



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Workshop om broer med og uden støbestilladser

*Teknologisk Institut, 2. november 2016*

## Konklusioner fra workshopen

# Workshop om broer med og uden støbestilladser



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Konklusioner fra workshoppen

I Danmark er der mange års tradition for in-situ støbte broer. Ved In-situ støbning har man stor designmæssig frihed, man har færre samlinger og brodækkets højde kan minimeres fordi brodækket kan udføres kontinuerligt (uden samlinger). På den anden side må man under opførelsen acceptere, at in-situ støbning kræver stilladser. Stilladserne skal opretholdes i flere måneder, mens formen bygges op, armeringen bindes og broen udstøbes. Ved "barmarks" projekter er dette uproblematisk, men der udføres et stigende antal broer over eksisterende veje og baner. Stilladserne forstyrrer den eksisterende trafik, og der er i Danmark sket 2 kollapser af stillads og støbeform inden for de seneste 15 år, i forbindelse med udstøbning af beton.

Der er i de seneste år gjort et stort arbejde for, at undgå fremtidige kollapser. I første omgang udarbejdede man "Tilsynshåndbogen for støbestilladser" – også kaldet stilladshåndbogen, hvis formål var at undgå ulykker i forbindelse med støbestilladser. Dette søges opnået ved at styre og vejlede om processen, der gennemløbes ved planlægning, projektering og udførelse og kontrol af støbestilladser, samt krav til uddannelse og kompetence. Ved den seneste revision er stilladshåndbogen udvidet, således at også forarbejdet er underlagt en tilsvarende styring.

Mange stilladskonstruktioner er komplicerede og det er derfor vigtigt at der er folk med stor erfaring der arbejder med opbygning, udformning og kontrol, således af at der er styr på stabiliteten under støbningen. Det vil ofte være en fordel, at inddrage stilladsleverandøren på et så tidligt tidspunkt som muligt i processen.

# Workshop om broer med og uden støbestilladser



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

I mange Europæiske lande har man tradition for elementbroer, på workshoppen blev særligt Hollandske erfaringer præsenteret. Elementbroer giver mulighed for støbning indendørs på en elementfabrik og ikke mindst nede på jorden. Elementerne skal efterfølgende transporteres og løftes på plads. Transport og montage er rimeligt ukompliceret, hvis spændvidderne ikke er for store, men ved store spænd kræves der meget store transportvogne og kraftigt løftegrej. Ved broer over motorveje er spændet 40-60 m, og det giver meget store konstruktionshøjder. En simpel understøttet bjælke der spænder 60 meter vejer over 200 T, mens en simpelt understøttet bjælke der spænder 40 m vejer over 60 T.

Efter etablering af bjælkerne skal der støbes et dæk, men ved en hensigtsmæssig udformningen af bjælkerne, kan dette gøres uden brug af stilladser, således at man ikke forstyrrer den underkørende trafik.

Elementbroer giver nogle designmæssige udfordringer, idet højden på bropladen øges. Over store veje/jernbaner, er det svært at få elementer der er lange nok. Elementerne er svære at transportere og løfte på plads, og det kræver store kraner, som det i nogle tilfælde kan være svært at placere.

På workshoppen blev der vist eksempler på broer i højstyrkebeton (CRH). Denne brotype er under stærk udvikling og kan i dag anvendes til broer med en begrænset spænvidde. Større spænvidder vil kræve at der udføres længdesamlinger, der kan overføre laster og deformationer.

# Workshop om broer med og uden støbestilladser



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

En særlig udgave af elementbroer fås ved, at der støbes fagstore elementer umiddelbart ved brostedet, som efterfølgende løftes på plads. Herved udføres støbningen ikke på en elementfabrik, men man sparer en besværlig – og måske umulig transport.

Det er en klar fordel, at opførelsestiden ved brostedet reduceres kraftigt ved elementbroer, idet trafikgenerne er mindre og samtidig minimeres risikoen for fatale stillads eller formsvigt, dog er der i stedet gener og risiko for ulykker i forbindelse med at elementerne transporteres og løftes på plads.

Der er udført et begrænset antal af elementbroer i Danmark, hvilket betyder at der generelt mangler erfaring hos producenter, rådgivere og entreprenører med, hvordan man udfører holdbare samlinger og hvordan man styrer pilhøjder, så der ikke opstår niveauspring i samlingerne. De fleste elementbroer er i princippet en kombinationsløsning mellem elementer og insitustøbning.

Støbning af broer ved siden af den endelige placering, med efterfølgende indskubning, er også en metode der har været anvendt i Danmark. På Workshopen blev der vist et eksempel på en jernbanebro der blev skubbet på plads, hvilket betød at togdriften kun var forstyrret i få dage. Denne metode kan til indskubning bruges i nogen sammenhænge, men der skal være plads og adgangsveje til at placere udstyret i området, og samtidig vil trafikken ved underføringen fortsat være påvirket.

# Workshop om broer med og uden støbestilladser



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Hvilke muligheder og udfordringer er der fremadrettet?

- Elementfabrikker har i mange år arbejdet med beton til husbygning, men kravene til broelementer er på mange væsentlige punkter anderledes, når der skal produceres elementer til betonbroer. Bygherren har en klar forventning om at elementbroer skal leve op til de samme krav som in-situ støbte broer, både med hensyn til kvalitet, holdbarhed og design.
- Konceptet med støbning af broer på et område ved siden af den endelige placering, hvor bropladen efterfølgende løftes på plads, kan udvikles.
- Anvende kombinationsløsninger, hvor man fx laver elementbroer af omvendte T-bjælker (OT-bjælker), som derefter støbes på stedet. Dette er kendt velkendt teknologi, men man kan overveje flere løsningsmodeller og udvikle på de eksisterende
- Fremstille lettere elementer, som er lettere at transportere.
- Fremstille rene elementbroer. Dette vil kræve at man bliver bedre til at samle elementerne på stedet – og helst uden understøtninger. Forskellige samlingsmetoder skal udvikles og testes, fx udvikle et system, der gør det muligt at samle elementer på stedet, uden understøtninger. Derudover vil det være særligt interessant at udvikle længdesamlinger i elementer, join-crete, forspænding, lim-teknologi, svejsning, muffesamlinger mv. Dette er teknologier som også vil kunne bruges i husbygning.
- Elementer i højstyrke beton (CRC) hvor mindre elementer samles på stedet eller anvendes som blivende forskalling.
- Udvikling af stillads således at in-situ broer kan udføres hurtigere.
- Personcertificering af stilladskoordinator.