

VEJ

DANSK VEJHISTORISK SELSKAB

Artiklen er fra tidsskriftet Vejhistorie - Danmarks specialtidsskrift for alt, hvad der rører sig omkring veje og vejtransport.



*Geels Bakke ved København 1851
malet af Andreas Juuel og fotografi
fra 2020.*

Tidsskriftet udgives af Dansk Vejhistorisk Selskab to gange om året, hvor det sendes til selskabets medlemmer.

Vi har også en fyldig hjemmeside med informationer om trafik på veje. Her er også mulighed for at tegne et gratis abonnement på den månedlige nyhedsmail med nyt fra området.

Man kan også blive medlem af selskabet, hvor man kan møde andre med samme interesse ved vores møder, ekskursioner til spændende steder og rejser til udlandet med veje og trafik som udgangspunkt.

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 COWI-koncernen.
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 lillebæltssler. 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 m² 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 levestandard. 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 motorvejstrafik 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 Storebæltbroen, 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 Storebæltbroprojektet 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.



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.



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.

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

(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

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 stålspæle, 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 metroanlæg. 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 tværfløjte 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 stålpile 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.