen halkeilun kohdan 2.5 mukaiset vaatimukset.

2.3.2 Laskennallinen mitoitus

Laskennallinen mitoitus perustuu standardin ISO 15686 periaatteelle, jossa rakenteen ennakoitu käyttöikä määritetään kertomalla nk. vertailukäyttöikä eri tekijät huomioon ottavilla kertoimilla. Menetelmää voidaan soveltaa, kun suunnittelukäyttöikä on 50...200 vuotta.

Laskennallisella käyttöikämitoituksella määritetään rakenteen ja siihen käytettävän betonin ominaisuuksia koskevat vaatimukset liitteen 3 mukaisesti. Lisäksi rakenteen halkeilun tulee täyttää kohdan 2.5 mukaiset vaatimukset.

2.4 RAUDOITUKSEN BETONIPEITE

Betonipeite on betonipinnan ja sitä lähinnä olevan raudoituksen pinnan välinen etäisyys. Betonipeitettä määritettäessä huomioidaan sekä haat että työteräkset.

Rakenne suunnitellaan raudoituksen betonipeitteen nimellisarvoa c_{nom} käyttäen. Piirustuksiin merkitään betonipeitteen nimellisarvo ja sen sallittu mittapoikkeama. Rakenteen käyttöikämitoitus tehdään käyttäen betonipeitteen vähimmäisarvoa c_{min} .

Betonipeitteen nimellisarvo c_{nom} muodostuu peitteen vähimmäisarvon c_{min} ja suunnittelussa huomioon otettavan mittapoikkeaman Δc_{dev} summana. Rakenteesta mitattuna betonipeitteen on oltava vähintään vähimmäisarvon suuruinen. Raudoitussvälit keet valitaan siten, että raudoitusta asennettaessa betonipeitteen nimellisarvo täyttyy. Välikkeiden määrän (kpl/m^2) ja tyyppin tulee olla sellaiset, että ne kestävät työnaikaiset rasitukset. Raudoitteisiin ei saa syntyä pysyviä muodonmuutoksia.

Paikalla valetuissa rakenteissa sallittu mittapoikkeama on yleensä 10 mm. Elementtien valmistaja voi elementtityypeittäin käyttää pienempää sallittua mittapoikkeamaa kuin 10 mm, jos se tehtaan sisäisen laadunhallintajärjestelmän mukaan on perusteltua ja tehdas on ulkopuolisen laadunvarmistuksen piirissä. Pienempää mittapoikkeamaa kuin 5 mm ei kuitenkaan saa käyttää.

Rakenteilla erotetaan kolme halkeilurajatilaa:

1. Vetojännitysraja-tila, jossa ei saa esiintyä vetojännityksiä.
2. Halkeaman muodostumisraja-tila, jossa rakenteen halkeilukapasiteetti saavutetaan.
3. Halkeamaleveyden raja-tila, jossa halkeaman ominaisleveys ei saa ylittää sille asetettuja raja-arvoja.

Tartunnattomia jänteitä sisältävissä rakenteissa noudatetaan teräsbetonirakenteita koskevia määräyksiä.

Betonipeitteen ollessa suurempi kuin säilyvyyden kannalta vaadittu minimipeite $c_{\min, \text{dur}}$ taulukon 2.5 halkeamaleveyden raja-arvoja voidaan korottaa kertoimella

$$c / (c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dev}}) \leq 1,4 \quad (2.3)$$

missä c on toteutunut betonipeite
 $c_{\min, \text{dur}}$ on rasiusluokan ja käyttöiän vaatima betonipeitteen vähimmäisarvo
 Δc_{dev} on sallittu mittapoikkeama.

Mikäli betonipeite c on paksumpi kuin 50 mm, halkeamaleveyden laskennassa betonipeitteelle voidaan käyttää arvoa $c = 50$ mm.

Tiiviyttä vaativien säiliörakenteiden suunnittelua on käsitelty standardissa SFS-EN 1992-3.

Säilyvyyden lisäksi betonirakenteiden halkeilua rajoittaa usein ulkonäköön liittyvät asiat (ks. *by 40 Betonirakenteiden pinnat ja by 45, BLY 7 Betonilattiat 2014*).

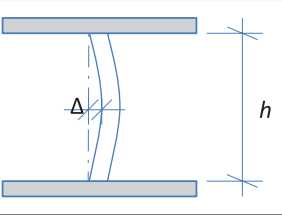
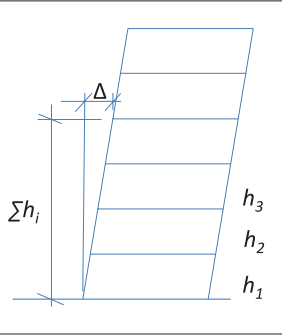
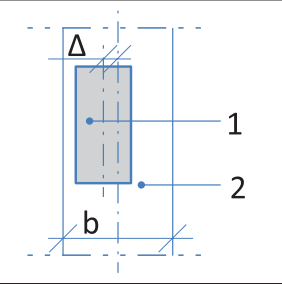
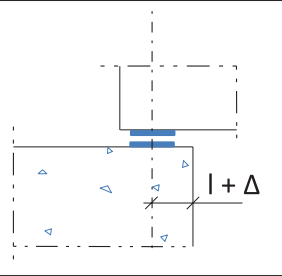
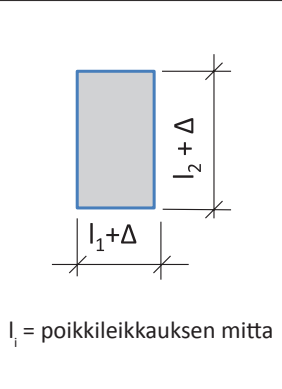
Taulukko 2.5. Halkeamaleveyden w_{\max} raja-arvot (mm), kun rakenteen suunnittelukäyttöikä on 50 ja 100 vuotta.

Rasiusluokka	Halkeamaleveyden w_{\max} raja-arvot (mm)		
	Teräsbetonirakenteet ja tartunnattomat ankkurijännerakenteet	Tartuntajännerakenteet ja injektoidut ankkurijännerakenteet	
	Pitkäaikainen kuormayhdistelmä	Tavallinen kuormayhdistelmä	Pitkäaikainen kuormayhdistelmä
X0, XC1	0,40	0,20	ei vaatimuksia
XC2, XC3, XC4, XD1, XS1	0,30	0,20	vetojännityksetön tila
XD2, XD3 XS2, XS3	0,20	vetojännityksetön tila	ei vaatimuksia

HUOM 1. Rasiusluokkien X0 ja XC1 yhteydessä halkeamaleveydellä ei ole vaikutusta säilyvyyteen. Tämä raja on asetettu, jotta tavallisesti saavutetaan kelvollinen ulkonäkö. Jos ulkonäköehtoja ei aseteta, tätä rajaa voidaan väljentää.

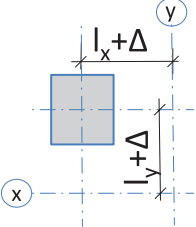
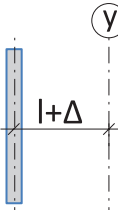
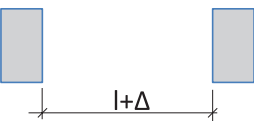
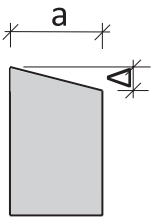
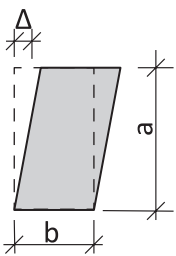
HUOM 2. Tartuntajännerakenteilla ja injektoiduilla ankkurijännerakenteilla sallitaan pitkäaikaisella kuormayhdistelmällä korkeintaan vetolujuuden ominaisarvon $f_{\text{ctk}, 0,05}$ suuruinen vetojännitys, mikäli rakennetta kuormittaa standardin SFS-EN 1991-1-1 mukainen hyötykuorma, jonka pitkäaikaisuuden yhdistelykerroin on suurempi kuin 0,5.

Taulukko 3.17. jatkuu

	<p>Pilarin tai seinän kaarevuus kerrostasojen välillä.</p>	<p>Suurempi seuraavista: $h/300$ tai 15 mm mutta korkeintaan 30 mm</p>	<p>Suurempi seuraavista: ± 5 mm tai $h/1000$</p>
	<p>Monikerroksisen rakennuksen pilarin tai seinän sijainti millä tahansa kerrostasolla sen suunnitellun perustustason keskiön kautta kulkevasta pystysuorasta linjasta.</p> <p>n on kerrosten lukumäärä, missä $n > 1$</p>	<p>Pienempi seuraavista: 50 mm tai $\Sigma h_i / (200 n^2)$</p>	<p>^(a)</p>
	<p>Pilari-palkkiliitoksen sijainti mitattuna pilariin nähden.</p> <p>1 Palkki, poikkileikkaus 2 Pilari, pystyleikkaus</p> <p>b = pilarin mitta (mm) samassa suunnassa kuin Δ</p>	<p>Suurempi seuraavista: $\pm b/30$ tai ± 20 mm</p>	<p>^(a)</p>
	<p>Tuen keskilinjan sijainti palkkeilla ja laatoilla, kun käytetään rakenteellista laakeria.</p> <p>l = suunniteltu etäisyys (mm) reunasta</p>	<p>Suurempi seuraavista: $\pm l/20$ tai ± 15 mm</p>	<p>^(a)</p>
 <p>l_i = poikkileikkauksen mitta</p>	<p>Poikkileikkauksen mitat</p> <p>Käytetään palkkeihin, laatoihin ja pilareihin</p> <p>$l_i < 150$ mm $l_i = 400$ mm $l_i \geq 2500$ mm</p> <p>Väliarvot saadaan lineaarisesti interpoloimalla.</p>	<p>± 10 mm ± 15 mm ± 30 mm</p>	<p>± 5 mm ± 10 mm ± 30 mm</p>

^{a)} Toleranssiluokassa 2 noudatetaan toleranssiluokkaa 1, ellei suunnitelmissa ole toisin esitetty.

Taulukko 3.19. Seinien ja pilareiden sallitut mittapoikkeamat.

	Kuvaus	Sallittu poikkeama Δ	
		Toleranssi-luokka 1	Toleranssi-luokka 2
	Pilarin sijainti vaakatasossa mittalinjoihin nähden	$\pm 15 \text{ mm}$	^(a)
	Seinän sijainti vaakatasossa mittalinjoihin nähden	$\pm 15 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$
	Viereisten pilareiden tai seinien välinen vapaa väli l	$\pm 15 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$
	Pilarin poikkileikkauksen kierous	Suurempi seuraavista: $\pm 0,04 a$ tai $\pm 10 \text{ mm}$ mutta korkeintaan $\pm 20 \text{ mm}$	^(a)
	Poikkileikkauksen suora-kulmaisuus	Suurempi seuraavista: $\pm 5 \text{ mm}$ tai $\pm b/10$ $\pm a/10$	Suurempi seuraavista: $\pm 5 \text{ mm}$ tai $\pm b/20$ $\pm a/20$

^{a)} Toleranssiluokassa 2 noudatetaan toleranssiluokkaa 1, ellei suunnitelmissa ole toisin esitetty.

Sinkittyjen raudotteiden pinnoitusvaatimukset esitetään raudoitussuunnitelmissa. Standardissa SFS 1266 esitetään raudotteiden sinkkipinnoitusluokat ja pinnoituksen laadunvalvontaohjeet. Sinkkipinnan tulee olla passivoitu.

5.3.2 Betoniterästankojen hitsausliitokset

Betoniterästen hitsauksissa ja hitsauksen laadunvarmistuksessa noudatetaan voimaliitosten osalta standardia SFS-EN ISO 17660-1 ja kiinnityслиitosten osalta standardia SFS-EN ISO 17660-2 tässä kohdassa esitetyn poikkeuksin

Toteutusluokassa 3 voimaliitosten tarkastus tehdään aina standardin SFS-EN ISO 17660-1 mukaan.

Toteutusluokassa 1 ja 2 standardin SFS-EN ISO 17660-1 mukaista laadunvarmistusta ei vaadita voimaliitosten osalta limiliitoksille, jos betoniteräksen hitsattavuus on todennettu SFS 1202 mukaisella toiminnallisella hitsattavuuskokeella ja liitoksen ylimitoitus on vähintään 50 % toteutusluokassa 1 ja vähintään 100 % toteutusluokassa 2. Mahdollisuus käyttää edellä mainittua kevennettyä laadunvarmistusmenettelyä tulee kirjata suunnitteluasiakirjoihin. Hitsausohje ja hitsaajan todettu pätevyys kuitenkin edellytetään. Muussa tapauksessa edellytetään samaa standardin SFS-EN ISO 17660-1 menettelyä kuin päittäis- ja ristivoimaliitoksille.

Liitoksen ylimitoitus toteutetaan hitsaamalla liitoksiin ylimääräisiä hitsejä, ei hitsien kokoa kasvattamalla, lämmöntuontia koskevia vaatimuksia noudattaen.

Edellä mainittua kevennettyä laadunvarmistusmenettelyä ei sovelleta päittäis- eikä ristivoimaliitoksiin. Työmaalla hitsattaville päittäis- ja ristivoimaliitoksille (ja tarvittaessa limiliitoksille) edellytetään standardin SFS-EN ISO 17660 kohdan 12 mukaiset työkokeet liitosten lujuudesta ja muiden mekaanisten ominaisuuksien säilymisestä.

Kiinnityshitsausten osalta hitsaajan ja hitsaustyöstä vastaavan henkilön tulee valvoa liitosten laatua silmämääräisesti pistokokeenomaisesti. Toteutusluokassa 3 voidaan toteutusasiakirjoissa edellyttää kiinnityshitsausten tarkastus standardin SFS-EN ISO 17660-2 mukaan.

5.3.3 Betoniterästankojen mekaaniset jatkokset

Mekaanisten jatkosten kelpoisuus osoitetaan vapaaehtoisella varmennustodistuksella, eurooppalaisen teknisen arvioinnin kautta hankitulla CE-merkillä tai rakennuspaikkakohtaisella hyväksynnällä. Siirtymävaiheessa kelpoisuus voidaan osoittaa myös voimassa olevalla Suomen Betoniyhdistys ry:n ennen 1.7.2013 myöntämällä varmennetulla käyttöselosteella.

Ohjeet betoniterästankojen erikoisjatkoksien varmennustodistuksista ja laadunvalvonnasta on annettu ympäristöministeriön hyväksymissä raudoitustankojen erikoisjatkoksien varmennustodistusten arviointiperusteissa. Arviointiperusteet ovat julkiset, ja ne on julkaistu ministeriön verkkosivuilla.