



## Bilag 6 - Tekniske risici

### 1. Baggrund

Etableringen af et projekt som Femern Bælt-forbindelsen indebærer en lang række risici, og håndteringen af disse er grundlaget for økonomisk og tidsmæssig succes, - eller det modsatte. Det er selskabets faglige vurdering, at en skråstagsbro med to spænd på 724 m vil være en større teknisk udfordring at bygge end en sænketunnel.

En analyse af Øresundsforbindelsens otte vigtigste risikoelementer, der samlet dækker 75 pct. af de identificerede risici i bestræbelserne på at åbne rettidigt, (hvilket indebærer økonomiske konsekvenser for bygherren), viste følgende billede, inklusiv fordeling af risikoelementerne:

Rang	Største risici for rettidig åbning	Pct.	Bygherre pct.	Entreprenør pct.	Andet pct.
1	Grænsefladeledelse	18,0	18,0		
2	Elementfabrikation	17,0		17,0	
3	Byggeherreorganisation	14,0	14,0		
4	Entreprenørorganisation	12,0		12,0	
5	Ulykker	6,5			6,5
6	Projektering	3,0	1,0	2,0	
7	Arbejdskraft	2,5		2,5	
8	Vejrlig	2,0	1,0	1,0	
<b>I alt</b>	<b>De otte største risici</b>	<b>75,0</b>	<b>34</b>	<b>34,5</b>	<b>6,5</b>

Det ses heraf, at bygherrens håndtering af grænseflader, og at bygherrens organisation er kompetent bemanded (til at tage både rigtige og rettidige beslutninger), alene udgør 1/3 af bygherrens potentielle risikobillede.

### 2. Bygherrens risikobillede

Byggherreorganisationen og bygherrens risikohåndtering udgør således i sig selv et stort risikoelement i gennemførelsen af projektet, helt på linje med entreprenørens risiko.

Bygherren har ansvaret for beslutninger vedrørende følgende forhold:

- Valg af teknisk løsning.
- Myndighedsgodkendelse

- Prækvalifikation, udbudsprojektering, udbud og tilbudsevaluering.
- Kontraktindgåelse og -administration, teknisk tilsyn med byggeriet.
- Drift og vedligehold.

Elementer i de beslutninger, som bygherren skal tage, illustreres kort herunder.

### 2.1 Valg af teknisk løsning

Det er Folketinget, som endeligt fastlægger den tekniske løsning gennem vedtagelsen af en anlægslov. Den tekniske løsning skal også godkendes i Tyskland gennem en myndighedsbehandling efter tysk lov. Et vigtigt skridt i processen er at beslutte, hvilken teknisk løsning som skal være udgangspunkt for myndighedsgodkendelsesprocessen. Her er det bygherrens opgave at anbefale den tekniske løsning, der efter bygherrens opfattelse kan opnå myndighedsgodkendelse uden nævneværdige ændringer eller forsinkelser, og som samtidig indebærer de færreste tidsmæssige og økonomiske risici. Beslutningen om hvilken teknisk løsning, som skal være den foretrukne til myndighedsbehandlingen, træffes af transportministeren sammen med de politiske partier bag aftalen om en fast forbindelse over Femern Bælt.

### 2.2 Myndighedsgodkendelse

Denne fase er endnu ikke påbegyndt, men forarbejderne til ansøgning om myndighedsgodkendelse i Danmark og Tyskland har været undervejs i flere år. Succeskriteriet er, at myndighederne ændrer mindst muligt i det af Femern A/S fremlagte forslag, og at risikoen for, at klager over projektet får medhold, minimeres mest muligt.

Disse mål søges opfyldt gennem Femern A/S's strategi om at ville undersøge alle tænkelige spørgsmål detaljeret, så ansøgningen om myndighedsgodkendelse fremstår så komplet, som muligt indenfor rimelige økonomiske rammer.

### 2.3 Prækvalifikation, udbudsprojektering, udbud og tilbudsevaluering

#### *Udbudsprocessen*

Udbudsprocessen gennemføres i medfør af gældende EU-direktiver, som bygherren skal overholde for at undgå klagesager.

#### *Kontrakttype*

Indtil nu arbejder Femern A/S med den samme type kontrakt som på Øresund, dvs. "Design & Build" men på et mere detaljeret udbudsgrundlag, for at reducere tilbudsgivernes omkostninger ved teknisk og tidskrævende designarbejder i udbudsfasen.

#### *Prækvalificering*

Prækvalificeringen skal ske i et marked, hvori det skønnes, at der findes ca. 25 mulige

kandidater til at danne Joint Ventures i konkurrencen om tre hovedkontrakter på ca. 8-10 mia. kr. hver.

Resultatet af prækvalificeringen skal sikre, at der efterfølgende er tilstrækkelig konkurrence på de udbudte kontrakter.

#### *Kontraktopdeling, grænsefladekontrol*

Dette indebærer, at selskabet fastlægger en hensigtsmæssig kontraktopdeling, således at grænsefladerne mellem de enkelte entreprenører og mellem entreprenører og bygherre mv. efterfølgende kan håndteres optimalt.

#### *Udbud*

Da en udbudsproces (inklusive evaluering) varer ca. 21 måneder, er det nødvendigt for at overholde tidsplanen, at udbud foregår parallelt på alle hovedkontrakterne. Dette er en komplikation, da alle bydende i udbudsprocessen skal behandles ens.

#### *Risikodeling*

Antallet af bydere vil afhænge af de bydendes vurdering af de risici, bygherren har allokeret til de bydende i udbudsdokumenterne samt antallet af prækvalificerede konkurrenter. Et enkelt bud på en enkelt kontrakt vurderes at ville koste den bydende ca. 75 mio. kr., afhængigt af omfanget af nødvendig projektering i denne fase.

Resultatet af risikodelingen skal sikre, at der efterfølgende er tilstrækkelig konkurrence på de udbudte kontrakter.

Der er i den foreliggende tidsplan indarbejdet et forslag om at udnytte muligheden for "Competitive Dialogue" for at kunne opnå synergi, harmonisering og koordinering mellem de tre hovedkontrakter herunder optimal placering af produktionssteder og minimering af investering i materiel samt byggetid. Dette ventes - trods merarbejdet og en tidsmæssigt længere proces - at forbedre entreprenørernes interesse i at afgive tilbud på de store kontrakter.

### 2.4 Kontraktindgåelse og - administration, teknisk tilsyn af byggeriet

#### *Administration og tilsyn*

Selvom anlægskontrakten er det vigtigste element i relationen mellem bygherren og entreprenøren, er det ofte administrationen af kontrakten, herunder udøvelsen af tilsynsforpligtelsen, der er det afgørende element for succes eller det modsatte.

I administrationen af kontrakterne har bygherren en meget væsentlig indflydelse på risikobilledet, og en organisation, der er karakteriseret ved stor kontinuitet, vil være en fordel, når eventuelle krav skal behandles.

#### *Incitamenter*

Det skal besluttes, om incitamenter skal være del af strategien for gennemførelse.

I udbudsfasen kunne dette - i lyset af det begrænsede antal mulige budgivere jf. afsnittet om prækvalificering - omfatte en begrænset honorering af tilbudsgiverne. Dette ville bidrage til, at flere entreprenører byder på opgaven. En vis grad af betaling vil endvidere kunne sikre, at Femern A/S i det videre optimeringsarbejde kan disponere over nyttige elementer i de bydendes tilbud, samt bidrage til, at forhandlingerne i "Competitive Dialogue"-fasen foregår konstruktivt.

I anlægsfasen kunne incitamenter benyttes til at opfylde funktionelle krav på eksempelvis begrænsning af sedimentspild ved grave- og deponeringsarbejderne, som det var tilfældet på Øresund eller ved opnåelse af en rettidig (tidlig) aflevering af anlægget:

Det sidste kunne kædes sammen med, at en rettidig (tidlig) aflevering vil medføre, at Femern A/S hurtigere vil kunne få driftsindtægter fra den faste forbindelse.

#### 2.5 Drift og vedligehold

Bygherrens beslutninger vedrørende hensigtsmæssige krav til designløsninger, valg af materialer og krav til kvaliteten af udførelsen ved anlæggets opførelse influerer på de efterfølgende faktiske omkostninger til drift og vedligehold over hele anlæggets levetid. Opstår der betydende trafikale ulemper for brugerne af forbindelsen som følge af gentagne restriktioner i forbindelse med reparations- og vedligeholdelsesarbejder, vil det kunne skade trafik-anlæggets omdømme i hele anlægget levetid.

Tilsvarende vil en hensigtsmæssig koordinering vedrørende beredskabssamarbejdet med myndighederne i Danmark og Tyskland være af væsentlig betydning.

### **3. Entreprenørens risikobillede**

Entreprenørens risikobillede er umiddelbart mere forståeligt og ligetil.

Det skal dog bemærkes, at alle entreprenørens beslutninger har indflydelse på - og konsekvens for - bygherrens risikobillede.

### 3.1 Entreprenørens organisation

Entreprenørens organisation og beslutningskompetence er en ligeså stor risiko for bygherren som for entreprenøren selv. Hvis entreprenøren falder igennem, har det konsekvenser for bygherren.

Der ligger en stor risiko i, at et Joint Venture mellem forskellige entreprenører fra forskellige nationaliteter bliver bemandedet med ansatte, der ikke arbejder som et team. Bygherren kan minimere sin risiko ved at sikre sig kontraktuel ret til at kunne influere entreprenørens bemanning, hvis det bliver fundet nødvendigt og/eller hensigtsmæssigt, men denne ret skal administreres med forsigtighed.

### 3.2 Entreprenørens produktion

Entreprenørens beslutninger undervejs i udbudsfasen er grundlaget for produktionen i anlægsfasen. Det opfattes ofte som den fase med størst risici, men dette er helt afhængigt af forarbejdet. Entreprenørens beslutninger i denne fase er dog i væsentlig grad afhængigt af, om han opfatter kontraktprisen for tilstrækkelig eller for lav. I sidste tilfælde kan beslutninger om investeringer i tilstrækkeligt produktionsudstyr (nyt-gammelt, køb-leje) og/eller produktionskapacitet vise sig at have væsentlig indflydelse på ikke bare entreprenørens, men også bygherrens, risikobillede.

Bygherren kan minimere denne risiko ved at have stillet hensigtsmæssige krav i udbudsmaterialet til entreprenørens underliggende planlægning og metodevalg, herunder ikke-egne metodevalg, der efter bygherrens mening har for stor en risikoafsmitning på bygherren.

### 3.3 Skråstagsbroen

Skråstagsbroens spænd på to gange 724 m vil være de største spænd, som nogensinde er bygget for en skråstagsbro til både vej- og jernbanetrafik, og spændet i de to gennemsejlingsfag vil være mere end 200 m længere end spændet på Øresundsbroen. Opførelsen af broen vil desuden kunne ske i et farvand, hvor vejrforholdene ofte er barske, og hvor skibsintensiteten er høj. Det skønnes at indebære ikke uvæsentlige risici i anlægsfasen for entreprenøren, både med hensyn til risikoen for forsinkelser og for arbejdsulykker.

Detailprojekterings risici er især centreret omkring skråstagsbroen, hvor kombinationen af fri frembygning og de lange kabler vil kræve den yderste omhu i koordineringen af arbejdet og designdetaljerings. De lange kabler i kombination med de fritstående pyloner kræver dæmpning af svingninger, som skal baseres på ekstrapoleringer på baggrund af f.eks. erfaringerne fra Øresundsbroen. Skråstagsbroens projektering er derfor karakteriseret ved at være et udviklingsarbejde med dertilhørende udfordringer.

Selvom tilslutningsbroernes dragere er stort set ens, er underbygningerne forskellige, både i form, størrelse og højde på grund af broens kurvede forløb.

Anlægsarbejdet er desuden karakteriseret ved mange tunge og nøjagtige løft og placering af broelementer. Brodragerne, der vejer op til 9.000 tons, skal løftes op til en højde af 80 meter til oversiden af brodrager og placeres med centimeters nøjagtighed. Brofundamenter, der vejer op til ca. 5.000 tons, skal placeres på 30-40 meters vanddybde også med centimeters nøjagtighed.

Metodevalg, herunder det anvendte løfteudstyrs robusthed, er et væsentlig element for at opnå en rettidig gennemførelse. For indeværende findes der ikke sådant materiel, men der bygges nye løfteenheder, der vil kunne klare opgaven. I den sammenhæng er det bygherrens udfordring at vurdere, om tiden tillader, at entreprenøren selv vælger udstyr efter indgåelse af kontrakt, eller om reservation af visse former for udstyr bør foretages af bygherren på forhånd.

Det er lagt til grund for prissætningen, at stålkonstruktionerne produceres, hvor de er billigst, hvilket i øjeblikket vurderes at være i fjernøsten, f.eks. Kina. Det vil i forbindelse med produktion i denne del af verden være en udfordring for bygherren at sikre, at entreprenøren og hans underentreprenører opfylder bygherrens kontraktuelle krav til Corporate Social Responsibility og arbejdsmiljø.

Den marine transport af elementerne fra produktionssted til brolinjen er ligeledes behæftet med væsentlige risici fra vejrlig og den omgivende skibstrafik. Derudover er skråstagsbroen karakteriseret ved samtidig konstruktion af tre store pyloner til ca. 270 meters højde, hvilket kan blive et kritisk element i tidsplanen. Tidsplanen vil formodentlig have den nordlige tilslutningsbro (den længste) som den mest tidskritiske aktivitet.

### 3.4 Sænketunnelen

En sænketunnel vil også være en betydelig teknisk udfordring, men den indebærer ikke tilsvarende tekniske "grænseoverskridende" aktiviteter, da der grundlæggende er tale om at gennemføre den samme operation som ved konstruktionen af Øresundsforbindelsens sænketunnel (Drogdøntunnelen), bare mange flere gange og på noget større vanddybder (op til 30-40 m). Dermed vil den øgede længde af den samlede tunnel ikke i samme grad betyde en forøgelse af risiciene, som det er tilfældet ved en forøgelse af brospændet i skråstagsbroens gennemsejlingsfag.

Projekteringsarbejdet er karakteriseret ved et stort antal ens tunnelelementer, der vil blive produceret så ens, at de i givet fald vil kunne erstatte hinanden. Det betyder, at projekteringsarbejdet kan koncentreres om at optimere selve tunnelelementet. Udfordringen ligger i

at projektore de 10 specialelementer, der er i to etager, således at installationen bliver optimeret.

Anlægsdelen er karakteriseret ved ca. 80 transportere af 75.000 tons tunge 200 m lange tunnelelementer fra produktionsstedet, fulgt af et tilsvarende antal nedsænkninger af de store tunnelelementer. Disse marine aktiviteter er udsat for væsentlige risici fra vejrlig og den omgivende, intense skibstrafik.

Uddybningsarbejderne på den store vanddybde, og dermed kontrol af sedimentspild (og overholdelse af bygherrens krav i kontrakten), bliver ligeledes en stor udfordring for entreprenøren.

### 3.5 Ulykker, vejrlig

Konsekvenser af ulykker og vejrlig er ligeligt fordelt mellem bygherre og entreprenør, men er heldigvis ikke de største bidragsydere til risikobilledet for hverken bygherre eller entreprenør.

Bygherren kan minimere sin (og entreprenørens) risiko ved at stille tilstrækkelige krav i udbudsmaterialet til entreprenørens planlægning og sikkerhedsledelse til, at kun effekter af meget ekstreme vejrforhold får en indflydelse. Dette forhold skal håndteres af bygherren i udbudsbetingelserne, så alle entreprenører konkurrerer på lige vilkår om at have en robust planlægning.