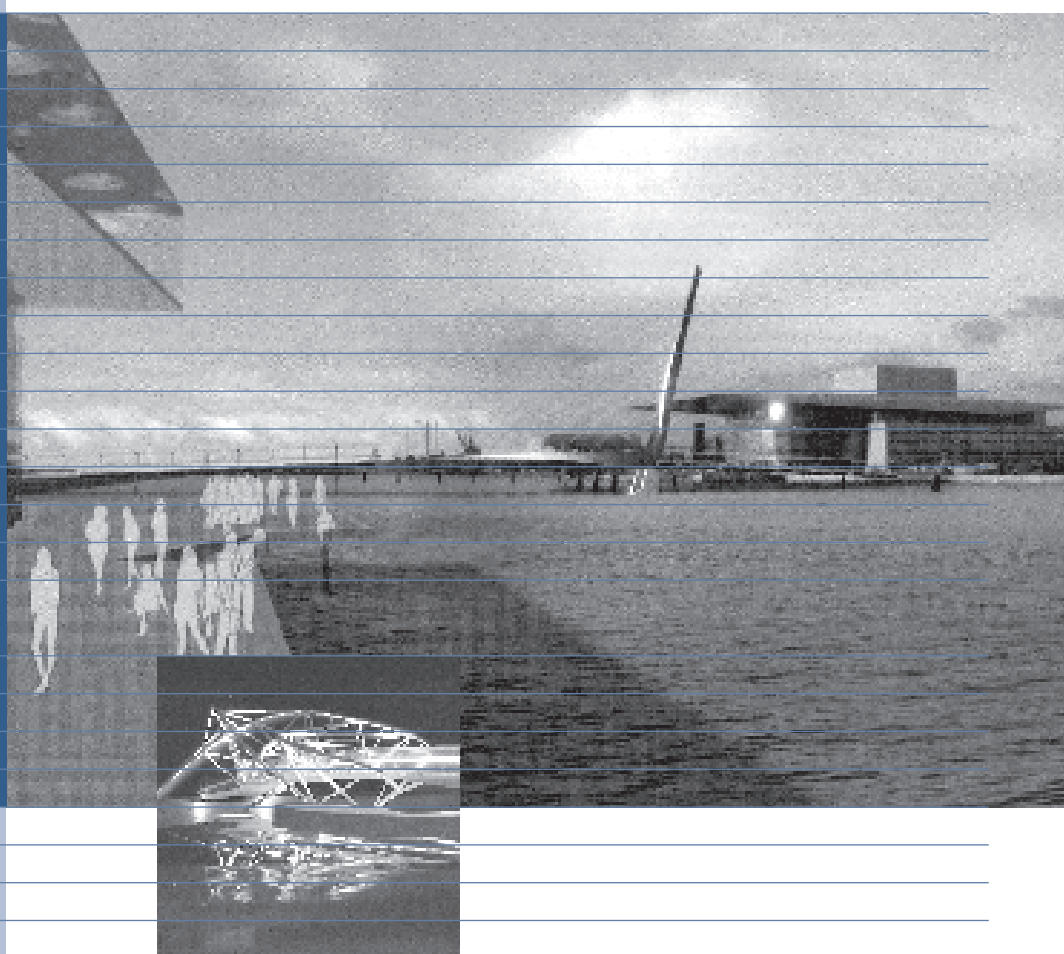


AUGUST 2004



## Nye broer ved Kvæsthusbroen

Indledning	2
Om konkurrencen og forslagene som helhed	4
Omtale af forslagene	10
Programresumé	24



“Broen har en let og spinkel elegance, dens profil er markant, og den repræsenterer en velgørende kontrast til operaens og skuespilhusets mere afsluttede former. Designmæssigt er den på et højt niveau, og som byarkitektonisk element vil den kunne føje nye kvaliteter til oplevelsen af havnerummet.”

**Dommerkomiteen**

Winnie Berndtson (formand),  
Økonomiudvalget

Charlotte Wieth-Klitgaard, Økonomiudvalget

Monica Thon, Bygge- og Teknikudvalget

Ole Hentzen, Bygge- og Teknikudvalget

Departementschef Karoline Prien Kjeldsen  
Kulturministeriet

Landskabsarkitekt Niels Møller, Slots- og Ejendomsstyrelsen

Administrerende direktør  
Henning Hummelose, Københavns Havn

Professor, arkitekt MNAL Arne Eggen,  
udpeget af AA

Arkitekt MAA Poul Ove Jensen,  
udpeget af AA

Akademiingeniør Michael Hjerl Hansen,  
udpeget af F.R.I

I marts 2004 udskrev Københavns Kommune en projektkonkurrence om forslag til udformningen af en broforbindelse bestående af to separate broer for fodgængere og cyklister over henholdsvis havneløbet og Kvæsthusgraven.

Konkurrencen, der blev afholdt i henhold til EU-direktiv 92/50/EØF som ændret ved EU-direktiv 97/52/EF, blev den 14. okt. 2003 bekendtgjort til Den Europæiske Unions Tidende, og følgende syv totalrådgivere blev inviteret til at deltage i konkurrencen:

- Marc Mimram Ingénierie, Paris
- Grimshaw, London
- Bystrup Arkitekter, København med ISC Rådgivende Ingeniører og Per Arnoldi
- Ove Arup & Partners, Virum og Lundgaard & Tranberg, København, med Birch & Krogboe rådgivende ingeniører

- Coop Himmelb(l)au, Wien med Ove Arup & Partners
- Henning Larsens Tegnestue, København med Moe & Brødsgaard rådgivende ingeniører og LUSAS Consultancy Services
- Wilkinson Eyre Architects, Arup og Bennett Associates, London med Birch & Krogboe rådgivende ingeniører

Heraf var de to førstnævnte udvalgt på forhånd, mens de øvrige blev udvalgt efter en prækvalifikationsfase i henhold til ovennævnte direktiv.

Konkurrencematerialet blev udsendt til de konkurrerende den 23. marts 2004. Ved konkurrenceperiodens udløb den 23. juni 2004 var der indleveret seks forslag, idet Henning Larsens Tegnestue havde valgt at trække sig ud af konkurrencen den 5. april 2004.



#### Rådgivere for dommerkomiteen

Planchef Holger Bisgaard,  
Københavns Kommune  
Stadsarkitekt Jan Christiansen,  
Københavns Kommune  
Kontorchef Søren Stenz, Plan & Arkitektur,  
Københavns Kommune  
Vicedirektør Jon Pape, Vej & Park,  
Københavns Kommune  
Professor, civ.ing. Niels Jørgen Gimsing  
Direktør Jørgen Fogelstrøm,  
Jørgen Fogelstrøm Consult  
Civilingeniør Ole Bertelsen, Københavns Havn

#### Konkurrencens sekretær

Arkitekt MAA Jesper Kock,  
AA's konkurrencesekretariat

Charlotte Wieth-Klitgaard var forhindret i at deltage i bedømmelsesmøderne. Landskabsarkitekt Niels Møller medvirkede som substitut for slots- og havechef Ole Stattau, Slots- og Ejendomsstyrelsen.

Konkurrenceforslagene blev bedømt ud fra følgende kriterier, jf. konkurrenceprogrammet: "Forslagene vil blive vurderet på deres arkitektoniske, funktionelle og tekniske løsninger i forhold til konkurrenceprogrammets ønsker og krav. Der vil blive lagt stor vægt på sandsynligheden for, at forslagene kan realiseres inden for den økonomiske ramme for projektet."

Som baggrund for dommerkomiteens bedømmelse blev der foretaget en teknisk og økonomisk undersøgelse af forslagene. Undersøgelsen blev udført af Gimsing & Madsen A/S, rådgivende ingeniører. Desuden har advokatfirma Viltoft & Høberg-Petersen været inddraget som rådgiver for dommerkomiteen i forbindelse med vurderingen af forslagenes konditionsræddighed.

På baggrund af kontrollen af forslagene i forhold

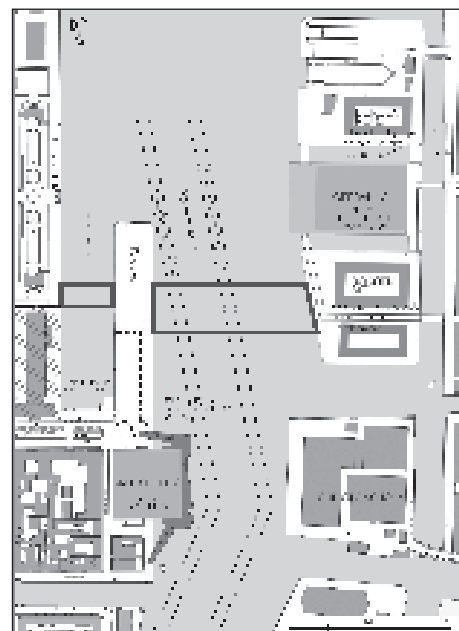
til konkurrencematerialets krav og forudsætninger besluttede dommerkomiteen at erklære forslag 3/43034 og 4/23604 ukonditionsræddige, således at disse forslag ikke har indgået i konkurrencen om præmier.

Forslag 3/43034 omhandler kun en bro over havneløbet, idet broen over Kvæsthusgraven efter forslagsstillerens opfattelse ikke er nødvendig. Forslagsstilleren har derfor kun helt summarisk omtalt en mulig bro over Kvæsthusgraven. Imidlertid fremgår det entydigt af konkurrencegrundlaget, herunder den offentliggjorte udbudsbekendtgørelse, at konkurrencen omfatter to broer. Forslagsmaterialet indeholder hverken tegninger eller nærmere teknisk beskrivelse, der i tilstrækkeligt omfang redegør for udformning eller konstruktion af broen over Kvæsthusgraven, og på næsten alle punkter opfylder forslaget derfor ikke kravene i konkurrenceprogrammets afsnit 8.6, Konkurrenceforslagets omfang, for så vidt angår broen over Kvæsthusgraven.

Forslag 4/23604 vil ifølge forslagsstillerens egne oplysninger koste 115 mio. kr. at realisere, dvs. ca. 44 procent mere end de 80 mio. kr. som er den økonomiske ramme for broforbindelsen. Forslagsstillerens prisoverslag er kontrolleret af Gimsing & Madsen, som ikke har fundet anledning til væsentlige bemærkninger til overslaget. Dommerkomiteen har efterfølgende vurderet, at selv med den usikkerhedsmargin, der er ved økonomisk vurdering på konkurrencens projektstade, er det ikke sandsynligt, at forslag 4/23604 vil kunne realiseres inden for den økonomiske ramme.

Omtalen af forslag 3/43034 og 4/23604 optræder som bilag til dommerkomiteens betænkning.

Bedømmelsen blev påbegyndt den 2. august 2004. Dommerkomiteen afholdt i alt fire møder, og på det afsluttende betænkningssmøde den 26. august 2004 besluttede man at udpege forslag 2/25423 som vinder af konkurrencen, og at tildele forslag 6/10212 og 1/77999 henholdsvis 2. og 3. præmie.



Byggefelt

København, den 26. august 2004  
Sign. dommerkomiteen

**D**en nye broforbindelse vil få en følsom placering mellem to af Københavns mest karakteristiske byområder, Holmen og Frederiksstaden, og den vil komme til at forbinde havnens mest markante bygninger, det nye skuespilhus og operaen. Med denne placering vil broen, uanset udformning, samtidig afgørende ændre en af byens mest enestående udsigter fra Inderhavnen mod den ydre havn og Sundet.

Et af konkurrencens hovedformål har været at belyse en broforbindelses betydning for de rumlige relationer til skuespilhuset og operaen og den visuelle virkning i havnerummet.

Grundlaget for konkurrencen har på flere punkter været meget åbent, idet Københavns Kommune med relativt få programkrav har ønsket at få opgaven belyst så bredt som muligt. Blandt andet var det krævet, at løsningerne skulle omfatte broer over både Kvæsthusgraven og havneløbet, at broerne skulle have en bredde på mindst 6 meter, og at de skulle være tilgængelige for handicappede. Desuden skulle broerne placeres inden for de i programmet angivne byggefeltet.

Det var ligeledes krævet, at broen over havneløbet skulle forsynes med en lægivende klimaskærm, men hvordan og i hvilket omfang broerne

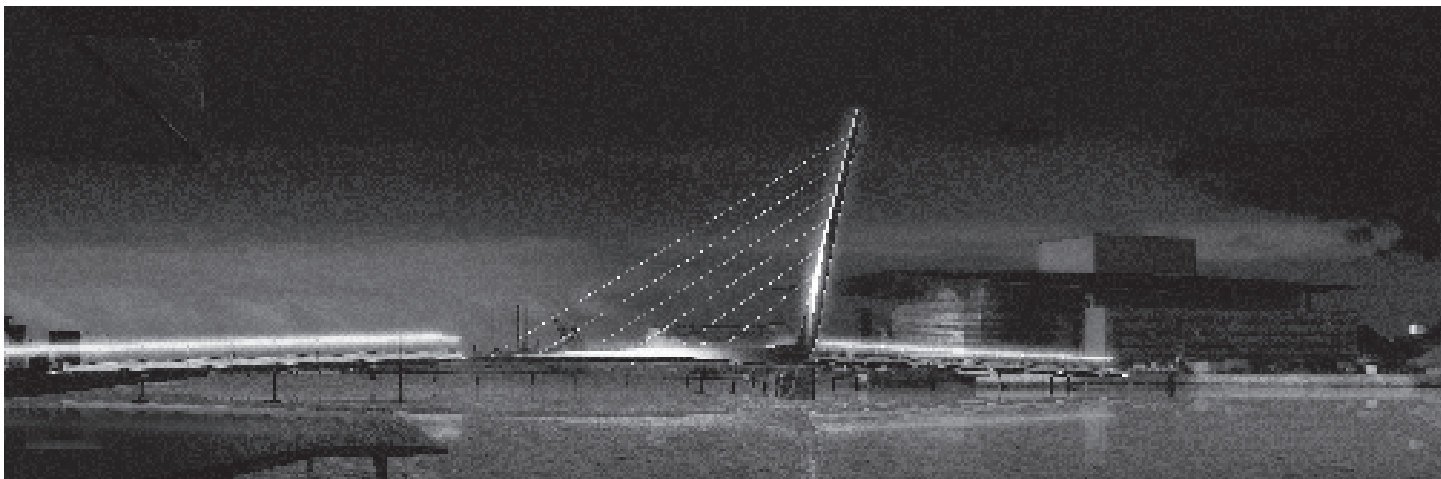
skulle afskærmes, var det overladt til konkurrencedeltagerne at komme med forslag til.

For broen over havneløbet var der krævet en gennemsejlingsåbning i åben tilstand på 35 meter i bredden og uden begrænsninger i højden, hvilket udelukkede visse åbningsprincipper. I lukket tilstand var der krav om min. 3 meters frihøjde, men det blev samtidig oplyst, at de eksisterende havnebusser behøvede 5,4 meter for at kunne passere.

For broen over Kvæsthusgraven lå det fast, at gennemsejlingsfaget skulle have en fri højde og bredde på henholdsvis 2,5 og 12 meter.



*Forslag 2/25423 - 1. præmie*



Forslag 2/25423 - 1. præmie

Der var ikke i programmet stillet krav om en markering af eller adskillelse mellem cykel- og gangarealer, idet man har ønsket forslagsstillernes vurdering af behovet herfor.

Forslagene viser en bred vifte af løsninger. De konkurrerende har især haft meget forskellige opfatninger af broens visuelle funktion i havnerummet. I forslag 1/77999 har man f.eks. søgt både at minimere broernes volumen og nedtone formsproget, mens der i de øvrige er tilstræbt markante, men meget forskellige udtryk, med stor signalvirkning.

I brodesign er det almindeligt at anvende konstruktionen som udtryksmiddel. En af forslagsstillerne i denne konkurrence (forslag 1/77999) afstår konsekvent herfra, og kun ét af de øvrige forslag (2/25423) viser en konstruktiv dristighed. Forslag 6/10212 skiller sig ud med sit dekonstruktivistiske udtryk.

Forslagene viser flere forskellige løsninger for gennemsejlingsfagene. Til broen over Kvæsthus-

graven har alle forslagsstillere valgt klapfag. For havnebroen er der to forslag til svingbroer, hvor to dæksektioner drejes 90 grader, og tre klapbroer: En med to hydraulisk aktiverede klapper, en såkaldt Scherzer-bro med overliggende kontravægt og endelig en sindrig løsning med en forskydelig kontravægt monteret på en pylon. Endelig er der et forslag med et skydefag, der kan trækkes ind i et sidefag.

Et flertal af forslagene er i overensstemmelse med den i programmet forudsatte trafikløsning, mens forslag 1/77999 viser to separate forslag for henholdsvis cyklister og fodgængere. Med undtagelse af forslag 5/87376 har alle forslagsstillere valgt et helt enkelt udtryk for broen over Kvæsthusgraven. I den følgende gennemgang af de enkelte forslags hovedtræk refereres der derfor fortrinsvis til broen over havneløbet.

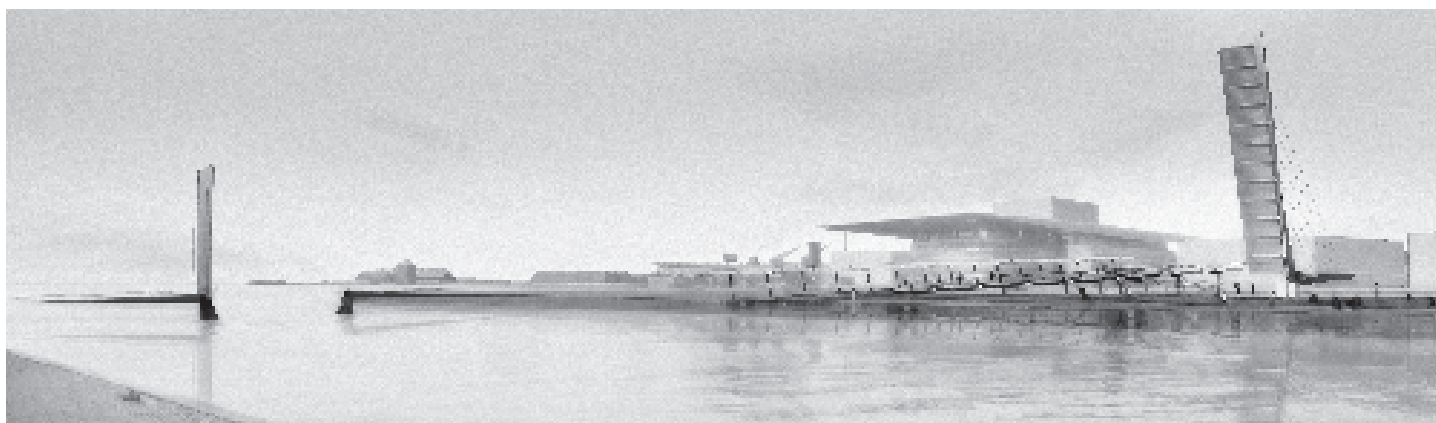
#### Forslag 1/77999

Dette er det mest radikale forslag med hensyn til den overordnede disposition, idet der foreslås to

separate broer for henholdsvis cyklister og fodgængere. De to broer krydser hinanden over sejrenden og er forsynet med to klapfag. Formsproget er minimalistisk med enkle geometriske voluminer. De to broer har samme konstruktion, men har forskelligt udtryk. Dette er opnået ved forskellige belægninger og ved overdækning af gangbroen med et glastag, der bæres af et karakteristisk netværk af stålrør. Klapfagene, der åbnes med hydraulik, har samme tværsnit og udformning som resten af broen, og gennemsejlingsfaget markeres diskret af to søjler, der indeholder de hydrauliske cylindre.

#### Forslag 2/25423

Forslaget har en karakteristisk linieføring med to vinkelrette knæk i forbindelse med en pladsdannelse midt i havneløbet. Broen er en klapbro med en meget dristig og markant udformning. Klapfagets dæk er udkraget fra en harpeformet enhed, der er opbygget af et vandret kasseprofil og en skrånstillet mast, mellem hvilke der er udspændt kabler. Når broen åbnes, afbalanceres klapfaget



Forslag 2/25423 - 1. præmie

med en forskydelig vægt, der er monteret på masten. Broens sidefag er udformet som lette stålkonstruktioner, der understøttes asymmetrisk af skråstillede stålsøjler. Tilslutningsfagene er delvist overdækkede med et glastag.

#### Forslag 5/87376

Forslagsstilleren har valgt at fremhæve begge broers gennemsejlingsfag med store, med forslagsstillerens ord, boomerang-formede konstruktioner. Formen giver broen en stor signalvirkning og vil gøre den meget synlig i havnen. Som det eneste af forslagene er dette forslag tillagt en

symbolværdi, idet forslagsstilleren gør opmærksom på boomerangens lighed med et vikingskibs stævn. Det tekniske princip i åbningsfagene er enkelt og erfaringsmæssigt velfungerende. Begge broers tilslutningsfag er simple i deres udformning og pragmatiske i deres detaljering.

#### Forslag 6/10212

Dette forslag adskiller sig stærkt fra de øvrige i såvel idé som form. I stedet for en bro fra kaj til kaj, der 'brækkes over' på midten, når den åbnes, foreslås to skulpturelt formede strukturer med forskellig karakter. Disse strukturer rækker ud

mod hinanden fra de to sider og mødes midt i havneløbet. Også åbningsprincippet er usædvanligt, idet brofaget over sejlrenden består af en ståldrager, der trækkes ind i det vestlige tilslutningsfag, når et skib skal passere. Formsproget, der er stærkt ekspressivt, ville gøre broen til et dramatisk indslag i havnens arkitektur.

#### Tekniske forhold

For dommerkomiteen har en række overordnede tekniske forhold været væsentlige at få belyst og løst hensigtsmæssigt i relation til blandt andet

sikkerhed, funktion, konstruktion samt drift og vedligehold.

Trafikken med større skibe i Inderhavnen forventes at være faldende, men enkelte større skibe, der kræver brooplukning, vil fortsat dagligt skulle passere broen sammen med sejlskibe og andre lystfartøjer, der ligeledes forudsætter brooplukning. Havnebussen er bygget til at kunne passere Knippelsbro med en fri gennemsejlingshøjde på 5,4 meter, og da den med den nuværende køreplan passerer broen seks gange hver time,

vil en lavere gennemsejlingshøjde medføre, at broen skal åbnes et tilsvarende antal gange, hvilket forekommer urealistisk.

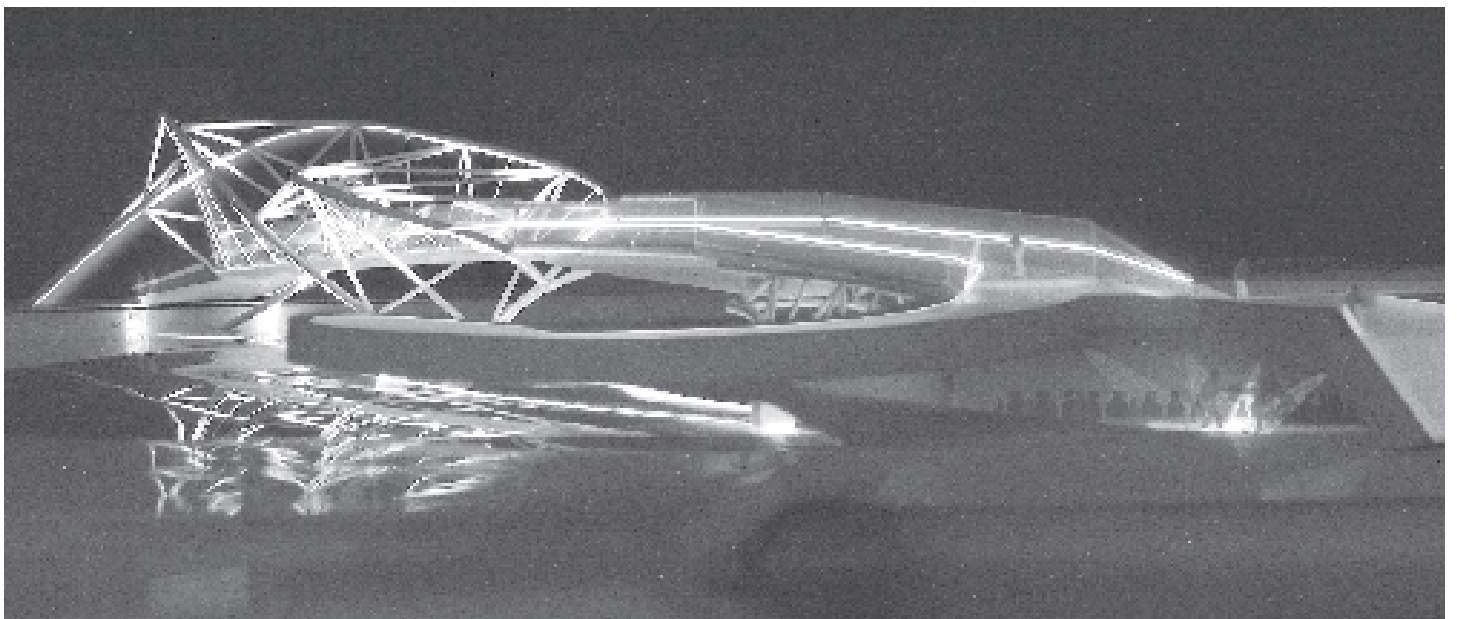
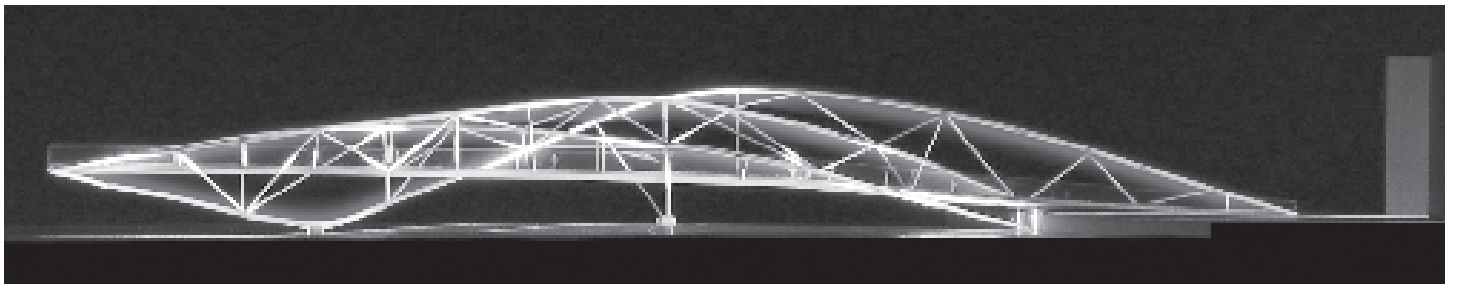
For at opnå størst mulig vandgennemstrømning og -friskhed kan der ikke etableres dæmninger eller tilsvarende bygværker, og antallet og omfanget af bropiller skal begrænses mest muligt.

Påsejling af broen, herunder specielt af den oplukkelige del, vil medføre overhængende fare for broens brugere og de sejlede, ligesom skader på broen og driftsafbrydelser kan få et stort

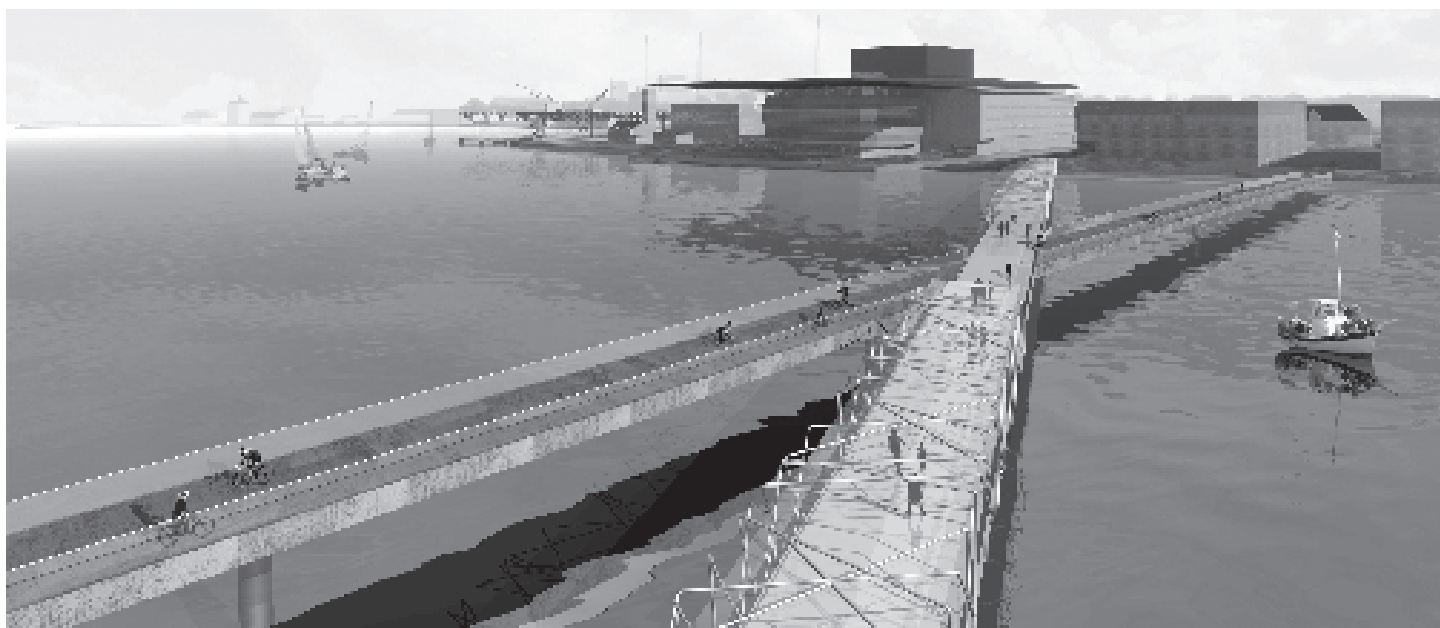
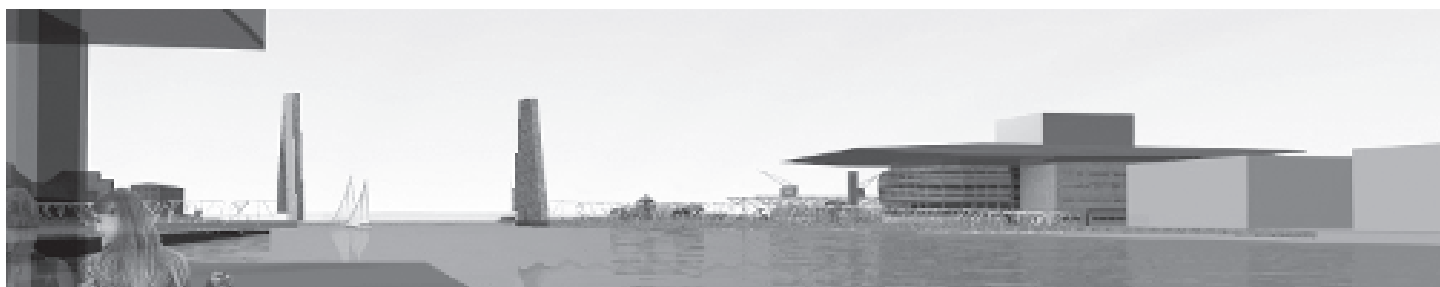
omfang med alvorlige konsekvenser for skibsfarten. Det er derfor særdeles vigtigt, at den nye bro sikres mod påsejling, og specielt vil den oplukkelige del være udsat. Visse brotyper som f.eks. drejebroer må derfor sikres med specielle bygværker som ledeværker eller tilsvarende.

Sikkerheden for fodgængere og cyklister, der færdes på broen, er selvsagt væsentlig, således at alle kan passere broen uden frygt for påkørsel.

Tidsforbruget til åbning og lukning af broen har stor betydning for dens daglige drift og en effektiv



Forslag 6/10212 - 2. præmie



Forslag 1/77999 - 3. præmie

trafikafvikling. Dette gælder såvel landværts som søværts, og desuden skal der være mulighed for at åbne / lukke broen i tilfælde af pumpe- eller motorstop.

Ligeledes må alle konstruktionsdele udformes, således at eftersyn og vedligeholdelse kan udføres uden væsentlige driftsgener. Et hensigtsmæssigt materialevalg og en fornuftig udformning skal sikre, at broen får en lang levetid med

enkel og billig ren- og vedligeholdelse samt høj sikkerhed og god komfort.

Blandt de indkomne forslag er der stor forskel på såvel den tekniske detaljering og bearbejdning som på de tekniske løsningers anvendelighed. Nogle forslag har decideret uheldige løsninger, men i flere tilfælde løsninger, der umiddelbart kan ændres, uden at broernes funktion og udformning

ændres væsentligt. Andre forslag bærer præg af teknisk erfaring med brokonstruktion, men indeholder nogle særdeles udfordrende brotekniske løsninger, der vil være forbundet med en vis risiko at udføre, specielt hvad angår driftssikkerhed samt tider for åbning og lukning.

#### Økonomi

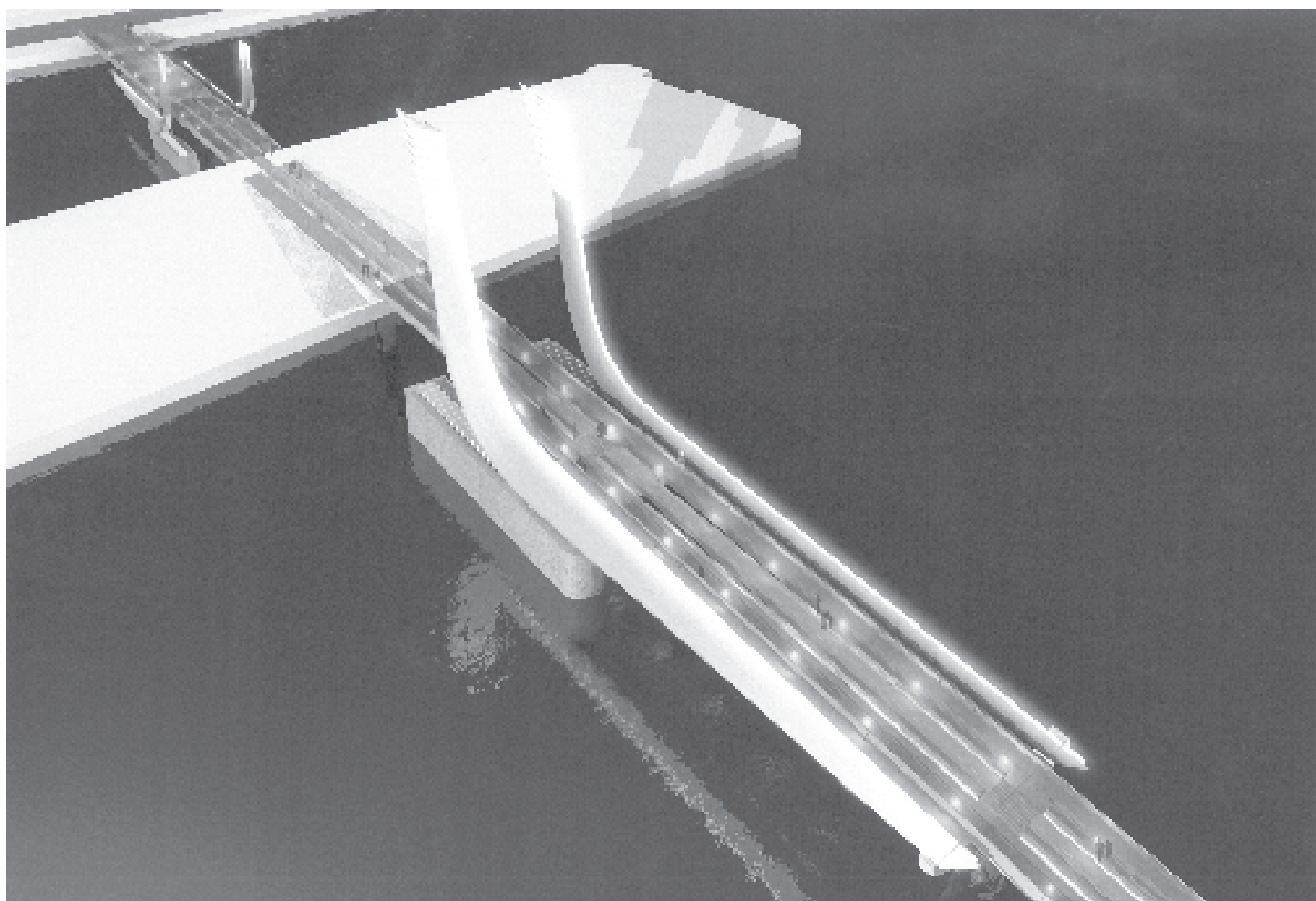
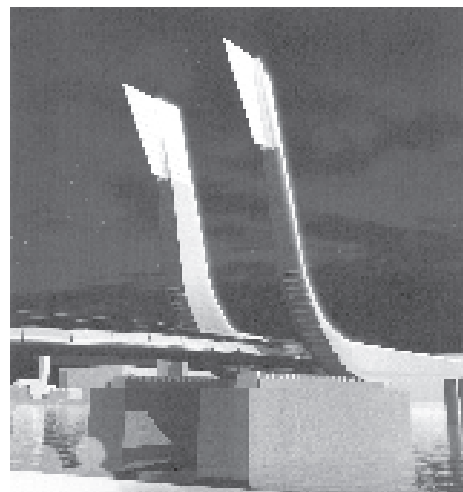
De seks forslagsstilleres prisoverslag er af ret



varierende karakter, idet nogle er meget detaljerede, mens andre er mere overfladiske og f.eks. ikke angiver mængder og enhedspriser, men blot totalsummer for de enkelte hovedbestanddele. Fælles for overslagene er, at posten 'uforudsete udgifter' enten er undervurderet eller er helt udeladt. Et manglende procenttillæg til uforudsete udgifter er imidlertid kritisabelt, ikke mindst hvor der foreslås benyttet en ny og uprøvet teknik.

Prisoverslagene er kontrolleret og sammenlig-

net, og hvor der er udeladt poster eller benyttet urealistisk små enhedspriser, er overslagene blevet reguleret i forhold hertil. Kontrolberegningen af forslagene viser, at de er dyrere end den fastsatte økonomiske ramme, men at de med undtagelse af forslag 4/23604 efter en bearbejdning skønnes at kunne realiseres, med bibeholdelse af det arkitektoniske udtryk, inden for den økonomiske ramme med den usikkerhedsmargin, der er ved økonomisk vurdering på konkurrencens projektstade.



Forslag 5/87376

## Vinder

COWI A/S

Forslag nr. 2 / 25423

Forslagets bærende idé er centreret om det oplukkelige fag, der er udformet som en let, bevægelig skulptur, hvis slanke mast vil kunne fremtræde som et pejlemærke og en del af den 'skyline', som præger København: Tårnene, vindmøllerne, skibsmasterne.

To ensartede, overdækkede bropartier rækker ud i havnebassinet fra henholdsvis Kvæsthusbroen og Dokøen for at mødes i en central pladsdannelse.

Broen har en bredde på 8 meter, men ville uden tab af funktionalitet kunne reduceres til de 6 meter, som er forudsat i programmet.

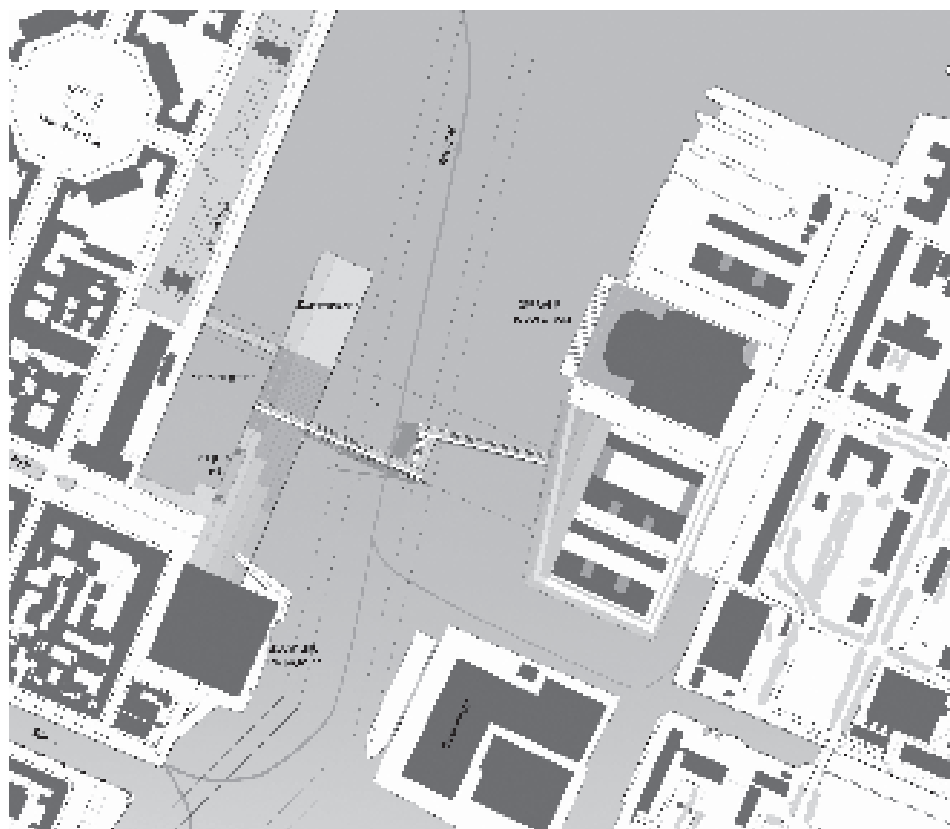
Det oplukkelige fag er udformet med en horisontal bjælke og en 'mast', der er udført som opvejste stålkasser, som er stift forbundet i omdrejningsaksen. Bjælke og mast er indbyrdes forbun-

det med parallelle kabler og danner en harpeformet struktur, som aktiveres ved hjælp af et hydraulisk stempel. En bevægelig kontravægt på masten skal bidrage til at holde harpen i balance, når den er i bevægelse.

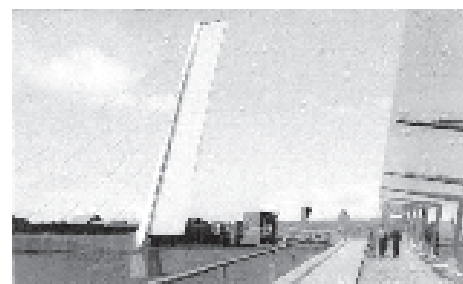
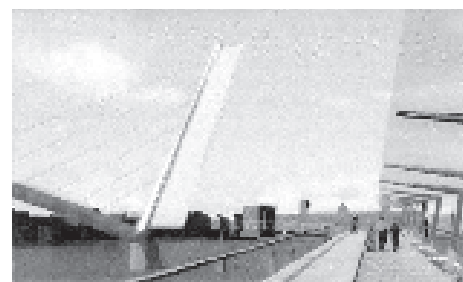
Brobanen er asymmetrisk opbygget med V-formede, asymmetriske søjleunderstøtninger, som balancerer på betonfundamenter. Beskyttelsen mod vejr og vind er ikke løst med de viste rækværker og den skråtstillede glasoverdækning.

Broens gennemsejlingshøjde i lukket tilstand på 5,4 meter opnås ved hjælp af en rampe, som går tværs over Kvæsthusbroen.

Broen over Kvæsthusgraven har et symmetrisk tværsnit og åbnes ved hjælp af en enkel klapbro. Belysningen af broen sker på to niveauer: Broba-



Situationsplan



nen er belyst ved hjælp af lineært placerede armaturer, der er integreret i de to håndlister, mens en mere arkitektonisk præget lysætning oplyser masten og eksponerer den ribbede underside af brodækket, når dette er i bevægelse. På den måde vil den åbne bro være markeret som et 'lyssignal'.

Forslaget demonstrerer på en overbevisende måde, hvordan der kan tages udgangspunkt i opgavens konstruktive udfordringer. Et oplukkeligt fag repræsenterer selvkært et brud i en sammenhængende brokonstruktion, men her har forslagsstilleren taget fat på dette element og givet det en dristig løsning, som dokumenteres af en omfattende teknisk redegørelse. Harpens bjælke og mast er smukt artikulerede med varierende tværsnit, som udtrykker de ulige kraftpåvirkninger.

Pladsdannelsen midt på broen har sine kvaliteter som udsigts- og mødested, men med to vinkelrette knæk i den horisontale linieføring er den et problem i forhold til trafikken, ikke mindst når strømmen af cyklister er tættest. Efter dommerkomiteens opfattelse må denne del af forslaget underkastes en nærmere bearbejdning, hvilket også gælder for rampeanlægget på Kvæsthusbroen, som virker uafklaret og må bearbejdes.

Broen har en let og spinkel elegance, dens profil er markant, og den repræsenterer en velgøren-

de kontrast til operaens og skuespilhusets mere afsluttede former. Designmæssigt er den på et højt niveau, og som byarkitektonisk element vil den kunne føje nye kvaliteter til oplevelsen af haverummet. Broen med den bevægelige harpe har således potentiale til at blive en af Københavns nye attraktioner.

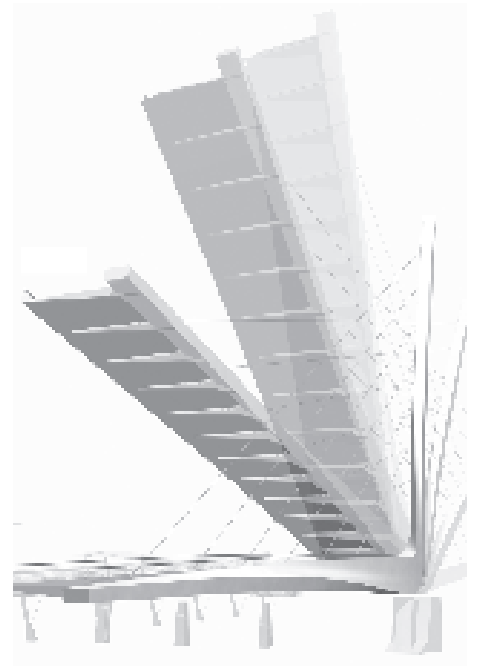
#### Tekniske forhold

Broens fundamenter og bærende piller har en enkel udformning, og de giver kun en begrænset reduktion i vandgennemstrømningen.

Placeringen af gennemsejlingsfaget er klar og tydelig for de sejlene, og behovet for supplerende sikkerhedsforanstaltninger mod påsejling vil være begrænset, idet broens oplukkelige del klappes op og bliver særdeles synlig. Herved formindskes risikoen for påsejling.

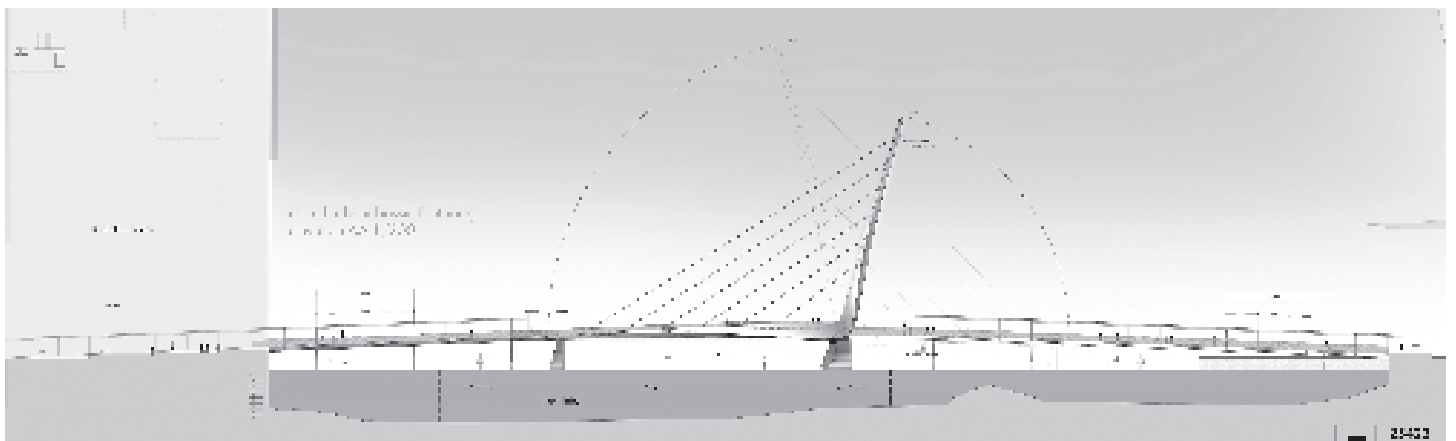
Desuden har broen i lukket tilstand en fornuftig gennemsejlingshøjde – svarende til Knippelsbro – og selv i lukket tilstand kan gennemsejlingsfaget nemt registreres på grund af den høje mast og de kabler, der er med til at bære klappen.

Tilslutningsfagene er udformet som en let stålkonstruktion af opsvejste stålprofiler, der understøttes af stålsøjler, fastspændt i kote +1,6 m til bropiller i beton. De slanke søjler i den V-formede

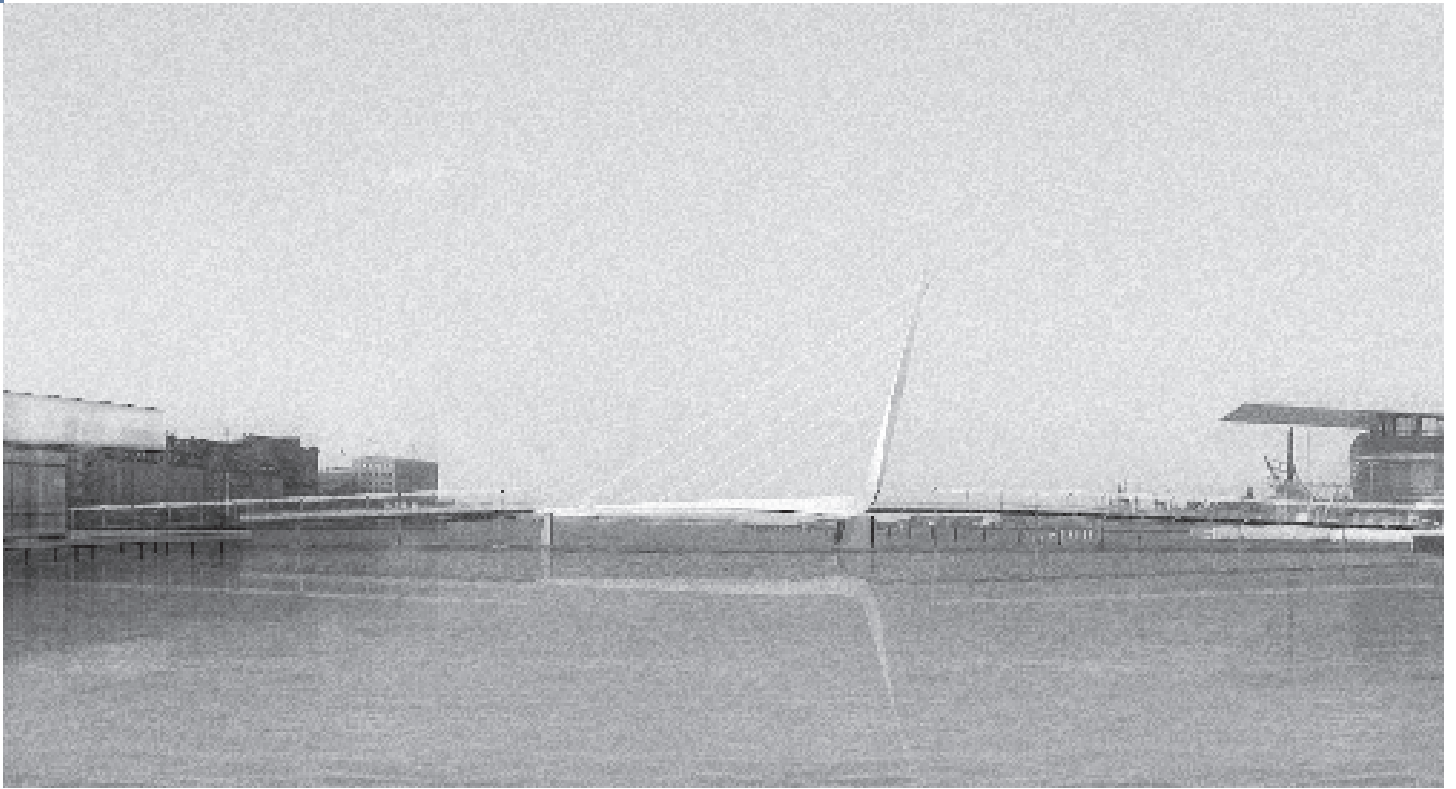


understøtning vil dog være sårbare over for påsejling, så hvis en risikoanalyse skulle vise, at piller uden for gennemsejlingsfaget må skibsstødsikres, vil det være nødvendigt at udføre tilslutningsfagene piller med større robusthed.

Langsgående H-profiler understøtter brobanelpladen, der foreslås udført af aluminium på gangarealer og af 50 mm beton på cykelarealerne. Den anførte tykkelse på betonbelægningen forekommer at være utilstrækkelig i forhold til den krævede bæreevne og kapacitet sammenholdt med det aggressive miljø. Og især for vippebroens vedkommende vil risikoen for revnedannelse i belægningen være for stor som følge af de bevægelser, der forekommer i forbindelse med åbningen af broen. En belægning opbygget af en stålplade på H-profilerne, hvorpå der udlægges en ca. 10 mm



Snit



kunststofbelægning, vil være mere hensigtsmæssig, også som alternativ til aluminiumsbelægningen på gangarealerne, idet aluminium sammen med stål og beton kan give korrosionsproblemer.

Funderingen af både klapbro og tilslutningsfag udføres med borede stål-pæle med in situ-støbt beton i toppen. På den østlige understøtning udføres klappille med maskinrum.

Materialevalget er generelt fornuftigt med den nævnte underbygning og en overbygning, der udføres som opsvejste stål-kassedragere, mens vippebroens bjælke og mast udføres i rustfrit stål. Den forudsatte overfladebehandling af det almindelige konstruktionsstål skal dog ændres til en behandling i en højere korrosionsklasse.

Generelt virker tilslutningsfagene hensigtsmæssigt konstrueret, både hvad angår udførelse og den efterfølgende brug.

Klapbroens vandrette bjælke, der bærer det udkragede brodæk, er ophængt i skråstillede kabler, som er fastgjort til masten. Denne løsning stiller store krav til stivhed af både mast og hjørnesamlingen mellem bjælke og mast samt optagelse af vridninger i drejelejet. De skråstillede kabler vil ingen effekt have ved vestenvind ind på

det opklappede brodæk, og mere detaljerede beregninger må gennemføres, bl.a. for at sikre mod vindinducerede kabelsvingninger og udmattelsesbrud.

På masten er monteret en bevægelig 60 tons kontravægt, der i forbindelse med åbning og lukning af broen skal hejses op og ned for at opnå en optimal afbalancering. En løsning, der kræver et relativt kompliceret styresystem, og hvis konstruktion og virkemåde i givet fald skal viderebehandles eller ændres til en mere traditionel løsning.

Det er i øvrigt ikke godt gjort, at der med de viste tværsnitsdimensioner på masten vil være tilstrækkelige pladsforhold (specielt ved toppen), til at der inde i masten kan placeres kabelforankringer, kraftige tværafstivninger og skinnekonstruktioner for den tunge kontravægt samt hejsemaskineriet.

Montering af klapbroen er ikke nærmere beskrevet og vil kræve en grundig analyse, herunder en vurdering af behovet for midlertidige understøtninger. Generelt bør projektet kunne tilpasses, så vedligeholdelse kan udføres hensigtsmæssigt, men åbningsprincippet med den

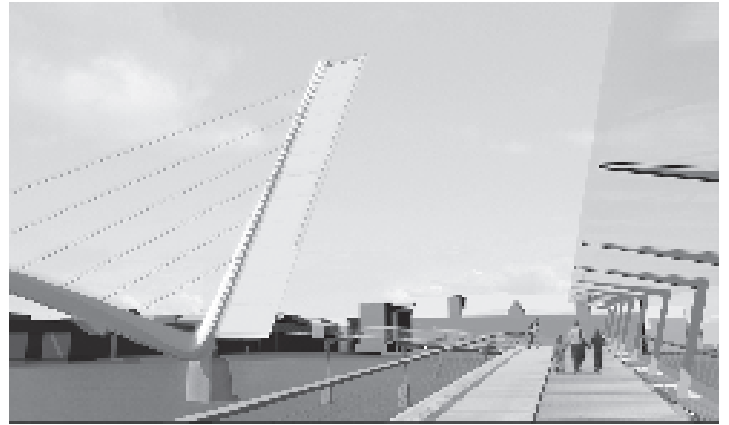
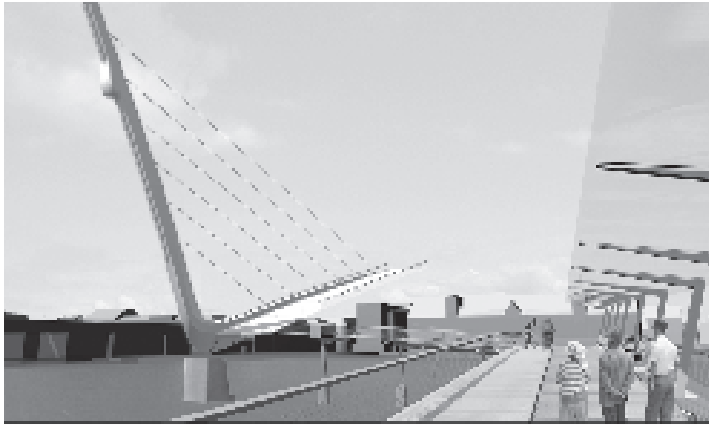
ophængte, styrede kontravægt må bearbejdes, således at driften af broen ikke bliver problematisk.

Broen over Kvæsthusgraven er udformet som en simpel klapbro, der er udført af en opsvejst stålkonstruktion med en central kassedrager, udkragede tværbjælker og langsgående sekundære bjælker for understøtning af belægning på broen.

Klapfaget understøttes af mellemunderstøtninger, som er udført af borede stål-pæle og in situ-støbt beton, svarende til broen over havneløbet. Maskineri til åbning af broklappen er forudsat monteret i den vestlige mellemunderstøtning, men der er ikke nærmere redegjort for pladsforholdene i relation til montage og vedligeholdelse af udstyret. En enkel og funktionel bro, der forekommer teknisk hensigtsmæssig, dog med ovenstående bemærkninger vedrørende belægninger og overfladebehandling.

#### Økonomi

Projektets overslag er detaljeret, men synes at mangle nogle afgørende poster, bl.a. udgift til kontravægtens drivaggregat og de kraftige skinnekonstruktioner, som vil være påkrævede for at

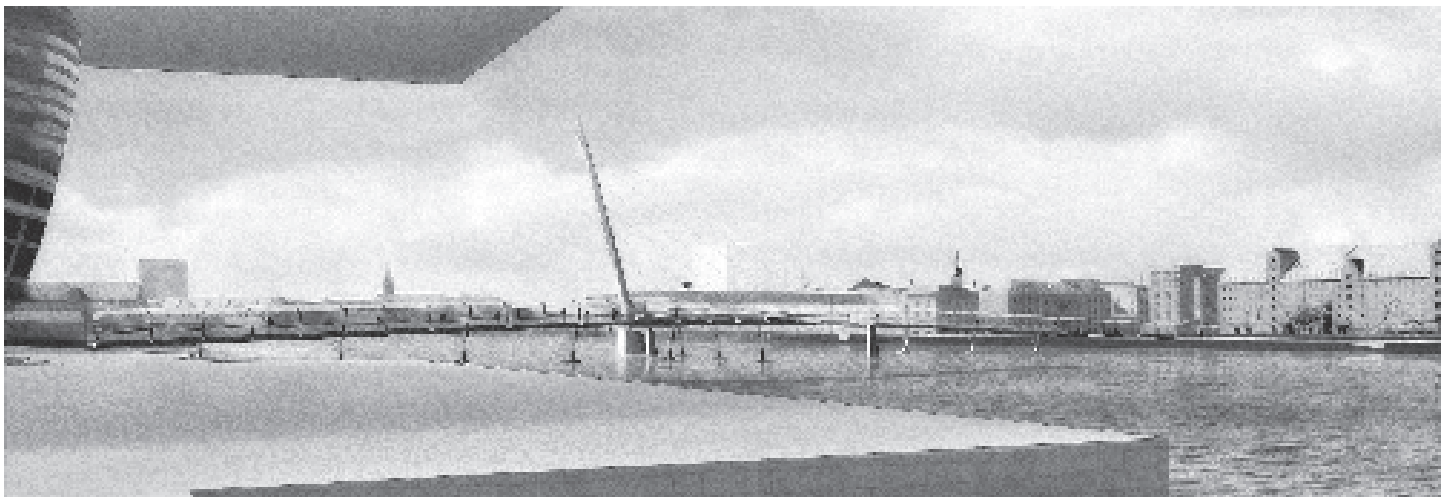


løfte/bære den 60 tons tunge kontravægt. Heller ikke udgiften til det computerbaserede styresystem for kontrol af kontravægtens bevægelse under åbningsproceduren synes at være inkluderet i overslaget. Udgifter til rådgiverhonorar, forundersøgelser og indretning af arbejdsplads

mangler ligeledes. Endelig forekommer det nødvendigt at tillægge mindst 20 procent til uforudsete udgifter i betragtning af den foreslåede, uprøvede teknik med bevægelig kontravægt.

Samlet set vurderes det foreliggende projekt uden bearbejdning at ville overskride den økono-

miske ramme med ca. 20 procent. Ved en reduktion af brobredden til 6 meter, en bearbejdning af den centrale pladsdannelse og en forenkling af åbningsprincippet skønner dommerkomiteen, at forslaget ville kunne realiseres inden for den økonomiske ramme.



## 2.

Forslag nr. 6 / 10212

*Wolf D. Prix & Helmut Swiczinsky &**Wolfdieter Dreibholz ZT GmbH**Projektledere: Wolf D. Prix, Helmut Swiczinsky og**Wolfdieter Dreibholz**Design team: Martin Oberascher, Tobias Klein,**Eva Ravnborg, Martin Hagemann og Christian Erl**Ove Arup & Partners (konstruktion)**Team: Allen Paul, Andrew Armstrong, Deepak**Jayaram, Clive Aubrey, Nette Migares,**Craig Wiggins og Martin Vanicek**Waagner Biro (overbygning, stålarbejde)**Team: Johann Sischka, Albert Gebeshuber,**Gerhard Brandt og Helmut Kieweg**Birch & Krogboe A/S (byggeledelse, fagtilsyn)**Team v/Søren Svare*

Forslaget adskiller sig klart fra de øvrige, både hvad angår idé og formsprog. I modsætning til en traditionel bro, hvis forløb brydes, når gennemsejlingsfaget åbnes, skal forslaget til broen over havneløbet opfattes som to skulpturer, der fra hver side rækker ud mod hinanden og, med forslagsstillerens ord, "kysser" hinanden, når de mødes over vandet.

Forslagsstilleren lægger stor vægt på oplevelsen ved at passere broen, både om dagen, når den fungerer som et stærkt trafikeret trafik anlæg, og om aftenen, hvor den bliver til en 'catwalk', fyldt med forventningsfulde mennesker på vej til en oplevelse i operaen.

På Kvæsthusbroen tager broen afsæt fra et anlæg, det såkaldte isbjerg, der omfatter trappe,

elevator og rampe samt en champagnebar. Dækket på det faste brofag på denne side bæres af to kraftige, underliggende gitterdragere, der hviler dels på isbjerget, dels på en pille i havneløbet.

Dækket på det faste fag ved Dokøen er ophængt i en dramatisk gitterkonstruktion, hvis hovedelementer er tre kraftige rør, der snor sig om dækket. De tre rør er indspændt i kajen og derudover båret på to piller i havneløbet. Der er ikke tale om en rationel konstruktion, der er tværtimod tale om et bevidst dekonstruktivistisk udtryk.

Åbningsprincippet er usædvanligt. Det oplukkelige fag er en stålkassedrager, der kan trækkes ind i det vestlige sidefag, når skibe skal passere. For at dette kan ske, er sidefaget forsynet med et todelt, oplukkeligt brodæk.

Som en kontrast til den dramatiske havnebro er broen over Kvæsthusgraven enkelt udformet med en stålkassedrager, båret af to piller, og et traditionelt klapfag i midten.

Trods den meget detaljerede fremstilling og mange fine detaljer finder dommerkomiteen, at forslaget på flere punkter er uafklaret. Isbjerget virker ikke tilstrækkeligt gennemarbejdet, og dommerkomiteen er betænkelig ved både dets rumlige virkning og dets funktion. For eksempel virker rampeanlægget ikke ideelt til hurtig og tæt cykeltrafik.

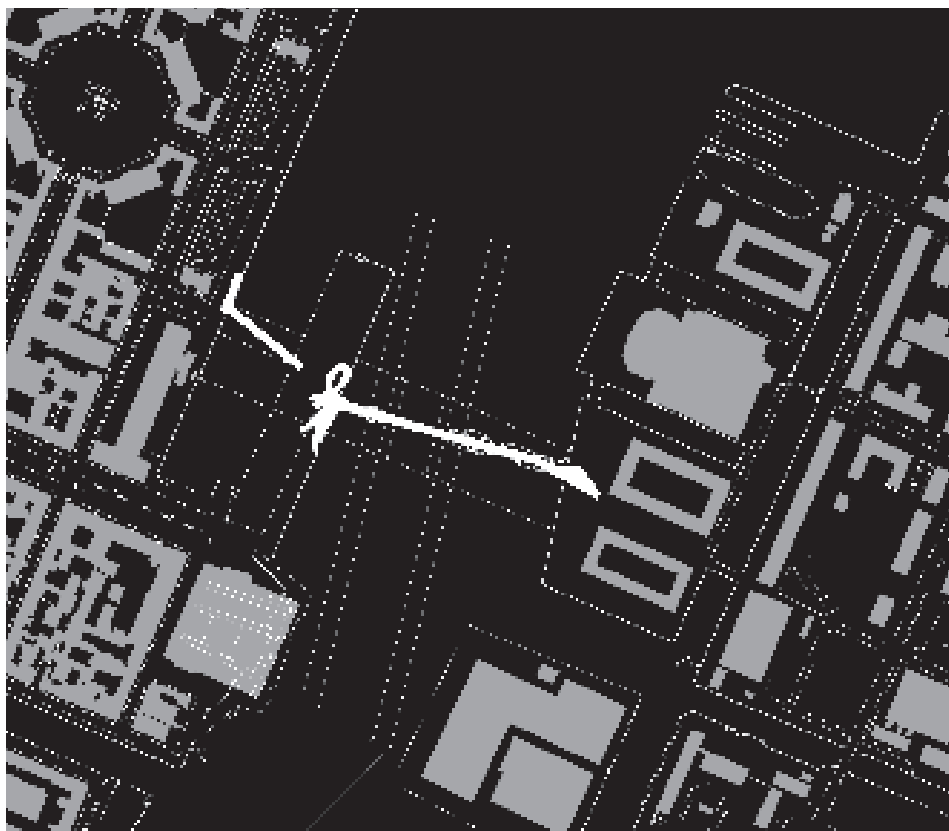
Også sidefagenes konstruktioner burde bearbejdes. Det østlige fags visuelle – og konstruktive – sammenvoksning med kajen virker uafklaret, og pillen, der understøtter faget på midten, forekommer umotiveret.

Det foreslåede åbningsprincip er gennemarbejdet og veldokumenteret, men alligevel er dommerkomiteen skeptisk med hensyn til dets funktionalitet. Det forudses, at det danske klima og det maritime miljø ville kunne give store vedligeholdelsesproblemer, og den drejebro, som forslagsstilleren nævner som en alternativ løsning, er værd at foretrække, selvom dette ville svække forslaget idé.

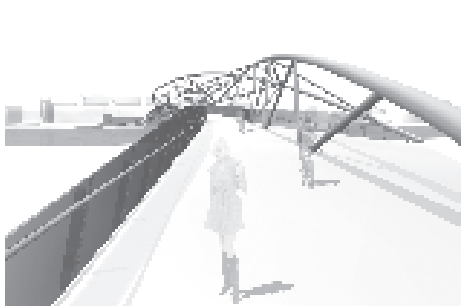
Som læskærm foreslås 2,2 meter høje paneler af hærdet glas, placeret med varierende hældning langs broens kanter. Af hensyn til rengøring er panelerne hængslet således, at de kan dreje om den vandrette midterakse.

Det er dommerkomiteens opfattelse, at en sådan skærm næppe er effektiv, og at der vil kunne opstå kraftig turbulens på broen. Dog ville dette formodentlig kunne løses ved en passende perforering af skærmen.

Dommerkomiteen værdsætter forslaget originale og virtuost fremstillede idé, men der har været delte meninger med hensyn til broens visuelle virkning i havnerummet og dens relation til skuespilhuset og operaen, idet nogle ville foret-



Situationsplan



række et mindre dramatisk udtryk. Forslaget rummer store oplevelsesmuligheder, og broen kunne være en festlig introduktion til operaens fantasi-verden, men samtidig finder dommerkomiteen det usikkert, om interessen for broen med dens meget tidstypiske udformning ville kunne holde på længere sigt.

#### Tekniske forhold

Projektet for broen over havneløbet har en fornuftig gennemsejlingshøjde på 5,4 m i lukket tilstand, og med kun tre bropiller opnås der en meget begrænset reduktion i vandgennemstrømningen.

Placeringen af gennemsejlingsfaget vil ikke umiddelbart være tydelig for de sejlene, og i åben tilstand vil de to udkragede brodragere være meget sårbare over for påsejling, hvorfor der vil være behov for sikring af disse ved etablering af f.eks. ledeværker.

Belægningen på broen er forudsat udført af genbrugt gummi, som skulle give både fugtisolering og en skridsikker overflade. Gennemprøvede kunststofbelægninger forventes dog at være mere hensigtsmæssige at anvende.

Den 'forvredne' østlige gitterkonstruktion er bevidst udformet uden hensyntagen til konstruktiv effektivitet, og med en meget kompliceret geometri er den vanskelig og dyr at udføre. Desuden er det problematisk, at stålkonstruktionen har så lav en beliggenhed, at vigtige konstruktionssamlinger befinder sig i *splash-zonen*, dvs. tæt på vandoverfladen.

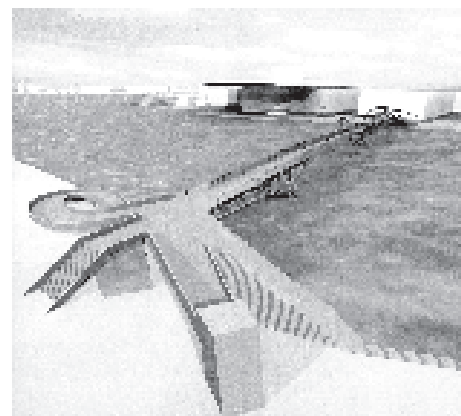
Ved åbning og lukning er det tvivlsomt, hvorvidt det oplukkelige fag, der skydes vandret ind i tilslutningsfaget, efter at dette fag er åbnet ved en opadgående rotation, kan gennemføres inden for den ønskede tid til åbning / lukning af broen. Princippet og konstruktionen for oplukning af broen er formodentlig ikke tidligere anvendt, og når der både kan forventes tidsmæssige problemer ved åbning og lukning samt konstruktive og driftsmæssige problemer, vil der være en betydelig risiko ved at anvende det foreslåede princip.

Desuden vil broens bevægelige dele være påvirket af relativt store kræfter, når broen skal åbnes. Forslagsstilleren nævner muligheden for alternativt at etablere en svingbro. Herved ville der kunne opnås større sikkerhed for en anvendelig og sandsynligvis en billigere løsning, men generelt vil både udførelse, drift og vedligeholdelse af specielt de bevægelige dele være krævende.

Broen over Kvæsthusgraven er en trefags kassebruger i stål, hvor midterfaget kan klappes op. I åben tilstand er der en 12 meter bred åbning for gennemsejling. I lukket stand er gennemsejlingshøjden 2,5 meter i 12 meters bredde. Der er tale om en enkel og funktionel bro, der til trods for sparsomme oplysninger om udformning af klappfag, kontravægt og maskinrum forekommer realiserbar.

#### Økonomi

Overslaget er for stålkonstruktionernes vedkommende ikke baseret på en angivelse af mængder og enhedspriser, hvilket gør det vanskeligt at vur-



dere realismen i de aktuelle overslagsposter. Overslaget angiver en overskridelse af budgetrammen på knapt 5 procent, men hertil bør tillægges uforudsete udgifter på mindst 20 procent i betragtning af den uprøvede teknik, som knytter sig til den ret komplicerede åbningsprocedure.

Samlet set vurderes det foreliggende projekt uden bearbejdning at ville overskride den økonomiske ramme med ca. 25 procent.

Ved en reduktion af gitterkonstruktionens udstrækning og dimensionering samt en forenkling af åbningsprincip og rampeanlæg ('isbjerget') skønner dommerkomiteen, at forslaget ville kunne realiseres inden for den økonomiske ramme.



Snit

3.

Forslag nr. 1 / 77999

ISC Rådgivende Ingeniører

Billedkunstner Per Arnoldi

Iben Winther Orton, Rambøll (belysning)

Svend Ole Hansen (vind)

Projektet er baseret på to retlinede broer for henholdsvis fodgængere og cyklister. Broerne krydser hinanden i samme plan, og med deres moderate stigning giver de en meget lav frihøjde, som betyder at havnebussen ikke kan passere broerne i lukket tilstand. Åbningsprincippet er baseret på en dobbelt klapbro ved broernes krydsningspunkt over sejlrenden.

Gangbroen overskrider byggefeltet på Dokøen, men en justering for at rette op på dette skønnes ikke at ville svække projektet.

Forslagsstilleren viser en klar holdning til opbygningen af broerne med anvendelse af materialer, som naturligt vil indgå i havnemiljøet. Tværsnittet, som er ens for de to broer, er baseret på en rektangulær opsvejst kasse i Cor-Ten stål.

Brodækket på cykelbroen er asfalteret, mens operagæsterne bevæger sig på skridsikkert glas.

Fodgængerbroen er udstyret med en lægvide klimaskærm med glasinddækning i sider og tag monteret på et rammesystem med en uregelmæssig opstilling af krydsende rammeben og -bjælker.

Broens belysning ligger i hovedsagen på to niveauer: Indirekte belysning af brobanen, monteret i rækværkets håndlister, og stribevis, krydsende lysætning på operabroens overdækning.

Forslaget er i sit hovedanslag et radikalt bud på en helhedsløsning, hvor det sakseformede plankoncept korresponderer med de krydsende linier i klimaskærmens rammer og belysningsstriberne i operabroens overdækning.

Klimaskærmens minimalistiske opbygning

mangler imidlertid substans. Rammebjælkernes spændvidde kræver en pæn konstruktionshøjde, og en horisontal glasoverdækning, hvor regnvandet vil fosse ned over siderne, kræver en ombearbejdning.

Med valget af brobjælkernes kasseformede tværsnit med deres ekstruderede karakter er broens konstruktive udfordringer bevidst neddæmpede. Man kan sige, at broen har fået en tilnærmet 'ikke-konstruktion'. Broklappernes *muskulatur*, de hydrauliske cylindre, er da også udeladt på tegningerne.

Forslagsstillerens ønske om at give brobjælkerne den retlinede karakter har imidlertid gjort det vanskeligt at opnå en tilfredsstillende gennemsejlingshøjde. Antagelig vil denne konstruktionsform være bedre egnet til kortere brolægninger.

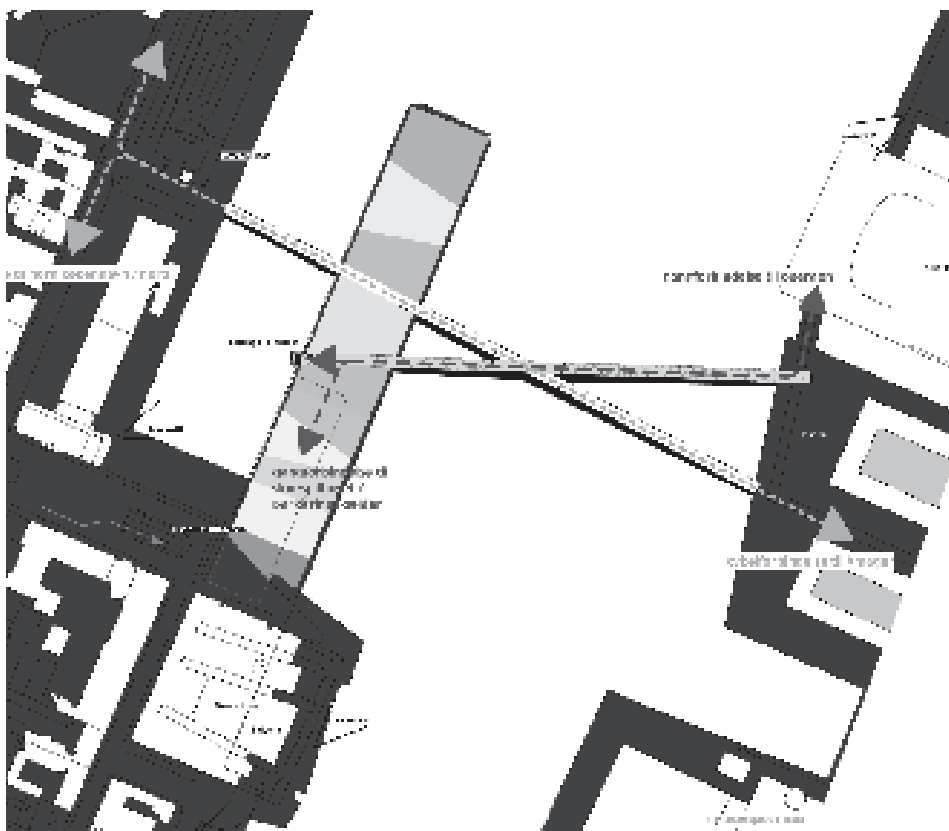
Det ligger i konceptet, at broen over Kvæsthusgraven udelukkende er beregnet for cyklister, men der er grund til at tro, at der også vil være fodgængere, som måtte ønske at benytte denne forbindelse.

Broen over Kvæsthusgraven er programmeret som en option. Skulle den falde bort, har dommerkomiteen vanskeligt ved at se, at forslaget fortsat er meningsfyldt.

#### Tekniske forhold

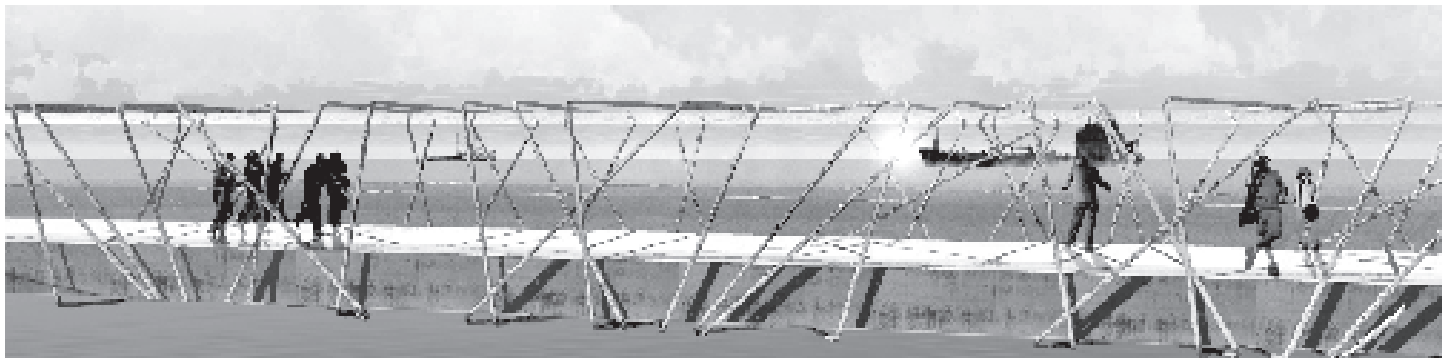
For broen over havneløbet er der som udgangspunkt valgt en gennemsejlingshøjde på kun 3,0 meter. Med de nuværende seks passager i timen vil havnebussens sejlruiter enten skulle omlægges totalt, eller det foreslåede alternativ med høje ramper på Kvæsthusmolen skal gennemføres. Forslagsstilleren har kun i meget oversigtspræget form skitseret alternativet med ramper. Imidlertid står det klart, at det er en løsning, der vil inddrage hele Kvæsthusmolen, hvilket forekommer at være uacceptabelt.

Klapbroens åbningsfelt kan forholdsvis nemt observeres af de sejlene, og specielt i åben til-



Situationsplan





stand vil åbningen, afgrænset af de lodrette klapper, stå meget tydeligt for de sejlede.

Der er valgt en formgivning med et relativt begrænset antal bro- og klappiller. Disse er slanke og begrænser derfor ikke vandgenemstrømningen i væsentlig grad.

De to broer har hver et 6 meter bredt brodæk og dermed generelt en fin adskillelse af cyklister og fodgængere. Til gengæld er der et særdeles farligt krydsningspunkt mellem brobanerne, hvor specielt de gående vil have vanskeligt ved at observere de ofte hurtige cyklister, der kommer fra samme side. Det må således være helt nødvendigt at lave sikkerhedsforanstaltninger, der sikrer, at cyklisterne eller fodgængerne standser op, hvilket vil give en uheldig afbrydelse af trafikken.

Begge broer er, bortset fra selve broklapperne, udformet som kontinuerte stålkassedragere med et tværsnit på 1 x 6 m. Kassedragerne foreslås opbygget af afstivede paneler med et centralt længdeskot og tværafstivninger pr. ca. 3 meter. Stålkasserne udføres tætte, og luften i dragerne affugtes for at undgå indvendig malerbehandling. Dette er dog unødvendigt, såfremt der anvendes Cor-Ten stål.

Glasoverdækningen på fodgængerbroen bæres af stålrørssammer, der er anbragt i et tilfældigt mønster, hvilket medfører at glaspanelerne får en meget uensartet understøtning. Der er ikke redegjort for, hvorledes stålrørssammerne fastgøres til brodragerne. Glasoverdækningen vil være særde-

les vanskelig at rengøre, og forslaget indeholder ikke som krævet en udførlig beskrivelse af princippet for rengøring af udvendige flader.

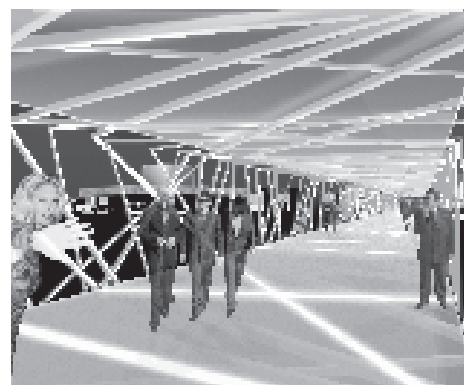
Det er foreslået, at afvanding af brodækket sker ved at lede vandet direkte ud over siderne af broen. Denne afvandingsform er ikke velegnet, idet det må forventes, at broens belægnings saltes om vinteren, hvorved korrosion af de vanskeligt tilgængelige sider fremmes – også selvom de udføres i Cor-Ten stål.

Forslaget indeholder kun sparsomme oplysninger om udformningen af klappag, klappiller og 'maskinrum', herunder specielt funktion, virkemåde og reservekapacitet for de hydrauliske cylindre, der skal løfte broklapperne.

Belægningerne er forudsat udført af støbeasfalt på cykelbroen, henholdsvis sandblæst glas eller alternativt polycarbonat / hvid beton. Af hensyn til vedligeholdelse og sikkerhed for skridsikre overflader vil det være hensigtsmæssigt, at broen generelt udføres i Cor-Ten stål, at stålrørene, der understøtter glasoverdækningen, udføres i rustfrit og syrefast stål, og at der til alle belægninger vælges velafprøvede kunststofbelægninger.

Driftssikkerhed og vedligeholdelse af broklapperne kan ikke umiddelbart vurderes ud fra de foreliggende oplysninger.

Hvad angår broen over Kvæsthusgraven, indeholder forslaget kun sparsomme tekniske oplysninger, men det er forudsat, at den i princippet udføres som cykelbroen.



### Økonomi

Projektet indeholder et detaljeret overslag, der for hovedbestanddelenes vedkommende er baseret på realistiske mængder og enhedspriser, mens en række af de mindre bestanddele er fastsat til runde totalbeløb. Udgiften til indretning af byggeplads synes at være for lav, ligesom enhedsprisen for stålkonstruktionerne næppe kan rumme udgifter til montage. Endelig forekommer det urealistisk lavt at operere med et tillæg på 5 procent til uforudsete udgifter under hensyntagen til det tidlige projektstadium. Tillægget burde mindst sættes til 10 procent.

Samlet set vurderes det foreliggende projekt uden bearbejdning at ville overskride den økonomiske ramme med ca. 10 procent.



Snit

*Nicholas Grimshaw & Partners Limited**v/Neven Sidor og Ingrid Bille**Büro Happold (konstruktion)**v/Wolf Mangelsdorf**Moveable Bridges Ltd (brokonsulent)**v/Richard J. Parrott**Kardorff Ingenieure Lichtplanung (belysningskonsulent) v/Volker von Kardorff*

Forslaget er enkelt i sin disponering. De to broer ligger på en lige linie fra Larsens Plads til Dokøen. Broerne har ens piller og dragere, og åbningsfagene er, trods forskellige spændvidder, ens i princip og udformning.

Havnebroens gennemsejlingsfag har en frihøjde på 5,4 meter i lukket tilstand. For at opnå denne højde er der på Kvæsthusbroen opbygget et rampeanlæg, der starter tæt ved Kvæsthusgravens kaj.

Brodragerne er meget simple i deres opbygning med kraftige kantdragere af valsede stålprofiler og mindre tværbjælker. Dragerne hviler på piller,

der hver har to cylindriske skafter og en beton-tværdrager.

Åbningsfagene foreslås udført som klapbroer med en kontravægt placeret over broens dæk efter det såkaldte Scherzer-princip. Når broen åbnes eller lukkes, ruller klapfaget med kontravægt på en tandkrans. Klappagets tyngdepunkt ligger i tandkransens centrum, således at der hele tiden er ligevægt. Det er gammel og velafprøvet brotype, der kræver et minimum af vedligeholdelse.

Brodækket i klappaget har samme tværsnit som de øvrige fag, men er fastholdt mellem to, med

forslagsstillerens ord, boomerang-formede kantdragere, som også bærer kontravægtene. Disse boomerang'er er broernes mest markante elementer, og forslagsstilleren gør opmærksom på, at de er en, angiveligt utilsigtet, reference til de nordiske vikingeskibe.

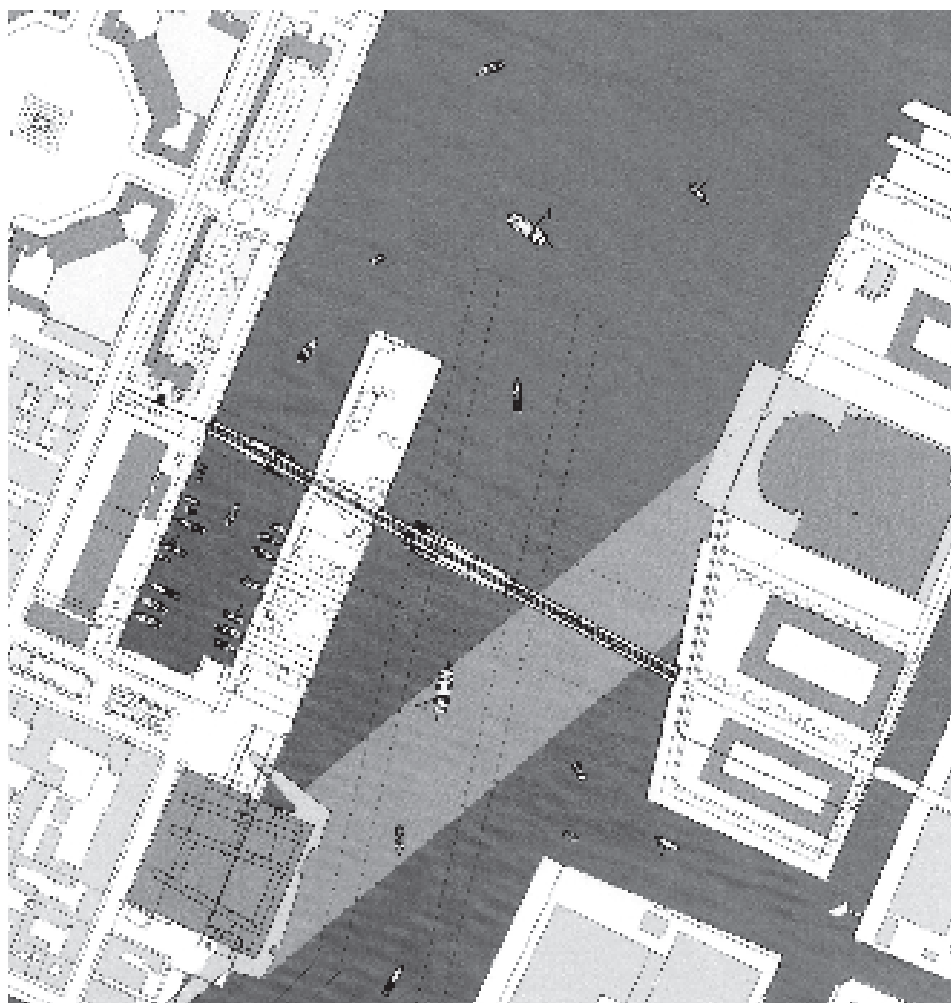
Som beskyttelse mod vejrliget foreslås en læskærm af lamineret glas monteret på brodækkets kantdragere. Skærmen vil kræve regelmæssig rengøring og vil formentlig skabe en kraftig turbulens på brodækket, med mindre den perforeres i passende omfang.

Brodækket er opdelt i to baner for fodgængere langs broens yderkanter og en bane i midten for cyklister. Banerne er markeret med malede striber eller alternativt med en lav stålbarriere.

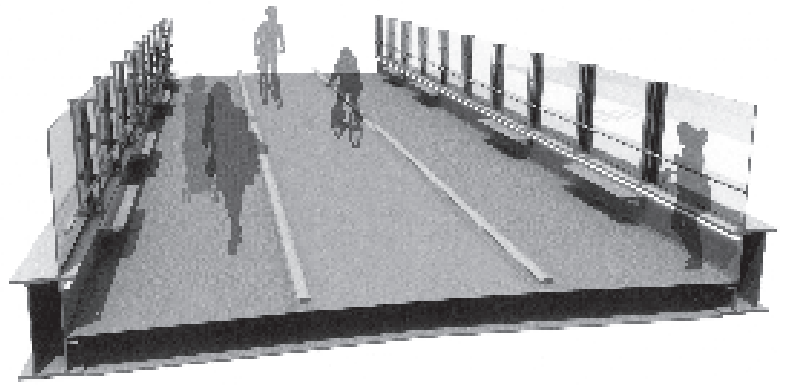
Dommerkomiteen er ikke i tvivl om, at dette forslag på de fleste punkter er velfungerende, og at det opfylder programmets krav. Men man er kritiske over for broens udformning og dens visuelle virkning i havnerummet. Det er tydeligt, at forslagsstilleren har ønsket at gøre klappagene til et hovedmotiv, og der synes at have været lagt mindre vægt på udformningen af resten af broen. Formgivningen og detaljeringen af tilslutningsfagenes dragere og piller mangler således raffinement.

Det store rampeanlæg på Kvæsthusbroen virker også uheldigt. Adgangsforholdene til havnebroen, med rampens fodpunkt tæt på Kvæsthusgravens kaj, er utilfredsstillende, og anlæggets store volumen spærrer for udsigten fra skuespilhuset mod yderhavnen og Sundet.

Mest problematisk er dog udformningen af klappagene. Efter dommerkomiteens opfattelse har de et påtrængende formsprog, som ville gøre broen meget dominerende i havnerummet, og er uden relation til skuespilhus og opera såvel som til den eksisterende byarkitektur. Dommerkomiteen er således ikke begejstret over klappagene form og deres symbolske henvisning til stævnen på et vikingeskib.



Situationsplan



### Tekniske forhold

Bropillerne under tilslutningsfagene består af slanke stål-pæle, som kun i beskedent omfang vil påvirke vandgennemstrømningen. Til gengæld har klappillen en betydelig bredde og derfor en større indvirkning på vandgennemstrømningen.

Gennemsejlingsfaget markeres tydeligt af de to boomerang'er, og påsejlingsssikringen af den robuste klappille vil være enkel at udføre. Derimod vil de østlige tilslutningsfags endepille mod klappifaget kræve en sikring i form af ledeværker eller lignende.

Bropladens bredde giver mulighed for gode pladsforhold for gående og cyklister, men den viste disponering af tværsnittet, med bænke i begge sider og cykelbane i midten, giver en alt for smal cykelbane. Men den viste disponering kan umiddelbart ændres, så den giver større sikkerhed for brugerne, især de mange cyklister.

Tilslutningsfagernes overbygning består af to langsgående kantdragere, som hver er opbygget af to sammensvejste HE-profiler og indbyrdes for-

bundet med tværdragere. Anvendelsen af HE-profiler til kantdragerne vil give vedligeholdelsesproblemer på grund af de udkragede flangeplader, som vil samle snavs og fugleekskremer. Det ville være at foretrække, om de langsgående dragere var udformet som kassedragere med et rektangulært tværsnit. Brobanepladen består af en relativt tynd 6 mm plade afstivet med langsgående ribber.

De markante, boomerang-formede dragere i klappifaget har angiveligt et trekantformet tværsnit, men nærmere oplysninger mangler, og tegningsmaterialet viser ikke et tværsnit i klappifaget eller i boomerangens øverste del.

Belægningen foreslås udført som en epoxy-belægning med forskellig farve på fodgænger- og cykelsti.

Klappifagets udformning efter Scherzer-principet sikrer en optimal afbalancering i alle positioner under oplukningen. Åbningen sker ved hjælp af dobbeltvirkende, teleskopiske hydraulikcylindre.

Brooverbygningen foreslås fremstillet i fagstore elementer på land og transporteret frem til byggepladsen på pram, mens selve montagen er angivet at skulle ske med flydekran. Forslaget er generelt baseret på sunde konstruktive principer, og det vil næppe byde på særlige problemer med hensyn til drift og vedligeholdelse.

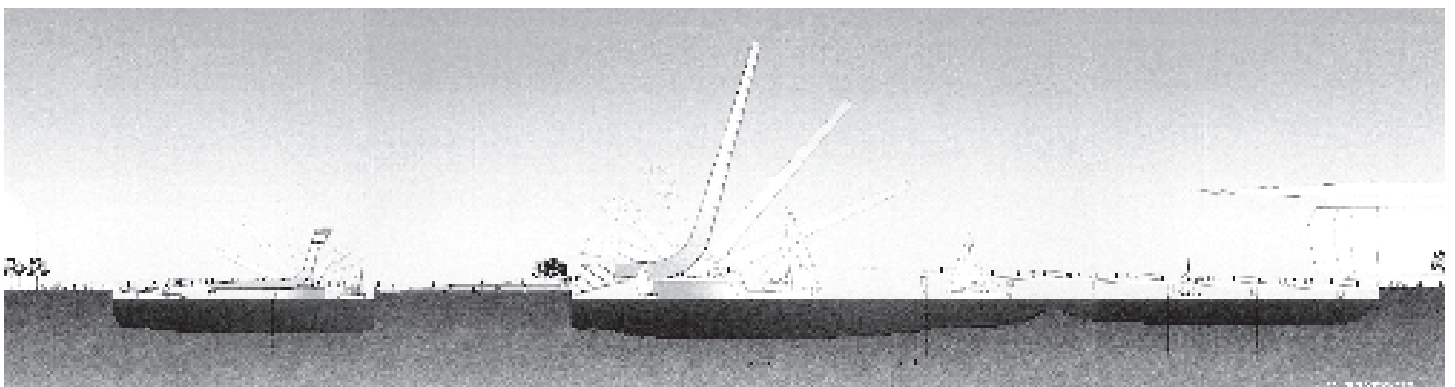
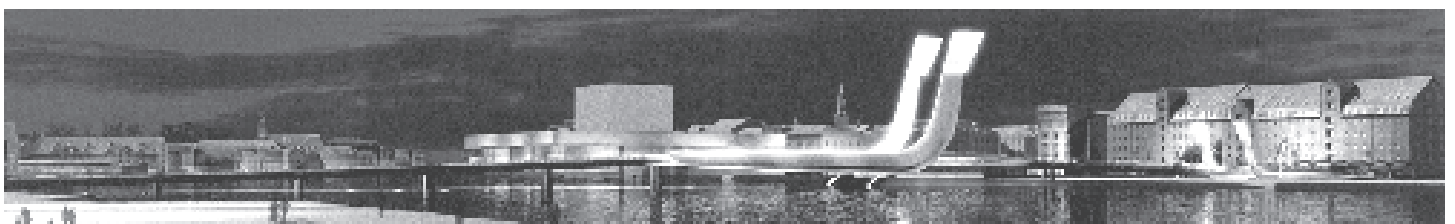
Broen over Kvæsthusgraven er udformet som en formindsket udgave af broen over Havneløbet.

### Økonomi

Projektets overslag er baseret på urealistisk lave enhedspriser, hvad angår stålkonstruktionerne, ligesom den samlede udgift for underbygningen vurderes at være sat for lavt.

Samlet set vurderes det foreliggende projekt uden bearbejdning at ville overskride den økonomiske ramme med ca. 20 procent.

Ved en generel optimering af stålkonstruktionen og en forenkling af broen over Kvæsthusgraven skønner dommerkomiteen, at forslaget ville kunne realiseres inden for den økonomiske ramme.



Snit

# Bilag

Forslag nr. 3 / 43034

Team Ove Arup & Partners: Angus Low og

Torben Forsberg

Team Lundgaard & Tranberg: Lene Tranberg,

Henrik Schmidt, Malene Hjortsø, Peter Thorsen,

Nicolai Richter-Friis og Peter Kjær

Landskabskonsulent: Svend Kierkegaard, land-

skabsarkitekt MDL

Birch & Krogboe

Team: Mark Howell og Jesper Gath

DS SM A/S

Team v/Martin Nielsen

Forslagets svungne planforløb over havnebasinet følger en geometri, der giver rumlige referencer til operaen og det kommende skuespilhus. Broens krumninger giver en øget bro-længde, og derfor kan der med en moderat stigning opnås en gennemsejlingshøjde på 5,4 m uden opbygning af egentlige rampeanlæg på land.

Åbningsmekanismen med to drejelige elementer, som er forsynet med forstærkninger, såkaldte vouter, er en anvendelig og velkendt løsning. Søjlerne er her udført som solide betonpiller, der understøtter de drejelige elementer.

Idet broens åbningsfag er skråtstillede i forhold til sejlrunden, er det nødvendigt at tømme en betydelig del af broen for trafikanter inden broåbning for at kunne opnå den foreskrevne gennemsejlingsbredde.

Broen 'lander' på skråt afskårne kegleskiver, som er bygget op på kajerne.

Broen er principielt udført som en opsvejt kaseseddrager i stål med synlige ribber, som er svunget rundt om dækforkanterne og danner balustre for rækværket.

Ud over et værn, der er beklædt med perforerede elementer, finder forslagsstilleren ikke, at der er behov for at forsyne broen med yderligere klimaskærm. Argumentet er, at det må være op til operagæsterne at klæde sig godt på hjemmefra. Imidlertid ville etableringen af en mere funktionsduelig klimaskærm ændre broens udseende betydeligt, hvilket ville få konsekvenser for broens tilstræbte lethed og transparens.

Den foreslåede belysning følger brobanen og understreger dennes kurvede forløb, idet der

monteres planforsænkede armaturer i en jævn rytme i brobanens midte. Desuden oplyser armaturer på balustrenes inderside selve brobanen.

Med sit slyngede og flot lyssatte forløb over vandfladen har forslaget flere fine kvaliteter. Broen løber lavt over vandfladen og underordner sig byens silhuet, og trafikanterne får undervejs en varieret oplevelse af havnemiljøet.

Konstruktivt har broen gode udviklingsmuligheder på grundlag af den lidt for enkle fremstilling, og dens krumning giver en stabil konstruktionsform.

Landfæsternes udformning er et godt og originalt anslag, men udformningen af broens kurvede planforløb er ikke overbevisende, idet drejningen mod Dokøen virker for skarp. Med de valgte kurver vil der desuden opstå nogle visuelle forkortninger, som vil ødelægge den tilsigtede transparens. Et yderligere problem er, at forslaget bryder med det fastsatte byggefelt, idet broen lander for langt mod syd på Kvæsthusbroen.

Som tidligere nævnt mangler broen over Kvæsthusgraven dokumentation. Den yderst kortfattede beskrivelse oplyser blandt andet, at broen skal kunne åbnes ved hjælp af en mobilkran, men dommerkomiteen har problemer med at forestille sig, hvordan dette arrangement vil opleves.

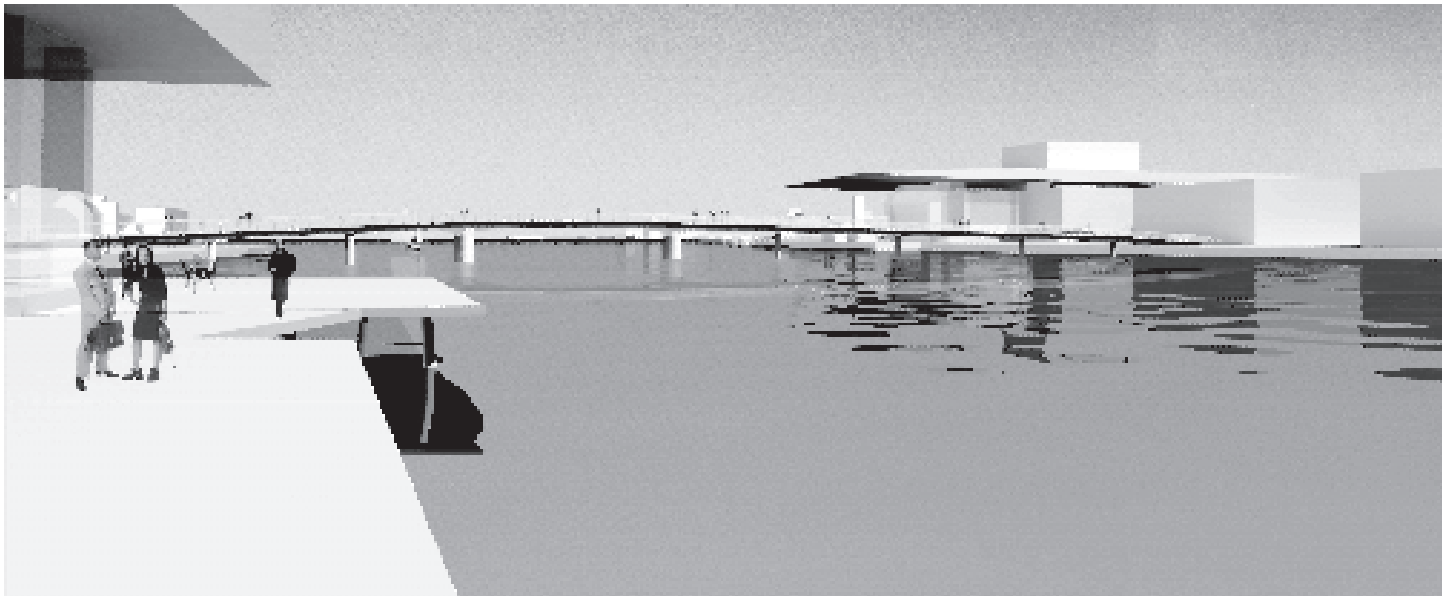
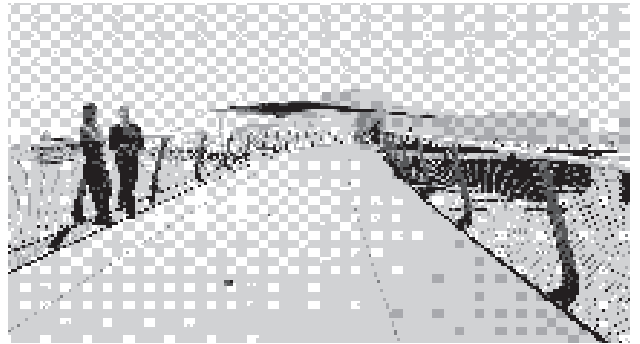
## Tekniske forhold

Underbygningen for broen over havneløbet består af slanke, borede stål-pæle; en pæl ved de almindelige understøtninger og fire pæle ved understøtningerne for drejefagene. Dette giver en begrænset reduktion af vandgennemstrømningen. Stålpælene armeres, udstøbes med beton og påmonteres en stålkrave, der indstøbes i pæle-toppen, og efterfølgende påsvejses den undersiden af brodækket. I splash-zonen demonteres stålformen for at undgå korrosion.

Åbningsplaceringen vil ikke umiddelbart være synlig for de sejlede, og når brofagene er drejet



Situationsplan



ud, vil de være meget sårbare over for påsejling. Ligeledes vil der være behov for at beskytte den frie ende i de faste fag. Der vil derfor være behov for sikring mod påsejling af begge sider på drejefagene og de frie faste ender ved etablering af f.eks. ledeværker.

Broens overbygning består af en opsvejst, central stål-kassedrager med udkragede tværbjælker pr. 3 meter. Konstruktionen er baseret på en traditionel løsning med almindeligt konstruktionsstål og en overfladebehandling af de udvendige overflader. Der er ikke anført forudsætninger for malingsystem til indvendig overfladebehandling eller alternativt affugtningsanlæg.

Ved understøtninger for drejefagene udføres cirkulære maskinrum i armeret beton oven på de fire pæle. I hvert maskinrum installeres to gear-

de motorer med tilsluttede hydrauliksystemer. Adgang til maskinrum sker gennem en lem i brodækket, hvilket forekommer uhensigtsmæssigt.

Forslaget indeholder ikke beskrivelse af, hvorledes brobanens belægninger tænkes udført.

Generelt er broens udformning og konstruktion relativt enkel, men den anførte montage-metode stiller store krav til tolerancer og udførelse.

Bortset fra ovennævnte problem med adgangsforhold til maskinrummet, ville broen med en kunststofbelægning, et højklasset malings-system og affugtningsanlæg i den centrale kassedrager kunne vedligeholdes og drives hensigtsmæssigt.

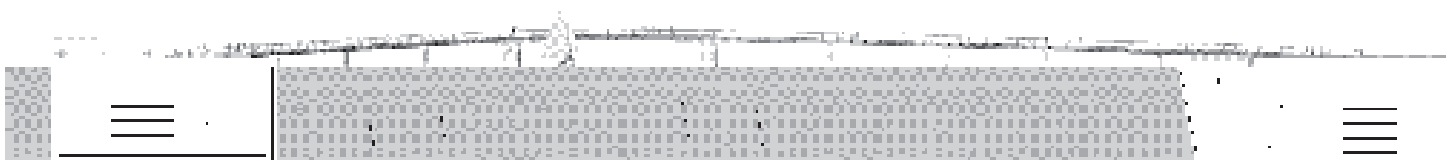
#### Økonomi

Projektets overslag er ret summarisk, for så vidt angår broen over havneløbet, og det synes at være

baseret på så små stål-mængder, at der ikke opnås en tilstrækkelig robust konstruktion. Til gengæld er den enhedspris, som er benyttet, så tilpas stor, at den helt eller delvist må formodes at kunne dække et ekstra stålforbrug.

Overslaget synes ikke at indeholde posterne 'indretning af byggeplads' og 'uforudsete udgifter'.

Samlet set vurderes det foreliggende projekt, for så vidt angår broen over havneløbet, uden bearbejdning at ville overskride den økonomiske ramme med ca. 10 procent. På grund af den helt summariske omtale af en mulig bro over Kvæsthusgraven kan projektets overslag, for så vidt angår denne bro, reelt ikke vurderes.



Snit

# Bilag

Forslag nr. 4 / 23604

Hovedbroen er disponeret over tre ens spænd, hvoraf de to vestlige drejer om hver sin centralt placerede mast, og fra mastetoppen bæres broens overdækning af to finner. Alt dette er udført i beton, og fra det overliggende betondæk er selve brobanen ophængt ved hjælp af stålstag i siderne.

Gennemsejlingshøjden på 5,4 m er dels opnået ved, at broforløbet vertikalt har en svag kurve, dels ved at der er etableret en rampe- og trappeopbygning på landssiderne.

Drejeprincippet med de afbalancerede, udkragede og lige lange dele er velkendt og skal nok kunne fungere. Men en løsning, der forudsætter at brofag med en samlet længde på 140 meter (to

tredjedele af havneløbets bredde) skal sættes i bevægelse, virker ikke gennemtænkt. Når broen er lukket, er det i øvrigt ikke let at se, hvilke af de tre spænd, som kan dreje.

Brodækket er på undersiden forsynet med en kassedrager i stål. Denne er næppe nødvendig, da de antydende ribber skulle være fuldt tilstrækkelige til at klare det moderate tværspænd.

Brodækket er delt i tre banebredder. Da den midterste blokeres af masterne, må det antages, at de to langsider fordeles til henholdsvis fodgængere og cyklister, selv om en perspektivtegning antyder, at begge baner benyttes af fodgængere.

Rampe- og trappeforløbet langs kanten af Kvæsthusbroen virker alt for omfattende.

Som beskyttelse mod vejr og vind er der foreslået forskellige løsninger med henholdsvis hærdet glas og vævet net i rustfrit stål.

Belysningen af brobanen klares ved hjælp af armaturer, der er indbygget i det overliggende betondæk. Desuden er det hensigten, at brostrukturen som helhed skal illumineres.

Det foreslåede koncept er interessant med sin markante og klart opfattede struktur, men dommerkomiteen mener, at der er taget for kraftige virkemidler i brug. Udformningen virker alt for voldsom i havnerummet, og broerne vil med deres udstrækning og store volumen optræde som et konkurrerende element i forhold til operaen og skuespilhuset.

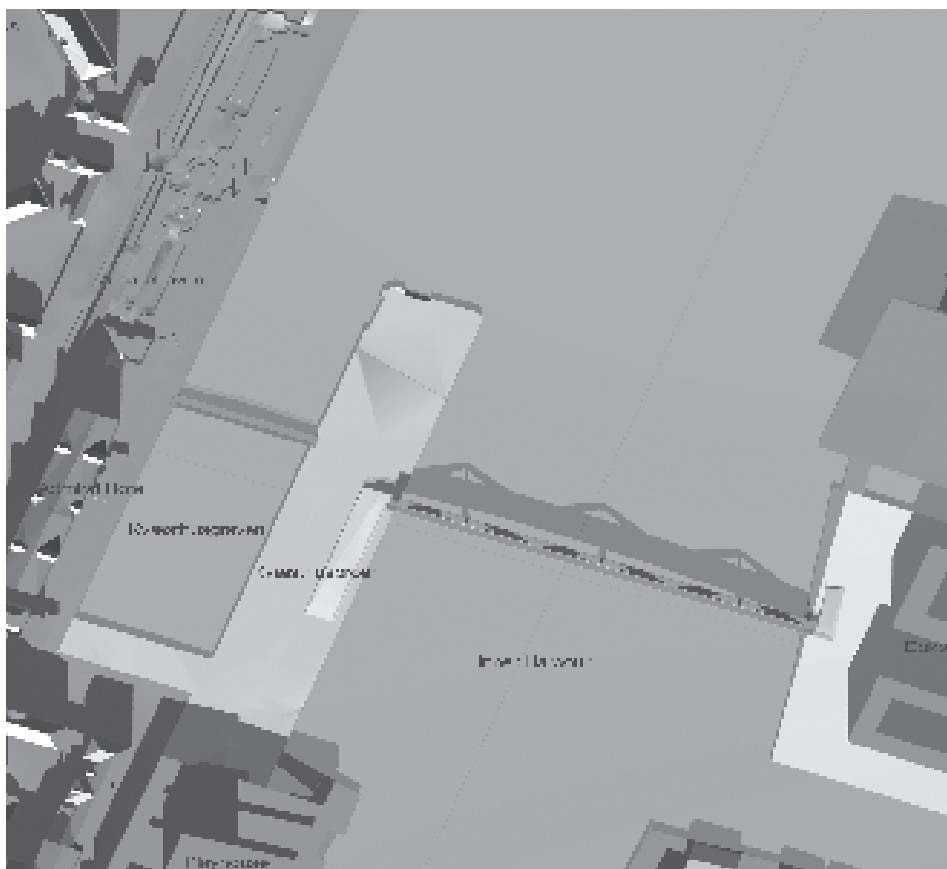
I den krævende og følsomme indpasning af en broforbindelse over havneløbet må stikord som letthed og transparens være nærliggende, og i den sammenhæng er armeret beton næppe et heldigt valg.

## Tekniske forhold

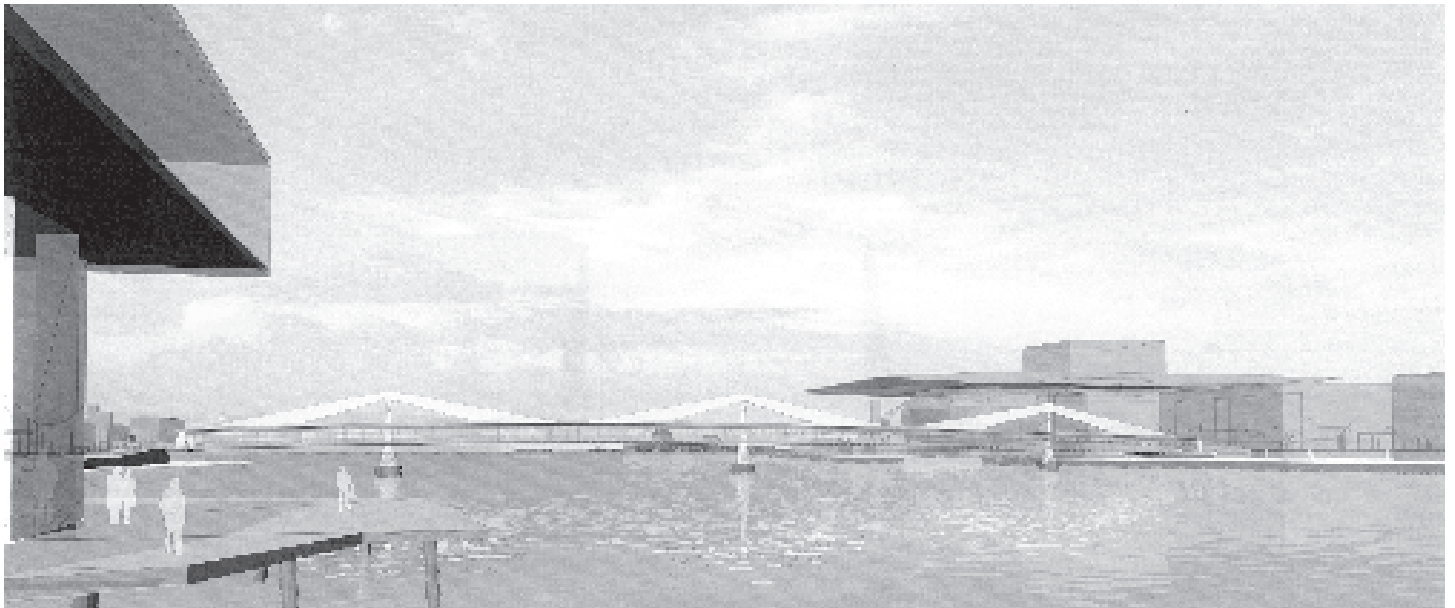
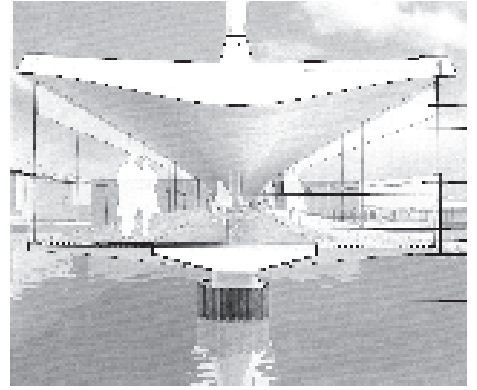
Broens tre fag understøttes af koniske stålror, der er fastboltet til en pilletop i in situ-støbt, armeret beton. Understøtningerne funderes på borede stålspæle, som er udstøbt med beton. På alle understøtninger monteres konisk isbeskyttelse omkring vandlinien. De få understøtninger giver en meget begrænset reduktion i vandgennemstrømningen.

Sejlende vil ikke umiddelbart kunne se, hvilket af de to midterste fag, der åbnes for gennemsejling. I åben tilstand vil både de drejede brofag og den udkragede del af de frie ender på de faste brofag være sårbare over for påsejling, hvorfor der vil være behov for sikring mod påsejling af begge sider på drejefagene og de faste frie ender, f.eks. ved hjælp af ledeværker.

Stålsøjlerne, der er ført op gennem brodækket, gør det vanskeligt at etablere en hensigtsmæssig og sikker opdeling af de gående og cyklende trafikanter.



Situationsplan



Brodækket er ophængt langs kanterne i et overliggende betondæk, der langs broaksen understøttes af en ovenliggende 'finne', udført i forspændt beton. En meget tung konstruktion, der ikke virker overbevisende, især ikke for de drejelige brofag.

Brodækket foreslås udført som et centralt kassedragerprofil med udkragede bjælker i stål, men da dækket understøttes langs de to kanter, forekommer den centrale kassedrager at være overflødig.

Maskineri til drejning af de to brofag monteres nederst i ståltårnene over vandlinien. Der installeres tre motorer i hvert tårn, og dermed er der mulighed for en fornuftig reservekapacitet.

Alt stål er forudsat overfladebehandlet, men der er ikke givet oplysninger om malingsystemet. Belægningerne består af asfalt på oversiden af den centrale kassedrager og aluminium på de udkragede tværbjælker. Anvendelsen af aluminium i aggressive miljøer kan give korrosionsproblemer, og det vil være mere hensigtsmæssigt at anvende kunststofbelægninger, der pålægges en stålplade.

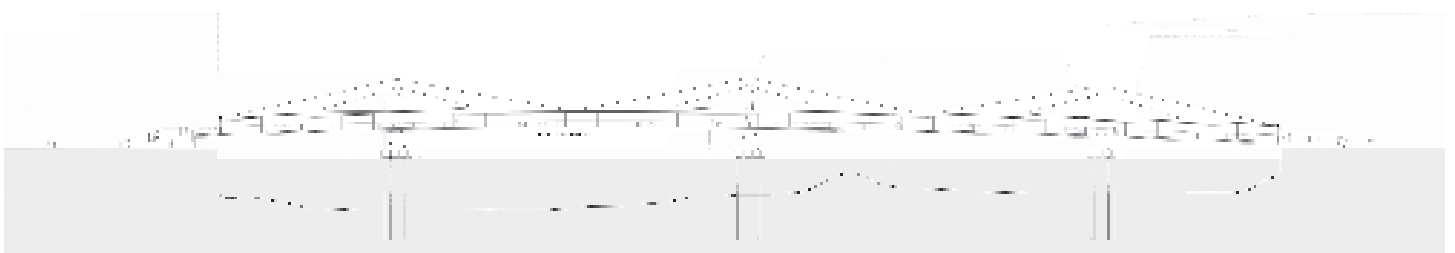
Bromontagen kræver mange deloperationer og stiller store krav til tolerancer. Det må forventes, at montagen af de lange og tunge brofag vil medføre behov for midlertidige understøtninger og forstærkninger.

Broen over Kvæsthusgraven er en trefags bro

med to oplukkelige klapper. Endefagene udføres i beton og broklapperne i stål. På undersiden af broklapperne monteres cylindre til hævnning af klapperne, og i endefagene er der placeret hydraulikpumper, hvortil der er adgang fra brodækket. Generelt en relativt enkel bro, der opfylder funktionskravene.

#### Økonomi

Projektets overslag synes at være baseret på realistiske mængder og enhedspriser, og samlet set vurderes det foreliggende projekt uden bearbejdning at ville overskride den økonomiske ramme med ca. 45 procent.



Snit

forbindelse med Folketingets beslutning om at modtage operahuset som gave aftalte et flertal af partierne i Borgerrepræsentationen, at man ville medvirke til etablering af et nyt underjordisk parkeringsanlæg på Kvæsthusbroen og en højklasset forbindelse herfra over havneløbet til operaen.

Opførelsen af operaen på Dokøen og et nyt skuespilhus på Kvæsthusbroen vil tilføre havnerummet to betydningsfulde bygningsværker. Disse vil være markante fixpunkter, som - på grund af deres beliggenhed og dimensioner - vil skabe en ny byarkitektonisk balance i havnerummet. Placeringen af en bro mellem disse nye kulturhuse vil påvirke den nye balance og derved få væsentlig visuel virkning i havnerummet.

For at tilvejebringe et realistisk beslutningsgrundlag, inden muligheden for at anlægge en bro vurderes endeligt, har Borgerrepræsentationen tiltrådt, at der skulle udskrives en arkitektkonkurrence om broens udformning. Det blev besluttet, at konkurrencen også skulle omfatte en bro over Kvæsthusgraven, således at der kan skabes let forbindelse fra en eventuel metrostation ved Larsens Plads via Kvæsthusbroen til operaen og Holmen.

I forbindelse med konkurrenceprogrammets arkitektoniske krav er det beskrevet, at der ved vurderingen af konkurrenceresultaterne lægges stor vægt på broforbindelsen i havnerummet og det samlede bygningsværks relation til især opera-bygning og skuespilhus. Broerne skal opleves som selvstændige bygningsværker, der opleves som et aktiv for havnerummet, og således at passage af broerne kan indgå som en af byens attraktioner. Der lægges desuden vægt på, at broforbindelsen udføres med en designmæssig kvalitet, så den vil fremtræde som et smukt værk i samspil med de eksisterende broer i Inderhavnen.

Broforbindelsen skal være for fodgængere og cyklister, og i konkurrenceprogrammet stilles der krav om en brobredde på mindst 6 m, således at forbindelsen kan klare en gennemsnitlig døgntrafik på ca. 2.000 forgængere og ca. 8.000 cyklister.

Begge broer skal kunne åbnes, og der skal være en fri gennemsejlingsbredde på 35 m ved havneløbet og 12 m ved Kvæsthusgraven. Ved lukket bro skal den fri gennemsejlingshøjde være mindst 3 m under broen over havneløbet, men det beskrives i programmet, at havnebussen, som passerer 6 gange i timen, kræver en fri gennemsejlingshøjde på 5,4 m. Broen over Kvæsthusgraven skal - af hensyn til havnerundfarten - have en fri gennemsejlingshøjde på 2,5 m.

Broen over havneløbet skal etableres som en højklasset forbindelse, hvilket forudsætter at der som minimum skal være en lægivende klimaskærm, således at passagen over vandarealet opleves som behagelig.

Ved eventuelle niveauspring skal der etableres hensigtsmæssige ramper, således at alle typer fodgængere, handicappede og cyklister tilgodeses. Færdsel på broerne skal kunne ske på en sådan måde, at det for alle brugerne vil kunne opleves trygt og sikkert at færdes på broerne.

Programmet rummer endvidere krav til konstruktioner med hensyn til belastning fra trafikken på broerne, med hensyn til is- og vindpåvirkning og i forbindelse med risiko for påsejling. Broerne skal dimensioneres på basis af en forventet levetid på 100 år, og der stilles krav om, at projektforslagene indeholder en redegørelse for drift- og vedligeholdelsesarbejder. Valg af materialer skal ske ud fra hensynet til at begrænse ressourceanvendelse og miljøbelastning.

Den økonomiske ramme er i programmet fastsat til 65 mio. kr. for broen over havneløbet og 15 mio. kr. for broen over Kvæsthusgraven.



KØBENHAVNS KOMMUNE

Redaktion: AA's konkurrencesekretariat

Arkitekternes Hus · Strandgade 27A

1401 København K · www.aa-dk.dk

Grafisk design: Linneballe Designers as

Produktion: Holmens Center-Tryk