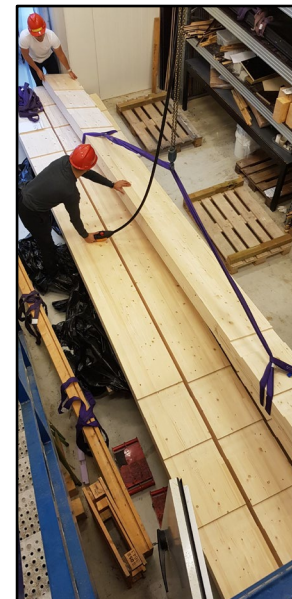


PRAEFABRIKEREDE TRÆ-BETON KOMPOSITDÆK DESIGNET TIL ADSKILLELSE

PhD. studerende Peter Kolt Rasmussen

PKRA@ramboll.dk / PKRA@dtu.dk



Dansk Betondag 2023

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

ERHVERVSPHD

Projekt periode:

Oktober 2021 – Oktober 2024

- **Phd-studerende:** Peter Kolt Rasmussen
- **Virksomhedsvejleder:** Bent Feddersen
- **DTU vejledere:** Linh Cao Hoang og Jesper Harrild Sørensen
- **Eksternvejleder:** Finn Larsen



INDHOLD

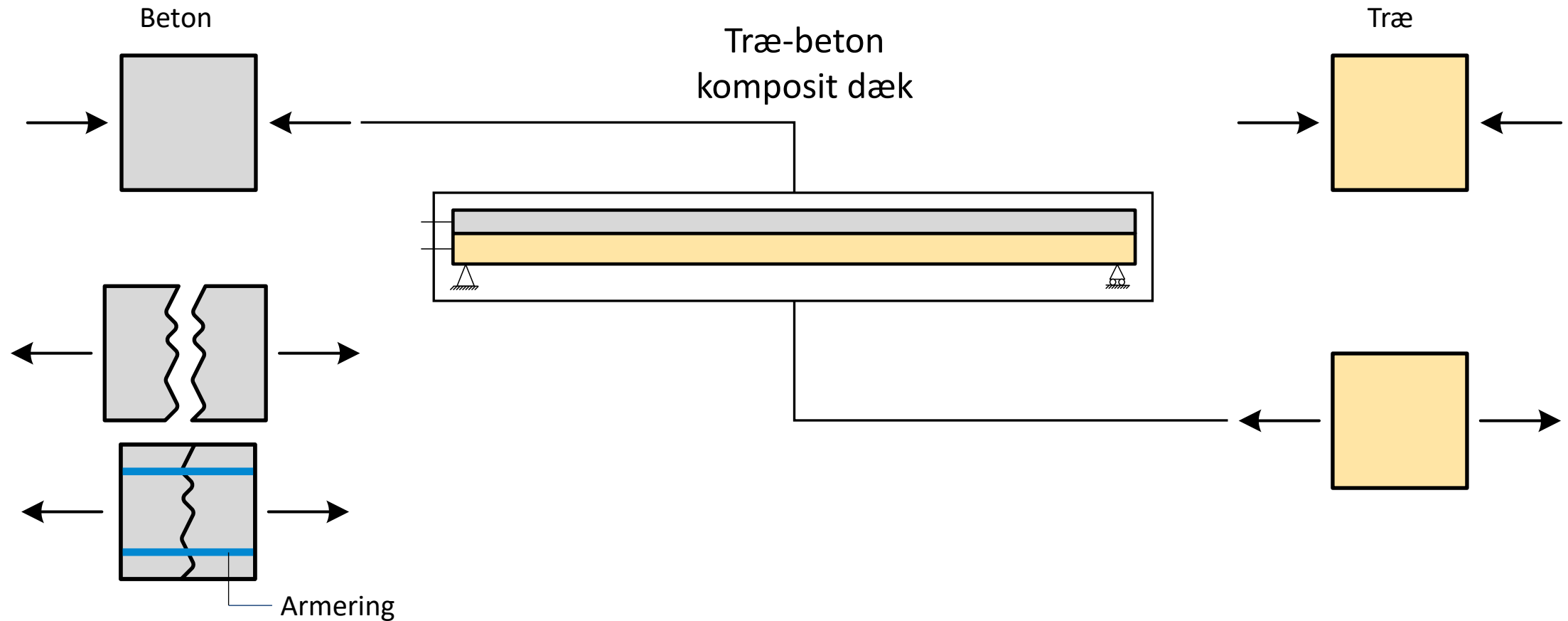
INDHOLD

- Projekt motivation
- Projekt ide
- Eksperimentelle undersøgelser

PROJEKT MOTIVATION

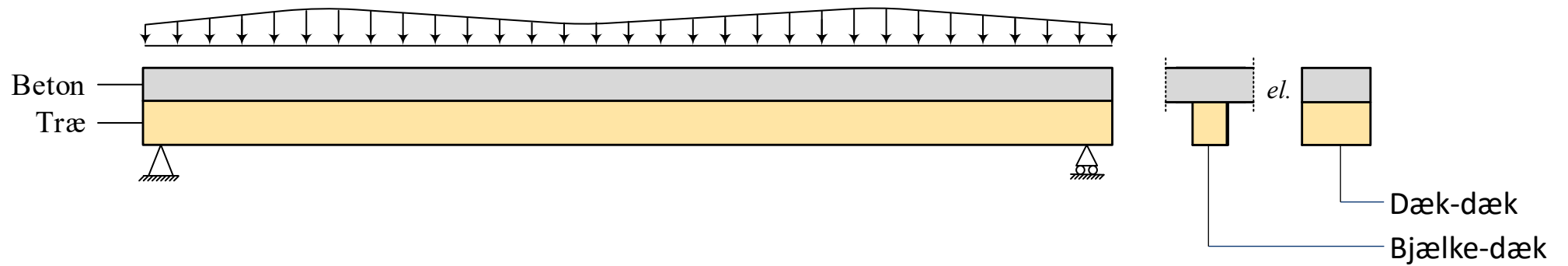
PROJEKT MOTIVATION

Hvad er et komposit materiale?



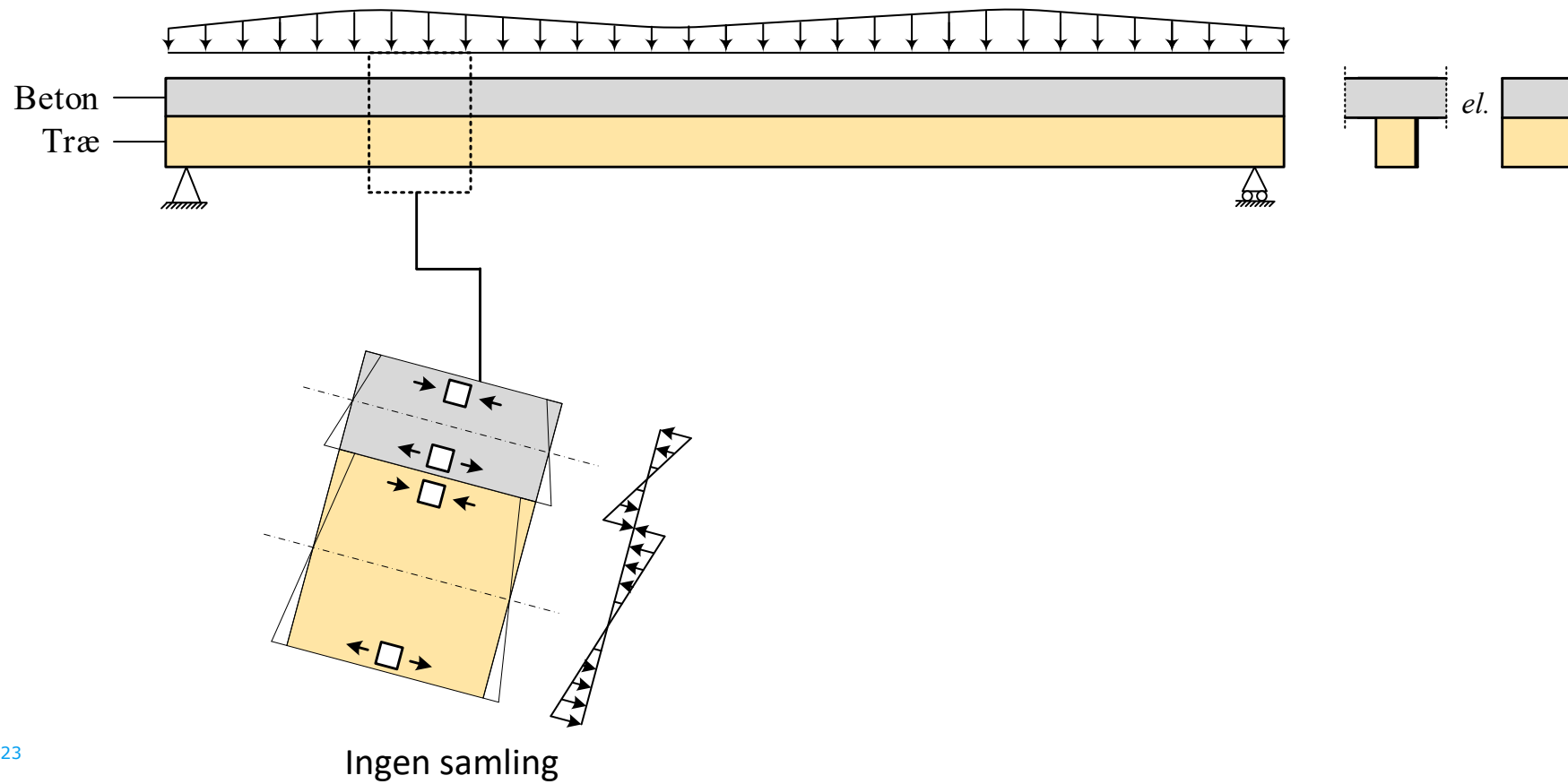
PROJEKT MOTIVATION

Samlingens indflydelse



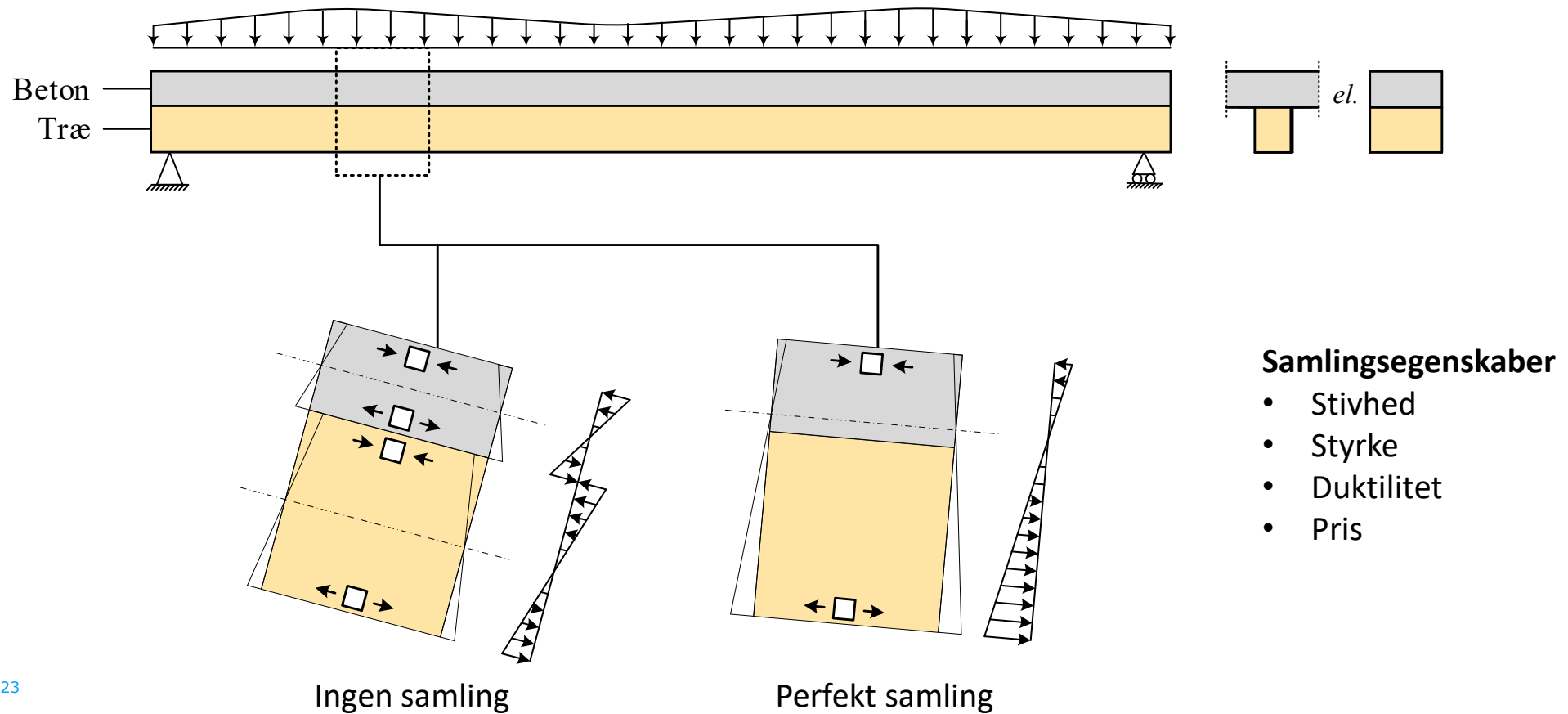
PROJEKT MOTIVATION

Samlingens indflydelse



PROJEKT MOTIVATION

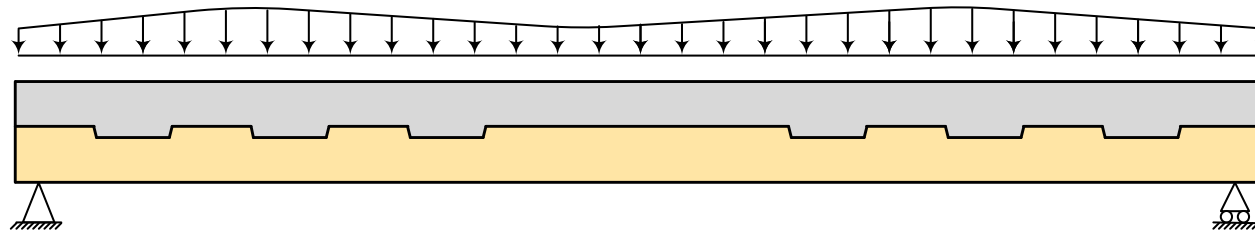
Samlingens indflydelse



PROJEKT IDE

Samlingens indflydelse

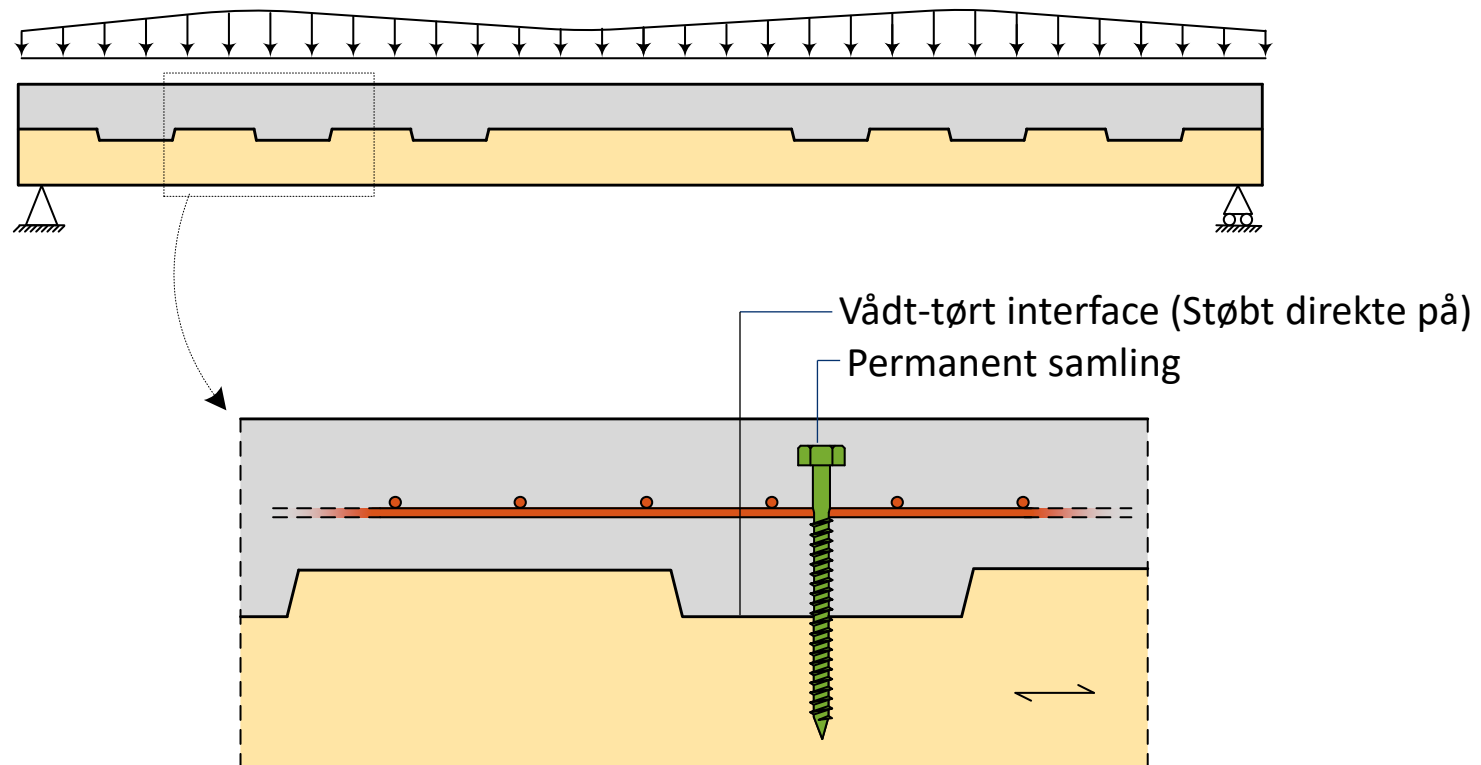
Fortandet samling



PROJEKT IDE

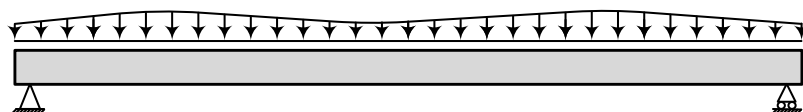
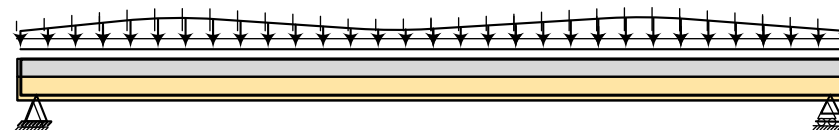
Samlingens indflydelse

Fortandet samling



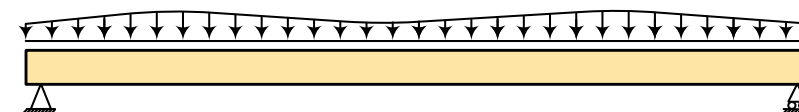
PROJEKT MOTIVATION

Hvorfor træ-beton komposit?



Fordele sammenlignet med beton:

- Mindre CO₂ udledning
- Mindre egenvægt



Fordele sammenlignet træ:

- Højere stivhed og masse, mindre følsomhed overfor vibrationer
- Højere termisk inertti
- Bedre akustiske egenskaber

Ulemper sammenlignet beton:

- Pris
- Stivhed

Ulemper sammenlignet træ:

- Højere CO₂ udledning
- Introducerer fugt på byggepladsen
- Problematisk at genanvende materialer

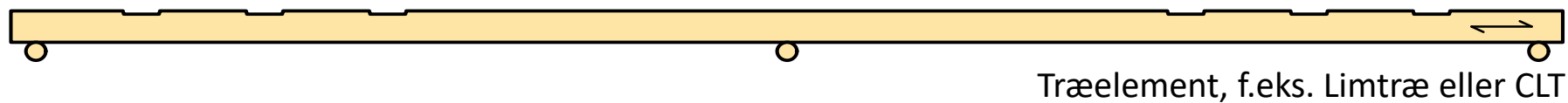
Mindskes ved brug af beton med lavt cement indhold

Løses ved brug af præfab. elementer

Løses ved brug skilbare samlinger

PROJEKT IDE

PROJEKT IDE



Produktion



Samling



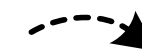
Montage



Levetid



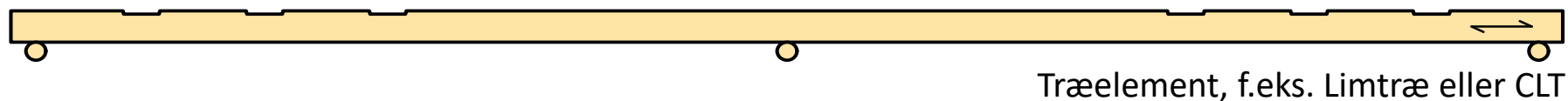
Adskillelse



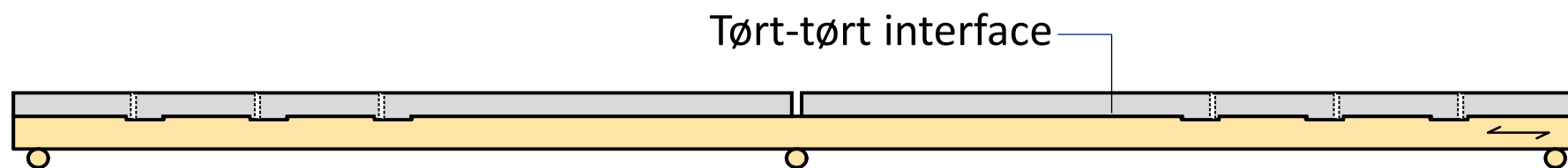
Genanvendelse

PROJEKT IDE

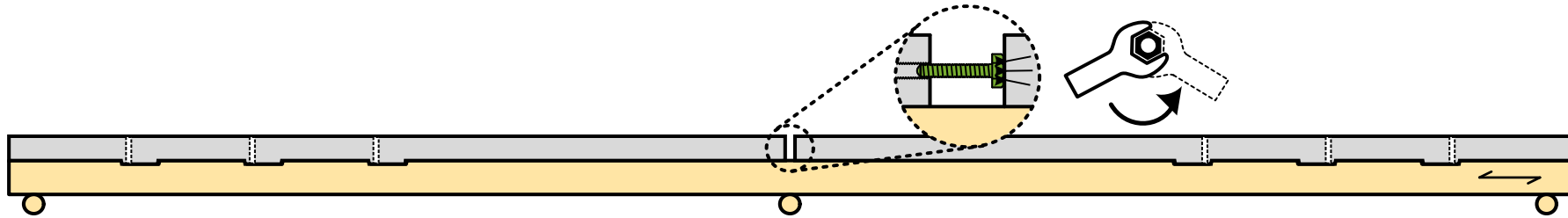
CO₂ optimeret recept → Relativt lavstyrke beton



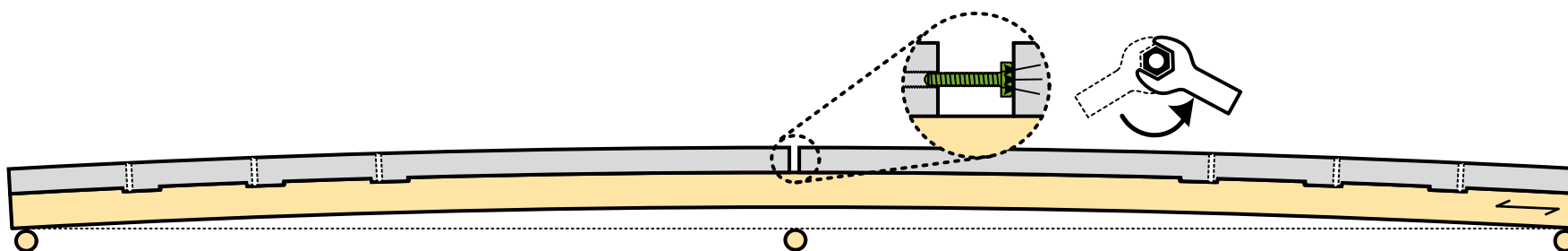
PROJEKT IDE



PROJEKT IDE



PROJEKT IDE



Produktion



Samling



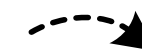
Montage



Levetid

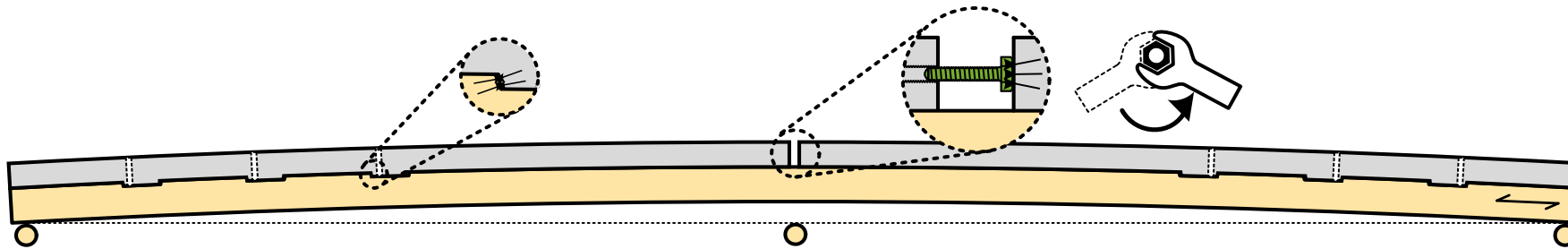


Adskillelse

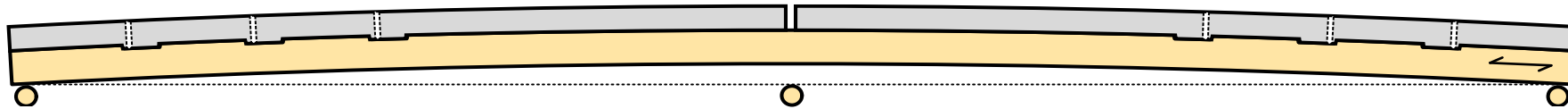


Genanvendelse

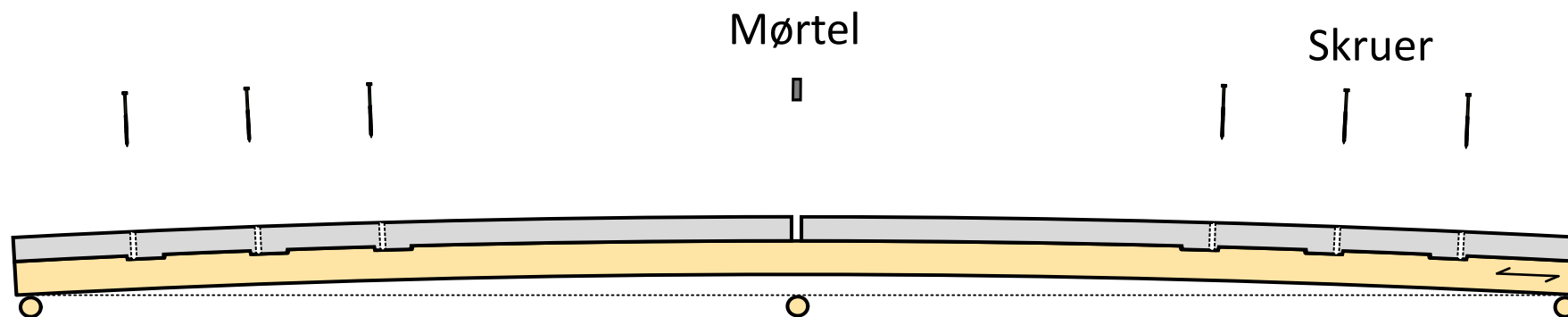
PROJEKT IDE



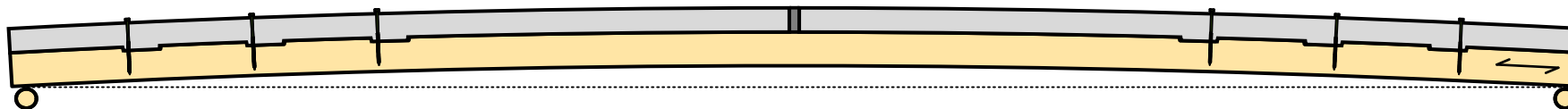
PROJEKT IDE



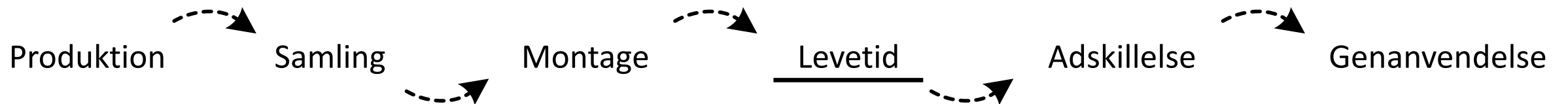
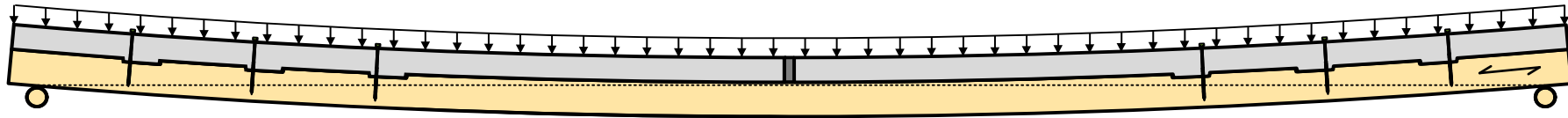
PROJEKT IDE



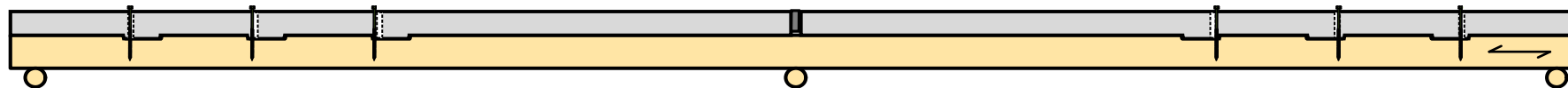
PROJEKT IDE



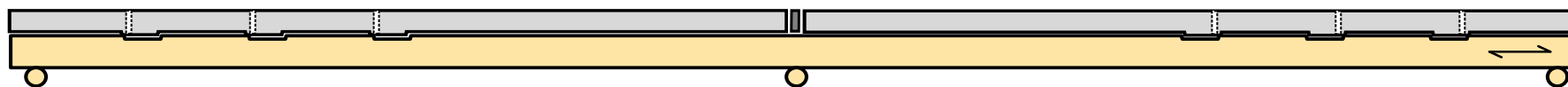
PROJEKT IDE



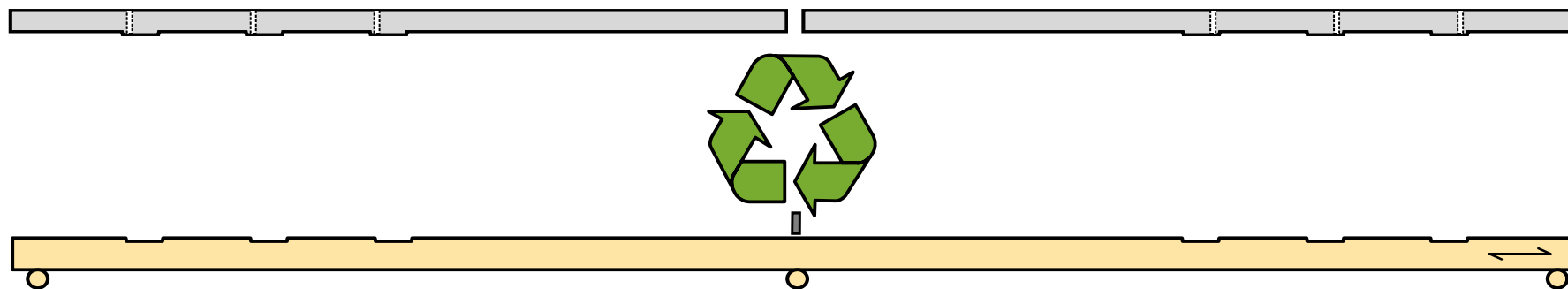
PROJEKT IDE



PROJEKT IDE



PROJEKT IDE



PROJEKT IDE

Spørgsmål:

- Produktionsnøjagtighed?
- Tørt-tørt interface vs. vådt-tørt interface?
- Betonbrud
- Vil efterspændingen virke effektivt?

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

- KOMPONENT SERIE
- BJÆLKE SERIE

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

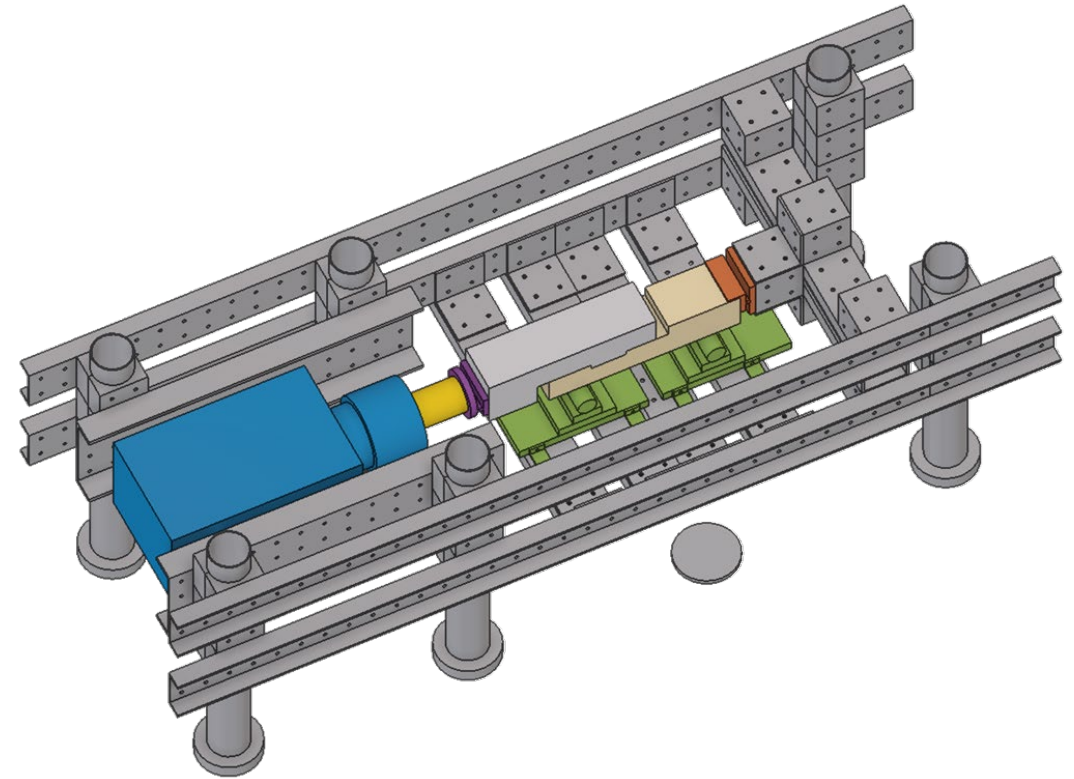
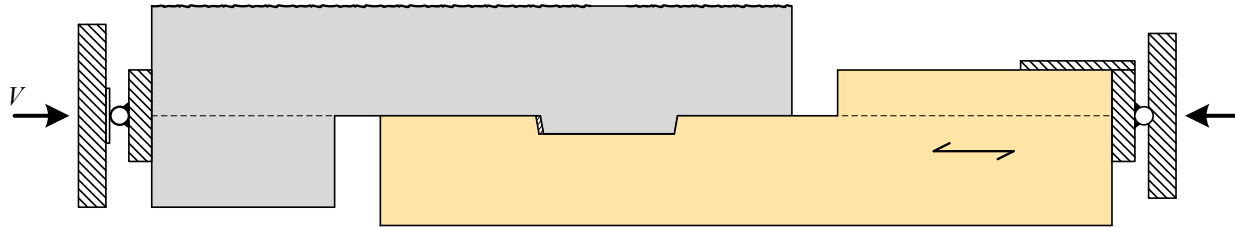
KOMPONENT SERIE

Forsøgsemne

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

KOMPONENT SERIE

Forsøgssetup – Ren forskydning

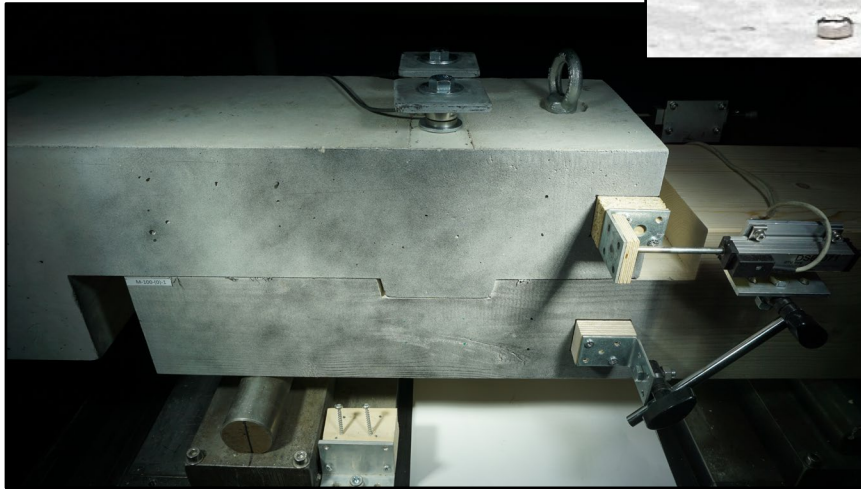


EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

KOMPONENT SERIE

Forsøgssetup

Indsamling af data

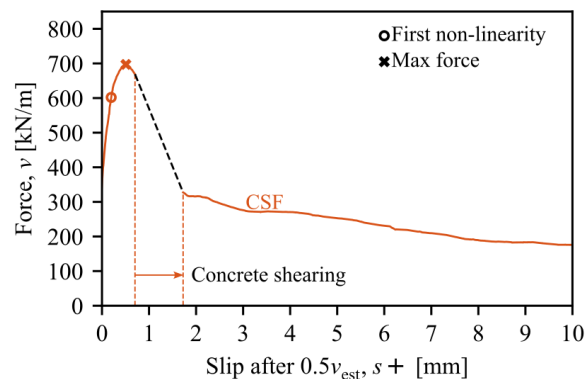
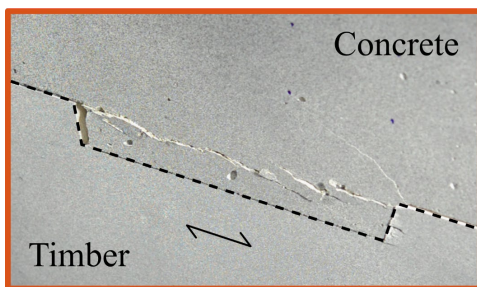
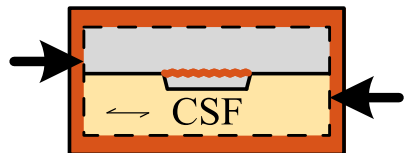


EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

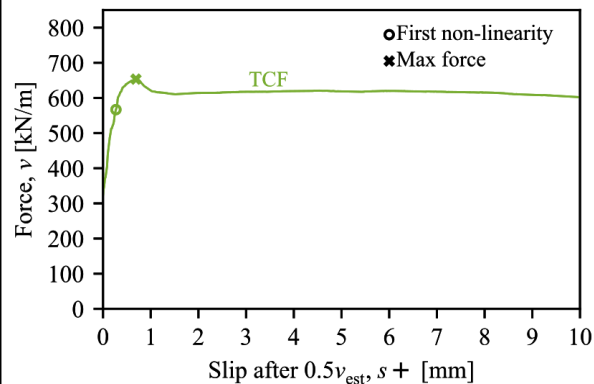
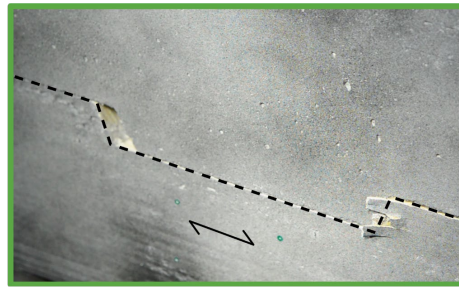
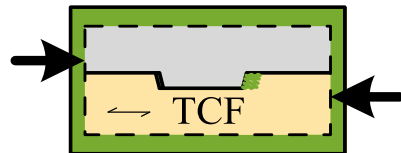
KOMPONENT SERIE

Forsøgsresultater

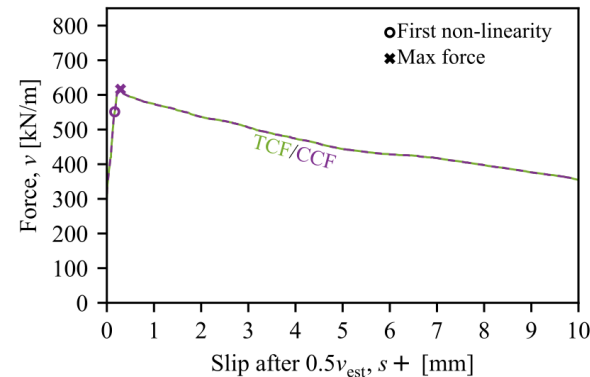
X 16



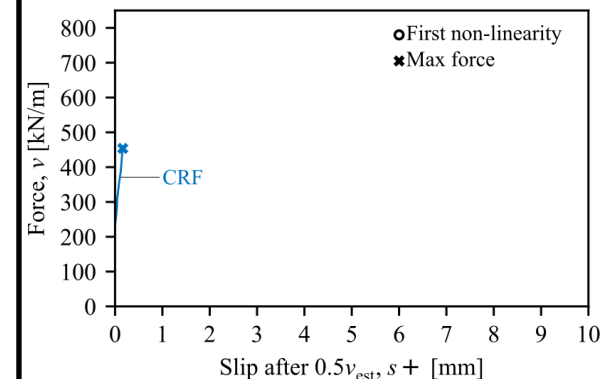
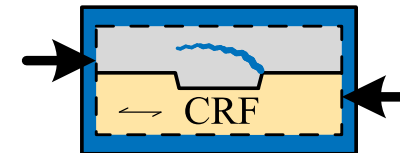
X 6



X 4



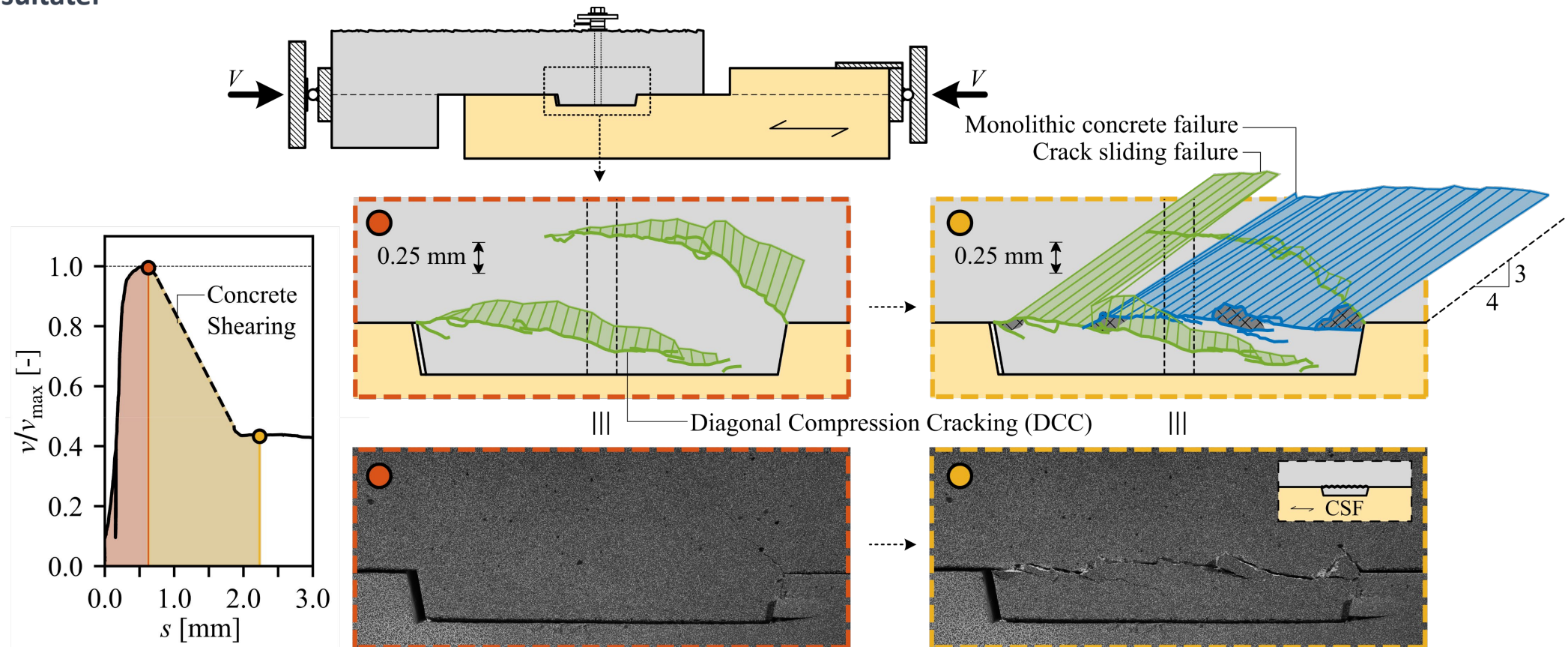
X 2



EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

KOMPONENT SERIE

Forsøgsresultater



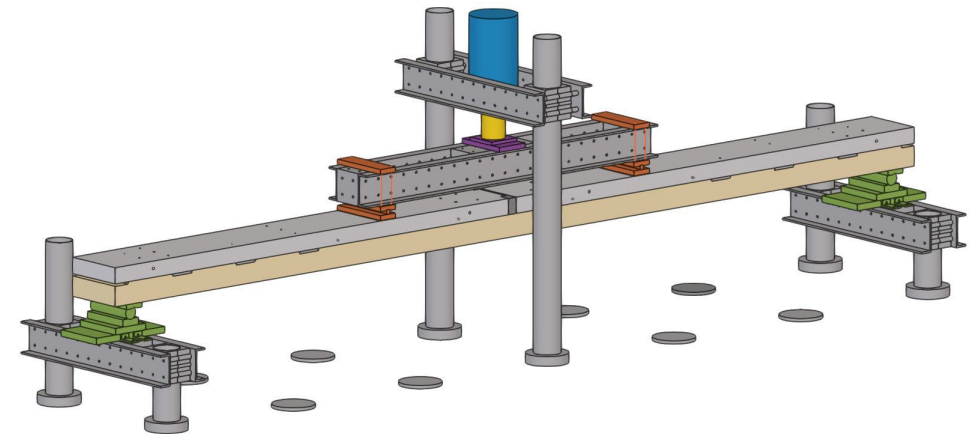
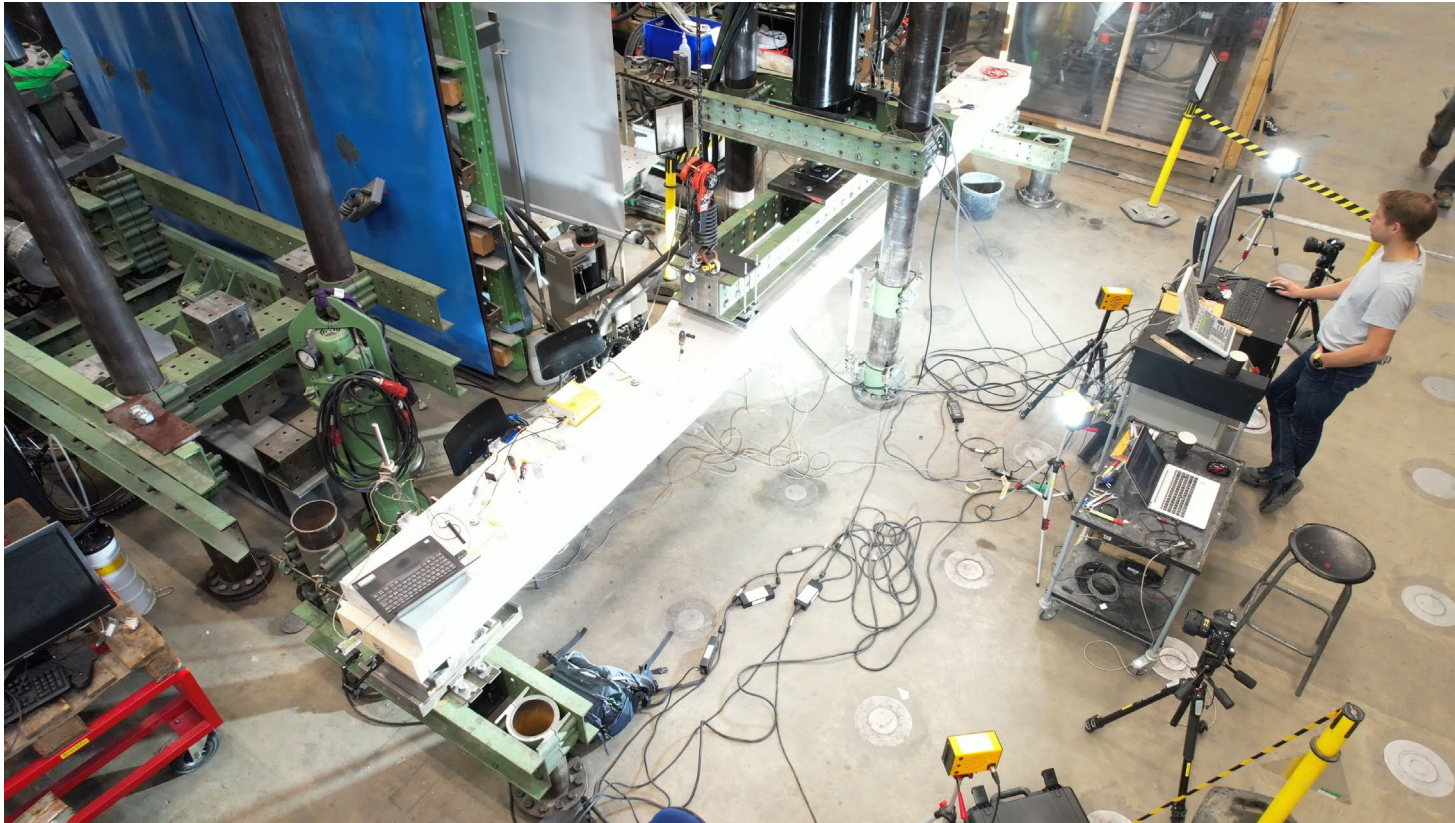
EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

Forsøgssetup



EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

Træelement (CNC skåret)



Støbiform (CNC skåret)



Betonelement



EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

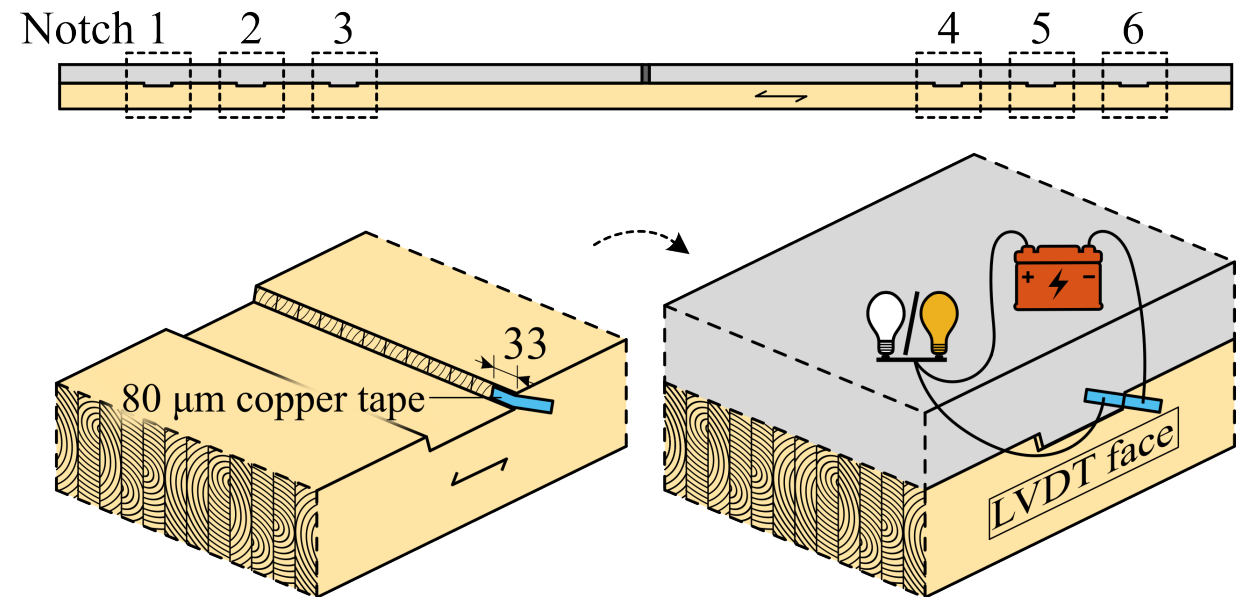
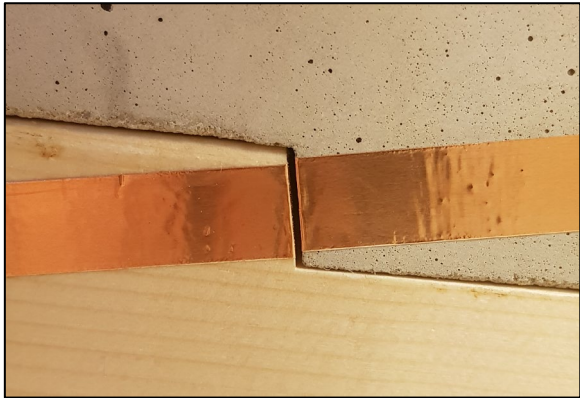
Samling af emnerne på DTU



EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

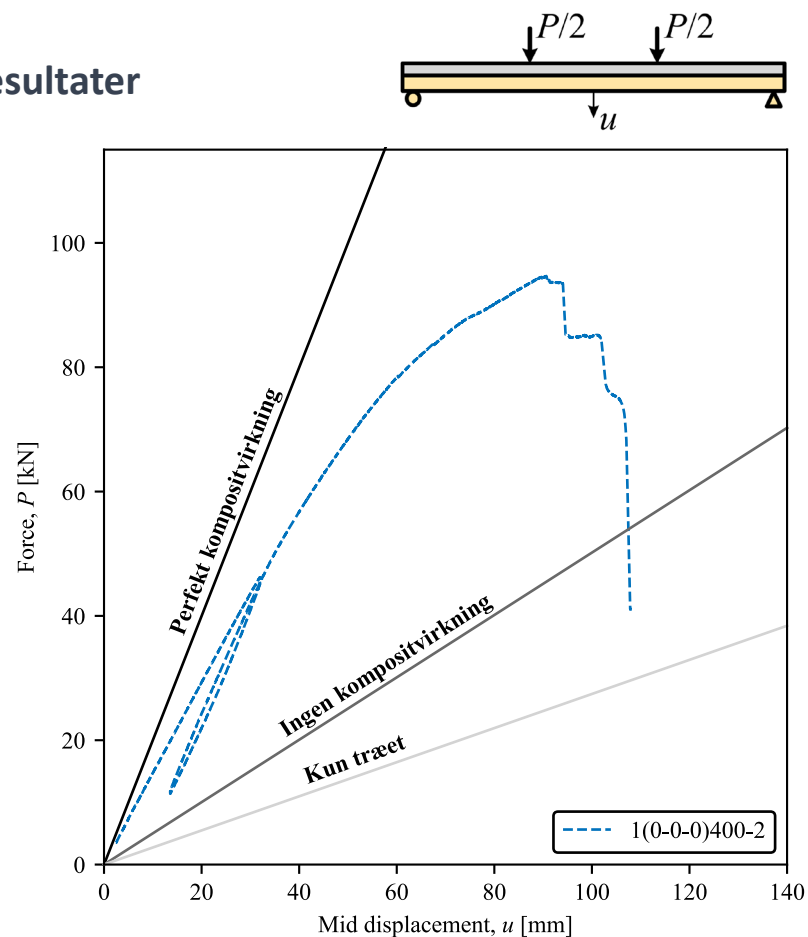
Kontrol af kontakt



EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

Forsøgsresultater



Perfekt kompositvirkning:

$$EI_{full} = EI_{no} + \frac{\left(\frac{h_c + h_t}{2}\right)^2}{\frac{1}{E_c \cdot A_c} + \frac{1}{E_t \cdot A_t}}$$

Ingen kompositvirkning:

$$EI_{no} = EI_c + EI_t$$

Samlingens effektivitet:

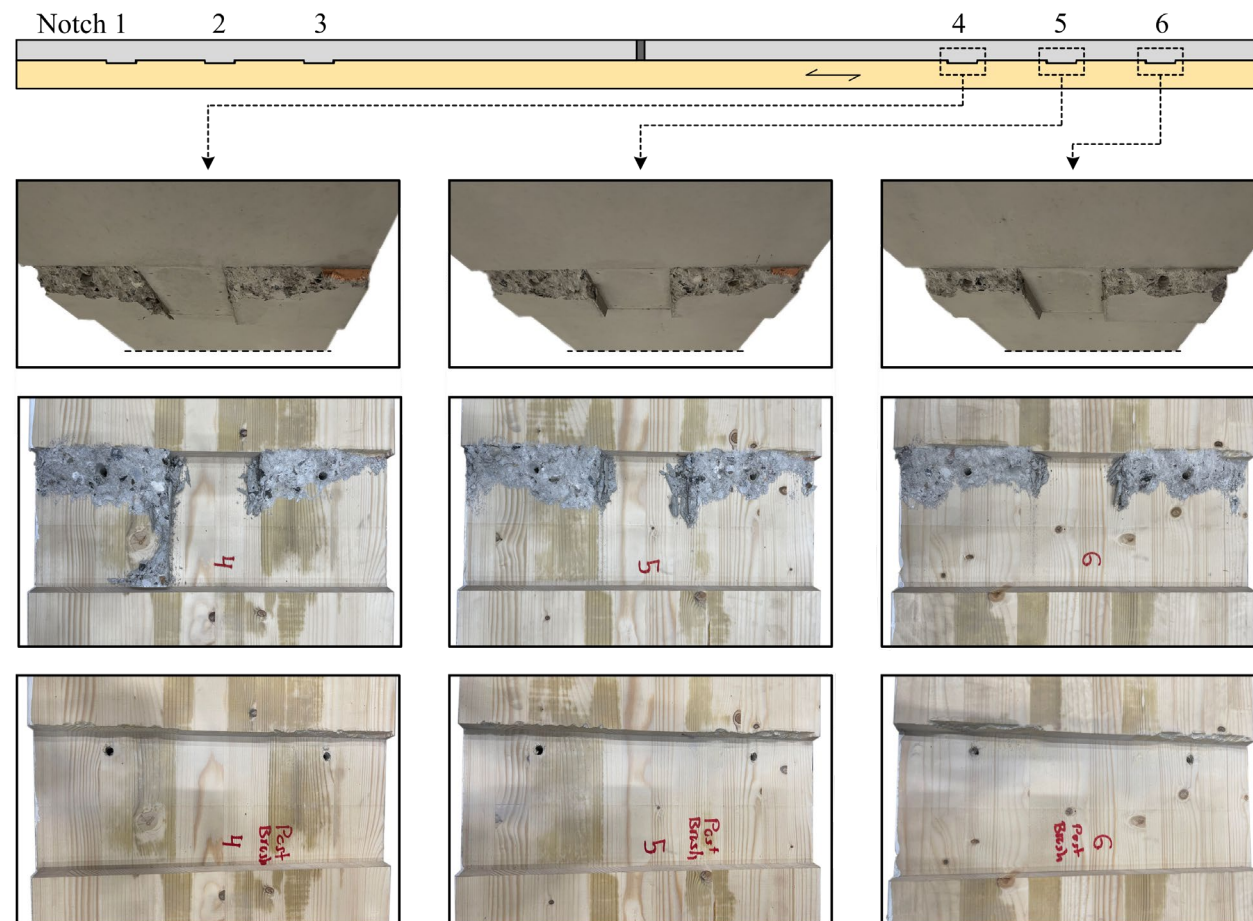
$$\lambda_1 = \frac{EI - EI_{no}}{EI_{full} - EI_{no}}$$

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

Forsøgsresultater

Brudformer



Delkonklusioner på projektet

- Tilstrækkeligt små imperfektioner
- Tørt-tørt interface opfører sig nogenlunde som vådt-tørt interface
- Opspænding af dækkene er muligt
- Beton med relativ lav styrke kan benyttes uden det skader stivhed, kapacitet og duktilitet

SPØRGSMÅL?

PETER KOLT RASMUSSEN
PKRA@RAMBOLL.DK // PKRA@DTU.DK

BONUS SLIDES

EKSPERIMENTELLE UNDERSØGELSER

BJÆLKE SERIE

Samling af emnerne på DTU

Kontrolleret opspænding

