

De gamle store broer



■ Af
Knud V. Christensen,
Banestyrelsen
Driftsherre, broer

■ John Bjerrum,
Vejdirektoratet,
broafdelingen
job@vd.dk

De første store broer var politiske puslespil i 1920 - 30. Ved Lillebæltsbroen var der demonstrationer med biler og omfattende politisk lobbyvirksomhed, hvilket medvirkende til, at broen fik bilkørebaner. Der var kun planlagt bro for jernbane og en hængefærgе under broen til transport af biler. At bygge bro fik betydning.

Som følge af stigende trafik (i øst) over Rødby blev broerne ved Lolland-Falster planlagt. Af politiske grunde blev Odde-sundbroen (i vest) også planlagt og udført. Betaling for vejdelen skete ved at pålægge benzinen 1 øre/liter for hver bro.

Administration

Broerne forvaltes af Banestyrelsen og Vejdirektoratet. Banestyrelsen har ansvaret for at udføre eftersyn og for at foranstalte vedligeholdelsesarbejder på de bærende hovedkonstruktioner og jernbanens infrastruktur. Vejdirektoratet tager sig af konstruktioner for vejbanen.

Opførelse

Lillebæltsbroen. I 50 år (1875 til 1925) samlede en gruppe ingeniører i DSB viden om brokonstruktioner. Erfaringer fra skibsindustien og studier i udlandet dannede grundlag for en god ekspertise. Alle detaljer for dokumentation af stål- og betonsammensætninger er udført så godt, at det ved nye beregninger er vist, at de bærende hovedkonstruktioner kan holde til de mange tog- og bilpassager i endnu mindst 100 år.

Under en strejke for at få en løn, så en arbejder kunne forsørge sin familie, blev en speciel funderingsmetode udviklet. Sænkekasser (sokkel for pillerne ude i vandet) blev støbt på bedding ved Snohøj. Når de løb af stabelen, var der tilskuere i tusindtal. I hele byggeperioden var broen et yndet udflugtsmål. Middelfart museum har en meget interessant udstilling, der viser broens tilblivelse og betydning for samtiden og lokalsamfundet.

Masnedsundbroen og Storstrømsbroen samt Oddesundbroen. Broerne blev pro-



Lillebæltsbroen 1935.



Masnedsundbroen 1937.



Storstrømsbroen 1937.



Oddesundbroen 1938.

jekteret og finansieret i samarbejde med entreprenører. Et engelsk og et svensk firma kom til at levere hver sit klappmaskineri. Her er udviklet tandhjul og udvekslinger, som kunne være enhver drengs drøm

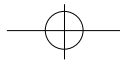
om at bygge et maskineri. Geometri og funktion går op i en enhed, som viser, at der er lavet modeller, inden tegninger kunne udføres.

Der blev udviklet en stor kran til at løfte Storstrømsbroens fag på plads. 500 tons var et stort løft dengang ("Svanen" på Storebælt løftede 6.400 tons). Broens pris var overkommelig som følge af den store rationalisering ved ens konstruktioner for piller og for overbygning.

Målinger. Siden broernes færdiggørelse er broernes hovedgeometri kontrolleret ved anvendelse af landmålingsudstyr.

Ved Lillebæltsbroen viste målingerne, at toppen af pille 2 hældede mod Jylland. For at sikre overbygningens fri bevægelighed (som funktion af temperatur) er der etableret kontravægte, så pilletoppen trækkes tilbage mod Fyn. Ved Odde-sundbroen fandtes både formændringer og væltende tendens ved klappillen.

Alkalikisreaktioner. Formændring af beton var aldrig set før i verden i 1950 - 55. Laboratorieundersøgelser viste, at cements alkali og tilslagsmaterialets indhold af kisel gav en kemisk reaktion med produktion af et harpikslignende stof (gel) til følge. Volumen af dette gel er større end de reagerede stoffer. Det resulterer i et "indre tryk" så stort, at betonens volumen øges. Det er ved Odde-sundbroen målt, at klappillens dimensioner er vokset, svarende til at højden på 23 m som følge af alkalikisreaktionerne er øget med 0,35 m. Det er så heldigt, at de træpæle, som pillen står på, i samme periode har sat sig ca. 0,35m. Derved er bro-banen stadig ret at køre på. Betonen i klappillen var så gennemrevnet, at en forstærkning var nødvendig i 1989 - 91.



Forstærkning af klappillen i Oddesund kostede lige så mange penge i 1990 priser som udførelse af hele broen i 1938 priser. Med dokumentation i målingerne kunne pillen forstærkes (det reaktive er næsten opbrugt, så udvidelsen stopper). Uden målingerne havde det været nødvendigt at bygge en ny pille, hvilket ville være 3 gange dyrere, og broen skulle være spærret for al trafik i mindst 1 år.

Kloridkorrosion. Klorid er trængt ind i betonen så armeringen rustner. I Odde-sundbroens klappille fandtes Ø15 mm rundjern i kontakt med Ø20 mm rundjern tæret over i "musebid" i forbindelser med revner i betonen. Ved Storstrømsbroen er armeringen i pillerne en beskedent svind-armering. Derved er skaderne ikke så store, når korrosionen "skyder" dæklaget af.

Maling af broerne. Der er tidligere anvendt blymønje som grunder. Af miljøhensyn er der nu monteret maleplatforme på broerne, som danner et lukket rum at male i. Dermed er det muligt at opsamle afrensningsmidlerne, så der ikke kommer blyholdige malingsrester i vandet.

Der er etableret klimastyring, så malearbejdet kan udføres optimalt ud fra tid og kvalitet. Gennem flere år er påført epoxy-maling ud fra den erfaring, at alt andet ikke kunne klare det barske klima. Med de kontrollerede forhold i maleplatformene har Banestyrelsen fundet det muligt at sætte forsøg i gang med vandbaserede malesystemer.

Ved en samlet miljøvurdering er det vist, at malingen skal have en levetid på mindst 20 år. Ellers bliver miljøbelastningerne fra energiforbrug mv. til afrensning og klimastyring for store. Som regel er det muligt at konstatere om en maling er holdbar i løbet af 4 år (garanti-perioden). Tiden må vise, om vandede malesystemer udført under de kontrollerede forhold har en levetid over 20 år.

Vedligeholdelse af de malede flader har vist sig at være meget dyr. Nye



"Stærkodder" med brofag på 500 tons.

stålbroer konstrueres, så overfladerne "ud mod naturen" (de eksponerede) kun er 20 % i forhold til eksponerede overflader på de gamle broer. De nye konstruktioner er designet med hulrum, som holdes affugtet. Prisen for at holde disse hulrum affugtede er kun 1/10 af den pris, det vil koste at vedligeholde maling af hulrummenes overflader.

Vejbanekonstruktionen

Generelt er de bærende vejbanekonstruktioner opbygget som en armeret betonplade, der hviler på et system af sekundære ståltragere. Ovenpå pladen er udlagt en

fugtisolering af bitumenplader, og herpå er i felter udstøbt armeret beton, der tjener som kørebanebelægning. Fortovspladen er en armeret betonplade, der enten er udkræget fra vejbanekonstruktionen eller hviler på stålkonsoller fastgjort i broens hoveddragere.

Betonen, der typisk er udført i blandingforholdet 1 del cement: 2 dele sand: 3 dele sten (i kørebanebetonen er tilmeldt anvendt tilsalg af nedknust granit), har klaret sig godt i den forstand, at den i store træk stadig opfylder sin mission efter mere end 60 år og med større belastning end den var tænkt til.

Selv om der ses mange områder på broerne, hvor der er gennemsvninger og/eller porøs og lamineret konstruktionsbeton, vurderes det, at betonen fortsat har den fornødne bæreevne.

Dette skyldes ikke mindst, at armeringen er udført i overensstemmelse med "gammeldags" principper, hvor der blev udført kroge, opbøjninger og gensidig forankring af over- og undernet med talrige bøjler, som alt i alt bidrager til at holde den gennemrevnede beton sammen.

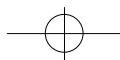
De eneste gennemgående reparationsarbejder, der er udført på vejbanekonstruktionerne, er udskiftningen af det øverste lag af fortovsbetonen på Lillebæltsbroen (1972) og Odde-sundbroen (1974), udskiftning af belægningen og det øverste lag af den konstruktive beton på Odde-sundbroen (1972-73), reparation af forankringszonen for det udkragede fortov på Storstrømsbroen (1978-79) samt reparation af kantstøvsone mod spor på Lillebæltsbroen (1999). Hele Masnedebroens vejbanekonstruktion er udskiftet med en stålkonstruktion (1993-94), primært fordi man ikke kunne acceptere, at der ikke kunne køre tunge køretøjer til Masnedø.

Fremtids-udsigterne

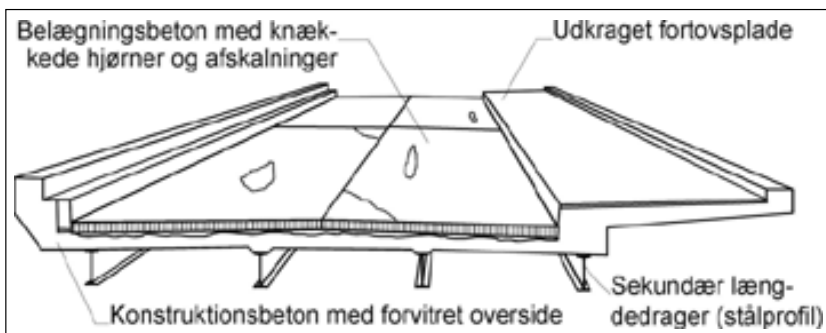
Kun Storstrømsbroens vejbanekonstruktion har mange skader. Konstruktionsbetonen er nu så nedbrudt, at en egentlig reparation, der kan



Maleplatforme giver kvalitet og miljø.



Klappille forstærket 1989 – 1991.



Princip for Vejbanekonstruktion. Typiske skader



Lystsejler og broingeniør Hans B. Pedersen giver os mulighed for at se Storstrømsbroens harmoni med naturen.

bringe konstruktionen tilbage til en tilstand som ny, ikke er realistisk, hvorfor hele vejbanekonstruktionen må udskiftes. De regelmæssige prøvebelastninger og eftersyn har hidtil vist, at en udskiftning af vejbanekonstruktionen kan udskydes uden at gå på kompromis med sikkerheden. Indtil videre er konkluderet, at udskiftningen kan udskydes til efter 2010. Og det forventes, at man ved hjælp af pålidelighedsbaserede metoder kan påvise, at sikkerheden vil være tilstrækkelig væsentligt længere.

For at bevare konstruktionerne længst muligt og nedsætte nedbrydningshastigheden som følge af gennemsvninger og frost/tø påvirkninger, skal revner og fuger i alle vejbanekonstruktionerne løbende tætnes mod nedsvivende vand.

Broernes tilstand

Det er lykkedes at skaffe så store budgetter, at broernes tilstand er god set i forhold til alderen. Nok er der enkelte sekundære konstruktioner på overbygningerne, som trænger til udskiftning, men broernes bærende hovedkonstruktioner er i så fin stand, at vi forventer, at levetiderne bliver væsentligt længere end 100 år. Det er en fornøjelse at konstatere, hvor mange detaljer der er udført, så funktion og vedligeholdelse stadig kan udføres på tilfredsstillende vis. Der er stadig grundlag for at beundre den ekspertise, der blev grundlagt i 1920-erne.

Slaghuller? Snabel-metoden klarer dem uden problemer - også om vinteren!

www.nyfalt.dk

NYFALT



NYFALT A/S ER ISO 9002 CERTIFICERET SAMT MEDLEM AF ASFAKTIVITETEN - OG GARANTERER KVALITET SIKKERT ASFALTARBEJDE.