

SØNDERBORG & FAABORG-MIDTFYN KOMMUNER

ANLÆGSVURDERINGER FOR ALS-FYN FORBINDELSEN

ADRESSE COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

PROJEKTNR.

A097842

DOKUMENTNR.

1

VERSION

1.0

UDGIVELSESdato

06.07.2017

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

CVAN/KUB/RAHE

KONTROLLERET

EYA

GODKENDT

CVAN

INDHOLD

1	Baggrund	1
2	Forudsætninger	2
2.1	Brotværsnit	4
2.2	Tunneltværsnit	7
3	Anlægsvurderinger	9
3.1	Broløsninger	9
3.2	Tunnelløsninger	9
4	Sammenligning	10

1 Baggrund

Sønderborg og Faaborg-Midtfyn Kommuner har sammen nedsat en styregruppe der skal arbejde for fremme af en fast Als-Fyn forbindelse. Sekretariatet, der betjener styregruppen, har bedt COWI om at udarbejde en overordnet vurdering af fire forskellige anlægstyper, med henblik på at give et indblik i prisniveauet for de fire typer. De fire typer er:

- > Skråstagsbro
- > Flydebro
- > Sænketunnel
- > Boret tunnel

I dette notat vises resultaterne, og der redegøres for de forudsætninger der ligger til grund herfor.

2 Forudsætninger

Der er tidligere udarbejdet to rapporter vedr. en fast forbindelse og begge rapporter ligger til grund for dette notat. De to rapporter er følgende:

- > Analyse af den økonomiske og trafikale betydning af en fast forbindelse mellem Fyn og Als, screeningsrapport, 2011
- > Trafikal analyse af en fast forbindelse mellem Fyn og Als med Landstrafikmodellen, maj 2016

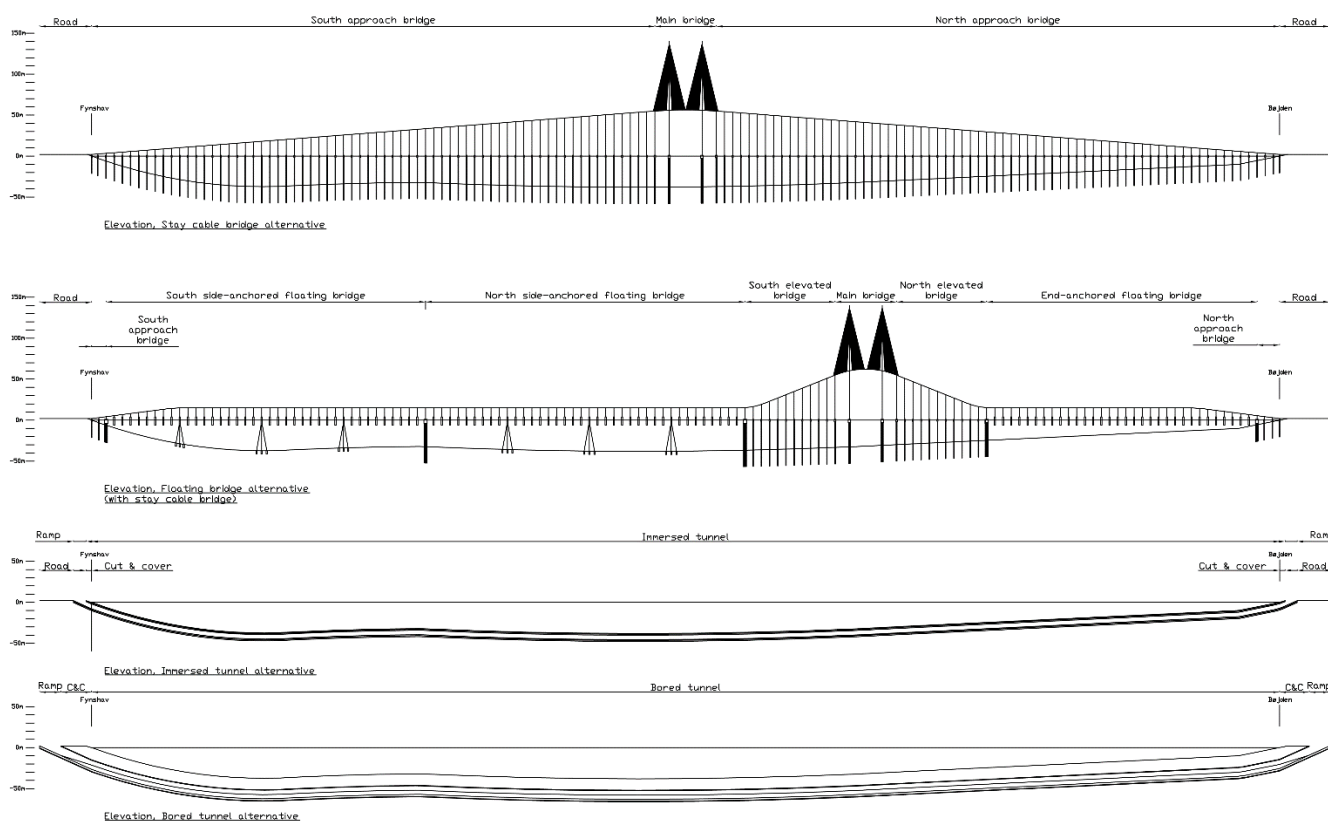
I de to tidligere rapporter har man arbejdet ud fra to scenarier. Scenarie 1 er en 2+1 vejløsning og scenarie 2 er en motorvejsløsning. Det er de samme to scenarier der indgår i anlægsvurderingerne.

Derudover ligger følgende til grund:

- > Vurderingerne baserer sig på et tracé, der er 11km fra kyst til kyst jf. screeningsrapporten fra 2011.

- > Vertikal profil for de forskellige typer af fast forbindelse består af:
 - Ramper
 - Cut'n Cover (kun tunnel)
 - Brolængde (kun lavbro/flyde + skråstagsbro)
 - Dimensioner for en skråstagsbro (tårnhøjde og hovedspænd)
 - Tunnellængde

De vertikale profiler ses på Figur 1.



Figur 1: Vertikale profiler for de fire typer af fast forbindelse.

Yderligere beskrivelser af de enkelte dele:

- > For den faste broforbindelse vil tilslutningsfagene på 120m have en konstant gradient på omkring 1% for at give tilstrækkelig frihøjde til hovedbroen (navigation). Samme gradient benyttes på opfyldningerne ved ende-vederlagene for at nå terræn på henholdsvis Fyn og Als siden. Tilslutningsfagene udgør størstedelen af broforbindelsen med sine 10km (ud af 11km). Hovedbroen udgør 1000m af broforbindelsen, hvori der er et 400m hoved/navigationfag med 55m frihøjde samt to sidefag på hver 175m og to overgangsfag på 125m. Hovedbroen er en skråstagsbro med centrale pyloner, som har en højde på 140m. Både underbygning og overbygning er betonkonstruktioner med undtagelse af skråstagsene.
- > For flydebro-løsningen er hovedbroen og tilkørselsfagene op mod højbroen antaget at være fast funderet, mens tilslutningerne på begge sider er lave, flydende konstruktioner. Flydebroerne vil være lavbroer uden gradient med typiske spændvidder på 100m. Ved hver broende vil der være nogle enkelte

faste fag på grund af lille vanddybde. De faste fag mod land og mod hovedbroen vil have en gradient på maksimalt 4%. Hovedbroen og de fast funderede brofag vil være lig den faste forbindelse.

- > For tunnellerne er der anvendt maksimal gradient på vejen på 35 promille for at gøre landanlæg som ramper og cut and cover tunneler så korte som mulige.
- > Sænketunnellen placeres 1 m under eksisterende havbund og afsluttes på land med en kort cut and cover tunnel efterfulgt af en rampe.
- > Den borede tunnel skal have større jorddække og i nærværende undersøgelse er den borede tunnel placeret så der er en tunneldiameter som jorddække over tunnelen. Da den borede tunnel skal dybere ned end sænketunnellen vil den starte længere inde på land end en tilsvarende sænketunnel, hvorfor der i nedenstående tabel er medtaget en vejlængde der svarer til den øgede længde en boret tunnelloøsning vil have sammenlignet med en sænketunnel.

I Tabel 1 ses en oversigt over længderne på de enkelte dele af en fast forbindelse.

DIMENSIONER	Vej (m)	Rampe (m)	Cut'n Cover (m)	Tilslutningsfag (m)	Navigationsfag (m)
Skråstagsbro m. faste tilslutningsfag	1092	154	-	10000	1000
Flydebro med fast skråstagsbro, faste tilkørselsfag, flydende tilslutningsfag	1092	154	-	2000 8000	1000
Sænketunnel	810	300	136	11000	-
Boret tunnel	0	508	737	11000	-

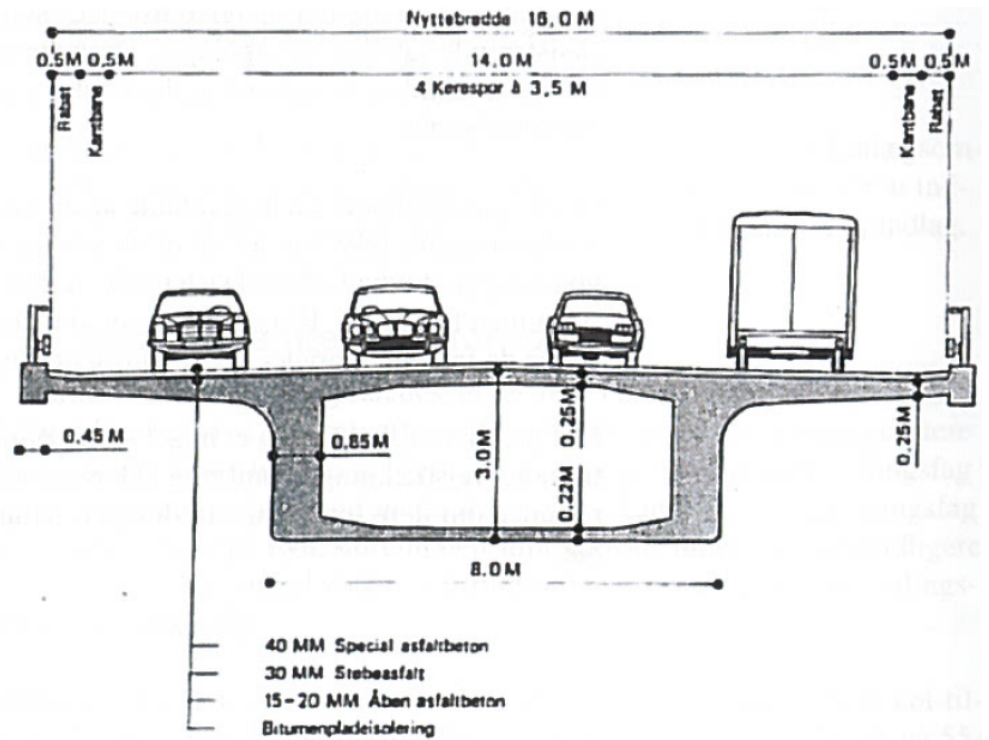
Tabel 1: Dimensioner på de enkelte dele af en fast forbindelse.

2.1 Brotværsnit

2.1.1 Scenarie 1, 2+1 vej

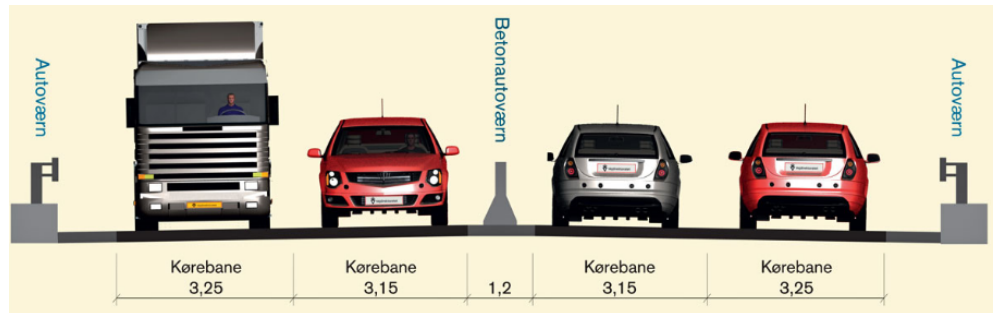
Løsningen er en landevej med alternerende overhalingsbane. Denne løsning vil sikre overhalingsmuligheder og dermed skabe bedre fremkommelighed. Den totale disponible brobredde på 14m, muliggør etableringen af en 2+1 løsning med 3 vognbaner á 4m og rabatter på 1m. Den samlede bredde af brodækket regnes for denne løsning til at blive 16m.

Løsningen kan udføres i stil med Allsundbroen, der ligger på samme strækning. Tværsnittet på Allsundbroen er vist nedenfor.



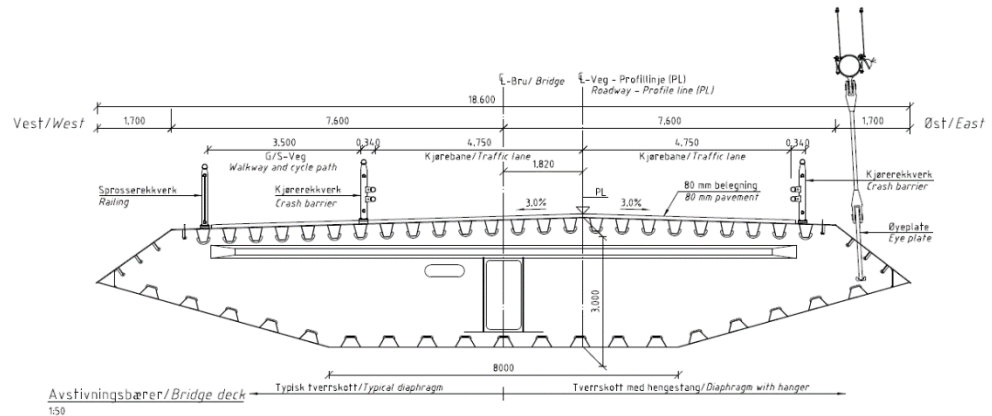
Figur 2: Tværsnit for Allsundbroen, der ville kunne benyttes til 2+1 løsningen.

Allsundbroen bærer i dag en 2-sporet motortrafikvej med midterautoværn, som vist nedenfor:



Figur 3: Kørebanefordeling på Allsundbroen.

For flydebroen vil tværsnittet være lavet af stål for at holde vægten nede, og kunne i størrelse ligne Hålogalandsbroen (symmetrisk tværsnit med gangbane udnyttet som vejbane i stedet). Brodrageren på Hålogaland er vist nedenfor:

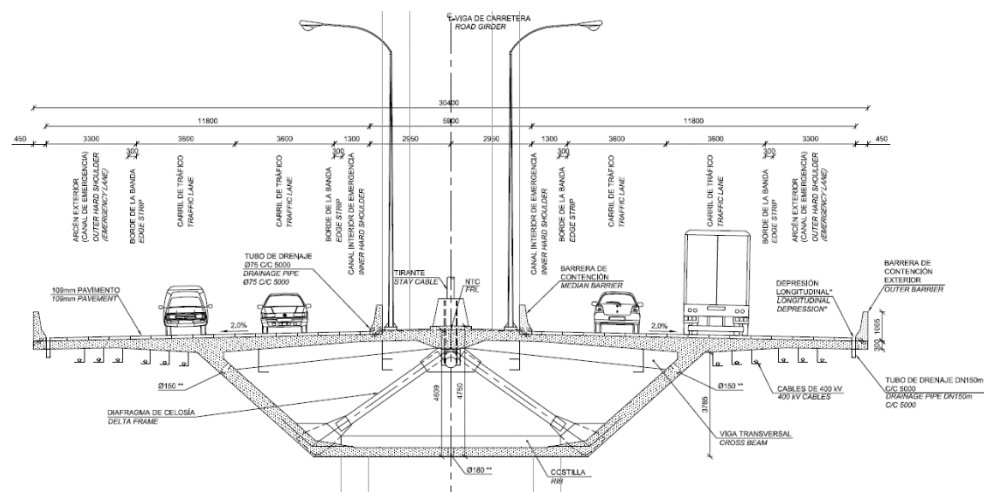


Figur 4: Tværsnit for flydebro i 2+1 løsningen

2.1.2 Scenarie 2, motorvej

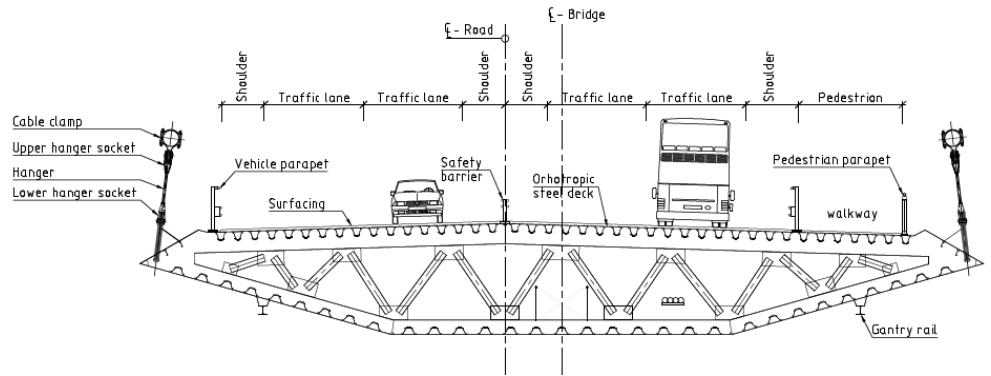
Motorvejsløsningen kan udføres med en disponibel brobredde på 21m, hvilket rummer 2 vognbaner á 3,75m, sidestribe á 0,5m og et nødspor på 2,5m.

Tværsnittet kunne være en lidt smallere udgave end Puente Nigale vist på Figur 5. Tværsnittet er for hovedbroen med et centralt kabelplan og 5m median, som vil blive snævret ind for tilslutningsbroerne, så trafikken kun er adskilt af et centralt autoværn.



Figur 5: Tværsnit for motorvejsløsningen for skråstagsbro.

For flydebroen vil tværsnittet være i stål, og kunne i størrelse ligne brodrageren vist på Figur 6 fra Bjørnafjorden (dog uden gangbane):

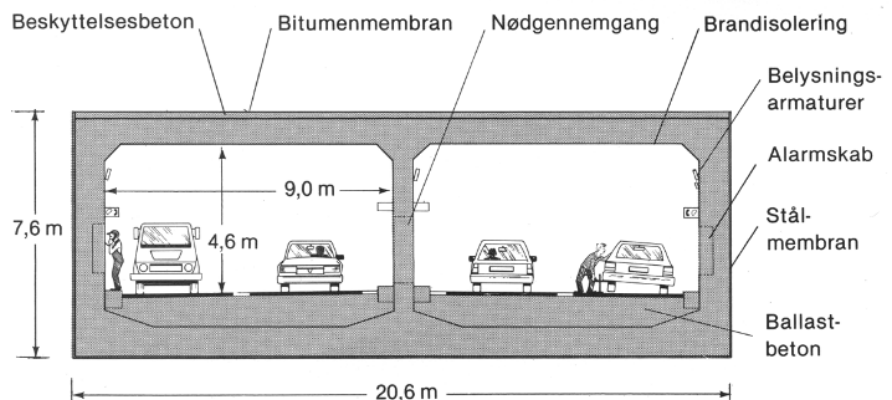


Figur 6: Tværsnit for motorvejsløsningen for flydebro.

2.2 Tunneltværsnit

2.2.1 Scenarie 1, 2+1 vej

Som udgangspunkt skulle en 2+1 løsning undersøges, men denne løsning resulterer i et bredt tværsnit, som vil være problematisk med de eksisterende vanddybder samtidig med, at der både vil være dobbeltrettet trafik med mulighed for overhaling, som vil være et sikkerhedsmæssigt problem. Der er derfor valgt et alternativ med en smal 2 rørs sænketunnel, med et spor i hver retning og nødspor samt et smalt servicegalleri. Denne løsning vil være svarende til en Guldborgsundløsning (tilføjet et servicegalleri i midten), som oprindeligt var en motortrafikvej med nødspor, som nu er opgraderet til at have 2 spor i hver retning, men uden nødspor. Guldborgsundtunnelens tværsnit ses på Figur 7.



Figur 7: Tværsnit for 2+1 vej for sænketunnel - vist uden servicegalleri i midten.

En boret tunnel for en 2+1 vejløsning vil kræve to rør og bliver derfor hurtigt en dyr løsning. En boret tunnel kan udføres med nogle mindre tunnelrør $\varnothing 10-11\text{m}$ hvor der placeres en vognbane og et nødspor i hver tunnel. For at opnå tilstrækkelig sikkerhed og flugtvejsmuligheder kan de to tunnelrør forbindes med tværtunneler pr. 500m, som illustreret på Figur 8.

Begge de viste tværsnit har separeret trafikken, så der ikke er modkørende trafik i tunnellen. Tilsvarende er der mulighed for evakuering til det andet trafikrør dog er der evakueringsproblematikker for "dobbeltdækkeren" for gangbesværede pga. niveauforskellen, men prismæssigt er de to løsninger sammenlignelige.

For samtlige tunneltværsnit gælder det, at der skal udarbejdes et detaljeret tunnelsikkerhedskoncept, hvor de forventede trafikmængder tages i regning inden der kan anbefales en endelig løsning.

3 Anlægsvurderinger

3.1 Broløsninger

Anlægsvurderingerne for broløsningerne er foretaget med udgangspunkt i prisestimer for større nyere danske broforbindelser. Det er Ny Storstrømsbro, Femernforbindelsen og Ny forbindelse ved Frederikssund. Desuden er der foretaget fremskrivninger af byggeomkostninger for andre faste forbindelser – primært danske.

Både Femern og Ny Storstrømsbro bærer vej og jernbane, hvor Als-Fyn forbindelsen kun bærer vej. Femern forbindelsen var en stålgitterdrager ligesom på Øresund med nogle lange hoved- og tilslutningsfag, hvor Ny Storstrøm og Als-Fyn forbindelsen er betonbrugere. Ny Storstrøm har 80m tilslutningsfag og hovedbro som skråningsbro med to 160m fag, hvor Als-Fyn har typiske fag på 120m og hovedfag på 400m. Vanddybden mellem Als og Fyn er stor (30-40m) og funderingsforholdene er umiddelbart dårlige (blød bund). Skibstrafikken er værre end ved Storstrømmen, men bedre end ved Femern.

3.1.1 Flydebroløsning

Flydebroen er en kendt løsning i Norge og egner sig til kortere afstande på 2 til 5km med meget store vanddybder (>100m). Flydebroløsningen er mere følsom end de øvrige brotyper for tværgående strømninger og særlig islast udgør en væsentlig usikkerhedsfaktor. I Norge udgør islast ikke en væsentlig dimensionsgivende parameter som den gør det i Danmark. Det skyldes, at Norges fjorde er begunstiget af et mildt klima pga. Golfstrømmen. Af øvrige usikkerheder kan nævnes skibsstød, funderingsforhold og udførelsesmetoder.

Flydebroløsninger er ikke anvendt til større permanente brokonstruktioner i Danmark og anlægspriserne vil være afhængig af så mange usikre forhold, at prisen ikke med rimelighed kan angives med en præcision svarende til en fast brokonstruktion.

3.2 Tunnelløsninger

I forbindelse med screening for en ny forbindelse over Storstrømmen blev anlægsudgiften for en række tunnelprojekter såvel sænketunnel som boret tunnel projekter undersøgt. Der er en meget stor variation i omkostningerne. Informationerne er brugt som grundlag for at fremskrive typiske priser til

dagens prisniveau og anvendt til at udarbejde anlægsvurderinger for tunnelløsningerne.

4 Sammenligning

Anlægsvurderingerne for kyst til kyst forbindelsen er angivet for de fire løsningsmuligheder i Tabel 2.

ANLÆGSSKØN	Scenarie 1 2+1 motortrafikvej	Scenarie 2 Motorvej
Skråstagsbro Faste tilslutningsfag	5,6 mia. DKK	7,4 mia. DKK
Skråstagsbro Flydebro tilslutningsfag	> 15 mia. DKK	> 20 mia. DKK
Sænketunnel	8,4 mia. DKK	10,4 mia. DKK
Boret tunnel	15,7 mia. DKK	11,3 mia. DKK

Tabel 2: Sammenlignelige anlægsvurderinger for en fast forbindelse fra kyst til kyst.

Priserne dækker udelukkende anlægget fra kyst til kyst. Hertil kommer projektering, tilsyn, bygherreomkostninger og budgetreserve samt omkostninger ved landanlæg.

Usikkerheden på anlægsskønnene er -20% /+100%.