

Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan

Osa 1: Eurokoodimitoituksen perusteet

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 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.



Eurokoodijärjestelmä

Tässä oppaassa esitetään kuinka eurokoodia EN 1992¹ käytetään muiden eurokoodien kanssa. Pääpaino on osan EN 1990 ”Rakenteiden suunnitteluperusteet²” ja EN 1991 ”Rakenteiden kuormat³” kuormien mitoitusarvojen määrittämisprosessien esittelyssä. Oppaassa on myös lyhyt katsaus eurokoodien ja Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B4 välisistä merkittävistä eroista sekä lyhyt eurokoodisanasto.

Eurokoodien laatiminen aloitettiin vuonna 1975, ja ne julkaistiin ensin esistandardeina 1990-luvun alkupuolella. Eurokoodit edustavat viimeisintä teknistä kehitystä rakennesuunnittelua koskevissa ohjeissa. Eurokoodien pääosia on kymmenen, ja niiden soveltamisalaan kuuluvat kaikki tärkeimmät rakennemateriaalit (ks. kuva 1). Eurokoodit korvaavat nykyiset kansalliset standardit ja suunnitteluohjeet 28 Euroopan maassa.

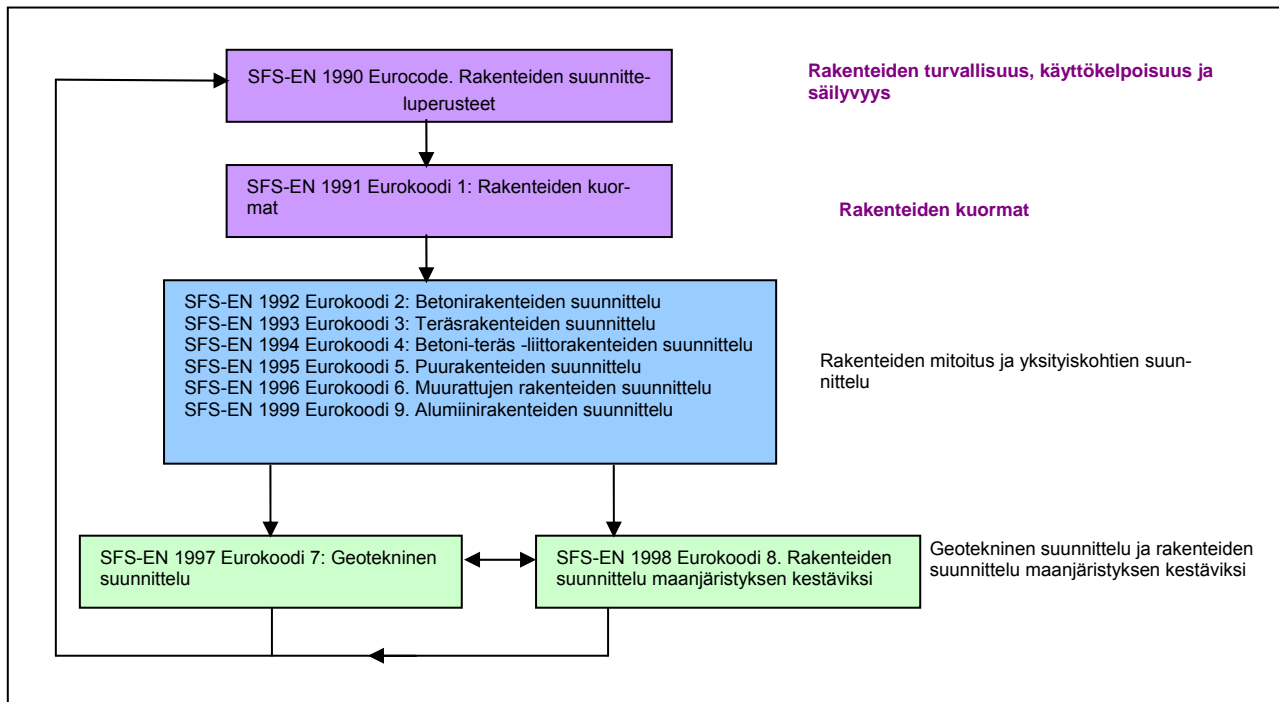
Eurokoodit on laadittu eurooppalaisen standardisointijärjestön CENin toimesta. Jokaisen maan on julkaistava eurokoodit kansallisesti. Eurokoodissa on kansallinen otsikkosivu, jonka jäljessä on CENin laatima alkuperäinen eurokooditeksti. Kansallinen liite (NA) voi olla asiakirjan lopussa (ks. kuva 2) tai se julkaistaan erikseen kuten Suomessa. Tässä julkaisusarjassa käytetään Suomen kansallisten liitteiden mukaisia parametreja.

Taulukossa 1 on esitetty mitkä nykyisistä betonirakenteiden suunnitteluohjeista korvataan uusilla eurokoodeilla. Jos eurooppalaisia standardeja ei ole vielä julkaistu, sovelletaan käyttöönottovaiheen aikana olemassa olevia standardeja ja ohjeita.

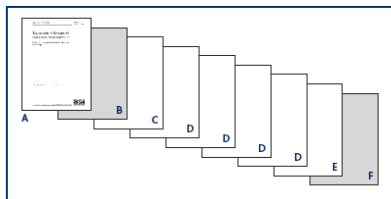
Edut siirtymisestä eurokoodeihin

Siirtyminen eurokoodeihin vaatii suunnittelijalta aikaa ja työtä. Mitä etuja saavutetaan?

1. Eurokoodit edustavat viimeisintä teknistä kehitystä suunnitteluohjeissa
2. Eurokoodit ovat johdonmukaisia ja ne on laadittu toistoa välttämällä
3. EN 1992 ei ole niin rajoittava kuin monet nykyiset kansalliset normit
4. EN 1992 on laaja-alaisempi kuin nykyiset normit
5. Eurokoodien käyttö antaa suunnittelijoille enemmän mahdollisuuksia työskennellä koko Euroopassa
6. Euroopassa viranomaisten on sallittava eurokoodien käyttö kaikkien julkisten hankkeiden suunnittelussa.



Kuva 1 Eurokoodit



- A Kansallinen otsikkosivu
- B Kansallinen esipuhe (ei Suomessa)
- C CENin otsikkosivu
- D Pääteksti
- E Liitteet
- F Kansallinen liite (Suomessa erillinen julkaisu)

Kuva 2 Eurokoodistandardin rakenne

Taulukko 1 Betonia koskevat eurokoodit ja niitä vastaavat nykyiset määräykset ja ohjeet

Eurokoodi	Otsikko	Korvatut viranomaismääräykset ja -ohjeet
SFS-EN 1990	Rakenteiden suunnitteluperusteet	RakMK B1
SFS-EN 1991-1-1	Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat	RakMK B1
SFS-EN 1991-1-2	Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset	RakMK B4
SFS-EN 1991-1-3	Lumikuormat	RakMK B1
SFS-EN 1991-1-4	Tuulikuormat	RakMK B1
SFS-EN 1991-1-5	Lämpötilakuormat	RakMK B4
SFS-EN 1991-1-6	Toteuttamisen aikaiset kuormat	RakMK B1
SFS-EN 1991-1-7	Onnettomuuskuormat	RakMK B4
SFS-EN 1991-2	Siltojen liikennekuormat	Tiehallinnon ohjeet
SFS-EN 1991-3	Nostureiden ja muiden koneiden aiheuttamat kuormat	—
SFS-EN 1991-4	Siilojen ja säiliöiden kuormat	—
SFS-EN 1992-1-1	Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt	RakMK B4
SFS-EN 1992-1-2	Betonirakenteiden palomitoitus	RakMK B4
SFS-EN 1992-2	Betonisillat	Tiehallinnon ohjeet
SFS-EN 1992-3	Nestesäiliöt ja silot	—
SFS-EN 1997-1	Geotekninen suunnittelu. Yleiset säännöt	RakMK B3
SFS-EN 1997-2	Geotekninen suunnittelu. Pohjatutkimus ja koestus	—
SFS-EN 1998	Rakenteiden suunnittelu maanjäristyksen kestäviksi. (6 osaa)	—

Eurokoodi EN 1990: Rakenteiden suunnitteluperusteet

Eurokoodi EN 1990 käsittelee rakenteiden suunnitteluperusteita rakennusmateriaalista riippumatta. EN 1990 määrittelee periaatteet ja vaatimukset rakenteiden turvallisuudelle, käyttökelpoisuudelle ja säilyvyydelle. Eurokoodissa käytetään tilastollista lähestymistapaa määrittäessä eri kuormien samanaikaista vaikutusta, jotta kuormayhdistelmien arvot olisivat mahdollisimman todellisia.

Eurokoodissa EN 1990 on uusia määritelmiä (ks. sanasto) ja merkintöjä (ks. taulukot 2a ja 2b), joita käytetään myös tässä oppaassa. Kuormien osavarmuusluvut esitetään eurokoodissa EN 1990, kun taas materiaalien osavarmuusluvut esitetään materiaalikohtaisissa eurokoodeissa.

Edustavat arvot

Jokaiselle muuttuvalle kuormalle on neljä edustavaa arvoa. Kuormaa ensisijaisesti edustava arvo on ominisarvo, joka voidaan määrittää tilastollisesti. Jos tilastollista tietoa ei ole, käytetään nimellisarvoa. Muut edustavat arvot ovat yhdistelyarvo, tavallinen arvo ja pitkäaikaisarvo. Nämä saadaan ominisarvosta kertoimilla ψ_0 , ψ_1 ja ψ_2 (ks. kuva 3). ψ -kertoimet vaihtelevat hyötykuorman tyyppin mukaan (ks. taulukko 3). Kertoimet on johdettu puolitilastollisella menetelmällä. Lisätietoja ψ -kertoimien johtamisesta on eurokoodin EN 1990 liitteessä C.

Kuorman yhdistelyarvo ($\psi_0 \cdot Q_k$) ottaa huomioon sen, että kahden tai useamman muuttuvan kuorman samanaikainen esiintymistodennäköisyys on pienempi. Tavallinen arvo ($\psi_1 \cdot Q_k$) ylittyy todellisuudessa vain lyhytaikaisesti, ja sitä käytetään ensisijaisesti käyttörajatilassa (SLS) sekä myös onnettomuusmurtorajatilassa (ULS). Todellinen kuormitus voi ylittää kuorman pitkäaikaisarvon ($\psi_2 \cdot Q_k$) suhteellisen pitkiäkin ajanjaksoja. Arvoa voidaan pitää käytännössä keskimääräisenä kuormituksen ajan suhteen. Sitä käytetään pitkäaikaisvaikutusten arviointiin käyttörajatilassa sekä myös onnettomuusmurtorajatilassa ja maanjäristysmurtorajatilassa.

Kuormayhdistelmät

Eurokoodeissa termiä 'kuormayhdistelmä' käytetään kuormien suuruuden määrittämiseen, kun tarkasteltavassa rajatilassa vaikuttaa erilaisia kuormia. Sitä ei tule sekoittaa termiin 'kuormitustapaukset', jotka liittyvät muuttuvien kuormien järjestämiseen siten, että löydetään rakenteen kannalta kaikkein epäedullisin vaikutus. Seuraavaa menettelyä voidaan käyttää määrittäessä tarkastelussa käytettävien kuormien arvoja:

1. Määritetään mitoitustilanne (esim. normaalisti vallitseva, tilapäinen, onnettomuus).
2. Määritetään kaikki mitoitustilanteessa vaikuttavat kuormat.

3. Määritetään osavarmuusluvut (ks. alla) kaikille mahdollisille kuormayhdistelmille
4. Määritetään kuormitustapaukset eri kuormayhdistelmillä siten, että saavutetaan kaikkein kriittisin tilanne rakenteen kannalta.

Kun yhdistelmässä on vain yksi muuttuva kuorma (esim. hyötykuorma), mitoituskuormien suuruus voidaan määrittää suoraan kertomalla ne kysymykseen tulevilla osavarmuusluvuilla.

Kun yhdistelmässä on useampi kuin yksi muuttuva kuorma, on valittava määräävä muuttuva kuorma ($Q_{k,1}$) ja muut samanaikaiset kuormat ($Q_{k,i}$). Muut samanaikaiset kuormat otetaan huomioon aina yhdistelyarvona.

Murtorajatila

Murtorajatilat jaotellaan seuraavasti:

EQU rakenteen tasapainon menetys.

STR kantavan rakenteen tai rakenneosan murtuminen tai huomattava muodonmuutos, joka johtaa kantokyvyn menetykseen.

GEO maaperän huomattavasta muodonmuutoksesta aiheutunut murtuma.

FAT kantavan rakenteen tai rakenneosan väsymismurtuma.

Eurokoodissa EN 1990 esitetään eri murtorajatiloina käytettävät kuormayhdistelmät. Tässä julkaisussa tarkastellaan vain STR- murtorajatilaa.

Eurokoodi EN 1990 määrittelee STR- rajatilassa normaalisti vallitsevassa tai tilapäisessä mitoitustilanteessa kolme mahdollista kuormayhdistelmää. Kuormayhdistelmät on esitetty kaavoissa 6.10, 6.10a ja 6.10b (ks. taulukko 4).

Suomessa suunnittelussa käytetään epäedullisempaa kaavoista 6.10a ja 6.10b. Kansallisessa liitteessä kaava 6.10a on vielä yksinkertaistettu niin, että siihen sisältyvät vain pysyvät kuormat (ks. taulukko 5). Tällöin yleensä kaava 6.10b on määräävä.

Käyttörajatila

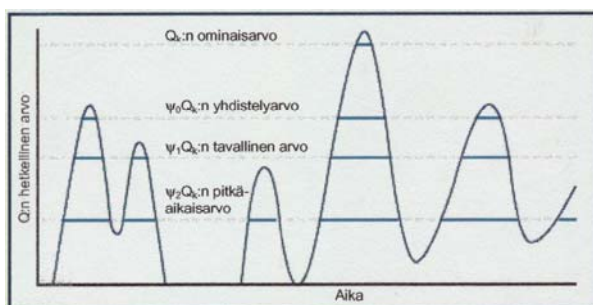
Käyttörajatilassa käytetään kolmea kuormayhdistelmää (ks. taulukot 6 ja 7). EN 1992 esittää, mitä yhdistelmää voidaan käyttää millekin ilmiölle (esim. taipuma tarkistetaan pitkäaikaisyhdistelmällä). Käyttörajatilan ominaisyhdistelmää, tavallista yhdistelmää ja pitkäaikaista yhdistelmää ei tule sekoittaa yksittäisten kuormien edustaviin arvoihin, jotka on nimetty samoilla termeillä.

Taulukko 2a Eurokoodiin valitut merkinnät

Merkintä	Määritelmä
G_k	pysyvän kuorman ominaisarvo
Q_k	yksittäisen muuttuvan kuorman ominaisarvo
γ_G	pysyvän kuorman osavarmuusluku
γ_Q	muuttuvan kuorman osavarmuusluku
ψ_0	muuttuvan kuorman yhdistelyarvon kerroin
ψ_1	muuttuvan kuorman tavallisen arvon kerroin
ψ_2	muuttuvan kuorman pitkäaikaisarvon kerroin
ξ	epäedullisten pysyvien kuormien pienennyskerroin

Taulukko 2b Valitut alaindeksit

Alaindeksi	Määritelmä
A	onnettomuustilanne-
c	betoni-
d	mitoitus-
E	kuorman vaikutus
fi	palo -
k	ominais-
R	kestävyys-
w	leikkausraudoitus-
y	myötölujuus-


 Kuva 3 Muuttuvien kuormien edustavat arvot⁴

 Taulukko 3 Kertoimien ψ arvot rakennuksille Suomessa

Kuorma	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hyötykuormat rakennuksissa (ks. SFS-EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, 30 kN < ajoneuvon paino ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot*	0	0	0
Lumikuorma (ks. SFS-EN 1991-3)*, kun			
$s_k < 2,75$ kN/m ²	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m ²	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma **)	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (ks. SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (ks SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
Merkintä *) Ulkotasoilla ja parvekkeilla $\psi_0 = 0$ luokkien A, B, F ja G yhteydessä. Huom. Mikäli rakennuksessa on eri kuormaluokkia, joita ei voi erotella omiin selviin ryhmiinsä, käytetään ψ -arvoja, jotka antavan epäedullisimman vaikutuksen. **) Lisätty Suomen kansalliseen liitteeseen.			

Taulukko 4 Eurokoodissa esitetyt kuormien mitoitusarvot, murtorajatila – normaalisti vallitseva mitoitus-tilanne ja tilapäinen mitoitus-tilanne (Eurokoodin taulukko A.1.2 (B))

Yhdistelmän kaava	Pysyvät kuormat		Määräävä muuttuva kuorma	Muut samanaikaiset muuttuvat kuormat	
	Epäedulliset	Edulliset		Pääasiallinen (jos on)	Muut
kaava 6.10	$\gamma_{G,J,sup} G_{k,J,sup}$	$\gamma_{G,J,inf} G_{k,J,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
kaava 6.10a	$\gamma_{G,J,sup} G_{k,J,sup}$	$\gamma_{G,J,inf} G_{k,J,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
kaava 6.10b	$\xi \gamma_{G,J,sup} G_{k,J,sup}$	$\gamma_{G,J,inf} G_{k,J,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Huom.
¹ Suunnittelu tehdään joko kaavalla 6.10 tai vaihtoehtoisesti epäedullisemmalla kaavoista 6.10a ja 6.10b

Taulukko 5 Suomessa käytettävät kuormien mitoitusarvot, murtorajatila – normaalisti vallitseva mitoitus-tilanne ja tilapäinen mitoitus-tilanne

Yhdistelmän kaava	Pysyvät kuormat ^a		Määräävä muuttuva kuorma	Muut samanaikaiset muuttuvat kuormat ^b
	Epäedulliset	Edulliset		
Pysyvien, muuttuvien ja muiden samanaikaisten muuttuvien kuormien yhdistelmä				
kaava 6.10a (FI) ^c	1,35 $K_{FI} G_k$	0,9 G_k		
kaava 6.10b ^c	1,15 $K_{FI} G_k$	0,9 G_k	1,5 $K_{FI} Q_{k,1}$	1,5 $K_{FI} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Merkinnät
^a Kun pysyvän kuorman vaihtelua ei pidetä merkittävänä, $G_{k,J,sup}$ ja $G_{k,J,inf}$ voidaan merkitä G_k
^b $\psi_{0,i}$:n arvo saadaan Suomen kansallisen liitteen taulukosta A.1.1 (FI) (arvot ovat myös taulukossa 3)
^c kerroin K_{FI} riippuu luotettavuusluokasta (ks. SFS-EN 1990 taulukko B2)
 - luokassa RC3 $K_{FI} = 1,1$ (vaativat rakenteet, vahingot vaurion syntyessä suuria)
 - luokassa RC2 $K_{FI} = 1,0$ (tavanomaiset rakenteet)
 - luokassa RC1 $K_{FI} = 0,9$ (vaatimattomat rakenteet, vahingot vaurion syntyessä vähäisiä)

Taulukko 6 Kuormien mitoitusarvot, käyttörajatilat

Yhdistelmä	Pysyvät kuormat		Muuttuvat kuormat		EN 1992 käyttää mm. tarkasteltaessa:
	Epäedulliset	Edulliset	Määräävä	Muut	
Ominaisyhdistelmä	$G_{k,J,sup}$	$G_{k,J,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} Q_{k,1}$	
Tavallinen yhdistelmä	$G_{k,J,sup}$	$G_{k,J,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	-tartuntajännebetoni-rakenteiden halkeamaleveyttä
Pitkäaikaisyhdistelmä	$G_{k,J,sup}$	$G_{k,J,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	-teräsbetoni- ja tartunnattomien ankkuri-jännerakenteiden halkeamaleveyttä -taipumaa

Huom.
 1 Kun pysyvän kuorman vaihtelua ei pidetä merkittävänä, $G_{k,J,sup}$ ja $G_{k,J,inf}$ voidaan merkitä G_k
 2 Arvojen $\psi_{0,1}$, $\psi_{1,1}$ ja $\psi_{2,1}$ osalta viitataan taulukkoon 3

Taulukko 7 Esimerkki taipuman laskennassa käytettävästä (pitkäaikainen) mitoitusyhdistelmästä Suomessa

Yhdistelmä	Pysyvät kuormat ^a Epäedulliset	Muuttuvat kuormat ^b
		määräävä
Toimistotilat	G_k	0,3 $Q_{k,1}$
Myymälätilat	G_k	0,6 $Q_{k,1}$
Varastotilat	G_k	0,8 $Q_{k,1}$

Merkinnät:
^a Kun pysyvän kuorman vaihtelua ei pidetä merkittävänä, $G_{k,J,sup}$ ja $G_{k,J,inf}$ voidaan merkitä G_k
^b $\psi_{2,1}$:n arvot ovat Suomen kansallisessa liitteessä (ks. taulukko 3)

Eurokoodi EN 1991

Eurokoodi EN 1991 korvaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 kuormitusmääräykset. EN 1991 sisältää kymmenen osaa (ks. taulukko 8), joiden avulla suunnittelija pystyy määrittämään kaikki rakenteisiin kohdistuvat tavanomaiset kuormat.

Taulukko 8 Eurokoodin EN 1991 osat ja käänköspäivämäärät

Viite	Otsikko	Päivämäärä	Voimaantulopäivämäärä
		Eurokoodi	Kansallinen liite
SFS-EN 1991-1-1	Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat	vahvistettu 21.10.2002, käänköspvm 18.8.2003	1.11.2007
SFS-EN 1991-1-2	Palolle altistettujen rakenteiden rasiukset	vahvistettu 22.4.2003, käänköspvm 6.9.2004	1.11.2007
SFS-EN 1991-1-3	Lumikuormat	vahvistettu 26.1.2004, käänköspvm ei ilmoitettu	1.11.2007
SFS-EN 1991-1-4	Tuulikuormat	vahvistettu 26.9.2005, käänköspvm. 6.11.2006	1.11.2007
SFS-EN 1991-1-5	Lämpötilakuormat	vahvistettu 17.5.2004, käänköspvm 15.8.2005	
SFS-EN 1991-1-6	Toteuttamisen aikaiset kuormat	vahvistettu 15.8.2004, käänköspvm. 12.2.2007	
SFS-EN 1991-1-7	Onnettomuuskuormat	vahvistettu 22.01.2007	
SFS-EN 1991-2	Siltojen liikennekuormat	vahvistettu 29.3.2004	
SFS-EN 1991-3	Nostureiden ja muiden koneiden aiheuttamat kuormat	vahvistettu 22.01.2007	
SFS-EN 1991-4	Siilojen ja säiliöiden kuormat	vahvistettu 25.9.2006	

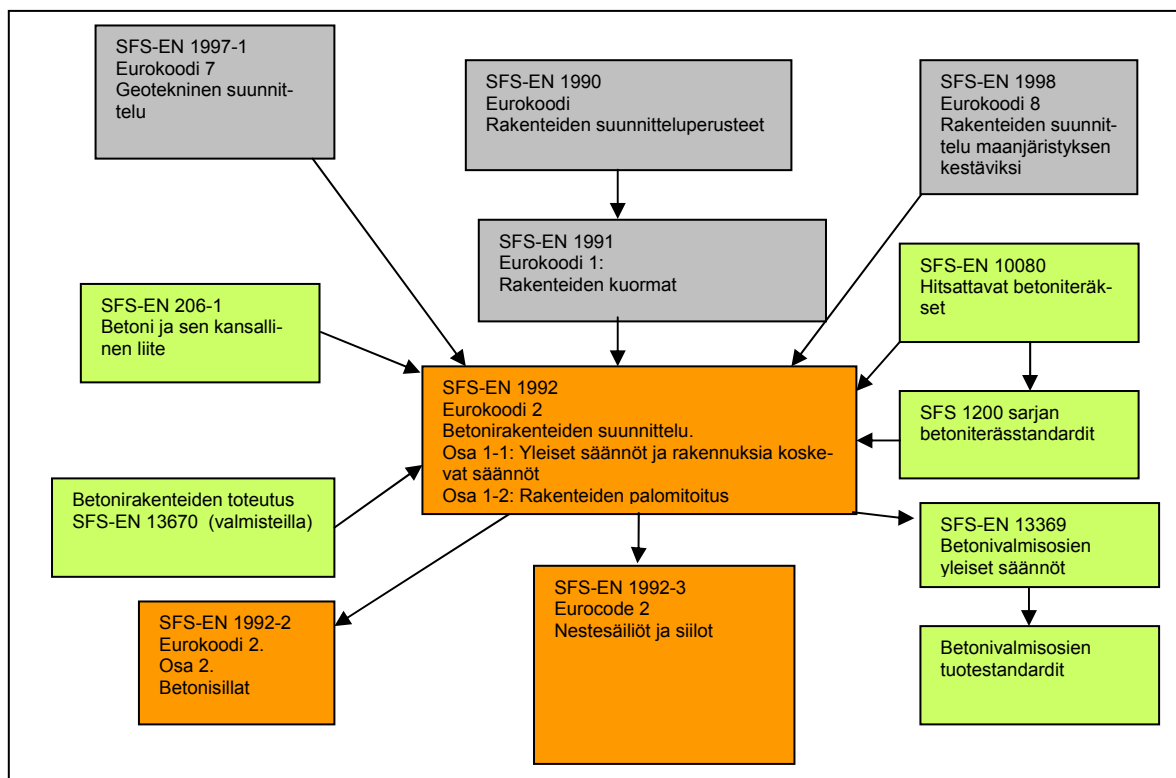
Eurokoodi EN 1992

Eurokoodissa EN 1992 on neljä osaa. Kuvassa 4 on esitetty, miten nämä osat liittyvät eurokoodijärjestelmään ja muihin eurooppalaisiin standardeihin.

Kuva 4 Eurokoodin EN 1992 ja muiden eurokoodien suhde.

Osa 1-1

Eurokoodi EN 1992, osa 1-1: *Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt*⁵ on päästandardi, johon viitataan kolmessa muussa betonirakenteita koskevassa osassa.



Merkittävimmät erot RakMK:n osan B4 Betonirakenteet ja eurokoodin EN 1992-1-1 välillä:

1. Suunnittelu perustuu eurokoodeissa lieriölujuuteen kuutiolujuuden sijasta
2. Eurokoodissa ei esitetä rakenneluokkia. Eurokoodin mukainen mitoitus vastaa rakenneluokkaa 2. Teräksen varmuuskerroin on kuitenkin hieman pienentynyt arvoon $\gamma_s=1,15$. Osan EN 1992-1-1 liitteessä A on esitetty miten varmuuskertoimia voidaan pienentää kun sallitut mittapoikkeamat ovat pienempiä ja laadunvalvonta on riittävää. Tällöin päästään rakenneluokan 1 mukaisiin varmuuskerroimiin. Rakenneluokkaa 3 vastaavaa menettelyä ei enää ole.
3. Raudoittamattomalle betonille käytetään samaa varmuuskerrointa kuin raudoitettulle betonille, mutta lujuusarvoja pienennetään.
4. Eurokoodimitoituksessa voidaan käyttää teräslujuuksia 400-600 MPa ja Suomen kansallisen liitteen mukaisesti myös 700 MPa. Annetut ohjeet koskevat vain harjatankoja.
5. Eurokoodeissa esitetyt ohjeet kattavat betonilujuudet luokkaan C90/105 asti.
6. Leikkausraudoitetun rakenteen kestävyys perustuu täysin ristikkomalliin. Betonin leikkauskestävyyttä ei kaavoissa enää hyödynnetä.
7. Lävistysmitoitus poikkeaa selvästi nykyisestä kansallisesta menettelystä. Suomessa on päätetty kuitenkin soveltaa edelleen RakMK B4 mukaista mitoituskaavoissa on katsottu olevan epäjohtonmukaisuuksia.
8. Mittaepätarkkuudet ja niiden vaikutus otetaan huomioon laskentamalliin lisättyjen vaakavoimien tai epäkeskisyyksien avulla. Vaakavoimien laskentaperiaatteet on esitetty materiaaliakohtaisissa eurokoodeissa. Betonirakenteiden mitoituksessa käytetyt arvot löytyvät siis osasta EN 1992-1-1.

Osa 1-2

Eurokoodin osassa EN 1992-1-2 *Rakenteiden palomitoitus*⁶ on esitetty betonirakenteiden palonkestävyyden mitoitusmenetelmät. Vaikka suuri osa eurokoodista käsittelee laskentamenetelmiä, palonkestävyyden suunnittelu voidaan tehdä myös rakenneosien vähimmäisbetonipeitteeseen ja mittoihin perustuvalla taulukkomitoituksella. Taulukkomitoitus on esitetty osan 1-2 luvussa 5. Asiaa käsitellään myös oppaassa Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan: *Betonirakenteiden suunnitteluperusteet*⁷.

Osa 2

Eurokoodin osassa EN 1992-2 Betonisillat⁸ sovelletaan myös osan 1-1 yleisiä sääntöjä. Tämän takia molempia osia 1-1 ja 2 tarvitaan betonisiltojen suunnittelussa.

Osa 3

Eurokoodin osassa EN 1992-3 Nestesäiliöt ja sillot⁹ sovelletaan myös osan 1-1 yleisiä sääntöjä nestesäiliöihin.

Eurokoodi EN 1997

Eurokoodissa EN 1997 *Geotekninen suunnittelu*¹⁰ on kaksi osaa, joista ensimmäinen käsittelee geoteknisestä suunnittelua ja toinen maaperän tutkimista ja testausta. Eurokoodin EN 1997 soveltamisala on laaja ja se kattaa mm. anturaperustusten, paaluperustusten, tukimuurien ja penkereiden geoteknillisen suunnittelun. EN 1997 perustuu, kuten muutkin eurokoodit, rajatilamitoituksen periaatteisiin. Yksinkertaisiin perustuksiin liittyviä ohjeita on myös oppaassa Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan: *Perustukset*¹¹.

Eurokoodi EN 1998

Eurokoodissa EN 1998 *Rakenteiden suunnittelu maanjäristyksen kestäviksi*¹² on kuusi osaa ja se käsittelee maanjäristyksen kestävien rakenteiden suunnittelun erityispiirteitä. Eurokoodia EN 1998 ei käytetä Suomessa.

Eurokoodiin EN 1992 liittyvät muut standardit ja ohjeet

Ympäristöministeriön tiedote ”Rakentamismääräysten soveltaminen eurokoodien tultua käyttöön”

Tiedotteessa kuvataan, miten rakentamismääräyskokoelmaa sovelletaan eurokoodimitoituksessa sekä mitä kohtia osasta ”B4 Betonirakenteet” tulee edelleen noudattaa myös eurokoodimitoituksessa. Tiedote löytyy verkosta osoitteesta www.ymparisto.fi.

EN 206-1

Standardi EN 1992-1-1 perustuu siihen, että betoni on määritelty standardin EN 206-1 mukaisesti sekä betonin ominaisuudet, valmistus sekä vaatimustenmukaisuuden valvonta täyttävät sille asetetut vaatimukset.

EN 10080¹³ & EN 1992-1-1 liite C

Suomessa eurokoodisuunnittelussa voidaan käyttää myötölujuuden ominisarvoja, jotka ovat välillä 400...700 MPa. Rauditus jaetaan kolmeen sitkeysluokkaan A, B ja C, jossa sitkeys kasvaa mentäessä kohti luokkaa C.

Toistaiseksi Suomessa käytetään vielä SFS-terässtandardeja. Kylmämuokattu betoniteräs on sitkeysluokkaa A ja kuumavalssattu betoniteräs yleensä sitkeysluokkaa B tai C.

ENV 13670¹⁴

Eurokoodissa viitataan tähän esistandardiin toteuttamisen ja työnsuorituksen vaatimusten osalta. Esistandardia ei ole otettu Suomessa käyttöön, mutta Betoninormien ohjeiden katsotaan johtavan vähintään vastaavaan tasoon. Esistandardin korvaava EN 13670 on parhaillaan hyväksyttävänä eurooppalaiseksi standardiksi.

Eurokoodisanasto

Termi	Määritelmä
Periaatesäännöt	Kohdat, jotka ovat yleisiä määräyksiä, määritelmiä, vaatimuksia ja analyttisiä malleja, joihin ei sallita vaihtoehtoja. Ne tunnistetaan kohdan numeron jälkeisestä merkinnästä (P).
Soveltamissäännöt	Nämä ovat yleisesti hyväksytyjä sääntöjä, jotka ovat periaatesääntöjen mukaisia ja täyttävät niiden vaatimukset
Kansallinen parametri (NDP)	Eurokoodeja voidaan käyttää osoittaessa, että rakenne täyttää kansallisten rakentamismääräysten vaatimukset mm. rakenteiden turvallisuuden osalta. Kansallisia parametreja käytetään, jotta valtio voi asettaa omat turvallisuustasot. Kansalliset parametrit mahdollistavat myös tiettyjen muiden parametrien (joihin yleensä vaikuttaa ilmasto, maantieteellinen sijainti ja geologia) jättämisen avoimiksi kansallista valintaa varten. Kansalliset parametrit esitetään kansallisessa liitteessä.
Kansallinen liite (NA)	Jokaiseen eurokoodiin liittyy kansallinen liite, joka sisältää a) kansallisten parametrien arvot b) kansallisen päätöksen opastavien liitteiden käytöstä ja c) viittaukset NCCI:hin
Velvoittava	Termiä käytetään siitä osasta standardin tekstistä, jossa on esitetty tärkeimmät vaatimukset. Eurokoodien mukaisuutta arvioidaan yleensä velvoittavien vaatimusten perusteella.
Opastava	Termiä käytetään vain liitteistä, joiden tarkoitus on opastaa eikä esittää vaatimuksia.
NCCI (selostus)	Ristiriidattomat täydentävät tiedot. Viittaukset ristiriidattomiin täydentäviin tietoihin tehdään kansallisessa liitteessä. Sisältävät lisätietoja tai opastusta, jotka eivät ole ristiriidassa Eurokoodin kanssa.
Ominaisarvo	Arvo, joka voidaan johtaa tilastollisesti todennäköisyydellä, että arvoa ei ylitetä viitejakson aikana (kuorma) tai äärettömän laajoissa testisarjoissa (materiaali). Arvo vastaa materiaalin tai tuotteen ominaisuuden määriteltyä fraktiilia. Ominaisarvot merkitään alaindeksillä 'k' (esim. Q_k jne.). Se on ensisijainen edustava arvo, josta muut edustavat arvot voidaan johtaa.
Nimellisarvo	Arvo, jota ei pystytä määrittämään tilastollisesti, vaan se on valittu esimerkiksi kokemukseräisesti
Edustava arvo	Rajatilatarkastelussa käytettävä arvo. Se saattaa olla ominaisarvo tai muu samanaikainen arvo, esim. yhdistely-, tavallinen tai pitkäaikaisarvo
Mitoitusarvot	Nämä viittaavat edustaviin arvoihin, joita on muunnettu osavarmuusluvulla. Ne merkitään alaviitteellä 'd' (esim. $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$; $Q_d = \gamma_Q Q_k$).
Kuormitus (F)	Rakenteeseen vaikuttavat voimat, muodonmuutokset tai kiihtyvyydet.
Kuormayhdistelmä	Mitoitusarvot, joita käytetään rakenteellisen luotettavuuden todentamiseen rajatilassa, kun tilastollisesti riippumattomat kuormitukset vaikuttavat samanaikaisesti
Kiinteä kuorma	Kuorma, jolla on kiinteä jakauma ja sijainti rakenteessa tai rakenneosassa
Liikkuva kuorma	Kuorma, jonka jakautuminen rakenteelle voi vaihdella
Pysyvät kuormat (G)	Kuormat, jotka vaikuttavat todennäköisesti koko rakenteen iän ajan ja joiden vaihtelu ajan mittaan on häviävän pientä (esim. omapaino).
Muuttuvat kuormat (Q)	Kuormat, joiden suuruus vaihtelee ajan mittaan (esim. tuulikuormat)
Kuorman vaikutus (E)	Kuorman aiheuttama muodonmuutos tai sisäinen voima
Onnettomuuskuorma (A)	Yleensä lyhytkestoinen mutta suuruudeltaan merkittävä kuorma, jonka toteutuminen on epä-todennäköistä rakenteen suunnitellun käyttöiän aikana.
Muu samanaikainen muuttuva kuorma	Yhdistelmän kuorma, joka ei ole määräävä muuttuva kuorma
Tilapäinen mitoitus tilanne	Mitoitus tilanne, jonka kesto on paljon lyhempi kuin rakenteen suunniteltu käyttöikä
Normaalisti vallitseva mitoitus tilanne	Mitoitus tilanne, joka vallitsee rakenteen lähes koko rakenteen suunnitellun käyttöiän ajan
Onnettomuusmitoitustilanne	Mitoitus tilanne, jolle rakenne altistuu poikkeuksellisissa olosuhteissa
Palautumaton käyttörajatila	Käyttörajatila, jossa kuormien vaikutukset eivät palaudu, kun kuormat poistetaan (esim. yläpuolisten seinien halkeilu, rakenteen pintamateriaalin vaurioituminen)
Palautuva käyttörajatila	Käyttörajatila, jossa kuormien vaikutukset palautuvat, kun kuormat poistetaan.
Toteutus	Työkohteen rakentaminen

Viitteet

- 1 SFS-EN 1992 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. (4 osaa).
- 2 SFS-EN 1990 Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet.
- 3 SFS-EN 1991, Eurokoodi 1: *Rakenteiden kuormat*. (10 osaa).
- 4 GULVANESSIAN, H, CALGARO, J A & HOLICKY, M T. *Designers' guide to EN 1990*. Thomas Telford, 2002.
- 5 SFS-EN 1992-1-1, Eurokoodi 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt*.
- 6 SFS-EN 1992-1-2, Eurokoodi 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Rakenteiden palomitoitus*.
- 7 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Betonirakenteiden suunnitteluperusteet
- 8 SFS-EN 1992-2, Eurokoodi 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Betonisillat*.
- 9 SFS-EN 1992-3, Eurokoodi 2: *Betonirakenteiden suunnittelu. Nestesäiliöt ja siilot*.
- 10 SFS-EN 1997, Eurokoodi 7: *Geotekninen suunnittelu*. (2 osaa).
- 11 RTT/betoni, Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Perustukset
- 12 SFS-EN 1998, Eurokoodi 8. Rakenteiden suunnittelu maanjäristyksen kestäviksi. (6 osaa).
- 13 SFS-EN 10080: *Hitsattavat betoniteräokset. Osa 1: Yleiset vaatimukset*.
- 14 SFS-EN 13670: Betonirakenteiden toteutus. Odotettavissa v. 2009.

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 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, betoniteollisuus -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, kumpakaan 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.