

Information om BBT-projekt 2013-026
Eurokoder, forskning och samverkan för innovativa hållbara konstruktioner
CIR-dagen 2016-01-26, Göteborg Convention Center



Brottnprovning av 55-årig spännbetongbro Kalibrering av modeller för tillståndsbedömning



Niklas_Bagge



Jonny Nilimaa



Thomas Blanksvärd



Gabriel Sas



Björn Täljsten



Yongming Tu



Zheng Huang



Niklas Grip



N. Saburova



Anders Carolin



Håkan Sundqvist



Mikael Hallgren



Mario Plos



Jiangpeng Shu



M. Al-Emrani



Reza Haghani



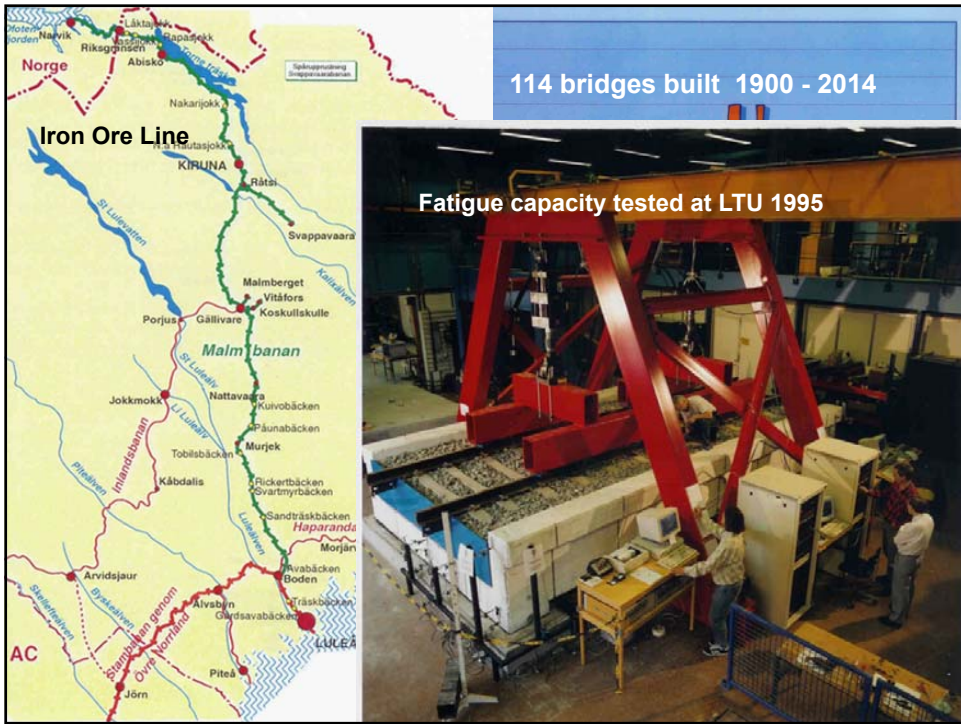
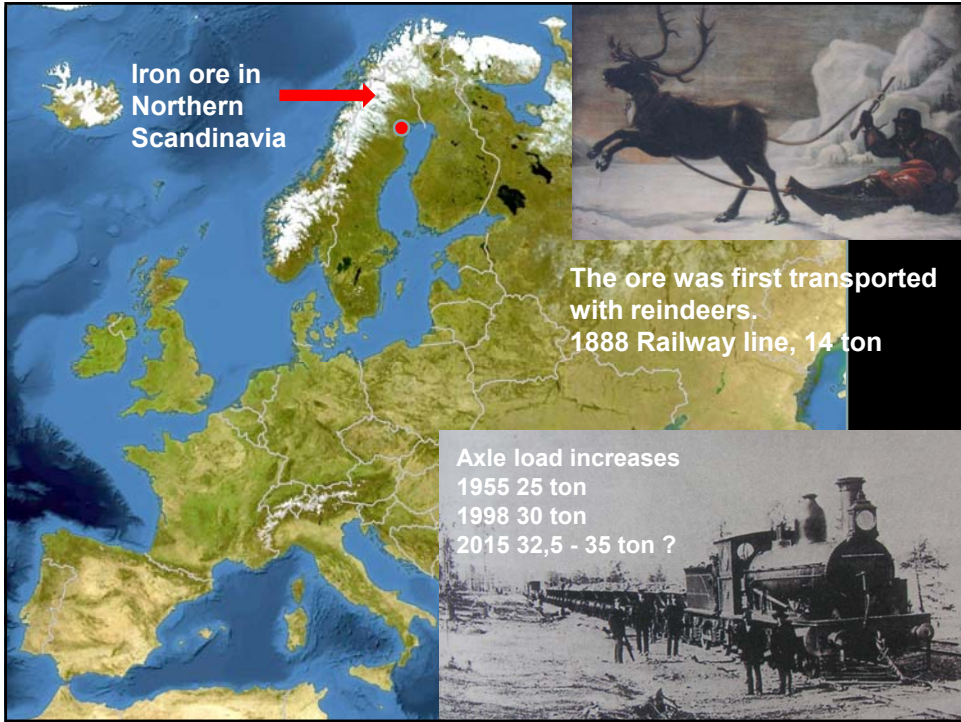
Oskar Larsson



Lehnart Eilfgren

Disposition

- Bakgrund
- Mål
- BBT-projektet
- Resultat
- Fortsatt arbete



A train has 68 wagons
each with ca 100 ton ore
12 trains/day transport about
25 Mton/year (increase to 40)
Maintenance cost
~ 45 k€/km, year



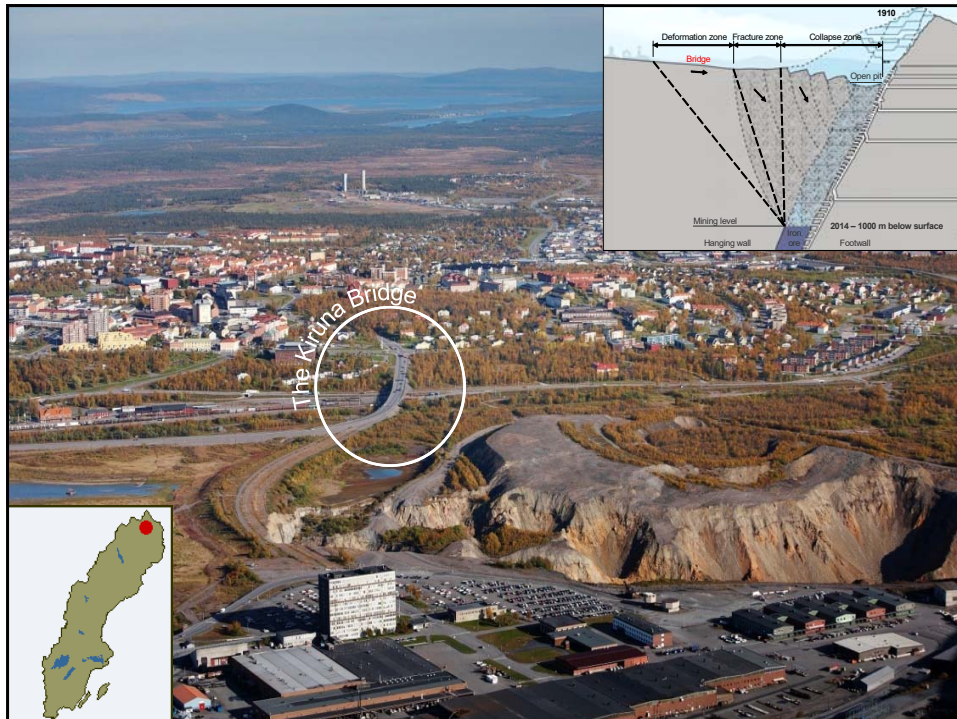
Has inspired three EC projects:



Sustainable Bridges



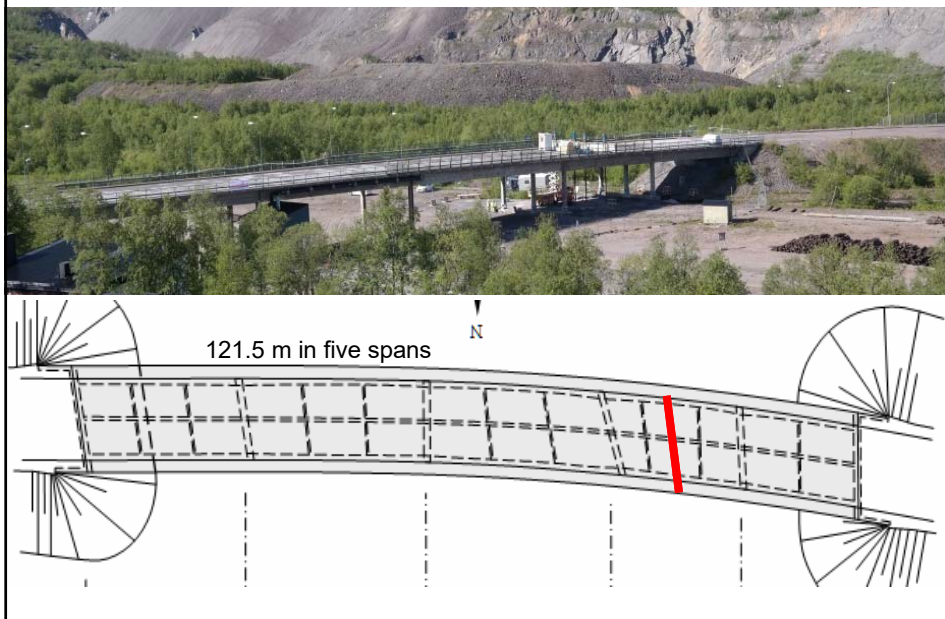
MAIN
LINE



Mål

- Studera lastupptagningsförmåga och deformationskapacitet hos en 55 år gammal spännbetongbro
- Kalibrera befintliga beräkningsmetoder och modeller
- Ge underlag för tillståndsbedömning av likartade konstruktioner

Prestressed five span bridge in Kiruna



The Kiruna Bridge

In service 1959 to 2013

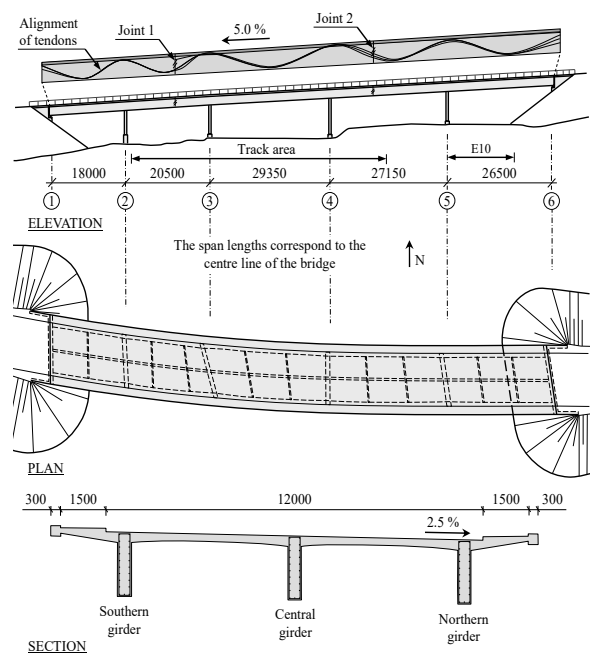
Prestressed concrete girders

BBRV Post-tensioned strands

Concrete strength:

Code 36.5 MPa

Actual 62.2 MPa



BBT-projektet Specifika forskningsfrågor

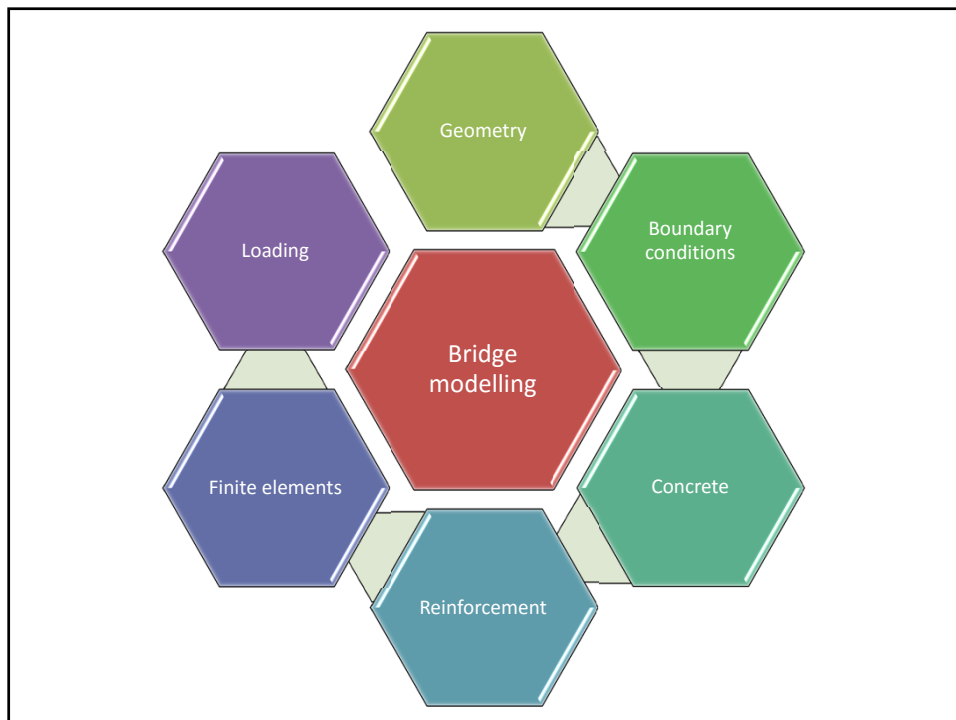
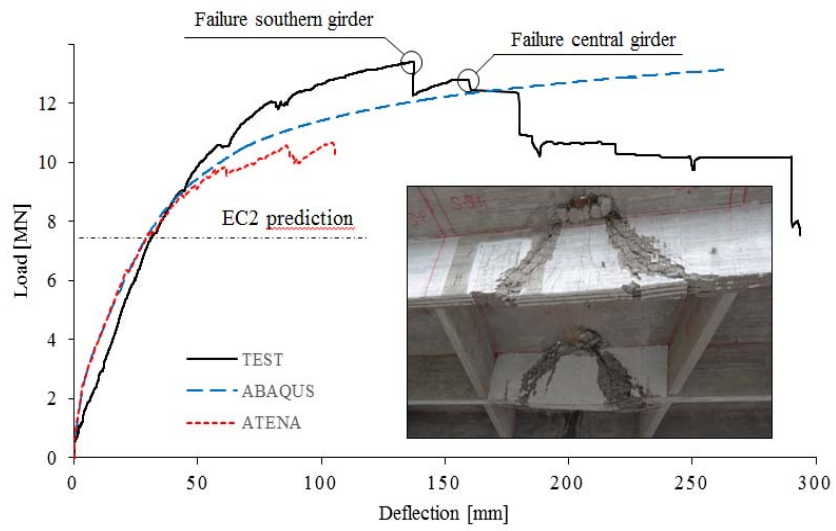
- (1) Beräkningsmetodik
- (2) Spännkablarnas kondition och kvarvarande spännkraft
- (3) Förstärkning för att öka bärförmågan
- (4) Genomstansning av brobaneplattan
- (5) Temperaturdeformationer
- (6) Livscykelkostnader
- (7) Robusthet och duktilitet



Brottopvning brobalkar



Load-deflection, Kiruna

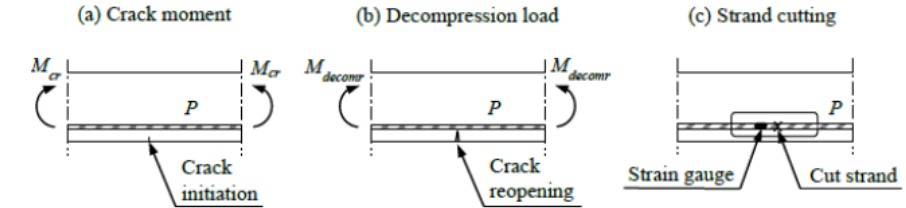


Spännkablar

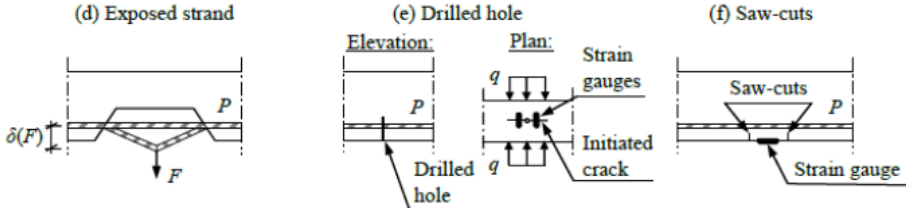


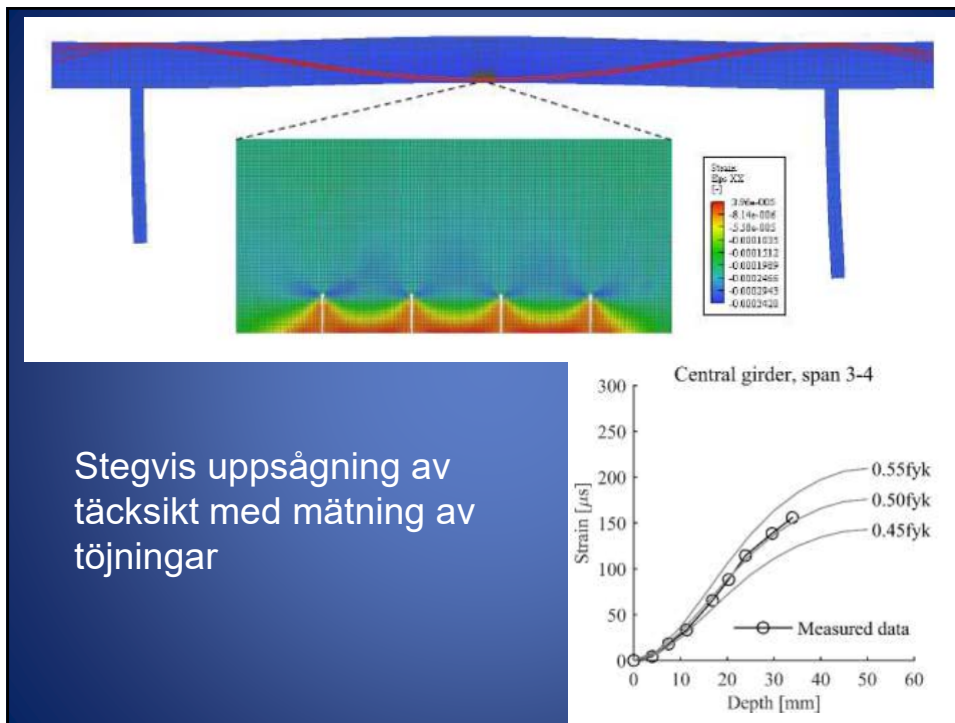
Prestress Force - Test Methods

DESTRUCTIVE METHODS:



NON-DESTRUCTIVE METHODS:



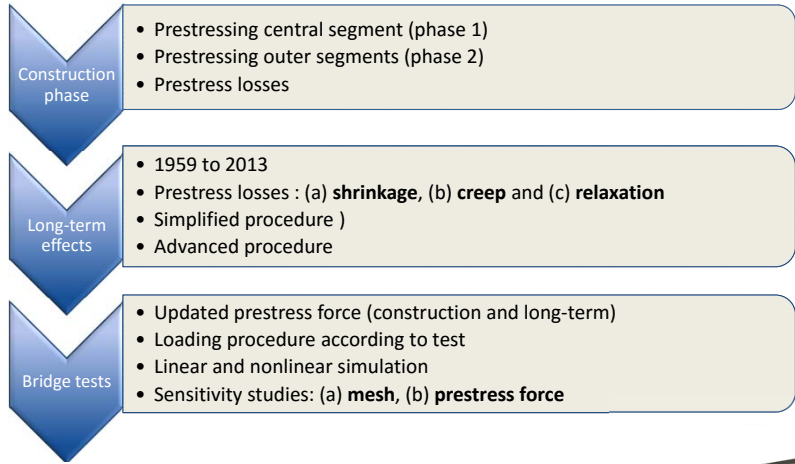


Stegvis uppsågning av täcksikt med mätning av töjningar

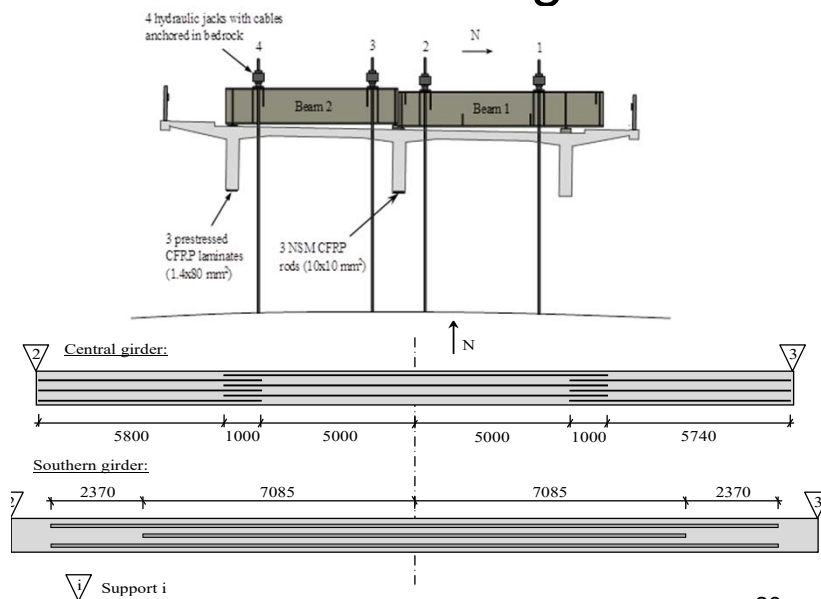
Kvarvarande spännkraft



Modelling procedure – ATENA Science

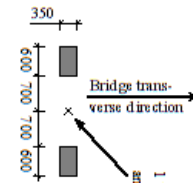


Förstärkning

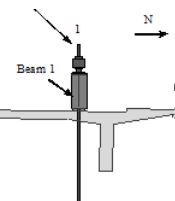




Genomstansning brobaneplatta



Hydraulic jack



KTH har studerat stansbrott. Nya beräkningsmodeller håller nu på att tas fram i Europa och dessa har kalibrerats mot det fullskaleförsök som genomförts. Mikael Hallgren har rapporterat i den arbetsgrupp han leder för revision av nuvarande Eurokod.

23

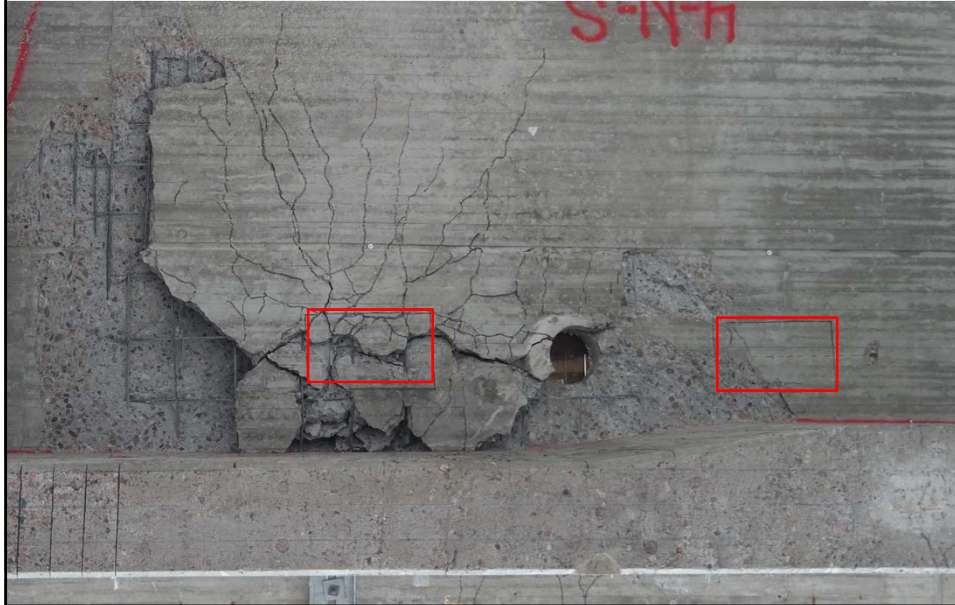
Brottprovning brobaneplatta



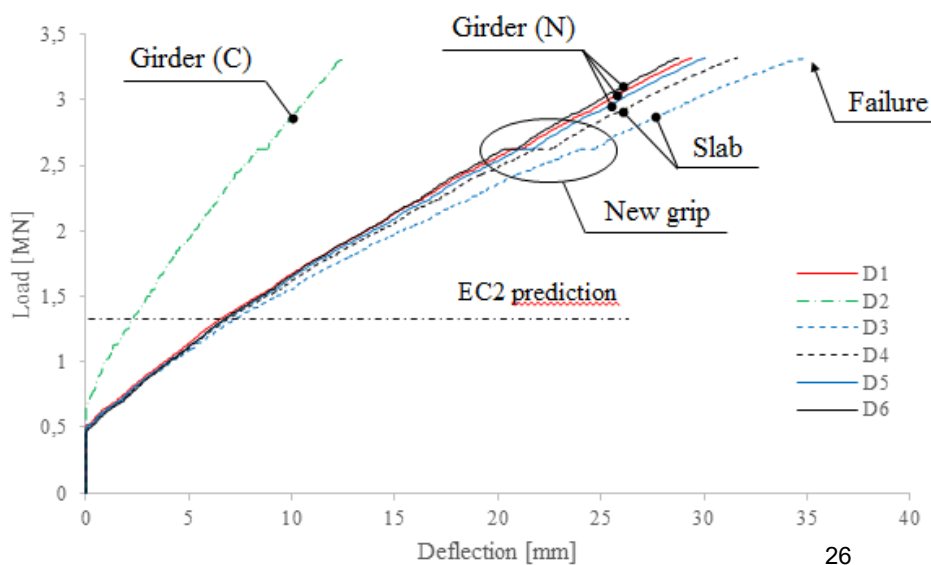
24

OF TECHNOLOGY

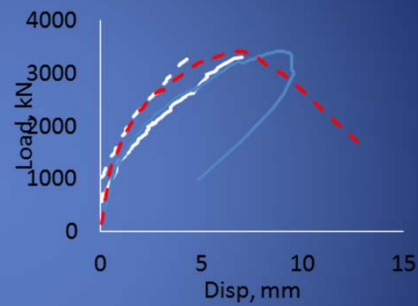
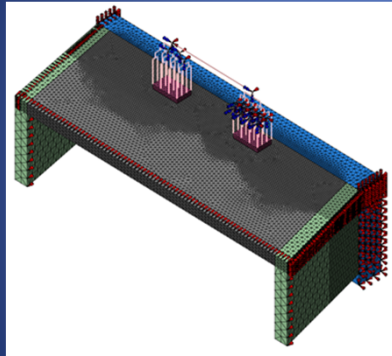
Stansning brobanneplatta



Load – Deflection, Punching, Kiruna, 2014



Genomstansning



Jiangpeng Shu, Mario Plos, Chalmers

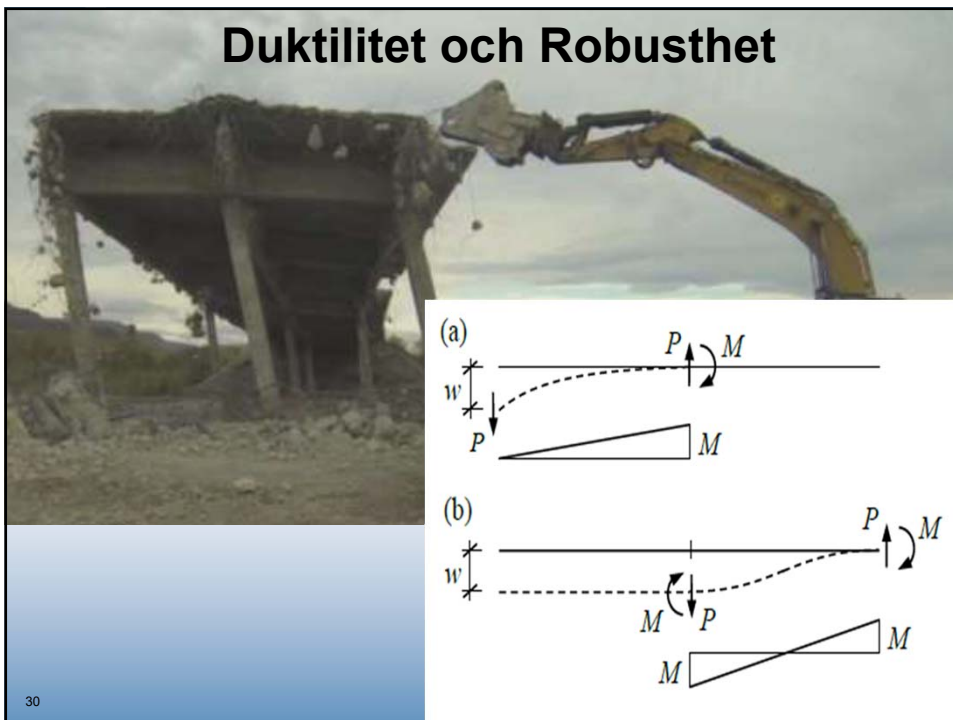
Temperatur

- De första preliminära resultaten från LTU (Oskar Larsson) visar att stora töjningar uppkommer p.g.a varierande temperatur. En mer förfinad analys krävs dock för att kunna dra några slutsatser angående resultaten. Ett examensarbete är på gång om Gruvbron.

Livscykelkostnader, LCC

- Metoder för denna typ av analyser har tagits fram på KTH. För att kunna göra kalkyler behövs data om bärförmåga och nedbrytning för befintliga broar. För Gruvbron har studier av livscykelkostnaderna initierats (Håkan Sundqvist).

Duktilitet och Robusthet





Slutrapport

Förord

Sammanfattning

- 1 Mål och syfte
- 2 Bakgrund
- 3 Upplägg, metod o genomförande
- 4 Projektorganisation o medverkande
- 5 Resultat
- 5.1 Publikationer
- 5.2 Bärighet, robusthet och duktilitet
- 5.3 Förstärkning
- 5.4 Spännkablarna kondition och kvarvarande spännkraft
- 5.5 Genomstansning av brobanepattan
- 5.6 Beräkningsmetodik
- 5.7 Temperaturdeformationer
- 5.8 Livscykelkostnader
- 5.9 Koppling till branschprogrammet
- 6 Fortsatta studier
- 7 Referenser

Bilagor

http://pure.ltu.se/portal/files/104498714/Slutrapport_Sp_nnbetongbro_Kiruna_Huvudrapport_2015_10_29.pdf

Slutrapport till BBT

2015-10-25

Brottbelastning av en 55 år gammal spännbetongbro i Kiruna - Kallibrering av modeller för tillståndsbedömning



Lennart Elfgrén, Niklas Bagge, Jonny Nilimaa, Thomas Blanksvård och Björn Täljsten, LTU
Jiangpeng Shu och Mario Plos, Chalmers
Oskar Larsson, LTH
Håkan Sundquist, KTH
Luleå tekniska universitet (LTU), Kungliga tekniska högskolan (KTH), Chalmers tekniska högskola och Lunds tekniska högskola (LTH)



LICENTIATE THESIS



Assessment of Concrete Bridges

Models and Tests for Refined Capacity Estimates



Niklas Bagge



DOCTORAL THESIS



Concrete Bridges

Improved Load Capacity



Jonny Nilimaa



Publikationer

- Bagge, N., Nilimaa, J., Blanksvärd, T. & Elfgren, L., (2014a). Instrumentation and Full-Scale Test of a Post-Tensioned Concrete Bridge. *Nordic Concrete Research*, 51, pp. 63-83
- Bagge, N., Sas, G., Nilimaa, J., Blanksvärd, T., Elfgren, L., Tu, Y. & Carolin, A., (2015a). *Loading to failure of a 55 year old prestressed concrete bridge*. Helsinki, IABSE Workshop Helsinki – Safety, Robustness and Condition Assessment of Structures.
- Bagge, N., Shu, J., Plos, M. & Elfgren, L., (2015b). *Punching Capacity of a Reinforced Concrete Bridge Deck Slab Loaded to Failure*. Oslo, Nordic Concrete Federation: Residual capacity of deteriorated concrete structures.
- Bagge, N., Nilimaa, J., Enochsson, O., Sabourova, N., Grip, N., Emborg, M., Elfgren, L., Lundmark, T. & Tu, Y., (2015c). *Protecting a five span prestressed bridge against ground deformations*. Geneva, IABSE Workshop – Structural Engineering: Providing Solutions to Global Challenges.
- Bagge, N., Nilimaa, J., Blanksvärd, T., Bernspång, L., Täljsten, B., Elfgren, L., Sas, G. & Tu, Y., (2015d). *Performance of a prestressed concrete bridge loaded to failure*. Geneva, IABSE Conference – Structural Engineering: Providing Solutions to Global Challenges.
- Bagge, N. & Elfgren, L., (2015e). *Structural performance and failure loading of a 55 year-old prestressed concrete bridge*. Foz do Iguaçu, 8th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (submitted).
- Bagge, N., Nilimaa, J. & Elfgren, L., (2015f). Determination of the residual prestress force in a 55 year-old concrete girder bridge: Development of Approaches for Practical Application. *Journal of Structural Engineering* (to be submitted).
- Nilimaa, J., Bagge, N., Blanksvärd, T. & Täljsten B. (2015a). NSM CFRP strengthening and failure loading of a post-tensioned concrete bridge. *Journal of Composites for Construction* (accepted for publication).
- Nilimaa, J., Blanksvärd, T., Bagge, N., Haghani, R., Al-Emrani, M. & Täljsten B. (2015b). Validation of an innovative prestressed CFRP laminate system for strengthening post-tensioned concrete bridges. Submitted to: *Composites Part B: Engineering*.
- Sas, G., Bagge, N., Häggström, J., Nilimaa, J., Puurula, A., Blanksvärd, T., Täljsten, B., Elfgren, L., Carolin, A., & Paulsson, B., 2015. *Tested versus code capacity of existing bridges - Three examples*. Geneva, IABSE Conference – Structural Engineering: Providing Solutions to Global Challenges, 8 pp

Slutsatser

- Befintliga beräkningsmodeller mycket konservativa:
 - Böjning-tvärkraft - Segt, duktilt brott
 - Stansning - Sprött brott
- Spännkablarnas kondition god med få rostangrepp. Ca 2/3 av spännkraften kvar
- Förstärkning med insågade stänger fungerar
- Samarbete inom Sveriges Bygguniversitet (CTH, KTH, LTH, LTU)

Fortsatt arbete

- Modellering av förspänning – icke-linjär FEM
- Nedbrytning, Duktilitet och Robusthet
- Förstärkning/Reparationsmetoder
- Temperatur
- Livscykelkostnader

BBT
Branschprogram för forskning och innovation
avseende Byggnadsverk för Transportsektorn

Sveriges Bygginstitut

LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

CHALMERS

KTH
KTH
VETENSKAP
OCH KONST

LULEÅ TEKNISKA
UNIVERSITET

Tack!

Avdelningen för Konstruktionsteknik, LTU

Finansiärer:

TRAFIKVERKET

LKAB

HLRC
HJÄLMAR LUNDBLOM
RESEARCH CENTRE

SBUF
SVENSKA BYGGBRANSCHENS UTVECKLINGSFOND
The development fund of the Swedish construction industry