

Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan

Osa 3: Laatat

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

([Hwww.europeanconcrete.eu/H](http://www.europeanconcrete.eu/H)) on hankkinut julkaisu-oikeudet 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.



Laattojen suunnittelu eurokoodeilla

Tämä opas käsittelee laattojen mitoitusta Eurokoodin EN 1992-1-1¹ mukaisesti. Eurokoodissa EN 1992-1-1 ei esitetä kaavoja tai erityisopastusta momenttien ja leikkausvoimien laskemiseen. Standardissa esitetään vain periaatesäännöt ja yksityiskohtainen soveltaminen esitetään muissa tietolähteissä kuten oppikirjoissa.

Tämän opassarjan ensimmäisessä osassa ”Eurokoodimitoituksen perusteet”² esitellään Eurokoodin EN 1992-1-1 ja nykyisen kansallisen käytännön eroja sekä sanastoa. Pilarilaattojen suunnittelua³ käsitellään erillisessä osassa.

Kun tämän julkaisun tekstissä on kansallisia parametreja, käytetään Suomen kansallisia parametreja (ks. <http://www.eurocodes.fi/>). Laattojen mitoitukseen liittyvät merkinnät on esitetty tämän oppaan lopussa.

Mitoitusmenettely

Laatan yksityiskohtainen mitoituksen kulku kuvataan taulukossa 1. Laatan paksuus oletetaan määrittetyksi luonnossuunnitteluvaiheessa. Yksityiskohtaiset ohjeet suunnittelusta käyttöiästä, kuormista, materiaaliominaisuuksista, analyysimenetelmistä, betonipeitteen vähimmäisarvosta säilyvyyden kannalta ja halkeamien leveyden rajoittamisesta esitetään oppaassa ”Betonirakenteiden suunnitteluperusteet”⁴.

Palonkestävyys

Eurokoodin EN 1992 osassa 1-2 ”Rakenteiden palomitoitus”⁵ kuvataan palonkestävyyden määrittämismenettelmät. Vaihtoehtoisesti mitoituksessa voidaan käyttää kehittyneitä laskentamenetelmiä, yksinkertaistettuja laskentamenetelmiä tai taulukkomitointia. Taulukkomitointi on käyttökelpoinen menetelmä laattojen vähimmäismittojen ja -betonipeitteiden määrittämiseen. Lisäohjeita kehittyneistä ja yksinkertaistetuista laskentamenetelmistä löytyy alan kirjallisuudesta.

Taulukkomitointi perustuu keskiöetäisyyden a nimellis-arvoihin vähimmäisbetonipeitteen sijasta. Keskiöetäisyys on pääraudoitustangon keskikohdan ja laatan pinnan välinen etäisyys. Se on nimellismitta (ei vähimmäismitta). Suunnittelijan tulee varmistaa, että $a = c_{nom} + \phi_{työtanko} + \phi_{päätanko}/2 \geq a_{vaad}$. Erityyppisten laattojen vähimmäismitat ja vaadittavat keskiöetäisyydet esitetään taulukossa 2.

Taulukko 1 Laatan mitoitusmenettely

Vaihe	Tehtävä	Lisäohjeita	
		Opassarja	Standardi
1	Määritetään suunniteltu käyttöikä	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1990 taulukko 2.1
2	Määritetään laattaan kohdistuvat kuormat	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1991 (10 osaa) ja kansalliset liitteet
3	Määritetään kuormayhdistelmät	Eurokoodimitoituksen perusteet	SFS-EN 1990 ja kansallinen liite
4	Määritetään kuormituskaaviot	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992-1-1 ja kansallinen liite
5	Arvioidaan säilyvyysvaatimukset ja määritetään betonin lujuusluokka	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 206-1 ja kansallinen liite
6	Tarkistetaan betonipeitevaatimukset palonkestoajan perusteella	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet ja tämän oppaan taulukko 2	SFS-EN 1992-1-2: kohta 5
7	Lasketaan vähimmäisbetonipeite säilyvyys-, tartunta- ja palonkestovaatimusten kannalta	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992-1-1 kohta 4.4.1
8	Tarkastellaan rakenne kriittisten momenttien ja leikkausvoimien löytämiseksi	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992-1-1 kohta 5
9	Mitoitetaan taiputusraudoitus	Ks. kuva 1	SFS-EN 1992-1-1 kohta 6.1
10	Tarkistetaan taipuma	Ks. kuva 3	SFS-EN 1992-1-1 kohta 7.4
11	Tarkistetaan leikkauskestävyys	Ks. taulukko 7	SFS-EN 1992-1-1 kohta 6.2
12	Tarkistetaan tankojako tai halkeamaleveys	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992-1-1 kohta 7.3

Taulukko 2 Teräsbetonilaattojen vähimmäismitat ja keskiöetäisyydet (lukuun ottamatta pilarilaattoja)

Standardipalonestävyys		Vähimmäismitat (mm)							
		Yhteen suuntaan kantava laatta ^{a,b}	Ristiin kantava laatta ^{a,b,c,d}			Ristiin kantavan ripalaatan rivat ^e			
			$l_y/l_x \leq 1,5^f$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2^f$		b_{min}			
REI 60	$h_s =$ $a =$	80 20	80 10 ^g	80 15 ^g	$b_{min} =$ $a =$	100 25	120 15 ^g	≥ 200 10 ^g	
REI 90	$h_s =$ $a =$	100 30	100 15 ^g	100 20	$b_{min} =$ $a =$	120 35	160 25	≥ 250 15 ^g	
REI 120	$h_s =$ $a =$	120 40	120 20	120 25	$b_{min} =$ $a =$	160 45	190 40	≥ 300 30	
REI 240	$h_s =$ $a =$	175 65	175 40	175 50	$b_{min} =$ $a =$	450 70	700 60	\square	

Huomautukset

- Tämä taulukko perustuu eurokoodin EN 1992-1-2 taulukoihin 5.8...5.11. Pilarilaattojen osalta viitataan oppaaseen "Pilarilaatat."
- Taulukko pätee vain, jos on noudatettu yksityiskohtien suunnitteluvaatimuksia (ks. huomautus 3) ja kun tavanomaisessa lämpötilassa mitoitustaivutusmomenttien uudelleen jakautuminen on korkeintaan 15 %.
- Kun palonkestävyyttä koskeva vaatimus on vähintään R90, edellytetään yläpinnan raudituksen poikkileikkausalan olevan jokaisen välituen kohdalla tuen keskiivivalta etäisyyteen $0,3l_{eff}$ asti vähintään seuraavan kaavan mukainen:
 $A_{s,req}(x) = A_{s,req}(0) (1 - 2,5(x/l_{eff}))$ jossa:
 x on poikkileikkauksen etäisyys tuen keskiliinjasta.
 $A_{s,req}(0)$ on poikkileikkauksessa murtorajatilassa vaadittava teräspinta-ala normaalilämpötilamitoituksessa.
 $A_{s,req}(x)$ on poikkileikkauksessa vaadittava minimi teräspinta-ala, kuitenkin vähintään normaalilämpötilamitoituksessa vaadittava teräspinta-ala.
 l_{eff} on tehollinen jännemitta. Jos viereisen jänteen tehollinen jännemitta on suurempi kuin tarkasteltavan kentän tehollinen jännemitta, käytetään laskennassa viereisen kentän tehollisen jännemitan arvoa.

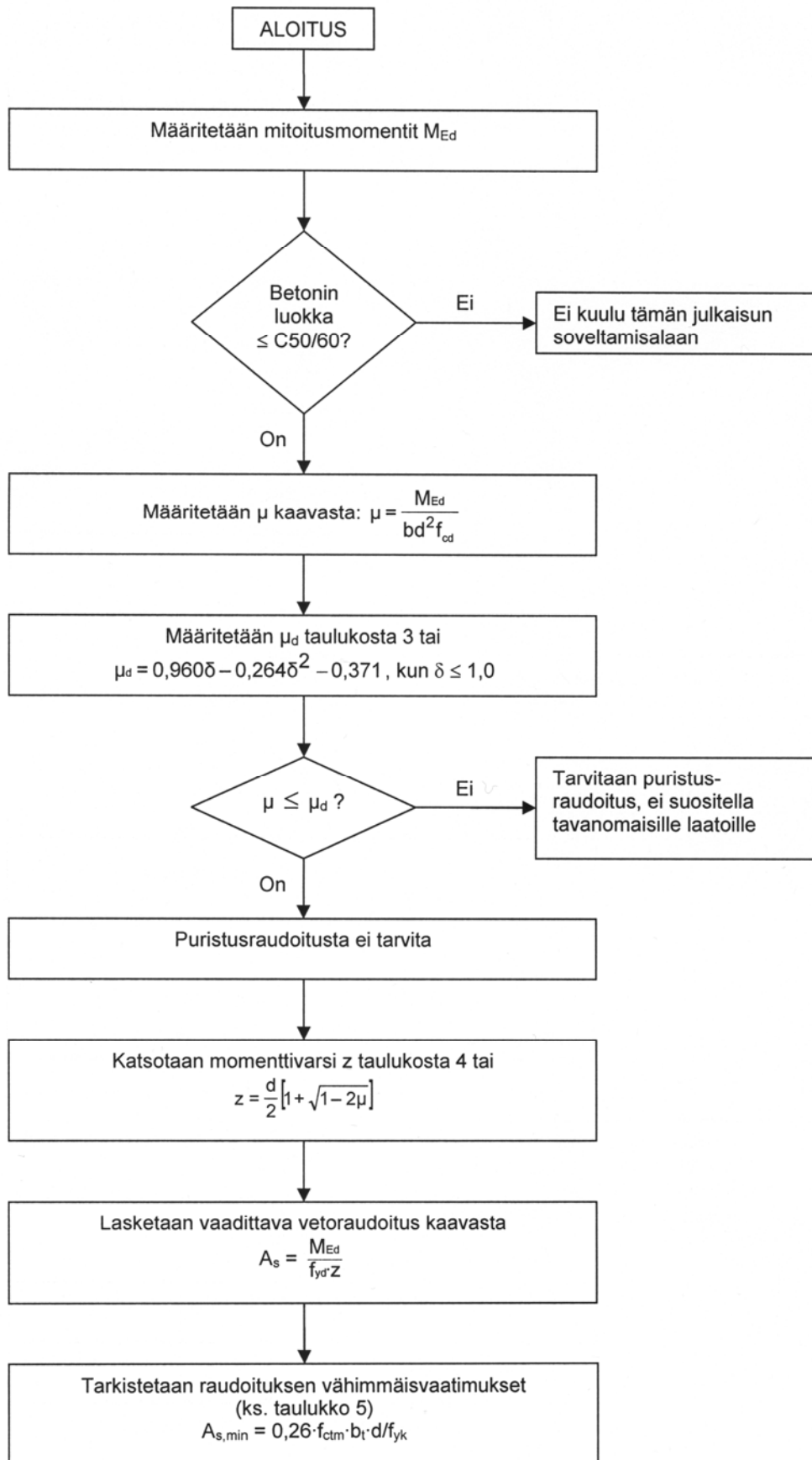
- Standardipalonestävyysvaatimuksia voi olla kantavuudelle R ja/tai osastoivuudelle EI:

R mekaaninen kestävyys kantavuuden kannalta
 E rakenteen tiiviys
 I eristävyys

- Yhteen suuntaan kantavan ripalaatan ripoja voidaan pitää palkkeina, ja viitataan oppaaseen "Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan. Palkit". Yläpintaa voidaan pitää ristiin kantavana laattana, kun $1,5 < l_y/l_x \leq 2$.

Merkinnät

- Laatan paksuus h_s on laatan paksuuden ja mahdollisen palamattoman lattianpäällysteen paksuuden summa.
- Jatkuvissa massiivilaatoissa raudituksen negatiivisen momentin kohdalla tulee olla vähintään $A_s \geq 0,005 A_c$ ja ulottua jatkuvana välitukien yli, jos
 - käytetään kylmämuokattua terästä tai
 - kaksiaukkoisen laatan reunatuilla ei ole kiinnitysmomenttia tai
 - kun kuorman vaikutusten poikittaista uudelleen jakautumista ei voida saavuttaa.
- Ristiin kantavissa laatoissa keskiöetäisyys tarkoittaa alemmaa raudituskerrosta.
- Termi 'ristiin kantava laatta' tarkoittaa neljältä reunalta tuettua laattaa. Ellei näin ole, laattoja pidetään yhteen suuntaan kantavina.
- Ristiin kantavaa ripalaattaa koskevat seuraavat huomautukset:
 Rivin poikittaisesta pinnasta mitattu raudituksen keskiöetäisyys tulee olla vähintään $(a + 10)$.
 Arvot ovat voimassa, kun kuormitus on pääasiassa tasaisesti jakautunut.
 Vähintään yhden reunan tulee olla jäykästi kiinnitetty.
 Yläpinnan raudituksen tulee olla laipan ylemmässä puoliskossa.
- l_x ja l_y ovat ristiin kantavan laatan jännemittoja (kahteen toisiaan vastaan kohtisuoraan suuntaan), jossa l_y on pitempi jännemitta.
- Yleensä eurokoodin EN 1992-1-1 vaatimukset määrittävät betonipeitteen paksuuden.



Kuva 1 Taivutusraudoituksen määrittäminen (Suomen kansallisen liitteen mukainen kaava δ :lle sekä arvot $\alpha_{cc} = 0,85$ ja $\gamma_c = 1,5$)

Taivutusmitoitus

Kuvassa 1 on esitetty taivutusmitoituksen kulku vuokaavion avulla. Kaavat perustuvat yksinkertaistettuun suorakaiteen muotoiseen jännitys jakaumaan eurokoodin EN 1992-1-1 mukaisesti. Lisätietoja ristiin kantavista laatoista ja ripa- tai arinalaatoista on sivuilla 6...8.

Taulukko 3 Suhteellisen momentin μ_d :n arvot hyödynnettäessä uudelleen jakautumista (sitkeysluokka B tai C)

% uudelleen jakautuminen	δ (uudelleen jakautumisen suhde)	μ_d
0	1,00	0,324
10	0,90	0,278
15	0,85	0,254
20	0,80	0,228
25	0,75	0,200
30	0,70	0,171

Taulukko 4 Suhde z/d suorakulmaisille poikkileikkauksille

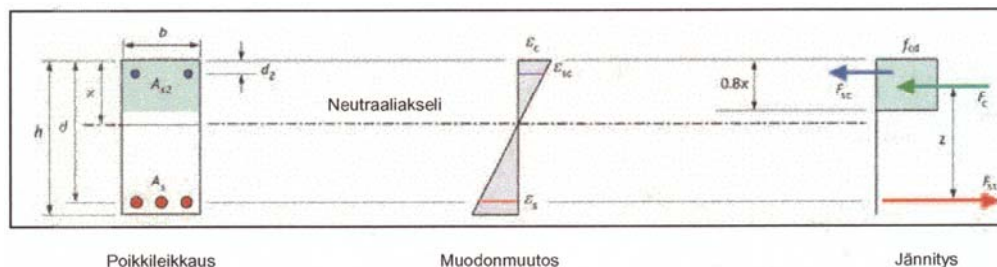
μ	z/d	μ	z/d
0,07	0,964	0,15	0,919
0,08	0,958	0,16	0,913
0,09	0,953	0,17	0,906
0,10	0,947	0,18	0,900
0,11	0,942	0,19	0,894
0,12	0,932		
0,13	0,930		
0,14	0,925		

Taulukko 5 Vähimmäisraudoitusmäärä

f_{ck}	f_{ctm}	Vähimmäisraudoitus % ($0,26f_{ctm}/f_{yk}^a$)
25	2,6	0,13
28	2,8	0,14
30	2,9	0,15
32	3,0	0,16
35	3,2	0,17
40	3,5	0,18
45	3,8	0,20
50	4,1	0,21

Merkinnät
a jossa $f_{yk} = 500$ MPa.

Eurokoodissa EN 1992-1-1 esitetään useita laskentamenetelmiä betonin jännitys muodonmuutos yhteydelle ja käytettävälle jännitys jakaumalle. Tässä oppaassa käytetään perinteistä yksinkertaistettua suorakaiteen muotoista jännitys jakaumaa (ks. kuva 2).



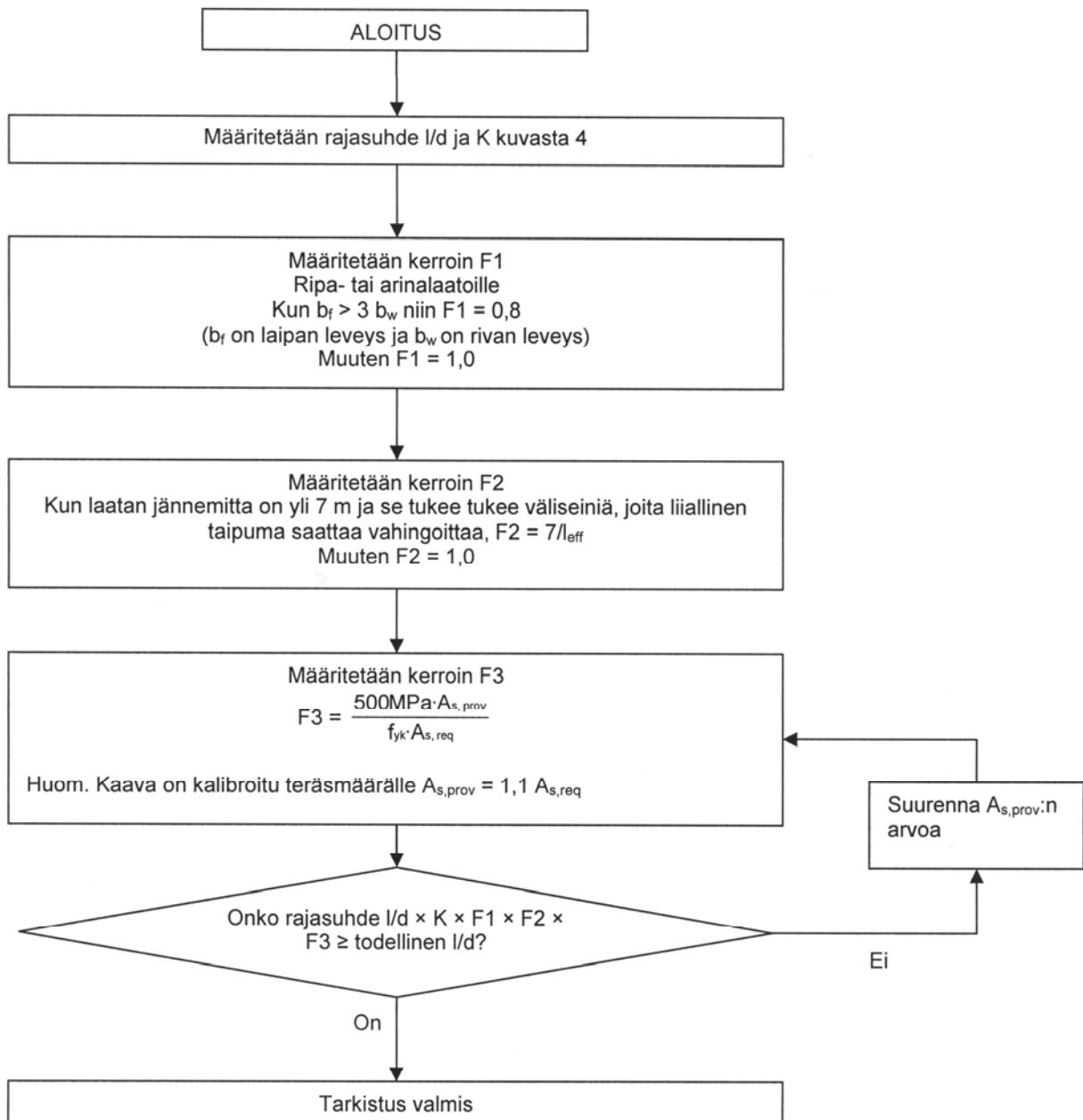
Kuva 2. Yksinkertaistettu suorakaiteen muotoinen jännitys jakauma eurokoodin EN 1992-1-1 mukaisesti, kun betonin lujuusluokka on korkeintaan C50/60.

Eurokoodin EN 1992-1-1 mukaan voidaan suunnitella betonirakenteita enintään luokkaan C90/105. Luokan C50/60 yläpuolella jännitys jakaumaa kuitenkin modifioidaan. Betonin mitoitus perustuu eurokoodeissa lieriölujuuteen kuutiolujuuden sijasta (esim. luokassa C28/35 lieriölujuus on 28 MPa ja kuutiolujuus 35 MPa).

Taipuma

Eurokoodissa EN 1992 on kaksi vaihtoehtoista menetelmää taipumatarkastelua varten. Vaihtoehtoisesti joko rajoitetaan jännemitan ja korkeuden suhdetta tai arvioidaan taipuman suuruus eurokoodin mukaisilla kaavoilla. Jälkimmäistä vaihtoehtoa käsitellään yksityiskohtaisesti tämän opassarjan oppaassa "Taipuma"⁶.

Jännemitan ja korkeuden suhteilla varmistetaan, että taipuma on korkeintaan jännemitta/250. Tämä menetely esitetään kuvassa 3.



Kuva 3 Taipuman arviointimenettely

Mitoitus leikkaukselle

Laatassa ei yleensä ole leikkausraudoitusta, joten on tarpeellista varmistaa vain, että leikkauskestävyys ilman leikkausraudoitusta ($V_{Rd,c}$, ks. taulukko 6) on suurempi kuin laattaan kohdistunut leikkausvoima. Kun leikkausraudoitusta tarvitaan kuten esimerkiksi ripalaatan ripoihin tehdään suunnittelu oppaan "Palkit"⁷ mukaan.

Ristiin kantava laatta

Eurokoodissa EN 1992-1-1 ei esitetä erityisohjeita ristiin kantavan laatan taivutusmomenttien määrittämiseen. Taivutusmomentit voidaan arvioida Eurokoodin 1992-1-1 kohdan 5 mukaisella sopivalla menetelmällä.

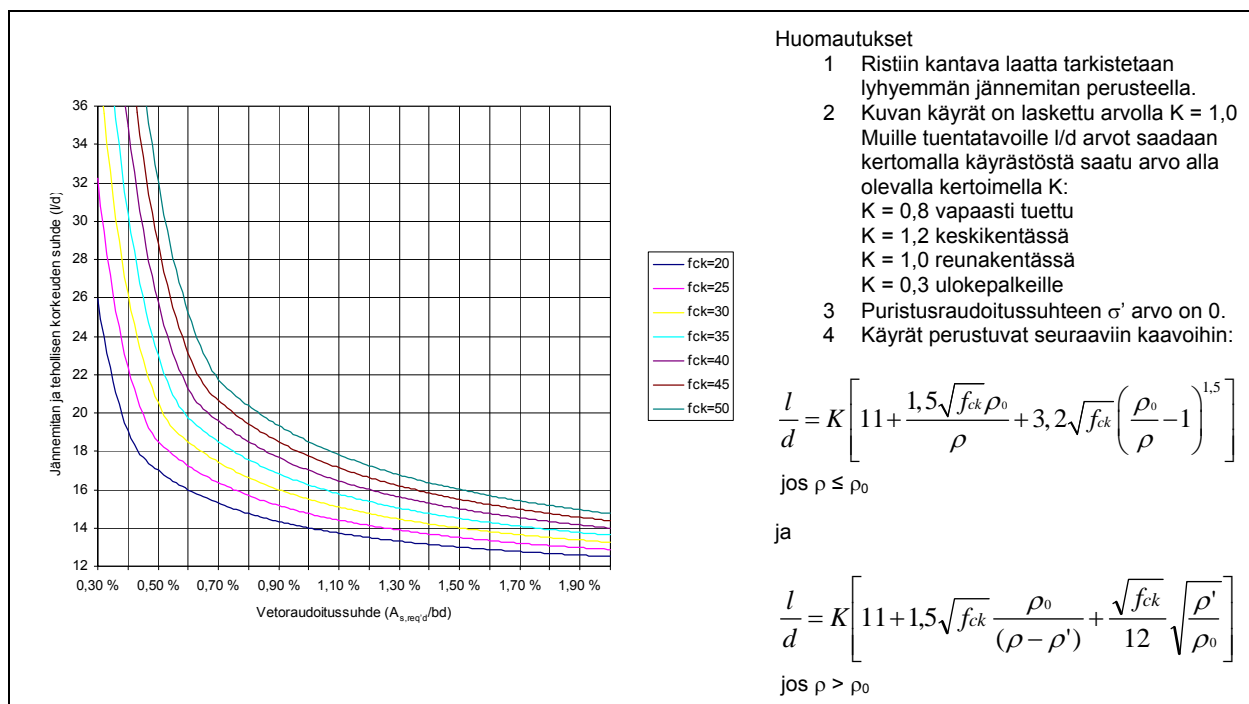
Taulukko 6 Leikkausraudoittamattomien rakenteiden leikkauskestävyys $v_{Rd,c}$

$\rho_l = A_s/(bd)$, %	Tehollinen korkeus, d (mm)										
	≤200	225	250	275	300	350	400	450	500	600	750
0,25	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
0,50	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,45
0,75	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51
1,00	0,75	0,72	0,71	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61	0,59	0,57
1,25	0,80	0,78	0,76	0,74	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61
1,50	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70	0,67	0,65
1,75	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,68
≥2,00	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71
k	2,000	1,943	1,894	1,853	1,816	1,756	1,707	1,667	1,632	1,577	1,516

Taulukkoarvot on laskettu kaavasta: $v_{Rd,c} = (0,18/\gamma_c) k (100\rho_l f_{ck})^{1/3} \geq 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5}$
jossa $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2$ ja $\rho_l = A_s/(bd) \leq 0,02$ ja $\gamma_c = 1,5$

Huomautus
1 Tässä taulukossa $f_{ck} = 30$.
2 Kun ρ_l on yli 0,40 %, käytetään seuraavia kertoimia:

f_{ck}	25	28	32	35	40	45	50
Kerroin	0,94	0,98	1,02	1,05	1,10	1,14	1,19

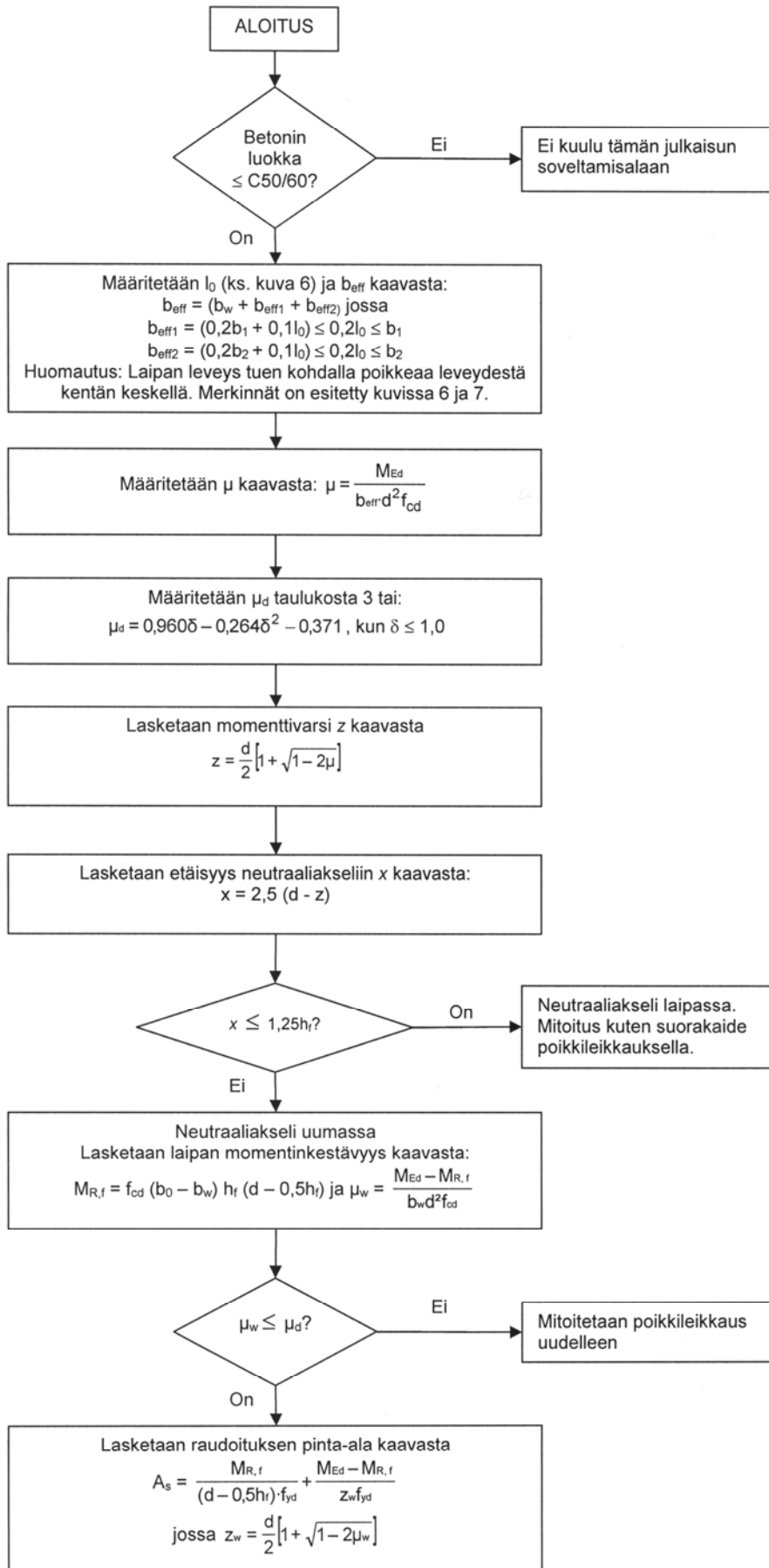


Kuva 4. Jännemitan ja tehollisen korkeuden rajasuhde

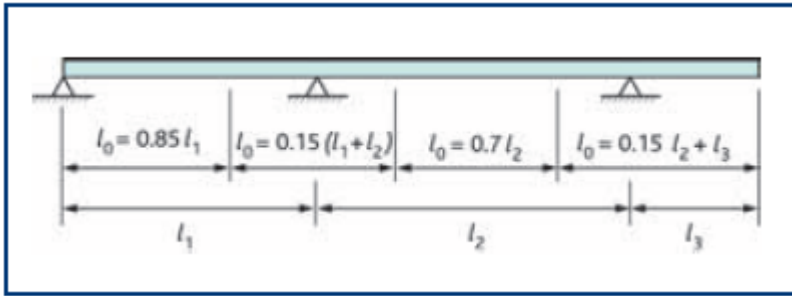
Ripa- tai arinalaatat

Ripa- tai arinalaattoihin kohdistuvien voimasuureiden määrittämisessä voidaan käyttää nykyisiä menetelmiä myös Eurokoodin EN 1992 mukaisessa mitoituksessa. Kun arinalaattaa tarkastellaan pilarilaattana, mitoitus tehdään oppaan "Pilarilaatat"³ mukaan.

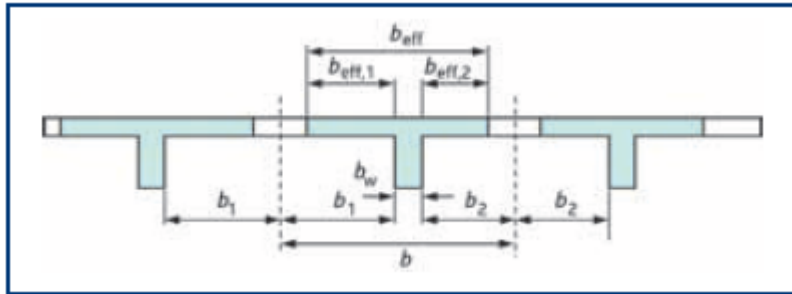
Tehollisen puristuspinnan korkeus ja raudoituksen pinta-ala lasketaan toimivan puristuspinnan leveyden mukaan (ks. kaavio kuvasta 6). Kun laatta on ohut, tarkistetaan laipan leikkautuminen mahdollisen poikittaisen lisäraudoituksen tarpeen selvittämiseksi (ks. eurokoodin EN 1992-1-1 kohta 6.2.4).



Kuva 5 Ripalaatan taivutuskestävyyden määrittäminen



Kuva 6 Mitan l_0 määrittäminen laipan tehollisen leveyden laskemista varten



Kuva 7 Laipan tehollisen leveyden parametrit

Raudoituksen määrä ja jakoväli

Pääraudoituksen vähimmäispinta-ala

Pääraudoituksen vähimmäispinta-ala pääsuunnassa on $A_{s,min} = 0,26 f_{ctm} b_t d / f_{yk}$, mutta vähintään $0,0013 b_t d$, jossa b_t on vetopuolen keskimääräinen leveys (ks. taulukko 5). T-poikkileikkauksessa, jonka laippa on puristettu, otetaan huomioon vain uuman leveys laskettaessa keskimääräisen leveyden b_t arvoa.

Jakoraudoituksen vähimmäispinta-ala

Poikittaisen jakoraudoituksen vähimmäispinta-ala on 20 % pääraudoituksen määrästä A_s . Tukien lähellä poikittainen rauditus ei ole tarpeellista, ellei ole poikittaista taivutusmomenttia.

Raudoituksen enimmäispinta-ala

Suomessa ei ole määrätty raudoituksen poikkileikkausalan enimmäisarvoa.

Raudoituksen vähimmäisjakoväli

Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla suurempi kuin

- raudoitustangon halkaisija
- kiviaineksen suurin raekoko + 3 mm
- 20 mm

Raudoituksen enimmäisjakoväli

Seuraavat raudoituksen enimmäisjakovälin säännöt ovat voimassa laatoille:

- pääraudoituksessa: $3h$, mutta korkeintaan 400 mm
- jakoraudoituksessa: $4h$, mutta korkeintaan 600 mm

joissa h on laatan korkeus

Maksimimomentin ja pistekuormien kohdalla laattojen raudoituksen enimmäisjakoväli on:

- pääraudoituksessa: $2h$, mutta korkeintaan 250 mm
- jakoraudoituksessa: $3h$, mutta korkeintaan 400 mm

joissa h on laatan korkeus

Merkintöjä

Tunnus	Määritelmä	Arvo
A_c	Betonin poikkileikkausala	bh
A_s	Vetorausoituksen poikkileikkausala	
A_{s2}	Puristusraudoituksen poikkileikkausala	
$A_{s, prov}$	Poikkileikkaukseen sijoitettu teräspinta-ala	
$A_{s, req'd}$	Poikkileikkauksessa murtorajatilassa vaadittava teräspinta-ala	
b_{eff}	Laipan toimiva leveys	
b_t	Vetopuolen keskimääräinen leveys	
b_{min}	Palkin tai rivan leveys	
b_w	Rivan uuman paksuus	
d	Tehollinen korkeus	
d_2	Tehollinen korkeus puristusraudoitukseen nähden	
f_{cd}	Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo	$\alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$
f_{ck}	Betonin lieriölujuuden ominaisarvo	
f_{ctm}	Betonin keskimääräinen vetolujuus	$0,30 f_{ck}^{2/3}$ lujuusluokille $f_{ck} \leq C50/60$ (eurokoodi SFS-EN 1992-1-1, taulukko 3.1)
h_f	Laipan paksuus	
h_s	Laatan paksuus	
K	Kerroin, jossa otetaan huomioon erilaiset tuentatavat taipumatarkasteluissa	Ks. kansallinen liite taulukko 7.4N
l_{eff}	Rakennesosan tehollinen jännemitta	Ks. kohta 5.3.2.2 (1)
l_0	Momentin nollakohtien välinen etäisyys	
l/d	Jännemitan ja korkeuden rajasuhde	
I_x, I_y	Ristiin kantavan laatan jännemitat	
M_{Ed}	Mitoitusmomentti murtorajatilassa	
x	Neutraaliakselin etäisyys poikkileikkauksen reunasta (puristuspuoleinen korkeus)	$(d - z)/0,4$
z	Momenttivarsi	

Tunnus	Määritelmä	Arvo
α_{cc}	Kerroin, jonka avulla otetaan huomioon puristuslujuuteen vaikuttavat pitkäaikaistekijät ja kuorman vaikuttamistavasta aiheutuvat epäedulliset tekijät	0,85
δ	Uudelleen jakautunut momentti jaettuna kimmoteorian mukaisella taivutusmomentilla	
γ_M	Materiaaliominaisuuksien osavarmuusluku	1,15 raudoitukselle (γ_s) 1,5 betonille (γ_c)
ρ_0	Raudoitussuhteen vertailuarvo	$\sqrt{f_{ck}} / 1000$
ρ	Mitoituskuormista kenttään (ulokkeiden tapauksessa tuelle) aiheutuvan momentin edellyttämä vetoraudoitussuhde	A_s/bd
ρ'	Mitoituskuormista kenttään (ulokkeiden tapauksessa tuelle) aiheutuvan momentin edellyttämä puristusraudoitussuhde	A_{s2}/bd

Viitteet

- 1 SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
- 2 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Eurokoodimitoituksen perusteet.
- 3 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Pilarilaatat.
- 4 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Betonirakenteiden suunnitteluperusteet.
- 5 SFS-EN 1992-1-2 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus.
- 6 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Taipuma.
- 7 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Palkit.

Alkuperäisen oppaan ovat julkaisseet BCA ja The Concrete Centre in the UK. Julkaisun ovat kirjoittaneet R M Moss BSc, PhD, Ceng, MICE, MStructE ja O Brooker BEng, CEng, MICE, MStructE. Julkaisun ovat kääntäneet ja sovittaneet suomalaiseen käytäntöön Kari Silvennoinen, Tauno Hietanen ja Timo Tikanoja.

Julkaisija ja copyright: Rakennustuoteteollisuus RTT ry, betoniteollisuus -jaosto (seuraavassa RTT/betoni), versio 1.3.2011.

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.

Muutoshistoria:

Versio	Muutos
3.3.2009	Taulukko 6: $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2 \rightarrow k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2$

Versio	Muutos
3.3.2009	Taulukko 1, vaihe 8: poistettu teksti "ja tämän oppaan taulukko 3"
25.1.2010	Sivu 8, Raudoituksen määrä ja jakoväli: 0,013b _t d → 0,0013b _t d