

Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan

Osa 2: Betonirakenteiden suunnitteluperusteet

Johdanto

Eurokoodien käyttöönotto kantavien rakenteiden suunnittelussa on merkittävin suunnitteluohjeita koskeva muutos kautta aikojen. Koko Eurooppa on siirtymässä vuonna 2010 yhteisiin rakenteiden suunnitteluohjeisiin, jolloin lähes kaikista kansallisista suunnitteluohjeista ja standardeista luovutaan.

Tämä julkaisu on osa opassarjaa ”Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan”. Oppaiden avulla pyritään helpottamaan siirtymistä eurokoodimitoitukseen betonirakenteiden suunnittelussa. Oppaissa on koottu yhteen tyyppillisten betonirakenteiden suunnittelussa tarvittavat avaintiedot ja selitykset.

Tämä julkaisusarja on laadittu alun perin Englannissa, ja sen on julkaissut UK Concrete Centre. European Concrete Platform (www.europeanconcrete.eu/) on hankkinut julkaisuoikeudet ja luovuttanut ne eurooppalaisten betoni- ja sementtiteollisuusjärjestöjen (BIBM, Cembureau, ERMCO, EFCA) kansallisille jäsenjärjestöille. RTT Betonitoimiala on kääntänyt oppaat suomeksi ja muuttanut ne Suomen kansallisten liitteiden mukaisiksi. Työ on rahoitettu osittain Rakennustuotteiden Laatu -säätiön tuella.



Suunnitteluprosessi

Tässä oppaassa käsitellään sellaisten suunnittelutietojen määrittämistä, joita tarvitaan ennen kuin yksityiskohtaisen rakennesuunnittelu voidaan aloittaa. Tämä opas sisältää ohjeita koskien suunniteltua käyttöikää, rakenteiden kuormia, kuormituskaavioita, kuormayhdistelmiä, rakenneanalyysia, materiaaliominaisuuksia, epätarkkuuksia, vähimmäisbetonipeitettä ja halkeaman enimmäisleveyttä.

Kun tämän julkaisun tekstissä on kansallisia parametreja, käytetään Suomen kansallisia parametreja.

Eurokoodin EN 1992¹ käyttö ei aiheuta suuria muutoksia rakennesuunnitteluprosessiin, vaikka monet yksittäiset mitoitusarkit saattavat muuttua.

Näissä oppaissa ei käsitellä yksityiskohtien suunnittelua, mutta menettely ei poikkea merkittävästi nykyisestä käytännöstä.

Termit on määritelty oppaassa ”Eurokoodimitoituksen perusteet”².

Suunniteltu käyttöikä

Rakenteen suunnitellun käyttöiän ohjeelliset arvot annetaan eurokoodissa EN 1990 ”Rakenteiden suunnitteluperusteet”³. Arvot on esitetty myös taulukossa 1. Suunnitellun käyttöiän perusteella määritetään betonirakenteiden säilyvyysvaatimukset.

Rakenteiden kuormat

Eurokoodissa EN 1991 ”Rakenteiden kuormat”⁴ on 10 osaa, joissa on esitetty yksityiskohtaisesti erilaisten kuormien määrittäminen. Lisätietoja yksittäisistä kuormaosista esitetään tämän opassarjan ensimmäisessä osassa ”Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Eurokoodimitoituksen perusteet”.

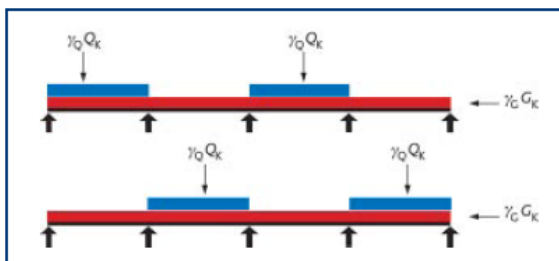
Eurokoodissa EN 1991 ”Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat”⁵ esitetään rakennusmateriaalien tilavuuspainoja ja rakenteiden oman painon määrittäminen (ks. taulukko 2, betonin tilavuuspaino). Osassa on annettu myös eri tilojen hyötykuormat käyttötarkoituksen perusteella (ks. taulukko 3). Eurokoodi ei anna kuitenkaan ohjeita teknisten tilojen kuten IV-konehuoneiden kuormista.

Taulukko 1 Ohjeellinen suunniteltu käyttöikä

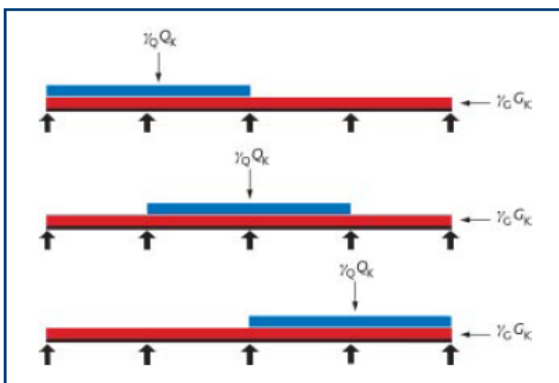
Suunniteltu käyttöikä, vuotta	Esimerkkejä
10	Tilapäisrakenteet
10...25	Vaihdettavissa olevat rakenteen osat
15...30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
100	Monumentaaliset rakennukset, sillat sekä muut maa- ja vesirakennuskohteet

Taulukko 2 Betonin tilavuuspaino (EN 1991-1-1)

Materiaali	Tilavuuspaino (kN/m ³)
Normaalipainoinen betoni	24,0
Raudoitettu normaalipainoinen betoni	25,0
Kovettumaton raudoitettu normaalipainoinen betoni	26,0



Kuva 1 Joka toinen kenttä kuormitettu



Kuva 2 Vierekkäiset kentät kuormitettu

Kuormituskaaviot

Termi 'kuormituskaavio' tarkoittaa muuttuvien kuormien (esim. hyöty- ja tuulikuormien) järjestyä siten, että rakenneosaan kohdistuu vaikutukseltaan kaikkein epäedullisimmat kuormat. Eurokoodissa EN 1992-1-1 on esitetty yksinkertaistuksia kuormituskaavioiden määrän vähentämiseksi.

Eurokoodin EN 1992-1-1 mukaan rakennuksille voidaan soveltaa seuraavia kuormituskaavioita sekä murto- että käyttörajatilassa:

Joka toinen kenttä kuormitettu tai vierekkäiset kentät kuormitettu

Mitoitusarvot saadaan seuraavista tapauksista:

- Joka toisessa kentässä on muuttuva ja pysyvä mitoituskuorma. Muissa kentissä on ainoastaan pysyvän mitoituskuorma (ks. kuva 1). γ_G :n arvo on sama kaikissa kentissä.
- Kahdessa vierekkäisessä kentässä on muuttuva ja pysyvä mitoituskuorma. Muissa kentissä on ainoastaan pysyvä mitoituskuorma (ks. kuva 2). γ_G :n arvo on sama kaikissa kentissä.

Kuormayhdistelmät

Termillä 'kuormayhdistelmä' viitataan kuormien arvoihin, joita käytetään, kun tarkasteltavassa rajatilassa on useita erilaisia kuormia.

Murtorajatilayhdistelmän osavarmuuslukujen arvot ja yhdistelykertoimet on esitetty eurokoodin EN 1990 "Rakenteiden suunnitteluperusteet" kansallisessa liitteessä sekä oppaassa "Eurokoodimitoituksen perusteet"².

Käyttörajatilassa on kolme kuormayhdistelmää: ominaisyhdistelmä, tavallinen yhdistelmä ja pitkäaikaisyhdistelmä. Kuormayhdistelmät esitetään eurokoodissa EN 1990 "Rakenteiden suunnitteluperusteet".

Materiaaliominaisuudet

Betoni

Eurokoodissa EN 1992-1-1 mitoitus perustuu betonin lieriölujuuteen kuutiolujuuden sijasta. Lujuus määritellään standardin EN 206-1⁶ mukaisesti (esim. luokassa C28/35 lieriölujuus on 28 MPa ja kuutiolujuus 35 MPa). Taulukossa 4 on esitetty osa betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksista.

Eurokoodin EN 1992-1-1 mukaan voidaan suunnitella betonirakenteita, joiden lujuusluokka on korkeintaan C90/105. Lujuusluokan ollessa suurempi kuin C50/60 mitoitusläännöt hieman muuttuvat ja näille lujuusluokille annetaan lisäohjeita. Tämä opassarja ei käsittele tällaisten korkeiden lujuusluokkien mitoitusläännöt.

Betoniteräs

Eurokoodia EN 1992-1-1 voidaan yleensä käyttää, kun raudoituksen ominaislujuus on 400...600 MPa. Suomessa käyttöaluetta on laajennettu myös lujuuteen 700 MPa asti. Osa raudoituksen ominaisuuksista on esitetty taulukossa 5. Raudoituksille on kolme sitkeysluokkaa, A, B ja C. Sitkeysluokka vaikuttaa raudoituksen kykyyn tasata momentteja. Pienimmässä sitkeysluokassa A on momenttien uudelleen jakautumista rajoitettu eniten. Eurokoodissa ei ole suunnittelusääntöjä pyörötangoille.

Taulukko 3 Rakennusten hyötykuormia tilan käyttötarkoituksen mukaan (arvot eurokoodin EN 1991-1-1 Suomen kansallisesta liitteestä)

Luokka	Esimerkki käytöstä	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)
A	Asuin- ja majoitustilat	2,0	2,0
A	Asuntojen portaat	2,0	2,0
A	Asuntojen parvekkeet	2,5	2,0
B	Toimistot	2,5	2,0
C5	Kokoontumisalueet, joissa on paljon ihmisiä, esim. konserttitalit, urheiluhallit mukaan lukien katsojakorokkeet, terassit ja sisääntuloalueet sekä asemalaiturit	6,0	4,0
D1	Vähittäiskaupat	4,0	4,0
D2	Tavaratalot	5,0	7,0
E1	Varastot mukaan lukien kirjojen ja muiden asiakirjojen varastot	7,5	7,0
F	Ajoneuvon bruttopaino ≤ 30 kN	2,5	20,0

Taulukko 4 Eurokoodin EN 1992-1-1 taulukon 3.1 mukaisia betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksia

Merkintä	Kuvaus	Ominaisuudet							
		16	20	25	30	35	40	45	50
f_{ck} (MPa)	Lieriölujuuden ominaisarvo	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck, cube}$ (MPa)	Kuutiolujuuden ominaisarvo	20	25	30	37	45	50	55	60
f_{ctm} (MPa)	Keskimääräinen vetolujuus	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	Vetolujuuden ominaisarvo	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
E_{cm}^a (GPa)	Sekanttimoduuli	29	30	31	33	34	35	36	37

Merkinnät
^a Keskimääräinen sekanttimoduuli 28 d betonille, jonka runkoaine on kvartsiittia.

Taulukko 5 Betoniteräksien ominaisarvot

Luokka (SFS-EN 1992-1-1)	A	B	C
Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk} tai $f_{0,2k}$ (MPa) ja SFS-standardin nimike	B500A (B500K, B600KX, A700HW)	B500B (A500HW)	B500C
Vetolujuuden suhde myötölujuuteen = $(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$
Suurinta voimaa vastaavan venymän ominaisarvo ε_{uk} (%)	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$

Taulukko 6 Rasitusluokat

Luokka	Kuvaus
Ei korroosiovaaraa tai rasituksia	
X0	Raudoittamaton betoni, kun ei ole merkittävää jäädytys-sulatusrasitusta, kulutusrasitusta tai kemiallista rasitusta Raudoitettu betoni hyvin kuivissa olosuhteissa
Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio	
XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä
XC2	Märkä, harvoin kuiva
XC3	Kohtalaisen kostea
XC4	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korrosio	
XD1	Kohtalaisen kostea
XD2	Märkä, harvoin kuiva
XD3	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Meriveden kloridien aiheuttama korrosio	
XS1	Kosketuksessa ilman kuljettaman suolan kanssa, mutta ei suorassa kosketuksessa meriveteen
XS2	Pysyvästi veden alla
XS3	Vuoroveden ja roiskeen vyöhykkeellä
Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä	
XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet tai merivesi
Kemiallinen rasitus (XA-luokat)	

Rakenneanalyysi

Rakenneanalyysin avulla selvitetään sisäisten voimien ja momenttien jakautuminen koko rakenteessa tai sen osassa ja tunnistetaan kriittiset mitoitusehdot kaikissa osissa. Geometriaa yksinkertaistetaan yleensä ajattelemalla rakenteen koostuvan sauvoista ja tasomaisista kaksikulotteisista rakenneosista.

Rakenneanalyysissa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä: lineaarisen kimmoteorian mukainen analyysi, lineaarisen kimmoteorian mukainen analyysi momenttien jakautuessa rajallisesti uudelleen ja plastisuusteorian mukainen analyysi. Lineaarisen kimmoteorian mukaisessa analyysissa voidaan olettaa poikkileikkaukset halkeilemattomiksi ja jännitys-venymä-yhteys lineaariseksi sekä käyttää kimmokertoimen arvona keskimääräistä kimmokerrointa.

Murtorajatilassa voidaan kimmoteorian mukaan laskettuja momenteja jakaa uudelleen edellyttäen, että näin saadut momentit pysyvät tasapainossa kuormien kanssa ja annetut mittasuhteet ja mitoitusehdot (esim. rajoitukset puristuspuunnan korkeudelle) täyttyvät.

Riippumatta analyysimenetelmästä noudatetaan seuraavia sääntöjä:

- kun palkki tai laatta on monoliittinen tukiansa kanssa, käytetään määrävänä mitoitusmomenttina tuen reunalla vaikuttavaa momenttia. Mitoitusmomentin on oltava kuitenkin vähintään 65 % täysin kiinnitetyn pään momentista.
- kun palkki tai laatta on jatkuva tuella, joka toimii nivelenä (kuten esim. seinien kohdalla), tuen keskilinjan kohdalla laskettua momenttia voidaan pienentää määrällä $F_{Ed,sup}t/8$, jossa $F_{Ed,sup}$ on tukireaktion mitoitusarvo ja t tuen leveys.
- pilareita mitoitettaessa kehälaskennasta saatavia kimmoteorian mukaisia momenteja käytetään sellaisenaan

Vähimmäisbetonipeite

Betonipeitteen nimellisarvo valitaan seuraavasti:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

jossa betonipeitteen vähimmäisarvon c_{min} tulee olla riittävä, jotta taataan:

- tartuntavoimien varma siirtyminen
- teräksen suoja korroosiota vastaan (säilyvyys)
- palonkestävyys

ja

Δc_{dev} on suunnittelussa huomioon otettava betonipeitteen mittapoikkeama, yleensä 10 mm. Elementtien valmistuksessa Δc_{dev} voidaan pienentää 5...10 mm välille, jos se on varmennetun tehtaan

sisäisen laadunhallintajärjestelmän mukaan perusteltua.

Huom. Palonkestävyydestä määräytyvät pääraudoituksen keskiötäisyydet ovat nimellisarvoja, joihin ei lisätä mittapoikkeamaa Δc_{dev} .

Betonipeitteen vähimmäisarvo tartunnan kannalta

Riittävän tartunnan varmistamiseksi betonipeitteen vähimmäisarvon tulee olla vähintään yhtä suuri kuin raudoitustangon halkaisija tai tankonipun ekvivalentti halkaisija. Jos kiviaineksen suurin nimelliskoko on yli 32 mm, lisätään betonipeitettä 5 mm.

Betonipeitteen vähimmäisarvo säilyvyyden kannalta

Eurokoodin EN 1992-1-1 betonipeitteen vähimmäisarvot perustuvat standardin SFS-EN 206-1 ja sen kansallisen liitteen säilyvyysvaatimuksiin. Arvot on esitetty myös taulukossa 7.

Taulukko 7 Betonipeitteen vähimmäisarvoa vaatimukset eurokoodin EN 1992-1-1 kansallisen liitteen mukaisesti (kun suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta).

Kriteeri	Ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo vaatimus $c_{min,dur}$ (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 ¹⁾	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5	+5
Minimilujuusluokka ²⁾	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

1) Jos rakenteen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta, on myös muut säilyvyysvaatimukset tarkistettava RakMK B4 (SFS-EN 206-1 kansallinen liite) mukaisesti.

2) Minimilujuusluokat on määritetty soveltaen SFS-EN206-1 kansallista liitettä

Palonkestävyys

Eurokoodissa EN 1992-1-2 "Betonirakenteiden palomitoitus"⁷ on esitetty useita menetelmiä betonirakenteiden palomitoitusta varten. Palonkestävyysoitoitus voidaan myös edelleen tehdä taulukkomitoituksena.

Taulukkomitoitus perustuu pääraudoituksen keskiöetäisyyden a nimellisarvoihin eikä betonipeitteeseen (ks. kuva 4). Keskiöetäisyys on pääraudoitustangon keskikohdan ja rakenneosan pinnan välinen etäisyys. Se on nimellismitta (ei vähimmäismitta). Suunnittelijan on varmistettava, että

$$a = c_{nom} + \phi_{haka} + \phi_{pääatanko}/2 \geq a_{vaadittava}$$

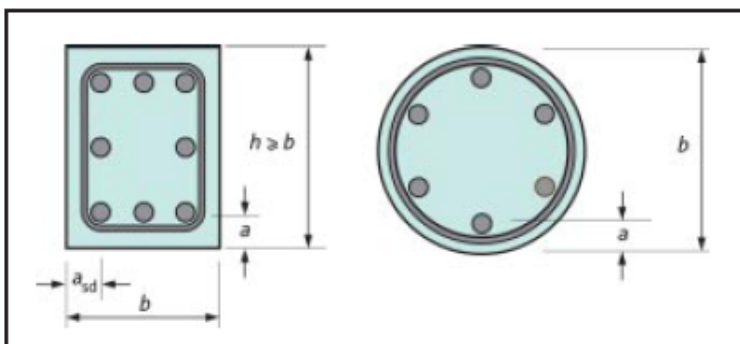
Standardipaloaltistuksessa rakenneosan on täytettävä tarvittaessa seuraavat kriteerit:

R mekaaninen kestävyys kantavuuden kannalta

E tiiviys

I eristävyys

Taulukoissa 8 ja 9 esitetään esimerkkejä pilarien ja laattojen vähimmäismittoja standardipalokestävyyden kannalta. Eurokoodissa EN 1992-1-2 ja tämän opassarjan rakenneosakohtaisissa osissa esitetään seinien ja palkkien vähimmäismitat palonkestävyyden kannalta sekä taulukkomitoitukseen liittyviä rajoituksia.



Kuva 4 Rakenneosien poikkileikkaukset, joista ilmenee keskiöetäisyys a .

Taulukko 8 Poikkileikkauksiltaan suorakulmaisten tai pyöreiden pilarien vähimmäismitat ja -keskiöetäisyydet, menetelmä A, esimerkkejä

Standardipalonkestävyys	Vähimmäismitat (mm) Pilarin leveys (b_{min}) / päätankojen keskiöetäisyys (a)	
	Useammalta kuin yhdeltä puolelta altistettu pilari ($\mu_{fi} = 0,7$)	Yhdeltä puolelta altistettu pilari ($\mu_{fi} = 0,7$)
R 60	250/46 tai 350/40	155/25
R 90	350/53 tai 450/40*	155/25
R 120	350/57* tai 450/51*	175/35

Huomautukset
 Mitoitusrajoitukset esitetty eurokoodissa SFS-EN 1992-1-2.
 μ_{fi} on normaalivoiman mitoitusarvo palotilanteessa jaettuna pilarin kestävyuden mitoitusarvolla normaalilämpötilassa.
 Käyttämällä μ_{fi} :n arvona lukua 0,7 ollaan varmalla puolella.
 Vähintään 8 raudoitustankoa.

Taulukko 9 Teräsbetonilaattojen vähimmäismitat ja -keskiöetäisyydet

Standardipalonkestävyys	Vähimmäismitat (mm)								
	a:n ja b_{min} :n mahdolliset yhdistelmät, joissa a on keskimääräinen keskiöetäisyys ja b_{min} rivin leveys								
	Yhteen suuntaan kantava laatta	Ristiin kantava laatta		Pilari-laatta	Ristiin kantavan ripalaatan rivat (vähintään yksi reuna jäykästi kiinnitetty)				
$l_y/l_x \leq 1,5$		$1,5 < l_y/l_x \leq 2$							
REI 60	$h_s =$	80	80	80	180	$b_{min} =$	100	120	≥ 200
	a =	20	10	15	15	a =	25	15	10
REI 120	$h_s =$	120	120	120	200	$b_{min} =$	160	190	≥ 300
	a =	40	20	25	35	a =	45	40	30
REI 240	$h_s =$	175	175	175	200	$b_{min} =$	450	700	—
	a =	65	40	50	50	a =	70	60	

Huomautus
 Mitoitusrajoitukset esitetty eurokoodissa SFS-EN 1992-1-2.
 a on keskiöetäisyys (ks. kuva 4).
 h_s on laatan ja mahdollisen palamattoman lattianpäällysteen paksuuksien summa

Vakavuus ja mittaepätarkkuudet

Mittaepätarkkuuksien vaikutukset otetaan huomioon yhdessä muiden vaakakuormien kanssa eikä erillisenä kuormitustapauksena. Kokonaistarkastelussa epätarkkuudet voidaan esittää kaltevuuskulmana θ_i .

$$\theta_i = (1/200) \times \alpha_h \times \alpha_m$$

jossa

$$\alpha_h = (2/\sqrt{l}), \quad 2/3 \leq \alpha_h \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times (1 + 1/m)}$$

l on rakennuksen korkeus, m

m jäykistysjärjestelmään vaakavoimia aiheuttavien pystyrakenteiden lukumäärä

Vinouden vaikutus voidaan korvata tasoon kohdistuvilla vaakavoimilla, jotka otetaan huomioon analyysissä muiden kuormien lisäksi (ks. kuva 5):

Vaikutus jäykistysjärjestelmään: $H_i = \theta_i(N_b - N_a)$

Vaikutus välipohjan levykenttään: $H_i = \theta_i(N_b + N_a)/2$

Vaikutus yläpohjan levykenttään: $H_i = \theta_i N_a$

jossa N_a ja N_b ovat poikittaisvoimaan H_i vaikuttavia pystysuuntaisia voimia.

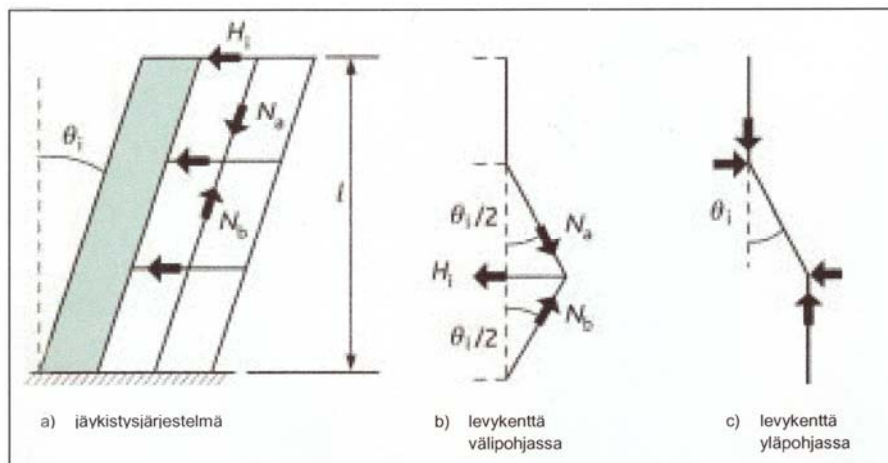
Mittaepätarkkuudet otetaan yleensä huomioon rakenteiden suunnittelussa käytetyissä osavarmuusluvuissa. Pilareiden mitoituksessa otetaan kuitenkin huomioon epätarkkuuksien vaikutus edellä esitetyllä periaatteella (ks. Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan: Pilarit⁸).

Halkeilun rajoittaminen

Halkeamaleveydelle asetetaan rajoituksia ulkonäön ja säilyvyyden kannalta. Jos säilyvyydelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia (esim. vesitiiviyys tai Suomen kansallisen liitteen mukaan kohtuullinen tai ankara kloridirasitus), teräsbetonirakenteiden halkeamaleveys ei saa ylittää arvoa 0,3 mm pitkäaikaisyhdistelmällä. Rasisluokissa X0 ja XC1 suurimpana halkeamaleveytenä voidaan käyttää arvoa 0,4 mm, koska halkeamaleveydellä ei ole merkitystä säilyvyyden kannalta. Halkeaman leveys voidaan laskea käyttäen Eurokoodin EN 1992-1-1 kohdan 7.3.4 kaavoja. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää taulukon 10 menettelyä, jossa halkeaman leveyttä ei lasketa vaan valitaan käytettävä vaihtoehtoisesti joko tankokoko tai tankojako teräsännityksen perusteella. Taulukko perustuu eurokoodin EN 1992-1-1 taulukoihin 7.2N ja 7.3N.

Taulukko 10 Tankojen enimmäishalkaisija tai tankojako halkeamaleveyden rajoittamiseksi.

Teräsännitys (σ_s) MPa	$w_{max} = 0,4$ mm			$w_{max} = 0,3$ mm		
	Suurin tankokoko, mm	tai	Tankojaon enimmäisarvo, mm	Suurin tankokoko, mm	tai	Tankojaon enimmäisarvo, mm
160	40			300		32
200	32	300		25	250	
240	20	250		16	200	
280	16	200		12	150	
320	12	150		10	100	
360	10	100		8	50	



Kuva 5 Esimerkkejä mittaepätarkkuuksien vaikutuksesta

Viitteet

- 1 SFS-EN 1992 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. (4 osaa).
- 2 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Eurokoodimitoituksen perusteet.
- 3 SFS-EN 1990 Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet.
- 4 SFS-EN 1991, Eurokoodi 1: *Rakenteiden kuormat*. (10 osaa).
- 5 SFS-EN 1991-1-1 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat
- 6 SFS-EN 206-1 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus
- 7 SFS-EN 1992-1-2, Eurokoodi 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Rakenteiden palomitoitus*.
- 8 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Pilarit.

Lisäoppaita ja -ohjeita

- Tähän sarjaan sisältyy oppaat: *Eurokoodimitoituksen perusteet, Betonirakenteiden suunnitteluperusteet, Laatat, Palkit, Pilarit, Perustukset, Pilarilaatat ja Taipuma*. Nämä oppaat, muiden julkaisujen yksityiskoh-
tia ja lisätietoja voi ladata vapaasti kotisivuilta <http://www.betoni.com/> tai <http://www.eurocodes.fi/>
- Tietoja kaikista uusista eurokoodeista on kotisivuilla <http://www.eurocodes.fi/>

Alkuperäisen oppaan ovat julkaisseet BCA ja The Concrete Centre in the UK. Julkaisun kirjoittajat ovat R S Narayanan FREng ja O Brooker Beng, Ceng, MICE, MStructE. Julkaisun ovat kääntäneet ja sovittaneet suomalaiseseen käytäntöön Kari Silvennoinen, Tauno Hietanen ja Timo Tikanoja.

Julkaisija ja copyright: Rakennustuoteteollisuus RTT ry, betonteollisuus -jaosto (seuraavassa RTT/betoni), versio 3.3.2009.

Kaikki oikeudet pidätetään. Tämän julkaisun sisällön tai sen osan kopioiminen, siirtäminen, jakelu tai tallentaminen missä muodossa tahansa on kiellettyä ilman RTT/betonin etukäteistä kirjallista suostumusta.

RTT/betoni katsoo tässä julkaisussa esitettyjen ohjeiden ja tietojen pitävän paikkansa julkaisuajankohtana.

Vaikka RTT/betonin tarkoitus on, että tässä julkaisussa esitetyt ohjeet ja tiedot ovat virheettömiä ja ajan tasalla, kumpaakaan ei voida taata. Jos RTT/betonille ilmoitetaan julkaisussa olevista virheistä, ne korjataan tarkoituksenmukaisella menetelmällä.

Julkaisussa esitetyt mielipiteet ovat osittain alkuperäisen englanninkielisen version kirjoittaneiden esittämiä, eikä RTT/betoni ota vastuuta niistä.

Ohjeet ja tiedot on tarkoitettu päteville henkilöille, jotka pystyvät soveltamaan tässä julkaisussa annettuja ohjeita ja tietoja ja ymmärtämään niihin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun niiden soveltamisesta omassa työssään. RTT/betoni ei ole vastuussa mistään ohjeiden tai tietojen käytön aiheuttamasta suorasta tai epäsuorasta vahingosta.

Lukijoiden tulee ottaa huomioon, että RTT/betonin julkaisuja päivitetään ja varmistaa, että käytetään tämän julkaisun uusinta versiota.