

# Suunnitteluperusteet

## EN1990 Suunnitteluperusteet

EN1990 antaa ohjeet käytettävistä rajatiloista, kuormien varmuuskertoimista ja kuormien yhdistelystä.

### Rakenteiden kestävyys

Rakenteiden kestävyys tarkastetaan murtorajatilassa STR. Tärkeimmät mitoitustilanteet STR-rajatilassa ovat normaalisti vallitseva mitoitustilanne sekä onnettomuustilanne. Normaalisti vallitsevassa mitoitustilanteessa Suomessa käytetään kaavoja 6.10a ja 6.10b, jotka on kumpikin tarkastettava. Kahden kaavan avulla rakenteiden luotettavuustaso saadaan lähemmäs vakiota kuin pelkästään kaavalla 6.10. Rakenteet ja rakennukset luokitellaan myös mahdollisen vaurion seuraamusten perusteella kolmeen luokkaan. Suuren riskin tapauksissa edellytetään rakenteilta myös suurempaa luotettavuutta. Tämä otetaan huomioon korottamalla epäedullisten kuormien osavarmuuskertoimia kertoimen  $K_{FI}$  avulla.

Rakennusten ja rakenteiden luokittelu seuraamusluokkiin:

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä
CC3	Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>• yli 8-kerroksiset <sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset</li> <li>• konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot</li> <li>• raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset</li> </ul> Erikoisrakenteet kuten esim. suuret mastot ja tornit Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä
CC2	Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1
CC1	Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>- matalalla olevat alapohjat ilman kellaritiloja</li> <li>- ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne</li> <li>- sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana</li> <li>- standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet.</li> <li>- standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille <sup>3)</sup>.</li> </ul>
<sup>1)</sup> ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2 elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen. <sup>2)</sup> kellarikerrokset mukaan luettuina. <sup>3)</sup> ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia.		

Kertoimen  $K_{FI}$  arvot:

seuraamusluokassa CC3  $K_{FI} = 1,1$

seuraamusluokassa CC2  $K_{FI} = 1,0$

seuraamusluokassa CC1  $K_{FI} = 0,9$

Normaalisti vallitsevassa mitoitustilanteessa mitoituskorma saadaan seuraavista yhtälöistä (STR):

$$1,15 K_{FI} G_{kj} + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{EN1990 6.10b})$$

$$1,35 K_{FI} G_{kj} \quad (\text{EN1990 6.10a})$$

jossa

$G_{kj}$	pysyvä kuorma
$Q_{k,1}$	määräävä muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	muut samanaikaiset muuttuvat kuormat
$\psi_{0,i}$	muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

Edellä esitetyistä kaavoista käytetään sitä, joka antaa määräävän vaikutuksen. Mikäli pysyvistä kuormista on hyötyä, käytetään pysyvän kuorman osavarmuuskertoimena arvoa 0,9.

Käytännössä kaava 6.10a on hyvin harvoin määräävä, koska lähes kaiken kuorman on oltava pysyvää. Kaava voi tulla kuitenkin määrääväksi esimerkiksi maanpaineisiin mitoituksessa.

Suomessa käytettävät hyötykuormien yhdistelykerroimet

Kuorma	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (katso 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 $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, $30\text{kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3) <sup>*1)</sup> kun $s_k < 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma <sup>**1)</sup>	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (katso SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (katso SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
<sup>*1)</sup> 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 $\psi$ -arvoja, jotka antavat epäedullisimman vaikutuksen. <sup>**1)</sup> Lisätty Suomen kansalliseen liitteeseen.			

Onnettomuustilanteessa kuormien yhdistely tapahtuu seuraavalla kaavalla

$$G_{kj} + A_d + (\psi_{1,1} \text{ tai } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.10b)$$

jossa

$G_{kj}$	pysyvä kuorma
$A_d$	määräävä onnettomuuskuorma
$Q_{k,1}$	pääasiallinen muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	muut samanaikaiset muuttuvat kuormat
$\psi_{1,1}$	tavallisen arvon yhdistelykerroin, kun pääasiallinen muuttuva kuorma on lumi-, jää- tai tuulikuorma
$\psi_{2,1}$	pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin, kun pääasiallinen muuttuva kuorma ei ole lumi-, jää- tai tuulikuorma
$\psi_{2,i}$	muiden samanaikaisten muuttuvien kuormien pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin

## Rakenteen tasapaino

Rakenteen tasapaino tarkastetaan tarvittaessa murtorajatilassa EQU. Rajatilassa rakennetta tarkastellaan jäykkänä kappa-leena, jolloin materiaalin tai maaperän lujuus ei yleensä ole määräävä. Tasapainorajatilassa käytetään edulliselle pysyvälle kuorman osalle pienempää varmuuskerrointa kuin epäedulliselle osalle. Kuormien yhdistelyssä käytetään seuraavaa kaa-va:

$$(1,1 K_{FI} \text{ ja } 0,9) G_{kj} + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{EN1990 6.10})$$

jossa

$G_{kj}$	pysyvä kuorma jaettuna epäedulliseen ja edullisen osaan
$Q_{k,1}$	määräävä muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	muut samanaikaiset muuttuvat kuormat
$\psi_{0,i}$	muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

## Käyttörajatila

Käyttörajatilassa on kolme kuormayhdistelmää:

Ominaisyhdistelmä:

$$G_{kj} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Tavallinen yhdistelmä:

$$G_{kj} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Pitkäaikaisyhdistelmä:

$$G_{kj} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

joissa

$G_{kj}$	pysyvä kuorma
$Q_{k,1}$	pääasiallinen muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	muut samanaikaiset muuttuvat kuormat
$\psi_{1,1}$	pääasiallisen muuttuvan kuorman tavallisen arvon yhdistelykerroin
$\psi_{2,i}$	muiden samanaikaisten muuttuvien kuormien pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin

EN1990 esittää yhdistelmiä käytettävän seuraavasti:

- ominaisyhdistelmää käytetään kun muodonmuutos aiheuttaa esim. liittyvien rakenneosien tai pintarakenteiden hal-keilua
- tavallista yhdistelmää käytetään kun muodonmuutos aiheuttaa haittaa rakenteen käytölle
- pitkäaikaisyhdistelmää käytetään kun muodonmuutos haittaa ulkonäköä

EN1990 mukaista jakoa ei kuitenkaan materiaaliolosuhteissa ole yleensä noudatettu vaan käytettävä yhdistelmä on määritelty käyttörajatilatarkastelun yhteydessä. Betonirakenteiden eurokoodi käyttää pitkäaikaisyhdistelmää (teräsbetonirakenteet) ja tavallista yhdistelmää (lähinnä jännitetyt rakenteet).