

Suomen Betoniyhdistys

Euronormien varmuusvertailu

TEHTÄVÄ

Tässä raportissa on arvioitu ja vertailtu Eurokoodien eri kansallisten liitteiden antamaa kokonaisvarmuutta betoniteräksen ja rakenneteräksen vetolujuuden sekä betonin puristuslujuuden suhteen. Lisäksi on tarkasteltu betoniteräksen jännitys-venymäkäyrää maittain.

Kansallisten liitteiden lisäksi vertailuun otettiin Suomen Rakennusmääräyskokoelman B1, B4 ja B7 osat ja Eurokoodien suositusarvot sekä by60.

Vertailussa mukana olevat kansalliset liitteet on esitetty taulukossa 1.

	KUORMAT	BETONI	TERÄS
SUOSITUSARVOT	EN-1990-1-1	1992-1-1	1993-1-1
SUOMI	NA SFS-EN 1990	NA SFS-EN 1992-1-1	1993-1-1
RUOTSI	NA SS-EN 1990-1-1	NA SS-EN 1992-1-1	1993-1-1
ENGLANTI	NA TO BS EN 1990-1-1	NA TO BS EN 1992-1-1	NA TO BS EN 1993-1-1
NORJA	NA SN-EN 1990-1-1	NA SN-EN 1992-1-1	1993-1-1
SAKSA	DIN 1045-1	DIN 1045-1	DIN 1045-1
SUOMI RAKMK	RAKMK B1	RAKMK B4	RAKMK B7
SUOMI BY60	BY60	BY60	-

TAULUKKO 1 VERTAILLUT STANDARDIT

LÄHTÖKOHTA

Lähtökohtana on, että kaikissa maissa ominaiskuormat ja materiaalien lujuus on määritetty samoin periaattein jolloin ne edustavat paikallisesti oikeaa varmuustasoa. Näin olleen varmuustason vaihtelu aiheutuu kansallisesti valittavista kuormien ja materiaalien osavarmuuskertoimista. Tällöin varmuustasojen vertailuun riittää osavarmuuskertoimien vertailu.

VERTAILU

Varmuustason määrittämisessä huomioitiin:

- seuraamusluokat
- kuorman osavarmuuskertoimet (pysyvän ja muuttuvan)
- materiaalien osavarmuuskertoimet (betoni, betoniteräs ja rakenneteräs)
- betonin α_{cc} -kerroin

Kaikki seuraamusluokat CC1, CC2 ja CC3 olivat mukana tarkastelussa.

Tarkastelu tehtiin kahdella eri kuormitusyhdistelmällä, missä pysyvän kuorman (G_k) ja muuttuvan kuorman (Q_k) suhde vaihteli.

$$E_{d1} = 0.20G_k + 0.80Q_k$$

$$E_{d2} = 1.00G_k + 0.00Q_k$$

Varmuus on rasitus E jaettuna kestävyydellä R. Kokonaisvarmuus saadaan yhtälöstä

$$\frac{R_k/E_k}{R_d/E_d} = \frac{R_k E_d}{R_d E_k}$$

Tällä yhtälöllä saadaan kokonaisvarmuuden yhtälöiksi

$$\frac{\gamma_m K_{FI} (\gamma_g G_k + \gamma_q Q_k)}{G_k + Q_k}$$

Näiden yhtälöiden arvot on esitetty liitteen 2 kaavioissa.

Yhtälöiden kertoimet valittiin kansallisista liitteistä. Kertoimet ovat:

- γ_m materiaalin osavarmuusluku
- α_{cc} -kerroin huomioi kuorman pitkäaikaisen vaikutuksen ja kuorman rakenteelle siirtymisen epäedulliset vaikutukset
- γ_g pysyvän kuorman osavarmuusluku
- γ_q muuttuvan kuorman osavarmuusluku
- K_{fi} luotettavuusluokan kerroin, joka saadaan seuraamusluokan perusteella

Eri kansallisissa liitteissä on määritetty rasituksille useampia eri yhdistelmiä. Suomen kansallinen liite määrittää kaksi eri rasituksen yhdistelmää. Tässä tarkastelussa on huomioitu ainoastaan kunkin kansallisen liitteen epäedullisin rasitus.

Tarkastelussa huomioitiin Suomen kansallisen liitteen ja RakMk B4 mukaiset rakenne-
luokat 1 ja 2.

Ruotsalaisen käytännön mukaan seuraamusluokkaa CC3 sovelletaan rakenteisiin, jotka muissa maissa ovat usein luokassa CC2. Tämän vuoksi kaikkiin kaavioihin lisättiin Ruotsin seuraamusluokka CC3:n vertailuarvoksi.

TULOKSET

Kaikki lähtöarvot ja tulokset on taulukoitu liitteeseen 1.

Tulokset on koottu myös kaavioihin liitteeseen 2. Betoniteräksen vedolle, rakenneteräksen vedolle ja betonin puristukselle on kullekin oma kaavionsa seuraamusluokittain. Kussakin kaaviossa on esitetty kokonaisvarmuus maittain molemmilla kuormitustapa-
uksilla.

Euronormin mukaan muodostettu jännitys-venymäkäyrä on liitteessä 3. Euronormin mukaisessa jännitys-venymäkäyrässä on huomioitu kaksi erilaista jännitys-venymäyhteyden mallia, mallit a ja b (Liite 3). Malli a on bi-lineaarinen, missä myötämisen jälkeen lujuus kasvaa muodonmuutoksen ylärajaan ϵ_{ud} asti. Muodonmuutoksen yläraja on kansallisesti valittava parametri. Taulukossa 2 on esitetty kansallisesti valittuja arvoja.

Malli b on myös bi-lineaarinen, mutta myötäämisen jälkeen lujuus ei kasva mutta toisaalta muodonmuutoksen suuruutta ei ole rajoitettu.

MAA	ϵ_{ud}
EC SUOSITUSARVO	$0,9\epsilon_{uk}$
SUOMI	1,0 %
ENGLANTI	$0,9\epsilon_{uk}$
RUOTSI	$0,9\epsilon_{uk}$

TAULUKKO 2 MUODONMUUTOKSEN YLÄRAJA-ARVO

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Suomen varmuustaso on hyvin lähellä suositusarvoja. Norjalla ja Saksalla on hieman korkeampi varmuustaso ja Ruotsilla selkeästi kautta linjan alempi varmuustaso. Todellisuudessa Ruotsin varmuustaso ei ole näin alhainen, sillä Ruotsissa seuraamusluokan CC3 käyttö on laajempaa kuin muissa maissa.

Varmuuteen vaikuttavat myös muuttuvan kuorman yhdistelykertoimet, luotettavuusindeksi, rakentamisen aikainen valvonta sekä suunnittelun valvonta. Näitä ei ole kuitenkaan tässä tarkastelussa huomioitu.

VIITTEET

SÖDERLUND KLAUS, 1977, *Betonirakenteiden varmuus – kansainvälinen vertailu*, pp 44-48

NA SS-EN 1990, notifikaatioversio

NA SS-EN 1992-1-1 ja 1992-1-2, alustava

NA SS-EN 1993-1-1, notifikaatioversio

NA to BS-EN 1990-1-1, 1992-1-1 ja 1993-1-1, käytössä

NA SFS-EN 1990, 1992-1-1, 1993-1-1, käytössä

NA SN-EN 1990, 1992-1-1, 1993-1-1

DIN1045-1, Saksa

LIITTEET

Liite 1 Lähtöarvot ja tulokset

Liite 2 Kaaviot

Liite 3 Jännitys-venymäkäyrät