

# OPSAMLING

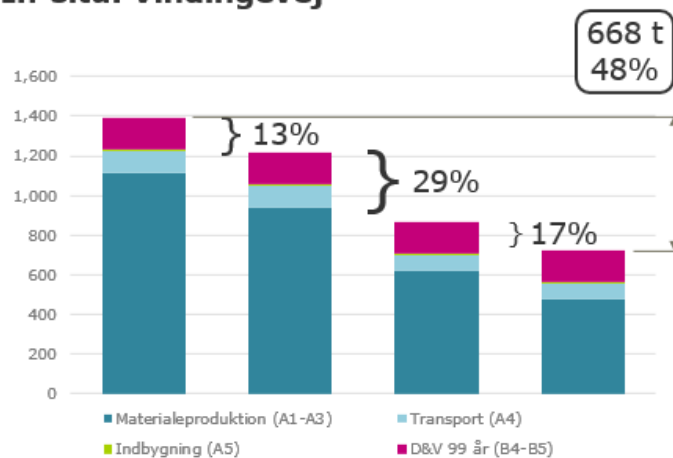
Ikke alle slides under dette punkt blev vist på workshoppen

# OPSAMLING – STØRST POTENTIALALE FOR CO<sub>2</sub> REDUKTION

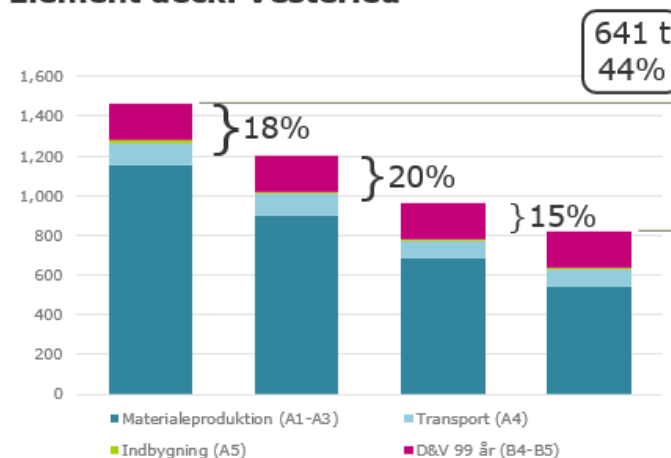
Hvor ligger de største potentialer for reduktion af CO<sub>2</sub>-emission?

- Geometrisk optimering / konstruktionsoptimering
- Materiale optimering: Valg af betontype mm.
- Udfordring af regler i normer og vejregler - supplerende regler og krav
- Andet:

**In-situ: Vindingevej**



**Element deck: Vesterled**



## OPSAMLING – ER FUNDNE CO<sub>2</sub>-REDUKTIONER RETVISENDE

I hvor høj grad kan LCA - beregningsresultater overføres til andre betonbroer, in-situ hhv. elementbroer?

- CO<sub>2</sub>-reduktion for løsning med in-situ støbt dæk (OF af Vindingevej) overvurderer reduktionspotentiallet med hensyn til geometrisk/konstruktionsoptimering
  - Stor forskel på, hvor meget ældre broer er overdimensioneret
- CO<sub>2</sub>-reduktion for løsning med elementer i dæk (OF af Vesterled) kræver optimering af betonelementer og udvikling af nye typer som konsekvens af geometrisk/konstruktionsoptimering

# OPSAMLING - UDFORDRING AF REGLER, DESIGN

Sikkerhed: Differentiering af konsekvensklasse CC3

- Konsekvensklasse opdeles i CC3a (faktor på last  $K_{FI}=1,0$ ) hhv. CC3b (faktor på last  $K_{FI}=1,1$ )
- Flere broer i CC2 (faktor på last  $K_{FI}=1,0$ )

Trafiklaster: Nedsat last på udkragninger med sti- og fortovsarealer jf. 5.3.2 i Vejledning til belastnings- og beregningsgrundlag for broer

- Klasse 60, såfremt kantstensopspring er etableret – hvilken opspringshøjde er tilstrækkelig?
- Klasse 100 som ekstra ulykkeslast?

Trafiklaster: Valg af brogruppe:

- Hvor muligt brogruppe II (svag trafik, klasse 80) i stedet for brogruppe I (tung, tæt trafik, klasse 150)
- Mulige varianter af brogruppe II: IIa (klasse 80), IIb (klasse 100), IIc (klasse 125)

# OPSAMLING - UDFORDRING AF REGLER, DESIGN

## Designregler i Eurocodes inkl. DK NA og Vejregler

- Spændingsgrænser for før- og efterspændt beton differentieres/lempes hvis muligt: Min. trykspændinger hhv. maks. trykspændinger i betonen
- Revneviddegrænser differentieres/lempes, hvis muligt
- Indregning af styrketilvækst i betonen: Afvigelse fra 28-døgnstyrken som reference

## Holdbarhed

- Beton C35 for kantbjælker?
- Beton C35 for øvre dele af understøtninger tæt på vej og sti, som saltes?

## OPSAMLING - UDFORDRING AF REGLER, OPTIMERING AF BETONKRAV

- Undgå at anvende beton i EA (13% besparelse)
- Indførelse af en vandtæthedsklasse som i Tyskland (undgå at bruge EA unødvendigt)
- Dokumentere styrken ved en senere termin end 28 døgn (øge mængden af tilsætninger)
- Detaljere krav i AAB afhængigt af de samlede miljøpåvirkninger (bruge sekundære betoner lokalt)
- Afklare holdbarheden af beton med kalkfiller i havvand (herunder FutureCem)
- Undersøge langtidsegenskaber af MEGET magre betoner



# OPSAMLING - KONSEKVENSER/UDFORDRINGER PROJEKTERING

## Designprocessen – konsekvenser og udfordringer

- Designoptimering/bæredygtighed af bygværker indtænkes fra starten – vejgeometri etc.
  - A0 Pre-construction stage - EN 15643-5 Vurdering af bæredygtighed for bygninger og anlægsarbejder – del 5 Rammer for vurdering af bæredygtighed for anlægsarbejder
- Slankere og mere spinkle konstruktioner: Komfort, ulykkeslast (påkørsel) og robusthed udfordres
- De æstetiske koncepter/rammer udfordres
- Mere krævende beregninger
  - Større indsigt i regler og software
- Større krav til kompetencer
- Skærpede krav til kontrol af projekteringen
- Projektering mere tidskrævende – til en start
- Algoritmer (udarbejdet på den sikre side) og simple/forenklede antagelser og beregninger udfordres

# OPSAMLING - KONSEKVENSER/UDFORDRINGER UDFØRELSEN

## Udførelsen – konsekvenser/udfordringer

- Stiller større krav til forarbejde, armeringsarbejde og udstøbning
- Mere tidskrævende – til en start
- Effektivisering/rationalisering udfordret
- Større krav til kompetencer
- Skærpede krav til kontrol af udførelsen

## Mulig innovation

- Nye stilladstyper målrettet optimale brotværnsnit



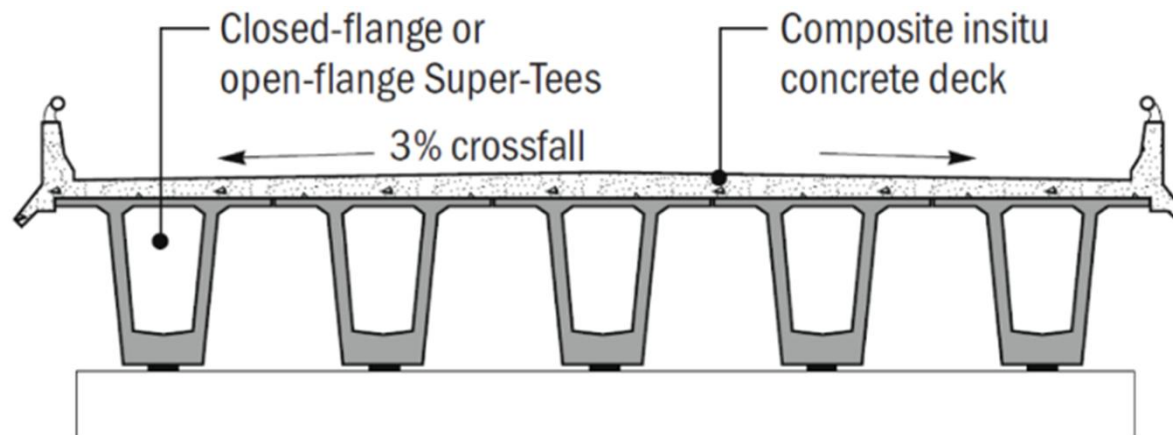
# OPSAMLING - KONSEKVENSER/UDFORDRINGER BETONELEMENTER

## Betonelementer – konsekvenser/udfordringer

- Udvikling af nye mere bæredygtige elementtyper
  - Nye forme
  - Nye betoner og nye hærdebetingelser
- Nye løsninger for samlingsdetaljer fx ved understøtningslinjer
- 'Nye' montage- og indbygningsmetoder (udstøbningsstakt for in-situ beton og midlertidige understøtninger)

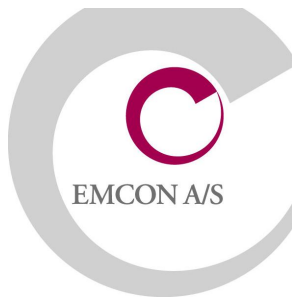
## Mulig innovation

- Inspiration fra udlandet: Super Tees (Australien, New Zealand), Tyskland, Holland mv.



# OPSAMLING - KONSEKVENSER/UDFORDRINGER BETONELEMENTER - BETONKVALITET

- Betonkvaliteten er ofte for god - for stærk – for at fremme produktionsfremdriften
- Er det altid nødvendigt?
- Alternativt kan denne øgede styrke udnyttes til besparelse af betonmængden
- Elementers geometri er ofte bundet til faste forme – bevægelige forme? – indlæg?
- Husbygningselementer eller broelementer?
- Samvirken mellem elementer og in-situ er afgørende for at udnytte elementer fuldt ud



## OPSAMLING – HVORDAN BØR DESIGN-/UDBUDSKRAV FORMULERES

Hvordan bør design-/udbudskrav formuleres til sikring af, at reduktionsmålene nås:

- Øvre grænse for udledning af CO<sub>2</sub> (m<sup>2</sup>-grænse?) - afhængig af brotype (lukket hhv. åbent fritrumsprofil), evt. opdelt på over- og underbygning
- Bonus for at reducere yderligere?
- Tillægskrav for beton til broer/bygværker: sammensætning, stenstørrelse, hærdetid mm.?

# OPSAMLING – DET KAN GODT NÅS, HVIS VI TÆNKER OS OM

Tænke os om – det kan godt lade sig gøre at nå målet

- Bæredygtighed og designoptimering skal tænkes ind fra start – allerede i planlægningsprocessen
- Alle bidrag, som reducerer CO<sub>2</sub>-aftrykket - uden at kompromittere kvalitet og bygbarhed - bør tages i regning



Det bliver mere forpligtende, udfordrende, stimulerende og sjovere – i en nødvendig sags tjeneste