

DBF

FARØ BROERNE

Indlæg på møde 3.10.1979

**PUBLIKATION 9: 1980
DANSK BETONFORENING**



DANSK BETONFORENING

FARØ BROERNE

Indlæg på møde 3. oktober 1979 af

Per Milner

Erik Villefrance

Otto Bojesen

H.H. Gotfredsen

København, juni 1980.

I n d h o l d:

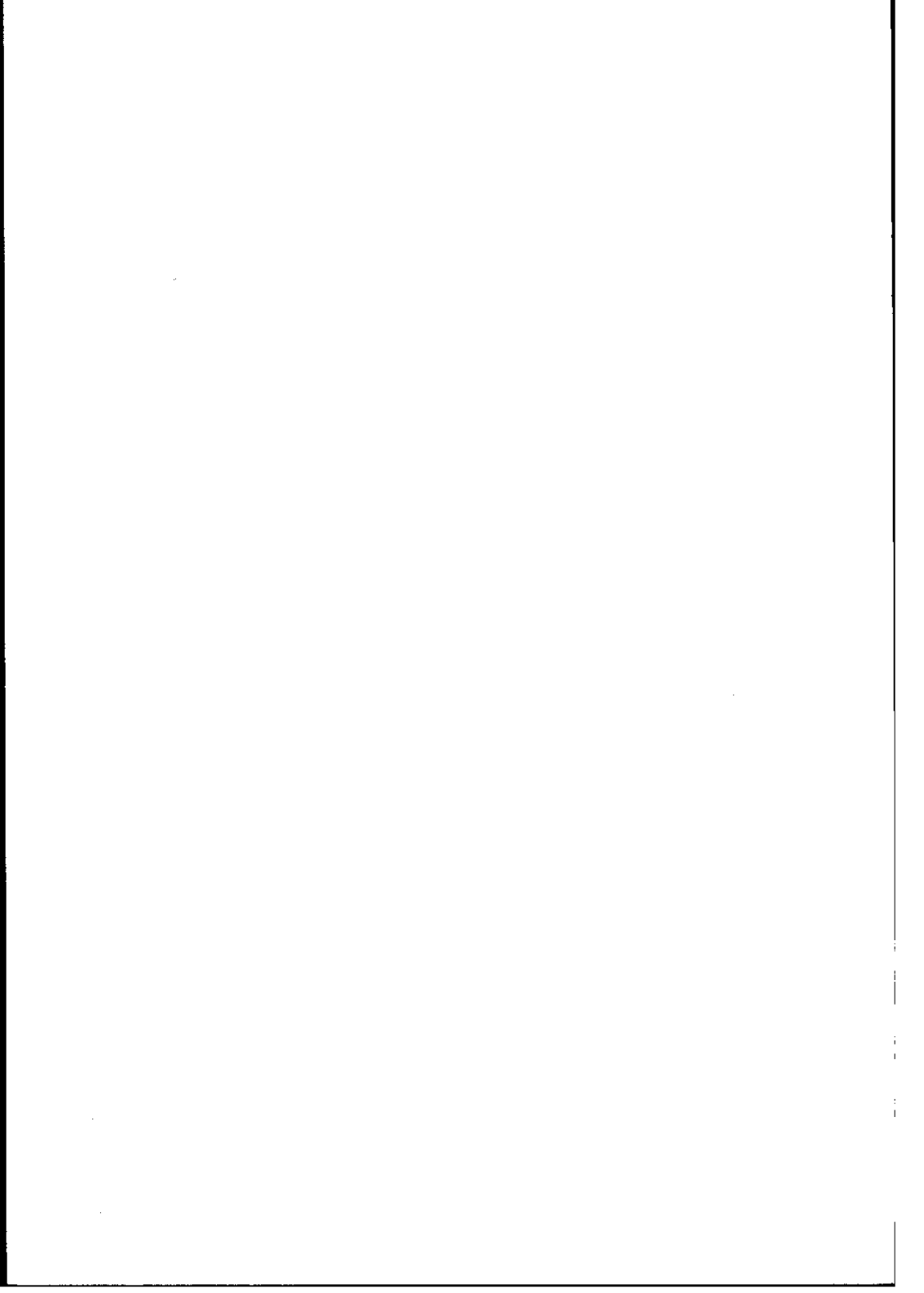
Side

Indlæg af Per Milner	3
" " Erik Villefrance	13
" " Otto Bojesen	23
" " H.H. Gotfredsen	57

Vejdirektoratet

Indlæg af
vejdirektør, cand polyt.
Per Milner

København, oktober 1979



Der er givetvis mange bygningsingeniører, der ved starten af deres studier her på Danmarks tekniske Højskole har valgt at blive netop bygningsingeniør, fordi de gerne ville være med til at bygge store bygningsværker - og altså store broer. Dette at bygge store broer står for mange ingeniører som et drømmejob.

I de sidste 45 - 50 år har mange danske ingeniører i øriget Danmark haft et sådant drømmejob og været aktive deltagere i en brobygningsepoke, hvor de mange øer er blevet forbundet med broer, hvorved mange færgeforbindelser er blevet nedlagt. Dette har betydet en fortsat styrkelse af hele infrastrukturen, både hvad angår vejene og jernbanerne.

Før 30'erne var der tale om at bygge små jernbane- og vejbroer, og først fra midten af 30'erne kan man tale om bygningen af mellemstore broer. Her tænker jeg på Lillebæltsbroen og Storstrømsbroen, som det var DSB's folk, der havde fornøjelsen at være bygherre for. Disse broer blev jo primært bygget af hensyn til den meget store forbedring, det skabte for jernbanetrafikken. Siden hen har den eksplosive vækst i bilparken jo bevirket, at begge de omtalte broer har måttet afløses af nye mellemstore broer, alene beregnet for biltrafikken. Her har Vejdirektoratet som bygherre lavet motorvejsbroer - først den nye Lillebæltsbro i 1967 - og snart Farø-broerne, som jo er dagens emne.

Den 1. november 1979 holder Vejdirektoratet licitation over Farø-broerne, som er de seneste mellemstore broer af en serie broer i øriget Danmark. Men vil dette broprojekt så også blive det sidste større projekt i Danmark, og vil vore brobyggere hermed være arbejdsløse ?

Umiddelbart kunne man jo fristes til at sige ja, navnlig med det netop overståede projekt "Lægger Storebæltsbroen i mølpose" i erindring. Fra vejbyggerside må man naturligvis beklage denne udsættelse af broprojektet, idet udsættelsen betyder en forsinkelse i sammenhængen i motorvejsnettet og dermed de fulde fordele af dette net. I forbindelse med motorvejsnettets fuldførelse som "det lille H" refterer der i øvrigt - ud over Store-

bæltsbroen - kun Guldborgsundbroen til ca. 200 mill. kr.

På den anden side har man jo i en årrække kunnet konstatere et pres fra både svensk og tysk side med hensyn til at få faste forbindelser over Øresund og Fehmern. Presset er dog hidtil blevet afvist fra dansk side med begrundelser om, at de interne forbindelser - in casu Store Bælt - skulle klares, før de udenlandske forbindelser kan igangsættes.

Hvor 30'erne var præget af mellemstore broer primært til jernbanerne, har 50'erne, 60'erne og 70'erne været præget af mellemstore broer, der har været bygget af hensyn til den individuelle trafik, som i denne periode har været igennem en heltrolig stærk stigning. I en lang årrække har Vejdirektoratet stået som bygherre for disse mellemstore broer, hvor jeg eksempelvis - ud over de allerede omtalte - vil nævne Svendborgsundbroen, Hadsundbroen, Sallingsundbroen, Vejlefjordbroen - som indvies til næste år - og den anden faste forbindelse ved Limfjorden, Limfjordstunnelen. Snart vil også Allsundbroen og broen over Kalveboderne for motorvejen fra Sjælland til Amager føje sig til den lange række af Vejdirektoratets mellemstore broer.

Baggrunden for at bygge de mellemstore broer er mangeartet, idet det ikke altid alene er et rent trafikalt pres, der kan siges at være hovedargumentet for broforbindelsens etablering. Således har eksempelvis et af de vigtigste argumenter for bygning af Sallingsundbroen været egnsudviklingshensyn, et argument, der også har haft stor vægt ved fastlæggelse af Farølinien. Ligesom ved den nye Lillebæltsbro - hvor årsdøgntrafikken nu er oppe på over 18.000 køretøjer, svarende til ca. 3 gange så meget som på Storebæltsoverfarten - er Farø-broerne også trafikalt begrundede, idet den nye forbindelse vil indebære en række trafikantfordele i form af bedre fremkommelighed samt en nedsættelse af uheldsrisikoen ved passage af Storstrømmen. Således er det interessant, at i Vejdirektoratets undersøgelser af alternative broforbindelser over Storstrømmen viser Farølinien det stærkt forventede antal sparede uheld med personskade i perioden 1985-2000 i forhold til andre alternative broforbindelser - og det med en forventet årsdøgntrafik på ca.

12.000 ved en lav bilparkprognose.

Jeg har talt om små broer og mellemstore broer og vil vende mig mod store broer - eller rettere store faste forbindelser ved Store Bælt, Øresund og Fehmern. Det vil blive store projekter af helt andre dimensioner, end hvad vi hidtil har set vedrørende faste forbindelser i Danmark - og med deraf følgende udfordringer for danske brobyggere.

Når jeg siger faste forbindelser og ikke alene broer, er det, fordi der ofte i debatten trækkes tunnelloøsninger frem. Dette har også været tilfældet i forbindelse med både Store Bælt - hvor jeg selv i et udvalgsarbejde afgav mindretalsudtalelse mod en biltogstunnel - og senest i forbindelse med den nyligt afleverede Øresundsbetænkning, hvor flere tunnelloøsninger er undersøgt. Hvilken løsning, man her vil vælge, kan der næppe siges noget om i dag, men det er da interessant at konstatere, at den samfundsøkonomiske bedste løsning er en sänketunnel til en enkeltsporet jernbaneforbindelse ved Helsingør-Helsingborg og 4-sporet motorvejsløsning mellem Kastrup og Malmø - en sänketunnel mellem Kastrup og Saltholm og en højbro fra Saltholm til Malmø - anlægskosten i alt ca. 5,7 milliarder kroner (eksklusive moms) i 1979 priser.

Hvornår disse store faste forbindelser kommer, er det nok svært at sige i dag, men personligt er jeg da temmelig overbevidst om, at det vil ske. Den betydning, som vejene har haft i vores samfund, er der næppe meget, der tyder på vil ændres i de kommende år - hvis ikke olieproducenterne lukker helt for hannerne. Det vil sige, man fortsat kan forvente, at nogle af de ressourcer, der skal anvendes inden for transportsektoren, vil blive brugt også til nye transportanlæg - og uanset de faste forbindelser bliver dyrere, hvis de også skal kunne tage jernbanetrafik, så vil bygningen af disse store broer eller tunneler - hvis man virkelig mener noget med at satse på kollektiv trafik - være af overordentlig stor betydning også for denne.

Og lad mig så tilføje - inden jeg lidt mere detaljeret beskæftiger mig med Farø-projektet - at vejtransport så sandelig også

er kollektiv trafik. 92% af det samlede persontransportarbejde i Danmark er vejtransport med 80% for biltrafikken og 12% for bustrafik.

Sydmotorvejens dilemma har fra starten været dens dobbelte formål:

- 1) Som led i den internationale fugleflugtslinie med kontinentet, og
- 2) Som led i et dansk motorvejsnet til betjening af landsdele og de større byer.

Vejen blev planlagt i begyndelsen af 1940'erne, hvor Storstrømsbroen endnu var ny. Det var den gang naturligt at forestille sig, at denne bro kunne afvikle trafikken i mange år, og motorvejen fik derfor retning herimod. Fugleflugtsidealene fik dog deres første skrammer med svinget vest og nord om Maribo.

Anlægget kom hurtigt i gang på Lolland, men krigen satte i 1943 en foreløbig stopper for planerne.

Midt i 50'erne blev tankerne genoptaget, og arbejdet med den Lollandske motorvejsstrækning blev afsluttet i 1963 med flytningen af færgeforbindelsen til Rødby-Puttgarten.

Det var på dette tidspunkt almindeligt accepteret, at en klapbro over Masnedsund var uacceptabel, og at Storstrømsbroen skulle dubleres. Der blev skitseret en linie med tunnel, højbro eller fast bro over Masnedsund samt en højbro over Storstrømmen i den såkaldte "viftelinie" fra vestsiden af Masnedø mod hovedvejskrydset på Falster. Syd herfor skulle en del af vejen mod Guldborg indgå i motorvejen.

Forinden havde landinspektør Olivarius fremsat et forslag til inddæmning af et stort vandområde mellem Sjælland og Møn. Farø ville blive landfast med Sjælland, og en motorvejslinie over Farø ville kun skulle krydse en ca. 1,5 km vandstrækning. Forslaget blev imidlertid forkastet af Vandbygningsinstituttet og er ikke siden blevet behandlet seriøst.

I 1963 fremkom civilingeniør P.L. Hee med flere artikler i Ingeniørens Ugeblad, hvor han gik ind for en linie over Farø. Han begrundede forslaget med den mere direkte adgang til Nykøbing Falster og et formodentlig billigere broanlæg, hvad enten man udførte en lavbro eller en højbro mellem Sjælland og Farø.

I løbet af året blev forslaget viderebearbejdet, og på møder og i pressen sammenlignet med Masnedø-linien. Man lagde nu vægt på at fremhæve Farø-liniens betjening af Møn og de østlige dele af Sjælland og Falster samt på mulighederne for at føre en højklaset stikvej mod syd forbi Nykøbing Falster til Gedser, hvorfra færgetrafikken mod Østtyskland kunne tænkes at få en genopblomstring. I debatten blev det endvidere fremført, at anlægget over Farø kunne udføres smukkere end ved Masnedø og sikre en ønskelig spredning af trafikårerne.

Udgangen af denne debat blev nedsættelse af et ministerielt udvalg med deltagelse fra Vejdirektoratet, Boligministeriet og de berørte amtsråd og byråd. Udvalget nedsatte i 1964 et teknikerudvalg og knyttede i 1965 aftale med firmaet Christiani & Nielsen A/S om udarbejdelse af skitseprojekter til en ny fast forbindelse over Storstrømmen.

Udvalgets betænkning kom i 1969. Heri omtales 12 undersøgte forslag til passage af farvandet mellem Sjælland og Falster. Der indgik forskellige kombinationer af faste lavbroer, højbroer, tunneller, ombygning af den nuværende Storstrømsbro og halve motorvejsbroer til brug sammen med den nuværende bro.

På grundlag af de foreløbige, skitse-mæssige undersøgelser besluttede udvalget, at 4 principielt forskellige linieføringsforslag skulle undersøges nærmere:

- 1) Orenæs-linien med højbro.
- 2) Masnedø-linien med fast lavbro over Masnedø-sund og højbro parallelt med Storstrømsbroen.
- 3) og
- 4) 2 forskellige Farø-linier, der på Sjælland benævnes "vest" og "øst". Begge med to højbroer ved Farø.

En forbindelse forbi Nykøbing Falster indgik ikke i overslagene, men i de trafikale beregninger. Ved opmåling af vejlængderne fandt man, at Farø-linierne var 5-6 km længere end Masnedø-linien. Fra Nykøbing Falster mod nord var forskellen dog kun 1,5-2,5 km.

I betænkningen fandt man, at Masnedø-linien medførte de mindste samlede anlægsudgifter, idet de øvrige linier hver for sig blev ca. 25 mill.kr. dyrere. Også i trafikøkonomisk henseende var Masnedø-linien mest fordelagtig, idet Orenæs-linien medførte en kapitaliseret merudgift på ca. 75 mill.kr. For Farø-linierne var den tilsvarende merudgift ca. 175 mill.kr.

Endelig anførtes det, at Masnedø-linien indebar visse byplanmæssige problemer for Vordingborg, mens den var mest acceptabel fra et fredningsmæssigt synspunkt.

Betænkningen indgik i beslutningsgrundlaget for en projekteringslov for det videre arbejde med Sydmotorvejen. Denne lov blev vedtaget i juni 1970, baseret på Farø-vest-linien.

Med denne betænkning kunne man konstatere et politisk ønske om at tilgodese de lokale ønsker og den egnsudviklende effekt, som spredningen af vejlinierne tænkes at ville få. Hensynet til beboerne i Vordingborg har nok også været mere afgørende end hensynet til naturen.

Allerede i 1972 bekræftede Folketinget valget af Farø-linien, idet Tinget i marts dette år vedtog en projekteringslov om motorvejens videreførelse fra Ravnsø på Falster over Guldborgsund ved Hjelms Nakke til Sakskøbing på Lolland.

Virkeliggørelsen af projektet er ikke sket uden sværdslag. I 1974 blev det, på baggrund af energikrisen, den økonomiske situation og den voksende miljøbevidsthed, besluttet at foretage en fornyet undersøgelse, hvorunder også billigere løsninger end rene motorvejsanlæg skulle belyses.

Det er stort set de samme forslag, som tidligere blev behandlet. Vedrørende motorvejsforslagene konkluderede undersøgelsen, at

der ikke var sket nogen økonomisk forskydning til ugunst for Farø-linien. Tværtimod fandt man nu, at linierne Masnedø og Farø var lige dyre, og at de diskonterede merudgifter ved kørslen ad linie Farø ikke var 175 mill.kr., men "kun" ca. det halve.

Ved Farø-linien genoptog man tanken om en lavbroforbindelse mellem Sjælland og Farø, kombineret med en alternativ sejlrende. Selv om landevejsforbindelsen mellem Bogø og Farø skulle passere under denne sejlrende gennem en kort tunnel, kunne man spare ca. 50 mill.kr. Dette forslag blev dog senere forkastet af hensyn til den frie lystsejllads og opretholdelse af så store dele af vandoverfladen som muligt.

Forslagene til udbygning af den eksisterende Storstrømsbro eller en linieføring tæt op ad denne blev indgående behandlet, men rapporten kunne ikke anbefale disse forslag.

Derimod kunne man påvise en væsentlig forbedret økonomi ved en trinvis udbygning af motorvejen, hvorefter man i første omgang skulle anlægge en bred 2-sporet vej og tilsvarende broer.

Resultatet blev, at Folketinget i juni 1976 vedtog en anlægslov for en bred 2-sporet motortrafikvej i Farø-linien.

Denne beslutning blev i forsommeren 1977 ændret derhen, at vejen, ligesom den resterende del af "det store H", skulle bygges i motorvejsstandard, der dog samtidig blev reduceret til et 26 m bredt tværprofil. Samtidig afviste man et lovforslag om at flytte linien til Masnedø.

Tankerne om en udbygning af den eksisterende Storstrømsbro er dog fortsat dukket op i forskellige udformninger, hvilket i december 1977 førte til lovforslag herom. Forslaget blev dog i april 1978 forkastet med et stort flertal i Folketinget.

Det fremgår af det, jeg her har sagt, at Folketinget adskillige gange har haft lejlighed til at tage stilling til spørgsmålet om den nye, faste forbindelse over Storstrømmen, og at man hver gang har fastholdt Farølinien.

Den nuværende Storstrømsbro har vist sig at være i en sådan forfatning, at en større reparation snart vil være nødvendig. Denne reparation er indledt med nogle foreløbige arbejder, der har kunnet udføres uden uacceptable restriktioner, og som sikrer, at hovedreparationen kan udskydes til midt i 1980'erne. På dette tidspunkt måtte man forudse, at den trafikale baggrund for åbning af den nye broforbindelse, vil være tilstede. Reparationerne, der består i en total udskiftning af betonbrodækket for vejbanen, vil herefter kunne udføres på en bro, der er lukket for trafik, og for en acceptabel pris.

Udbudet af Farøbroerne fandt sted i midten af april måned, dette år, da man udsendte et udbudsprojekt til 6 prekvalificerede entreprenørgrupper. Når vi valgte denne fremgangsmåde, hænger det sammen med vore ønsker om at undgå et projekterings-spild, samtidig med at man forventer mere gennemarbejdede tilbud fra de indbudte.

Licitationen var planlagt til den 1. oktober, men blev efter ønske fra de bydende udsat til den 1. november. Samtidig blev færdiggørelsesfristen fastsat til udgangen af 1984.

Vejdirektoratets hovedrådgiver ved Farøbroerne har i alle projekteringsens faser været det rådgivende ingeniørfirma Christiani & Nielsen, der her er repræsenteret ved overingeniør O. Bojesen. Blandt de mange andre rådgivere bør nævnes arkitektfirmaet Alstrup & Villefrance samt Dansk Geoteknisk Institut, der har taget sig af hver sine specialer.

Arkitektfirmaet
Alstrup & Villefrance

Indlæg af
arkitekt, m.a.a.
Erik Villefrance

København, oktober 1979

Ved mødet den 1. november 1978 i Ingeniørforeningen indledte overingeniør O. Bojesen, Christiani & Nielsen med at citere "Der er et yndigt land" med en sådan patos, at tilhørerne var lige ved at rejse sig. I tide fik de at vide, at det skulle de ikke, for citatet sluttede, da Bojesen nåede til "salten østerstrand".

Den illustreres her, hvor teksten erstattes af billeder af kystlandskaberne på Sjælland og Falster - og de kan roligt blive siddende.

Billederne stammer fra 1972, da der endnu var sommer i Danmark og efterår samme år. De henvender sig til øjet - men færdes man på stederne påvirkes også andre sanser. Temperatur, lyd, lugt og duft hører også med til oplevelsen.

Med årstiderne skifter landskabet karakter og kan naturligvis ved vintertide, når løvet er faldet, være mere barskt.

Men enten det er sommer eller vinter kan man vel forestille sig, at dæmninger - som ville få en højde på ca. 20 m over vandspejlet ud fra kysterne - ville være ødelæggende og afbryde kystlandskabernes kontinuitet - både på Sjælland og på Falster.



Farø-broerne set fra luften

Broer over vore indre farvande bør respektere de lokale forhold. Landskab og kyst bør ikke omformes på drastisk vis for at tilpasses brokonstruktionen, men brokonstruktionen skal tilpasses landskab og kyst.

Det er en lykke, at landfæsterne er placeret bag kystlinien. Kun på Farøs nordside var en opfyldning nødvendig for afvikling af broens landing og udfløtningsanlægget.

Broer er store møbler, vi placerer i landskabet og "vandskabet", og som på lempelig måde skal etablere en vejforbindelse mellem kysterne. Kontrasten mellem natur og menneskeværk kan skabe nye spændende oplevelser, der fremhæver kvaliteter ved begge komponenter.

Naturen er naturlig - ingen spørger, hvorfor ser det sådan ud? Hvis vore brokonstruktioner kan opfattes med samme selvfølgelighed, er de vellykkede.

Som bekendt består projektet af 2 broer. En bro fra Sjælland til Farø med sit udfløtningsanlæg - og en bro fra Farø til Falster. Betingelserne for gennemsejlingsfagene er forskellige.

For Sjælland-Farøbroens vedkommende kunne en normal pilleafstand opfylde kravene i Sjællandsrenden med to ensrettede gennemsejlinger med 20 m's højde og en pilleafstand på 80 m svaerende til Farø-Falsterbroens tilslutningsfag.

Sjælland-Farøbroen har en længde på 1596 m, bredde 21,40 m. Vejbanerne er kun adskilt med midterautoværn.

Kravet om gennemsejlingsåbning på 260 m's bredde og 26 m's højde i Farø-Falsterbroen krævede en særlig konstruktion, og en skråstagsbrokonstruktion fandtes velegnet til formålet.

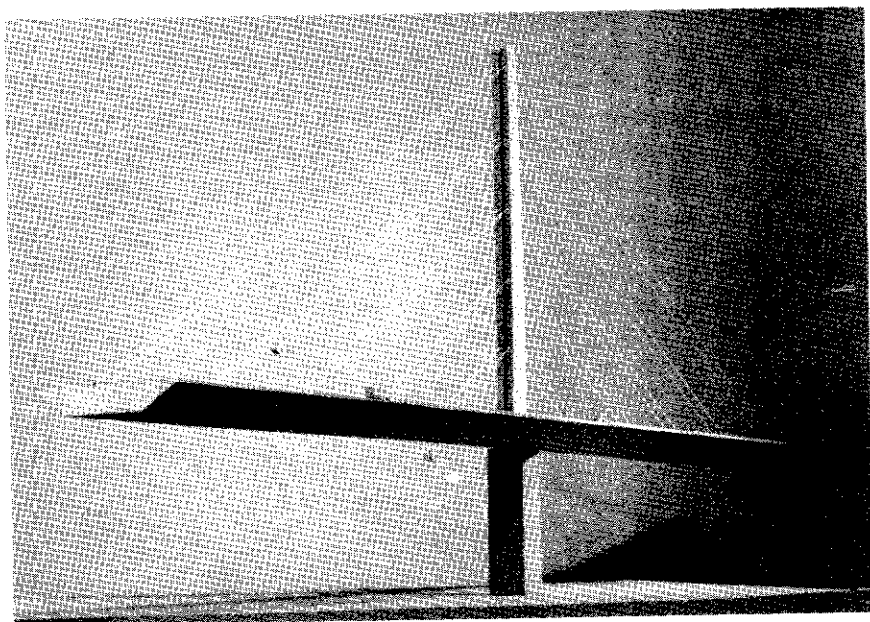
Broen består således af en skråstagsbrosektion fra fuge til fuge en længde på 574 m - og to tilslutningsfag - på Farøsiden på 616 m - og på Falstersiden på 536 m - en samlet længde på 1726 m. Bredde 23,00 m på grund af midterrabat.

Farø-Falsterbroen var langt den mest spændende del af forbindelsen at projektere, og det blev de konstruktive løsninger ved denne man lod smitte af på Sjælland-Farøbroen for at skabe et familieskab og dermed en ensartethed i det samlede brobillede fra Sjælland til Falster.

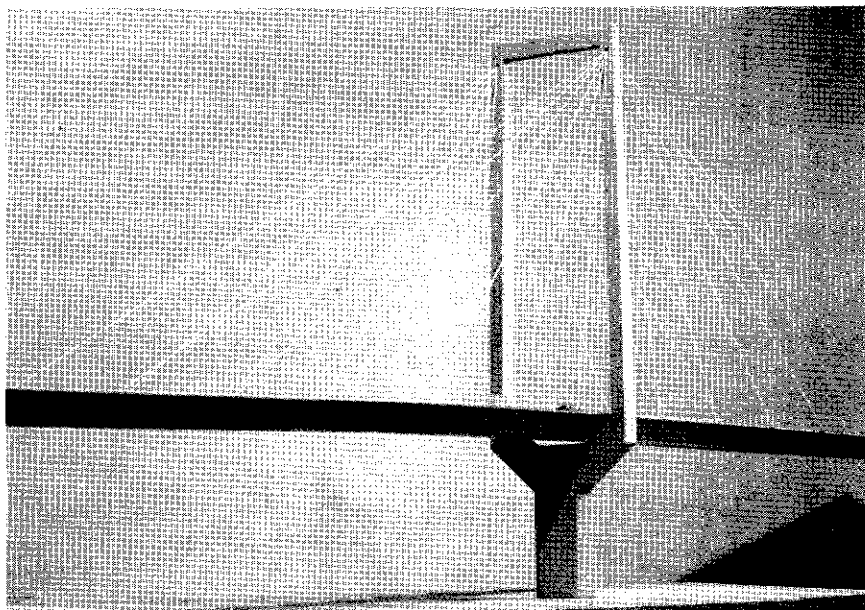
På et meget tidligt tidspunkt i projekteringen blev det anerkendt, at ensartet materiale fra kyst til kyst samt få forskellige komponenter ville være en æstetisk fordel og medvirke til at opfatte broerne som een sammenhængende helhed fra Sjælland til Falster.

Iøjnefaldende skift i konstruktion og materialer henover en vandflade vil let kunne opdele brobilledet i sektioner og forstyrre et klart og letopfatteligt billede.

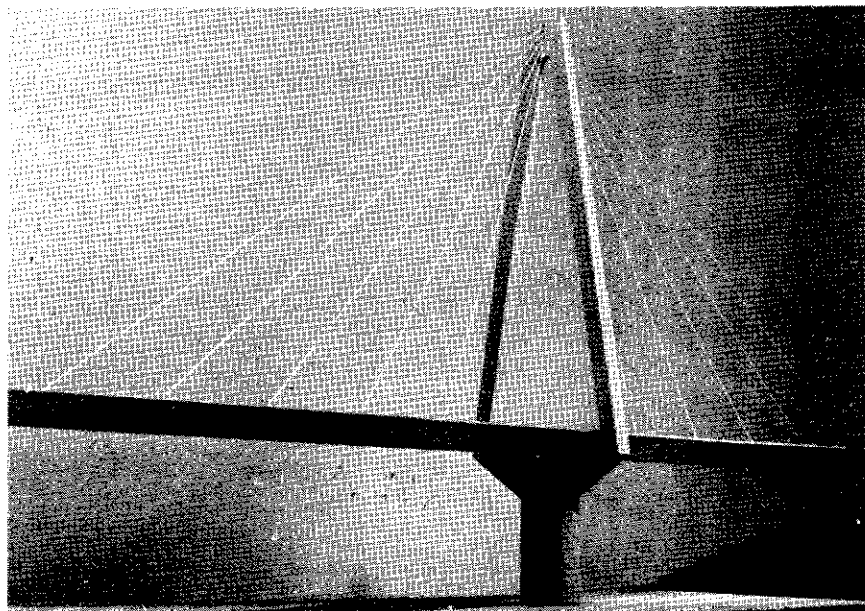
Når man nu skulle igang med projektering af en skråstagsbro, var pylonformen et væsentligt og interessant spørgsmål at løse. Den principielle pylonudformning og de tidlige stagarrangementer fra midterpylon - som f.eks. Brotannebroen ved Rouen eller Düsseldorfbroerne over Rhinen - til rammepylon - som f.eks. Pasco-Kennewick bridge over Columbia river - til A-pylon blev analyserede konstruktivt, økonomisk og æstetisk.



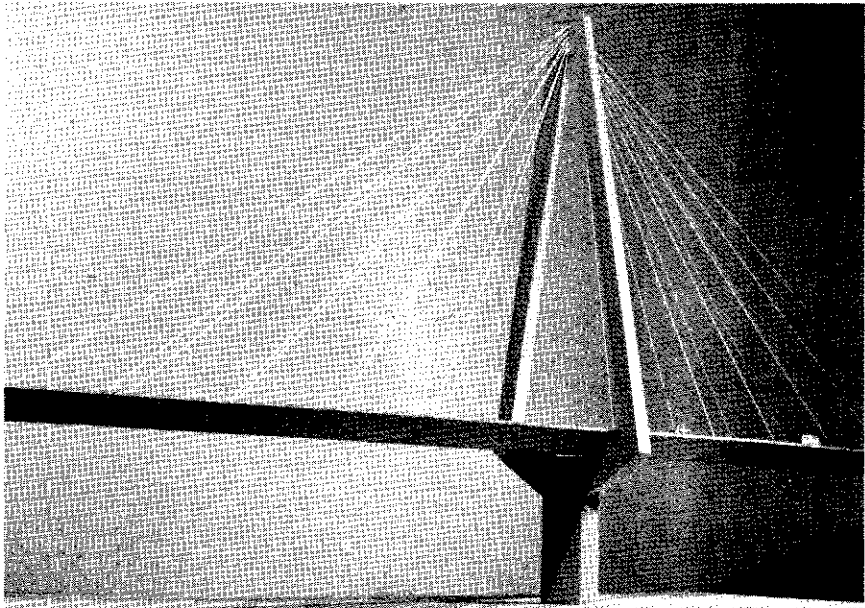
Midterpylon



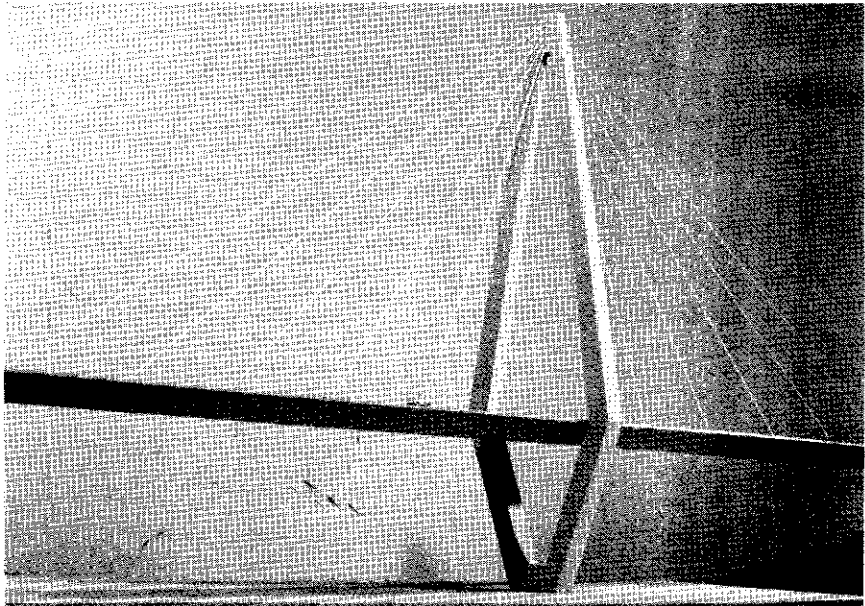
Rammepylon



A-pylon med midterophæng



A-pylon med sideophæng



Den foreslåede pylonform med midterophæng

Midterpylon med harpeformet arrangement af stagene medførte en kostbar bred midterrabat i hele bro længden.

Rammepylon med vifteformede stag med forankring i kørebanens kanter - som eneste mulighed - var æstetisk ikke klar og velordnet.

A-pylon er et kompromis mellem midterpylon og rammepylon. Den tillader både midterophæng eller sideophæng af kørebanedrageren.

Overførsel af de store lodrette kræfter til pillen var ved både A-pylon og rammepylon hverken statisk eller æstetisk velformet. Arkitekten foreslog derfor denne skitse-mæssige løsning, som vil medføre, at kørebanedrageren svævede igennem pylonen og henover gennemsejlingsfaget. Iskniven kunne etableres på naturlig måde og indgå i formen.

Det var en lykkelig dag at opleve den 23. juni 1977 - med et stort kryds i dagbogen - da denne principielle udformning af pylonen blev accepteret af den rådgivende ingeniør.

Der fulgte nu en lang spændende projekteringsfase.

Der var tre væsentlige opgaver at løse.

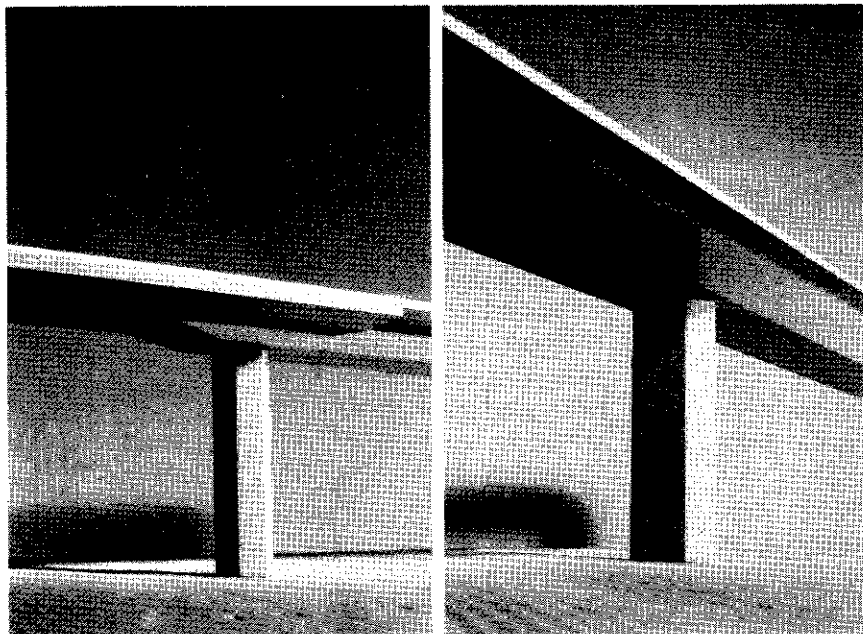
Kørebanedragernes tværsnit, stagarrangementets udformning og sammenbygning med skråstagsbrosektionen med tilslutningsfag. Det var integrerede problemer. Løsningen af een af opgaverne havde afgørende indflydelse på de to andre. Der måtte findes en fællesnævner, som tilgodeså teknik, økonomi og æstetik - ikke alene i detaljen, men i en større sammenhæng - det samlede brobillede fra Farø til Falster.

Et bygværks detaljer bør føje sig simpelt og naturligt ind i helheden. Detailudformning af en brik i mosaikken må rette sig efter mosaikken i sin helhed.

De tre opgavers fællespunkt var lokaliseret til pillen mellem sidefag og tilslutningsfag, som blev et knudepunkt i projektet. En gennemgang baseret på modeloptagelser vil illustrere analysen og den endelige udformning, der bedst muligt tilgodeså de integrerede problemer.

Sideophæng og i relation hertil lav drager med tillempet tværsnit i skråstagsbrosektionen sammenbygget med lukket kassedrager i brobanens bredde i tilslutningsfaget var acceptabelt, men

havde dog tendens til at tredele brofacaden. Både den lave drager i denne udformning og den lukkede kassedrager i tilslutningsfagene var imidlertid en dyr løsning - specielt den lukkede kassedrager i tilslutningsfagene med en samlet længde på 1152 m og på Sjælland-Farøbroen 1596 m. Det var sådan, at en kassedrager med udkragning (vingeprofil) i tilslutningsfagene ikke var til at "skyde" igennem, hverken økonomisk eller teknisk. Hvorledes kunne så den lave drager sammenbygges med vingeprofilet ?



To forslag til overgang mellem skræstagskonstruktion og tilslutningsfag.

Det medførte overgangsformer, som havde tendens til yderligere at opdele brofacaden og samtidig i bygværket afsløre konstruktive vanskeligheder, hvorved homogenitet og kontinuitet gik tabt.

Hvis man derimod gennemførte vingeprofilet også i skråstagsbrosektionen forsvandt alle overgangsbesværlighederne, men det medførte, at drageren skulle forankres til stagene i broens midterrabat, der nogenlunde i bredde svarede til bredden på de tilsluttende motorvejsstrækninger.

Den ensartede dragerhøjde var også at foretrække ud fra den betragtning, at det samlede brobillede ikke blev tredelt i tilslutningsfag og skråstagsbrosektionen.

Broen står på vandfladen fra Farø til Falster. Der findes ingen relationer til markante skift i miljøet, der kan motivere en opdeling. En kystlinie f.eks. Lillebæltsbroens hængebrosektion går fra kyst til kyst. - Rhinbroernes skråstagsbrosektioner spænder over floden. Tilslutningsfag er konstruktioner på land. Kørebandedrageren blev broens primære gennemgående element og de bærende konstruktioner, pyloner og piller de sekundære elementer med en forståelig forskel i deres udformning i relevans til kørebandedragerens forskellige spændvidder.

Nu kunne det være spændende at se, hvordan lav eller ensartet høj kørebandedrageren med henholdsvis sideophæng eller midterophæng påvirkede vej billedet på broen.

Sideophæng gav dette billede: Trafikanten kører i et teltlignende rum. Stagene skjuler pylonen, der bærer dem.

Midterophæng gav dette billede: Den bærende pylon kan ses, og dens form træder tydeligt frem. Der er monumentalitet i billedet.

Det vil føre for vidt her nærmere at redegøre for lys- og skyggeforhold i forbindelse med lavstående sol i tiden omkring forårs- og efterårsjævndøgn, hvor solstrålerne - når der køres mod syd i skråstagsbrosektionen - ved en indfaldsvinkel på under 15° rammer personen bag rattet i øjet med mulighed for flimmervirkning med frekvenser afhængig af hastigheden.

Midterophæng reducerede dette fænomen til det mindst mulige, i det den mod syd kørende kun vil udsættes herfor i de tidlige eftermiddagstimer. Set fra andre vinkler synes sideophæng heller ikke at give et klart og letopfatteligt billede af konstruktionens virkemåde.

Stagenes mangfoldighed er iøjnefaldende. Ikke to stag er parallelle, men har hver sin retning.

Midterophæng med parallellitet mellem stagenes to og to reducerer indtrykket af mange stag og giver en naturlig orden og en klarere opfattelse af virkemåde.

Såvel i længdespring eller i ridebanespringning er det tilløbets velafbalancerede rytmik, der giver de smukkeste og bedste spring, derfor har man undgået at indføre en mindre spændvidde i overgang fra tilslutningsfag til skråstagsbro, som for menigmand er uforståelig, men ingeniøren ville nok sige: Ja, selvfølgelig.

Nu er brobyggeri primært en opgave for ingeniører, og arkitekten er et serviceorgan, som må indordne sig under de tekniske og konstruktive betingelser. Men jo mere arkitekten indlever sig i disse betingelser, des mere frugtbart bliver samarbejdet, og des større mulighed for accept af synspunkter.

Den gensidige respekt og forståelse for de ansvar hver især har, gør samarbejds klimaet mildt og inspirerende til gavn for resultatet.

Under sådanne forhold er det foreliggende projekt blevet til - og jeg er ubeskeden nok til - på de projekterendes vegne at påstå, at det også kan fornemmes, og at det foreliggende projekt kan accepteres af en bred offentlighed.

Christiani & Nielsen A/S

Indlæg - "En orientering om udbudsprojektet"
af overingeniør, cand.polyt.
Otto Bojesen

København, oktober 1979

Ved licitationen den 1. november 1979 for de to Farøbroer skulle de 6 entreprenørkonsortier, der var prækvalificerede, give tilbud på et projekt, der er udarbejdet af bygherren. Projektet - "Udbudsprojektet" - indgår i de udbudsdokumenter, som blev udsendt til de bydende i april 1979. Desuden kunne der gives tilbud på "varianter" (mindre afvigelser fra udbudsprojektet) og på egentlige alternative projekter.

Jeg vil forsøge at give en kort beskrivelse af udbudsprojektet og herunder nærmere omtale nogle af dets detaljer.

Men først vil jeg gøre opmærksom på, at et udbudsprojekt nødvendigvis må blive et kompromis mellem forskellige hensyn.

Det er klart, at anlægslovens krav skal opfyldes. Dermed er broernes linieføring, bredde og gennemsejlingshøjder fastlagt på forhånd.

Disse krav skal tilfredsstilles af konstruktioner, som skal kombinere hensyn til:

- gældende normer og bestemmelser
- konstruktive muligheder
- rimelig kvalitet m.h.t bestandighed
- indpasning i landskabet
- æstetisk udformning
- kørselskomfort for trafikanterne
- lav pris

Disse hensyn er delvis i modstrid med hinanden, hvilket gør opgaven specielt interessant, da det jo ikke blot er rent tekniske problemer, der skal løses. Projekteringen kræver derfor et tæt samarbejde med bygherren, som må træffe vigtige beslutninger undervejs.

Endelig må vi sørge for, at broerne kan bygges, og at de er så udførelsesvenlige, at så mange som muligt kan byde realistisk på dem. Vi blev derfor hurtigt enige med Vejdirektoratet om, at udbudsprojektet skulle inkludere en beskrivelse af en metode til udførelsen, og at mængdefortegnelsen skulle omfatte også de ekstra mængder, der var nødvendige for denne udførelsesmetode, og som indgik i den permanente konstruktion.

Projektets hovedtræk fremgår af Fig. 1-5

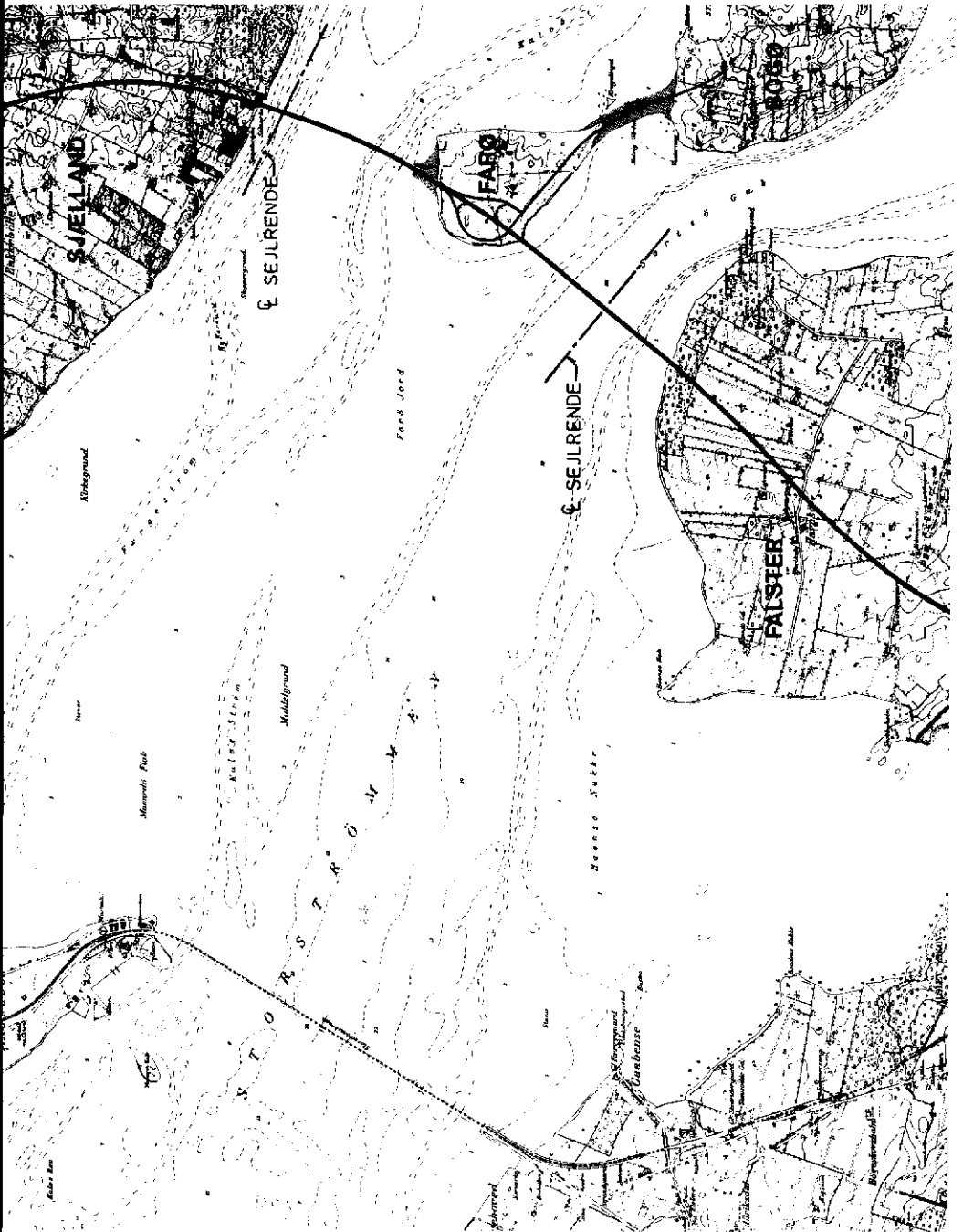
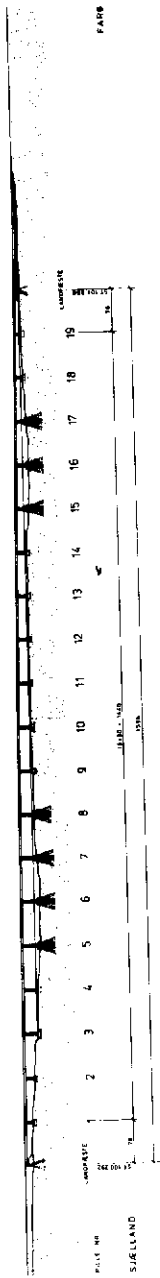
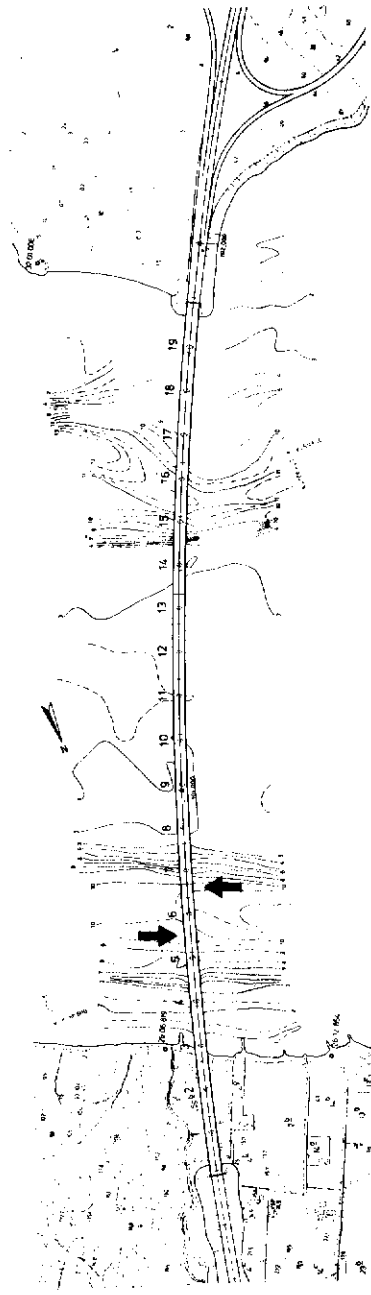


Fig. 1 Oversigtskort

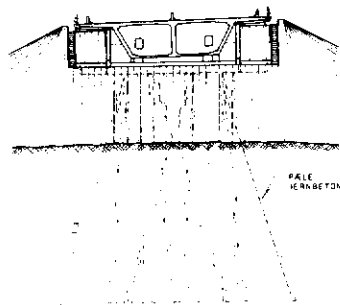


OPSTALT

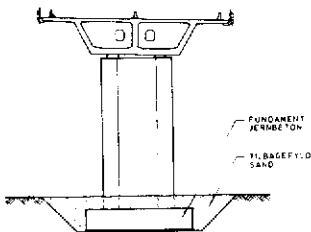


PLAN

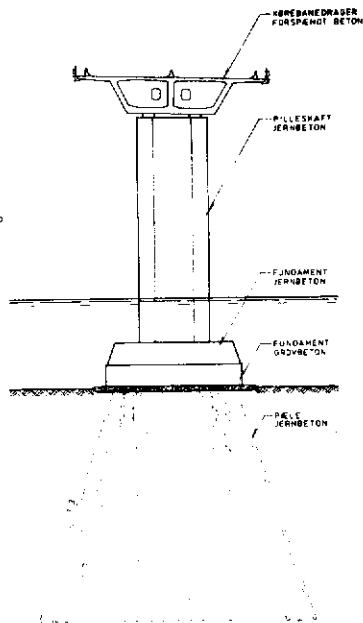
Fig. 2 Plan og opstalt Sjælland-Farø broen (S-F broen)



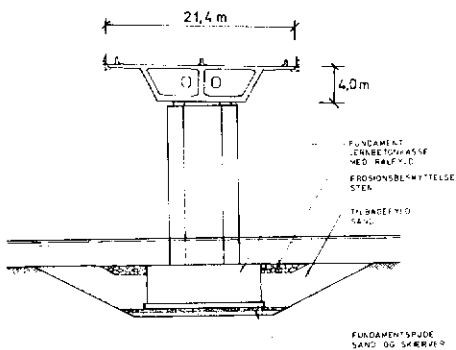
LANDFÆSTE PÅ SJÆLLAND



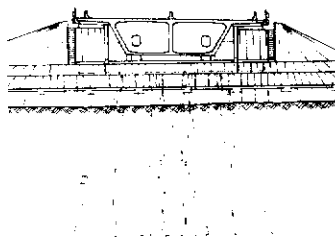
PILLE NR. 2



PILLE NR. 6

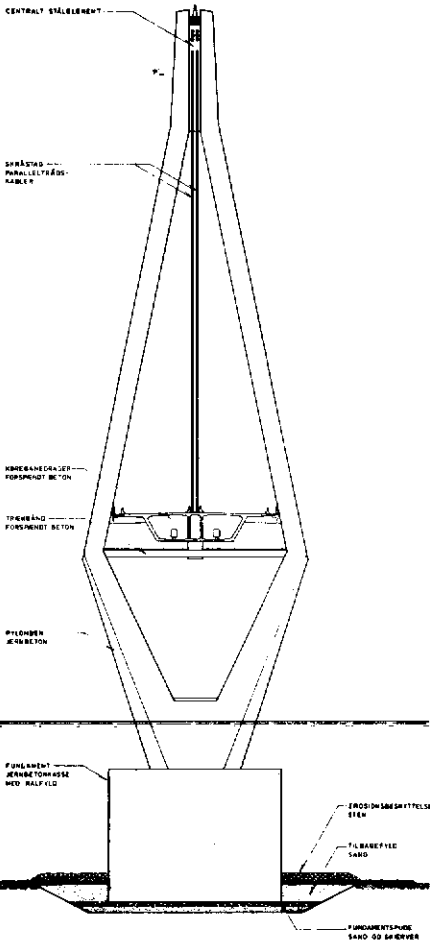


PILLE NR. 12

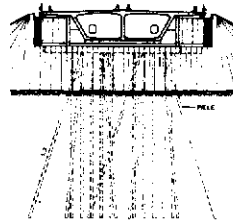


LANDFÆSTE PÅ FARØ

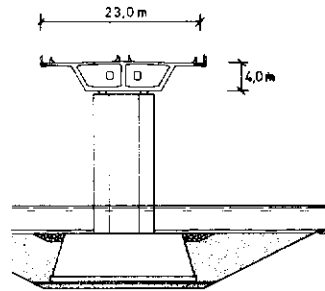
Fig. 4 Typiske tværsnit, Sjælland-Farø broen



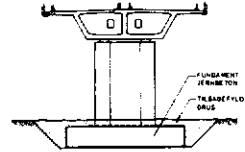
PILLE NR. 9



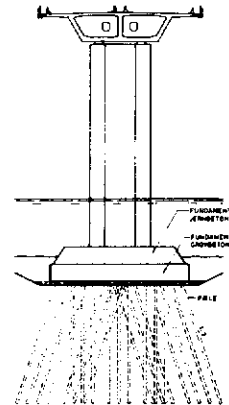
LANDFÆSTE PÅ FALSTER



PILLE NR. 4



PILLE NR. 17



PILLE NR. 7

Fig. 5 Typiske tværsnit, Farø-Falster broen

Angående spændvidderne

S-F broen og de to tilslutningsbroer til skråstagsbroen har en konstant spændvidde på 80 m - bortset fra fagene nærmest landfæsterne, som er en anelse kortere. Denne spændvidde er fastlagt efter et forsøg på at optimere konstruktionen for en overbygning enten i beton eller i stål, idet stålalternativer jo er tilladt, men pilleplaceringerne ønskes fastholdt i alle tilfælde af hensyn til at opnå den mindst mulige risiko for forsinkelser og ekstra udgifter på grund af uventede bundforhold. På grund af den stærkt variende jordbund har Vejdirektoratet nemlig investeret i denne forsikring ved at lade udføre 1-4 boringer for hver eneste pille. Den valgte spændvidde skulle være rimelig for begge typer af overbygning.

For S-F broen giver spændvidden ingen problemer for gennemsejlingsbredden, om man deler den op i to sejltrender à 40 m bredde, som det er gjort.

For F-F broen kræves en gennemsejlingsbredde på 260 m. Fastlæggelsen af spændvidden her er ikke givet på forhånd, som værende den mindst mulige af hensyn til søfarten, eller 290 m, som valgt.

Det ses, at sejltrenden kun fylder en del af det dybe løb. Det er derfor også undersøgt, om en fri spændvidde på 600 m over det dybe vand var fordelagtigt, idet der dermed kunne funderes på 10 m vand i stedet for 30 m vand. Det er det tilsyneladende ikke.

Angående overbygningen

Kassedrageren med udkragede vinger er en meget benyttet konstruktion, velegnet til den aktuelle spændvidde for S-F broen og for tilslutningsbroerne til skråstagsbroen i F-F broen. Den konstante dragerhøjde er vel ikke så sædvanlig for 80 m spændvidde, men den er her motiveret af, at F-F broen jo i virkeligheden er 3 sammenbyggede broer, som gerne skulle virke som 1 bro og derfor bedst kædes sammen med en fælles kørebanedrager. En fordel er desuden, at den konstante ydre form kan lette for-

skallingsarbejdet.

Kørebandedrageren er for begge broers vedkommende delt op i tre dilatationsafsnit, hvert på ca. 500-600 m. Derved opnås et minimum antal fuger, hvilket betyder max. kørselskomfort og min. vedligeholdelsesproblemer. Den største fugebevægelse er 104 cm.

Kassedrageren hviler på såkaldte Neopotlejer. Der er ét fast leje for hvert dilatationsafsnit. For S-F broen er de beliggende på pillerne 3, 10 og 17. For F-F broen på pillerne 4, 9 og 15.

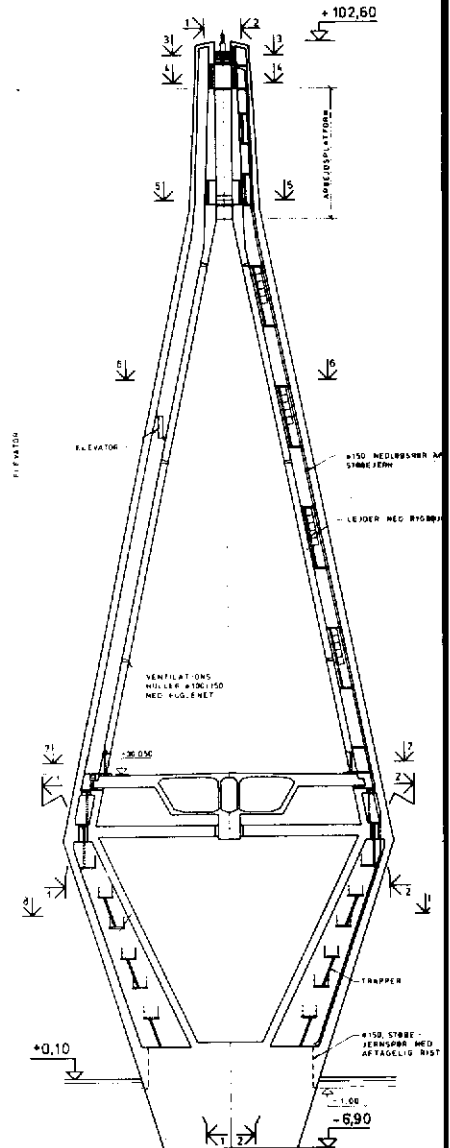
Udbudsprojektet forudsætter, at overbygningen uden for skråstagsbroen udføres i 4 m sektioner, støbt på stedet udkraget fra pillerne og fastspændt med spændkabler.

Skråstagsbroens overbygning består af pyloner, stag og kørebandedrager.

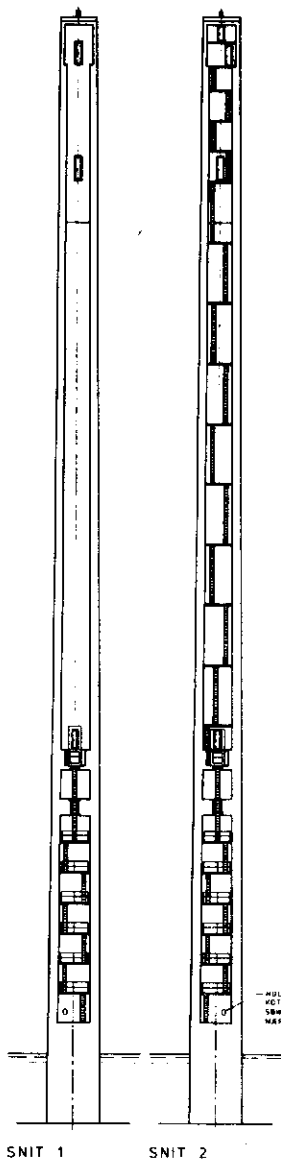
Konstruktionen er vist på Fig. 6-8.

Fig. 6 Snit i pylon

Det ses, at kørebanedrageren i skråstagsbroen har dobbelt midtvæg. Anledningen hertil er, at stagene spændes i deres nedre ende og det er derfor praktisk, at begge stag i ét stagpar er placerede sammen i rummet mellem de to vægge.



SNIT I PYLON
PILLE NR 9 VIST



- AFLEDE FRA TOP AF STÅLKASSE



SNIT 3



SNIT 4

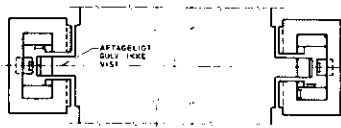
- ARBEJDSPLATFORM



SNIT 5

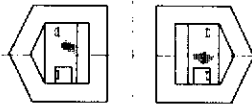


SNIT 6

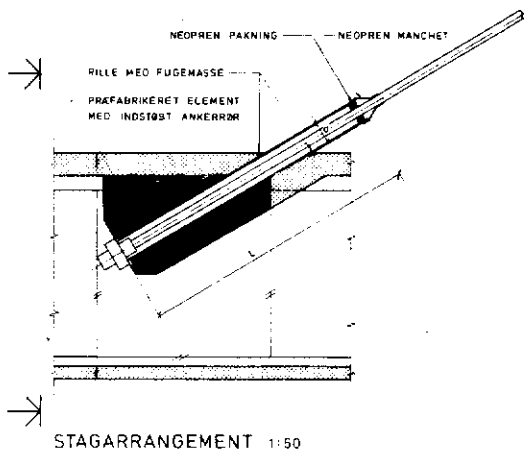
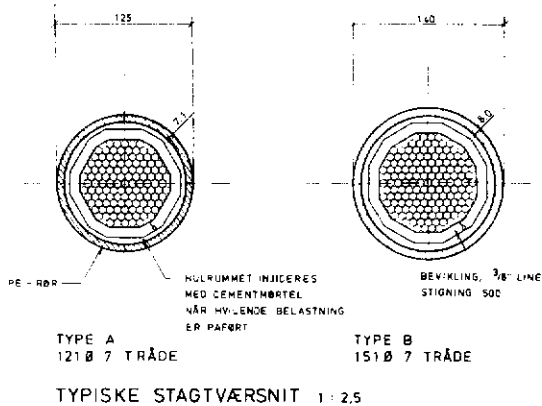
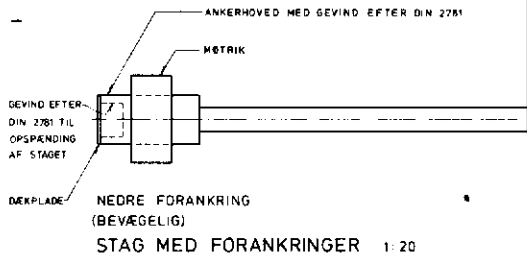


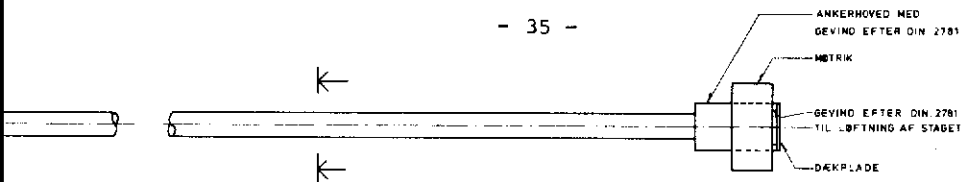
SNIT 7

- MULLER WOOD 1 KOTE TO K. FIL SWIRTS AF - MARKING



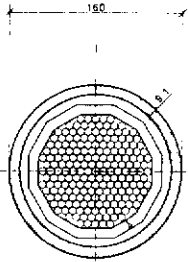
SNIT 8



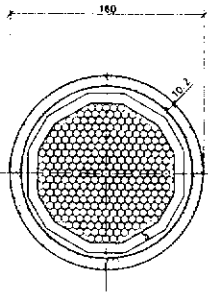


STAG,
PARALLELTRÅDSKABEL
I PE-RØR

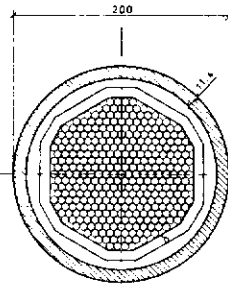
ØVRE FORANKRING
(FAST)



TYPE C
199 Ø 7 TRÅDE

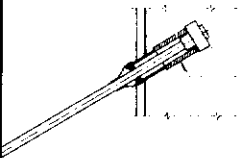


TYPE D
295 Ø 7 TRÅDE



TYPE E
337 Ø 7 TRÅDE

E PYLON



TVÆRBJÆLKER MED
PÅSVEJSTE STÅLRØR
I PYLONTOP

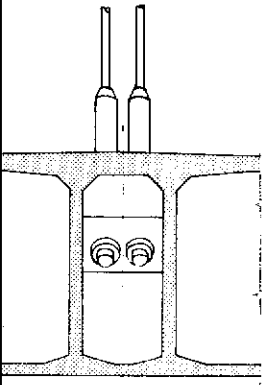
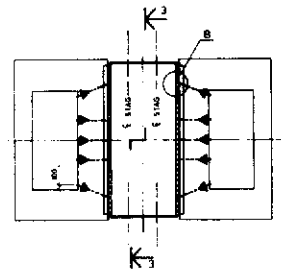
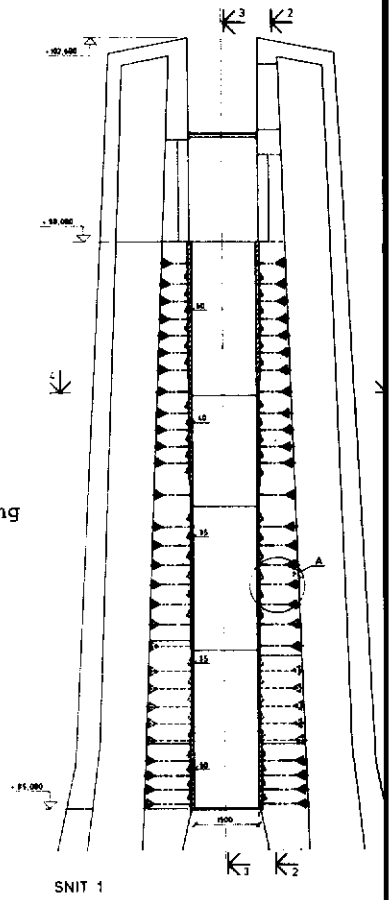
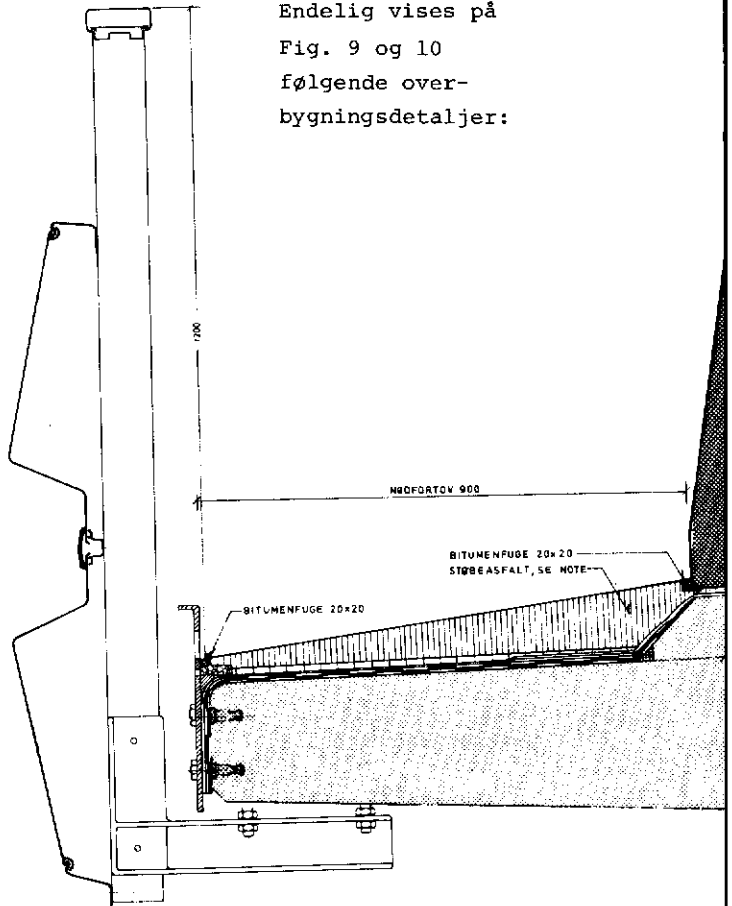


Fig. 7 Stag

Fig. 8 Stagforankring
i pylontop



Endelig vises på
Fig. 9 og 10
følgende over-
bygningsdetaljer:



SNIT VED NØDFORTOV OG SIDEAUTOVÆRN

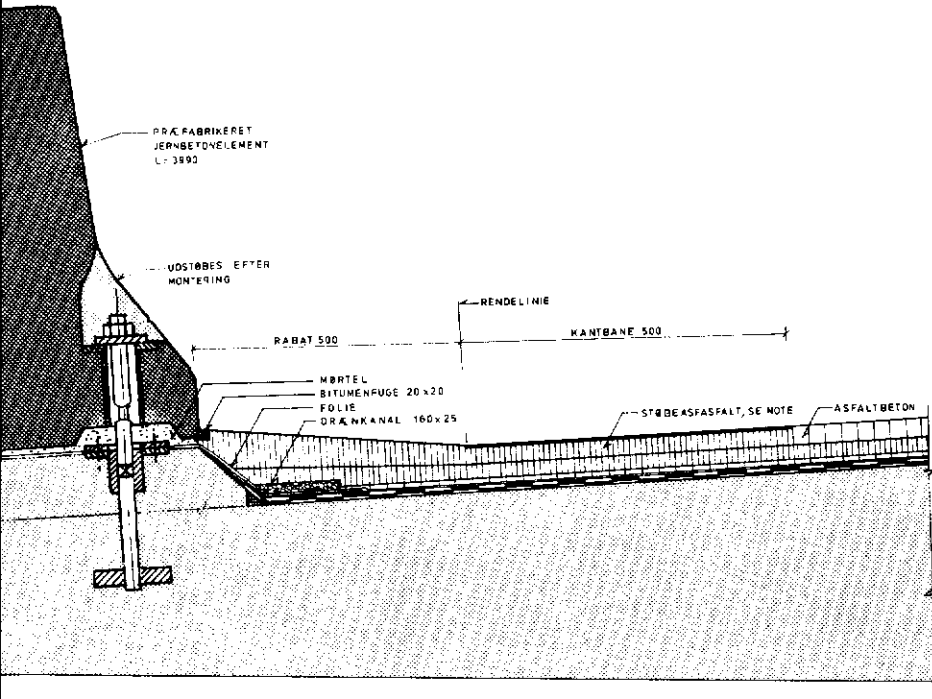
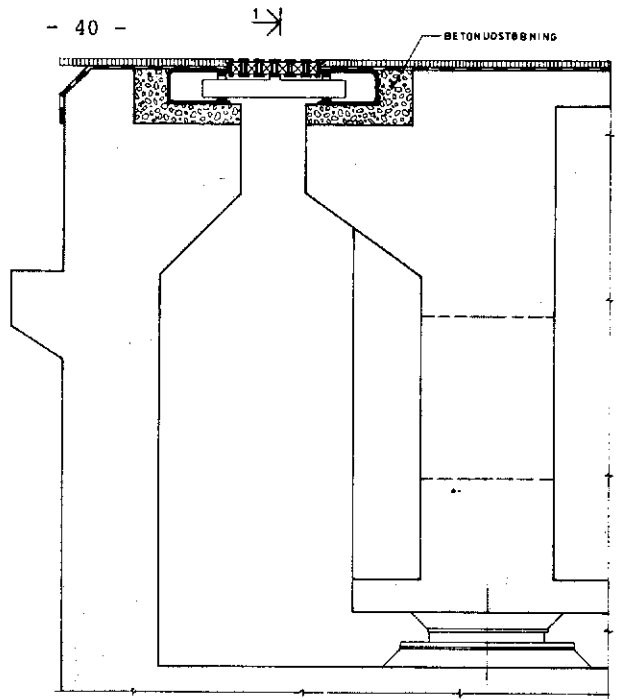
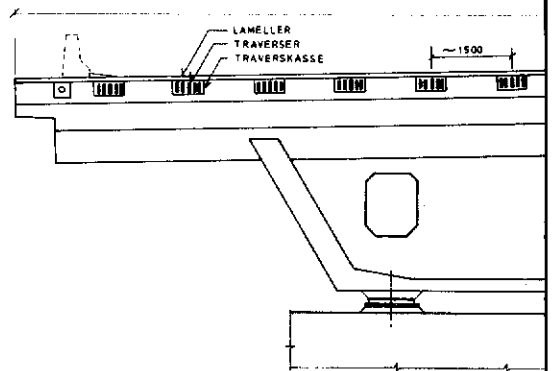


Fig. 9 Vejbelægning, rækværk og autoværn



DILATATIONSFUGE VED LANDFÆSTE 1:20

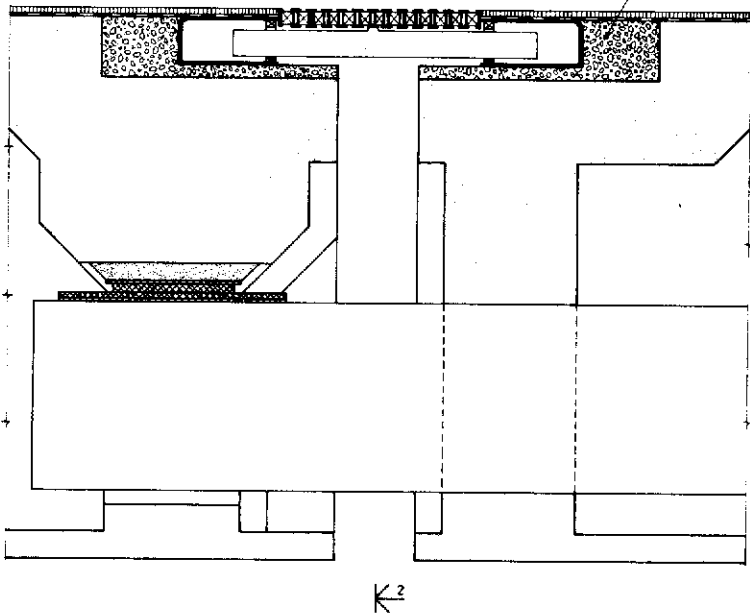


SNIT 1 1:50

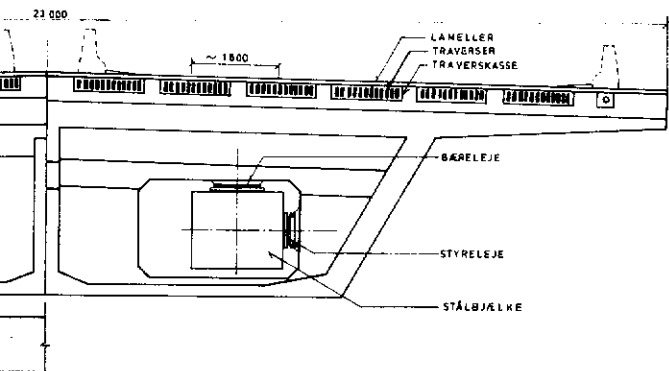
Fig. 10 Dilatationsfuger

K² - 41 -

BETONUOSTØRNING



DILATATIONSFUGE MELLEML TILSLUTNINGSBRO OG SKRÅSTAGSBRO 1:20



SNIT 2 1:50

Angående underbygningen

Udover at skulle overføre belastningerne fra overbygningen til fundamenterne, er pilleskafterne udsat for navnlig istryk og skibsstød.

De slanke piller reducerer istrykket, som er beregnet til at være ca. 2,0 MN vinkelret på broen og 1,3 MN parallelt med broen på én af de almindelige piller. På pylonerne er det ca. 2,3 MN vinkelret på broen og ca. 2,7 MN parallelt med broen. Skibsstød er regnet med at være 20 MN på pillerne i F-F broen på over 4,5 m vand, og for piller på over 3,0 m vand men mindre end 4,5 m vand regnes med 7,0 MN. For S-F broen regnes med de 7,0 MN. De relativt små skibsstød for det dybe farvand ved F-F broen skyldes, at den største vanddybde, der kan besejles i farvandet i øvrigt, kun er godt 5 m.

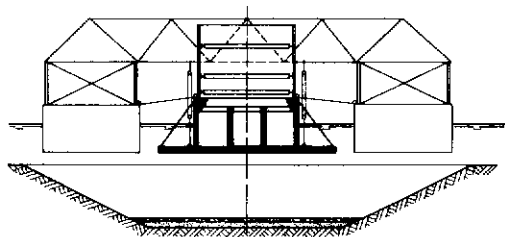
Pillerne er funderet enten direkte eller på pæle. Pælene er enten armerede jernbetonpæle eller stålørpæle.

For det cirkulær-cylindriske fundament for pylonerne og pille nr. 11 i F-F broen gælder, at den ydre jernbetoncylinder tjener alene til brug som fangedæmning under udførelsen og, i den færdige tilstand, som silovæg for stenballasten. Alle kræfter fra pilleskraft til jordbund overføres gennem indre vægge mellem top- og bundplade.

Angående udførelsen

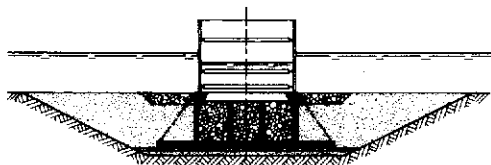
Som sagt - et meget væsentligt led i udbudsprojektet skulle være en beskrivelse af en metode til udførelsen. Den valgte udførelsesmetode som udbudsprojektet er dimensioneret for, fremgår af Fig. 11-17.

DIREKTE FUNDEREDE FUNDAMENTER



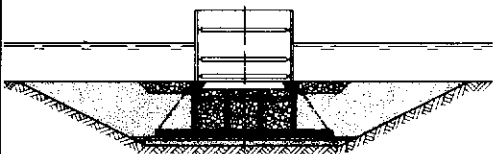
①

EFTER UDGRAVNING OG OPRENSNING AF BUNDEN ETABLERES EN PLAN FUNDAMENTSPUDE OPBYGGET AF SAND OG SKRÆVER. VED HJÆLP AF EN SÆNKERIG BUGSERES DEN PRÆFABRIKEREDE SÆNKEKASSE MED PÅMONTERET FANGEDÆMNING TIL PILLEPOSITIONEN, HVOR DEN SÆNKES VED BALLASTERING OG PLACERES PÅ FUNDAMENTSPUDEN. UMIDDELBART EFTER SÆNKNINGEN FYLDES SÆNKEKASSEN MED VAND TIL KOTE -1,0 m.



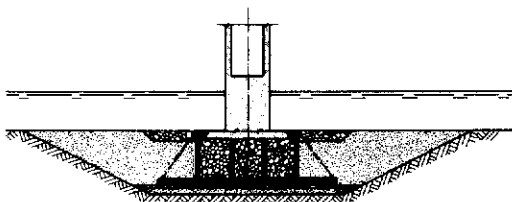
②

MEG VANDSTANDEN FASTHOLDT I KOTE -1,0 m FYLDES RAL I SÆNKEKASSEN, SAMTIDIG TILBAGEFYLDES MED SAND RUNDT OM PILLEN OG EROSIONSBESKYTTELSE UDLÆGGES.



③

EFTER EN KONSOLIDERINGSPERIODE PÅ MIN. 2 UGER REGNET FRA FÆRDIGGØRELSEN AF RAL- OG SANDFYLDNINGEN, SÆNKES VANDSTANDEN FRA KOTE -1,0 m TIL CA 1,5 m UNDER FOK. HEREFTER STØBES TOPPLADEN TØRHED.

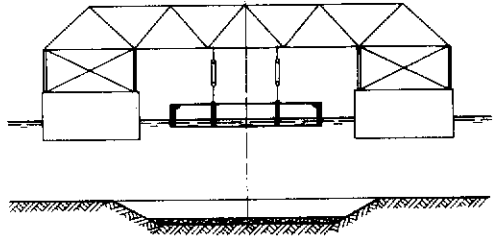


④

PILLESKAPTET STØBES OG FANGEDÆMNINGEN AFMONTERES.

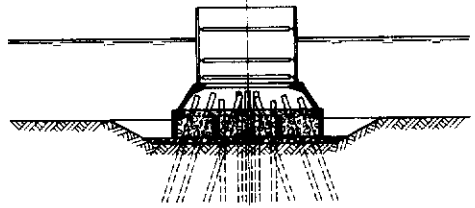
Fig. 11 Direkte funderede fundamenter

PÆLEFUNDEREDE FUNDAMENTER



①

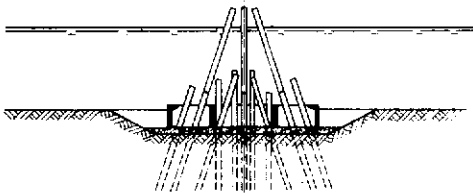
JØDRÅNNING OG OPRENSNING AF HAVBUNDEN FORETAGES. HEREFTER UDLØGGES OG AFRETTES ET LAG RÅL. VED HJÆLP AF EN SÅNKERIG PLACERES DEN NEDRE FORSKALLINGSKASSE PÅ DET AFRETTEDE RALLAG.



④

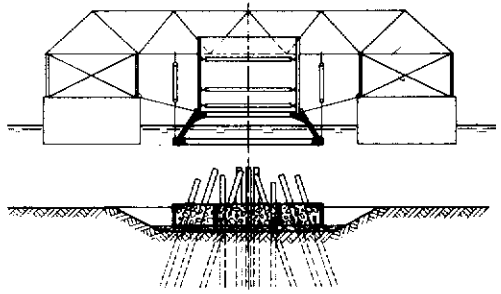
FANGEDÅNNINGEN OG DEN ØVRE FORSKALLINGSKASSE LÅNSES FOR VAND. EFTER AT UNDERVANDSBETONENS OVERFLADE ER OPRENSET, OG EVENTUELLE LÆKAGER I FUGEN MELLEM DE TO KASSER ER TÆTNET, STØBES ET AFREININGSLAG AF DROVBETON.

Fig. 12 Pælefunderede fundamenter



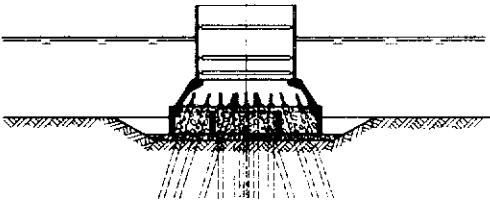
2

PÆLENE FOR UDFØRELSE AF PRØVEBELASTNINGEN RAMMES MED PÅSAT STÅLRØRSFORLÆNGER, EFTER AT PRØVEBELASTNINGEN ER UDFØRT OG VURDERET, RAMMES DE RES. GRENDE PÆLE. HEREFTER FORETAGES KONTROLNIVELLEMENTI OG POSITIONSBESTEMMELSE AF PÆLENE, EVENTUEL NØDVENDIG EFTER-ARMERING UDFØRES, HVOREFTER FORSKALLINGSKASSENS POSITION KONTROLLERES, OG OPRETNING OM NØDVENDIGT FORETAGES.



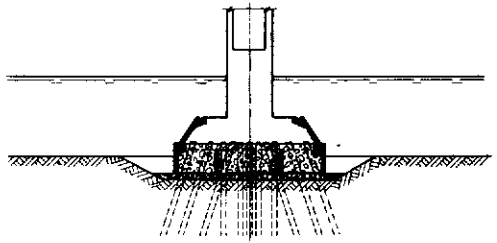
3

DEN NEDRE FORSKALLINGSKASSE JØSTØBES MED UNDERVANDS-BETON. EVENTUELLE PÆLE MED FOR STOR OVERLÆNGDE AFKAPES, DEN ØVRE FORSKALLINGSKASSE MED PÅNØJERET FANGEDÆNNING PLACERES HEREFTER OG FASTGØRES TIL DEN NEDRE KASSE.



5

BETONPÆLEHØVEDERNES ARMERING FRIMØGGES, HENHOLDSVIS STÅLPÆLENE UDSTØBES OG FORSYNES MED UDGRADENDE ARMERING, HVOREFTER ØVRE FORSKALLINGSKASSE UDSTØBES.



6

PILLESKAFET STØBES OG FANGEDÆNNINGEN AFMONTERES.

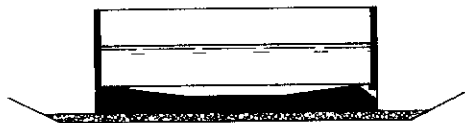
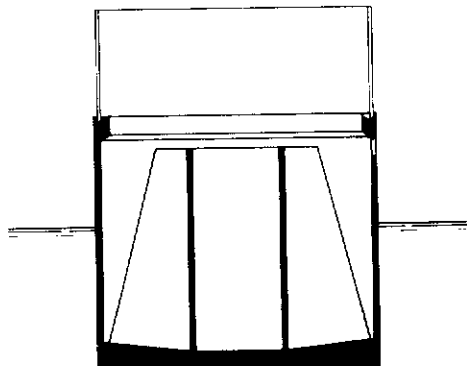


Fig. 13
Fundamenter for
pyloner og pille 11 (F-F)

①

BUNOPLADEN OG DEN NEDRE DEL AF YDERVEGGEN
STØBES I TØRROK, EFTER AT YDERVEGGEN ER
STIVET AF FOROVEN, BALLASTERES SÆNKEKASSEN
MED MND.



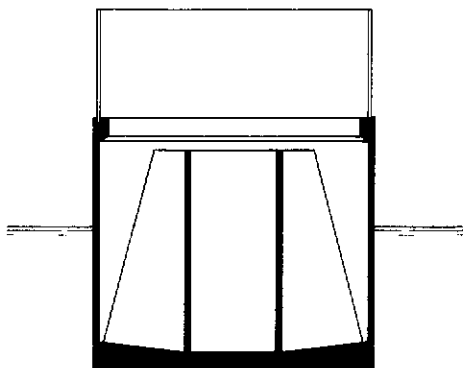
④

EFTER UDRÅNNING OG OPRENSNING AF BUNGEN, ETAB-
LERES EN PLAN FUNDAMENTSPLADE OPBYGGET AF SAND
OG SKERVER. SÆNKEKASSEY BUCSERES FRA STØBE-
PLADSEN TIL PILLEPOSITIONEN OG FORTJÆNS TIL
UDLAGTE ANKRE.



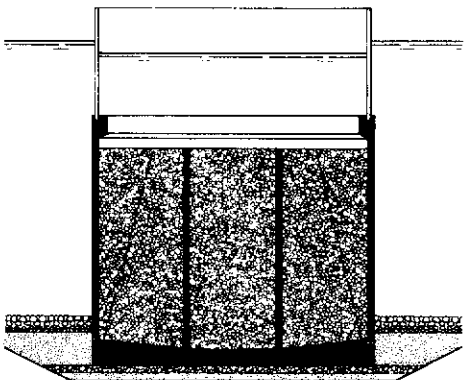
②

DOKKEN FYLDES MED VAND OG ÅBNES, HVOREFTER SÆNKEKASSEN LÆNSES. SÆNKEKASSEN, SOM NU FLYDER MED ET PASSENDE FRIBORD, PLYTTES DEREFTER UD AF DOKKEN TIL FÆRDIGGØRELSE FLYDENDE.



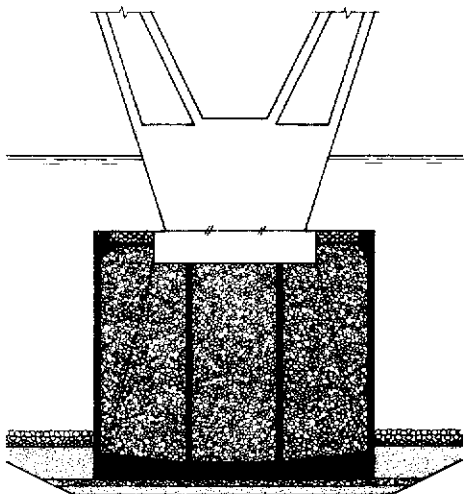
③

YDREVÆGGEN STØBES TIL FULD HØJDE, OG DEN NØRE KONSTRUKTION STØBES TIL UNDERKANT AF TOPPLADEN. ENDELIG MONTERES EN FANGEDÆMNING FØRDEVEN.



⑤

SÆNKEKASSEN SÆNKES VED BALLASTERING OG PLACERES PÅ FUNDAMENTSPLADEN, HVOREFTER VANDSTANDEN INDENFOR FANGEDÆMNINGEN HÆVES TIL KOTE -1,0 m. MED VANDSTANDEN FASTHOLDT I DETTE NIVEAU, FYLDES SÆNKEKASSEN NU MED VAND OP TIL UNDERSIDEN AF TOPPLADEN, SAMTIDIGT TILBAGEFYLDES MED SAND RUNDT OM PILLEN OG EROSIONSBESKYTTELSEN UDLEGGES.



⑥

EFTER EN KONSOLIDERINGSPERIODE PÅ MIN. 2 UGER REGNET FRA FÆRDIGGØRELSEN AF SAND- OG RALFYLDNINGEN SÆNKES VANDSTANDEN INDENFOR FANGEDÆMNINGEN FRA KOTE -1,0 m TIL CA 1 m UNDER RALOVERFLADEN. HEREFTER STØBES TOPPLADEN, HVOREFTER RAL OG EROSIONSBESKYTTELSE OMKRING DENNE PLACERES. FANGEDÆMNINGEN AFMONTERES, SÅ SVART UDØRELSEN AF OVERBYGNINGEN TILLADER DET.

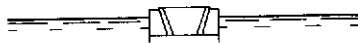
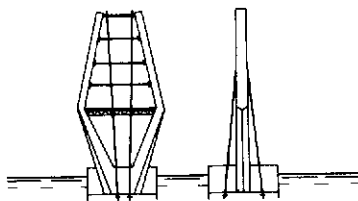


Fig. 14 Pyloner

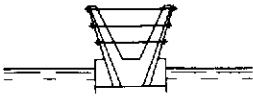
①

PYLONDELEN FRA KOTE $-8,9$ TIL CA. KOTE $+3,0$ STØBES
INDEN FOR DEN TØRLAGTE FANGEDÆMNING.



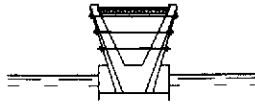
④

DE ØVRE PYLONBEN STØBES I HØRDE SEKTIONER
I KLATREFORM. UNDERVEJS ETABLERES JUSTERBARE
TVÆRAFSTIVNINGER. VED CA. KOTE $+60,0$ AFSTIVES PY-
LONEN I BRØGENS LÆNGDERETNING.



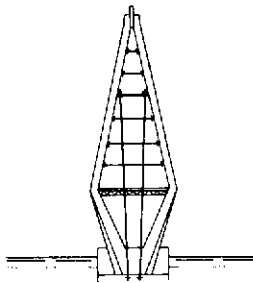
②

DE NEDRE PYLONEN STØBES I VANDRETTE SEKTIONER I KLATREFORM. UNDERVEJS ETABLERES JUSTERBARE TVÆRAFSTIVNINGEN MELLEMLYONBENENE.



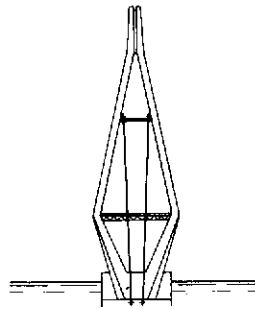
③

TRÆKBÅNDET MELLEMLYONBENENE STØBES I FORSKALLING UNDERSTØTTE PÅ STILLADS. TRÆKBÅNDET FORSPÆNDES I TÆKT MED STØBNINGEN AF DE ØVRE PYLONEN OG MED DEN EFTERFØLGENDE UDFØRELSE AF KØREBANEORAGEREN.



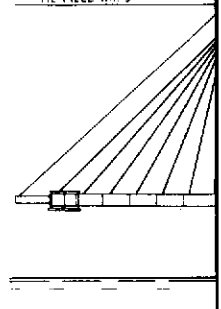
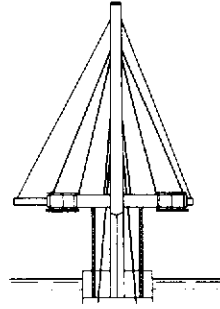
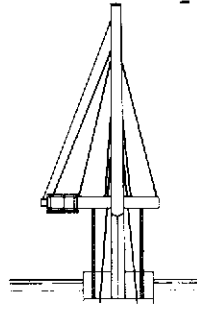
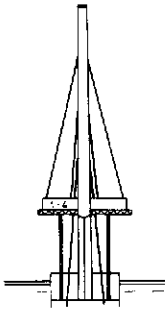
⑤

DET CENTRALE STÅLELEMENT, DER ØVERST FORBINDER DE TO PYLONEN, MONTERES I VANDRETTE SEKTIONER DER INDSTØBES I PYLONBENENES BETONSEKTIONER. EFTER BETONENES HÆRDNING FORSPÆNDES ANKRENE MELLEMLYONBENENE OG PYLONEN.



⑥

NÅR PYLONEN ER FÆRDIG KAN DE MØLERTIDIGE TVÆRAFSTIVNINGER FJERNES, IDET OGSÅ AFSTIVNINGEN I BROENS LÆNGDERETNING SAMT TRÆKBÅNDETS STILLADS BIBEHOLDES.



PILLE NR. 10

10

10

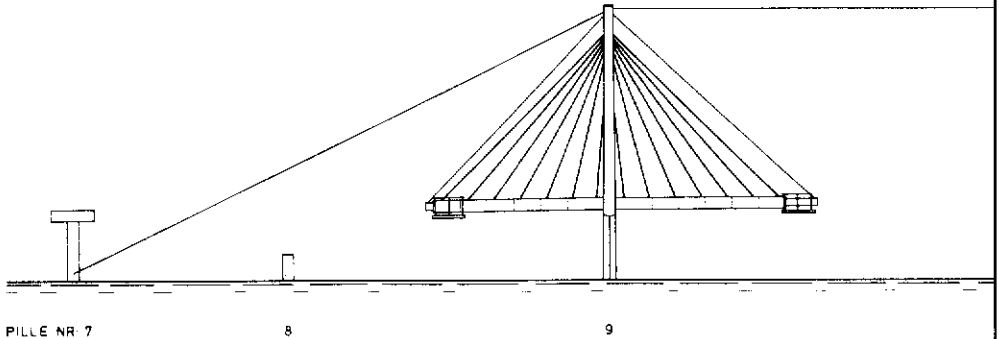
①
SEKTION 1-4, IALT 31,6 M,
STØBES PÅ FAST STILLADS,
DER FØRSPÄNDES OG DE
FØRSTE 4 SKRÅSTAGSPAR
MONTERES OG SPÆNDES

②
STILLADS OG FORSKALLING
AFMONTERES.
FREMBYGNINGENHED MOD PILLE
NR. 9 MONTERES.

③
FREMBYGNINGSENHED MOD PILLE NR.
11 MONTERES
DER FREMBYGNES 10 M SEKTIONER MOD
SKIFTEVIS PILLE NR. 9 OG PILLE NR. 11.

④
NÅR FREMBYGNINGEN ER NÆST ET
PILLE NR. 10 MIDLERTIDIGT I BRUG
PYLONENS TOP TIL PILLE NR. 12 OG
DEN HIDLIGTIGE LANGSGÅENDE A

Fig. 15 Kørebandedrager i skrånstagsbro

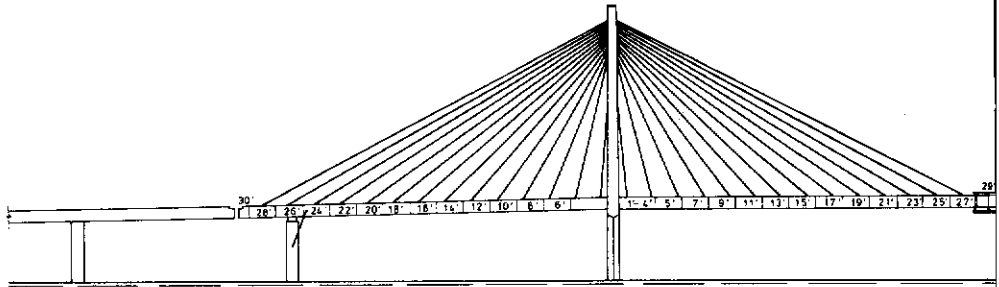


PILLE NR. 7

8

9

⑥
VED FREMBYGNING FRA PYLONPILLE NR. 9 VIRKER DE TIDLIGERE ETABLEREDE, MIDLERTIDIGE AFSTIVINGSSTAG FRA PILLE NR. 7 OVER PYLONPILLERNE NR. 9 OG
SEKTION 29 STØBES SOM EN NORMAL SEKTION I DET DER ANORDNES ET MIDLERTIDIGT HÅLPESTAG. FREMBYGNINGSENHEDERNE AFMONTERES.
EN DEL AF DEN OVER PILLE NR. 11 LIGGENDE, SUPPLERENDE SPÆNDARMERING SPÆNDES. SEKTION 30 STIBES I SÆDEL FORSKALLING.
NÅR DE PERMANENTE LEJER I DILATATIONSFUGEN OG PÅ PILLE NR. 11 ER ANORDNET, KAN DEN MIDLERTIDIGE TRÆK- OG TRYKFORBINDELSE TIL PILLE NR. 11 FJERNES

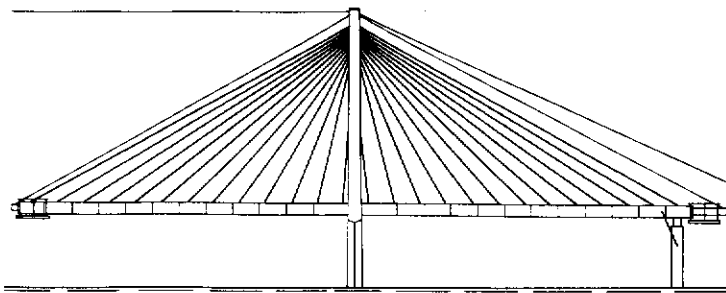
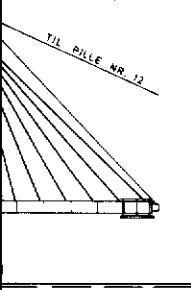


PILLE NR. 7

8

9

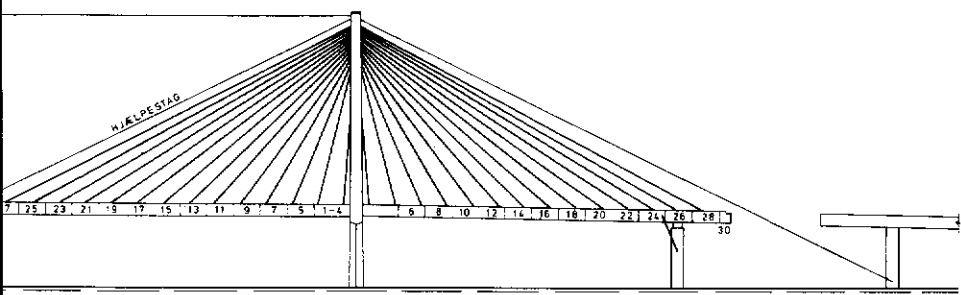
⑦
DEN FRI FREMBYGNING FRA PYLONPILLE NR. 9 FØREGÅR SOM BESKRÆVET FOR FREMBYGNINGEN FRA PYLONPILLE NR. 10. NÅR DEN MIDLERTIDIGE TRÆK- OG TRYKFORBINDELSE
TIL PILLE NR. 11 ER ANORDNET, KAN DEN FJERNES. SEKTION 29 STØBES I SÆDEL FORSKALLING OPHÆNGT MELLEN SEKTION 27 OG SEKTION 29, EFTER HÆRDM NG SPÆNDES KONTINUITETSFORSPÆNDINGEN.



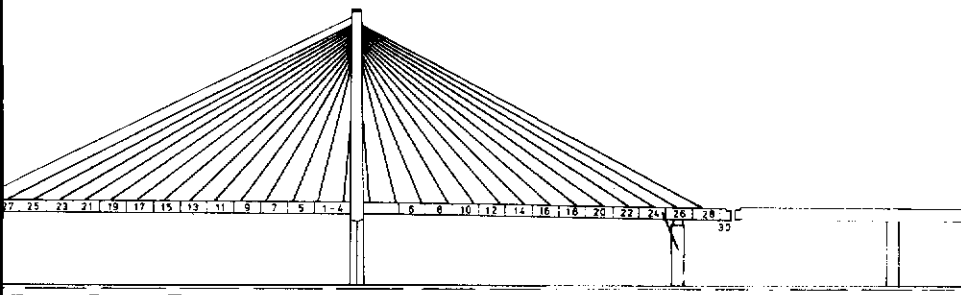
(5)

KE FREM. AFSTIVES PYLON-
 ANDERETNING VED STAG FRA
 PYLONPILLE NR. 9 TIL PILLE NR. 7.
 ING AF PYLONEN FJERNES.

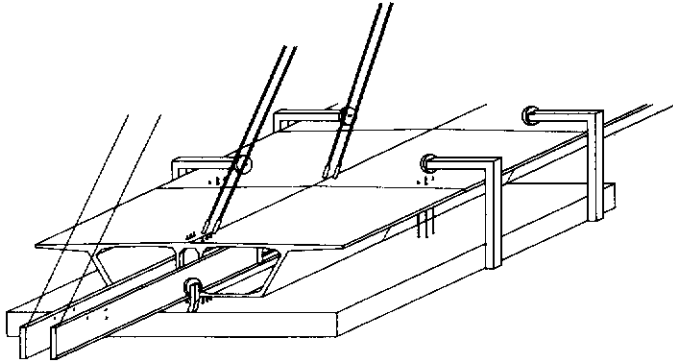
NÅR KØREBANEDRAGEREN NÅR PILLE NR. 11, ETABLERES EN MIDLERTIDIG TRÆK- OG TRYKFORBINDELSE TIL DENNE.
 PILLESKAFDET STØBES OP I FULD HØJDE, NÅR FREMBYGNINGSSEKSIJONEN HAR PASSERET PILLEN.



TIL PILLE NR. 12 SOM MIDLERTIDIG AFSTIVNING AF PYLONPILLE NR. 9*

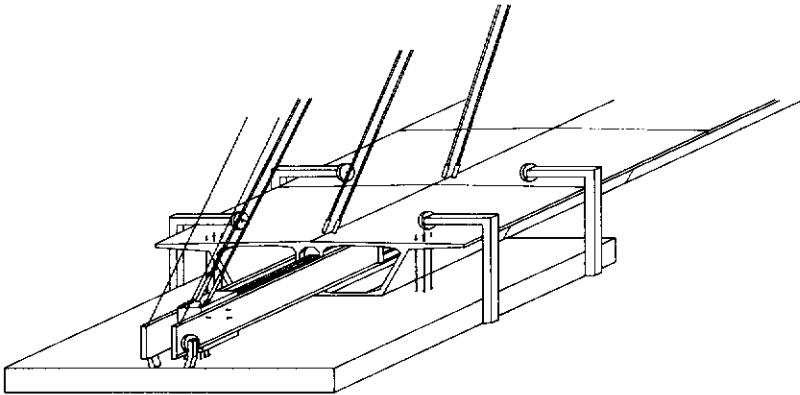


FORBINDELSE TIL PILLE NR. 8 ER ETABLERET, KAN DE AFSTIVNINGSSTAG FRA PILLE
 7 OG 9 FJERNES. HJÆLPESTAGET OG FORSKALLINGEN ER OGSÅ FJERNES.

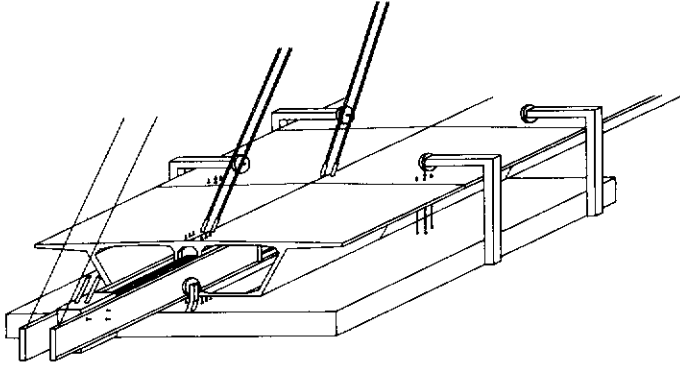


①
FREMBYGNINGSDRAGEREN SKYDES FREM.

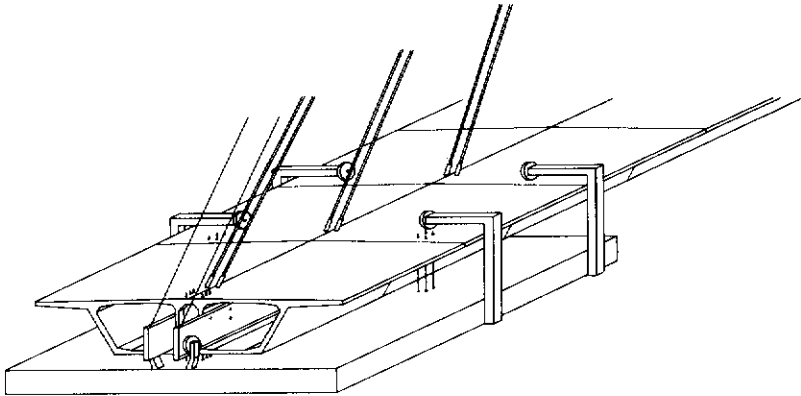
Fig. 16 Kørebanedragere, detalje af frembygningsvogn



③
SKRÅSTAGENE TRANSPORTERES I RULLER PÅ EN PONTON OG HEJSES PÅ PLADS AF ET SPIL I PYLONTOPPEN. FOR AT REDUCERE STAGENES NEDHÆNG BENYTTES HJÆLPESTAG. SKRÅSTAGENE FORANKRES PERMANENT I PYLONTOP OG MIDLERTIDIGT I DET PRÆFABRIKEREDE ELEMENT. FORSKALLINGSVOGGEN KØRES FREM OG OPHÆNGES I DET PRÆFABRIKEREDE ELEMENT OG DEN FORRIGE SEKTION.



②
DET PRÆFABRIKEREDE ELEMENT FOR FORANKRING AF SKRÅSTAG PLACERES, FASTSPÄNDES TIL FREMBYGNINGSDRAGEREN OG AFSTIVES I BRØENS LÆNGDERETNING MOD DEN FØRIGE SEKTION.



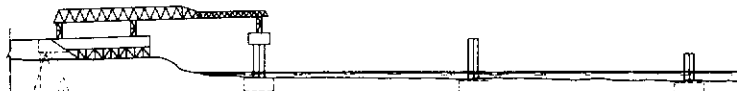
④
ARMERINDEN PLACERES OG SEKTIONEN UDSØBES. UNDER UDSØBNINGEN REGULEREKRAFTEN I STAGENE. EFTER HÆRNING FORSPÄNDES SEKTIONEN, DER ETABLERES EN INDVENDIG PROVISORISK TVÆRAFSTIVNING, OG FØRSKALLINGEN FRIGØRES. DE INDRE TVÆRVÆGGE SØBES NÅR FREMBYGNINGSDRAGEREN ER FØRT TILSTRÆKKELIGT LÆNGST FREM.

FARØ



①

DET HALVE FAG NÆRMEST LANDFÆSTET SAMT 8m SEKTIONEN OVER PILLE NR. 1 STØBES I KONVENTIONEL FORSKALLING UNDERSTØTTE PÅ STILLADS. DE PERMANENTE LEJER INSTALLERES MIDLERTIDIGT.



②

EFTER HÆRDNING UNDERSTØTTES OG FASTSPENDES 8m SEKTIONEN VED MIDLERTIDIGE ANORDNINGER TIL PILLESKAFTEY. STILLADS OG FORM FJERNES. EN HJÆLPEDRAGER MONTERES OVER DE STØBTE DELE AF KØREBANEDRAGEREN, HVOREFTER DEN FORSKYDES FREM MOD DEN FØRSTE PILLE.



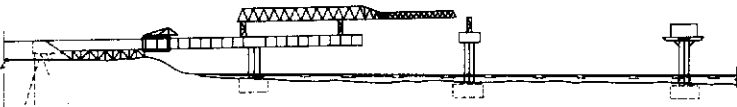
③

KØREBANEDRAGEREN STØBES PÅ STEDET MED SYMMETRISK FRI FREMBYGNING FRA PILLERNE AF 4m SEKTIONER I DEN ANVISEDE RÆKKEFØLGE. NÅR 2 SEKTIONER SYMMETRISK OM PILLEN BEGGE HAR OPNÅET TILSTRÆKkelig STYRKE, TRÆKES OG SPÆNDES FREMBYGNINGSKABLERNE I KØREBANEDRAGERENS ØVERSIDE HEN OVER PILLEN. SPÆNKARMEREN I TVÆRVÆGGEN OPSPÆNDES I TAKT MED FREMBYGNINGEN. EFTER STØBNING AF SEKTION NR. 4, JUSTERES OG FASTSTØBES DE PERMANENTE LEJER. LEJERNE LÅSES FOR OPTAGELSE AF LANGSGÅENDE KRÆFTER, OG DEN MIDLERTIDIGE UNDERSTØTNING OG FASTSPÆNDING FJERNES. HJÆLPEDRAGEREN BENYTTES HEREFTER TIL STABILISERING AF KØREBANEDRAGEREN UNDER DEN VIDERE FREMBYGNING.



④

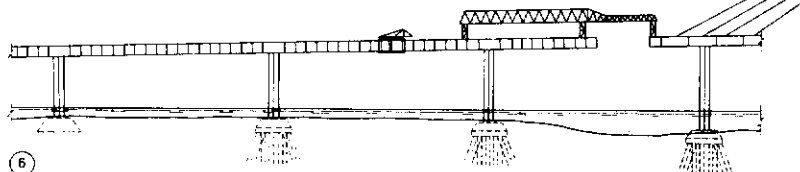
FREMBYGNINGEN FORTSÆTTES SYMMETRISK OM PILLEN, INDTIL LÆNGDEN AF HVER KRAGARM ER EN HALV FADLÆNGDE, HDET DEN SIDSTE SEKTION I DEN BÅGUD VENDENDE UDKRAGNING SAMMENSTØBES MED DEN FOREGÅENDE FREMADVENDENDE UDKRAGNING. FØR SAMMENBYGNINGEN FRIGØRES LEJERNE.



⑤

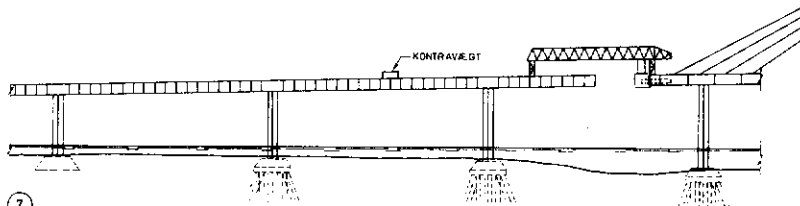
KONTINJUETSKABLERNE TRÆKES OG SPÆNDES, OG HJÆLPEDRAGEREN FORSKYDES ET FAG FREM. UNDER DENNE PROCES BENYTTES FREMBYGNINGSVIGNEN SOM KONTRAVÆGT. NÅR FREMBYGNINGSVIGNEN FJERNES, ERSTATTES DEN AF EN ANDEN KONTRAVÆGT.

BYGNING AF LANDFÆSTEFAG OG NORMALFAG



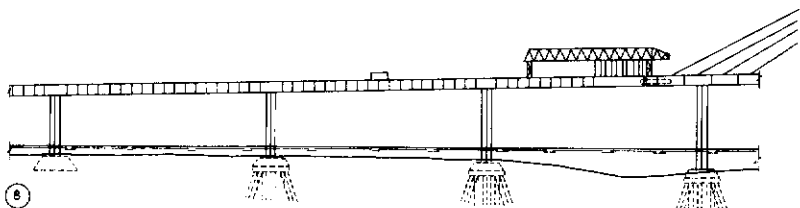
6

FAGET, DER INDEHOLDER EN DILATATIONSFUDE, STØBES SOM BESKREVET I PUNKT 3) INDTIL FAGMIDTE. HJÆLPEDRAGEREN FØRSKYDES SÅLEDES, AT DEN HVILER PÅ DEN YDERSTE DEL AF SKRÅSTAGSBRØEN. DEN FORRESTE DEL AF HJÆLPEDRAGEREN AFMONTES. FREMBYGNINGSVØGGEN FJERNES OG KONTRAVÆGTEN ANBRINGES.



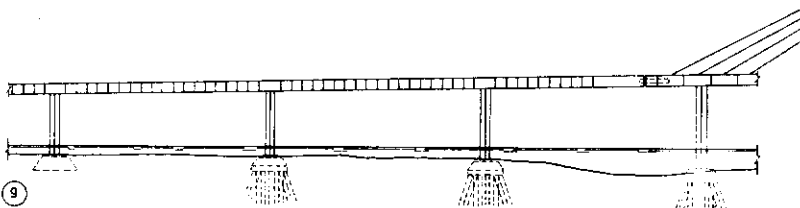
7

KØREBANEDRAGEREN MELLEM FAGMIDTE OG DILATATIONSFUDE STØBES I EN SÆRLIG FORM OG OPHÆNGES I HJÆLPEDRAGEREN. STÅLBJÆLKERNE I FUGEN INSTALLERES. EFTERHÅNDEN SOM SKRÅSTAGSBRØEN DELASTES, OPSPÆNDES DEN LANGSGÅENDE SPÆNDARMERING, OG KRÆFTEN I DET YDERSTE STAGPAR REGULERES. SPÆNDARMERING I TVÆRVÆGGENE VED FUGEN OPSPÆNDES LIDELÆDES I TAKT MED KRÆFTPÅBRINGEN.



8

EFTER AT KØREBANEDRAGEREN ER FÆRDIGSTØBT OG FUGEKONSTRUKTION ER ANORDNET, TRÆKES OG SPÆNDES KONTINUITETSÅBNERNE, HVOREFTER HJÆLPEDRAGER OG KONTRAVÆGT FJERNES.



9

TILSLUTNINGSFAGET JUSTERES VED HJÆLP AF DONKRAFTENE ANBRAGT I DILATATIONSFUGEN, SÅLEDES AT MOMENTET I KØREBANEDRAGEREN OVER DEN NÆRMESTE PILLE I TILSLUTNINGSBROEN IKKE OVERSTIGER MOMENTET OVER DE ØVRIGE UNDERSTØTNINGER I TILSLUTNINGSBROEN. DILATATIONSLEJERNE JUSTERES OG DONKRAFTENE FJERNES.

BYGNING AF DILATATIONSFAG

Fig. 17 Kørebanedragere i S-F broen og i tilslutningsbroerne til F-F broens skrånstagsbro

Slutbemærkning

Jeg fremhævede i indledningen, at det her beskrevne udbudsprojekt måtte blive et kompromis mellem flere delvis modstridende hensyn. Det vil derfor blive interessant at se, om de afgivne tilbud indeholder andre løsninger på problemerne.

Bygherre

Vejdirektoratet.

Projekt

Christiani & Nielsen A/S.

Konsulenter

Alstrup & Villefrance, Arkitekter M.A.A.

Professor, Dr. Fritz Leonhardt. Stuttgart,
som specialist vedrørende skråstagsbroen.

Geoteknisk Institut

Skibsteknisk Laboratorium.

Mogens Balslev, Rådgivende Ingeniører A/S.

Vejdirektoratet

Indlæg af
afdelingsingeniør, cand.polyt.
H.H. Gotfredsen

København, oktober 1979

Efter at man har hørt Vejdirektørens redegørelse for, hvorledes Farø-linien blev skabt og besluttet, og efter overingeniør Boyesen's og arkitekt Villefrance's detaljerede tekniske og æstetiske gennemgang af det udbudsprojekt, der danner grundlag for den kommende licitation af Farø-broerne, er det tanken, at jeg skal gennemgå de vilkår og betingelser, hvorunder vi søger at gennemføre anlæg af disse store broer.

Som nævnt tidligere, er dette ikke et formøde eller forhåndsmøde, og skulle der derfor være en enkelt eller 2 af de byden- de tilstede idag, så håber jeg - både for dem og for mig - at det jeg vil sige i det følgende, ikke indeholder nyheder for os.

De vilkår og betingelser jeg vil omtale, skal medvirke til at sikre, at vi - bygherren - opnår det ønskede produkt til den ønskede kvalitet indenfor det fastlagte budget og til den stipulerede tid.

Det er der intet nyt i, og vi har da også en lang tradition for, hvorledes disse vilkår og betingelser skal udformes for byggeri i bred almindelighed. Hver art af byggeri har sine specielle forhold og risici, og det har anlæg af store broer også.

Ser vi på de 2 sidste af de 3 hovedparametre, kvalitet, pris og tid, nemlig pris og tid, så kan behovet for velovervejede og hensigtsmæssige vilkår såvel ved udbud som i den efterfølgende entreprisaftale illustreres ved den usikkerhed, som disse parametre indeholder.

Dette overhead illustrerer, at vore mål, som vi netop er ved at begynde at realisere, vil ende et eller andet sted i det blå skraverede område og at denne usikkerhed aftager, jo nærmere vi kommer målet. Men det er nu ved starten, at vi - entreprenørerne og bygherren - skal træffe de afgørende beslutninger, hvis resultat vi først kender "at the end of the day", dvs. om ca. 5 år.

Som sagt er grundlaget et udbudsprojekt, og allerede i 1974 fik vi i Vejdirektoratet nogle interne retningslinier for udbydelse af større broanlæg.

Baggrunden for disse retningslinier var vore erfaringer fra såvel Den nye Lillebæltsbro, Sallingsundbroen og Vejlefyordbroen som den kendsgerning overingeniør Bojesen så indgående har be-lyst her i dag, at selve udførelsen af større broanlæg nøje skal integreres med selve projektet, og at den måde hvorpå entreprenøren vælger at udføre sin entreprise på, har afgørende og væsentlig indflydelse på projektets udformning.

Det betyder, at man ved licitationen - fra praktisk talt alle de bydende - vil få forslag til ændringer i et større eller mindre omfang, fordi de bydende entreprenører under udarbejdelsen af deres tilbud må og skal tage stilling til, hvorledes projektet - ud fra den enkelte bydende entreprenør's synsvinkel, og med de ressourcer og det mandskab, han mener at kunne sætte ind ved opgavens løsning - hvorledes dette projekt skal gennemføres.

Det er herefter klart, at udbydelse af et fuldstændig detailprojekt indeholder en ikke ubetydelig forgæves indsats, og at det projekt, man udbyder - udbudsprojektet - derfor ikke skal føres længere frem eller detailleres mere end nødvendigt er, for at de bydende entreprenører kan afgive deres tilbud på et rimeligt og sikkert grundlag.

Jeg skal kort gennemgå de før nævnte retningslinier, som er grundlaget for udbudsprojektet.

Det skal for det første overvejes, hvorvidt opgaven skal udbydes i samlet entreprise eller i delentrepriser.

Med henblik på at opnå tilbud fra flest mulige entreprenører opdeles større anlægsarbejder i almindelighed i flere naturligt afgrænsede delentrepriser af rimelig størrelse, idet der dog åbnes tilbudsgiverne mulighed for at tilbyde flere delentrepriser til samlet overdragelse - normalt med en dekort.

For et større broanlæg kan opdelingen f.eks. være følgende:

- Overbygning/underbygning
- Hovedbro hhv. brostrækning over vand/
tilslutningsviadukter

- Funderings- og betonarbejder/ståloverbygning

Som særlige delentrepriser kan f.eks. udbydes:

- Belægningsarbejder

Eventuelle installationsarbejder

Ved Farø-broerne blev valget 4 delentrepriser, som udbydes samlet, nemlig underbygning Sjælland-Farø og Farø-Falster, og overbygning Sjælland-Farø og Farø-Falster, samt en installationsentreprise, som vi først vil begynde at overveje, når vi har mere sikker viden om, hvilken broløsning, der vil blive den endelige.

Man kan naturligvis debattere en sådan entrepriseopdeling meget længe, men vi fandt - efter gennemførelsen af prækvalifikationen af entreprenørerne og beslutningen om at udbyde i en bunden licitation - at denne 4-deling var rimelig.

Med entrepriseopdelingen fastlagt må jeg knytte endnu nogle bemærkninger til begrebet "udbudsprojektet".

Som før nævnt er det vanskeligt på forhånd at bedømme, hvilken løsning, der ved en licitation vil vise sig mest fordelagtig.

Usikkerhedsfaktorer i forbindelse med bedømmelsen kan - udover det jeg har nævnt - også være

stærkt svingende materialepriser, navnlig stålpriser
entreprenørernes muligheder for at benytte specielt
grej, den øjeblikkelige beskæftigelsessituation
og andre markedsprægede forhold.

Det er derfor hensigtsmæssigt at udbudsprojektet omfatter sådanne løsninger og varianter, som under de foreliggende forudsætninger skønnes at kunne danne grundlag for et fordelagtigt tilbud.

Det fastslås i betingelserne, at bygherren ved dette endelige valg er frit stillet, og iøvrigt hvilke andre hensyn end anlægssummens størrelse, der vil være medbestemmende for dette valg, f.eks. hensyn til broernes udseende, drifts- og vedligeholdelsesudgifter, byggetid m.v.

Som det vil fremgå af det følgende så opdeles de ændringsforslag, som de bydende kan forventes at fremsætte, imellem varianter på den ene side og alternative projekter på den anden.

Variationsmuligheder ved udbydelsen

Udbudsmaterialet udarbejdes således, at de bydende får mulighed for at fremkomme med variantforslag, der kan omfatte mindre ikke principielle ændringer af det udbudte forslag vedrørende enkelte konstruktionsdele, materialer eller udførelse.

Variantforslag for enkelte konstruktionsdele kan eksempelvis omfatte:

- Forslag til ændrede pæletyper
- Forslag til ændrede forspændingssystemer
- Forslag til ændrede udførelsesmetoder (montage)

Generelt skal entreprenøren have størst mulig frihed i valg af arbejdsmetoder, f.eks. vedrørende pæleramning, forskalling, støbning, valg af tørlægningsmetoder, montagefremgangsmåde, o.lign., således at han kan tilpasse udførelsen til sit disponible materiel og sin særlige erfaring.

Variantforslag medfører ingen principiel ændring af betalingsbetingelserne overfor entreprenøren, og der foretages således afregning på samme måde som i udbudsforslaget.

Der skal ved afgivelse af tilbud på variantforslag samtidigt afgives tilbud på udbudsforslaget. I sit tilbud skal den bydende udførligt redegøre for foreslåede ændringer.

Særlige beregninger og detailtegninger, som nødvendigvis af variantforslag af den nævnte art, udføres og bekostes af bygherren, idet det i forbindelse med detailprojekteringen i almindelighed ikke medfører komplikationer at tage hensyn til sådanne variantforslag.

Udbudsprojektets detailleringsgrad

For at holde de samlede projekteringsudgifter på et rimeligt

niveau (specielt undgå projektering i forbindelse med detaljer, der kan være afhængige af den valgte udførelse) er udbudsprojektet kun detaljeret i det omfang, det er nødvendigt for, at de i broanlægget indgåede omtrentlige mængder kan bestemmes, og for at de bydende på basis af udbudsmaterialet kan bedømme arbejdet - herunder vurdere mulige udførelsesprincipper - og afgive tilbud på udførelsen på grundlag af de i tilbudslisten angivne mængder.

Når der er truffet bestemmelse om, hvilket broforslag der ønskes bragt til udførelse, foretages den endelige, detaljerede projektering (herunder f.eks. supplerende undersøgelser af snitkræfter i broens tværsnit, fastgørelses- og forbindelsesdetaljer, detailarrangement af armering, specielle undersøgelser vedrørende enkelte broelementers detailudformning, etc.).

Denne fremgangsmåde indebærer, at mængderne i tilbudslisten må forventes angivet med en vis, mindre usikkerhedsmargin for hovedmængderne, idet de endelige mængder først kan bestemmes på grundlag af det færdigdetaljerede projekt.

Principper for tilbudslistens udformning.

For hver af de udbudte entrepriser og løsninger udarbejdes en tilbudsliste efter følgende retningslinier:

- a. Tilbudslisten skal indeholde en specifikation af de for arbejdets udførelse nødvendige ydelser. Det tilstræbes, at denne ydelsesspecifikation fremtræder i en forenklet, summarisk form, og kun detaljeres i det omfang, det er nødvendigt for entreprenørens prissætning og for senere regulering ved mængdeændringer.

Der kan nævnes følgende eksempler:

- For ydelser, hvor mængdeændringer ikke forekommer, og enhedsprisen således ikke har nogen afregningsmæssig betydning, tilbydes ydelserne som en fast sum.
- Entreprenørens interimforanstaltninger inkluderes i de forlangte enhedspriser.
- Hvis der højst forventes mindre dimensionsændringer, kræves der ikke enhedspriser på forskalling og stilladser, i-

det prisen herfor skal være indeholdt i beton-enhedspriserne.
-Delarbejder med ringe økonomisk vægt angives på summarisk måde.

I tilbudslisten skal den bydende give nærmere oplysninger om de tilbudte materialer og fabrikater samt om forudsat materiel og forudsatte udførelsesmetoder (f.eks. vedrørende ramning, tørholdelse, støbning, montering, interimsafstivninger o.lign.)

I tilbudslisten skal den bydende nærmere redegøre for eventuelle variantforslag og for de økonomiske konsekvenser, som de medfører for det samlede tilbud.

Alternative entreprenørforslag.

Uanset den nævnte udbydelsesform - udbudsprojekt med variantforslag - holdes muligheden for afgivelse af egentlige entreprenøralternativer (med fast tilbudssum incl. projektering) åben.

I betingelserne søger vi at definere hvilke principielle og specielle krav sådanne alternativer skal opfylde; disse krav søges i videst muligt omfang angivet som funktionskrav.

Med henblik på at give de bydende passende muligheder for at fremkomme med alternative tilbud bør udbudsmaterialet indeholde fyldige oplysninger om arbejdsforholdene på stedet (funderingsforhold, strøm- og vandstandsforhold etc.) samt et særligt afsnit omhandlende belastningsforskrifter, beregningsforudsætninger, konstruktionsprincipper og eventuelle særlige krav vedrørende eftervisning af permanente og midlertidige konstruktions sikkerhed i byggefasen.

Det er normalt, at den bydende selv udarbejder projekt for det alternative forslag og har det fulde ansvar for dette, - et punkt jeg vil vende tilbage til.

For alternative forslag foretages ikke afregning i henhold til medgåede mængder. Tilbudssummen skal være en fast pris, der dog er underkastet de almindelige prisreguleringsbestemmelser, som er gældende for det udbudte projekt.

Samtidig med tilbud på alternative forslag skal den bydende altid afgive tilbud på det tilsvarende udbudte forslag.

Det jeg har sagt danner normalt grundlag for de vilkår og bestemmelser, der indgår i udbudsmaterialet og som er særligt aktuelle ved anlæg af store broer.

Før jeg går i detaljer med Farø-projektet, vil jeg gerne gøre opmærksom på den analyse, vi har gennemført for at klarlægge årsagerne til de tilsyneladende uundgåelige forsinkelser, som vi har oplevet - og oplever - ved anlæg af store broer. Analysen, som vi har kaldt "Analysis and Planning of Major Bridges" kan rekvireres i Vejdirektoratets bibliotek.

Jeg skal ikke komme nærmere ind på denne analyse her, men blot gøre opmærksom på, at resultaterne herfra naturligvis præger vor holdning til udformningen af entreprisvilkårene.

Udover at beskrive de ydelser entreprenøren skal præstere og den betaling bygherren skal erlægge herfor, er en entrepris-aftale også en aftale om, hvem der i aftalens forløb skal dække hvilke risici.

Fordelingen af risici'ene er stærkt afhængig af, hvilken aftaleform man har. Store risici for entreprenøren og små for bygherren kan være en fastpriskontrakt uden mængderegulering, altså en lump sum, således som det kan være tilfældet ved alternative projekter ved Farøbroerne.

Store risici for bygherren og små for entreprenøren er f.eks. en regningskontrakt med procentvis fortjeneste, en såkaldt costs-plus.

Der findes naturligvis alle mulige varianter her imellem.

Nu er det indlysende således, at den, der har de største økonomiske risici, også skal have den største kontrol og indflydelse på, hvad der skal ske.

Set fra bygherrens synspunkt vil - lidt firkantet sagt - en costs-plus-aftale betyde, at bygherren selv skal tilrettelægge

og styre det daglige arbejde, hvor han i en lump-sum-kontrakt kan overlade dette til entreprenøren.

Ønsker entreprenøren således at reducere sine egne risici ved at få bygherren til at overtage dem, må han derfor også afgive en tilsvarende grad af indflydelse og styring på det arbejde, han vil entrere om.

Når det så er sagt, så finder jeg det lige så vigtigt at præcisere, at den aftaleform eller den fordeling af risici der givetvis er den optimale, er den, der lægger den enkelte risiko over på den part, der kan øve den største indflydelse på denne risiko.

Noget om alternative projekter for Farø-broerne.

Jeg nævnte før, at vi ved antagelse af alternative projekter normalt forlanger, at entreprenøren skal præstere såvel detailprojekt samt påtage sig risikoen for de i det alternative forslag stipulerende mængder. Det er jo reelt set en større ydelse, der her kræves af entreprenøren, end den der gælder for udbudsprojektet, bl.a. fordi det er en større risiko, og vi har for at kunne vurdere størrelsen af denne merydelse, anmodet de bydende, der ønsker at afgive tilbud på alternativer, om også at tilbyde en dekort, på vilkår af at bygherren overtager såvel detailprojekteringen som risikoen for mængderne i det alternative projekt, og vi har således mulighed for at parallelisere det alternative projekt med det udbudte. Hvorvidt bygherren vil acceptere denne dekort afhænger - udover af dens størrelse - også af det dokumentationsniveau, som entreprenøren kan præstere, og den vurdering vi sammen med vor rådgivende ingeniør finder at kunne tillægge denne dokumentation.

Et alternativt projekt skal iøvrigt opfylde en række tekniske krav, som krav til linieføring, tværprofil, længdeprofil, gennemsejlingsprofiler og æstetiske krav som krav til placering af landfæster.

Derudover har vi søgt at vejlede de bydende med hensyn til hvilke æstetiske værdier, vi har lagt vægt på ved udbudsprojek-

tet, således som Villefrance allerede har beskrevet det. Et enkelt teknisk krav, nemlig kravet om, at alternative projekter skal have samme broplacering, vil jeg knytte et par bemærkninger til. Ved de iøvrigt meget omfattende bundundersøgelser, som Geoteknisk Institut har foretaget for os, står det klart at bundforholdene er komplekse og stærkt varierende. Nye broplaceringer vil kræve nye omfattende bundundersøgelser, hvilket ville koste meget i både tid og penge, og endelig mener vi, at selv om det vi har skønnet som værende den optimale spændvidde skulle være anderledes, så vil en ændret vurdering alligevel kun have en marginal indflydelse økonomisk set.

Noget om tidsfrister.

Større broer her i landet har - med en enkelt undtagelse - alle blevet ca. 1 år forsinket i deres færdiggørelse.

Vi har forsøgt med betragtelige bøder at motivere entreprenørerne til at få broerne færdige til tiden - og det gør vi stadig - men vi må nok erkende at dette virkemiddel har sine begrænsninger. Vi har søgt - og søger stadig - at give de tilbudsgivende entreprenører mulighed for, at foreslå andre tidsfrister som en variant til det, vi har forestillet os. Netop ud fra det synspunkt, jeg indledte med, nemlig at entreprenøren under tilbudsgivningen skal tage stilling til, hvorledes han kan gennemføre projektet på den mest hensigtsmæssige måde, hvilket indebærer, at han skal vurdere alle parametre herunder altså også anlægstiden.

Det er altså ikke fordi jeg tror, at vi ikke kan vurdere anlægstiden så godt som entreprenøren - det tror jeg såmænd nok vi kan - men fordi den for ham optimale løsning meget vel kan ligge med en anden anlægstid, såfremt løsningen har andre forudsætninger.

Det der står tilbage, og der hvor den fremtidige entreprenør på Farø-broerne virkelig kan forvente, at bygherren vil fokusere sin interesse, det er i hans initiale planlægning og hans opfølgning af samme.

De næsten vanedannende forsinkelser skal - efter min mening -

imødegås med en meget kraftig planlægningsindsats fra den første dag og med en ligeså intensiv opfølgning.

Noget om prisregulering.

Offentlige virksomheder har i sine entrepriseaftaler som bekendt noget der hedder fast pris - fast tid. Begrebet er efterhånden noget udvandet, og er vel i virkeligheden også et eksempel på, at en bygherre kaster en risiko over på entreprenøren, uden at han - altså entreprenøren - er i stand til at yde den mindste indflydelse på prisudviklingen.

Ved Farø-projektet har vi en prisregulering, der tager sig udgangspunkt på licitationstidspunktet, og som vi iøvrigt ulykkeligvis vil søge at tilpasse eventuelle forskydninger i vægningen af de indeks der indgår i reguleringen. Vi mener, at vi - byggherren - hermed i alt væsentligt har påtaget os risikoen for fremtidige prisstigninger.

Noget om vejrlig.

AB - grundloven for dansk byggeri - er meget vag, når det drejer sig om noget så væsentligt som risikofordelingen ved vejrliget. Kort sagt er usædvanligt vejrlig bygherrens risiko, og resten altså entreprenørens. Ja, men hvad er da sædvanligt og usædvanligt vejrlig? Vi har ved Farø-projektet forsøgt at præcisere, hvad vi taler om. Ikke fordi vi i og for sig er tilbageholdende med at tage en risiko, men fordi vi finder det af betydning at få nærmere præciseret, hvem der skal bære hvilke risici. De bydende synes ikke om dette tiltag, hvad der egentligt har undret os, så vi ønsker fortsat at præcisere dette forhold.

Noget om Vejdirektoratets holdning.

Jeg nævnte indledningsvis, at forudsætningen for, at et projekt som Farø-broerne kan blive en succes, bl.a. er, at vilkårene ved udbud og i den efterfølgende entrepriseaftale er så hen-

sigtsmæssige som muligt. Vi er meget lydhøre overfor rimeligt begrundede ændringer og har iøvrigt også her i udbudsfasen og på de bydendes foranledning foretaget en række ændringer i disse vilkår.

Vi finder det afgørende vigtigt at nå til en så velafbalanceret entreprisaftale som muligt, og vi mener selv, at vi er imødekommende overfor andre forslag, men jeg vil gerne understrege, at når vi først har indgået en aftale, så vil vi se os - bygherren - fyldestgjort.

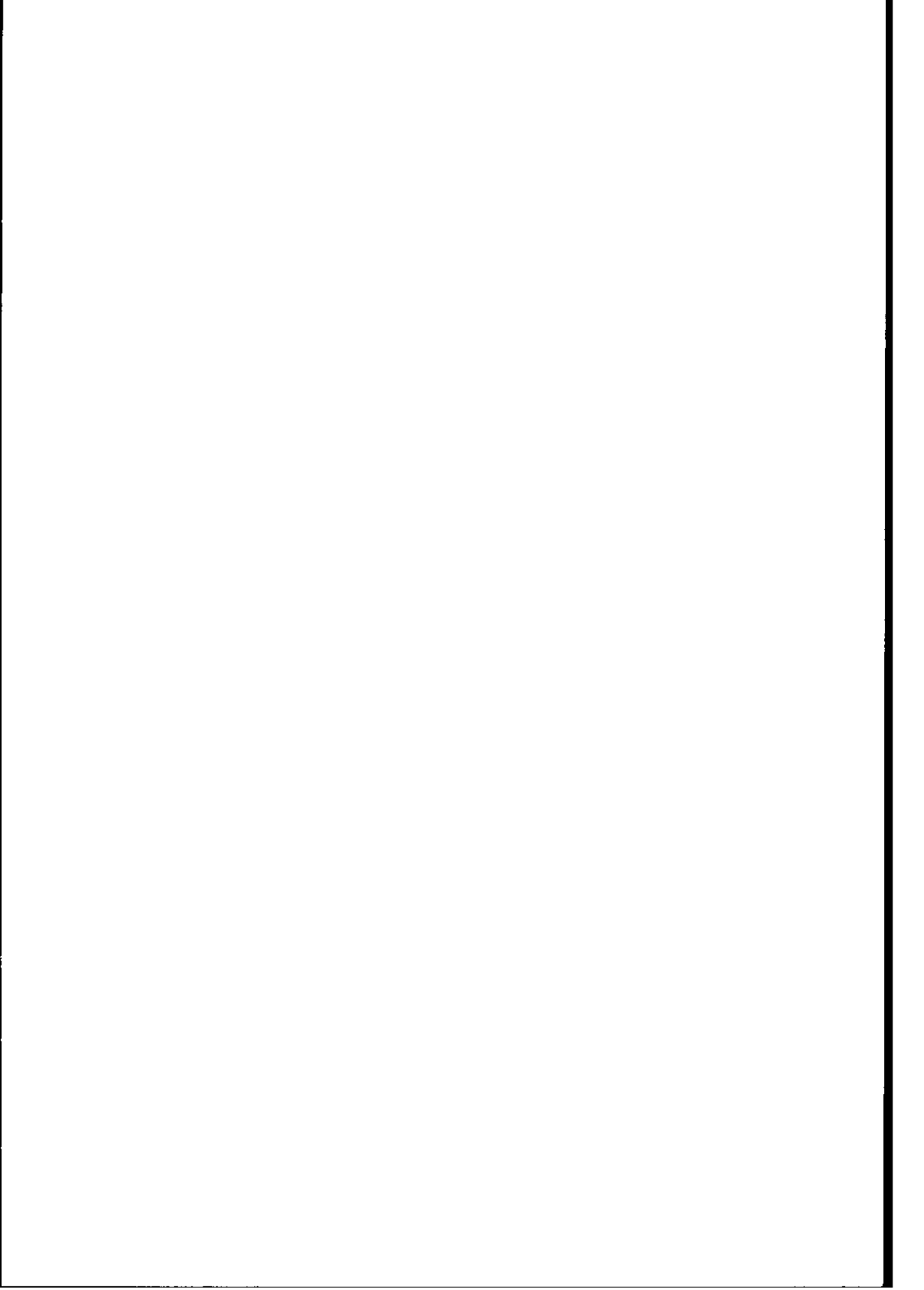
Ja,- jeg kunne nok blive ved lidt endnu - med arbejdskraft, vinterforanstaltninger, betonhærdeteknologi og så videre, men jeg vil gerne slutte af med et par bemærkninger om bygherrens problemer, når nu den store dag oprinder, og han får sine tilbud og forslag til ændringer - det være sig varianter som alternativer.

Her kan man virkelig komme i en meget vanskelig beslutningsprocess, og det skyldes, at vi mennesker uanset alle anstrengelser og omkostninger har så svært ved at fortælle hinanden, hvad det egentlig er, vi vil. Hvis det så blot var, fordi vi ikke rigtig vidste, hvad vi ville, men sådan er det naturligvis slet ikke.

Vi har gennem det udsendte udbudsprojekt virkelig bestræbt os på at beskrive, hvad vi ønsker, men vi kan ikke gøre det alene på funktionskrav - dertil er sagen alt for kompleks, så vi har bestræbt os på eksemplets magt, og håber så blot på, at de bydende entreprenører vil fatte meningen hermed.

Nogle mere progressive vil måske foreslå value engineering eller analysis, disse amerikanske begreber, der forudsætter, at man er i stand til at oversætte alle kvaliteter til dollars og cents.

Det kan vi ikke, men derfor ligger der mange værdifulde impulser i disse begreber selv om vi - bygherren - i den endelige analyse og i den endelige beslutning bevidst eller ubevidst vil prissætte eksempelvis den æstetiske udformning ved vort endelige valg af projektet for Farø-broerne.



ISSN-0106-0406
ISBN-87-87823-14-4

teknisk forlag a/s - København