



Eurokoodiseminaari 2023

Rajatilat ja kuormitusyhdistelyt Sillansuunnittelussa

Silta- ja eurokoodiasiantuntija Heikki Lilja,
Heikki Lilja Consulting Oy



Oma panos 2. sukupolven eurokoodeissa

CEN työryhmät:

- CEN/TC 250/SC 10/WG 02 "Basis of Design/ Bridges" (Convenor 2016 - ongoing)
- Project Team SC1.T9 "Traffic Loads" (Member of PT writing standard EN1991-2)
- CEN/TC 250/SC 1/WG 3 "Traffic loads" (member)
- CEN/TC 250/SC 3/WG 13 "Steel bridges" (member)
- CEN/TC 250/SC 3/WG 11 "Tension elements" (member)
- CEN/TC 250/SC 5/WG 6 "Timber bridges" (member)
- TC250 HG Bridges - National Contact person
- CEN/TC250 "Structural eurocodes" (HoD Finland 2016-2020)
- CEN/TC250/SC 1 "Actions on structures" (HoD Finland 2016-2020)
- CEN/TC 250/SC 10 "Design basis" (HoD-Finland 2015-2020)

Kansalliset seurantaryhmät:

- TC250
- TC250/SC10
- TC250/SC1
- TC250/SC2
- TC250/SC3
- TC250/SC4
- TC250/SC5
- Horizontal Group Bridges Finland (Chairman)

Pohjoismainen yhteistyö:

- Nordic cooperation – Bridges (chair)

CEN yhteistyö:

- Jatkuu SC10/WG2:ssa (min. 2 kokousta/vuosi)



Déjà vu ! (15 vuoden takaa)

- 📁 Eurokoodiseminaari 2008
- 📁 Eurokoodiseminaari 2009
- 📁 Eurokoodiseminaari 2010
- 📁 Eurokoodiseminaari 2011
- 📁 Eurokoodiseminaari 2012
- 📁 Eurokoodiseminaari 2013
- 📁 Eurokoodiseminaari 2014
- 📁 Eurokoodiseminaari 2016
- 📁 Eurokoodiseminaari 2017
- 📁 Eurokoodiseminaari 2018
- 📁 Eurokoodiseminaari 2019
- 📁 Eurokoodiseminaari 2021
- 📁 Eurokoodiseminaari 2022

EUROKOODISEMINAARI

HANASAARI 4.11.2008

Heikki Lilja

EUROKOODIEN KÄYTTÖNOTTO SILLANSUUNNITTELUSSA

30.9.2008 / Heikki Lilja

SUURIMMAT HAASTEET

- KOULUTUS, KUKA KOULUTTAA, KETÄ JA MITEN?
- KANSALLISTEN VALINTOJEN JA TULKINTOJEN KALIBROINTI
(STANDARDIEN JA KANSALLISTEN LIITTEIDEN YLLÄPITO)
- MITOITUSOHJELMIEN, EXCEL-POHJIEN YMS PÄIVITTÄMINEN
- RESURSSIT, SUOMEN KILPAILUKYKY KYSEESSÄ...
- ASIASTA PERILLÄ OLEVIEN ELÄKÖITYMINEN

Onko samaa talkoohenkeä nyt 15 vuoden jälkeen, onko ajan henki muuttunut?

Kotimaa

Lama työnsi 100 000 keski-ikäistä ulos työelämästä

Helsinki

Julkaisu: 02.10. Aika: 10:02

Työelämässä on 30-50-vuotiaita ihmisiä nyt huomattavasti vähemmän kuin ennen 1990-luvun lamaa. Työterveyslaitoksen professorin Juhani Ilmarisen mukaan laman pitkäaikaisvaikutukset näkyvät niin, että työelämä on työntänyt syrjään jopa yli 100 000 keski-ikäistä ihmistä.

Tutkimuksen mukaan osa ihmisistä on kokenut työelämän niin vaikeaksi ja hankalaksi, että on itse jäänyt pois.



TALOUS
SANOMAT

Torsti 26.10.2008

Oma talous
asuminen

Etusivu Uutiset Pöytä Tietokanta

Rakennusala uhkaa
työvoimapula
27.2.2007

TALOUS
SANOMAT

Torsti 26.10.2008

Uutiset
rakentaminen

Etusivu Uutiset Pöytä Tietokanta Markkinat

Rakennusalan työpaikat
joutuvat leikkuriin
19.8.2008

(osaajia tarvitaan aina, oli suhdanteet mitä tahansa, kelkasta ei saa tippua)



ISOT muutokset.

Uudet seuraamusluokat CC4 ja CC0

- "Vain viranomaiskäyttöön" (maksaa vaivan pohtia mitä näillä tehdään?)
- CC4 – jos eurokoodit eivät riitä
- CC0 – jos jostain voidaan tinkiä, vai voidaanko?

Uudet kuormitusyhdistelyt

- EQU & UPL korvattu "yhdistetyllä kaavalla"
 - Paineita poiketa suosituksesta?
 - Ehkä vaikein asia koko prosessissa (koskee sekä taloja, että siltoja)

Soveltamisalan laajennus

- Geotekniikka tasavertaisena rakennetekniikan rinnalla (iso asia)
- Uudet A-liitteet EN1990:ssa (mastot, savupiiput, nosturiradat, siilot, säiliöt, rantarakenteet)
 - esitystapa yhtenäistetty, kansalliset liitteet = "asia mikä on tehtävä" (mistä asiantuntijat/rahoitus pienessä maassa?)
 - Vaatii ajattelua...

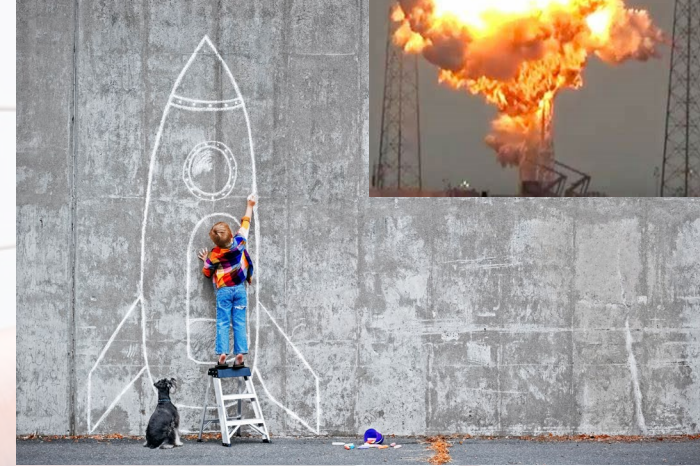
"Hankekohtaiset lauseet" (Project specific criteria)

- "...when/as/if specified by the relevant authority or, where not specified, as agreed for a specific project by the relevant parties."
 - etenkin infrarakenteilla on tunnistettu (1. sukupolvea paremmin) se, että myös hankekohtaista ohjeistusta tarvitaan (kaikille rakenteille sopivia default-arvoja on vaikea määritellä)

CC3 vai CC4



“ei tämä rakettitiedettä ole” - mutta silti aika vaikeaa



Julkinen infran rakentaminen:

- Noudatetaan standardeja
- Mentävä kerralla oikein (vaikka tehdään 1. kertaa)
- Lopputuote täyttää vaatimukset

Elon Muskin Mars-projekti:

- unohtetaan standardit – 1st principles
- testataan keskeneräisenä – opitaan virheistä
- Lopputuote täyttää vaatimukset

Hoover Dam Bridge = CC3b

(Vähintään BoD + riippumattomat laskelmat)

Hoover Dam = CC4

EI NÄIN !

1. **Make Your Requirements Less Dumb**
2. **Try Very Hard to Delete the Part or Process**
3. **Simplify or Optimize**
4. **Accelerate Cycle Time**
5. **Balance the Risk**

(paitsi joskus)



Rajatilat ja kuormitusyhdistelyt sillansuunnittelussa

limit state "rajatila"
state beyond which the structure no longer satisfies the relevant design criteria

design situation "mitoitustilanne"
physical conditions expected to occur during a certain time period for which it is to be demonstrated, with sufficient reliability, that relevant limit states are not exceeded

fundamental design situation "perusmitoitustilanne"
design situation that is either a persistent or a transient design situation

"normaalisti vallitseva mitoitustilanne"
persistent design situation
normal condition of use or exposure of the structure

Note 1 to entry: The duration of a persistent design situation is of the same order as the design service life of the structure.

fatigue design situation "väsymismitoitustilanne"
design situation where fatigue actions may cause fatigue failure.

Note 1 to Entry: For some materials, a distinction applies between low and high cycle fatigue. The other Eurocodes give guidance, where relevant

seismic design situation "seisminen mitoitustilanne"
design situation in which the structure is subjected to a seismic event

transient design situation "lyhytaikainen mitoitustilanne"
temporary conditions of use or exposure of the structure that are relevant during a period much shorter than the design service life of the structure

Note 1 to entry: A transient design situation refers to temporary conditions of the structure, of use, or exposure, e.g. during construction or repair.

accidental design situation "onnettomuustilanne"
design situation in which the structure is subjected to exceptional events or exposure

Note 1 to entry: Caused by events such as fire, explosion, impact or local failure.





Rajatilat ja kuormitusyhdistelyt sillansuunnittelussa

design criteria "mitoitusehto (mitoituskriteeri)"
quantitative formulations describing the conditions to be fulfilled for each limit state

serviceability criterion "käytettävyysehto"
performance criterion for a serviceability limit state

SLS "käyttörajatila"
state that corresponds to conditions beyond which specified service requirements for a structure or structural member are no longer met

irreversible serviceability limit state "palautumaton käyttörajatila"
serviceability limit state in which effects of actions remain when the actions are removed

excessive deformation "liiallinen muodonmuutos"
deformation that exceeds limits to such an extent that the structure can be considered to have reached an ultimate limit state

resistance "kestävyys"
capacity of a structure, or a part of it, to withstand actions without failure

limit state "rajatila"
state beyond which the structure no longer satisfies the relevant design criteria

ultimate limit state "murtorajatila"
ULS
state associated with collapse or other forms of structural failure

reversible serviceability limit state "palautuva käyttörajatila"
serviceability limit state in which the effects of actions do not remain when the actions are removed

fatigue "väsyminen, väysmis-"
damaging process caused by cyclic actions or actions inducing cyclic effects that may culminate in failure

strength "lujuus"
mechanical property of a material indicating its ability to resist actions, usually given in units of stress



Rajatilat ja kuormitusyhdistelyt sillansuunnittelussa

characteristic value of an action

F_k
value of an action chosen, as far as it can be fixed on a statistical basis, to correspond to a prescribed probability of not being exceeded unfavourably during a specified reference period

3.1.3.26

combination value of a variable action

Q_{comb}

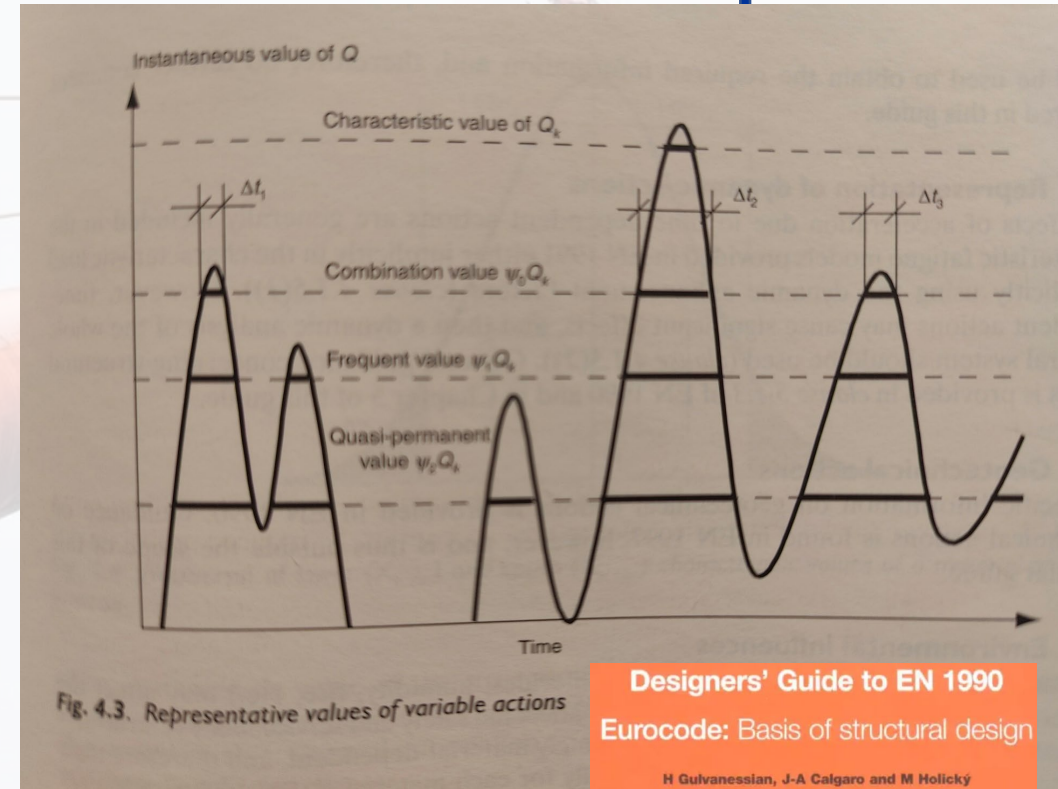
value of an accompanying action to be used in the verification of ultimate limit states in persistent or transient design situations and irreversible serviceability limit states, chosen - in so far as it can be fixed on statistical bases - so that the probability that the effects caused by the **combination** will be exceeded is approximately the same as by the characteristic value of an individual action

frequent value of a variable action

Q_{freq}
value used in the verification of ultimate limit states involving accidental actions and in the verification of some reversible serviceability limit states

quasi-permanent value of a variable action

Q_{qper}
value used in the verification of ultimate limit states involving accidental or seismic actions; in the verification of some reversible serviceability limit states and in the calculation of long-term effects





Rajatilat ja kuormitusyhdistelyt sillansuunnittelussa

EQU, UPL ????

TIESILLAT - MURTORAJATILA - Set A: A2.4 (A), Set B: A2.4 (B)													
KUORMITUSYHDISTELYN MÄÄRÄÄVÄ MUUTTUVA KUORMA (6.10b)													
YHDISTELYKAAVAT MRT_1 - MRT_11													
	MRT_0	MRT_1	MRT_2	MRT_3	MRT_4	MRT_5	MRT_6	MRT_7	MRT_8	MRT_9	MRT_10	MRT_11	
	6.10a	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	F _{wk}	T _k	BF	IL	TLEP	
SET A (EQU) & SET B (STR/GEO)	Omapaino	LM1	LM2	LM1+vaaka	kevyt	ruuhka	LM3	Tuulikuorma	Sillan	Laakerikitka	Jääkuorma	Lk-maanp.	
	1.35	STR/GEO: 1,25 / 0,9											
	1,1 / 0,9 ⁴⁾	STR/GEO: 1,1 / 0,9 ⁴⁾											
								EQU: 1,15 / 0,9					
								EQU: 1,1 / 0,9 ³⁾					
SET A (EQU) & SET B (STR/GEO)	gr1a (LM1)	Telit	-	-	-	-	-	-	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	
		UDL	1,35	-	-	-	-	-	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	
		Kevyt	-	-	-	-	-	-	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	1,35 x 0,4	
	gr1b (LM2)		-	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		gr2 (LM1+Vaaka)	-	-	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-
	gr3 (Kevyt)		-	-	-	1,35	-	-	-	-	-	-	-
		gr4 (Ruuhka)	-	-	-	-	1,35	-	-	-	-	-	-
	gr5 (LM3)		-	-	-	-	-	1,35	-	-	-	-	-
		F _{wk} ¹⁾	-	1,5 x 0,6	-	-	-	-	1,5	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6
	T _k ²⁾	-	1,5 x 0,6	-	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	-	1,5 x 0,6	1,5	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6
	BF	-	1,5 x 0,6	-	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	-	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6	1,5	1,5 x 0,6	1,5 x 0,6
	IL	-	1,5 x 0,7	-	1,5 x 0,7	1,5 x 0,7	1,5 x 0,7	-	1,5 x 0,7	1,5 x 0,7	1,5 x 0,7	1,5	1,5 x 0,7
S ₂₎	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
TLEP	-	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	-	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35 x 0,75	1,35	

Taulukko 1: Tiesillat – murtorajatila:

LIITE 1A / 2 (3)

Liikenneviraston ohjeita 24/2017
Eurokoodin soveltamisohje
Silttojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1 (6.12.2017)

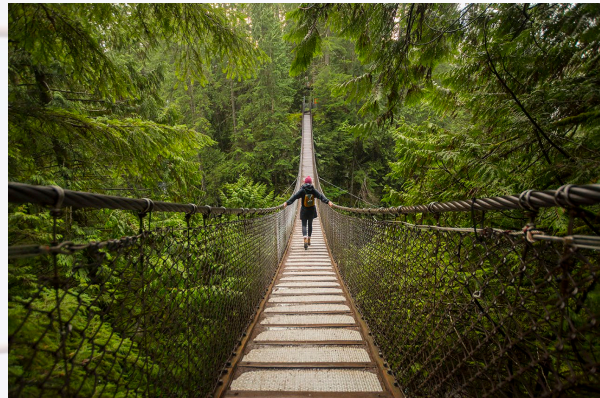
- 1) Tuulikuormasta huomio: Tuulikuorma lasketaan erikseen tyhjän sillan tapaukselle ja tapaukselle jossa se esiintyy yhtä aikaa liikennekuorman kanssa.
- 2) Lämpötilakuorma/tukipainuma voidaan jättää pois murtorajatilayhdistelystä mikäli rakenteella on riittävästi muodonmuutoskykyä (ks. materiaali-kohtaiset sovellusohjeet)
- 3) Stabiiliteettia tarkastettaessa (EQU) 1,30 / 0,9 [EN 1992-1-1: 2.4.2.2 (2) Huom)]
- 4) Paikalliset vaikutukset 1,20 / 0,9 (STR/GEO) [EN 1992-1-1: 2.4.2.2 (3) Huom)]
- Passiivipaineen yhdistelykerroin aiheuttavan kuorman mukaan ja varmuusluku pysyvän kuorman mukaan
 - Vedenpinnan aseman vaikutukset yhdistellään pysyvän kuorman kanssa siten että saavutetaan määräävä yhdistely

= Määräävä muuttuva kuorma

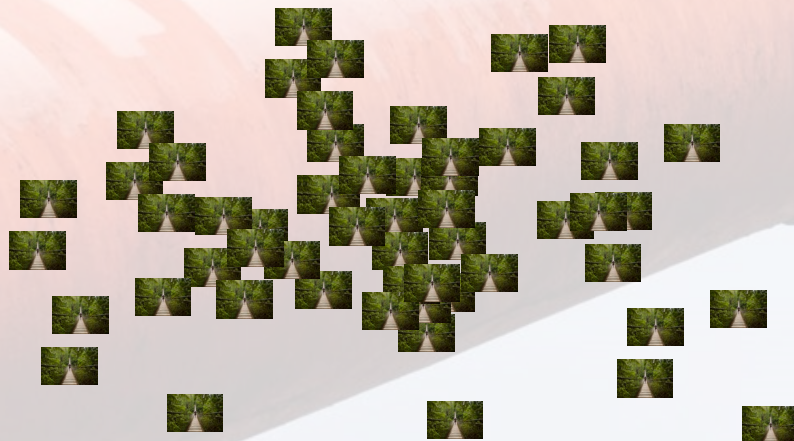
Ease-of-use jatkuu?



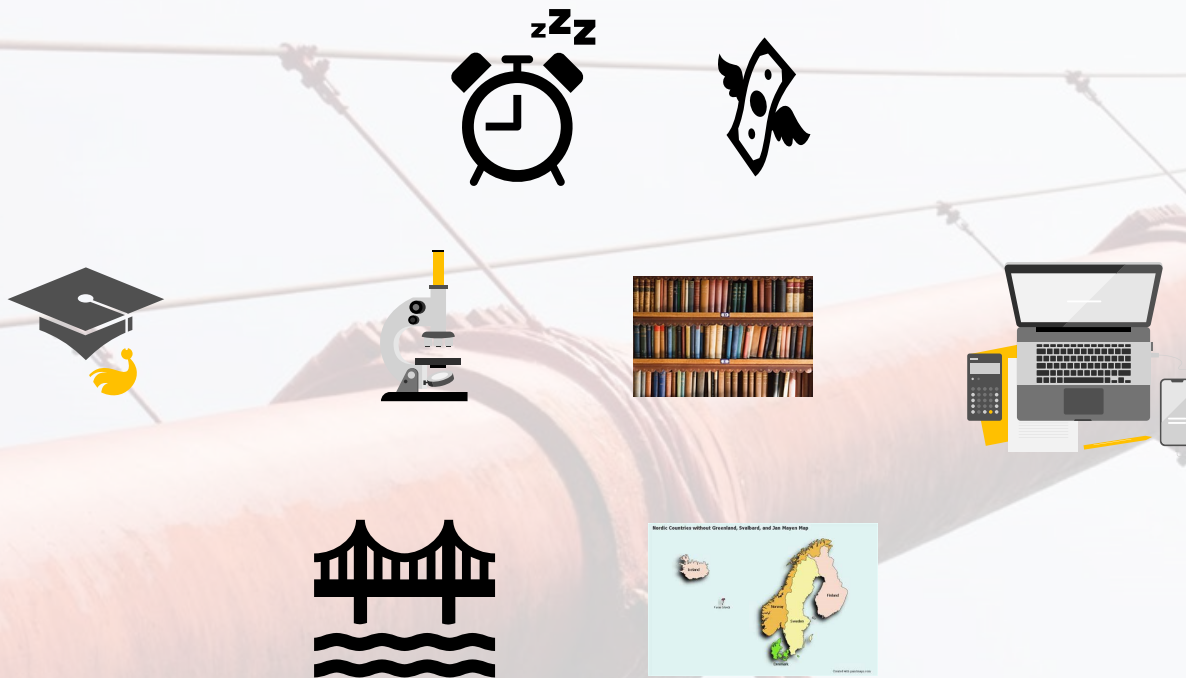
1 vs 10 vs 100 vs 1000



Project specific?
Basis of Design?



UHKA VAI MAHDOLLISUUS?





MAHDOLLISUUS, EI UHKA!



KIITOKSIA MIELENKIINNOSTA



Heikki Lilja
Heikki Lilja Consulting Oy
Email: heikki@heikkililjaconsulting.com