

Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan

Osa 4: Palkit

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 tyypillisten betonirakenteiden suunnittelussa tarvittavat avaintiedot ja selitykset.

Tämä julkaisusarja on laadittu alun perin Englannissa, ja sen on julkaissut UK Concrete Centre. European Concrete Platform (<http://www.europeanconcrete.eu/H>) 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.



Palkkien suunnittelu eurokoodeilla

Tämä opas käsittelee palkkien 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 on yleiskatsaus eurokoodimitoituksen perusteista ja sanasto.

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

Mitoitusmenettely

Palkkien yksityiskohtainen mitoituksen kulku esitetään taulukossa 1. Palkin koko oletetaan määrittetyksi luonnossuunnitteluvaiheessa. Luonnossuunnittelussa palkin koko voidaan määrittää samoilla säännöillä kuten aiemminkin. Yksityiskohtaiset ohjeet suunnittelusta käytöistä, kuormista, materiaaliominaisuuksista, analyysimenetelmistä, vähimmäisbetonipeitteestä säilyvyyden kannalta ja halkeamien leveyden rajoittamisesta esitetään oppaassa ”Betonirakenteiden suunnittelu-perusteet”⁴.

Palonkestävyys

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

Taulukkomitoitus perustuu keskiötäisyyden a nimellis-arvoihin vähimmäisbetonipeitteen sijasta (ks. kuva 1). Keskiötäisyys on pääraudoitustangon keskikohdan ja palkin pinnan välinen etäisyys. Se on nimellismitta (ei vähimmäismitta). Suunnittelija varmistaa, että

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

ja

$$a_{sd} = a + 10 \text{ mm} \geq a_{vaad},$$

jossa a_{sd} on keskiötäisyys sivupinnasta.

Taulukko 1 Palkin mitoitusmenettely

Vaihe	Tehtävä	Lisäohjeita	
		Opassarja "Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan"	Standardi
1	Määritetään suunniteltu käyttöikä	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1990 taulukko 2.1
2	Määritetään palkkiin 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 palonkesto- ajan perusteella	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet ja tämän oppaan taulukko 2	SFS-EN 1992-1-2: kohta 5
7	Lasketaan vähimmäisbetonipeite säilyvyys-, tar- tunta- 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	Mitoidetaan taivutusraudoitus	Ks. tämän oppaan kuva 2	SFS-EN 1992-1-1 kohta 6.1
10	Tarkistetaan leikkauskestävyys	Ks. tämän oppaan kuva 5	SFS-EN 1992-1-1 kohta 6.2
11	Tarkistetaan taipuma	Ks. tämän oppaan kuva 6	SFS-EN 1992-1-1 kohta 7.4
12	Tarkistetaan tankojako tai halkeamaleveys	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992-1-1 kohta 7.3

Taulukko 2 Teräsbetonipalkkien vähimmäismitat ja -keskiöetäisyydet palonkestävyyden kannalta.

Standardipalon- kestävyys		Vähimmäismitat (mm)							
		Mahdolliset yhdistelmät a ja b _{min} , jossa a on keskimääräinen keskiöetäisyys ja b _{min} on palkin leveys							
		Vapaasti tuetut palkit				Jatkuvat palkit			
		A	B	C	D	E	F	G	H
R 60	b _{min} = a =	120 40	160 35	200 30	300 25	120 25	200 12 ^a		
R 90	b _{min} = a =	150 55	200 45	300 40	400 35	150 35	250 25		
R 120	b _{min} = a =	200 65	240 60	300 55	500 50	200 45	300 35	450 35	500 30
R 240	b _{min} = a =	280 90	350 80	500 75	700 70	280 75	500 60	650 60	700 50

Huomautukset

1 Tämä taulukko on sama kuin eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 taulukot 5.5 ja 5.6.

2 Keskiöetäisyys a_{sd} palkin sivupinnasta nurkatankoon tulee olla a +10 mm, paitsi kun b_{min} on suurempi kuin sarakkeissa C ja F esitetty arvot tai rauditus on useammassa kerroksessa.

3 Taulukko pätee vain, jos on noudatettu yksityiskohtien suunnitteluvaatimuksia (ks. huomautus 4) ja kun tavanomaisessa lämpötilassa taivutusmomenttien uudelleen jakautuminen on korkeintaan 15 %.

4 Kun standardipalonkestävyyttä koskeva vaatimus on vähintään R90, edellytetään yläpinnan raudituksen poikkileikkausalan olevan jokaisen välituen kohdalla tuen keskiviivalta 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 keskilinjasta.

A_{s,req}(0) on poikkileikkauksessa murtorajatilassa vaadittava teräspinta-ala normaalilämpötilamitoituksessa.

A_{s,req}(x) on poikkileikkauksessa murtorajatilassa vaadittava teräspinta-ala, kuitenkin vähintään normaalilämpötilamitoituksessa vaadittava teräspinta-ala.

l_{eff} on tehollinen jännemitta. Jos viereisten jänteiden tehollinen jännemitta on suurempi, käytetään tätä arvoa.

5 Palonkestävyysluokissa R120 – R240 palkin leveyden ensimmäisen välituen kohdalla tulee olla vähintään sarakkeessa F esitetyn suuruinen, jos kumpikin seuraavista ehdoista on voimassa:

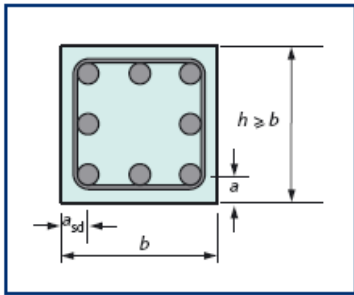
a reunatuilla ei ole kiinnitysmomenttia ja

b tavanomaisessa lämpötilassa V_{Ed} > 0,67 V_{Rd,max}.

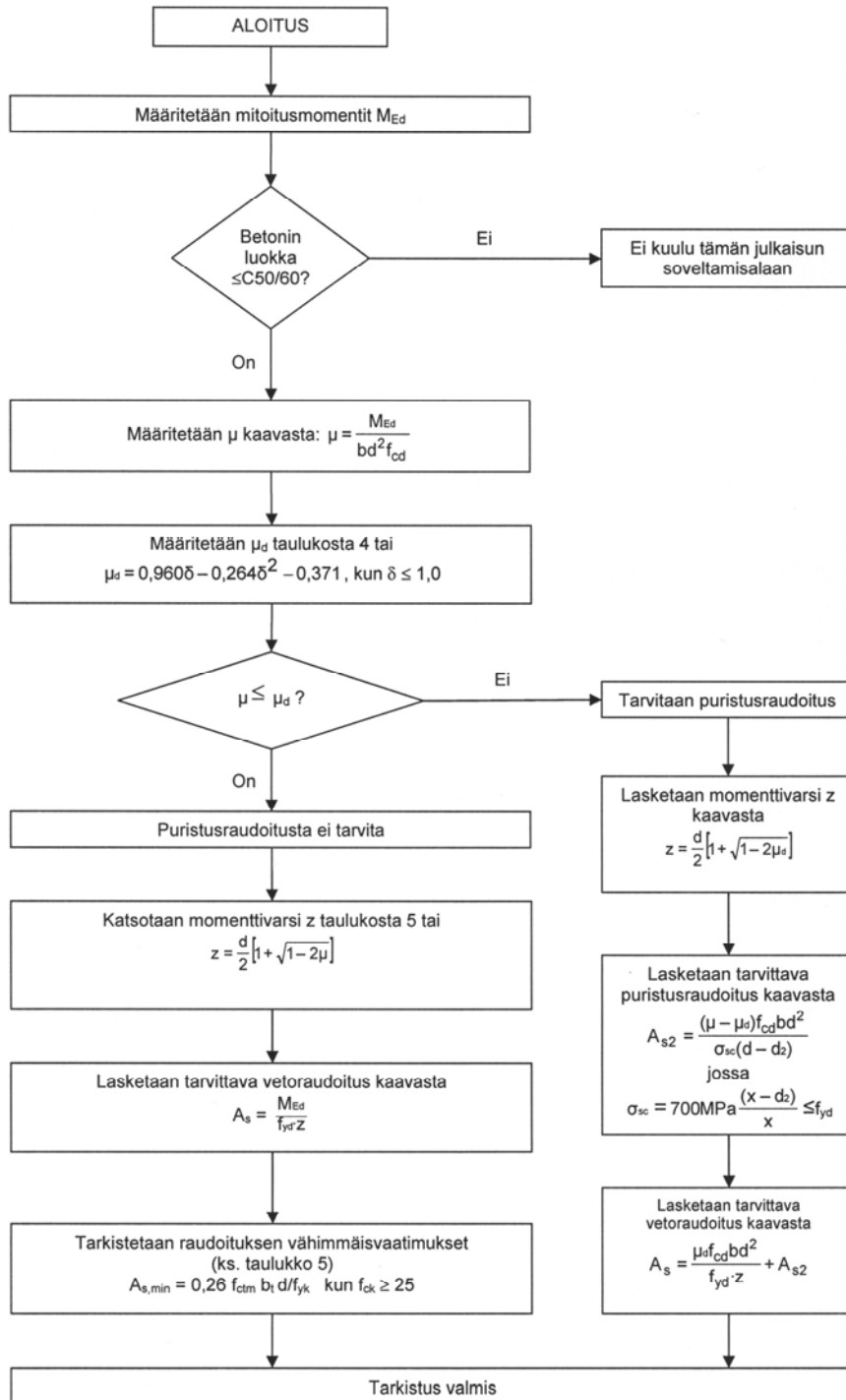
6 Palkeille, joiden uuman leveys vaihtelee, b_{min} tarkoittaa leveyttä vetoraudituksen painopisteessä

Merkintä

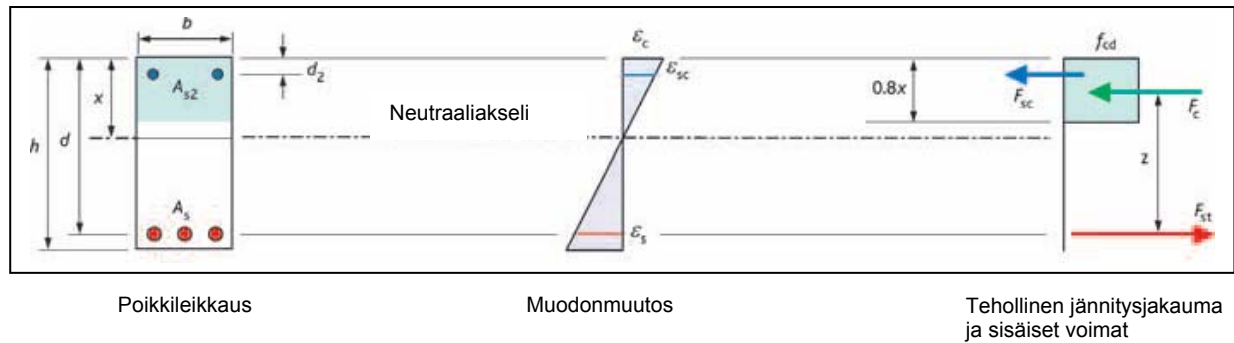
a Tavallisesti standardin EN 1992-1-1 edellyttämä betonipeitteen paksuus on määräävä.



Kuva 1 Rakenneosan poikkileikkaus, jossa on esitetty nimelliset keskiöetäisyydet a ja a_{sd} .



Kuva 2 Taivutusraudoituksen määrittäminen (Suomen kansallisen liitteen mukainen kaava δ :lle sekä arvot $\alpha_{cc} = 0,85$ ja $\gamma_c = 1,5$)



Kuva 3 Yksinkertaistettu suorakaiteen muotoinen tehollinen jännitys jakauma eurokoodin EN 1992-1-1 mukaisesti, kun betonin lujuusluokka on korkeintaan C50/60.

Taivutus

Kuvassa 2 on esitetty taivutusmitoituksen kulku vuokaavion avulla. Mitoituskaavat perustuvat yksinkertaistettuun suorakaiteen muotoiseen teholliseen jännitys jakaumaan eurokoodin EN 1992-1-1 mukaisesti.

Taulukko 3 Suhteellisen momentin μ_d :n arvot hyödynnettäessä uudelleen jakautumista

% 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

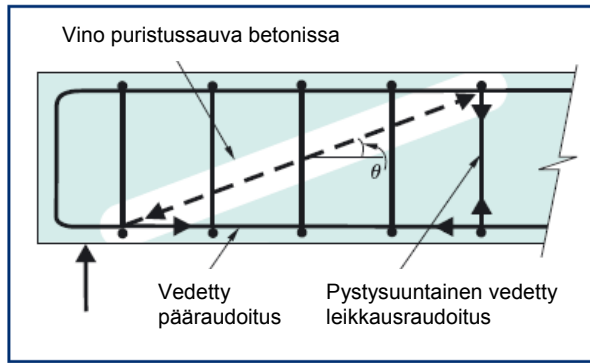
Taulukko 4 Suhde z/d raudoitetuille suorakulmaisille poikkileikkauksille

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	0,196	0,890
0,13	0,930		
0,14	0,925		

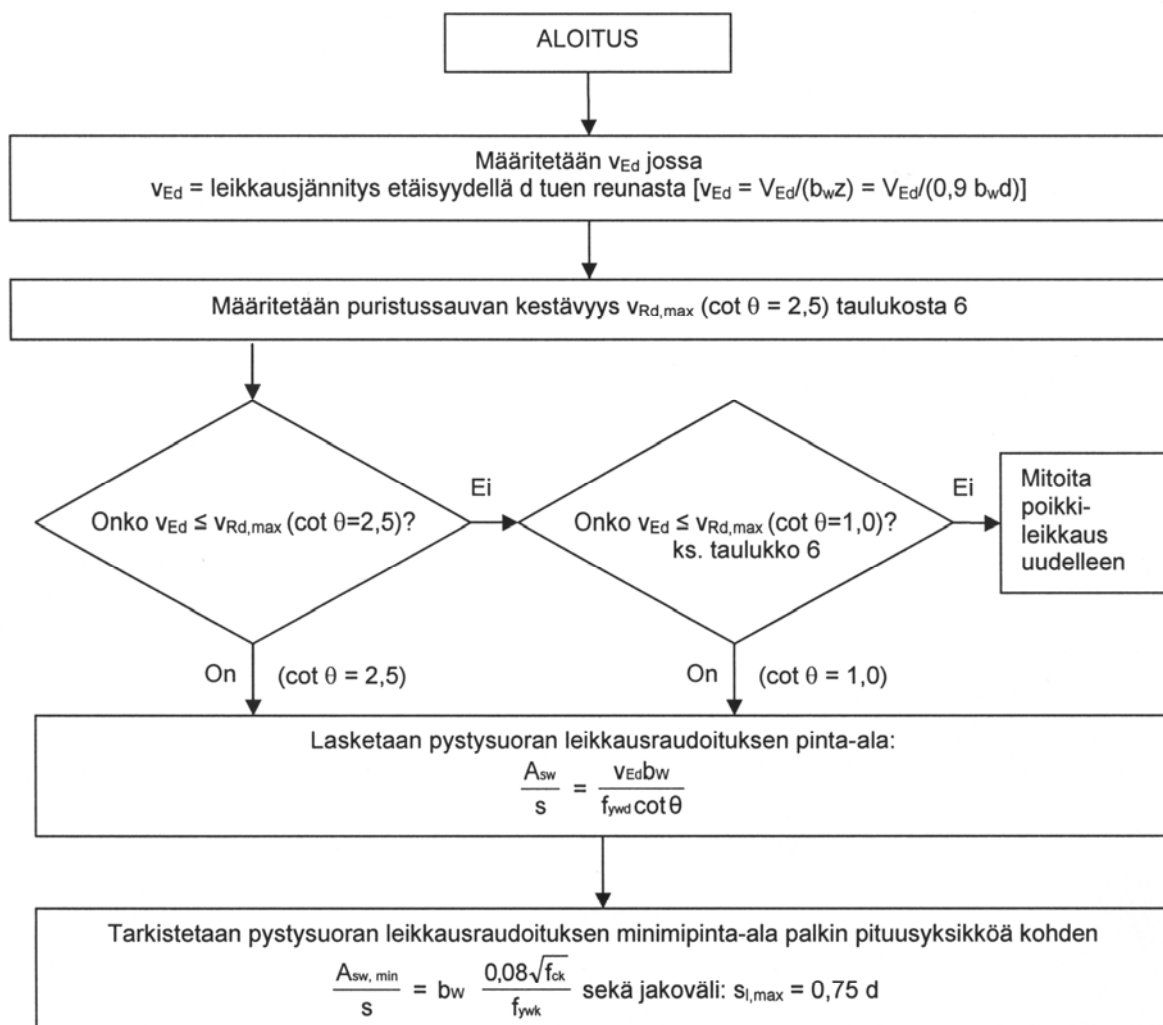
Taulukko 5 Vähimmäisraudoitusmäärä

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.



Kuva 4 Ristikkomalli leikkausmitoituksessa



Kuva 5 Pystysuoran leikkausraudoituksen määrittäminen

Taulukko 6 Vinon puristussauvan enimmäiskestävyys jännityksenä sauvan kaltevuuskulman mukaan

f_{ck}	$v_{Rd,max}(cot \theta = 2,5)$	$v_{Rd,max}(cot \theta = 1,0)$
20	2,16	3,13
25	2,64	3,83
30	3,10	4,49
35	3,53	5,12
40	3,94	5,71
45	4,33	6,27
50	4,69	6,80

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 3).

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).

Leikkauskestävyys

Eurokoodissa SFS-EN 1992-1-1 leikkauskestävyys määritetään ristikkomallilla, jossa puristussauvan kaltevuuskulma voidaan valita tietylle välille. Ristikkomallissa leikkausvoima siirretään kokonaan betonin vinoilla puristussauvoilla ja pystysuorana vetosauvana toimii leikkausraudoitus.

Betonin puristussauvojen kulma riippuu leikkausvoiman suuruudesta (ks. kuva 4). Kuvassa 5 on esitetty vuo-kaavion avulla menettely poikkileikkauksen leikkauskestävyyden määrittämiseen. Eurokoodissa EN 1992-1-1 leikkauskestävyys on esitetty leikkausjännityksenä pystytasossa leikkausvoiman sijasta. Yleensä palkeille käytetään betonin puristussauvojen vähimmäiskulmaa ($cot \theta = 2,5$ tai $\theta = 21,8^\circ$). Esimerkiksi lujuusluokassa C30/37 betonin puristussauvojen kulma on valittava suuremmaksi kuin $21,8^\circ$, kun leikkausjännitys on suurempi kuin $3,10 \text{ N/mm}^2$ (ks. taulukko 6). Leikkauskestävyyden mitoitusarvon yläraja $v_{Rd,max}$ riippuu vinon puristussauvan kulmasta. $v_{Rd,max}$:n suurin arvo saavutetaan, kun $\theta = 45^\circ$.

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 jaettuna luvulla 250. Tämä menettely on esitetty kuvassa 6.

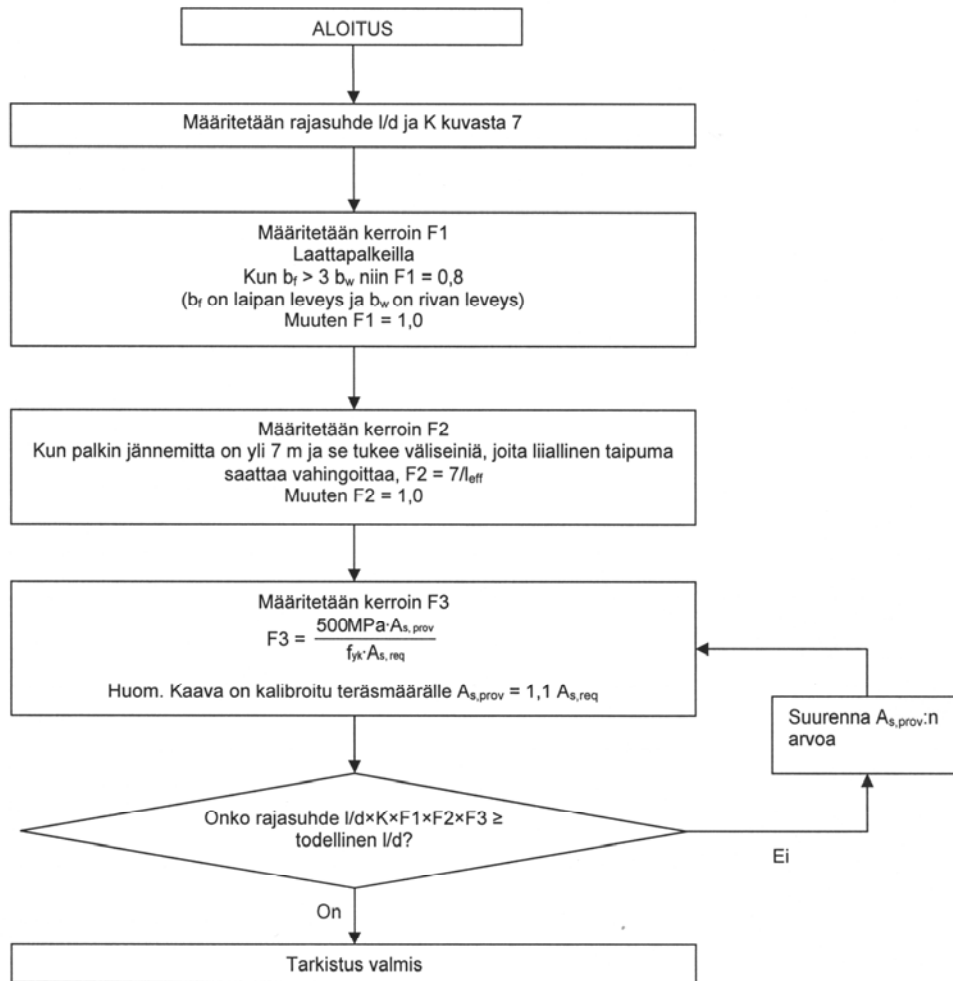
Laattapalkit

Laattapalkin laipan leveys määritetään kuvien 8 ja 9 mukaan. Eurokoodissa EN 1992-1-1 esitetään menetelmä, jolla laipan ja uuman välinen leikkauskestävyys voidaan laskea sekä määrittää tarvittava poikittainen raudoitus.

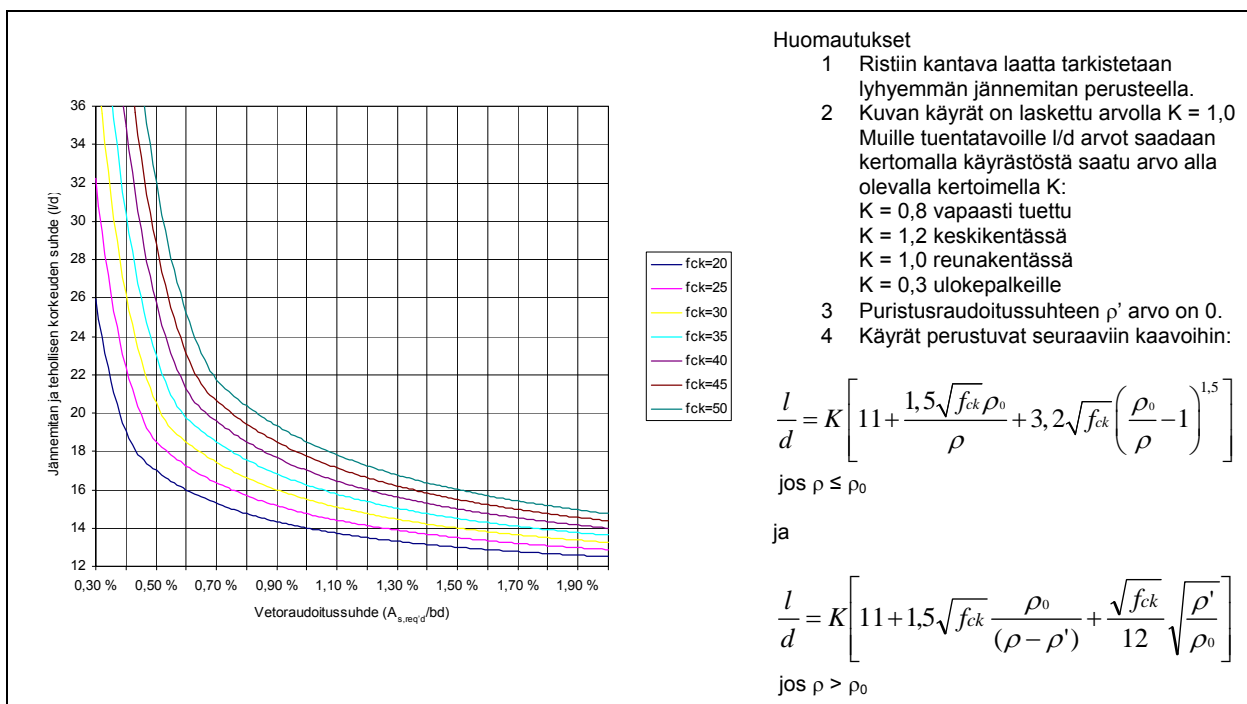
Neutraaliakselin sijainti määritetään ja laskennassa otetaan huomioon, onko neutraaliakseli laipassa vai uumassa. Tehollisen puristus pinnan korkeus ja raudoituksen pinta-ala lasketaan toimivan puristus pinnan leveyden mukaan (ks. kuva 10).

Tukien kohdalla yläpinnan vetoraudoitus jaetaan laipan koko toimivalle leveydelle, kuten kuvassa 11 on esitetty.

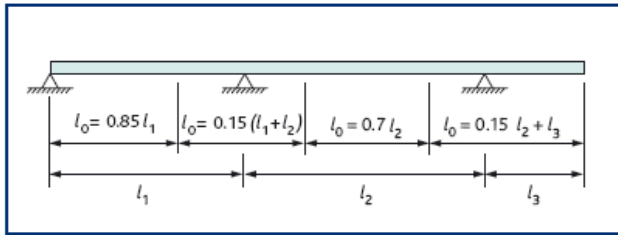
Jännemitan ja korkeuden suhteeseen perustuvassa taipumatarkastelussa käytetään vetoraudoitussuhdetta, joka perustuu vetoteräksen keskikohdan yläpuolella olevan betonin poikkileikkauksalaan.



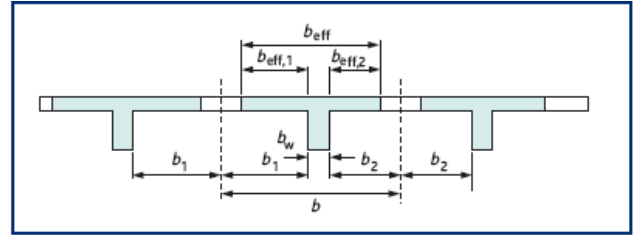
Kuva 6 Taipuman arviointimenettely



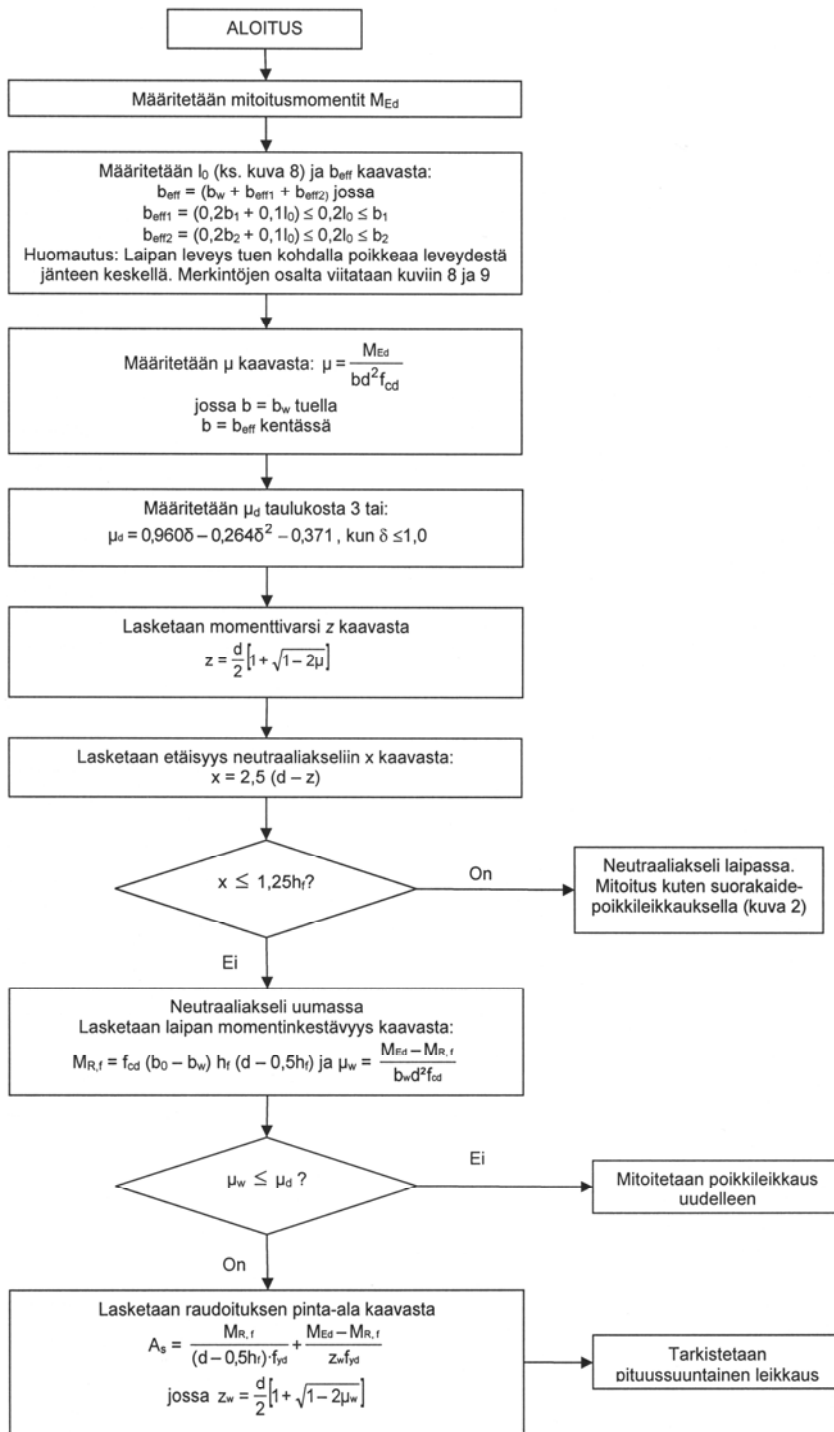
Kuva 7 Jännemittan ja tehollisen korkeuden rajasuhde



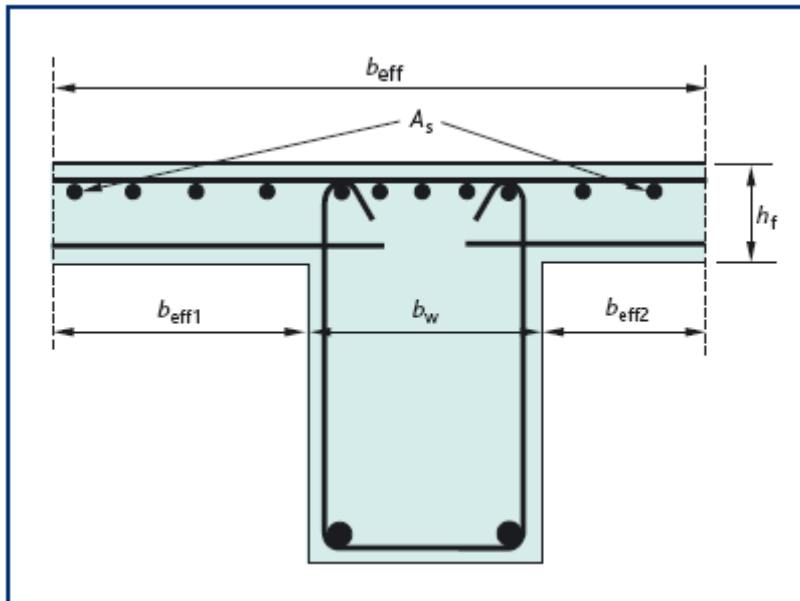
Kuva 8 Laipan toimivan leveyden laskemisessa käytettävä momentin nollakohtien väli l_0



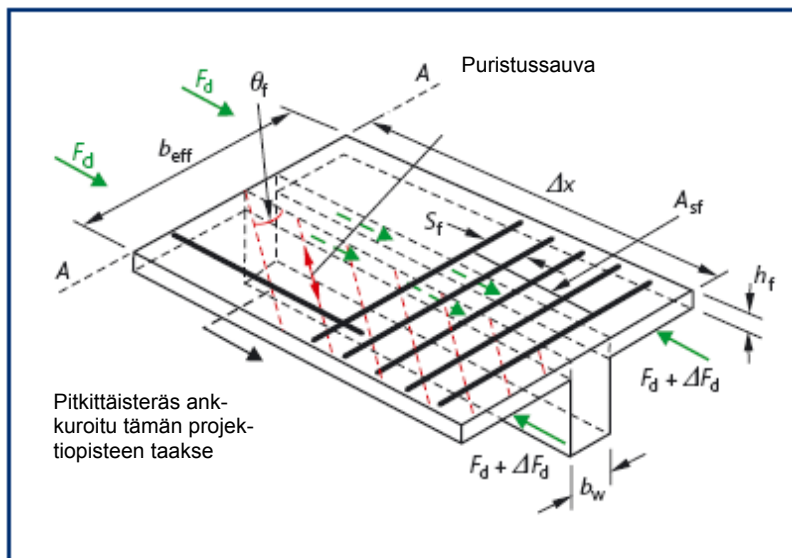
Kuva 9 Laipan toimivan leveyden parametrit



Kuva 10 Laattapalkkien taivutuskestävyyden laskenta (Suomen kansallisen liitteen mukainen kaava δ :lle sekä arvot $\alpha_{cc} = 0,85$ ja $\gamma_c = 1,5$)



Kuva 11 Yläpinnan vetorausituksen sijoitus laattapalkissa

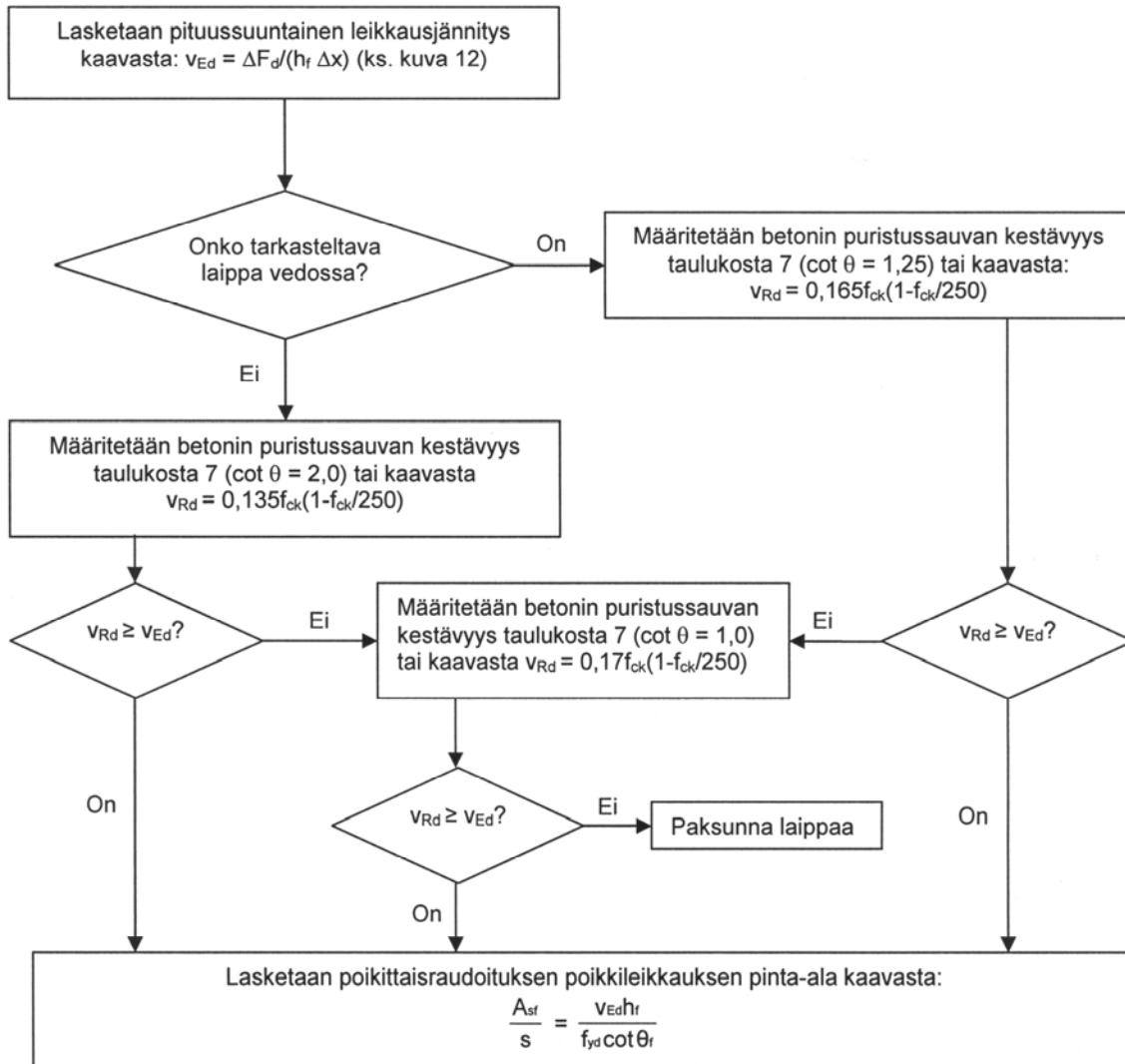


Kuva 12 Merkinnät laipan ja uuman välisessä leikkaustarkastelussa

Laipan leikkautuminen

Leikkausjännitys laipan ja uuman välillä määritetään eurokoodin EN 1992-1-1 kohdan 6.2.4 ja kuvan 6.7 mukaisesti (tässä julkaisussa kuva 12). Puristusvoiman muutos laipassa arvioidaan momentin ja momentti-varren avulla. Eurokoodin EN 1992-1-1 mukaisesti enimmäispituus, jota voidaan käyttää tarkastelussa, on puolet momentin maksimi- ja nollakohtien välisestä etäisyydestä. Suurin leikkausvoima vaikuttaa kohdassa, jossa momentti ja siten myös laipan puristusvoimavoima muuttuu eniten. Tasaisesti kuormitetussa jatkuvassa palkissa laipan ja uuman välinen leikkausvoima on suurimmillaan välituen lähellä.

Kuvassa 13 on vuokaavio pituussuuntaisen leikkauskestävyyden laskennasta. Laatan poikittainen rauditus on usein riittävä leikkausvoimien kannalta. Tarkistuksella varmistetaan, että erityisen ohuissa laipoissa on riittävä rauditus. Pituussuuntainen leikkauskestävyys perustuu samaan ristikkomalliin, joka kuvattiin kohdassa ”Pystysuuntainen leikkaus”.



Kuva 13 Laattapalkkien pituussuuntaisen leikkauskestävyyden laskenta (Suomen kansallisen liitteen arvoilla).

Taulukko 7 Laattapalkkien betonin puristussauvojen pituussuuntainen leikkauskestävyys

f_{ck}	$v_{Rd,max}$		
	Laippa puristuksessa (cot $\theta_f = 2,0$)	Laippa vedossa (cot $\theta_f = 1,25$)	Laippa vedossa tai puristuksessa (cot $\theta_f = 1,0$)
20	2,50	3,05	3,13
25	3,05	3,73	3,83
30	3,58	4,38	4,49
35	4,09	4,99	5,12
40	4,56	5,57	5,71
45	5,01	6,12	6,27
50	5,43	6,63	6,80

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 $0,0013b_t d$, jossa b_t on vetopuolen keskimääräinen leveys (ks. taulukko 5). T-palkissa, jonka laippa on puristettu, otetaan huomioon vain uuman leveys laskettaessa keskimääräisen leveyden b_t arvoa.

Pääraudoituksen enimmäispinta-ala

Suomessa ei ole määrätty raudoituksen poikkileikkausalan enimmäisarvoa. Rakenteen tulee kuitenkin murtaa sitkeästi ja vetoraudoituksen tulee myödetä ennen murtoa.

Raudoituksen vähimmäisjakoväli

Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla suurempi kuin

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

Merkintöjä

Tunnus	Määritelmä	Arvo
A_c	Betonin poikkileikkausala	bh
A_s	Vetoraudoituksen 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 rivin leveys	
b_w	Poikkileikkauksen leveys tai laipallisten palkkien uuman paksuus	
d	Tehollinen korkeus	
d_2	Tehollinen korkeus puristusraudoitukseen nähden	
f_{cd}	Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo	$\alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$, kun $f_{ck} \leq C50/60$
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	
K	Kerroin, jossa otetaan huomioon erilaiset tuentatavat taipumatarkasteluissa	Ks. kansallinen liite taulukko 7.4N
l_{eff}	Rakenneosan tehollinen jännemitta	Ks. kohta 5.3.2.2 (1)
l_0	Momentin nollakohtien välinen etäisyys	
l/d	Jännemitan ja korkeuden rajasuhde	
M	Mitoitusmomentti murtorajatilassa	
x	Neutraaliakselin etäisyys poikkileikkauksen reunasta	$(d - z)/0,4$
x_{max}	Korkeuden raja-arvo neutraaliakseliin nähden	$(\delta - 0,4)d$, jossa $\delta \leq 1,0$
z	Momenttivarsi	
α_{cc}	Kerroin, jonka avulla otetaan huomioon puristuslujuuteen vaikuttavat pitkäaikaistekijät ja kuorman vaikuttamistavasta aiheutuvat epäedulliset tekijät	0,85 (Suomen kansallinen liite)
δ	Uudelleen jakautunut momentti jaettuna kimmoteorian mukaisella taivutusmomentilla	
γ_m	Materiaaliominaisuuksien osavarmuusluku	1,15 raudoitukselle (γ_s) 1,5 betonille (γ_c)

Tunnus	Määritelmä	Arvo
ρ_0	Raudoitussuhteen vertailuarvo	$\sqrt{f_{ck}} / 1000$
ρ	Mitoituskuormista jänteen puoliväliin (ulokkeiden tapauksessa tuelle) aiheutuvan momentin edellyttämä vetoraudoitussuhde	A_s/bd
ρ'	Mitoituskuormista jänteen puoliväliin (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, Betonirakenteiden suunnitteluperusteet.
- 4 SFS-EN 1992-1-2 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus.
- 5 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Taipuma.

Lisäoppaita ja -ohjeita

- Tähän sarjaan sisältyy oppaat: *Eurokoodimitoituksen perusteet, Betonirakenteiden suunnitteluperusteet, Laatat, Palkit, Pilarit, Perustukset, Pilarilaatat ja Taipuma*. Nämä oppaat, muiden julkaisujen yksityiskohtia 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 ovat kirjoittaneet R M Moss BSc, PhD, Ceng, MICE, MIStructE ja O Brooker BEng, CEng, MICE, MIStructE. 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), 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
20.3.2009	Taulukko 6: $f_{ck} = 25$ ja $v_{Rd,max}(cot \theta = 2,5)$: 3,64 → 2,64
28.1.2010	Sivu 10, Raudoituksen määrä ja jakoväli: $0,013b_t d \rightarrow 0,0013b_t d$