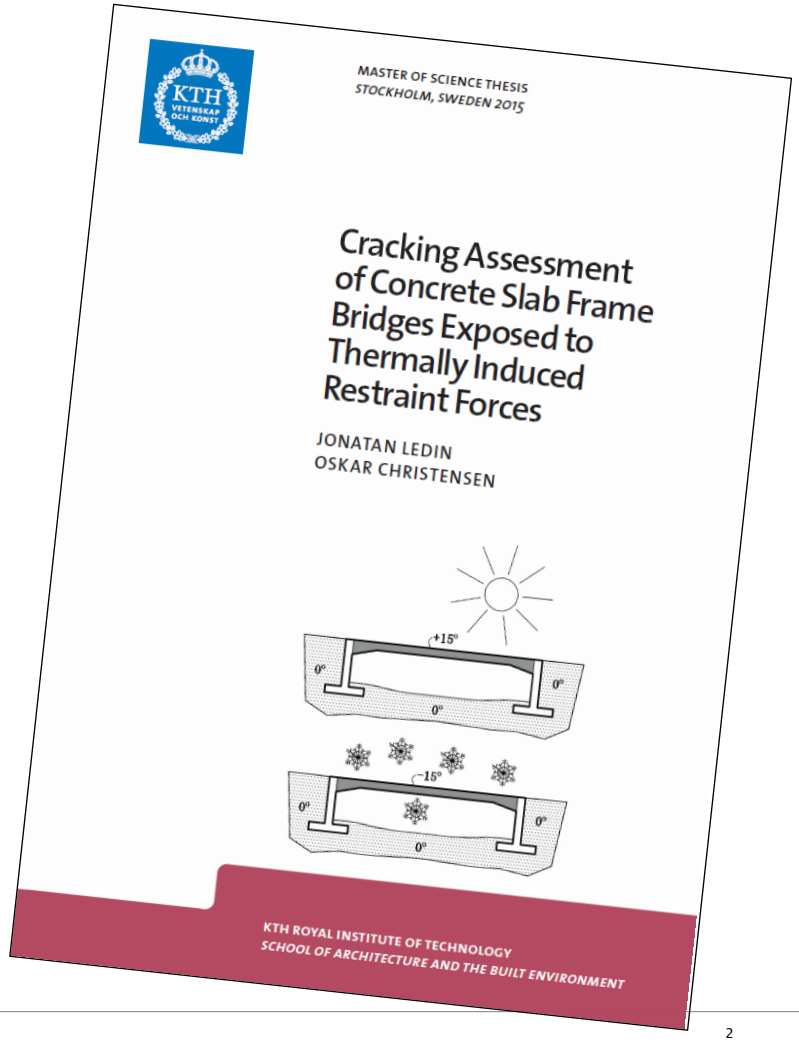
SPRICKANALYS AV PLATTRAMBROAR MED ICKE-LINJÄR FEM

Baserad på examensarbete i Betongbyggnad KTH 2015

f.d. exjobbare: Jonatan Ledin och Oskar Christensen

f.d. handledare: Mikael Hallgren



June 2015
TRITA-BKN. Master Thesis 448, Concrete Structures 2015
ISSN 1103-4297,
ISRN KTH/BKN/EX - - 448 - - SE

Royal Institute of Technology (KTH)
Department of Civil and Architectural Engineering Division of Concrete Structures
Stockholm, Sweden, 2015

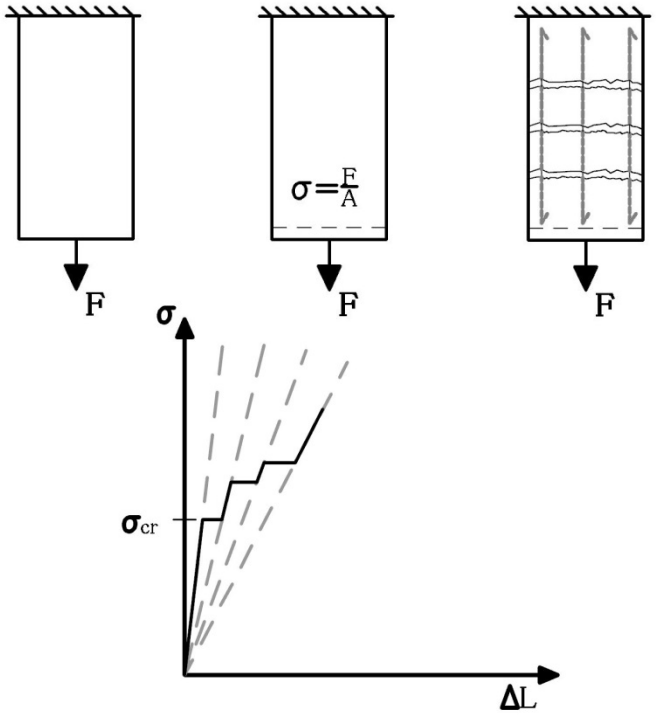
© TYRÉNS 2016

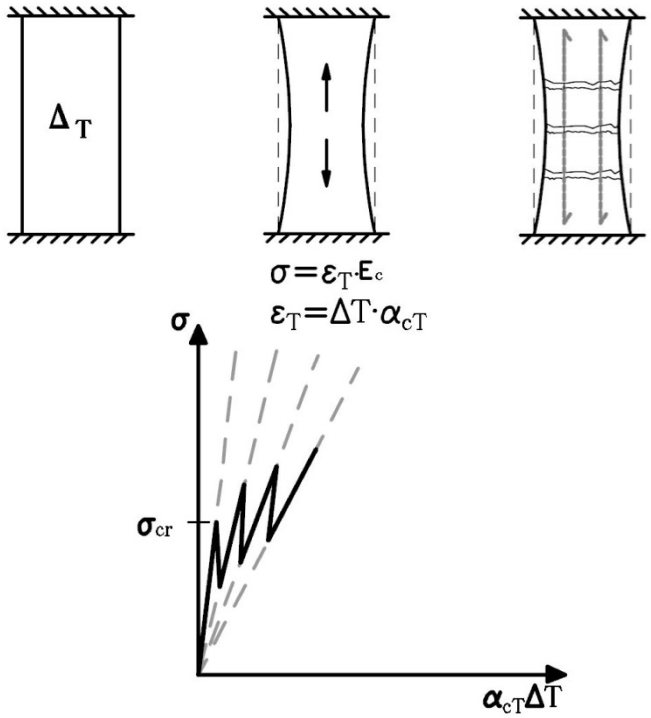
PRESENTATIONENS INNEHÅLL

- Teoretisk bakgrund till problematiken kopplad till dimensioneringssituationer där tvångskrafter är närvarande
- Fallstudie – NLFE-analys av en plattrambro
- Jämförelse –
  Resultat från NLFEA vs. beräkningsmetoder i Eurokod 2

© TYRÉNS 2016

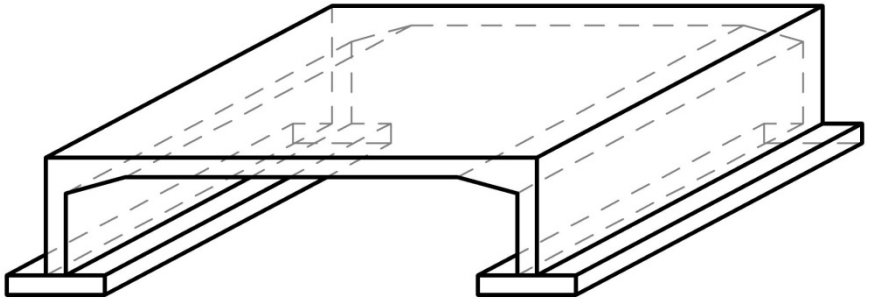
SPÄNNING AV YTTRE KRAFTER VS. TVÅNGSSPÄNNING AV INRE DEFORMATIONER

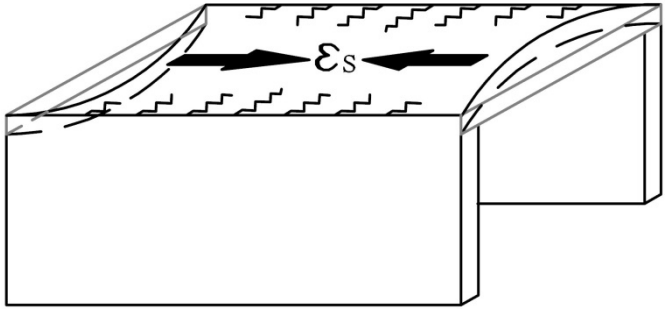




© TYRÉNS 2016

TVÅNG AV TEMPERATUR I PLATTRAMBROAR



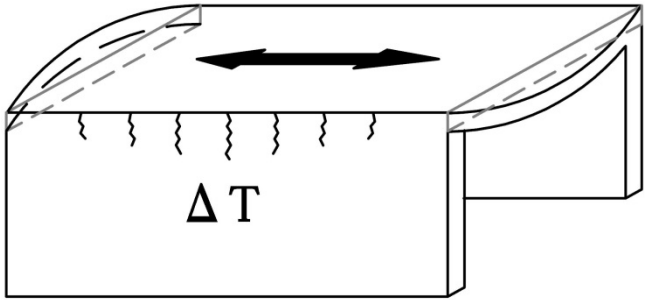


- Tvång i transversell riktning

EN 1991-1-5

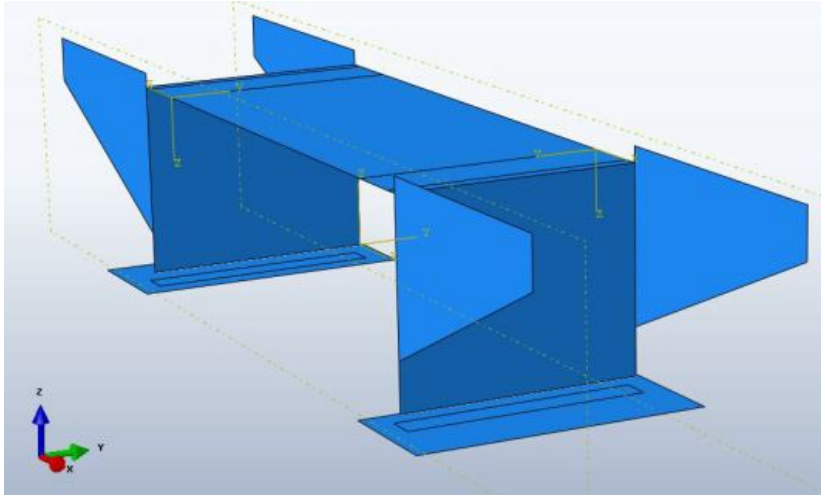
Temperaturlast

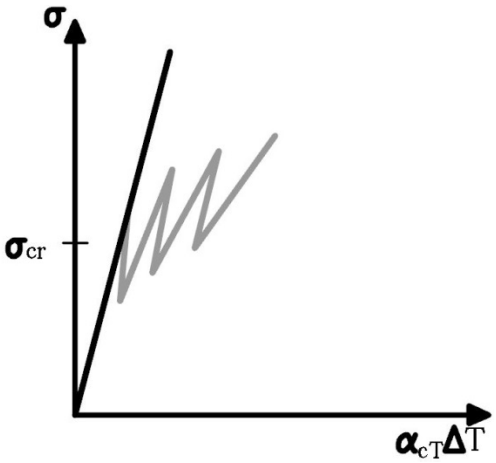
DT = 15°



© TYRÉNS 2016

LINJÄR 3D FE-ANALYS





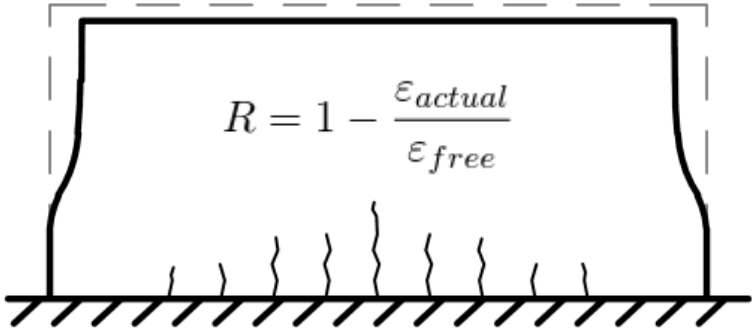
$$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\boxed{\sigma_s} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}(1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

© TYRÉNS 2016

ALTERNATIV BERÄKNINGSMETOD

- EN 1992-3 – töjningsdifferens som funktion av temperaturskillnader och inspänningsgrad (R)
- Egentligen standard framtagen för behållare och avskiljande betong-konstruktioner
- Förslag presenterat i rapport framställd på KTH/ELU



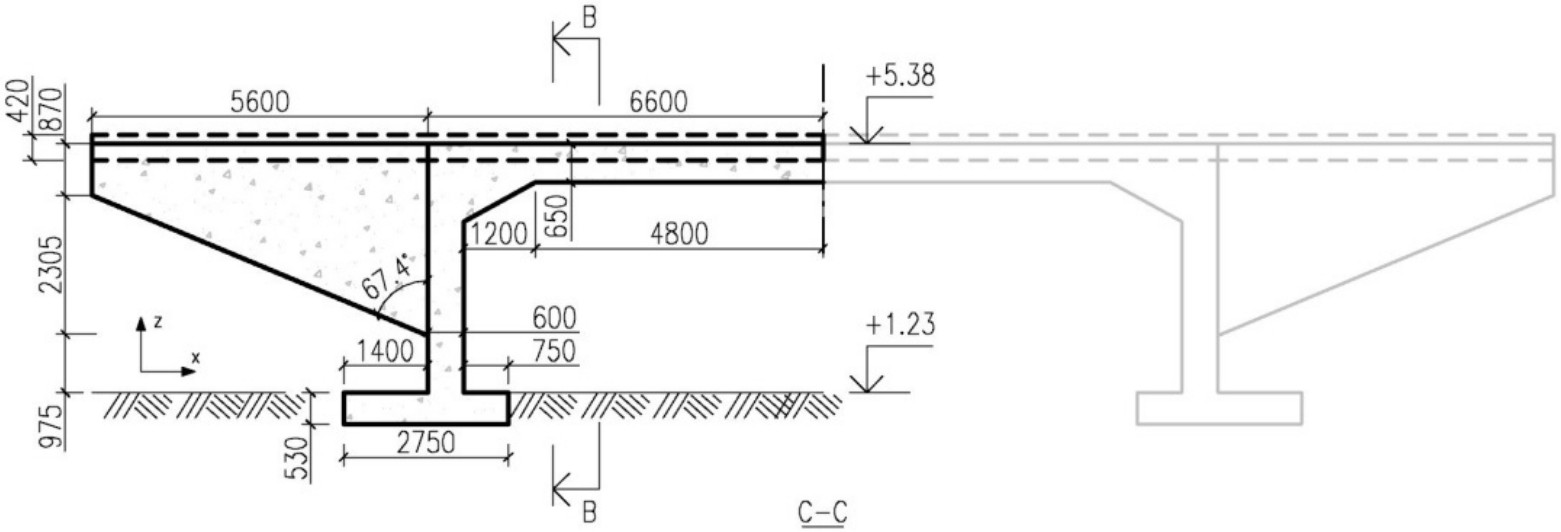
$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = R_{ax} \cdot \varepsilon_{free}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}(1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

© TYRÉNS 2016

FALLSTUDIE

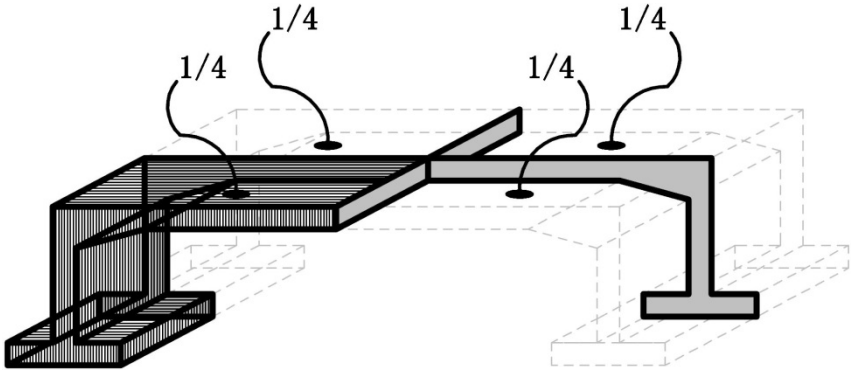
- Plattrambro - Östra länken etapp 4
- Bygghandlingar framtagna av Tyréns

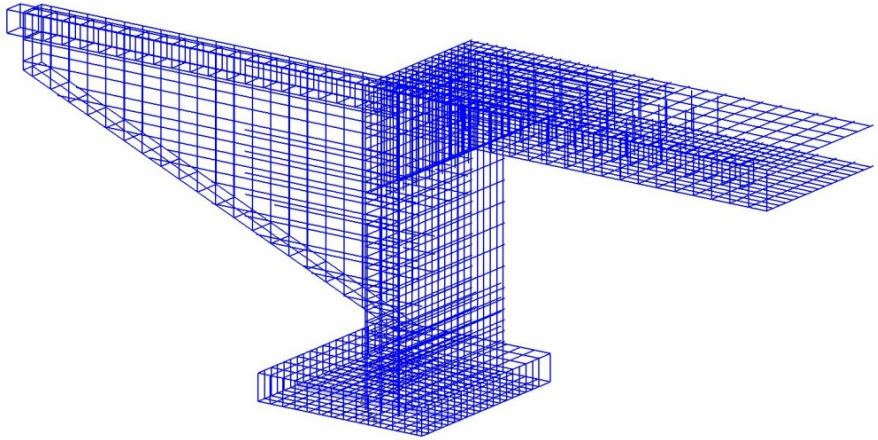


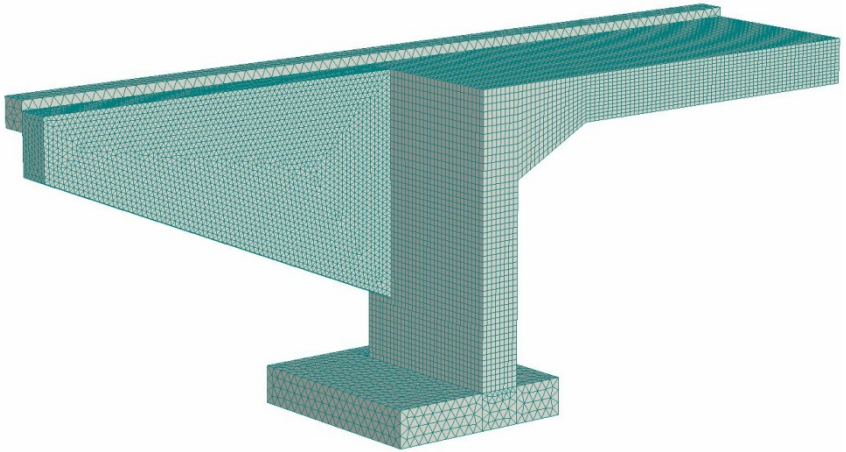
© TYRÉNS 2016

NUMERISK MODELL

- En ”kvarts” plattrambro



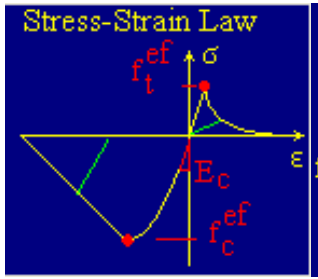


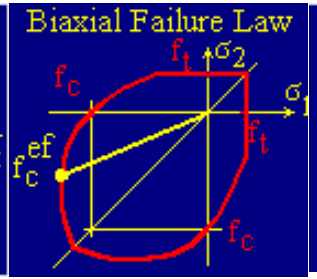


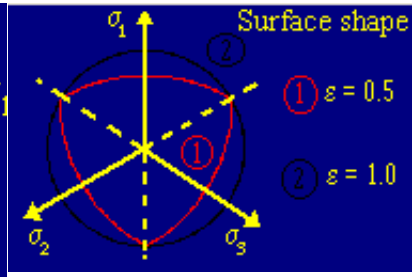
© TYRÉNS 2016

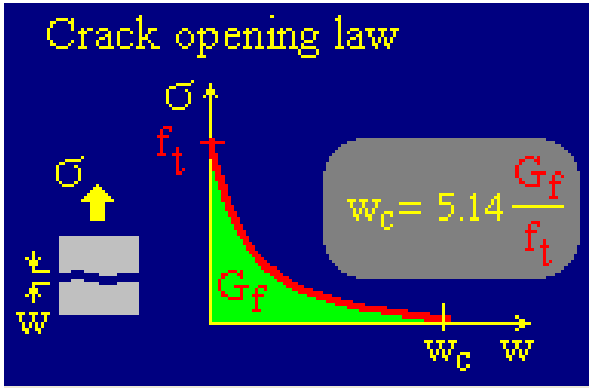
MATERIALMODELLER – “SMEARED CRACK APPROACH”

Betong

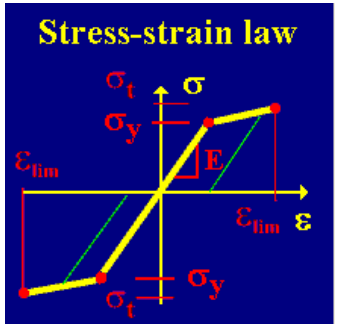








Armering



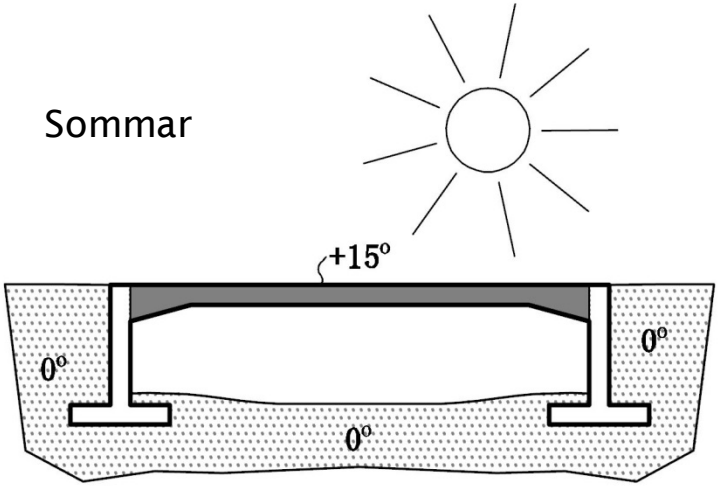
+ Bond – Slip-modell

© TYRÉNS 2016

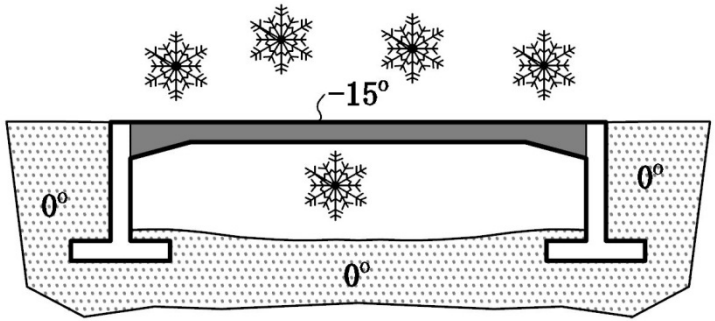
LASTEN REPRESENTERAR ÅRSTIDER

- Bygger på antagandet att återfyllnadsmaterialet håller en konstant temperatur oberoende av årstid

Sommar



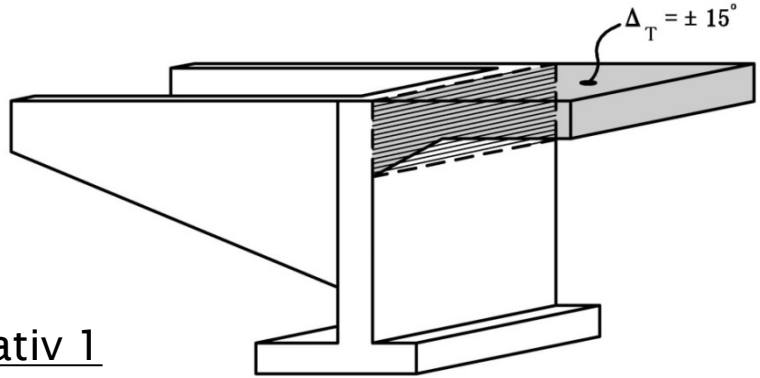
Vinter



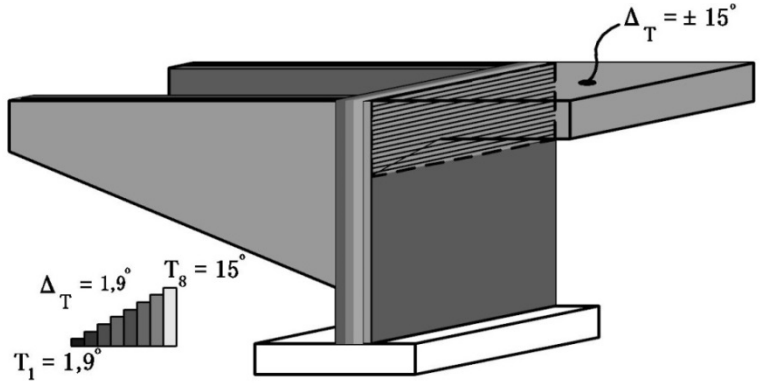
© TYRÉNS 2016

TEMPERATURFÖRDELNING I KONSTRUKTION

- 2 angreppssätt presenteras här
- Konstant temperatur i brodäck och konstruktionsdelar i kontakt med återfyllnadsmaterial – synsätt i norm
- Värmegradient genom konstruktionsdelar i kontakt med jord – mer verklighetstroget scenario
- En tredje temperaturfördelning prövades men presenteras ej här



Alternativ 1



Alternativ 3

© TYRÉNS 2016

NLFEA, exempel 1

Temperaturfördelning:
Alternativ 1

Årstid: Sommar

Laststeg:

Egentyngd	1-10
Jordtryck	11-20
Temp	21-100

© TYRÉNS 2016

NLFEA, exempel 2

Temperaturfördelning:
Alternativ 3

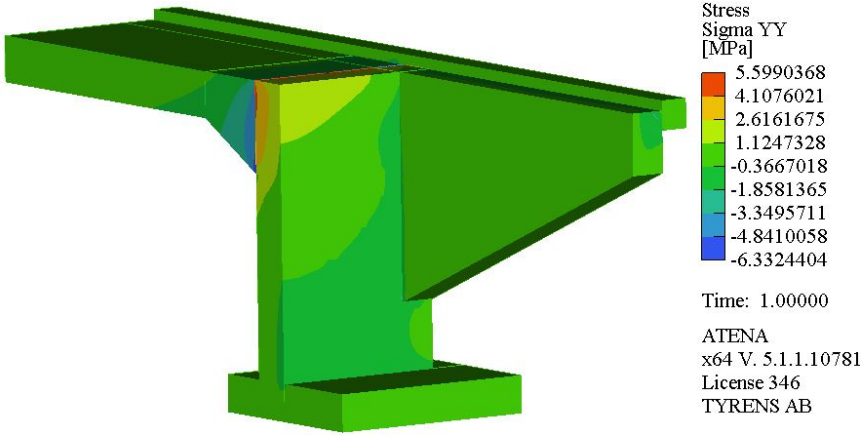
Årstid: Vinter

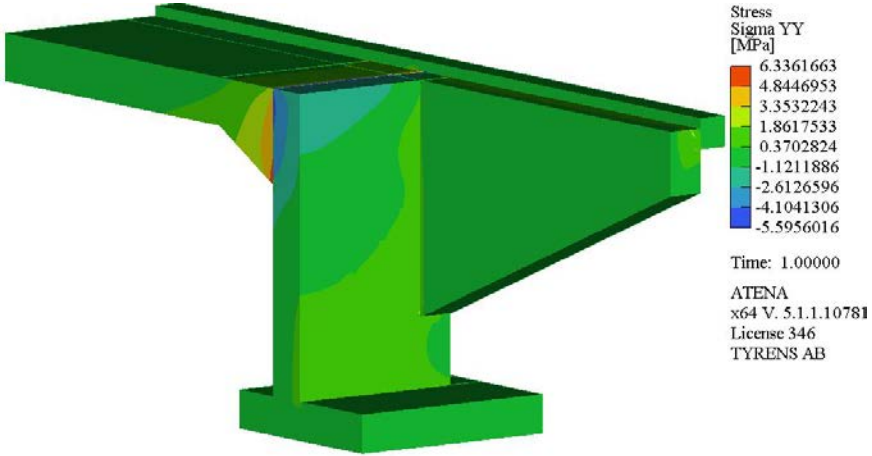
Laststeg:
Temp 1-80

© TYRÉNS 2016

REFERENSMODELL – LINJÄRELASTISK MODELL FÖR SPRICKBREDDSBERÄKNING

Temperaturfördelning Alternativ 1





- Sommarfall – drag i frontmur
- Vinterfall – drag i vot/brodäck

© TYRÉNS 2016

JÄMFÖRELSE – NLFEA, LFEA + EN 1992-1-1 & EN 1992-3

$$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

- LFEA + EN 1992-1-1, sommar

	σ_c [MPa]	F_s [MN]	σ_s [MPa]
Alternative 1	1.69	1.01	484
Alternative 3	0.71	0.43	203

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}(1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

- EN 1992-3

$$\varepsilon_{free} = \alpha_{cT} \cdot \Delta T$$

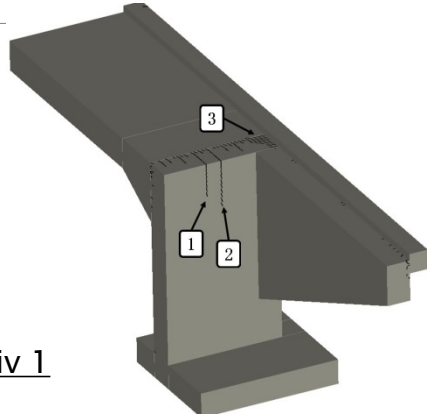
$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = R_{ax} \cdot \varepsilon_{free}$$

© TYRÉNS 2016

RESULTAT – SPRICKBREDDER BERÄKNADE ENL. DE OLIKA BERÄKNINGSMETODERNA (SOMMARFALL)

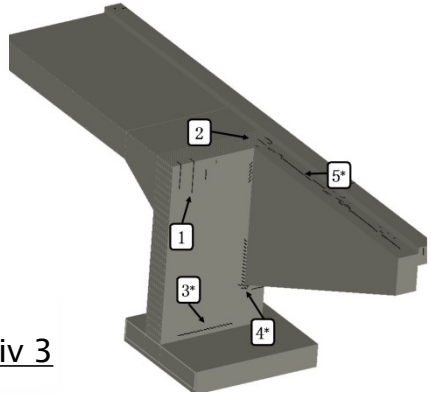
	NLFE results	Linear FE + EN 1992	EN 1992-3 approach
Alternative 1	0.08	1.25	0.12
Alternative 3	0.03	0.4	0.12

(Sprickbredder i [mm])



NLFEA

Alternativ 1



NLFEA

Alternativ 3

Slutsatser

- LFEA + EN 1992-1-1 gav ~14x bredare sprickor än NLFEA i detta fall
- EN 1992-3 överensstämmer bättre med NLFEA resultat
- Temperaturgradient minskar maximal sprickbredd

© TYRÉNS 2016