

# VEJHISTORIE

no. 34-35 // 2019

Tidsskrift fra DANSK VEJHISTORISK SELSKAB



BROBYGGEREN KLAUS H. OSTENFELD

FREDEDE BROER

BROER SOM KULTURARV

STENKISTER UNDER VORES GAMLE VEJE

BEVARING AF STENKISTER

STENKISTER PÅ KATTRUPVEJ

BROULYKKERS HISTORIE

- 03 BROBYGGEREN KLAUS H. OSTENFELD  
Jørgen Burchardt
- 18 FREDEDE BROER  
Lars Bjarke Christensen
- 25 BROER SOM KULTURARV  
Michael Hertz
- 31 STENKISTER UNDER VORES GAMLE VEJE  
Per Lotz

- 36 BEVARING AF STENKISTER  
Mads Findal Andreassen
- 38 STENKISTER PÅ KATTRUPVEJ  
Mads Findal Andreassen
- 41 BROULYKKERS HISTORIE  
Jørgen Burchardt

## FORORD

Oprindeligt satte havet grænse for landtransportens fremtrængen. Men ved hjælp af broer har mennesket sat sig i stand til at forlænge landjordens vejnet ud over de salte og ferske vover. Højbro i København mellem Sjælland og Slotsholmen og Knippelsbro mellem Slotsholmen og Christianshavn – henholdsvis fra senmiddelalderen og fra tidligt i det 17. årh. – er tidlige danske eksempler på den kunst. Med jernbanernes udbredelse i det 19. årh. fik vi også jernbanebroer over fjorde og sunde – de tidligste over Limfjorden (1881) og Masnedssund (1883) – i det 20. årh., fulgt op af kombinerede vej- og jernbanebroer over endnu større farvande – Lillebælt i 1935 og Storstrømmen i 1937, Storebælt 1998 og Øresund i 2000.

Hvad har broerne så betydet for det danske samfund? Forudsat at vi kan etablere samarbejdsaftaler og finan-

sieringsgrundlag og især – at vi kan finde den egnede forfatter – agter Dansk Vejhistorisk Selskab at udgive en videnskabeligt baseret historisk fremstilling af danske broers og dansk brobygnings historie. Der bliver tale om et flerårigt projekt, som bestyrelsen just overvejer, hvordan vi bedst får taget hul på.

Det er delvis i dette øjemed, foreliggende hæfte af VEJHISTORIE er blevet et temanummer om emnet broer. Et emne vi anslog i forrige nummer med Martin Nilssons artikel om broers 'mjuka' – bløde, dvs. æstetiske værdier.

Hæftet indledes med en artikel, hvori Jørgen Burchardt præsenterer Klaus Ostfeld – tidligere administrerende direktør for COWI og medlem af COWI-fonden – brobygger ved mange af Danmarks vigtige broer. Heri omtales adskillige danske og internationale broprojekter i nyere tid. Næste artikel om fredede broer er forfattet af Lars Bjarke Christensen fra Slots- og Kulturstyrelsen og handler om forvaltningen

af broer som kulturarv. Derefter følger en artikel af Michael Hertz, som handler om kriterierne for optagelse af broer på FN's verdensarvsliste. Næste to artikler af Per Lotz og Mads Findal Andreassen handler om lokal indsats for bevaringen af stenkisterne under vore gamle veje. Per Lotz – tandlæge og lokalhistoriker bl.a. med interesse for stenhuggeri – arbejder aktivt for fredning af stenkister under kongevejen gennem Rude Skov. Museumsinspektør Mads Findal Andreassen belyser Museum Vestsjællands indsats for bevaringen af truede stenkister ved Buerup i Kalundborg Kommune. Sidste artikel om broulykkers historie er ligesom den indledende artikel forfattet af Jørgen Burchardt.

Redaktionen retter en varm tak til forfatterne samt til vore sponsorer – Asfaltindustrien, COWI og Arkil – som yder økonomisk støtte til udgivelsen af VEJHISTORIE.

Redaktionen

### VEJHISTORIE

Tidsskrift for Dansk Vejhistorisk Selskab  
Nr. 34-35 // 2019

Medlemsblad for Dansk Vejhistorisk Selskab.  
Udkommer forår og efterår.

### ISSN 1600-776X

Udgives halvårligt af Dansk Vejhistorisk Selskab med støtte fra Asfaltindustrien for det ene nr. og ARKIL HOLDING A/S og COWI A/S for det andet nr.

**Grafisk design** | Kvorning Design & Kommunikation

**Lay-out** | Anna Falcon, annafalcon.dk

**Tryk** | Vejdirektoratet

**Oplag** | 500 eksemplarer

### Redaktion

Fhv. seniorforsker Michael Hertz, redaktør  
Viceinstituttleder Morten Dam Rasmussen  
Forsker Jørgen Burchardt

Manuskripter fremsendes på diskette eller pr. e-mail på nedenstående adresse. Forfattervejledning kan rekvireres samme sted.

**Dansk Vejhistorisk Selskab**  
Carsten Niebuhrsgade 43, 5.  
1577 København V.

Postgiro 169-1791

t 7244 3333

dvs@vejhistorie.dk | www.vejhistorie.dk

# BROBYGGEREN KLAUS H. OSTENFELD

*Få danskere har haft den glæde at forme de store bygningsværker, som kommer til at pryde de danske og udenlandske landskaber i generationer. Klaus H. Ostfeld er én af dem.*

*Teksten er sammenskrevet af Jørgen Burchardt efter interviews i 2018 og 2019.*

Det stod ikke umiddelbart i kortene, at Klaus H. Ostfeld skulle arbejde med teknik. Hans far, Ib Ostfeld, var psykiater og samtidig forfatter til en lang række bøger i grænselandet mellem sygdom og skønlitteratur. Hans tre år ældre storebror Erik var også orienteret mod det humanistiske og blev forsker i klassisk filologi og lillebroderen Thomas blev geograf og planlægger.

Men Klaus havde altid vist interesse for det tekniske. Han fortæller, at storebroderen på 9 år en aften sad sammen med faderen og rodede med en Teknobil, som de ikke kunne få til at fungere. Den 6-årige Klaus Ostfeld satte sig for at bygge sin egen, og næste morgen kørte hans Teknobil rundt på gulvet.

Det tekniske var måske alligevel noget, som lå i generne? Farfaderen, Asger Ostfeld, havde været professor i bærende konstruktioner og statik på Polyteknisk Læreanstalt, og han grundlagde Laboratoriet for bygningsstatik på Læreanstalten i slutningen af 1920'erne. Farbroderen, Christen Ostfeld, var også civilingeniør og havde i 1930 startet det firma, som senere blev til COWI efter en række års arbejde som docent

på Poyteknisk Læreanstalt og i praksis ved ingeniørarbejde i bl.a. Frankrig og Schweiz.

Der var måske indirekte forventninger til Klaus. Fra hans syvende til det sekstende år var faderen overlæge ved Vedsted Sindssygehospital i Hviding ved Ribe. Forinden havde Klaus gået i skole i Vanløse, men kom nu til at gå i en landsbyskole med kun to klasseværelser, hvori de 7 obligatoriske årgange modtog undervisning fra 2 lærere. Det var et kulturшок for både Klaus og vistnok de øvrige elever, som primært gik i skolen for at kunne tjene hjemme på forældrenes gårde og måske ikke alle var så bogligt indstillede. Familien boede i en stor embedsbolig med masser af plads og have til at boltre sig på, og der var marker omkring med plads til, at han kunne bygge og eksperimentere med små svævefly og senere motordrevne modelfly og hjemmebyggede raketter og megen anden, ikke helt ufarlig, teknik.

Som 16-årig flyttede Klaus med familien tilbage til Københavnsområdet, medens han var i gang med den matematiske linje på Ribe Katedralskole. Det var oplagt, at Klaus skulle være noget med mekanik, og derfor valgte han den matematiske-fysiske linje på gymnasiet. Der var dog af og til et problem med fy-

siklæreren fortæller Klaus: Når læreren tog fejl, forsøgte Klaus at rette fejltagelsen med det resultat, at han blev smidt uden for døren. Det var til gengæld en fremragende matematiklærer med evne til differentieret undervisning på Ribe Katedralskole, der fik vakt Klaus' interesse for matematik.

Interessen for modelflyvning havde Klaus altid haft, og han kom i gang med at flyve rigtige svævefly, så snart det blev muligt som 16-årig efter at have læst alt om det i tilgængelige bøger. Lige før han i juni måned skulle op til 2. G eksamen i historie, ringede hans svæveflyveinstruktør og sagde, at det var nu, han skulle flyve solo, da vejret var godt. Så var gode råd dyre. Familien boede i et étplanshus, så han uset kunne kravle ud ad vinduet og cykle ud til svæveflyvepladsen. Han fik sine tre starter, og fulgte traditionen med at få klippet buksebenene af og blive smidt i en dam. Da han kom hjem, kunne han selvfølgelig ikke lade være med at fortælle sine forældre, hvad han havde foretaget sig. Så fik han tilgivelse for at have svigtet historielæsningen. De vidste godt, at han havde sin egen vilje.

## Studietid

Efter gymnasiet ville Klaus Ostfeld egentlig have sigtet efter at blive læge og specialisere sig i kirurgi, men det opgav han, da han så den tykke anatomibog, der skulle læses udenad og længden på det medicinske studium

### Klaus H. Ostenfeld født 1943.

Civilingeniør med speciale i brobygning,

Danmarks Tekniske Højskole, nu DTU.

1966-70 hos "Chr. Ostenfeld & W. Jønson",

Rådgivende Ingeniører, København.

1970-73 hos Sverdrup & Parcel Inc.,

Consulting Engineers, MO. og AZ., USA.

1973-77 hos Europe Études i Paris.

Bl.a. med ansvar for projekterne

for Velodrome – og Svømmebassin

skalkonstruktionerne og det 165 m

høje hældende tårn for det olympi-

ske sportskompleks til Olympiaden i

Montreal 1976.

1977-2008 hos COWI. Storebæltsforbin-

delsen, Farøbroen, Øresundsbroen,

Pont de Normandie m. fl..

2000 – Oktober 2008, administrerende direktør og koncernchef, CEO, for COWIkoncernen.

2009 – Pensioneret fra COWI, fortsat medlem af COWIfonden indtil 2011.

2009 – uafhængig ekspertkonsulent for store anlægsprojekter og rådgivning om stra-

tegisk udvikling vedr. bl.a. broer i Storbritannien, Kina, Tyrkiet, Bangladesh, USA,

Columbia mfl.

Præsident for den internationale forening IABSE (International Association for Bridge-

and Structural Engineering), Zürich, 1997-2001 og æresmedlem siden 2002.

Medlem af ATV, Akademiet for de Tekniske Videnskaber, 1987.

Æresmedlem tyske ingeniørforening VDI, 2000.

Har i COWI regi udtaget internationalt patent på Aktivt Styresystem for svingningsdæmp-

ning af lange hænge- og skråstagsbroer.

Er tildelt Gueritte medal British Section of CNISF 1975, Oscar Faber Award, Institution of

Structural Engineers, UK, 1976, G.A. Hagemann-guldmedaljen fra Danmarks Tekniske

Universitet 2004, Eugène Freyssinet Grand Prix 2014 og Albert Caquot-prisen 2017.

Har holdt mange foredrag og skrevet mange tekniske artikler i internationale fagblade.

Ekstern underviser i brobygning ved Århus Universitet, 2018 og 2019.



med speciale. Han mener selv, at han ikke er særlig god til at huske, men at hans styrke ligger i at bruge hovedet til at ræsonnere, "så ingeniørfaget tiltalte mig, – dét med at konstruere og skabe nye ting." Udvikling af store B&W skibsmotorer ville være interessant, men beskæftigelsesmulighederne var måske for usikre. Flyvemaskiner eller raketter var der heller ikke umiddelbart mange udsigter for i Danmark og Europa på det tidspunkt, så Ostenfeld valgte i stedet at blive bygningsingeniør med sigte på de store monumentale broer.

Design af broer var hidtil oftest udført af professorer med små firmaer, som de drev ved siden af deres undervisning og forskning med assistance fra enkelte ansatte og studenter. "Chr. Ostenfeld & W. Jønson" var nu et etableret firma for uafhængig rådgivning med nogle få

hundrede medarbejdere, og da den nye Lillebæltsbro begyndte at tegne sig i horisonten, satsede de på at blive rådgiver for den. Firmaet havde projekteret nogle mindre hængebroer i Finland, som blev brugt til de første studier af hængebro teknik. De brugte mange ressourcer på at samle viden om hængebroer og skråstagsbroer fra hele verden, for at kunne videreudvikle dem og tilpasse dem til danske forhold. De fik overbevist den fremsynede trafikminister Kaj Lindberg om, at den nye Lillebæltsbro skulle laves af danskere. Broen blev et udviklingsprojekt af dimensioner med adskillige nyskabelser og kom derved til at skabe det afgørende fundament for, at senere broer som bl.a. Storebæltsbroen kunne overdrages danske ingeniører.

I studietiden fik Ostenfeld sommerferiejobs hos firmaet bl.a. ved de geotek-

niske undersøgelser for ankerblokkene, der ville blive udsat for store horisontalt træk fra kablerne. De var særligt udfordrende på grund af det sprækkede og plastiske lillebæltsler. Desuden blev han direkte kontaktet af onklen, som vidste, at han var svæveflyver og havde kendskab til aerodynamik. Årsagen var at man overvejede at bygge broen med en brobane udformet som en aerodynamisk flyvingeformet kassedrager i stedet for de sædvanligvis anvendte gitterdragere. Kassedrageren havde potentiale til at blive både bedre og billigere, idet man kunne udnytte erfaringer fra skibsværfter til at bygge brodragere med teknik kendt fra skibsbygning. Ostenfeld kom til møde med "de meget fine herrer", som lyttede til den unge stud. polyt. Det medførte, at man engagerede en flykonstruktør fra Polyteknisk Flyvegruppe til at bistå med udviklingen. Det resulterede bl.a. i, at der blev monteret vindafbøjningsplader på toppen af dragerne ved kanterne for at øge vindstabiliteten. For yderligere at forbedre økonomien introduceredes korrosionsbeskyttelse ved affugtning af luften indvendigt i den lukkede kassedrager. Herved sikredes de store indvendige overflader fuldstændigt mod korrosion for meget små anlægsomkostninger, og vedligeholdelsesudgifterne blev ligeledes reducerede idet der ikke skulle males indvendigt. Denne opfindelse er efterfølgende blevet standard for alle kassedragerbroer i verden.

Efter studiet kom Ostenfeld til firmaet "Chr. Ostenfeld & W. Jønson", og der fandt han spændende opgaver. Blandt andet skulle han undersøge, hvad der skete, hvis en flyvemaskine faldt ned i en ankerblok for Lillebæltsbroen. Det var aldrig undersøgt før. Betondækket over de følsomme og vitale bærekabler skulle være bombesikkert. Han måtte også gennem en særlig prøve i tryktank for at kunne komme ned i de store sænkekasser som hængebroens pyloner skulle stå på. De skulle nemlig udstøbes med beton under trykluft for at forbinde de rammede pæle med selve sænkekassen. Denne teknologi anvendes ikke mere, idet den anses for risikabel.

For den ny Lillebæltsbro var det også første gang, at man gennemførte en systematisk undersøgelse af risikoen for skibspåsejling af broer på probabilistisk basis (beregnet sandsynlighed), hvilket kom til at danne skole internationalt for alle store broer over sejlbart farvand.

Ostenfeld fik også lejlighed til at føre tilsyn med bl.a. nogle af de broer, han havde været med til at projektere herunder broer over Sydmotorvejen. Her førtes tilsyn med, at arbejdet blev udført efter tegningerne, beskrivelserne og betingelserne. Ostenfeld fandt arbejdet utroligt lærerigt, når han var ude for at følge med. Der støbtes f.eks. store sammenhængende brodæk støbninger om natten ofte om vinteren i frostvejr, og der skulle føres kontrol med beton, armering, forspænding, mængder osv., ofte under barske

vejrsmæssige vilkår. Dengang var der ofte -15 grader C om natten.

### Inspiration i udlandet

Efter fire års praksis syntes Ostenfeld i 1970, at det ville være en god idé at søge nye udfordringer udenfor "Chr. Ostenfeld & W. Jønson". Han valgte at forlade firmaet for at forsøge lykken i USA, hvor han ville lære om den praksis, der havde ført til USA's førerstilling i den vestlige verden. Han var blevet gift i 1967, og parret fik deres første barn i 1969. De havde købt et lille statslånshus på 80 m<sup>2</sup> i Allerød og renoveret det fuldstændigt, og familien havde kun boet der et års tid.

Ostenfeld sendte 50 ansøgninger til USA i 1970. Han havde fået et råd om at sætte foto ved ansøgningerne, hvad man ikke kendte til i Danmark. Halvdelen svarede faktisk overraskende, men de fleste sagde dog nej tak. Måske anede de, at energikrisen var på vej?, men der kom tre positive svar. Ostenfeld endte i St. Louis, Missouri i første omgang og senere i Phoenix, Arizona med sin lille familie, hvilket han blev glad for på mange måder. Det var en enorm fordel at forlade firmaet og ikke lade sig udstationere for samme firma. Han ville ud og prøve sig selv af i et andet miljø.

I firmaet kom han til broafdelingen på en tegnestue med 100 mand, 10 rækker på hver led! Det blev på mange måder en spændende oplevelse. Teknisk fandt Ostenfeld det ikke særligt udfordrende i forhold til de opgaver, han havde været

involveret i i Danmark. Man kendte f.eks. næsten intet til teknologien med forspændt beton anvendt for kontinuerede konstruktioner. Allerede efter et par måneder fik han rolle som en slags tutor ved et større broprojekt. Klaus kæmpede for at indføre nogle principper fra europæisk praksis, som ville føre til slankere og mere effektive konstruktioner, hvilket ingeniørerne i firmaet ikke havde set før. Projektets ledelse var tøvende, for ville bygherren tillade det? Ostenfeld måtte kæmpe sine kampe. Som han siger i dag: "jeg argumenterer og kæmper, til jeg får min vilje igennem – hvis jeg mener, jeg har ret." Efter 4 måneder fik han sin første lønforhøjelse, som svarede til næsten 50 % stigning fortæller han smilende.

Efter otte måneder blev Ostenfeld overflyttet til et nyt kontor i Phoenix, Arizona som chef for en lille gruppe. Det drejede sig om udbygning af nogle af de sidste motorveje i det amerikanske Interstate Highway System. Han var 28 år dengang, og kan i dag godt se, at han ikke dengang havde nogen ledelseserfaring. Han fik senere lært at lede og få tingene gennemført gennem andre, men i USA var det faglige hans styrke, der talte. I 1972 fik han efter en skriftlig og mundtlig prøve licens som "Registered Professional Engineer", hvilket betød, at han kunne praktisere som ingeniør med selvstændigt ansvar og bl.a. stemple og underskrive tegninger og beregninger med eget stempel.



*Velodromen for de olympiske lege i Montreal 1976 var en udfordrende konstruktion udformet som en kompliceret sammensat flad skalkonstruktion med et frit spænd på 172 m og en samlet vægt på 37.000 ton. Den blev løftet af sine mere end 10.000 stilladsunderstøtninger ved et helt unikt system af 226 såkaldte "flat jacks" Ø 920 mm, der arbejder med et tryk på op mod 170 bar. Foto: Fishhead64.*

Da familien efter tre spændende år med mange oplevelser om amerikansk praksis og levevis søgte hjem fra USA i 1973 var der energikrise. Mange offentlige anlægsarbejder var ramt af regeringens anlægsstop, og vi havde de berømte billøse søndage. Det førte til, at det var svært at få arbejde igen i Danmark. Efter et par måneder søgte han arbejde hos Europe Études i Paris i Frankrig, og fik det. Firmaet var kendt som selveste arnestedet for den stadig ret nye teknologi forspændt beton, udviklet af den kendte franske ingeniør Eugène Freyssinet. Han kom til et kreativt miljø på højeste plan. At konstruere efter normer var noget der blev anvendt til ret ordinære konstruktioner, men "her brugte vi hovedet" og anvendte "sunde ingeniørmæssige

overvejelser og ræsonnementer". Der var ingen normer, der kunne betragtes som gældende for de usædvanlige konstruktioner, der blev udviklet. At komme til Paris var et kulturchok efter arbejdet i ørkenstaten Arizona, både på det tekniske plan og for familiens levevilkår. Hans søn Lars på nu fire år oplevede omstillingen som meget frustrerende og skulle pludselig lære fransk, efter at have lært dansk og engelsk, men allerede efter ét år var han på højde med sine jævnaldrene i fransk.

Ostenfeld synes, det blev hans bedste og mest lærerige tid. Han blev blandt andet projektleder på et kæmpebyggeri til Olympiaden i Montreal i 1976. Det gav anledning til at arbejde med den kendte franske arkitekt, Roger Taillibert, som

havde kreeret nogle meget avancerede betonkonstruktioner med store spændvidder, som skulle overdække Velodromen og de olympiske svømme faciliteter, samt omfattede et hældende tårn på 165 m højde understøttet på tre punkter med over 100 m afstand. Konstruktionerne var yderst komplicerede med bl.a. store flade sammensatte og usymmetriske skaller understøttet på fire eller tre punkter. De konstruktioner var noget af det mest avancerede Ostenfeld nogensinde har været med til at lave og indebar udvikling af en del hidtil uprøvede metoder og teknikker, ovenikøbet i meget stor skala. Han var den, som engang imellem måtte sige fra overfor arkitekten, når noget ikke kunne lade sig gøre. Det førte til et respektfuldt samarbejde mellem den af og til lidt koleriske arkitekt og den unge ingeniør Ostenfeld, hvilket har ført til varig kontakt.

På tegnestuen var der et internationalt miljø, og Ostenfeld ville have fortsat der i mere end de fire år, hvis ikke lige netop Storebæltsbroen var kommet i 1977.

### **Forberedelserne for Storebæltsbroen**

I 1976 blev der efter mange tidligere forsøg helt fra DSB's forslag i 1936 endelig truffet politisk aftale om en fast forbindelse for både jernbane og motorvejs trafik over Storebælt, og i marts 1977 kom Ostenfeld hjem fra Frankrig og blev



genansat i COWIconsult, Rådgivende Ingeniører A/S. Han fik opgaven med at stå for hovedbroen over Østerrenden af projektlederen Erik Kalhauge, partner i COWIconsult [det tidligere "Chr. Ostenfeld & W. Jønson"; i det følgende benyttes navnet fra 1995: COWI]. Kalhauge var i øvrigt på mange måder Ostenfeld's forbillede med sin store internationale tekniske og kulturelle baggrund og musiske interesser.

Bygherren var "Statsbroen Storebælt" med professor Niels Jørgen Gimsing tilknyttet som brofaglig konsulent. I projektsamarbejdet deltog desuden firmaerne B. Højlund Rasmussen og Rambøll og Hannemann.

Erfaring med stålbroer kom til COWI i begyndelsen af 1950'erne med Georg Haas, som var østriger. Han var firmaets konstruktionshjerne, for "stål er mere end beregning; det er konstruktion, hvor detaljerne er altafgørende. Det kræver megen og anderledes erfaring end beton, som på mange måder er mere enkelt i sin konstruktionsudformning, idet det kan formes mere frit".

Ostenfeld kom især til at arbejde med hovedfaget for Storebæltsbroen, som skulle være en stor hængebro eller skråstagsbro for at kunne spænde over den internationale sejlrende. Efter en del sammenlignende undersøgelser endte brodrageren med at blive udformet som en særligt udformet toetages stålgitter brodrager med vejbane på øverste niveau og tosporet jernbane på

nederste niveau i øvrigt dimensioneret efter last for internationale tog. Et særligt problem var udformning og placering af dilatationsfugerne, som er nødvendige for temperatur udvidelser. De udgør et særligt problem for jernbaner, idet vinkelknæk og nedbøjninger skal være meget begrænsede for højhastighedstog af komfort- og sikkerhedsmæssige grunde. Der var på det tidspunkt aldrig bygget store hængebroer for jernbaner, så der blev foretaget mange analyser af forskellige udformninger af dragere og placering af dilatationsfuger, for at opnå acceptable deformationsmæssige forhold på en hængebro, som i sin natur er en relativ fleksibel konstruktion. Det blev herved fundet, at broens spændvidde skulle være over ca. 1.400 m for at opnå tilstrækkelig egenvægt og dermed stivhed af konstruktionen, så tillægsbelastningen fra tog i sig selv ikke ville føre til for store tillægsdeformationer. Modsat hængebroer på den tid udformedes Storebæltsbroprojektet derfor med kontinuert drager fra ankerblok til ankerblok uden dilatationsfuger ved pylonerne af stivhedsmæssige og vedligeholdsmæssige grunde, og ved ankerblokkene anordnedes en dobbelt understøtning, som minimerede vinkelknækkene ved passerende tog.

Ankerblokkene fik også i modsætning til traditionel praksis en særlig udformning, som havde til hensigt at optimere funktionen med forankring af broens store bærekabler og understøtte

drageren på to steder samtidig med, at det var vigtigt at minimere det visuelle indtryk. Denne principielle udformning blev i øvrigt videreført for det, der senere blev det endelige vejbroprojekt i 1990'erne.

Man kom ofte tilbage til et problem, når et senere forhold krævede det, f.eks. når arkitekterne foreslog noget nyt. Ostenfeld havde kun været ingeniør i 12 år, men med værdifuld erfaring nu fra Danmark, USA og Frankrig, fik han utrolig frie tøjler i forløbet for at finde de bedst tænkelige løsninger.

Der blev udarbejdet en fuld færdig løsning klar til udbud, da trafikminister Kjeld Olesen i maj 1978 måtte standse projektet på grund af den anden finans- og oliekrise. Herefter stod COWI med 100 mand, som skulle genplaceres i organisationen. Der blev lavet en nedpakningsplan, så man ville kunne genåbne sagen og videreføre projektet. Men sådan gik det ikke, viste det sig senere, for i mellemtiden havde tingene ændret sig.

I den efterfølgende periode var Ostenfeld permanent på stikkerne over for Trafikministeriet, som løbende skulle have udført undersøgelser af større eller mindre art af hensyn til den politiske proces med at få genåbnet processen med at realisere forbindelsen.

Heldigvis oprettedes en afdeling for udvikling af særlige konstruktioner, som han fik ansvaret for. Firmaets tekniske direktør Frandsen gav sin støtte til, at COWI kunne arbejde med noget



*Farøbroen fra 1985 består af to broer på hver ca. 1.700 m. begge udformet som kontinuerlige brodragere over fuld længde og designet for at optimere fremstillingen på skibsværft og montage i fulde 80 m faglængder, samtidig med at der blev taget betydelige æstetiske hensyn. Foto: COWI.*

*← Sikringen af det centralt ophængte brodæk mod torsionsdeformationer sker ved pylonerne med et unikt nyudviklet system af hydrauliske cylindre. Foto: COWI.*

ud over det sædvanlige. Ledelsen var stærkt interesseret i, at identificere nye avancerede opgaver svarende til virksomhedens ambition, om altid at være i førersædet og tæt på anvendelsen af den nyeste forskning og udvikling, da der dengang så ud til at være stagnation i markedet for store broer. COWI forsøgte også at komme ind på offshore sektoren, men det lykkedes kun i begrænset omfang.

### **Farøbroen kom heldigvis**

COWI fik til opgave at projektere ståloverbbygningen til Farøbroen. Det var egentlig meningen, at Christiani & Nielsen skulle tage sig af hele broen, idet de havde fået tildelt projekteringen af Vejdirektoratet. Men COWI sad med de nævnte 100 broingeniører, som det ikke havde beskæftigelse til efter lukningen af Storebælt projektet. Ved et møde en dag i biblioteket i hovedkonto-

ret i Skjoldsgade besluttedes det at lave et stål alternativ til det udbudte projekt, som ellers var baseret på en betonoverbygning. Sammen med entreprenørfirmaet Monberg & Thorsen, som havde opført Lillebæltsbroen, mente man, at kunne udvikle en bedre løsning ved at bruge erfaringerne fra Lillebælt og ved at optimere udformning og udførelse med fuld fags montage af kassedragerne. Det skulle ske i et samarbejde med Nakskov Skibsværft, som havde god kapacitet pga. det faldende marked for skibe. Kassedragerne blev i forhold til Lillebælt forenklet og tilrettet for industriel masseproduktion af ensartede paneler. Der krævedes kun omtrent





*Lillebæltsbroen fra 1970, med et spænd på 600 m, var den første større nordeuropæiske hængebro, og den blev med afsæt i eksisterende teknologier udviklet med flere nye teknologier som blev banebrydende for hængebroer over hele verden. Foto: COWI.*

*→ Lillebæltsbroens brodrager var udformet som en slank aerodynamisk stål-kassedrager med særlige vinddeflektor-plader ved kanterne inspireret af flyteknologi for optimere vindstabiliteten. Foto: COWI.*



det halve antal mandtimer pr. ton stål ved bl.a. at bruge helt plane stålplader i stedet for de kurvede kantpaneler ved Lillebæltsbroen. Brofagene blev lavet i deres fulde 80 meters faglængde til udsejling i endelig højde på særlig pram, mens de ved Lillebæltsbroen på grund af hængebroprincippet måtte sejles ud i kortere sektioner, hejst op og svejset sammen.

Det alternative tilbud viste sig at være meget fordelagtigt for Vejdirektoratet pga. konkurrencemæssig pris og lave forventede vedligeholdelses- og driftsomkostninger, ligesom projektets arkitekt, E. Villefrance var meget tilfreds med den slanke trapezformede kas-

sedrager i stål. Den udbudte betonløsning ville have krævet kraftigere pyloner med flere skråstag pga. af den større vægt. Der var også andre nyskabelser. Dragerne for begge 1.700 m lange broer konstrueredes som ubrudte kontinuerte dragere fra kyst til kyst uden dilatationsfuger. Ved landfæsterne anordnedes fuger til den store bevægelse ved hjælp af gummiprofiler (som en harmonika) af tysk fabrikat. Der var kommet andre lejeteknologier, som kunne klare store bevægelser på helt op mod én meters fugebevægelser i broen. Dialogen var

tæt med leverandørerne. Fugerne blev i princippet vandtætte, mens fugerne ved Lillebælt var af en type, der ikke kunne udføres vandtæt. Desuden fik kældrene ved landfæsterne ligesom brodragerne installeret affugtning, idet ingen vedligeholdelsesfolk såvel som materialerne bryder sig om vand og fugtige broer. Det blev samlet set en glimrende succes for alle de involverede parter, samtidig med at den afhjalp et beskæftigelsesproblem for de medarbejdere i COWI, der var blevet frigjort efter Storebæltsprojektets stop.



Den færdige 6,8 km lange Vestbroen på Storebælt består af i alt 324 elementer. Foto: COWI.

Den borede tunnel for banen under Østerrenden ved Storebælt er ca. 8 km lang og ca. 80 m dyb. Foto: COWI.

## Storebæltsbroen blev igen aktuel

Klaus Ostenfeld blev leder af COWI's broafdeling i 1980, da Eigil Steen Pedersen blev udpeget til administrerende direktør. På den tid var der til stadighed en eller to mand til at følge op med spørgsmål fra ministeriet til den fornyede politiske behandling af Storebæltsforbindelsen. I 1986 kom endelig anlægsloven for Storebæltsbroen. Nu var grundlaget imidlertid et andet, for det var politisk besluttet, at jernbanen

skulle i tunnel under Østerrenden, medens broen fortsat var favoritløsningen for biltrafikken. Spændvidden på broen blev i de videre undersøgelser – nu frigjort fra den tunge jernbanetrafik – dog øget til rekordspændvidden 1.624 m, medens det kombinerede jernbane- og vejprojekt fra 1978 havde en spændvidde på 1.416 m, og den fik som Farø en udførelsesmæssigt enklere kassedrager end Lillebæltsbroen. For de 255 m høje pyloner førte samarbejdet med arkitekterne Dissing og Weitling til,

at tværdragerne, der normalt forbinder de to pylonben under brodrageren, blev rykket op til en væsentlig højere position. Det viste sig både visuelt og teknisk optimalt bl.a. fordi brodrageren også for dette projekt skulle være kontinuert, nu over rekordlængden på 2.700 m, og derfor ikke krævede lejeunderstøtning ved pylonerne. Samtidig skulle der tages hensyn til risikoen for skibsstød fra op mod 250.000 DWT tankskibe som ikke måtte bringe den store bro i fare.

For jernbanen skulle der både arbejdes med en såkaldt sænketunnel-løsning og med en boret tunnel løsning. Nye EU regler betød, at opgaverne nu skulle udbydes i teknisk konkurrence på kompetencer så COWI besluttede at gå i samarbejde med MOTT Consulting fra UK omkring den borede tunnelloøsning, selvom det var det danske selskabs største konkurrent i England, men aftalen blev, at MOTT Consulting til gengæld skulle søge samarbejde med COWI på et



*Storebælt forbindelsen fra 1998 er 19 km lang med dens østlige banetunnel og hængebro for biler og den vestlige bro til både bil og tog. Den 7 km lange Østbro har et hovedspænd på 1.624 m som var verdensrekord indtil den japanske Akashi bro åbnede. Foto: Sund & Bælt.*

passende engelsk projekt. For sænketunnelen valgte COWI at samarbejde med det verdenskendte amerikanske firma Parsons Brinckerhoff som bl.a. var kendt for det store sænketunnelprojekt for BART i San Francisco.

Omkring Vestbroen kom det danske firma Carl Bro med i arbejdet sammen med det tyske firma Leonhardt, André und Partner, som havde ekspertise med dynamikken mellem hurtigkørende tog og broer. Firmaet havde også været en af COWI's største konkurrenter, men der udviklede sig det bedste samarbejde og venskab i en perfekt match. Selskabet indstillede senere, at Klaus Ostenfeld blev udpeget til livsvarigt æresmedlem af den tyske ingeniørforening VDI.

For den store Østbro lå det i luften, at det ville være fornuftigt at søge samarbejde med andre store danske firmaer under COWI's ledelse, hvilket førte til et udmærket samarbejde med Rambøll & Hannemann og B. Højlund Rasmussen



*Montage af præfabrikeret broelement for Vestbroen i Storebælt på ca. 6.000 t med flydekranen "Svanen". Vestbroen er udformet som et unikt samlesæt af 324 elementer af pille-sænkekasser, søjler og brodragererlementer fabrikeret på land og placeret på brostedet med den specialbyggede "Svanen" Foto: Sund & Bælt.*

(nu sammenlagt til Rambøll) om denne verdensrekord hængebro med de nyeste teknologier, som har dannet skole for senere nyere hængebroer i udlandet. Med ovennævnte omhyggeligt planlagte strategier lykkedes det de COWI-ledede rådgiverkonsortier at vinde alle de fire store rådgivningsopgaver med forskellige samarbejdspartnere med alle projektmedarbejdere samlet i dedikerede projektkontorer i COWI's lokaler, først i Teknikerbyen i Virum, senere i Lyngby.

Projekteringen skulle foregå fra et enkelt kontor, COWI's, og den ledelse blev Ostenfeld formand for. Han angiver, at det var aftalen at alle samarbejdende firmaer skulle stille de bedste folk til



*Den monumentale og skulpturelle ankerblok for Østbroen ved Storebælt er udformet med henblik på optimal kraftoverføring til undergrunden og udførelsesteknik og samtidig have minimal visuel påvirkning. Foto: COWI.*

rådighed for projektet. Projektledelsen valgte den bedst egnede efter indstillede kandidater fra moderfirmaerne. Det var en lille verden – især dengang – og man kendte også til andre firmaers ansatte.

Efter et par måneder tænkte de tilknyttede ikke så meget mere på moderfirmaet, men på Storebæltprojektet. Alt arbejde blev registreret med ugentlige timesedler efter alle aktiviteter, hvilket var et godt styringsinstrument for alle parter.

COWI blev midt under Storebælt forløbet inviteret til at deltage i konkurrencen om den franske dengang verdensrekordstore Skråstagsbro, Pont de Normandie med spændvidde





← Pont de Normandie over Seinen ved Le Havre i Frankrig fra 1995 fik et verdensrekord skråstagshovedspænd på 856 m. Foto: François Roche, Paris, France

Broen over Gibraltarstrædet mellem Marokko og Spanien kan udformes som en serie 3.500 m lange hængebrofag med offshore lignende fundamenter på 300 m dybde. Illustration Jørgen Rasted for COWI.



Den kæmpemæssige norske boreplatform "Troll" i Nordatlanten inspirerede til løsning af fundamenter til en mulig bro over Gibraltarstrædet med en dybde på over 300 m. Ses her i sammenligning med Eiffeltårnet. Montage: COWI.



856 m for at give den franske stålindustri konkurrence. Selskabet udarbejdede et projekt for Monberg & Thorsens tilbud på aerodynamisk kassedrager og kabler. Det var udbudt samlet efter den traditionelle franske metode, hvor Centraladministrationen udbød udførelsen af projektet med projektansvar samlet, idet de bydende skulle tage det fulde ansvar for begge dele. M&T vandt hele ståltrepsen, og her drejede det sig om den midterste 2/3 af hovedfaget, som skulle være så let som muligt, idet resten er beton. Udformningen blev dog gennemført således, at beton og stål fik samme

ydre form, så overgangen mellem de to forskellige materialer ikke bemærkes. Normalt kan stål ikke konkurrere med beton i Frankrig.

I 1980'erne blev Ostenfeld af UNESCO i Geneve bedt om at være med til at undersøge, om en fast forbindelse ved Gibraltar ville være teknisk mulig – hans navn var blevet kendt internationalt. Der skulle laves undersøgelse af fem alternative løsninger med bl.a. en tunnel undersøgt af en fransk tunneleksper, en flydebro undersøgt af en amerikaner og en bro på faste fundamenter undersøgt af Ostenfeld. Spanien og Marokko

nedsatte senere en fælles komite og udbød arbejdet med konceptuelle løsningsforslag for diverse specielle problemstillinger. Herunder risikoen for skibstød/undervandsbåde med mulige løsningsforslag til at forhindre brokollaps i tilfælde af kollision, funderinger på usædvanlig stor vanddybde op til 400 m, eller bygning og vindstabilitet for meget store spændvidder op til 3.500 m, eller sågar op til 5.000 m. COWI vandt alle udbuddene i konkurrencen. Projektet stod på i en ti års periode. Det var ikke særligt profitable opgaver, men COWI deltog i overensstemmelse med

I 1990'erne startede planlægningen af verdens absolut største hængebro over Messinastrædet, Italien, med et dobbelt så langt spænd på 3.300 m som Storebæltsbroen. Hidtil længste spænd haves af Akashi broen i Japan med sine 1.998 m. Den italienske regering har midlertidigt stoppet projektet. Billedet viser en computergenereret illustration af broen.



→ Den kombinerede vej og jernbanebro over verdens tredjemest vandrige flod Padmafloden, Bangladesh ses her under konstruktion. På grund af det dybe lag dårlige undergrund som består af sand og silt nedskyllet fra Himalaya bjergene, og voldsomme strømforhold med underskæringsrisiko, piloteres der med 120 m lange stål-pæle, hver på mere end 500 t vægt rammet med verdens største Menck ramslag. Foto: Klaus Ostenfeld.



sin ambition om altid at være på forkant med de nyeste teknologier. Projekterne var en enestående mulighed for at vinde værdifuld viden for fremtidige store broprojekter internationalt. Arbejdet med projektet var for en rigtig kunde, ikke blot et internt udviklingsprojekt, og det bragte selskabet endnu et trin op i den internationale liga, når det skulle arbejde med så store spænd og vanddybder. Da Messina broen i Italien med 3.300 m spændvidde dukkede op, landede COWI aftalen ikke mindst på denne baggrund, nu med Ostenfelds arvtager for broområdet, Anton Petersen som ansvarlig.

### Næste bro: Øresundsbroen

Øresundsbroen kom ind midt i 1990'erne, men da indhentede succesen COWI og den opgave vandt selskabet ikke for bygherren. En medvirkende årsag hertil var nok, at man havde allieret sig med en berømt schweizisk-spansk arkitekt og ingeniør. Det førte til et projektforslag, som i sin udformning nok var for sydlandsk og filigranagtigt i sin



Sutong-broen i Nanjing, Kina, med sit 1.088 m skråningsfag, dengang verdensrekord, indviedes i 2008. Foto: Glabb.





Den 7,8 km lange Øresundsbro fra 2000 har et skråstagshovedspænd på 490 m. og har både motorvej på øverste dæk og jernbane på underste dæk. Foto: Sund & Bælt.

arkitektur og mindre egnet til det barske nordiske klima. COWI havde ud over det svenske VBB-ingeniørfirma også allieret sig med KHR-arkitektfirmaet.

Øresundsprojektet blev som noget nyt udbudt som totalentreprise på baggrund af et skitseprojekt, et såkaldt 'illustrative design', udarbejdet for bygherren af dennes rådgiver. Ideen var, som for Normandiebroen i Frankrig, at muliggøre tilbud fra konkurrerende entreprenørkonsortier på hele leverancen med både detailprojekt og udførelse. Det gav en konkurrence på både pris og koncept, og da COWI/VBB nu var frie, kunne vi assistere entreprenørkonsortiet Skanska/Hochtief med at udarbejde et konkurrencedygtigt tilbudsprojekt. Det var så heldigt at entreprenørkonsortiet vandt opgaven med COWI/VBB som projekterende for hele udførelsesprojektet, og selskaberne vandt således på en måde alligevel projektet.

Da det var af yderste vigtighed for holdbarheden af entreprenørernes tilbudspris, at de endelige detailprojektmængder ikke oversteg det planlagte, blev der udviklet et 'weight-watcher' program, som tillod at overvåge udviklingen i hovedmængderne løbende efterhånden som projekteringen skred frem, således at yderligere optimering kunne finde sted undervejs efter behov. Projektet endte med at blive en stor succes for alle involverede parter, idet det blev afleveret til bygherren før tidsfristen, til budget og med en kvalitet som foreskrevet.

### Administrerende direktør og koncernchef, CEO, for COWIkoncernen

Siden 1992 sad Ostenfeld i en seks mand stor direktion for COWI med ansvar for trafik anlæg, som omfattede broer, tunneler, veje, lufthavne og senest jernbaner og metro anlæg. I 2000 spurgte den daværende bestyrelsesformand, Jørgen Madsen, tidligere topdirektør i Grundfos, om han ville være administrerende direktør for koncernen, "men du må være klar over, Ostenfeld, at som administrerende kan du ikke fortsætte med alt det med broerne". På dette tidspunkt var Ostenfeld som 57-årig dog moden til at tage en ny udfordring op og prøve noget nyt. Efter at have talt med sin kone og en del andre, sagde han ja, idet han tænkte: "hvad jeg laver i min fritid, behøver bestyrelsesformanden jo ikke at interessere sig for". Det blev dog ikke til meget broarbejde i de følgende år.

Det blev spændende på en helt anden måde. Der var et par tusinde mand ansat i firmaet på det tidspunkt. Nu måtte han målrette sig målet for COWI. Det stod for Klaus klart, at firmaets bedste kort i konkurrencen med andre internationale rådgivere var at holde fast i sit oprindelige stærke faglige idegrundlag med at arbejde på kanten af videnskaben og med sine gamle grundlæggende værdier helt tilbage fra 1930'erne. Det var det, der havde skabt virksomhedens succes, og det var måske netop her, at virksomheden skilte sig ud fra konkur-

renterne og gjorde det muligt at vinde de mest fagligt udfordrende opgaver. Her ved kunne man også tiltrække de bedste medarbejdere, som ønskede udfordringer. Hvis selskabet har de mest fagligt kvalificerede medarbejdere, tiltrækker det selvfølgelig også de bedste kunder og dermed de bedste og mest interessante projekter – så blev den positive udviklingsspiral sikret. Ostenfeld bemærker, at man måske kan diskutere, om denne holdning er for elitær, men det kan på den anden side ikke anfægtes, hvis man vil bevare en ledende position i et konkurrencefyldt marked. Selvfølgelig kunne det give anledning til interne diskussioner, hvilket også kan være sundt, idet de bedste resultater ofte genereres i et sundt klima med modspil.

De store management konsulentfirmaer havde svære vilkår for en tung videns virksomhed som COWI. Ostenfeld mener, at "i en videns virksomhed skal man lytte til medarbejderne med deres årelange ekspertise, som ofte har en glimrende føling på deres respektive områder." Han fandt, at bestyrelsen var vigtig at have som modspil, men ansvaret for den teknisk faglige udvikling og dermed strategien herfor i markedet, hviler tungt på en direktion, som i sagens natur har den bedste føling med det.

I firmaets strategi valgte ledelsen en række hovedforretningsområder, hvor firmaet skulle være i absolut top målt på verdens målestok. COWI's oprindelige

*Øresundsbroens 490 m lange spænd  
fotograferet, da skråstagsbroens sidste del  
stadig ikke var monteret. Foto: Sund & Bælt.*



ekspertise var især broer og komplicerede husbygning konstruktioner og sportsfaciliteter med store overdækkede tage uden mellemunderstøtninger, installationer samt ikke mindst funderingsteknik og geoteknik, som hører uløseligt sammen med store komplicerede konstruktioner. Senere, specielt i 1970'erne, diversificerede virksomheden lidt efter amerikansk mønster til en mere multidisciplinær virksomhed med bl.a. planlægning og miljørådgivning og industri og energi som yderligere forretningsområder. Inden for transportsektoren, som primært var Klaus Ostenfelds ansvarsområde, kom jernbaner og tunneler ind i strategien i forbindelse med Storebælt og senere Metroprojekterne i København.

Om ledelse mener Ostenfeld, at det vigtigste er at sætte retning for udviklingen i samråd med de fagligt dygtige medarbejdere. Det er meget vigtigt at medarbejderne kan identificere sig med virksomhedens grundlæggende værdier og har reel indflydelse. Ledelsen skal facilitere, at medarbejderne altid kan være motiverede og engagerede i at løse de spændende og – af og til – udfordrende opgaver. Herunder er det selvfølgelig vigtigt, at topledelsen er enig om retning for udviklingen med klare signaler. Samtidig er det utroligt vigtigt at give plads for egne initiativer fra de højt kvalificerede medarbejders side. Hierarkiet skal være lavt i en virksomhed bestående af videns medarbejdere. En



*Øresundsbroens underdel bygget som præfabrikerede betonsænkemasser transporteret med den ombyggede "Svanen" flydekran som nu var på sin tredje anvendelse til brobygning. Foto: COWI.*



*Øresundsbroens overbygning blev udformet som kompositdrager med betondæk og moderne Warren Truss stål gitter med lukkede affugtede stål kassetværsnit for lave anlægs- og vedligeholdelses omkostninger.*



*Klaus Ostenfeld er stadig aktiv pilot med egen flyvemaskine på vej til møder eller ferier i hele Europa.*

af Ostenfelds forgængere, Svend Aage Rasmussen, sagde: "Det er risikofrit at udstede en ordre i COWI: det sker der ikke noget ved". Hvis ordren vurderedes uhensigtsmæssig, ville den ikke blive gennemført, så der sker ingen skade. Der er en form for struktureret anarki i en sådan videnstung virksomhed.

COWI købte i Ostenfeld's tid virksomheder op – ikke for at blive store som mål i sig selv, men især udvalgte specialistvirksomheder som passede ind i virksomhedsstrategien for til stadighed at være det fagligt bedste selskab. Det var virksomheder specialiseret i fagfelter, som selskabet manglede for at forfølge sin overordnede strategi om at være fagligt absolut ledende inden for de forretningsområder, man satsede på. Det var eksempelvis et firma højt specialiseret i offshore pælefunderinger og jordskælv i hele verden som Ben C. Gerwick i San Francisco – de var kun 10 mand, men mange ville gerne købe dem, men de ville helst købes af COWI, dels pga. af tidligere gode samarbejdsforhold af det internationale netværk, og netop fordi de her så en mulighed for at forfølge også deres ønske om at være fagligt førende, men nu med en betydeligt større kundebase og marked

samt i samspil med fagkolleger. Det gav også nye karrieremuligheder for de medarbejdere, der havde de ambitioner. Selskabet fik lov til at beholde sit navn, for det havde markeds-mæssig værdi og betød noget for medarbejderne, at de ikke mistede deres identitet. De kunne i det nye fællesskab markedsføre hele COWI's ekspertise. De var gode til funderinger, og deres viden var blevet brugt både til Lillebælt og Storebælt og andre store projekter som Gibraltar brounder-søgelserne.

Buckland & Taylor i Vancouver, med sine 65 ansatte, mødte COWI i konkurrence flere steder i verden. De var kendt for økonomisk design af skrånstagsbroer og passede godt ind i COWI's portefølje. Medarbejderne skal kunne se en karrieremulighed i et stort fælles firma, og det kunne de. De havde haft flere bejlere, men Ostenfeld kendte en af indehaverne Peter Taylor fra sit internationale netværk, og gode samtaler om fælles værdier og ambitioner ledte til den fortrolighed med sammenslutningen, at det lykkedes at blive enige om at gå sammen. Forhandling om prisen er selvfølgelig væsentlig, men allervigtigst var det for Ostenfeld at sikre sig, at der var fælles ideer og passion om

hvad man ville, og hvad der ville gøre medarbejderne glade og motiverede for et fremtidigt samarbejde. "Det har noget med gode relationer og international forståelse og kultur at gøre", understreger Ostenfeld.

Ikke mindst det glimrende internationale netværk som Ostenfeld fik opbygget gennem mange års arbejde i den internationale forening IABSE (International Association for Bridge- and Structural Engineering) med hovedsæde i Zürich, senest som præsident 1997-2001, og som chairman for IABSE Foundation har bidraget til de relevante kontakter og venner internationalt.

Kort efter at muren faldt i Tyskland i 1989, forsøgte COWI sig også med en akkvistion på det nyåbnede østtyske marked. Det viste sig dog efter nogle år ikke at blive nogen større succes. Den kultur COWI overtog, var ret afvigende fra den danske. Fransk-mændene har en helt anden tradition med mod på at udvikle nye løsninger med store armbevægelser. I Tyskland ville Ostenfeld næppe have fået lov til det, han fik udrettet i Frankrig. I USA kæmpede han med det, hvor han skulle overbevise kunderne om de bedste løsninger. "Lad være med at komme med noget nyt. Det giver kun problemer; forsikringerne dækker ikke. Chefen gider ikke høre på det." "Keep me out of trouble". "Forget it." Men det lykkedes flere gange at få overbevist



*Ostenfeld bruger blandt andet den nøje afmålte fritid på klassisk musik, hvor han bl.a. øver på sin tværføjte for at deltage i et kammerorkester.*



en lidt konservativ bygherre! Og så var sejren så meget desto større. Ostenfeld lærte af den amerikanske måde at gennemføre ting på.

Da Ostenfeld forlod posten som koncernchef som 65 årig var virksomheden vokset til 5.000 ansatte globalt.

### Stadig aktiv

COWI håbede selvfølgelig på at kunne fortsætte med Femern-forbindelsen lige efter Øresund, efter at firmaet i forskellige konsortier gennem 1990'erne havde stået for en række forundersøgelser for både boret tunnel, sænketunnel og broløsninger.

Klaus Ostenfeld var på det tidspunkt fratrådt som koncernchef for COWI-gruppen på grund af alder. Han vendte herefter tilbage til sine tidligere fagspecialer ved store anlægsarbejder, specielt broer, som uafhængig international ekspertrådgiver. Han blev som ekstern konsulent tilknyttet et fransk ledet entreprenørteam, som gav tilbud på udførelsen af det valgte sænketunnelprojekt med COWI som rådgiver, og de vandt opgaven.

Ostenfeld er stadig aktiv som 'pensionist' på 12'te år. Der dukker hele tiden nye teknologier op, men han mener ikke, at han har mulighed for at følge med i dem alle. Derimod har han den gode gamle fornuft, og den kan han stadig bruge i sit uafhængige rådgiv-

ningsvirke. Således har han de senere år været med ved brobyggerier i USA, England, Columbia og Kina i forskellige roller og ikke mindst i Bangladesh, hvor han bl.a. medvirker som international ekspert på en meget stor 6 km lang bro ikke ulig Øresundsbroen over Padma floden. Det er en af verdens mest vandrige floder i monsunsæsonen, men i modsætning til Øresund er der nærmest umulige funderingsforhold. Bunden består af relativt løst lejret finkornet sand nedskyllet gennem millioner af år fra afvandingen af Himalaya bjergene. Det har kun en svag bæreevne, og det er udsat for underskæring i op til 60 m dybde fra den rivende vandstrøm. Jordskælv kan tilmed risikere at gøre jorden flydende (liquifaction) med deraf følgende konsekvenser. Det har betydet, at man må fundere på verdens største stål-pæle med 120 m længde og 3 m i diameter rammet med verdens største rammeudstyr.

Et andet projekt er Karnaphuli tunnelen i Chittagong under floden. Det er en stor boret tunnel for vejtrafik med store tekniske udfordringer.

Ostenfeld giver udtryk for, at det er spændende at være med i de store internationale anlægsarbejder, hvor

den årelange erfaring med mange forskellige projekter over hele kloden stadig kan udnyttes. Det er nærmest en forpligtelse at videregive disse erfaringer til de næste generationer. Derfor har han også påtaget sig at være ekstern underviser i de praktiske aspekter ved brobygning for brospecialestudenter ved Aarhus Universitet. Det er samtidig fantastisk spændende at svare på spørgsmål og drøfte de tekniske problemstillinger med de ivrige studerende, afslutter Ostenfeld, som i øvrigt også giver foredrag på mere populært plan for foreninger og forsamlinger, der ytrer interesse for det. En slags 'brobygning' mellem fagekspertisen og den almene befolkning.

Ostenfeld har ikke noget imod at blive kaldt 'Danmarks brobygger', men gør samtidig opmærksom på, at der også er andre, der med rette kan kalde sig Danmarks brobyggere. Man kan heller ikke udrette noget alene i den verden, for resultaterne skabes altid i samarbejde med andre og med andre fagspecialer. Brobygning er et stort teamwork. Men han vedgår, at han har taget initiativ til mange nyskabelser og udviklinger inden for sit fagfelt. Han har aldrig kedet sig i sin nu snart 54-årige karriere.

# FREDEDE BROER



Lars Bjarke Christensen er mag.art. i arkæologi og ansat ved Slots- og Kulturstyrelsens Center for Kulturarv, hvor han arbejder med de fredede fortidsminder, herunder også broer og vejsten.

I Danmark findes tusindvis af broer. De har en vigtig betydning når vi kører på arbejde, cykler en tur på indkøb eller tager toget på familiebesøg i den anden ende af landet. Uden broerne ville vi ikke kunne rejse lige så nemt og bekvemt som vi gør i dag. Broernes værdi ligger ofte i deres egentlige brugsværdi, men det er naturligvis klart at der med de

seneste århundreders mange brobyggerier også er nogle broer som har en stor kulturhistorisk værdi. De er en del af vores kulturarv fordi de fortæller væsentlige aspekter af vores fælles historie.

Netop i disse år er der stor interesse for de gamle broer og hos Slots- og Kulturstyrelsen – der har myndighedsansvaret for de fredede broer – mærker vi tydeligt denne øgede interesse. Men med den øgede bevidsthed om at nogle broer kan være fredede, melder sig også flere spørgsmål blandt broforvaltere, broentreprenører og rådgivere. For hvorfor er broerne en del af kulturarven, må man fjerne en fredet bro eller renovere den? Spørgsmålene er mange og i denne artikel samles nogle af svarene på de mange spørgsmål.

## Lang tradition for brobyggeri

Siden isen trak sig tilbage for mere end 15.000 år siden og de første rensdyrjægere fulgte i sporene nordpå efter deres bytte ved istidens afslutning, har der i det danske område kontinuerligt været behov for at færdes til lands. Disse jægere banede i bogstavelig forstand de første veje gennem tundraens landskab. De seneste års arkæologiske forskning har vist, at oldtidens mennesker har været langt mere mobile end vi tidligere har forestillet os. Godt nok har vi i årtier vidst, at der er blevet udvekslet varer over store afstande overalt i Europa, men nyere videnskabelige undersøgelser af blandt andet Egtvedpigen og Skrydstrupkvinden viser, at varerne måske ikke bare har skiftet mellem talrige hænder på deres vej gennem Europa.



Hulvejene blev dannet af færdsels slid og ofte ligger flere hulveje ved siden af hinanden fordi man har rykket vejen, hvis den i forvejen banede vej blev ufremkommelig.

← Tegnet rekonstruktion af Ravning Enge-broen fra vikingetiden tegnet ud fra de oplysninger som er fremkommet ved arkæologiske udgravninger af broen.

Tegninger: Sune Elskær.





*Tuel Å Bro. Da jernbanen i 1850'erne blev anlagt mellem Roskilde og Korsør blev der anlagt en buebro så Tuel Å kunne føres under banen. Jernbanen mellem København og Korsør er udpeget som et nationalt industriminde. Foto: Lars Bjarke Christensen.*

Netop undersøgelserne af de to gravlagte kvinder fra bronzealderens Jylland viser, at de også selv har været på lange rejser over flere tusinde kilometer på et tidspunkt for omkring 3400 år siden, hvor der naturligvis hverken fandtes biler eller motorveje. Vi ved selvfølgelig ikke hvordan de har rejst, og det er sandsynligt at i alt fald en del af rejsen er sket via de europæiske åer og floder. Men landtransporten har også haft en betydning for samfærdslen allerede i oldtiden. Arkæologiske undersøgelser på Stevns i slutningen af 1900-tallet viste således, at der i oldtiden har været anlagt veje og vadesteder ved siden af og henover Tryggevælde Å og Stevns Å.

Der er kun bevaret sporadiske spor af oldtidens veje i Danmark. Primært i form af de såkaldte hulveje, altså vejforløb hvor gående og kørende har slidt sig ned i terrænet og skabt de karakteristiske fordybninger ved færdselens slid. Et af de mest kendte vejforløb fra oldtiden er den jyske hærvej – oksevejen – som løber op gennem den midterste del af Jylland fra grænseområdet i nutidens

Slesvig-Holsten til "det yderste hav" som missionæren Adam af Bremen omkring år 1070 betegnede den nordlige del af den jyske halvø. Her har der gennem århundreder frem til i dag været behov for at transportere sig selv, sine dyr og sine varer. I ældre tid var vejanlæggene ikke så statiske som i dag, og hvis den i forvejen banede vej var ufremkommelig, kørte man blot uden om. På den måde opstod de mange parallelt liggende hulveje som dannede et egentlig hærvejsstrøg, der har været i brug til forskellige tider. Det er også i denne del af Jylland et af de mest spektakulære fortidsminder fra oldtiden findes i engene ved Ravnng. Her anlagde den gryende kongemagt omkring 980 en 760 meter lang og solid bjælkebro, som en del af forsvarsanlæggene i tilknytning til magtcenteret i vikingetidens Jelling. De bevarede, jorddækkede dele af broen er i dag fredet som fortidsminde.

Danmark har således en lang og stolt tradition for brobyggeri fra oldtiden og frem til i dag. Det vil være umuligt på disse sider at nævne alle aspekter

af brobyggeriets historie, men som eksempel kan man blot nævne det snorlige hovedlandevejsnet, hvor den franske vejingeniør Jean Marmillod i slutningen af 1700-tallet var med til at tegne stregerne på landkortet og slå bro over de åer og vandløb, som de nye chausseer passerede forbi. Enkelte af disse broer findes stadig langs hovedlandevejene som et levn fra en tid, hvor det at rejse mellem byerne kunne kræve flere dages rejse. Det er næppe mange bilister som i dag er bevidste om at de faktisk kører på et stykke danmarkshistorie, når de tager turen ad kongevejen op gennem Nordsjælland eller kører på den gamle landevej mellem Roskilde og Korsør. Men stopper man op langs vejen og ikke mindst ved broerne, kommer historien tæt på. Blandt nutidens brobyggere vil navne som Asger Ostenfeld, Anker Engelund og Hiort-Lorenzen formentlig også vække genklang som markante brobyggere i 1900-tallet, hvor beton og stål vandt indpas i forhold til tidligere tiders stenbroer. Flere af de danske broer fortæller således en vigtig



*Gejlå Bro i Sønderjylland er beliggende på hærvejen. Broen blev opført i 1820. Foto: Museum Sønderjylland.*



*Roebanebro Nakskov. Roebanedæmning med betonbro nord for Nakskov. Foto: Anders Jon Nielsen*

del af vores fælles historie. De fortæller både infrastrukturens teknologihistorie, om samfærdslen lokalt og mellem landsdelene, statens prioritering af brobyggeriet gennem århundreder, æstetik og teknologi. Der er både den brede nationale fortælling og den helt lokale. Broerne fortæller også ingeniørernes historie, om den foretagsomhed, opfindsomhed og virkelyst som gennem tiden har udspillet sig. Som broforvalter, broingeniør eller entrepriseder har man i bogstavelig forstand sit eget fags historie i hænderne, når der skal foretages renoveringer og udbedringer på broerne. Samtidig bygger man videre på historien og hvem ved – måske bliver

en af de broer man selv har været med til at projektere og bygge en del af vores fælles kulturarv om 100 eller 200 år.

### **Fredede broer**

Slots- og Kulturstyrelsen er myndighed for de fredede broer – såvel de bygningsfredede broer efter bygningsfredningsloven som de fortidsmindefredede broer efter museumsloven. Det er således styrelsen der vurderer hvorvidt en bro skal bevares for eftertiden som en del af vores kulturarv. Langt de fleste fredede broer er fredet efter museumslovens bestemmelser. En fredning kan gennemføres umiddelbart hvorfor det er vigtigt, at man som ansvarlig for

et broprojekt i god tid sikrer sig, at ens arbejde ikke kolliderer med eventuelle bevaringsinteresser. Som hovedregel vil en fredet bro mindst være omkring 100 år gammel, men der kan være enkelte undtagelser. Dette gælder ikke mindst blandt de bygningsfredede broer. Hvis broen i forvejen er registreret, kan man slå broen op i styrelsens to nationale internetdatabaser Fund & Fortidsminde (de fortidsmindefredede broer) og FBB- Fredede og Bevaringsværdige Bygninger (de bygningsfredede broer) på styrelsens webseite.

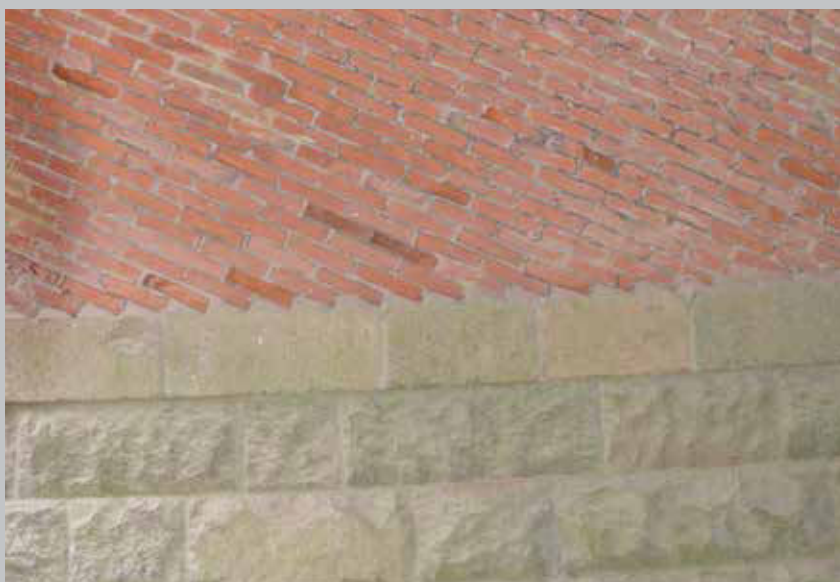
Når styrelsen ser på om en bro skal betragtes som en del af den nationale kulturarv, bliver der set på forskellige faktorer. Det kan eksempelvis være infrastrukturens historie, den lokale og nationale fortælling, broens konstruktion og arkitektur mv. De fleste vil nok være enige i, at den gamle hærvejsbro over Gejlå i Sønderjylland fra 1820'erne er vigtig at bevare, men det behøver ikke kun at være de gamle stenbroer som er værd at passe på for eftertiden. Et eksempel på en bro som næppe vinder prisen for sin skønhed og arkitektoniske fremtræden, er en lille, anonym betonbro over et vandløb lidt nord for Nakskov. Broen blev anlagt i en dæmning i begyndelsen af 1900-tallet. Mange vil nok umiddelbart undre sig over hvorfor vi netop skal bevare denne bro for eftertiden, men i det konkrete tilfælde er broen imidlertid en meget vigtig del af industrialiseringens historie på Lolland.



*Tirsbæk Bro i jernbanedæmningen ved Tirsbæk Gods.*

*Det snoede murstenschvælv i Tirsbæk Bro ved Vejle viser, at der ikke blot var tale om en almindelig jernbanebro. Broen var indgangen til Tirsbæk Gods.*

*Fotos: Lars Bjarke Christensen.*



Således fik sukkerroeproduktionen i slutningen af 1800-tallet stor betydning for udviklingen på Lolland, og overalt på øen blev der ved århundredeskiftet anlagt små, smalsporede jernbaner fra gårdene ind til sukkerfabrikkerne i Høleby, Saksøbing og Nakskov. Størstedelen af dette fintmaskede roebanenet er i dag fjernet i lighed med langt de fleste andre spor efter 18-1900-tallets industrieventyr på Lolland, men heldigvis ligger der en kort strækning bevaret på den vestligste del af øen som et levn fra landets tidlige industrialisering. Netop på grund af den helt særlige kulturhistorie, er betonbroen og banetraceet nord for Nakskov værd at bevare for eftertiden.



Hvis vi et øjeblik bliver i jernbanernes verden, kan vi rette blikket mod den bygningsfredede herregård Tirsbæk i de naturskønne omgivelser på nordsiden af Vejle Fjord. Da engelske entreprenører i jernbanens barndom i 1860'erne anlagde banen mellem Fredericia og Aarhus, måtte der udføres omfattende jordarbejder ved Tirsbæk med omlægning af vejforløb, ligesom landskabet blev gennemskåret af en høj, markant bandedæmning. Inden for kort afstand blev der også anlagt tre broer i forbindelse med baneanlægget. Den ene bro førte over et mindre, afsidesliggende vandløb, og blev anlagt som en mindre, traditionel buebro af granit og med teglstenschvælv af en type, som man kan finde på mange andre af samtidens jernbanestræk-





ninger. Men i tilfældet med de to andre broer kan man ikke undgå at bemærke deres særprægede udformning og stærke tilknytning til herregårdsmiljøet ved Tirsbæk. Vejbroens facader blev således udformet med kamtakket murkrone som fører ens tanker hen mod middelalderens borge, mens vejbroen gennem bandedæmningen – adgangsvejen ind til godset – blev udformet som en monumental indgangsportal med fine, håndværksmæssige finesser og snoet teglstenshvælv. Det er tydeligt, at det ikke bare var en traditionel jernbanebro, som blev anlagt ved Tirsbæk. Broerne er således en væsentlig del af kulturlandskabet ved Tirsbæks herregårdsmiljø, men fortæller samtidig også om brobygningsteknik og jernbanernes tidlige historie. Derfor er det væsentligt, at bevare de tre broer for eftertiden. Som eksemplerne fra Nakskov og Tirsbæk viser, kan broerne således være med til at fortælle forskellige dele af vores historie, og de er samtidig et stærkt, visuelt og fysisk vidnesbyrd om tidligere tiders samfund, om de tekniske meto-

der man anvendte. Broerne fortæller således også væsentlige aspekter af transportsektorens historie.

### **Vedligeholdelse af fredede broer**

De senere år har desværre budt på enkelte uheldige sager med fjernelse af en fredet bro eller hvor et anlægsarbejde pludselig måtte indstilles fordi der ikke i forvejen var indhentet de fornødne tilladelser til byggearbejderne hos Slots- og Kulturstyrelsen. Der er næppe nogen som ønsker at stå i en sådan situation, og heldigvis er mange broforvaltere også opmærksomme på at holde øje med om der kan være tale om en bevaringsværdig bro inden de går i gang med arbejdet. Selvom fredningen fremgår af de nationale kulturarvsregistre, er det også altid en god idé, at fredningsoplysningerne fremgår af bromyndighedens eget broregister og eventuelt også i den nationale brodatabase Danbro. Hvis man som broansvarlig er i tvivl, er man også altid meget velkommen til at rette

henvendelse til det lokale museum eller Slots- og Kulturstyrelsen.

Viser det sig så at man har ansvaret for en fredet bro, er det naturligvis klart, at spørgsmålet melder sig hvilke regler som gælder og hvad man egentlig må foretage ved en fredet bro. En kulturhistorisk fredning betyder naturligvis, at man ikke må fjerne, ødelægge eller ændre broen, idet fredningen netop har til formål at sikre broen for eftertiden. Derimod har man altid mulighed for at søge om tilladelse eller dispensation hvis eksempelvis broen har behov for vedligeholdelse eller renovering. Man skal i den forbindelse være opmærksom på om broen enten er fredet som fortidsminde eller efter bygningsfredningslovens bestemmelser. Som regel kan man udskille de fortidsmindefredede broer ved at de har fået tildelt et såkaldt fredningsnummer, som fremgår af fredningsmeddelelsen og af de offentlige registreringer i de forskellige databaser. På styrelsens webside kan man læse nærmere om reglerne, hvordan man ansøger og hvad man skal indsende med ansøgningen. En

← Møllehus Bro tæt ved grænseovergangen syd for Tønder. Foto: Museum Sønderjylland.

→ Fabriksskilt på Møllehus Bro ved Tønder. Broen er produceret af Lüneburger Eisenwerk i 1886. Foto: Museum Sønderjylland.



ansøgning skal altid indsendes via Slots- og Kulturstyrelsens digitale ansøgningsportal på [www.slks.dk](http://www.slks.dk).

Bortset fra at man skal udfylde ansøgningsskemaet ved fremsendelsen af ansøgningen, stiller styrelsen ikke særlige krav til udformningen af ansøgningen. Ansøgningen skal dog altid indeholde en begrundelse for ændring af broen, en beskrivelse af de påtænkte arbejder og fuldmagt fra ejeren af matriklen. Når man planlægger et renoveringsarbejde på en fredet bro, er det vigtigt hele tiden at have for øje, at der er tale om fredet kulturarv, der skal bevares for eftertiden. Det er derfor altid en god idé, at tage udgangspunkt i at ændringerne skal være så minimale som muligt. Der skal således i udpræget grad tages hensyn til, at broen også er en del af vores kulturarv, og arbejdet skal derfor udføres nænsomt, med så få ændringer som muligt og broen skal have samme udtryk og udseende efter renoveringen. Når styrelsen vurderer en ansøgning bliver der blandt andet set på om broen er i drift, hvorvidt der er tale om almindelig vedligeholdelse eller om der er tale om sikkerhedsmæssige tiltag. Selvom der ved behandlingen af ansøgningen ses på eksempelvis sikkerhedsmæssige forhold, så betyder det ikke, at man altid kan få lov til at gennemføre sit projekt som ønsket. Særlige tilpasninger til projektet kan således være nødvendige for at der kan

gives en tilladelse eller dispensation. I visse tilfælde fremgår det af fredningsteksten for de fortidsmindefredede broer, at asfaltbelægningen på vejbroerne eller sporet på jernbanebroerne kan vedligeholdes som hidtil uden at det kræver forudgående dispensation. Det vil derfor altid være en god idé at konsultere fredningsteksten forud for arbejder på broerne. Endvidere vil det være en fordel for planlægningen af et renoveringsprojekt, at der ansøges om dispensation i god tid inden det ønskede opstartstidspunkt. Hvis der gives dispensation, vil denne som regel være gældende i tre år.

Det er altid ansøgeren som skal fremlægge et projekt for renoveringen af en fredet bro, herunder fremlægge en beskrivelse af hvordan arbejdet tænkes udført. Når Slots- og Kulturstyrelsen modtager en ansøgning bliver projektet vurderet, og hvis der er behov for yderligere dialog og eventuelt ændringer til projektet, bliver der taget kontakt til ansøgeren. Det er dog en god idé at tænke alternativt i forhold til projekter med fredede broer. Det er ikke altid, at standardløsningerne rummer de bedste løsninger. Nogle gange er det nødvendigt at forstærke broen, mens det i andre tilfælde er bedre at sænke trykket på broen ved vægtbegrænsning, nedsat hastighed mv., som det var tilfældet med en gammel stenbro på Djursland for nogle år siden. Efter at Slots- og Kulturstyrelsen var blevet opmærksom på at

den gamle stenkonstruktion havde sat sig, tog styrelsen kontakt til Norddjurs Kommune for at sikre den fredede Ørbæk Bro for eftertiden. Løsningen blev en kombination af nænsom renovering af broen og fartdæmpende foranstaltninger med skiltning og indsnævret kørebane.

Der er også mulighed for at rette henvendelse til styrelsen inden man indsender en ansøgning for at få en fornemmelse af om man er på rette vej i forbindelse med planlægning af et arbejde på en fredet bro. Det var eksempelvis tilfældet ved planlægningen af istandsættelsen af to stålbroer fra slutningen af 1800-tallet. Broerne ligger tæt ved grænseovergangen ved Møllehus i den vestlige del af Sønderjylland, og stammer tilbage fra den periode hvor Sønderjylland var en del af Tyskland. Tidligt i processen rettede Tønder Kommune og kommunens rådgiver henvendelse til styrelsen for at fremlægge fire skitser til mulige renoveringsforslag, så der kunne findes en løsning der tager hensyn til broernes særlige kulturhistoriske værdi. Renoveringen af broerne er stadig i projekteringsfasen, men kontakten tidligt i processen har været medvirkende til at broforvalter og rådgiver har fået et indtryk af mulighederne i forbindelse med istandsættelsen af broerne.

I langt de fleste tilfælde er istandsættelse af de fredede broer uproblematisk så længe der i projekteringen tages hen-



*Svinninge Bro på landevejen mellem Roskilde og Kalundborg inden istandsættelsen. Foto Roskilde Museum*



syn til bevaringen af broerne. Et enkelt eksempel på en vellykket brorenovering er Holbæk Kommunes istandsættelse af den gamle hovedlandevejsbro i Svinninge fra 1799 på vejen mellem Roskilde og Kalundborg. Broen trængte efterhånden til en istandsættelse og i samarbejde med kommunens rådgiver indsendte Holbæk Kommune en ansøgning om renovering med tilhørende beskrivelse af hvordan arbejderne tænkes udført. Slots- og Kulturstyrelsen gav dispensation til istandsættelse af broen med angivelse af forskellige vilkår, der skulle sikre at broen blev håndteret korrekt. Den gennemførte istandsættelse af Svinninge Bro har resulteret i en fin istandsat landevejsbro udført i respekt for kulturarven.

Der findes mange andre lignende eksempler på hvordan man på fornuftig vis har håndteret renoveringen af en fredet bro. Der findes ikke nogen faste løsningsmodeller, da alle broer er forskellige som følge af deres historie, placering og konstruktion. Nogle steder vil det være nødvendigt at opføre en ny bro ved siden af den gamle, fredede bro. Eksempelvis hvis man vil anlægge en cykelsti. Andre steder vil der kunne foretages justeringer ved den gamle bro, så længe bevaringshensynene ikke tilsidesættes. Hver fredet bro er unik og rummer sin selvstændige historie. Desværre er det kun de færreste som bemærker, at der rundt på de danske jernbaner og veje findes en helt særlig



*Landvejsbroen over Kornerup Å nord for Lejre på den gamle landevej mellem Roskilde og Holbæk. Foruden den fredede bro ses også en fredet milesten. Milesten, kilometersten og andre vejsten er også fredede fortidsminder. Foto Roskilde Museum.*

kulturhistorisk skat i form af de gamle broer. Derfor kan det også kun anbefales, at man også i forbindelse med renoveringen af en fredet bro også overvejer om man kan formidle denne særlige fortælling til de mennesker som dagligt eller ved et tilfælde passerer over broen under istandsættelsen. Der er ingen tvivl om at de gamle broer er under et stort pres i disse år som følge af nye brobygningsteknikker, som medfører at det ofte er billigere og nemmere at udskifte en gammel bro end at foretage istandsættelse eller tilføjelser på gamle

bygværker. Også selvom mange af de gamle broer er solide bygningsværker, der har holdt og kan holde i århundreder. Mange broer bliver derfor udskiftet med nye præfabrikerede broer af beton og stål. Så meget desto vigtigere er det, at vi passer på de bevaringsværdige broer. Heldigvis kan der generelt spores en velvilje og positiv interesse hos broforvaltere, entreprenører og brancheorganisationen for broingeniører, så vi i fællesskab kan sikre, at der tages hånd om de broer der er en del af vores fælles kulturarv.

# BROER SOM KULTURARV



*Michael Hertz, f. 1939. Cand.Mag. 1967  
I historie og geografi, 1968 arkivar, 1997  
seniorforsker i rigsarkivet. Har publiceret  
studier med emner inden for landbohistorie,  
lokalhistorie og administrationshistorie.  
Medlem af DVS' bestyrelse.*

Målet med denne artikel er i nogle få træk at give et rids af de overordnede tiltag, der nationalt og internationalt gøres for at sikre bevaring af den del af kulturarven, som verdens broer udgør. Den optager hermed et tema, som Lars Nilsson berørte i forrige nummer af bladet i artiklen om broers 'mjuka' – bløde, dvs. æstetiske og ikke økonomisk-målelige værdier, nemlig: – Efter hvilke kriterier vurderer man monumenters værdi som kulturarv?

Nilsson opererer her med otte værdisæt: Kunstnerisk værdi, originalitetsværdi, kostbarhed, variation, omsorgsværdi, størrelse, symbolværdi og kulturhistorisk værdi. Dermed rejser han spørgsmålet: Bruges de samme kriterier andre steder?

Jeg tager afsæt i en UNESCO-rapport fra en kongres om broer i verdensarven<sup>1</sup> afholdt oktober 2017 i Solingen i Tyskland og sætter denne i forhold til de retningslinjer for kulturarv-broer, som transportministeriet i den canadiske provins

Ontario udstak i januar 2008<sup>2</sup>, samt til de tilsvarende retningslinjer herhjemme, som Skov- og Naturstyrelsen og Kulturarvsstyrelsen har publiceret henholdsvis i 1999 (KIP)<sup>3</sup> og i 2011 (SAVE)<sup>4</sup>.

## Solingen

På kongressen i Solingen arrangeret af ICOMOS og TICCIH (se nedenfor), blev der i 2017 taget indledende skridt til at optage fem europæiske broer på FN's liste over verdensarven. Derfor må vi kigge nærmere på fænomenet verdensarv og på kriterier og procedurer for optagelse på denne liste.

Verdensarv er betegnelsen for kulturfrembringelser eller naturfænomener, der i henhold til FN's Konvention om Beskyttelse af Verdens Kultur- og Naturarv af 16. november 1972 har så stor kulturel, videnskabelig eller æstetisk betydning – ikke bare i dag og ikke bare for specialister eller for befolkningen i nærområderne men for hele menneskeheden – at udbredelse af kundskab om dem og bevaring af dem er afgørende. Ved at optage disse 'objekter' på den såkaldte verdensarvsliste og ved at stå for et internationalt tilsyn med den løbende bevaringsindsats samt ved eventuelt at yde økonomisk bistand hertil gennem Verdensarvsfonden søger UNESCO at sikre deres bevaring for fremtidige generationer. I dansk sammenhæng er det nærliggende at sige, at med optagelse af et objekt på UNESCO's verdensarvsliste er der

lyst international fredningskendelse af objektet.

Optagelse af objekter på verdensarvslisten forventes at medføre øget international interesse for lokaliteten og kan få positiv indflydelse på turismen i området. Det er medlemslandene selv, – konventionen er tiltrådt af 191 lande – der foreslår objekterne optaget på listen, og det er medlemslandene, der gennem optagelse på listen forpligter sig til at sikre den fortsatte bevaring. Forslagene granskes og vurderes i et antal ekspertorganer under UNESCO, inden verdensarvskomitéen træffer endelig afgørelse.

Den internationale fagkomité under UNESCO for monumenter og steder – ICOMOS – står således for bevaringen af arkitektonisk eller teknologisk verdensarv. Medlemslandene har deres egne ICOMOS-komitéer og udarbejder egne lister med forslag, såkaldte 'tentative lists'. I 2018 var der optaget i alt 1092 objekter på FN's verdensarvsliste, heraf 845 kulturobjekter og 209 naturobjekter samt 38 'blandede'. 54 af objekterne blev karakteriseret som verdensområder i fare. Otte af listens objekter er indstillet af Danmark, fire naturobjekter samt Jellinganlægget, Roskilde Domkirke, Kronborg og Christiansfeld.

ICOMOS afholdt sammen med TICCIH i oktober 2017 altså kongressen – den første af sin art – i Solingen med temaet: "Bridges in World Heritage". Formålet var at undersøge muligheden



Verdens ældste jernbro – Ironbridge ved Coalbrookdale over floden Severn – konstrueret 1777-79 af Ths. Farnolls Pritchard for jernværksejeren Abraham Darby, hvis bedstefader af samme navn indledte udvindingen af jern ved hjælp af koks. Broen og det omliggende industriområde blev optaget på verdensarvslisten i 1986. Foto: Lars Martin Nilsson, 1973.

Ironbridge, detalje af støbejernsarbejdet. Foto: Lars Martin Nilsson, 1973.



for optagelse af fem europæiske broer fra perioden 1875-97 på verdensarvslisten. TICCIH – det internationale råd for bevaring af industriarv – er egentlig en privat, international lobbyorganisation af sagkyndige, som samarbejder tæt med ICOMOS. Det danske arbejde koordineres gennem *Selskabet til Bevaring af Industrimiljøer*. Anledningen til afholdelse af kongressen var, at der var gået 120 år siden indvielsen af Müngsten-broen over floden Wupper i trekantområdet mellem byerne Solingen, Remscheid og Wuppertal. Ligesom fire andre foreslåede broer i Portugal, Frankrig og Italien er denne en buebro opført af valsede stålprofiler. Den fik navn efter kejseren og vandt ikonstatus i Tyskland – et vidnesbyrd om det nye tyske kejserriges tekniske formåen. Den har stadigvæk ikonstatus lokalt i trekantområdet og er den højeste bro i Tyskland.

Optagelse af broer på verdensarvslisten var dog ingen ny tanke. Der er tidligere indgået broer i forbindelse med optagelse af større områder på listen, således kom den berømte Ironbridge i Shropshire over Severn (opført 1777-79 af støbejern) med ved optagelsen af et 550 ha stort område (Ironbridge Gorge) med spor af ældre jernudvinding i 1986. Men i 2015 var The Forth Bridge over Firth of Forth i Skotland (opført 1882-90) just blevet optaget på listen som verdensarv.

Allerede i 1996 havde ICOMOS i samarbejde TICCIH et udgivet Eric DeLony's





udkast: "Concept for World Heritage Bridges". DeLony var chef for The Historic American Engineering Record og tilknyttet National Park Service i USA. Han indledte sit skrift med en stolt fanfare: "Since ancient times bridges have been the most noble visible testimony of the noble craft of engineers" – et ganske flot udsagn ved udgangen af det århundrede, hvor menneskeheden havde lært at spalte atomet og navigere mennesker til og fra månen! – og han prøvede at formulere de parametre, der bedst kunne lede opmærksomheden hen på de broer, der bedst belyste brobygningens historie.

Her søgte DeLony ud fra: konstruktion, materialevalg, historisk periode, formål eller lokalitet ('Primitive bridges', 'Roman bridges' – 'Bridges in Asia' osv.) i alt 13 kategorier at opstille en klassifikation og leverede en forslagsliste på 122 broer verden over, som efter hans skøn kunne komme under overvejelse. Verdensarvskonventionen fra 1972 bygger på i alt 10 kriterier for, hvad der kunne begrunde optagelse på listen. Af arkitektur og teknologi på verdensarvlisten kræves, at der må være tale om mesterværker – fremragende udtryk for menneskelig, kreativ genialitet, – eller at de kunne være vidnesbyrd om vigtig udveksling af menneskelige

værdier over et tidsrum eller inden for et kulturområde, – eller at de kunne være fremragende typeeksempler på bygningsværker og teknologi, eller illustrere betydelige udviklingstrin i menneskehedens historie.

Det er indlysende, at der i vurderingen af hvert forslag vil indgå store elementer af skøn. Man er opmærksom på risikoen for overvægt af europæiske og amerikanske objekter på listen, og afvejningen mellem kulturkredse kan være intrikat.

Kongressen i Solingen understregede vigtigheden af en tilstrækkelig dokumentation for optagelse på verdensarvslisten. Det endelige dossier for nominering af Forth-broen vejede 900 g, og det er beskedent i forhold til dokumentation i ti-, tyve- tredive kilo størrelsen, som har været nødvendig, hvor der var mange involverede interessenter. The Firth of Forth-Bridge har kun én ejer! For optagelse på verdensarvslisten er det afgørende, at alle involverede interessenter herunder også beboere og brugere stiller sig positivt, og dette skal dokumenteres. I drøftelserne indgik udsagn og vurderinger om de enkelte broers trafikale betydning for lokalsamfundene og beskrivelser og vurderinger af de tekniske løsninger, der var opnået under opførelsen. Kongressen godtog

*Jernbanebroen Maria Pia over floden Duoro i Portugal på strækningen Lissabon-Porto, konstrueret 1875-77 af Gustave Eiffel og Theophile Seyrig. Højde 61 m, spændvidde 160 m, samlet længde 352 m. Åbnet 1877. Taget ud af brug i 1991. Foto 1981: Lars Martin Nilsson.*

alle fem foreslåede broer – tilsyneladende i stor samdrægtighed.

Kongressen mundede ud i undertegnelsen af et Memorandum of Understanding mellem involverede myndigheder og interessegrupper og en aftale om fortsat tværnationalt samarbejde om nominering af de fem broer som verdensarv. De aftalte samarbejds- og mødeplaner rækker frem til 2020-21. Af forståelige grunde afstod kongressen i 2017 fra at tage afsæt i en typologi baseret på materiale, epoke og lokalitet, som DeLony havde udkastet, men holdt sig alene til de fem konstruktionstyper: Buebroer, bjælkebroer, hængebroer, cantileverbroer og bevægelige broer. Det er stort set også samme inddeling, som A.S. Ostenfeld brugte for jernbroer i sin artikel om broer i Salmonsens Konversationsleksikon fra 1894 (blot talte han om 'Gerber-broer' i stedet for 'cantilever-broer').

Brofaget i buebroer bæres i hele sin udstrækning af en buekonstruktion. Ved bjælkebroer overføres vægten af brofa-



get ved bjælker, spærfag eller gitterdragerkonstruktioner o.l. Ved hængebroer overføres vægten ved kæder eller kabler til pyloner, der afbalanceres ved forankringer ved brofæstet, og i cantileverkonstruktioner forenes hængebro- og buebro-princippet i konstruktioner, der muliggør vandret udbygning af brofagene til begge sider af de bærende pyloner. Med bevægelige broer tænkes på klapbroer, svingbroer, flydebroer, flytbare broer samt ophængte 'trækfærger'.

De fem foreslåede buebroer udmærker sig ved at være forholdsvis lette, åbne konstruktioner med reduceret vindfang og brobanen hvilende ovenpå buerne. De fører alle trafikken over relativt snævre og dybe floddale, og de vidner om det stude, europæisk ingeniørkunst og metallurgi havde opnået under 'den anden industrielle revolution'. Konstruktionsprincippet gjorde det muligt at rejse broerne uden brug af understøttende stilladser.

Man bemærker, at ved de to broer (Donna Maria Pia og Garabit), som Gustave Eiffel opførte, var afstanden mellem buekonstruktionens øvre og nedre bue størst ved toppunktet og smalles for nederen, hvor de to buer i begge ender fæstnedes til et fælles hængselled (charnière). Ved de øvrige broer var det øvre bueslag fladere end det nedre, og

buerne er begge fæstnet ved separate hængselled.

Til støtte for forslagene kommer, at der er gode udsigter til, at broerne fortsat vil kunne bevares. Det tæller således til fordel for San Michele-broen, at den stadig er i drift som jernbanebro og ikke som flere af de øvrige nedgraderet til fodgænger- og cyklistbrug. Argumentationen lyder, at selv om vedligeholdelsestilstanden af San Michele ikke er den bedste, vil jernbaneselskabet være nødt til at føre stadigt tilsyn med broen og således sikre dens bevaring så længe den forbliver i brug. Endvidere kunne der ved San Michele broen fremlægges en beskrivelse af et monitoringsprogram, der løbende registrerer broens udsving på grund af belastning og vindpåvirkning.

## Ontario

Denne internationale indsats for at bringe broer på verdensarvslisten kan passende sammenlignes med et praktisk lokalt tiltag for at sikre bevaring af broer som kulturarv, nemlig de retningslinjer, som regeringen i den canadiske provins Ontario udsendte i 2008. Her er tale om forskrifter, som berørte myndigheder bør følge i daglig praksis, når de tjenstligt skal indkredse fænomenet 'kulturarv'.

*Jernbanebroen Garabit over floden Truyère på strækningen Neussargues-Marvejols i Frankrig, konstrueret 1882-84 af Gustave Eiffel og Maurice Koechlin. Højde 124 m, spændvidde 165 m, samlet længde 565 m. Foto: J. Thurion, 2005, Wikimedia Commons.*

Retningslinjerne opererer med fire klasser af kulturarvs-værdi ('Cultural Heritage Value'), nemlig: Designmæssig værdi, fysisk værdi, historisk- eller tilknytningsmæssig (associativ) værdi, og sammenhængsmæssig ('contextual') værdi.

Formgivningsmæssig eller fysisk værdi beror på, om objektet (broen) er et enestående, sjældent eller tidligt eksempel på en stilart, en type eller en konstruktionsmetode – på dets håndværksmæssige eller kunstneriske udførelse – og på dets vidnesbyrd om teknisk eller videnskabelig indsats. Historisk eller tilknytningsmæssig værdi beror på, om objektet har direkte tilknytning til temaer, begivenheder eller andre forhold, som er signifikante for et samfund – om det bidrager med information til forståelse af samfund og kultur – eller om det udtrykker ideer hos ophavsmænd eller teoretikere, som er signifikante for et samfund.

Sammenhængsmæssig værdi beror på, om objektet har betydning for defi-





Vejbroen (i to niveauer) Dom Luiz I over floden Duoro i Portugal, konstrueret 1881-86 af Theophile Seyriq og Leopold Valentin. Højde 45 m, spændvidde 172 m, samlet længde 395 m., benyttes nu som cyklist- og fodgængerbro. Foto 1981: Lars Martin Nilsson.

nering eller opretholdelse af et områdes særtræk – om det har fysisk, funktionel, visuel eller historiske sammenhæng med omgivelserne – og/eller om det har symbolværdi – er et 'vartegn' ('landmark').

Nok er der også her tale om skønsprægede afgørelser, men hertil er knyttet en inspirerende taxonomi for den vægt, hvormed disse enheder kan indgå i en samlet vurdering. Således tillægges designmæssig eller fysisk værdi 50 points, historisk eller tilknytningmæssig værdi 25 points og sammenhængsmæssig værdi ligeledes 25 points. Inden for hver af disse kategorier tildeles objekterne værdierne: 'excellent', 'good', 'fair' eller 'common'.

'Excellent functional design' giver således 20 points, 'Good' 16-, 'Fair' 12- og 'Common' 0 point. På tilsvarende vis men med andet talmæssigt udslag fordeles pointene for så vidt angår det visuelle udtryk (håndværksmæssig udførelse, stil, proportioner – max. 20) og byggemateriale (relativ sjældenhed på egnen – max. 10).

I forbindelse med vurdering af historisk eller tilknytningmæssig værdi kan pointene tildeles efter bygmesterens anseelse (15, 9, 3 og 0) og efter tilknytningen til historisk tema, person eller begivenhed (10, 6, 0, 0).

Ved vurdering af sammenhængsmæssig værdi tildeles point for vartegn (15, 9, 3 0) og for præg på omgivelserne (10, 6, 0, 0).

### KIP og SAVE

Tilsvarende vejledninger for registrering af bevaringsværdige broer har vi ikke i Danmark. Men Miljøministeriet knæsatte i 1997 et målrettet registreringsarbejde, som blandt andet har resulteret i, at Skov- og Naturstyrelsen i 1999 udgav vejledningen 'Kortlægning af kulturhistoriske interesser' (KIP), og at Kulturarvsstyrelsen (i dag Slots- og Kulturstyrelsen) i 2011 udgav 'Kortlægning og registrering af bymiljøers og bygningers bevaringsværdi' (SAVE). Vi skal nøjes med at kigge kort på kriterierne.

I den førstnævnte (KIP) nævnes 11 elementer, som kan indgå i bedømmelsen, nemlig: om emnet er unikt/sjældent, regionalt sjældent, repræsentativt som type, egnsspecifikt, dets funktionalitet, autenticitet, historiske kildeværdi, 'fortællerværdi', diversitet/homogenitet, sammenhæng med naturgrundlaget.

En noget anden tilgang finder man i vejledningen til registrering af bevaringsværdig arkitektur (SAVE). Her opererer man med fem hovedkriterier, nemlig: Arkitektonisk værdi, kulturhistorisk værdi, miljømæssig værdi, originalitet og bevaringstilstand. Også her opererer man tillige med points fra skalaen 1 til 9 med 1 som højeste karakter.

Under arkitektonisk værdi har man bedømmelser for proportioner, facaderytme, arkitektonisk bearbejdningsgrad i samspil med omgivelserne, materialevalg og funktion. Den kulturhistoriske værdi aflæses i forhold til lokal byggeskik, særlig stilperiode, håndværksmæssig formåen, sjældenhed, tekniske innovationer, og symbolværdi. Ved miljømæssig værdi vurderer man, om en bygning har 'støtteværdi' for det omliggende byggeri; og ved originalitet vurderer man, om bygningen fremtræder mere eller mindre i sin oprindelige udformning. Endelig indgår under sidste kriterium en tilstandsvurdering.

Hensigten med disse vejledninger har været at fremme tilvejebringelsen af et ensartet og gennemsigtigt registreringsgrundlag og dermed et pålideligt og, så vidt muligt, objektivt registreringsmateriale. Men de forudsætter alle sagkundskab, og der vil naturligvis overalt blive tale om skøn i vurderingerne.



Vej- og jernbanebroen San Michele på strækningen Ponte San Pietro-Seregno – også kaldet Paderno-broen – over floden Adda i Norditalien, konstrueret 1887-89 af Jules Röhrlisberger. På øverste brodæk ses vejbanen, på dækket derunder aner man jernbanen. Højde 85 m, spændvidde 150 m, samlet længde 266 m. Åbnet 1889, stadig benyttet som jernbanebro. Foto: Wikimedia Commons.

← Mungsten-jernbanebroen – oprindeligt kaldet Kaiser Wilhelm I-broen – ved Solingen-Schaberg (Remscheid-Reinshagen) over floden Wupper i Tyskland (Nordrhein-Westfalen), konstrueret 1893-97 af Anton von Rippel, muligvis med betydelig medvirken af Bernhard Rudolf Bilfinger. Højde 107 m, spændvidde 170 m, samlet længde 465 m. Åbnet 1897. Foto: Johannes1024, 2003, Wikimedia Commons.

Men oftest bliver der nok tale om skøn truffet af fagfolk med fælles værdisæt. Mest bemærkelsesværdig er vel nok, at det er de samme eller indbyrdes stærkt lignende elementer, der fremtræder i de forskellige bedømmelsessæt. Om underudvalgene under UNESCO i maskinrummene bruger karaktersystemer svarende til dem i de canadiske og danske vejledninger, har jeg ingen indsigt i.

Men jeg tvivler ikke på at point-tildelinger kan have disciplinerende og gavnlig virkning under registreringsarbejdet.

Her lurer så spørgsmålet: Hvordan vil mon et tilsvarende vurderingssystem for bevaringsegnede vejanlæg kunne komme til at se ud? – Ville det mon være en opgave for Dansk Vejhistorisk Selskab at bringe et sådant hjælpemiddel til verden?

#### NOTER

- 1 Bridges in the World Heritage, Solingen 2017.
- 2 Ontario Heritage Bridge Guidelines. 2008
- 3 KIP. Kortlægning af kulturhistoriske interesser. Kulturarvstyrelsen 1999.
- 4 SAVE. Kortlægning og registrering af bymiljøers og bygningers bevaringsværdi. Kulturarvstyrelsen 2011.



# STENKISTER UNDER VORES GAMLE VEJE – GLEMTE KULTURMINDER



*Per Lotz, f. 1939. Praktiserende tandlæge 1965-2010. Har dyrket undervandsarkæologi i samarbejde med marinarkæologer. Hovedrapport lavet i 2017 om fundene fra en boplads i Storebælt. PL har som udsendt tandlæge i Grønland fundet og beskrevet en række nordbo- og eskimoboplads. Siden 2014: forskning om stenhuggere, deres håndværk og bevarede arbejder fra 1700-tallet.*



I april 2018 blev jeg kontaktet af en god bekendt, som ofte færdes på Fredensborg Kongevej. Han fortalte temmelig chokeret om en netop observeret mis-handling af to stenkister på kongevejen nær Ebbekøbgård, hvor Fredensborg Kommune var i gang med at forbedre vandgenne løbet under vejen udført et entreprenørfirma. På billederne fig. 1 ses østsiden af den nordlige stenkiste før og efter indføring af et sort rør og aflukning med rigelig brug af beton. For at få det fyldt ind i stenkisterne, var de yderste overliggere skubbet fra hinanden, og stenkisternes markeringssten var skæve eller væltede af et køretøj, som havde sat dybe hjulspor. Slots- og Kulturstyrelsen var blevet kontaktet forud og havde givet tilladelse til arbejdet ved stenkisterne, da disse IKKE var fredede. Oprydningen medførte ikke en genopretning af skaderne, og undervejs forsvandt fire af de sjældne markeringssten.



*Fig. 1: Stenkiste under Fredensborg Kongevej 200 m n. f. Ebbekøbgård. Øverst før og nederst efter ødelæggelsen. Foto: Per Lotz.*

Efter denne triste affære fandt jeg anledning til at foreslå, at den sidste af vejens endnu bevarede stenkister ved Skæremølle lige nord for Lønholt snarest burde fredes. Samtidig indsendte

jeg billeder og kort af de fire herefter omtalte stenkister under Hørsholm Kongevej til Kroppedal Museum og Museum Nordsjælland. Det resulterede i en hurtig indsats og godkendelse fra



Fig. 2a: Kort over Rude Skov fra 1791 med den nye kongevej (Fr. V) og den gamle (Fr. II) tilføjet med rødt. Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, Original 2 kort for Rude skov, Birkerød, 1860.

Fig. 2b: Vejkart med markering af 4 stenkister og mindesten for Marmillod. - Krak.

Stenkiste nr. 4 ved Ubberød Dam →

Stenkiste nr. 3 ved Trættermosen →



← Stenkiste nr. 2 ved Agersø

← Stenkiste nr. 1 ved Løje Sø

Mindesten for Jean Marmillod ved vejgaffel nær Rudegaard Station ←



SLKS af de fem lokaliteter, som nu er opført i det nationale register *Fund og Fortidsminder* over fredede fortidsminder.

## Kongevejene

Den franske vejingeniør Jean Marmillod blev ansat af Frederik V i 1763 for at forbedre landets veje. Kongevejen til Fredensborg fik første prioritet og Marmillod kom hurtigt i gang med at planlægge vejen og tegne detaljerede kort. Flere hundrede bønder blev tvunget til med deres hestevogne at fragte utallige læs sten og grus. Gravearbejdet blev

udført af et stort antal soldater, og hele vejen var færdig i 1775.

Marmillod's tegning af nivelleringen af vejen gennem Rude Skov er bevaret.<sup>1</sup> Heraf fremgår det, hvor der skulle graves af bakketoppene, og hvor der skulle fyldes op i de laveste dele af terrænet. For at undgå at vejen blev oversvømmet ved kraftig regn og tøbrud, blev der gravet grøfter langs mange vejstrækninger, og der blev i højere grad end tidligere, hvor de ældre veje fulgte terrænets niveau se fig. 2a., behov for at sikre afløb for større mængder regnvand under vejene

Vi har kendskab til fire stenkister til afledning af regnvand under Hørsholm Kongevej, heraf finder vi de to ud for hver af søerne Løjesø og Agersø på vejens østside, se fig. 2a. De to sidste kister findes nord for skoven og nærmere Hørsholm. På fig. 2b ses alle fire anført på et moderne kort. Stenkisterne er bygget af tilhuggede kvadersten af granit i begge sider og lange granitplanker ovenpå. Se fig. 4 a og b. Det indre tværmål: 1 x 1 alen á 64 cm, bredde: ca. 2½ m, højde: 1 m og længde: 18 – 20 m. Under stenkisterne findes et dobbelt lag af marksten som fundament.



Fig. 3: Kongevejen i Rude Skov. 2½ M milesten i forgrunden. Under vejbanen ved bilen findes stenkisten ved Løje Sø. Foto: Per Lotz.



Den sydlige stenkiste, nr. 1 på kortet fig. 2b, er af den almindelige type af granitkvadersten. Stenkiste nr. 2 på fig. 2b er tilsyneladende intakt med det flade loft inde i stenkomsten.

### En usædvanlig konstruktion

Facaderne på stenkiste nr. 3 på fig. 2b lidt nord for Sandbjergvej ser noget simplere ud, se fig. 6, med anvendelse af flere ubearbejdede sten i facaderne, og i det indre findes ganske overraskende et tøndehvælvet loft (fig. 7) inden for de kisteformede munding. På Rigsarkivet, RA, er Marmillod's originale tegning bevaret fig. 5. Den nederste deltegning viser en brofacade med hvælving opbygget af tæt sammenføjede sten, hvilket ikke genfindes. Måske blev de sparet væk, eller også er de fine kistemundinger af sandsten senere blevet fjernet og erstattet af simplere opbygninger af sten. De flade overliggere har derefter skjult det indre tøndehvælv.

Stenkiste nr. 4 ved Ubberød Dam (fig. 8) er bygget med facader af tilhuggede kvadersten som kisterne nr. 1 og 2, men der er på begge sider af vejen anbragt skæmmende plastrør, der burde dækkes eller forsænkes ind i skrænterne ved siden af kistemundingerne.

### Kongevejen nord for Hørsholm

På Fredensborg Kongevej har der været anlagt fem stenkitter. De tre tilbage-



Fig. 4: Stenkiste 2 ved Agersø. Der er 18 m til den modsatte ende af stenkomsten mod vest. På den øverste sidesten til venstre i stenkomsten ser man et motiv, som stenhuggeren har lavet med sin mejsel; her optrukket med kridt. Den ½ m lange figur er vanskelig at tolke, men den kan minde om en arbejdsskitse og det er derfor en interessant detalje. Foto: Kurt Christensen og Per Lotz.

værende finder man under vejen nord for Lønholt. Stenkisterne er lidt kortere og smallere end dem i Rude Skov, men de er bygget på samme solide måde af tilhuggede granitsten. Også denne vejstrækning er bevaret i oprindelig bredde og niveau, og de gamle broer og stenkitter har fungeret i næsten 250 år. Vejbanen ligger ret lavt i terrænet, og for at advare mod at køre for langt ud i vejsiden ved passage af vejkitterne, er disse markeret i begge vejsider med nogle lave og koniske vejsten, to i hver side. Fredensborg Kongevej er et af de

få steder, hvor man stadig kan se disse sten.

### Om bevaringen af stenkitter

Under mark- og skovveje kan man stadig finde gamle stenkitter bevarede. De fleste er lavet af flækkede kampesten eller af flade, ubearbejdede sten. Disse vejkitter kan dog godt have en æstetisk værdi, og hvis de er let tilgængelige og ikke for vanskelige at vedligeholde, bør de bevares. Hvis vejstykket indgår i en kendt vejstrækning med kulturhistorisk værdi, som f.eks. kongeveje, jagtveje,

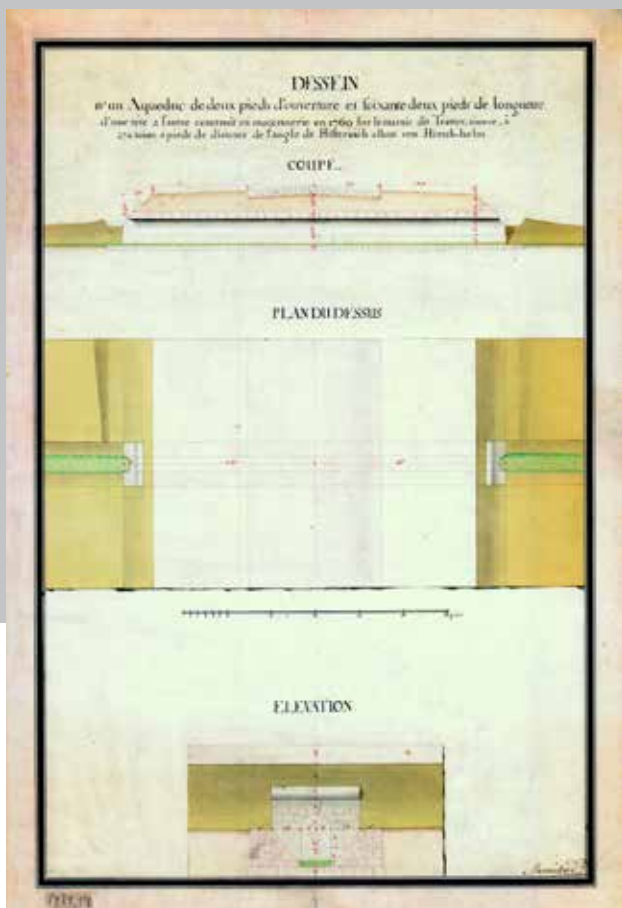


Fig. 5: Marmillods tegning af stenkisten ved Trættermosen ½ km nord for Høsterkøb Kirke. Med tilladelse fra Rigsarkivet.



Fig. 7: Det indre af stenkiste nr. 3 med det tøndehvælvede loft af kilesatte sten. Foto: Per Lotz.



Fig. 6: Østsiden af stenkiste nr. 3 ved Trættermosen. Foto: Per Lotz.



Fig. 8: Stenkiste nr. 4 over Brådebækken ved Ubberød Dam. Østsiden med skæmmende rør af plast. Foto: Per Lotz.

kirkeveje eller lignende, så øges behovet for en fredning. Hovedparten af bevarede stenkister ses ikke og kendes sikkert ikke af dem, som bruger vejene. Myndigheder eller private, som ejer en vej med en stenkiste, vil ofte være fristet til at opgrave stenkisten og lægge rør i stedet.

Det kan tit være en fornuftig løsning, som vil gøre det lettere og billigere at holde gennemløbet ved lige.

Under landeveje med større bredde og bilkørsel er stenkister sjældent bevaret, da de ikke kan holde til de tunge køretøjer. Her er kongevejene og de

tidlige hovedlandeveje fra 1700-tallet undtagelser. Dels blev stenkisterne lavet af nøje tilpassede granitsten, og flere lag kampesten som underlag er med til at mindske antallet af sætningsskader.

Under hovedvejen mellem København og Korsør blev der fra 1764 til





Fig. 9: En stenkiste nedlægges. Præstebro over Damvad Å mellem Ganløse og Slagslunde. Øverst et bjerg af sten i vejkanter. Nederst det nye gennemløb etableres. Foto: Preben Stenalt, 2004, Egedal Kommunes Lokalkiv.

1791 lavet 102 stenkister og under Helsingørvejen, bygget i 1779-1793 fra Usserød til Helsingør var antallet 28. Det er tvivlsomt, om nogle af disse er bevarede efter udvidelser af vejene. Den voksende biltrafik op gennem 1900-tallet medførte udbygning af de fleste veje. Broer og stenkister blev nedlagt, og der byggedes nyt

På fig. 9 kan man se, hvordan det gik for sig, da man nedlagde Præstebro-

stenkisten mellem Ganløse og Slagslunde.<sup>2</sup>

Det kan dog lade sig gøre at bevare en stenkiste under en udvidet vej, det har f.eks. Helsingør Kommune udført flere steder.<sup>3</sup> Man forlænger en stenkiste med betonrør af passende størrelse under den nye del af vejen og bevarer kisten med sin munding under den gamle del af vejen. Hvis en stenkiste befinder sig under en vej, der gøres

#### NOTER

- 1 Nybo Rasmussen 1989, s. 20-21
- 2 Stenkisten kaldet Præstebro over Damvad Å blev lavet af stenhugger Martin Ulrich i 1774. se Lotz 2014
- 3 En halv km nord for Tikøb løber Gurre Å under Hornbækvejs vestside i en solid stenkiste

#### LITTERATUR

- Høgsbro, Kirsten-Elizabeth: "Upåagtede små mesterværker" i *Folk og Minder fra Nordsjælland*, Helsingør 1984, s. 5-8..
- Jørgensen, Steffen Elmer: *Fra chaussé til Motorvej*, Odense 2001.
- Lotz, Per: "Stenhuggeren fra Værløse, 1760-85" i *Wetherløse*, Årbog for Værløseegnens historiske Forening, årg. 2014, s. 3-14.
- Paulsen, C.L.: *Forsøg til en historisk Beretning om Vejvæsenet i Danmark, 1823/1824*. Dansk Vejhistorisk Selskab ed. Michael Hertz, Odense 2009.
- Rasmussen, Jørgen Nybo: "Den Ny Kongevej", i *Søllerødbogen*, Søllerød 1989 s. 9-43.
- Topsøe-Jensen, Torben: *Ad hjulspor og landeveje*. København 1966.
- Topsøe-Jensen, Torben: *Fredensborg-vejen*. Museumsforeningen for Hørsholm og omegn, 1975.

breder, så kan man, hvis trafikken er begrænset, bevare den smalle vejbane oven på selve stenkisten og i passende afstand skilte med den indsnævrede kørebane. Det fungerer fint på Skovlystvej i Hareskoven ved passage af Gisselfeld Bro, som fører vejen over Tibberup Å på grænsen mellem Bal-lerup og Furesø Kommuner



# BEVARING AF STENKISTER

## Eksempel på en kommune og museums indsats



*Mads Findal Andreassen, museumsinspektør for nyere tid ved Museum Vestsjælland. Historiker. Lokal koordinator for Kalundborg Museum.*

I forbindelse med projekteringen af ny cykelsti langs landevejen mellem Landsgrav (vest for Slagelse) og Vemmeløv blev Museum Vestsjælland i 2017 anmodet om at udtale sig i forhold til arkæologiske og nyere tids interesser. Museet er opmærksomt på, at også ikke-registrerede fortidsminder skal beskyttes og kan være fredede, selvom de ikke fremgår af Slots og Kulturstyrelsens hjemmeside Fund & Fortidsminder, herunder eksisterende stenkister under vejen, og efter aftale med Slots- og Kulturstyrelsen og Slagelse Kommune iværksatte museet en kulturhistorisk registrering af landevejens fire stenkister, for her igennem af kunne vurdere deres eventuelle bevaringsmæssige fremtid ved anlæggelse af den nye cykelsti.

De fire stenkister ligger på afsluttende del af den i 1785/86 færdiggjorte "Hovedlandevej" mellem København og Korsør. Hovedlandevejen var udtryk for den ypperligste vejingeniørkunst, som Danmark (og Europa!) kunne præstere i 1700-tallets afslutning. Generalvejs-

kommissionen oprettet i 1778 gav en række retningslinjer for, hvorledes de nye "landeveje" skulle anlægges, indrettes og vedligeholdes. Landevejene skulle have en bredde af 20 alen (12,6 meter), og broer skulle opføres i sten og være 12 alen brede. Slagelse-Korsør-landevejen er derfor bygget 20 alen bred, dog ved Vårby Bro kun 12 alen bred.

### Anlægsarbejdet

Det tunge fysiske arbejde med anlæggelsen blev udført af lokale bønder. Der skulle tages hensyn til så- og høsttid, og der blev ind imellem suppleret med soldater. Men trods denne "hensyntagen" var det en enorm ekstra arbejdsbyrde, som blev lagt på egnens bønder, som visse steder måtte gøre 20 rejser om året på op over 20 km med sten, som de forinden havde samlet sammen på markerne. Og netop anlægsarbejdet foregik jo bedst i de i forvejen gode og travle landbrugsmåneder.

Nogen steder måtte bønderne arbejde tre dage om ugen med heste, vogne og karle fra tidligt forår til hen i oktober. I forbindelse med Slagelse-Korsør-Landvejens anlæggelse gravede man ved Vårby en 16 alen (10 m) høj banke af ler og sten igennem for at undgå at få en krumning på vejen, og et andet sted på strækningen (ved Vårby Bro?) foretog man en opfyldning af en kløft på 18 alen (11,3 m). Bønderne, som havde langt til deres anviste vej-afsnit, måtte sammen med deres heste overnatte under åben

himmel de dage, hvor de var tilsagt vejarbejde.

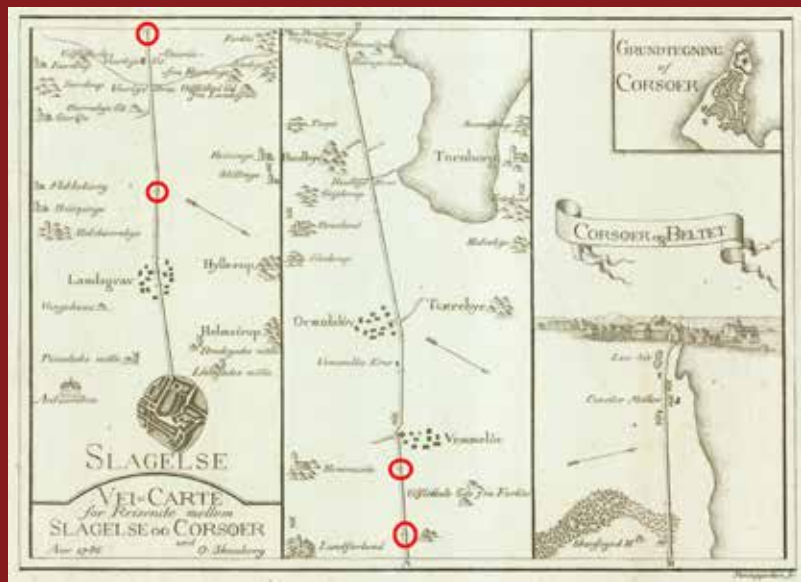
Værst var broarbejdet, og på Korsørvejen (dvs. strækningen fra Roskilde over Ringsted, Sorø, Slagelse til Korsør, den længste af alle de nye landeveje) skulle der bygges hele 12 stenbroer (her iblandt Vårby Bro). Hertil kom stenkisterne, som skulle lede vandet fra bække og små vandløb under vejen i særlige stensatte kanaler. De nævnte stenkister er blot fire ud af i alt 102 stenkister på hele Korsørvejen, 14 alene på strækningen Slagelse-Korsør.

Til byggeriet af stenkisterne og stenbroerne skulle der bruges enorme mængder kampesten, grus og sand mm. Alene til broen over Vårby Å regnede man sig frem til, at der skulle bruges 1500 tønder kalk, 5000 tønder sand, 1300 læs sten foruden 720 vogne til transport af ler. Sammenholdt med stavnsbåndets ophævelse, udflytningen af landsbyer og stendige- og vejbyggerier er det intet under, at Danmark i perioden frem mod 1850 mistede 9-tiendedel af landets fortidsminder i form af stendysser og jættestuer.

Som kronen på værket blev der opstillet monumentale milepæle med kongeligt monogram og kongekrone langs hovedlandevejene, og på denne strækning er ved Vårby Bro opstillet en kegleformet 12 1/2-milepæl i granit, placeret på en marmorsokkel.

De fire stenkister under Slagelse-Korsør-landevejen er opbygget af fint

"Vei-Carte for Reisende mellem Slagelse og Korsør, Aar 1785 ved O. Steenberg" (Kgl. Bibliotek). Anlæggelsen af de fornemme chausseer inspirerede til udgivelse af Danmarks første fold-ud-vejkort for rejsende. Her er indtegnet alt det, som kan ses fra den nye landevej, herunder stenkisterne under vejen. Det ser ud til, at der har været i alt 14 stenkister på strækningen. De her behandlede stenkister er markeret med røde cirkler. O. Steenbergs kort er det eneste kort, hvorpå stenkisterne er angivet. De er ikke afsat på matrikelkort, 4cm-kort, Generalstabskort eller andre senere publicerede kort.



Den fredede Vårby Bro fra 1785. Foto Museum Vestsjælland.



Stenkiste Slagelse Landevej 139/141 set fra sydøst. Man ser de fint tilhuggede stenkvadre yderst, og groft tilhuggede indvendig. Foto Museum Vestsjælland.

tilhugne kampesten. Stenkisterne er dermed væsentlig flottere end flertallet af de 10-tusindvis af stenkister, som efter Englandskrigene og statsbankerøt-

ten 1813 blev bygget landet over under landeveje, mindre landeveje og især under biveje og sogneveje. For Holbæk Amts vedkommende er det mulig at

få en fornemmelse af omfanget af de enorme anlægsarbejder, der udførtes. I 1828 blev der nemlig gjort status for de vejmessige forbedringer, som var foretaget siden 1817 på amtets mindre landeveje og biveje: i alt 30 stenbroer var bygget og hele 1146 stenkister opført på kun 11 år! Antallet af opførte stenkister i Sorø Amt, hvor den nye Korsør Landevej blev etableret, har sandsynligvis været af nogenlunde tilsvarende størrelse.

### Vurdering af kisterne

Nu 250 år efter deres opførelse fører kisterne stadig vand væk fra og under vejen. Nu hedder de blot ikke mere stenkister, men benævnes "faunapassager"! Af de fire stenkister er stenkisten ved Korsørvej 62 den sletteste, da kun den meget forstyrrede nordvestlige ende er tilbage, mens resten formodentlig er overdækket eller helt fjernet. Museum Vestsjælland har ingen indvendinger imod en overdækning af den tilbageværende ende.

Den næste stenkiste på strækningen mod Korsør er stenkisten ved Slagelse Landevej 139/141. Stenkisten er den største og bedst bevarede, både i dens nordvestlige og i dens sydøstlige ende. Herefter følger stenkisten ved Slagelse Landevej 135/137, som dog er noget mindre og noget forstyrret i begge sider. Dette bør kunne rettes op.

Stenkisten ved Vemmelev Boldbaner er den mindste af kisterne med synlige ender på hver side af landevejen. Også

# STENKISTER PÅ KATTRUPVEJ

## Fotodokumentering, historik og opmåling

denne stenkiste er forstyrret, men ikke mere, end den vil kunne reetableres.

Ved anlæg af cykelsti langs landevejens nordvestlige side bør mindst en af de ikke-fredede (!) stenkister restaureres/genetableres og forblive synlig i begge ender, hvorved vejens enestående 250årige historie fortsat kan fortælles med udgangspunkt i stenkisten, Vårby Bro samt 12½-milepælen.

Stenkisten ved Slagelse Landevej 139/141 ligger med bebyggelse og indkørsel umiddelbart nordvest for stenkisten, hvilket vanskeliggør bevaring af stenkisten i begge ender.

På den baggrund anbefaler Museum Vestsjælland, at der fra Slagelse Kommune arbejdes for at restaurere stenkisten ved Slagelse Landevej 135/137 så den forbliver synlig i begge sider, evt. ved at lade cykelstien føre i en bue ind på den bagvedliggende mark, hvorved også den 250 år gamle grøft bevares ved stenkisten. Ved Vemmelev Boldbaner kan dette også lade sig gøre, hvilket dog vil fjerne et ukendt areal af den bagvedliggende boldbane.

### LITTERATUR OG KILDER

Danø, Knud P.: Om veje og vejadministration i Holbæk amt indtil 1942, i *Fra Holbæk Amt 1966*, Historisk Samfund for Holbæk Amt.

Høgsbro, Kirsten-Elizabeth: Brobygning omkring Holbæk, i *Fra Holbæk Amt 1984*, s. 7-25, Historisk Samfund for Holbæk Amt.

Topsøe-Jensen, Torben: *Ad hjulspor og landeveje*, København, 1966.

af Mads Findal Andreassen

Ved opkald fra en lokal borger (1. nov. 2017) bliver museet opmærksom på sten-/vejkister, som Kalundborg kommune planlagte fjernet den følgende uge.

Stenkisterne er beliggende under vejen mellem Katstrupvej 4 og Katstrupvej 6, 4450 Jyderup, nordvest for landsbyen Buerup i Kalundborg Kommune.

Museet besigtiger stenkisterne samme dag og finder ikke, at deres tilstand berettiger en nedrivning og fjernelse af dem, da begge stenkister ser intakte ud, ikke er tilstoppede og leder vandet udmærket under vejen ovenpå. Vejen ovenpå, Katstrupvej, ser ligeledes intakt ud og uden revner el. lignende i vejbelægningen.

Museet forespørger samme dag Kalundborg Kommune om, hvorfor museet ikke er gjort opmærksom på det planlagte anlægsarbejde. Kommunen svarer, at de ikke vurderede, at museet skulle ind over sagen, da der ingen fredninger er i området.

Museet underretter efter besigtigelsen Slots- og Kulturstyrelsen, 2. november 2017. Slots- og Kulturstyrelsen henstiller 3. november til Kalundborg Kommune, at kommunen frivilligt udsætter mulig fjernelse/ændring af stenkister mellem Katstrupvej 4 og 6, 4450 Jyderup. Samme dag beslutter Kalundborg Kommune, at de ikke fjerner stenkisterne, og at udbedring skal afgrænse sig til skråningsanlæggene.

### Stedet

Katstrupvej 4-6 er den vestligste del af Katstrupvej, en vej der fører fra Katstrup Gods (ved Bromølle) mod vest til Tissø gennem landsbyen Buerup til Halleby Gods.

Den del af vejen, hvor Katstrupvej 4 og 6 ligger kan ikke findes på gamle kort (Videnskabernes Selskabs kort fra 1774). Det er imidlertid ikke ensbetydende med, at der ikke har været vej på stedet på det tidspunkt. Der har ifølge Videnskabernes Selskabs kort anno 1774 været en vej eller sti fra Buerup op langs Hallebyåen gennem Askevad og Halleby Ore til Øresø Mølle og Strids Mølle, to af de fem vandmøller i de såkaldte Kongens Møller, syd for Skarresø. Denne vej er også angivet på Original 1-kortet samt på de senere original 2-kort.

Stenkisterne vurderes bygget inden 1806, sandsynligvis i forbindelse med landsbyen Buerups udskiftning (1799) og opførelsen af herregården Hallebygård, ca. 1800 (foretaget af grev C. F. Lerche til Lerchenborg ved nedlæggelse af landsbyerne Store Halleby og Lille Halleby). Vejen over vådområdet er tegnet ind i O1-kortet fra 1806, muligvis som en tilføjelse til matrikelkortet af 1794.

Det område, som vejen skulle passere var lavtliggende og særdeles fugtigt på grund af afløbet fra bakkerne mod syd (Buerup og Tissø) og mod øst (mod Katstrup Gods). Ved en vejføring over dette



våd-område har stenkister været helt nødvendige. En vejføring på dette sted har betydet en væsentligt bedre trafikmæssig sammenhæng i området og lettet transport til og fra de fem vandmøller i Kongens Møller (kendt fra 1316 e.Kr.), ca. 3 km. nordpå. Landsbyen Buerup var selv knyttet til Strids Mølle, men transport til alle fem møller i Kongens Møller har medført stor og tung kørsel gennem Buerup af lundstikkevogne fra sognets sydlige landsbyer og godser. Særligt i våde efterårsmåneder og i vindstille perioder. Sæby Sogn var på daværende tid et af Sjællands største sogne på næsten 40 km<sup>2</sup>. (Trap Danmark 1858).

Ydermere har den ny vej over vådområdet lettet transporten for de mange godser i lokalområdet (Kattrup Gods, Gundetved/Selchausdal Gods, Hallebygård, Sæbygård, Frihedslund) der alle havde store høslet-interesser i Hallebyåens mose- og engområder, som forsynede et stort opland med vinterføder og eftergræsning til husdyrene.

### Anlæggelsen af stenkister

Opførelsen af stenkisterne under (den nyanlagte?) Kattrupvej i starten af 1800-tallet stemmer godt overens med de store infrastrukturarbejder, som iværksættes i disse år. Englandskrigene lagde dog i årene 1807-1814 en dæmper på arbejdet, men efter 1813 kom der igen fart i anlægsarbejdet.

Ved Generalvejkommissionens "Forordning om Vei-Væsenets i Danmark"



Høje målebordsblade 1842-1899 med angivelse af sten-/vejkisternes placering.  
© Geodatastyrelsen



Indre af stenkiste 1, set fra nordlige udløb. Foto: Mads Findal Andreasen, Museum Vestsjælland.



(udstedt 13. december 1793) deles de offentlige veje i tre grupper, nemlig 1) hovedlandevejene mellem provinserne (herunder landevejen Roskilde-Holbæk-Kalundborg), 2) mindre landeveje løbende mellem købstæderne og færgstederne samt 3) biveje, som fører mellem landsbyer og til kirker, skoler, møller, osv. (Knud P. Danø 1966). Det her behandlede vejstykke på Katstrupvej hører således til bivejene, idet det fører til møllerne mod nord samt til skolen i Buerup og kirken i Sæby.

Førsteprioritet havde anlæggelsen af hovedlandevejene med tilhørende stenbroer og stenkister, og hovedlandevej Roskilde-Holbæk-Kalundborg anlagdes i årene 1804-08 (var dog endnu under anlæg i 1820 pga. bl.a. Englandskrigene). Sideløbende begyndtes dog anlæggelsen af de mindre landeveje og biveje. De ledende kræfter ved vej- og brobygningsopgaverne i

Holbæk Amt var major Carpar von Kochen samt vejpikejerne L. C. Worsøe og Emanuel Larius. Larius tiltrådte i 1808 i Vejkorpsets tjeneste som Vejopsigstfører og blev i 1813 knyttet til landevejsarbejdet i og ved Kalundborg, - fra 1817 tillige arbejdet på mindre landeveje og biveje i Arts, Skippinge og Løve Herreder, nu som piqueur. Hvis vejstrækningen Katstrupvej 4-6 er anlagt efter 1808 er det ikke usandsynligt, at Emanuel Larius er manden bag anlægsarbejdet af vejkisterne. Vejbygningsarbejdet blev udført af de lokalt udskrevne bønder og husmænd efter diverse arbejdsmæssige fordelingsregler, men skulle der bygges stenkister blev der entreret med stenhuggere efter licitation. Stenkistearbejdet blev betalt med 34 skilling pr. løbende alen for stenkister med 1 alens åbning, herunder for kløvning af dæksten. Så var der til gengæld også 5 års garanti.

*Nordlige side (udløbet) af stenkiste 1. Stenkistens længde er ca. 10,5 m. (vej/asfalt: ca. 5,2 m);*

For Holbæk Amts vedkommende er det muligt, at få en fornemmelse af omfanget af de anlægsarbejde, der udførtes og i 1828 blev der gjort status for de vej-mæssige forbedringer, som var foretaget siden 1817 på amtets mindre landeveje og biveje: i alt 30 stenbroer var bygget og hele 1146 stenkister opført på 11 år. Stenkisterne på Katstrupvej tæller muligvis ikke med, da de kan være opført før 1817.

De to stenkister under Katstrupvej blev i foråret 2018 fredet af Slots- og Kulturstyrelsen, da de i lighed med tusindvis af lignende stenkister landet over er at betragte som fortidsminder, som viser vigtige træk af tidligere tiders samfundsudvikling.



# BROULYKKERS HISTORIE

## Tekniske konstruktioners begrænsning



Jørgen Burchardt er grafisk ingeniør fra Den Grafiske Højskole, etnolog fra Københavns Universitet og har efterfølgende uddannelse fra Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm og Deutsches Museum, München. Han har arbejdet i museumsverdenen, bl.a. som direktør for Danmarks Vejmuseum, og forsker i dag i lastbiler og landevejstransport for Museum Vestfyen. Han har skrevet 40 bøger og mange hundrede artikler – transportrelaterede bøger er: „Guds på vej. Vejtransportens danmarkshistorie“, „En dansk bushistorie“, „Lydpotter, arbejde og ledelse“ og er medforfatter til „Lige ud ad landevejen. Med hestevogn og bil på amternes veje 1868-2006“. [www.burchardt.name](http://www.burchardt.name)

Ofte handler historieskrivning om succeser. Denne artikel gør det modsatte - den analyserer kollapsede broer, som resulterer i, at man pludselig mister et vigtigt led i transportnettet. Der er mange årsager til ulykkerne - forkerte valg af materialer og design, dårligt konstruktionsarbejde, og evt. senere kombineret med dårligt tilsyn og vedligeholdelse. Der kan også være eksterne årsager som storm, oversvømmelse, påsejling af skibe eller påkørsel af køretøjer.

Artiklen vil også beskrive broers tekniske udvikling og vise de faktiske begrænsninger for specifikke konstruktionsmetoder og materialer. Større broer betyder ofte længere spænd - det er en udfordring, der strækker konstruktørens

indsats til ukendte grænser. Stræben efter bedre konstruktioner sker på et område, der ikke er eksakt videnskab.

Om aftenen d. 8. februar 1972 hørte vi i pressen, at den et år gamle bro ved Fiskebæk i Farum var styrtet sammen. Mange ville se ulykken, og snart måtte politiet udkommandere lige ved 100 mand for at afspærre området og fjerne tusindvis af tilskuere.<sup>1</sup>

Betonbroen var bygget for Vejdirektoratet med Københavns Amts bygningsinspektorat som udførende. Man var tæt på at være klar til at indvie broen med den vigtige motorvej i hovedstadens infrastruktur.

Hvordan kunne uheldet ske? Var det endnu et eksempel på dårligt offentligt byggeri i lighed med det ufærdige Herlev Sygehus, som Københavns Amt også havde stået for?

Allerede tre dage efter nedsattes en tre-mands undersøgelseskommission. De begyndte med at kontrollere beregningerne bag byggeriet, men disse var korrekte. Man koncentrerede sig herefter om piloteringen.<sup>2</sup> Piloteringen i den bløde mosejord var udført med såkaldte Frankipæle, som var en velkendt teknik baseret på en opfindelse fra 1910. Pæle støbes løbende i enden af et kraftigt stålrør, efterhånden som de løftes op.<sup>3</sup> Et større projekt iværksattes, og piloteringspælene blev gravet fri. I den store udgravning kunne man tydeligt se store fejl med manglende armering

og forkert støbning ved flere af pælene. Man undersøgte i øvrigt tilsvarende pilotering ved andre broer, og fejl ved to andre broer måtte repareres.<sup>4</sup>

Den endelige rapport fra undersøgelseskommissionen kom knap to år efter ulykken, og de deforme piloteringspiller havde hele skylden. Københavns Amts tilsyn burde dog have konstateret manglende armering og var derfor medskyldig.<sup>5</sup>

Kort efter uheldet satte man byggeri i gang for at erstatte den 92 meter ødelagte del af broen. Den blev dog ikke igen bygget i beton, men fik en overbygning af kasseformede stålprofiler bygget hos skibsværftet B & W. Den fik heller ikke tre fag som den sammenstyrtede del, men man nøjedes med kun to.<sup>6</sup> I alt havde broens sammenstyrning kostet mere end 30 mio. kr.: mindst 12 mio. kr. til forstærkning af den eksisterende bro, andre 12 mio. kr. til genopbygningen, 3 mio. kr. til oprydning og endelig 3 mio. kr. for undersøgelsen.<sup>7</sup>

Vejdirektoratet ønskede erstatning og iværksatte Danmarks vistnok største civile erstatningssag. Man stævnedede entreprenørfirmaet C. T. Winkel, og helt usædvanligt rejste den offentlige virksomhed samtidig sag mod en anden offentlig virksomhed, Københavns Amts Vejevæsen, for manglende tilsyn.<sup>8</sup> Vejdirektoratet bekendtgjorde endvidere, at man ikke fremover ville lade Københavns Amt stå for større broprojekter, hvorfor beskæftigelse af





Den ødelagte Fiskebækbros i 1972. Broen havde stået færdig i et år, da tre fag pludselig kollapsede. Heldigvis var motorvejen på broen endnu ikke taget i brug. Foto: Karl Høver. Scanpix.

amtets 20 broingeniører kom i fare.<sup>9</sup> Firmaet C. T. Winkel trådte efterfølgende i likvidation, da staten som følge af erstatningskravet havde indefrosset 1 mio. kr. fra et helt andet projekt.<sup>10</sup> Først i 1978 – 6 ½ år efter ulykken – endte retssagen. Her dømtes Københavns Amt at betale 12 mio. kr.<sup>11</sup>

## Dixon Bridge

Ingen mennesker kom til skade ved Fiskebækbrosens kollaps. Det var desværre ikke tilfældet med en bro i Dixon, Illinois, USA. En søndag i maj 1873 skulle den lokale baptistkirke døbe seks mennesker i den lokale flod. En stor del af byens lidt mere end fire tusinde indbyggere fulgte dåben, og flere hundrede af dem stod på vestsiden af den nye bro for at følge dåben på flodens nordbred. Broen var bygget af tynde støbejernsstykker sat sammen i et gitterværk med gågader på begge sider af vejbanen.<sup>12</sup>

Pludselig hørtes en høj lyd fra den første bropille, og det nordlige spænd faldt i vandet. Snart faldt det sydlige spænd også i vandet, mens de resterende tre spænd deformeredes, men blev stående. De fleste mennesker faldt i det kolde

vand seks meter nede. Konsekvenserne af sammenbruddet var katastrofale. I de næste dage måtte kirkerne i den lille by begrave 46 ofre.

### Hvad var årsagen?

Var det menneskemængden, der overbelastede broen? Var det konstruktøren, der havde leveret et defekt design? Var de leverede jernstænger af for dårlig kvalitet? eller undlod de lokale myndigheder at inspicere broen med det resultat, at løsnede bolte ikke blev efterspændt?

Som ved mange lignende ulykker fandtes ikke en enkelt årsag til sammenbruddet, men ofte er der tale om flere hændelser i en serie - og som regel kan de diskuteres.

### Undersøgelse af ulykker

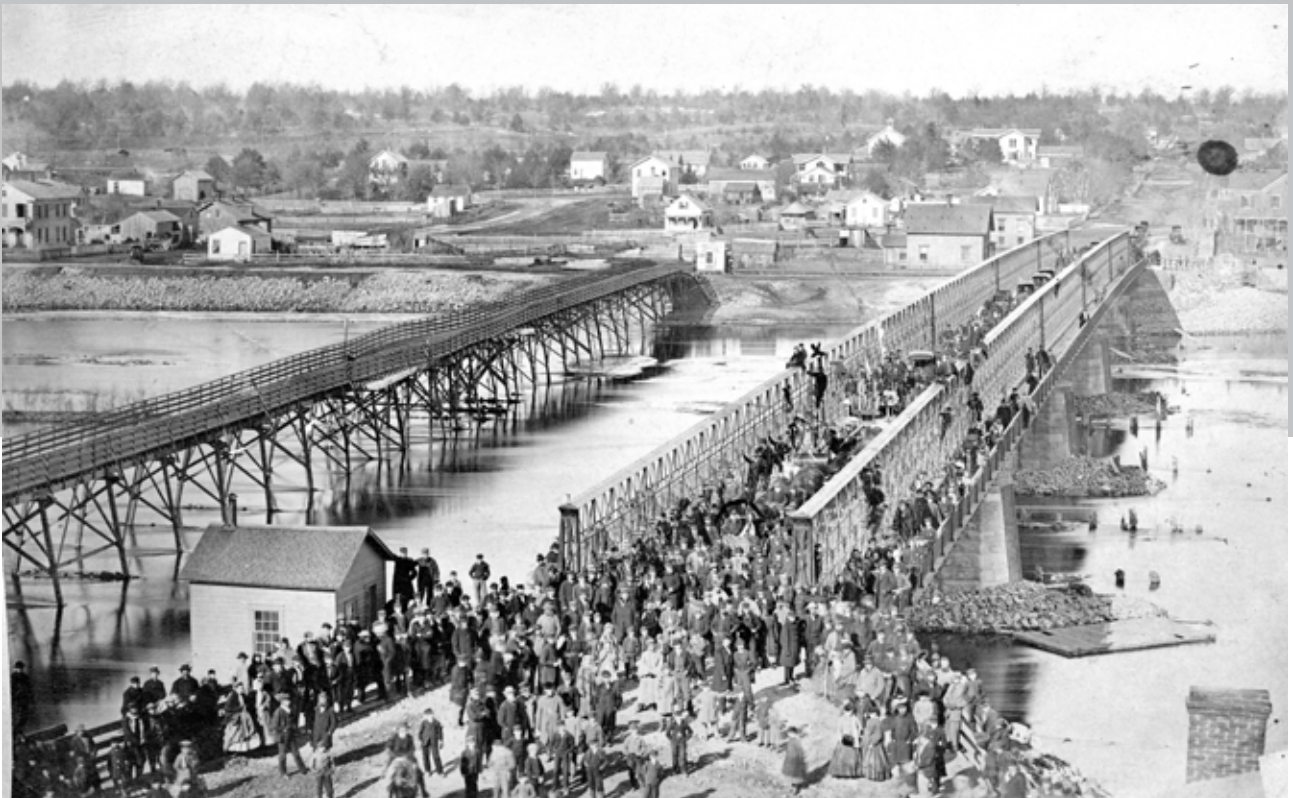
Dette er blot en af flere tusinde alvorlige brokollapser gennem historien. Byggeri er ikke en eksakt videnskab, og ingeniører er nødt til at stole på erfaring og egen kreativitet, når de ønsker at udarbejde nye konstruktioner. Især i broingeniørernes verden er større spændvidder centrale. Med større spænd kan siderne af en stor dal eller flod forbindes. Øer kan forbindes med

fastlandet. Bedre infrastruktur betyder hurtigere og billigere transport og er et grundlag for højere velstand.

Nye design, standarder og procedurer giver nye muligheder, men stiller også nye spørgsmål. Meget viden om broteknologi er baseret på tidligere fiaskoer. Først når en struktur mislykkes, opdages grænserne for en konstruktion, som kan studeres og forstås. Herfra kan nye teoretiske modeller og formler udvikles.

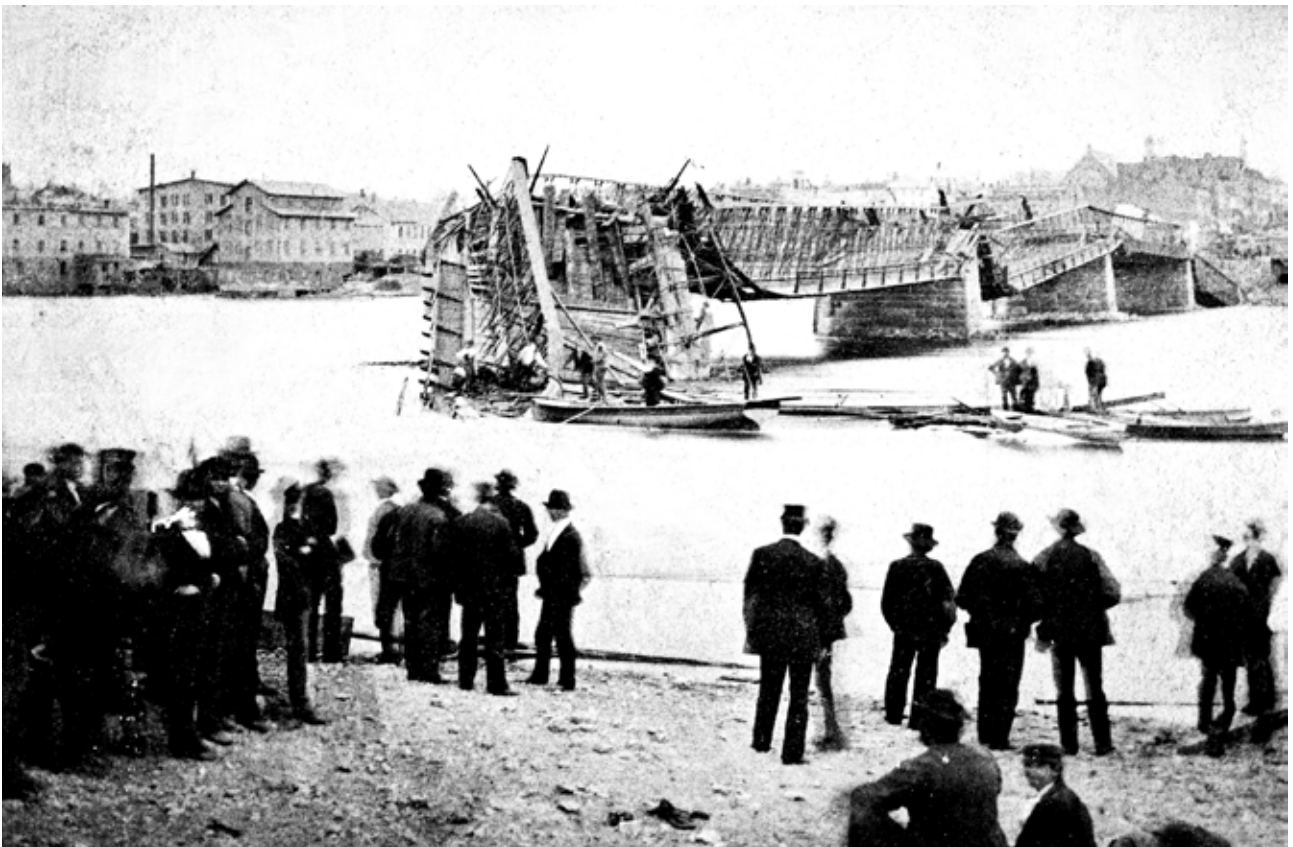
En ny retning inden for ingeniørfeltet er "forensic engineering". Som det argumenteres om disciplinen: "Hvilken læge vil kun undersøge raske personer?"<sup>13</sup> Dette nye område undersøger fejl forårsaget af materialer, produkter, strukturer eller komponenter. Det er i princippet et gammelt felt, men nu undersøges og rapporteres alle store broulykker internationalt gennem videnskabelige tidsskrifter og diskuteres løbende på kongresser. Casestudier indgår nu også som en del af civilingeniøruddannelsen.<sup>14</sup>

Da den senere professor på DTU, Niels J. Gimsing til en avis kommenterede Fiskebæk-brosens kollaps, sagde han, at han med rette var skuffet over uheldet, for det var "konstruktionsmæssigt uinteressant" at finde fejl i



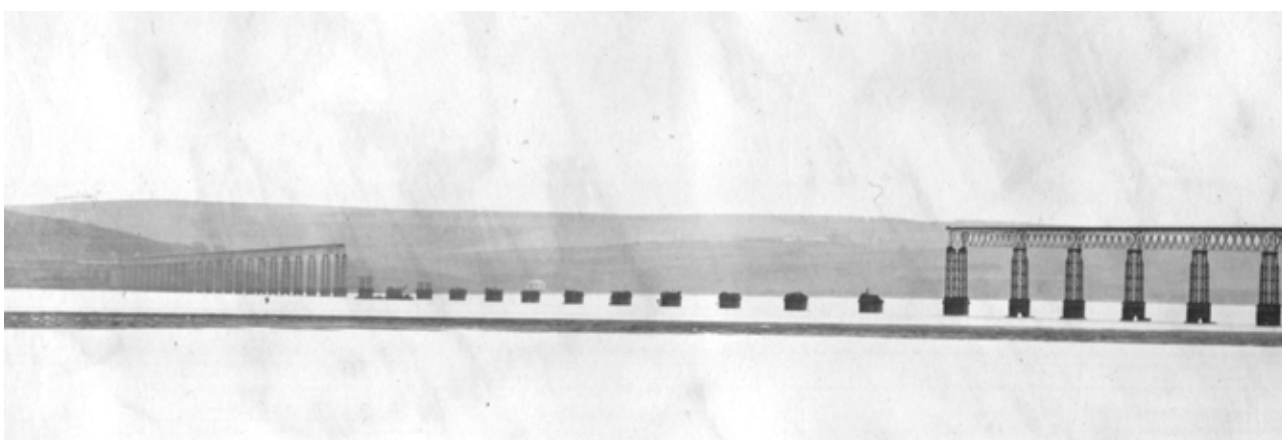
Folk var glade ved åbningen af Dixon's nye støbejernsbro i 1869. Til venstre ses den hidtidige træbro, og bomhuset for betaling. Foto: Charles Keyes. The Lee County Historical & Genealogical Society and the Loveland Community House, Dixon, IL.

Dixon broen faldt sammen som pindebrænde ved dens kollaps i 1873, hvor 46 døde. Foto: Charles Keyes. The Lee County Historical & Genealogical Society and the Loveland Community House, Dixon, IL.





*Tay broen i Skotland åbnede i 1878 som verdens største. Dronning Victoria kørte over den, og adlede efterfølgende konstruktøren. Tay Bridge, Wikipedia.*



*I 1879 kollapsede en stor del af broen i en vinterstorm, og en togstamme med 75 personer faldt i vandet; alle druknede. Tay Bridge, Wikipedia.*

piloteringen. Det var ikke en fejl, som kunne føre til ny erkendelse på det byggetekniske område. Han mente, at andre uheld næsten kunne "betale" sig, men det var ikke tilfældet med Fiskebækbroen.<sup>15</sup>

Forskningen er for det meste baseret på casestudier. Flere bøger beskriver emnet, bl.a. har Björn Åkesson i "Understanding bridge collapses" analyseret 20 broulykker med broernes historie, konstruktion og detaljer omkring ulykkerne. Den interesserede specialist kan endvidere se formler og andre tekniske detaljer. En anden bog er Joachim Scherers "Failed bridges. Case studies, causes and consequences", hvor 536 mislykkede broer analyseres med en kort oversigt over hændelsen og årsagen.

En omfattende database over verdens vigtigste broulykker findes ikke, og pålidelige statistikker over

årsagerne til ulykkerne, den anvendte teknik, deres geografiske placering eller datering er derfor ikke udarbejdet. Kun nationale organer har lavet omfattende databaser, som National Bridge Inventory i USA med 600.000 vejbroer. Ifølge oversigten er mere end 150.000 af disse broer bedømt at være strukturelt mangelfulde eller funktionelt forældede. Over en 20 års periode mellem 1989 og 2009 ophørte 600 af dem med at fungere.

I de seneste hundrede år er strukturer planlagt af ingeniører ud fra beregninger i henhold til formler. Disse formler justeres kontinuert efter nye indsigter og nye typer materialer. De er diskuteret i normudvalg nedsat af ingeniørforeninger og regelmæssigt offentliggjort og anvendt som accepterede normer. Heri er fastsat et tal af en vis størrelse som sikkerhedsfaktor, som

ingeniører skal gange en bros beregnede kapacitet med. Selv med denne sikkerhed kan ingen dog være sikker på strukturens holdbarhed, og tidligere belastedes en nybygget bro med tunge vogne eller tog for at teste broens bæreevne.

## Fejltyper

### Naturskabte ulykker

Naturskabte ulykker med ekstreme naturforhold er forårsaget af vind, jordskælv og oversvømmelser. Med de aktuelle klimaforandringer er dette forhold særlig vigtigt.

Broer kan ikke bygges for at modstå alle påvirkninger, og ingeniørerne er nødt til at sætte en bros sikkerhedsgrænse. For eksempel er en sikkerhedsgrænse for en 100-års hændelse ved oversvømmelse naturlig for broer, der er i drift i mere end 100 år. En sådan



bro skal være sikker i sin levetid på muligvis 150 år, men vi kan ikke være sikre. Forekomsten af en 100-års hændelse ved oversvømmelse kunne være i morgen.

Tay Bridge (Skotland i 1879) forulykkede på grund af kraftig vind.<sup>16</sup> Nogle evalueringer angiver, at årsagen ikke kun var den stærke vind, men en kombination af vind og en svag konstruktion.<sup>17</sup>

Konklusionen er, at ulykker forårsaget af naturlige farer er forårsaget af en undervurdering af naturens kraft, og de sker sandsynligvis ofte i kombination med designfejl.

### Overbelastning

En bro er åbenlyst bygget til en maksimal vægt inden for en sikkerhedsmargen. Når denne vægt overskrides, kan svage elementer deformeres, og broen til sidst svigte.

Den nævnte ulykke i Dixon var en af disse, og der er sket mange tilsvarende ulykker. For eksempel kollapsede den første kabel-skråstagsbro i Tyskland i 1825 under indvielsen. Folk gik i takt til musik, hvilket resulterede i at broen kom i svingninger. Igen fandt man, at denne bro også havde alvorlige svage punkter i sin konstruktion.<sup>18</sup>

### Ekstern påvirkning

Ødelagte broer forårsaget af skibskollision, påkørsel af afsporede tog eller andre tunge køretøjer er mange. I 2012 måtte en jernbanebro i Limfjorden lukke

i et halvt år efter en påsejling.<sup>19</sup> I 2004 kørte en lastbilchauffør ind i en gangbro i Brabrand ved Aarhus, hvorved brofaget knækkede midt over og et brofag på 20 tons væltede ned over lastbilens førerhus, heldigvis uden at chaufføren blev skadet.<sup>20</sup> I 2016 skete et tilsvarende uheld på Lolland, hvor en lastvogn ramte en motorvejsbro, som akut måtte rives ned; en mand blev dræbt. Endnu værre gik det ved en vejbro i Eschede, Tyskland i 1998, hvor et passerende tog under broen var afsporet og ramte broens fundament og blev skyld i mere end 100 dødsfald.

Også her kunne bedre konstruktioner have forhindret ulykker. Beskyttelsesskinner kan hindre et afsporet tog i at ramme en bros konstruktion, og autoværn kan hindre køretøjer i lignende ulykker. Broer i trafikerede farvande kan beskyttes af kunstige rev. Igen kan der beskyttes ved hjælp af beskedne investeringer.

### Materiale træthed

Alle materialer nedbrydes med tiden. Stål og jern ruster, træ kan rådne, og beton forringes gennem alkali-kiselsreaktion, og når vand gennem revner kan nå armeringsjernet.

Efter år kan bæreevne reduceres så meget, at en katastrofe kan ske. I 2018 kollapsede Ponte Morandi i Genova, Italien, og 43 mennesker dræbtes. Broen blev bygget i 1967, men havde svagheder i konstruktionen, der krævede et stort

behov for vedligeholdelse. Dette havde man undladt i mange år. Virksomheden bag havde dog få måneder før katastrofen igangsat renovering, men for sent. Inspektion og renovering i rette tid ville have reddet denne og mange andre broer.

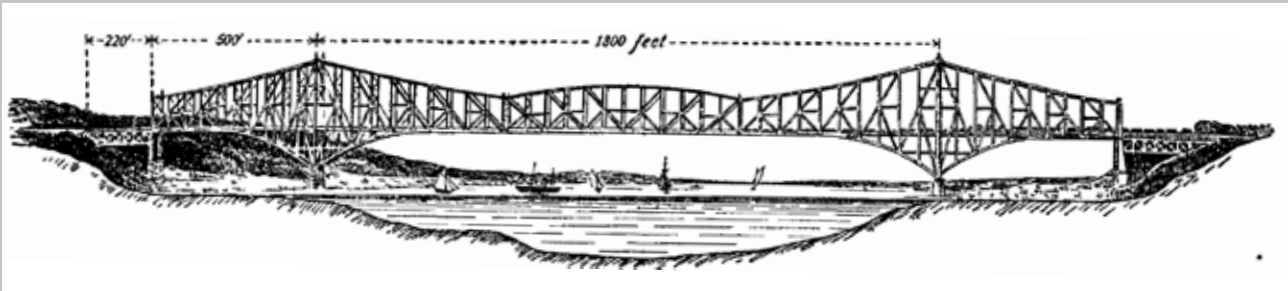
### Menneskelige fejl

Menneskelige fejl i konstruktionsfasen er mange. Der kan være brugt dårlige eller forkerte materialer, der kan afviges fra det anviste design eller der svejdes med forkerte metoder. De fleste fejl opdages dog af tilsynsingeniørerne, men desværre ikke alle.

En af de mest "uheldige" broer i verden var Quebec-broen, der styrtede sammen to gange. Sidste gang skete i 1916, da det sidste spænd på 5.000 tons blev løftet, hvor ét af de fire ophæng "gled" under hævnningen.<sup>22</sup> En motorvejsbro ved Holte kollapsede i 2014 under støbning, da støbformen brød sammen men heldigvis uden personskade.<sup>23</sup>

### Fejl i design

Denne fejl er den mest interessante årsag til sammenbrud. Ingeniøren er ofte under pres af bygherren på tid og penge, og der er eksempler på fejl i alt fra dårlig forankring, utilstrækkelig afstivning, beregningsfejl, forkert antagelse i jordtilstand og meget mere. Scheer har fundet, at 22 % af uheldene skyldes dårligt design.<sup>24</sup>



Quebec broen skulle have været verdens længste spæn, men næsten færdig faldt den i 1907 sammen og 75 arbejdere dræbtes. Foto by James S. Matthews. City of Vancouver Arhives.

← Broen blev redesignet og genopbygget. Da det centrale spænd skulle løftes på plads i 1916, faldt det i vandet, hvorved 16 arbejdere dræbtes. Det følgende år blev broen endelig færdig. Quebec Bridge, Wikipedia.

Den nybyggede Limfjordsbro ved Aalborg blev testet af 48 tungt lastede biler i 1933. Foto: J. A. Kirkegaard. Aalborg Stadsarkiv



## Kunsten at konstruere en bro

Tesen om at ingeniørarbejde ikke er eksakt videnskab, forstår man efter at have læst Henry Petroski's "*To engineer is human. The role of failure in successful design*". Mere end 1.000 bøger og artikler har citeret den lettilgængelige bog, der viser, at ingeniørvidenskab har brug for at lære af fejl. Bogens konklusion er: "dem, der ikke husker fortidens fejltagelser, er dømt til at gentage dem".

Men at bygge broer er mere end teknik. Angiveligt er Quebec-broulykken forårsaget af forfængelige designere drevet til at skabe en bro med et spænd 27 m længere end Firth of Forth Bridges.<sup>25</sup> Dette var tæt på at være konklusionen fra Royal Commission, der lagde skylden for broens sammenbrud på teknikere. Man kunne også tage et totalt modsat synspunkt, at ulykken skete, fordi virksomheden bag ikke var organiseret til et stort og innovativt projekt som Quebec-broen. Der var ikke afsat tid til at udføre de nødvendige beregninger, og en effektiv overvågning af arbejdet indgik heller ikke i selskabets rutiner.<sup>26</sup>

## Er broer med rekordlængder særlig truet?

Kunsten at bygge bro frem mod nye grænser, kan uforvarende medføre svage konstruktioner. Den største udfordring er længden af det længste spænd, og en nærmere analyse af de største forøgelser i spændenes længde hos



First King's bro i Bendigo, Australien, bestod ikke i 1901, da to damptrømler testede konstruktionen. Halvdelen af betonbroen faldt sammen. University of Melbourne Archives 1964.0012.00260.

forskellige designtyper, kan vise, om de er specielt truede.

Lad os begynde med Forth Bridge nær Edingburgh (Skotland, 1890), som er hædret med optagelse på UNESCOs verdensarvsliste. Jernbanebroen blev bygget af 55.000 tons af det dengang nye Siemens-Martin stål. Der er tale om en gitterbro i en cantilever konstruktion, og hvor det længste spænd er 520 m. Broen benyttes stadig og er verdens næststørste kun overgået af den nævnte Quebec-bro med dens 549 m.

Den næste brotype er buebroen. Disse broer er fra tidernes morgen bygget af sten eller murværk, men spændenes længde steg efter anvendelse af stål. En af de vigtige broer var Upper Steel Arch Bridge fra 1898 i nærheden af Niagara Falls. Dens spænd på 256 m. var næsten 40 % længere end spændet på den tidligere rekordholder bygget 12 år tidligere. Broen fik problemer om vinteren med isskrninger og på trods af forstærkning kollapsede broen vinteren 1938.





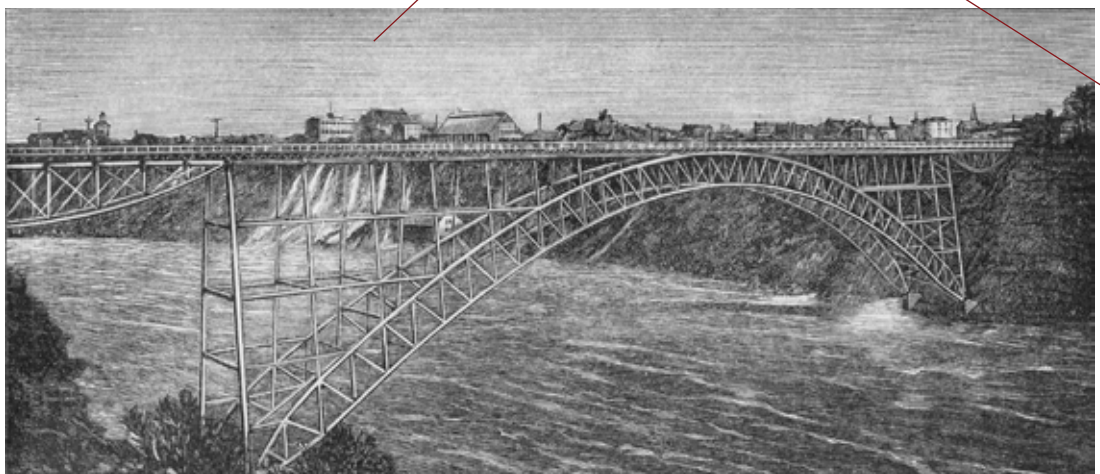
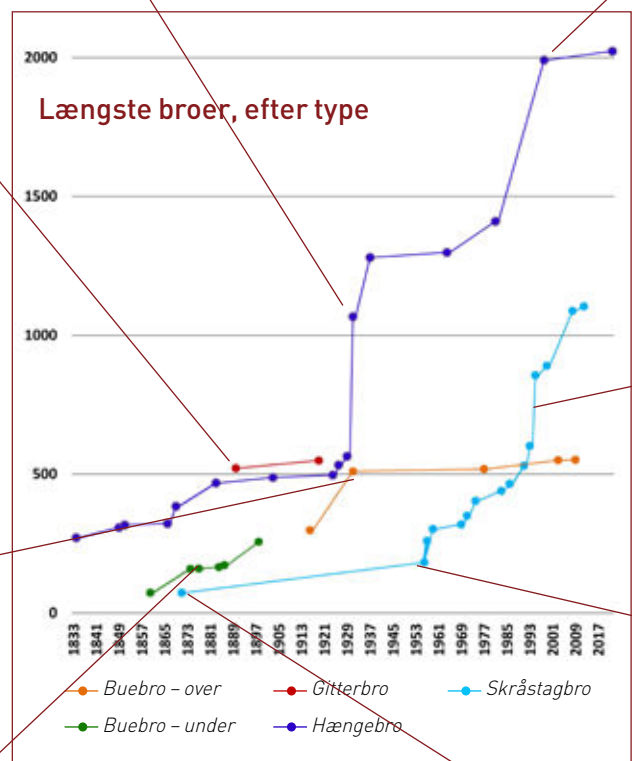
Gitterbro. Jernbanebroen Forth bro, Skotland, åbnede i 1890 og er stadig i brug. Euchiasmus, Wikipedia.



Hængebro. Vejbroen George Washington Bridge i New York fra 1931. Fotografiet er fra 1978, hvor en påbygget ekstra vejbane kan ses. Foto: Jack Boucher, Historic American Engineering Record /HAER) collection.



Buebro (overliggende). Hell Gate broen i New York fotograferet lige efter dens indvielse i 1916. The Detroit Publishing Co. collection at the Library of Congress.



Buebro (underliggende). På trods af forstærkninger mod isskrudninger omkring broens nederste del kollapsede den i vinteren 1938. Broen ved Niagara-Falls USA/Canada blev bygget 1898. Ubekendt litografi 1898.



Vejbroen Akashi-Kaikyo Bridge, Kobe, Japan blev indviet i 1998. Foto: Kim Rötzel, Wikipedia.



Vejbroen Pont de Normandie, Frankrig, åbnede i 1995. Foto: S. Möller, Wikipedia.



Vejbroen Strömsund Bro, Sverige, åbnede i 1956. Lars Falkdalen Lindahl, Wikipedia.



Skråstagsbro. Vejbroen Redheugh Bridge, Newcastle, England, åbnede i 1871. Newcastle Libraries.





← Verdens mest kendte brostyrt er antagelig Tacoma Narrows bro, Washington. Under en storm i 1940 få måneder efter dens indvielse begyndte den at svinge faretruende, og til sidst faldt den sammen. Texas State University.



På det øverste billede af Chiraja broen i Columbia ses den ene del af en skråstagsbro under konstruktion. Den anden del ligger i ruiner til højre forårsaget af et forkert design. Nederst ses billeder fra ulykken taget fra en video. Ulykken i 2018 skete i frokostpausen, hvorfor kun ti- og ikke hundrede – arbejdere blev dræbt. Foto: Modjeski and Masters.

Jernbanebroen Hell Gate Bridge fra 1916 er stadig i brug. Den har en opretstående bue med en spænd længde på 298 m. Den blev bygget i en høj kvalitets nikkelt-manganstål. Det tog kun 15 år, før den blev overgået af en bro med et større spænd, Bayonne Bridge, New York. Med største spændvidde på 511 m.

forøgede den længden med 71 %. Broen har ikke længere rekorden, men spændene på de nye broer har næsten samme længde.

I adskillige år omkring 1920 var de største spænd på gitterbroer, hængebroer og bue broer med overliggende bue næsten de samme. Dette ændre-

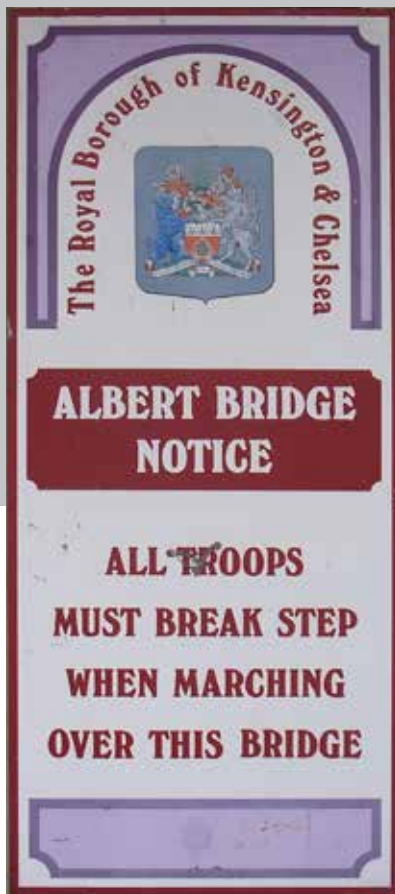
des, da George Washington Bridge i New York indviendes i 1931. Denne brospænd næsten fordoblede den hidtidige rekordholders 265 m. fra to år tidligere til imponerende 1.067 m. Siden har hængebroer haft de længste spænd.

Denne imponerende bro havde sin rekord indtil 1998, da Akashi-Kaikyū-broen nær Kobe i Japan åbnede. Denne seks baners vejbrospænd længste spænd er 1.237 m - denne gang en næsten 60 % forøgelse af længden.

Den sidste type bro er skråstagsbroen. Siden 1871 havde Redheugh-broen i det nordøstlige England i rekorden med det største spænd på 73 m. Vejbroen var designet af Thomas Bouch, der også designede den første Tay Bridge, der kollapsede i 1879. Redheugh Bridge levede længere, men dens konstruktion var svag, og den blev erstattet af en ny bro i 1901.

Mere end 50 år gik, før rekorden blev slået af Strömsund-broen i Sverige. Den åbnede i 1956 som vejbro med et hovedspænd på 182 m.<sup>27</sup>





Marcherende soldater har været årsag til adskillige broulykker, når de fik broer til at svinge. Skiltet fra Albert bro i London med advarsel er stadig aktuelt. Den nyindviiede Millenium bro i London blev lukket for gående kort efter dens indvielse i 2000. Det tog to år at forandre broen, så svingningerne ophørte. Albert Bridge, Wikipedia.

Broen blev snart passeret af andre broer, og typen har stadig en jævnt stigende længde af spænd. En rekordholder er den franske Pont de Normandie fra 1993 med en spændvidde på 856 m. Det havde adskillige nye designfunktioner, fx en kombination af kassedrager i beton sammen med den centrale 624 m. kasse udført i stål.<sup>28</sup>

Nogle af de første rekordhavere var truede og havde en kort levetid, men efterhånden blev man dygtigere, så de fleste broer er stadig i brug.

## Erfaringer

Mange ulykker er analyseret og har givet erfaringer. Men ulykkernes omfang kender vi ikke helt. Der findes ingen databaser med en total og detaljeret beskrivelse af alle sammenbrud. Mange ulykker fra Asien, Afrika og Sydamerika mangler. Selv fra USA mangler oplysninger, hvor vi f.eks. antagelig mangler viden om 251 kollapsede jernbanebroer i USA og Canada i ti året mellem 1877 og 1887.<sup>29</sup>

## LITTERATUR

- Beal, Alasdair N. (2011): A history of the safety factors. I *Structural Engineer* 89 (20), s. 20–26.
- Delatte, Norbert (2010): Failure literacy in structural engineering. I *Engineering Structures* 32 (7), s. 1952–1954.
- Delatte, Norbert J. og Kevin L. Rens (2002): Forensics and case studies in civil engineering education. State of the art. I *Journal of Performance of Constructed Facilities* 16 (3), s. 98–109.
- Gimsing, Niels J. og Christos T. Georgakis (2011): *Cable supported bridges. Concept and design*. John Wiley & Sons.
- Imhof, Daniel (2004): *Risk assessment of existing bridge structures*. University of Cambridge.
- Kranakis, Eda (1997): *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth-century France and America*. MIT Press.
- Kranakis, Eda (2004): Fixing the blame. Organizational culture and the Quebec Bridge collapse. I *Technology and culture* 45 (3), s. 487–518.
- Lee, George C. m.fl. (2013): *A Study of US Bridge Failure 1980–2012*. Technical Report MCEER.
- LePatner, Barry B. (2010): *Too big to fall. America's failing infrastructure and the way forward*. New York: Foster Publishing.
- Petroski, Henry (1992): *To engineer is human. The role of failure in successful design*. New York: Vintage Books.
- Scheer, Joachim (2011): *Failed bridges. Case studies, causes and consequences*. John Wiley & Sons.
- Shave, J. (2003): *A review of bridge assessment failures on the motorway and trunk road network*. Dorking: Highways Agency.
- Åkesson, Björn (2014): *Understanding bridge collapses*. CRC press.

## NOTER

- 1 Politiken 9/2 1972, s. 1.
- 2 Politiken 12/2 1972, s. 1 og 2.
- 3 Ingeniøren 15/6 1973, s. 1 og 23.
- 4 Politiken 15/6 1973, s. 7.
- 5 Ingeniøren 15/3 1974, s. 5–7.
- 6 Politiken 17/4 1973, s. 22.
- 7 Politiken 22/8 1973, s. 5.
- 8 Politiken 6/3 1974, s. 3 og 9/4 s. 1 og 3.
- 9 Politiken 9/5 1974, s. 14.
- 10 Politiken 10/5 1974, s. 3.
- 11 Politiken 5/10 1978, s. 5.
- 12 [en.wikipedia.org/wiki/Dixon\\_Bridge\\_Disaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Dixon_Bridge_Disaster) (2019-09-23).
- 13 Oswald Rendon-Herrero, citeret fra Delatte 2009, s. 1952.
- 14 Delatte 2009, s. 1952 og Delatte og Rens 2002.
- 15 Ingeniøren 15/3 1974, s. 2–3.
- 16 Imhof 2004, s. 16.
- 17 Åkesson 2008, s. 33–51 og Scheer 2010, s. 122.
- 18 Scheer 2010, s. 115–116.
- 19 Berlingske Tidende 29/3 2012.
- 20 LastbilMagasinet 22/12 2004.
- 21 TV2 Øst 19/3 2016.
- 22 Scheer 2010, s. 20.
- 23 Ingeniøren 17/11 2014.
- 24 Scheer 2010, s. 85.
- 25 Scheer 2010, s. 47.
- 26 Kranakis 2004; se også Kranakis 1997.
- 27 Gimsing og Georgakis 2011, s. 25–26.
- 28 Gimsing og Georgakis 2011, s. 66.
- 29 Sunday Times, Sydney 26/11 1911, s. 5.

Dansk Vejhistorisk Selskab blev stiftet i 1982 med det formål at fremme interessen for den historiske udvikling af Danmarks veje og deres brug ud fra samfundsmæssige og tekniske synspunkter.

DVSs formål søges realiseret ved

- at samle og aktivere interesserede ved hjælp af arrangementer som foredrag, diskussioner, ekskursioner mv.
- at formulere og bidrage til løsning af vejhistoriske opgaver såvel lokalt som landsdækkende
- at samarbejde vedrørende vejhistoriske forhold med museer, institutioner og andre.

Som medlemmer kan optages enkeltpersoner, foreninger, firmaer, institutioner og andre sammenslutninger, der ønsker at støtte Selskabets formål.

Yderligere oplysninger om Dansk Vejhistorisk Selskab på nedenstående adresse.



Dansk Vejhistorisk Selskab  
Carsten Niebuhrsgade 43, 5.  
1577 København V..

Postgiro 169-1791

T 7244 3333

E [dvs@vejhistorie.dk](mailto:dvs@vejhistorie.dk)  
[www.vejhistorie.dk](http://www.vejhistorie.dk)

Udgivelsen er støttet af

