MARTS 2020
VEJDIREKTORATET, SUND & BÆLT, TRAFIK-, BYGGE- OG BOLIGSTYRELSEN

INDLEDENDE LINJEFØRINGSOVERVEJELSER FOR EN KATTEGATFORBINDELSE

DELRAPPORT

COWI

INDHOLD

1	Indledning	9
2	Sammenfatning	11
2.1	Projektet	11
2.2	Foreløbige korridorer	11
2.3	Foreløbige vurderinger	13
3	Overordnede rammer og definitioner	15
3.1	Projektområde	15
3.2	Korridorer	16
3.3	Knudepunkter og korridorsegmenter	17
3.4	Øvrige definitioner	18
3.5	Forkortelser	18
4	Analyseparametre	19
4.1	Indledning	19
4.2	Analyseparametre	19
5	Tekniske løsninger generelt	23
5.1	Jernbaner	23
5.2	Vej	28
5.3	Kyst – kyst	31
5.4	Sammendrag af geologisk og geoteknisk screening	101
6	Plan- og miljøforhold i projektområdet	103
6.1	Det marine område	103
6.2	Plan- og miljøforhold på land	134
7	Foreløbige korridorer på Sjælland	205
7.1	Korridorsegmenter for ny bane	206
7.2	Korridorsegmenter for opgraderet bane	227
7.3	Korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse	232

7.4 Sammenfatning Sjælland 246

8 Foreløbige korridorer Kyst-Kyst Øst (KKØ) 257
8.1 Overordnet beskrivelse 257
8.2 KKØ-1 Røsnæs - Samsø (Besser) 267
8.3 KKØ-2 Røsnæs - Samsø (Hjalmarsgård) 272
8.4 KKØ-2 Røsnæs - Samsø Syd 278
8.5 KKØ-3 Asnæs - Samsø (Vesborg Fyr) 279
8.6 KKØ-3 Asnæs - Samsø Syd 283
8.7 KKØ-4 Asnæs - Samsø (Hjalmarsgård) 285
8.8 KKØ Kalundborg – Samsø Syd 287
8.9 Sammenfatning Kyst-Kyst Øst 289

9 Foreløbige korridorer på Samsø 295
9.1 Foreløbige korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse 296
9.2 Sammenfatning Samsø 309

10 Foreløbige korridorer Kyst-Kyst Vest (KKV) 313
10.1 Overordnet beskrivelse 313
10.2 KKV-1 Onsbjerg - Hou (nordlig) 319
10.3 KKV-2 Onsbjerg - Hou (sydlig) 322
10.4 KKV-3 Kolby Kås - Gylling Næs 325
10.5 KKV-3 Samsø Syd - Gylling Næs 327
10.6 Sammenfatning Kyst–Kyst Vest 328

11 Foreløbige korridorer i Jylland 331
11.1 Korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse 334
11.2 Korridorsegmenter for ren vejforbindelse 345
11.3 Ny bane 361
11.4 Sammenfatning Jylland 362

12 Anlægsoverslag 377
12.1 Indledning 377
12.2 Metode 377
12.3 Vej 380
12.4 Bane 384
12.5 Kombineret bane og vej 386
12.6 Broer (kyst-kyst) 387
12.7 Sænketunneler 390
12.8 Borede tunneler 391
12.9 Cut & Cover tunneler 395
12.10 Vandbygningskonstruktioner 395
12.11 Mængder for kyst-kyst korridorer 397
12.12 Anlægsoverslag for de samlede korridorer (fra Sjælland til Jylland) 399

13 Referencer 405

BILAG

Landskabskarakteranalyse og visualiseringer af foreløbige korridorer, Hasløv & Kjærsgaard, februar 2020

Bilagsmappe (A3)

FAGNOTATER

A126115-2-02 Kyst til kystanlæg – Enhedspriser til anlægsoverslag

A126115-2-03 Kunstige øer og rev

A126115-2-04 Skibskollision – supplerende overvejelser

A126115-3-01 Geologisk og geoteknisk screening

Forord

Med finansloven fra 2019 iværksatte den daværende regering i samarbejde med Dansk Folkeparti en forundersøgelse af en fast forbindelse over Kattegat. Den nuværende regering har besluttet at videreføre denne forundersøgelse.

Forundersøgelsen omfatter både en undersøgelse af en ren vejforbindelse og en kombineret vej- og jernbaneforbindelse, og vil bl.a. indeholde en opdateret trafikal analyse, samfundsøkonomiske og miljømæssige undersøgelser og vurderinger af egnede tekniske løsninger tilknyttet forskellige linjeføringer for den faste forbindelse over Kattegat.

Formålet er at tilvejebringe et bedre grundlag for en politisk drøftelse og eventuel principbeslutning om projektets videre forløb.

Forundersøgelsen gennemføres i et samarbejde mellem Vejdirektoratet, Sund & Bælt og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, og skal være afsluttet inden udgangen af 2021.

Nærværende delrapport indeholder resultatet af den første indledende fase af forundersøgelsen, som omhandler indledende linjeføringsovervejelser for både kyst-kyst-forbindelsen og landanlæg.

Målet med den indledende delrapport har - på baggrund af udvalgte analyseparametre - været at forberede og komme nærmere en rammesætning for den næste fase af forundersøgelsen, dvs. om muligt at skabe grundlag for at indsnævre og fokusere den kommende del af forundersøgelsen. Analyseparametrene angår udvalgte emner inden for natur, plan, miljø, kulturarvs- og landskabsforhold samt trafikbetjening, projekt- og driftsrisici.

I de indledende linjeføringsovervejelser har projektområdet været afgrænset med udgangspunkt i et kyst-kyst område i nærheden af eller med ilandsætning på Samsø.

Af tidsmæssige årsager har projektområdet i den indledende fase ikke indeholdt en undersøgelse af mulige korridorer mellem Sjællands Odder og Djursland. Muligheden for placering af korridorer i dette område vil blive undersøgt nærmere i den efterfølgende fase af forundersøgelsen.

I næste fase af forundersøgelsen vil en række yderligere emner inden for de udvalgte analyseparametre blive inddraget og vidensgrundlaget for projektet vil blive opdateret, ligesom effekterne for klima, trafik og erhvervslivet vil blive belyst.

Da forundersøgelsen endnu befinder sig på et meget tidligt stadie, og vidensgrundlaget derfor fortsat er begrænset, skal rapporten ses i dette lys. Offentlige orienteringsmøder forventes gennemført i 2020.

Vejdirektoratet, Sund & Bælt og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen

1 Indledning

Nærværende Delrapport er et resultat af et arbejde udført af COWI efter i august 2019 at have fået overdraget opgaven. Opgaven har bestået i at foretage indledende linjeføringsovervejelser forud for den egentlige forundersøgelse af en Kattegatforbindelse. Dette har indebåret en skitsering inden for et givent projektområde af et antal mulige korridorer fra Midtsjælland til Århus for hhv. en motorvejsforbindelse og en kombineret motorvej og højhastighedsjernbane.

COWIs projektteam har i perioden september til december 2019 afholdt regelmæssige møder herunder to workshops med Vejdirektoratet, Sund & Bælt og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, hvor en løbende forventningsafstemning har fundet sted.

Foruden nærværende Delrapport er der udarbejdet en landskabskarakteranalyserapport, en række bilag i A3 samt fire fagnotater.

2 Sammenfatning

2.1 Projektet

En Kattegatforbindelse kan bestå af enten en ren vejløsning eller en kombineret løsning med både en vej og en jernbane på land (Sjælland, Samsø og Jylland) samt tunneler og/eller broer over Kattegat på hver side af Samsø. Der er også set nærmere på en løsning uden om det sydlige Samsø. Der henvises til oversigtskortet Figur 3-1 hhv. Bilag 3-1 i Bilagsmappen.

Motorvejsforbindelserne på Sjælland er i denne delrapport forudsat at udgå fra den fremtidige Kalundborgmotorvej ved dennes planlagte endepunkt øst for Kalundborg. I Jylland forudsættes den nye motorvejsforbindelse tilsluttet den eksisterende motorvej E45 ved Århus Syd, ved Stilling eller ved Skanderborg. Derudover kan der etableres en sydlig gren til Gedved nord for Horsens.

På Sjælland vil en højhastighedsjernbane udgå enten fra Nordvestbanen (Roskilde – Kalundborg) med udgangspunkt vest for Roskilde eller fra Vestbanen med udgangspunkt omkring Ringsted. En anden mulighed er at anvende eksisterende bane til Holbæk kombineret med en opgradering af eksisterende bane fra Holbæk til Kalundborg.

På Samsø og i Jylland vil der alene være tale om en ny højhastighedsjernbane, som i Jylland tilsluttes den eksisterende jernbane ved Hasselager lidt syd for Århus.

2.2 Foreløbige korridorer

Det valgte projektområde fremgår af Figur 3-1 hhv. Bilag 3-1 og repræsenterer det område, inden for hvilket fremtidige linjeføringer eventuelt vil kunne placeres. Inden for dette område er der blevet udarbejdet et antal foreløbige korridorer med en bredde på ca. 1 km, inden for hvilke linjeføringer vil kunne trækkes under overholdelse af de normmæssige krav. Korridorerne er søgt lagt med det overordnede mål for øje at tilvejebringe en hurtig forbindelse imellem København og Århus. Når korridorerne betegnes som foreløbige, skyldes det, at de på

dette stade ikke er endeligt vurderet og analyseret i bund. De vil derfor kunne ændre sig, som led i den kommende del af forundersøgelsen.

Opgaven har ikke været at rangordne disse foreløbige korridorer, men at registrere og kortlægge alle de forhold, som vil være af betydning for den fremtidige forundersøgelse, som vil skulle pege frem imod en indsnævring af løsningsrummet. Ved udformning af korridorerne er påvirkningen på naturområder, fredninger og bymæssige bebyggelser søgt minimeret, uden at der dog er sket en indbyrdes prioritering af disse interesser på dette undersøgelsesstade.

På Sjælland vil en baneforbindelse ikke kunne undgå at krydse Natura 2000-områder, uanset hvilken korridor der vælges. Det må i den videre forundersøgelse overvejes, om en baneforbindelse kan passere disse områder på en bro eller i en tunnel, eller på anden måde undgå en potentiel skade på udpegningsgrundlaget og områdernes integritet. Desuden skal undersøges, om der er væsentlige forskelle mellem løsningsmulighederne i forhold til Natura 2000.

De fleste af de foreløbige korridorer på havet øst for Samsø går helt uden om Natura 2000-områder. Ved placering af knudepunkterne på kysten på Røsnæs og på Asnæs vil det dog være vanskeligt helt at undgå at krydse habitatområdet Røsnæs, Røsnæs rev og Kalundborg Fjord. Det skal derfor i den videre forundersøgelse ses på, hvordan en væsentlig påvirkning af udpegningsgrundlaget kan undgås.

De foreslåede foreløbige korridorer på havet vest for Samsø fra de sydlige knudepunkter på kysten på Samsø (Vesborg Fyr, Kolby Kås og Samsø Syd helt syd om Samsø) og til Jylland går gennem habitat- og fuglebeskyttelsesområdet Horsens Fjord og Endelave. Det bør nøje vurderes, om denne løsning er forenelig med hensynet til fuglelivet og de udpegede havpattedyr og habitater på udpegningsgrundlaget, da en væsentlig påvirkning i form af permanente forstyrrelser og anden væsentlig påvirkning af disse dyr under anlæg og drift af en bro eller en sænketunnel kan forhindre, at denne løsningsmulighed kan vælges.

For de øvrige Natura 2000-områder i og uden for projektområdet skal det ved valg af konkret anlægsmetode og anlægstype i den videre undersøgelse ligeledes vurderes, om en væsentlig påvirkning eller en skade kan undgås.

Øst for Samsø er hensynet til sejladssikkerhed og risikoen for skibsstød på grund af passagen af Rute-T gennem Storebælt en væsentlig parameter for valg af korridor for kyst-kyst forbindelsen og for valget imellem konstruktionstyperne tunnel og bro.

Vest for Samsø er natur og miljø, herunder hensynet til både terrestriske og marine Natura 2000-områder, af stor betydning for valg af løsning for kyst-kyst forbindelsen, men også her har hensynet til afvikling af skibstrafikken væsentlig betydning. Dertil kommer, at Natura 2000-områderne på havet og i land, såfremt nogle af korridorløsningerne i den senere fase af forundersøgelsen vurderes at medføre en skade, vil have stor betydning for, hvilke korridorer der kan vælges.

2.3 Foreløbige vurderinger

Nedenfor opsamles den foreløbige samlede vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige foreløbige korridorer og tekniske løsninger ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne meget indledende del af forundersøgelsen.

På Sjælland (se Figur 7-1 hhv. Bilag 7-1) vurderes den foreløbige banekorridor fra Fjenneslev til Jorløse at være mest fordelagtig. Det er den korteste af de foreslåede nybygningsløsninger, og synes på det nuværende grundlag at have mindst påvirkning på Natura 2000-områder og samlede bebyggelser. Det er anderledes svært at pege på en mest fordelagtig korridor til kysten via Asnæs eller Røsnæs. Disse vil skulle ses i sammenhæng med kyst-kyst korridorerne, hvilket anbefales undersøgt nærmere i den næste fase af forundersøgelsen.

Blandt de foreløbige kyst-kyst korridorer fra Sjælland til Samsø (se Figur 8-1 hhv. Bilag 8-1) kan man ikke på det nuværende stade klart pege på, hvilken vil være mest fordelagtig. For at kunne gøre det anbefales beslutningsgrundlaget forbedret i den efterfølgende forundersøgelse bl.a. med hensyn til skibsstødsrisiko, natur og miljøforhold samt geotekniske forhold. Dog synes den nordligste (KKØ-1) at være et mindre oplagt valg end den mellemste (KKØ-2) på grund af større længde, nærheden til knækket i T-ruten, samt en mere spids skæringsvinkel med T-ruten. Den sydligste (KKØ-3) synes at være den af de 3 foreløbige korridorer, hvor projektrisikoen nemmest kan minimeres, men her er længden betydeligt større end for KKØ-1 og KKØ-2. Valget imellem tunnel- og broløsninger vurderes i væsentligste grad at være styret af risikoen for skibsstød, natur og miljøhensyn, vanddybde samt længden af korridoren. I forhold til skibsstødsrisikoen vil en tunnel være den gunstigste løsning. Overordnet og med forbehold for manglende grundlag på dette tidlige stade synes korridor KKØ-2 med en hængebro eller en sænketunnel at være mest fordelagtig.

På Samsø (se Figur 9-1 og Bilag 9-1) vurderes de foreløbige sydlige korridorer umiddelbart som de foretrukne, da de er kortest og påvirker natur og bebyggelser mindst. De kan dog ikke betragtes isoleret fra kyst-kyst korridorerne.

Blandt de foreløbige kyst-kyst korridorer fra Samsø til Jylland (se Figur 10-1 hhv. Bilag 10-1) kan man ikke på det nuværende stade klart pege på en mest fordelagtig korridor. For at kunne gøre det anbefales beslutningsgrundlaget forbedret i den efterfølgende forundersøgelse bl.a. med hensyn til påvirkningen på natur og miljø, geotekniske forhold samt påvirkningen på skibstrafikken. Den sydligste af de foreløbige korridorer (KKV-3) skiller sig ud ved umiddelbart at være den mest problematiske i forhold til natur og miljø, da den skærer igennem et relativt lavvandet Natura 2000-område. Den er dog samtidig en forudsætning for en korridor, som går helt syd om Samsø. Valget imellem tunnel- og broløsninger vurderes i væsentligste grad at være styret af, hvad mere grundige vurderinger vil vise i forhold til mulighederne for varetagelse af natur- og miljøhensyn og gener for skibstrafikken. I forhold til sidstnævnte vil en tunnel være den gunstigste løsning. Overordnet og med forbehold for manglende grundlag på dette tidlige stade synes den mellemste af de foreløbige korridorer (KKV-2) med en højbro og en lavbro at være mest fordelagtig.

I Jylland (se Figur 11-1 og Bilag 11-1) vurderes den foreløbige korridor fra Hou til Hasselager/Århus Syd at være den mest fordelagtige. Dels er det den korteste og mest direkte rute, vej og jernbane følges ad frem til Tranbjerg, og det er den af de foreløbige korridorer, som - baseret på denne delrapports indledende undersøgelser – tilsyneladende forstyrrer følsomme naturområder og bevaringsværdige kystlandskaber mindst.

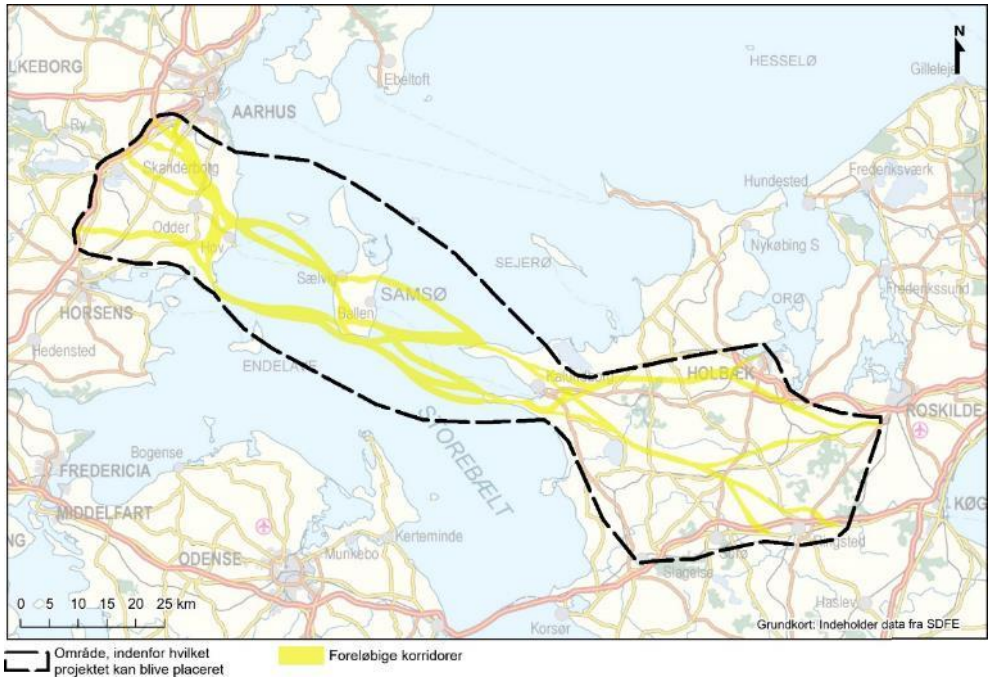
3 Overordnede rammer og definitioner

3.1 Projektområde

Projektområdet er defineret af Vejdirektoratet, Sund & Bælt og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, og er et udtryk for det geografiske område, inden for hvilket en fremtidig korridor for en Kattegatforbindelse, i denne del af forundersøgelsen er overvejet placeret. Det udvalgte projektområde er ikke ensbetydende med, at der ikke kan være andre relevante projektområder. Dette er dog ikke afklaret som led i arbejdet med nærværende Delrapport. De i kortbilagene viste foreløbige korridorer udgør alene de af COWI på dette tidlige stadie udvalgte korridorforslag inden for projektområdet. Placeringen af korridorer kan således ændre sig i den næste del af forundersøgelsen.

De i denne Delrapport præsenterede kortlægninger og screeninger, såsom plan- og miljøforhold, geologisk og geoteknisk screening, sejladsforhold, mm. er begrænset til påvirkninger inden for dette projektområde.

Afgrænsningen af projektområdet ses på Figur 3-1.

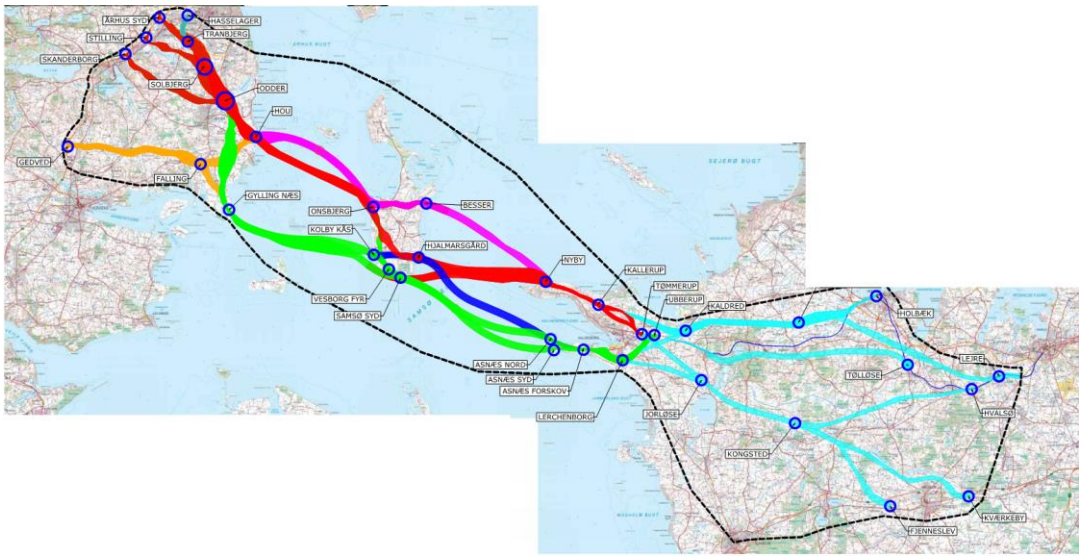


Figur 3-1 *Afgrænsning af projektområdet er vist med de indledende overvejelser om korridorer (Bilag 6-1 i bilagsmappen).*

3.2 Korridorer

Kattegatforbindelsen er opdelt i et antal foreløbige korridorer i hvert af nedenstående geografiske områder:

- Sjælland
- Kyst – kyst, Sjælland – Samsø (også kaldet kyst-kyst øst)
- Samsø
- Kyst-kyst, Samsø - Jylland (også kaldet kyst-kyst vest)
- Jylland



Figur 3-2 *Undersøgte foreløbige korridorer imellem Midtsjælland og Århus/Østjyske Motorvej (Bilag 3-1 i bilagsmappen)*

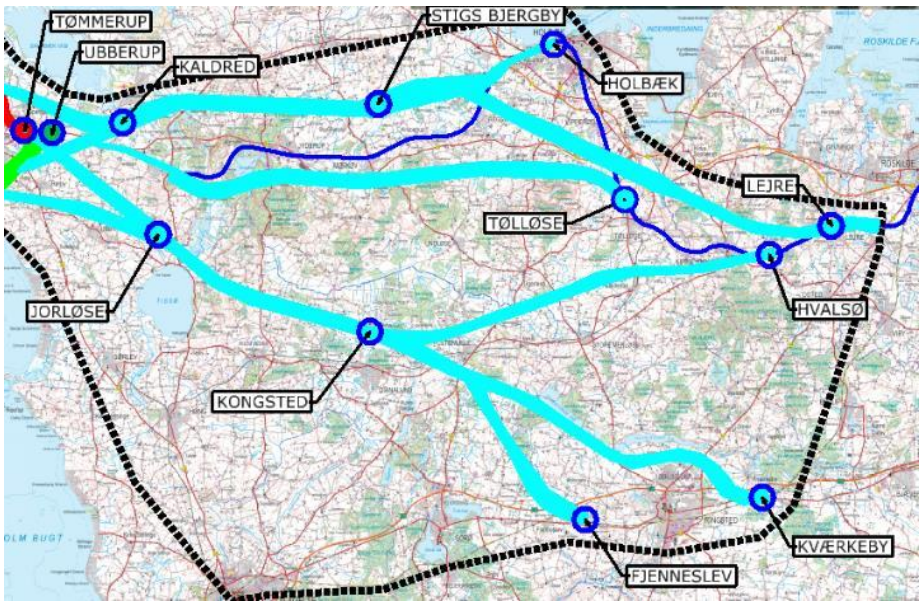
En foreløbig korridor er i denne sammenhæng et bånd, inden for hvilket det er muligt at tegne linjeføringer, som overholder de geometriske designkrav. Korridorerne er som udgangspunkt ca. 1 km brede, men er indsnævret, hvor lokale forhold vanskeliggør så stor en bredde, og de er gjort bredere i andre områder for at illustrere, at der umiddelbart er fundet mulighed for en større variation af linjeføringer inden for dette område.

3.3 Knudepunkter og korridorsegmenter

Knudepunkter er mulige forbindelsespunkter for de foreløbige korridorer for henholdsvis kyst-kyst anlæg og landanlæg i på Sjælland og Samsø samt i Jylland.

For at undgå mange overlappende beskrivelser er korridorerne på land underopdelt i korridorsegmenter, som er et stykke af en korridor imellem 2 knudepunkter; f.eks. Hvalsø - Kongsted. Et korridorsegment kan således indgå i flere korridorer.

Korridorerne dannes således ved at kombinere korridorsegmenterne. De enkelte korridorsegmenter kan indeholde både nyanlæg af motorvej og bane eller alene ny motorvej henholdsvis bane.



Figur 3-3 Eksempel på foreløbige korridorsegmenter imellem knudepunkter (Bilag 7-1 i Bilagsmappen)

3.4 Øvrige definitioner

Udtryk	Definition
Konstruktionstype	Hængebro, skråstagsbro, højbro, lavbro, boret tunnel, sænketunnel, cut & cover tunnel, trug, dæmning.
Løsningsmodeller	4-sporet motorvej uden bane (4+0) Dobbeltsporet bane uden vej (0+2) Kombineret 4-sporet motorvej og dobbeltsporet bane (4+2) Kombineret 4-sporet motorvej og enkeltsporet bane (4+1) (enkeltsporet bane alene på kyst til kyst delen) (0 + 1)
Højbro	Bjælkebro med stor frihøjde og stor spændvidde, anvendt af hensyn til skibstrafikken og/eller ved stor vanddybde. Eksempler på højbro er gennemsejlingsfag til bjælkebroer og tilslutningsfag til hænge- og skråstagsbroer.
Lavbro	Bjælkebro med begrænset frihøjde og moderat spændvidde, anvendt hvor kun mindre skibe forventes at passere. Eksempel er Storebælt Vestbro.

3.5 Forkortelser

Forkortelse	Betydning
AIS	Automatic Identification System (system til registrering af skibstrafik)
DST	Danmarks Statistik
EPB	Earth Pressure Ballance – En type TBM.
FFL	Forudsætninger på Finanslov
KKV	Foreløbige korridorer imellem Jylland og Samsø
KKØ	Foreløbige korridorer imellem Sjælland og Samsø
LM1	Eurocode lastmodel for vejtrafik
LM71	Eurocode lastmodel for tog
PTA	Projektering, Tilsyn og Administration
TBM	Tunnel Boring Machine
TIB	Banedanmarks strækningsoversigt
TSA	Tilslutningsanlæg
UDL	Uniformly Distributed Load (jævnt fordelt last)
VTS	Vessel Traffic Service (system til alarmering af skibe på afveje)

4 Analyseparametre

4.1 Indledning

På baggrund af offentligt tilgængelige data er der ved udarbejdelsen af nærværende rapport fokuseret på at screene projektområdet for udvalgte plan-, natur- og miljøforhold samt foretage anlægstekniske, geotekniske og sejladsmæssige undersøgelser.

Formålet med disse screeninger og undersøgelser har været at bidrage til at identificere de mest relevante løsninger og korridorer fra Sjælland til Århus via Samsø, herunder foretage en prissætning af disse. Der er ikke foretaget en systematisk vurdering og indbyrdes rangordning af de foreslåede løsningsmuligheder og korridorer, ligesom det begrænsende datagrundlag betyder, at de foreslåede løsningsmuligheder og korridorer kan blive justeret og ændret i den videre proces på baggrund af efterfølgende supplerende undersøgelser og heraf følgende ændrede vurderinger. De mulige korridorer betegnes og betragtes, som en tydeliggørelse heraf, i det følgende for "foreløbige korridorer".

4.2 Analyseparametre

De styrende analyseparametre for placering af de foreløbige korridorer har på land først og fremmest været:

- Natur- og miljøforhold
- Planforhold
- Nærhed til bysamfund

Der er ingen indbyrdes vægtning mellem eller internt i de ovenstående udvalgte analyseparametre.

Af ovenstående emner er det på havet alene hensynet til Natura 2000-områderne, som har været et styrende analyseparameter for linjeføringsvalg med henblik på at udsondre linjeføringer, hvor det kan være muligt at undgå en skade på disse områder. Hvor korridorer alligevel berører Natura 2000-områder, er placeringen af korridoren valgt på en sådan måde, at prioriterede naturtyper

ikke berøres, eller de prioriterede naturtyper kun dækker en mindre del (mindre end en tredjedel) af linjeføringskorridorens krydsning med habitatområdet, hvorfor det antages, at der ved senere feltundersøgelser kan findes mulighed for placering af en linjeføring på strækningen, som ikke medfører en påvirkning af prioriterede naturtyper. Ikke-prioriterede naturtyper må ikke berøres i betydeligt omfang.

Inden for det løsningsrum, som analyseparametrene anvendt på havet giver, er knudepunkterne ved ilandsætning på kysterne derudover søgt placeret, hvor det er vurderet muligt og mest hensigtsmæssigt af hensyn til de plan- og miljøforhold, som er udvalgt til at indgå i analyseparametrene på land samt de øvrige analyseparametre nævnt nedenfor.

De foreløbige korridorer er således søgt placeret, så konflikter med hensyn til ovenstående valgte analyseparametre er minimeret. De foreløbige korridorer er angivet med en varierende bredde som et udtryk for, at arealerne omfattet af korridoren på det foreløbige datagrundlag umiddelbart vurderes ligestillede i forhold til egnethed for fremtidige linjeføringer i korridoren, og samtidig giver mulighed for flere linjeføringsalternativer i områder.

Herudover er der under udarbejdelsen af de foreløbige korridorer inddraget effekten i forhold til 3 yderligere parametre:

- Trafikal betjening
- Driftsrisiko
- Projektrisiko

Her er det først og fremmest parameteren "Projektrisiko", som har betydning i vurderingen af de forskellige konstruktionsløsninger, idet projektrisikoniveauet for forskellige løsninger kan være markant forskelligt. Omvendt gælder det, at de forskellige konstruktionsløsninger på det nuværende grundlag ikke kan siges at adskille sig afgørende fra hinanden mht. parametrene: "Trafikal betjening" og "Driftsrisiko". Forskellen i driftsrisiko for eksempelvis en tunnelløsning og en broløsning bør baseres på statistik og erfaringer fra driften af sådanne bygværker, såsom Storebælt og Øresund, hvilket bør gøres til genstand for en nøjere vurdering i den kommende forundersøgelse. Den trafikale betjening er først og fremmest bestemt af rejsetid og antal brugere, hvilket blandt andet kan få betydning, når i øvrigt næsten ligeværdige løsninger skal vurderes i forhold til hinanden i den kommende forundersøgelse.

Overvejelser om drifts- og projektrisiko er i nærværende Delrapport foretaget efter følgende kategorisering:

- **Lav risiko**
  Lav risiko som ikke giver anledning til yderligere tiltag
- **Acceptabel risiko**
  Acceptabel risiko som med gængse midler, kan reduceres til kun at være lettere forhøjet og acceptabel. Udgifter hertil er medtaget i anlægsoverslagene.

- **Forhøjet risiko**
  Højere risiko som vil kræve mere usædvanlige afhjælpende tiltag. Udgifter hertil er så vidt muligt indregnet i anlægsoverslagene, men efterlader en vis projektrisiko.

- **Uacceptabel risiko**
  Høj risiko, hvor de anlægstekniske løsninger vil kræve usædvanlige afhjælpende tiltag, som ikke er gennemført før, eller hvor projektet under anlæg eller i drift vil overskride acceptgrænser i forhold til risiko for materielle skader eller risiko for menneskers liv og sundhed, som ikke kan reduceres tilstrækkeligt med afhjælpende tiltag.

Anlægsoverslag er præsenteret i afsnit 12, og er i denne fase ikke betragtet som en analyseparameter.

5 Tekniske løsninger generelt

5.1 Jernbaner

Korridorerne er udformet så banen kan traceres til en hastighed på op til 300 km/t, med dobbeltspor og kun til passagertog, for kørsel med godstog fravælges altid på en højhastighedsbane. Anlægsomkostningerne tager udgangspunkt i en hastighed op til 250 km/t.

For kyst-kyst korridorerne traceres til en hastighed på op til 200 km/t, med dobbeltspor og til passagertog.

Det forudsættes, at der ikke er anlagt en bane mellem Hovedgård-Hasselager, men at de sidste 4 km af traceen, genanvendes ind mod Hasselager.

For at tage højde for at der kan placeres en station ved Kalundborg og på Samsø, er korridorerne omkring disse lokationer gjort brede nok til at kunne indeholde lige stykker bane, som en station kan placeres på. Den nærmere undersøgelse af placering af en station kan foretages i næste fase.

Ind- og udfletning fra eksisterende baner udføres niveaufrit (Fly-overs).

Ved en opgraderingsløsning, belyses en opgradering til 200 km/t, på strækningen fra Holbæk til Kalundborg.

For korridoren som starter vest for Ringsted, er Ringsted station ikke en del af denne undersøgelse, da det forudsættes at Banedanmark i forbindelse med Femern, har ombygget stationen så en hastighed på min. 180 km/t gennem stationen.

Korridorerne omkring/efter Kalundborg afhænger af kyst-kyst strækningen. Mulige korridorer omkring Kalundborg kan være syd om via Asnæs eller nord om via Røsnæs. I denne undersøgelse ses der dog ikke på en præcis placering af en ny station ved Kalundborg.

Korridorerne over Samsø afhænger af kyst-kyst strækningen.

Korridorerne over Jylland frem til Odder afhænger af kyst-kyst strækningen. Mulige korridorer, går i land enten ved Gylling Næs eller Hou, hvor begge korridorer rammer Hasselager, lige syd for Århus.

Der ses på 5 korridorer, med ny bane, på Sjællandssiden, se afsnit 7.1.

- Lejre korridor
- Hvalsø korridor
- Kværkeby korridor
- Fjenneslev korridor
- Holbæk korridor

Alle disse korridorer kan videreføres over enten Røsnæs elle Asnæs inden kyst-kyst korridoren.

På Samsø, ses der på 3 korridorer, se afsnit 9.1.

- Nordlig korridor
- Sydlig korridor
- Vestlig korridor
- Korridor syd for Samsø

Der ses på 2 korridorer over Jylland, se afsnit 11.1:

- Hou korridor
- Gylling Næs korridor

Der ses på to mulige alternativer som begge indeholder opgraderinger af eksisterende bane på Sjælland, til dobbeltsporet bane, og som kun beskrives kort og anlægsøkonomien udregnes, til sammenligning med de valgte korridorer med kun ny bane.

- **Shunt**, mellem Tølløse og Svebølle
- **Opgradering**, af banen mellem Holbæk til Birkendegård, hvor afgreningen mod ny Kattegatforbindelse skal ske, til 200 km/t samt udbygning til dobbelt spor.

5.1.1 Banens geometri

For den horisontale geometri er der ingen problemer med at opnå den ønskede hastighed på 250/300 km/t. Der er ved udfletningerne, til eksisterende bane, regnet med en hastighed på 200 km/t.

Der er ved overgangen fra land til bro, regnet med en hastighed på 250 km/t, men det kan undersøges i en senere fase om en hastighed på 200 km/t med fordel kan anvendes for at gøre at ind- og udfletningen kortere.

For den vertikale geometri er der ingen problemer med at opnå den ønskede hastighed på 250/300 km/t for de vertikale afrundingskurver, hvorimod for længdegradienterne, skal anvendes undtagelsesbestemmelserne nogle få steder med stigninger/fald op til 30 promille. Denne undtagelsesbestemmelse, i det vertikale

plan, har ingen betydning for komforten i toget, som er den vigtigste parameter, når der tales om den fysiske udformning af banen.

Forudsætningen for banens tracering, er de forudsætninger, der er givet i forudsætningsnotatet for Kattegatforbindelsen vedr. banen, som er Banedanmarks Sporregler, og har følgende geometriske parametre:

- Horisontalt
  - for radius og anvendelse af normalbestemmelserne fås
    - 1888/2950/4425 (200/250/300 km/t)
- Vertikalt
  - for radius og anvendelse af normalbestemmelserne
    - 14000/22000/31500 (200/250/300 km/t)
  - for radius og anvendelse af undtagelsesbestemmelserne
    - 10000/16000/22500 (200/250/300 km/t)
  - for stigningsforhold og anvendelse af normalbestemmelserne
    - p ≤ 12,5 ‰ for fri bane, uanset hastighed
    - p ≤ 2,5 ‰ langs perron, uanset hastighed
  - for stigningsforhold og anvendelse af undtagelsesbestemmelserne
    - p ≤ 25,0 ‰ - for del strækninger ≤ 10 km
    - p ≤ 35,0 ‰ - for del strækninger ≤ 6 km
    - p ≤ 10,0 ‰ - Spor langs perron

Der er ved en hurtig vurdering af længdeprofilerne, for de valgte nybygningsløsninger og en hastighed på 250km/t, ikke fundet forhold i de vertikale parametre, som ikke kan overholdes ved at bruge:

- Undtagelsesbestemmelserne ved længdegradienterne p ≤ 35,0 ‰
- Normalbestemmelserne ved afrundingskurver RL ≥ 0,35*V2

For at få en hastighed på 300 km/t, skal der dog også anvendes undtagelsesbestemmelser ved de vertikale kurveforhold.

I afsnit 7 til 11 analyseres de enkelte dele (korridorsegmenter) af korridorerne nærmere.

5.1.2 Teoretiske køretider

I det følgende ses på strækningen København – Aarhus i et køretidsperspektiv. Der er tale om et forsimplet beregningseksempel med teoretiske køretider, og det er ikke tider som kan forventes ved passagertrafik på banen.

På strækningerne fra København til en udfletning til ny bane, vil der blive anvendt eksisterende hastigheder ift. TIB, mens hastigheder på 250 km/t anvendes på nye banestrækninger.

På kyst-kyst strækningen dimensioneres banen af broens konstruktion, som betyder et udgangspunkt på 200 km/t. Da hastigheden over Samsø bestemmes af broen, er denne også sat til 200 km/t.

For alle beregninger er de samme korridorer valgt over Røsnæs, Samsø og i Jylland (via Hou), så beregningerne er sammenlignelige. Dette skyldes, at de store forskelle i køretider mellem korridorerne, ligger på Sjælland. Ved valg af korridorer over Asnæs, Samsø syd og Gylling Næs, som er de længste korridorer, med en forlængelse af banen på ca. 11 km, fås en forøgelse af tiden på ca. 3 minutter.

For at kunne foretage en sammenligning, er teoretiske køretider for 200, 250 og 300 km/t på nye banestrækninger undersøgt, for at synliggøre forskellene ved en ændret hastighed. I begge disse beregningsforudsætninger fastholdes dog 200km/t på kyst-kyst anlæg, samt på eksisterende banestrækninger.

Rejsetider er bestem ved en simpel beregning med standardtogene anført i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Standardtog brugt ved beregning af teoretiske køretider

Sammenligning mellem Zefiro og Pendolino tog	Pendolino op til 250 km/t	Zefiro til 300 km/t
Masse	425 tons	544 tons (Beregning 32 aksler x 17 tons)
Effekt	5664 kW	8460 kW
Antal trækkende aksler	8 ud af 28	16 ud af 32

For at få et så realistisk billede som muligt, af den faktiske køretid, er grundlaget for beregningerne som følgende:

- Konstant stigning på banen med 5‰, da toget ikke konstant kører 250 km/t
- Alle tider er tillagt 10%, som afspejler et tillæg i en køreplan

Et samlet overblik over teoretiske køretider fra København til Århus for korridorer hvor der kun anlægges ny bane, er vist i Tabel 5-2 for hastigheder på hhv. 200/250/300 km/t.

Tabel 5-2 Teoretiske køretider fra København H til Århus for korridorer med kun ny bane

Korridorer med ny bane	Lejre KH-Roskilde–Lejre–Svebølle-Kalundborg–Røsnæs-Samsø-Århus	Kværkeby KH-Kværkeby-Kongsted–Kalundborg–Røsnæs-Samsø-Århus	Fjenneslev KH-Ringsted–Fjenneslev–Kongsted-Kalundborg–Røsnæs-Samsø–Århus	Hvalsø KH-Roskilde–Hvalsø–Kongsted-Kalundborg–Røsnæs-Samsø–Århus	Holbæk KH-Roskilde–Holbæk–Kaldred-Kalundborg–Røsnæs-Samsø–Århus
Hastighed	Teoretisk køretid	Teoretisk køretid	Teoretisk køretid	Teoretisk køretid	Teoretisk køretid
200 km/t	1:13	1:15	1:17	1:14	1:20
250 km/t	1:07	1:07	1:10	1:09	1:17
300 km/t	1:04	1:02	1:05	1:06	1:14

Essensen af denne tabel er, at den største tidsgevinst opnås, hvor hastigheden øges fra 200 til 250 km/t, hvorimod en forøgelse til 300 km/t, ikke har den tilsvarende tidsgevinst. Dette skyldes først og fremmest, at den høje hastighed over land ikke kan udnyttes fuldt ud, når kyst-kyst strækningen er til 200 km/t.

På Samsø viser køretidsberegningen, at tog kan opnå en hastighed på lidt over 250 km/t inden en nedbremsning til 200 km/t, dette betyder en køretidsgevinst på 24 sekunder. Samtidig mindskes muligheden for at manøvrere tracéet betydeligt, da radien øges fra 1.888 m til 2.950 m. På Jyllandssiden kan man maksimalt opnå en hastighed på 290 km/t før der igen skal bremses ned til 150 km/t på eksisterende bane.

Et overblik over teoretiske køretider ved opgradering af eksisterende bane og en kombination med en ny bane fremgår af Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Teoretiske køretider fra København til Århus ved en hastighed på maks. 250 km/t

Korridor	Samlet teoretisk køretid	Korridor	Kommentar
Shunt	1:12	KH-Roskilde–Tølløse–Svebølle-Kalundborg–Røsnæs-Samsø nord-Århus	Eksisterende bane til Lejre – 160 km/t til Tølløse - ny bane med 250 km/t til Svebølle – opgradering til 200 km/t til Birkendegård - ny Kalundborg station
Holbæk	1:19	KH-Roskilde–Holbæk–Kalundborg–Røsnæs-Samsø-Århus	Eksisterende bane til Holbæk – opgradering til 200 km/t frem til Birkendegård – ny bane til Tømmerup
Holbæk Til sammenligning	1:23	KH-Roskilde–Holbæk–Kalundborg–Røsnæs-Samsø nord-Århus	Eksisterende bane til Holbæk – opgradering til 160 km/t til Birkendegård – ny Kalundborg station

Alle tider er oprundet til nærmeste hele minuttal.

Fra Kalundborg ny station og til Århus, regnes med de samme hastigheder som korridorerne med ny bane.

Ved at foretage en sammenligning, mellem at etablerer ny bane og en opgradering af eksisterende bane, eller en kombination af disse, fremgår det tydeligt at man opnår de hurtigste tider ved at anlægge en ny bane. Løsningen med en Shunt, ny bane kombineret med en opgradering af eksisterende bane, ligger tæt på, men korridoren løber gennem mange beskyttede naturområder og er derfor umiddelbart mindre attraktiv.

5.2 Vej

For anlæg af en ny motorvej er udgangspunktet overordnet defineret ud fra tilslutning til den fremtidige motorvej ved Kalundborg krydsende Samsø til østkysten af Jylland omkring Hou eller sydligt herfor og videre mod en tilslutning til den østjyske motorvej E45 mod Århus eventuelt kombineret med en tilslutning ved Horsens.

Forudsætningen for de nye vejanlæg er en hastighed på 130 km/t på land og 110 km/t på kyst-kyst forbindelserne (bro eller tunnel).

Geometrien for de nye vejanlæg på land vil generelt være afhængig af de lokale forhold som topografi, nærhed til byer samt af miljø- og naturforhold samt placeringen af knudepunkterne på kysten for kyst-kyst forbindelserne.

De mulige tekniske løsninger samt designkrav for landanlæggene er beskrevet nærmere i de efterfølgende kapitler 7, 9 og 11 opdelt på de specifikke geografiske områder.

5.2.1 Sjælland

På Sjælland er afsættet for stort set alle korridorer fra tilslutningspunktet til en fremtidig Kalundborg motorvej ved Tømmerup/Ubberup og mod tilslutningspunkterne på kysten for den østlige kyst-kyst forbindelse i de vestlige ender af henholdsvis Røsnæs og Asnæs. Dette resulterer i to vejkorridorer: en nordlig på Røsnæs mod Nyby og en sydlig på Asnæs, som opdeler sig i to på spidsen af Asnæs grundet miljø-og naturforhold.

Tilslutningen til den fremtidige Kalundborg motorvej kan også flyttes længere østpå, hvilket specielt vil gøre sig gældende for en boret forbindelse under Kalundborg fjord, og det vil selvfølgelig påvirke vejkorridoren på Sjælland.

Knudepunkterne på kysten på Røsnæs og Asnæs er dels valgt ud fra ønsket om at opnå de korteste mulige kyst-kyst forbindelser og dermed betragtninger som køretider og dels ud fra hensyntagen til lokale forhold, herunder natur og miljø.

5.2.2 Samsø

På Samsø er afsættet for korridorerne på land knudepunkterne på kysten for kyst-kyst forbindelserne på henholdsvis øst- og vestsiden af Samsø. Placeringen af disse knudepunkter er gensidigt afhængigt af miljø-og naturforhold på såvel vand som land, forhold på land som topografi og byer, samt af hvordan kyst-kyst forbindelserne bedst placeres, herunder i forhold til sejladssikkerhed.

Såvel kyst-kyst forbindelserne som korridorerne på land mellem knudepunkterne på kysten er forsøgt placeret, så de lokale områder påvirkes mindst muligt under hensyntagen til de analyseparametre for natur-, planforhold og befolkning/erhverv, som er valgt i denne indledende delrapport, og desuden, så de giver mindst mulig barrierevirkning i lokalområdet.

Der er i denne analyse udvalgt 2 tilslutningspunkter på østsiden, 2 på vestsiden samt et på sydsiden af Samsø. Derudover er der set nærmere på en korridor, som passerer helt syd om Samsø uden forbindelse til Samsø.

De udvalgte korridorer er naturligvis afhængige af tilslutningspunkterne ved kysten, så hvis disse placeres andre steder end foreslået i denne delrapport ved den detaljerede gennemgang af korridorsegmenterne, vil dette påvirke placeringen af korridorerne på land og involvere andre områder end gennemgået i analysen.

5.2.3 Jylland

I Jylland tager korridorerne afsæt i knudepunkterne ved kysten for den vestlige kyst-kyst forbindelse og forbindelsespunkterne til den eksisterende motorvej E45 ved enten Århus Syd eller ved Horsens.

Der er følgende overordnede korridorer for den nye motorvej, som er vurderet nærmere:

- én fra omkring Hou til eksisterende motorvejsforgrening ved Århus Syd,
- én fra Hou til Stilling,
- og én fra omkring Hou til Skanderborg.

Der er ligeledes vurderet korridorer fra knudepunktet på kysten ved Gylling Næs for den vestlige kyst-kyst forbindelse og til henholdsvis Århus Syd, Stilling og Skanderborg.

Som ekstra vejforbindelse til området omkring Horsens / Midtjylland er der ligeledes set på korridorer fra Hou eller Gylling Næs til Gedved nord for Horsens. Det forventes, at denne korridor kan komme på tale i tillæg til de ovennævnte korridorer mod Århus Syd, Stilling og Skanderborg for at give bedre adgang for Horsensområdet til forbindelsen.

Knudepunkterne på kysten er dels valgt ud fra ønsket om at opnå de korteste mulige kyst-kyst forbindelser og dermed betragtninger som køretider og dels ud fra hensyntagen til lokale forhold, herunder natur og miljø.

De udvalgte korridorer er naturligvis afhængige af knudepunkterne ved kysten, så hvis disse placeres andre steder end foreslået i den detaljerede gennemgang af korridorsegmenterne, vil dette påvirke placeringen af korridorerne på land og involvere helt andre områder end gennemgået i analysen.

Det skal bemærkes, at det forudsættes, at der kan etableres en jernbanekorridor fra knudepunktet på Jyllands østkyst til omkring Hasselager, hvor der tilsluttes til den eksisterende bane. Dette medfører, at vejkorridorer fra henholdsvis Tranbjerg mod Århus Syd, Solbjerg mod Stilling eller Odder mod Skanderborg er rene vejkorridorer uden baneanlæg.

Dette gør sig også gældende for korridoren fra Gylling Næs henholdsvis Hou til Falling og videre mod Gedved (Horsens). Disse korridorer er udformet med baggrund som en ren vejforbindelse. Afhængig af de trafikale beregninger i en senere projektfase kan det overvejes at etablere denne ekstra vejforbindelse som en højklasset vej, men altså ikke motorvej. Hvis vejen udformes med en lavere standard end motorvej, tilpasses korridoren de ændrede krav til geometri.

Der er forskellige designkrav til henholdsvis vej- og baneanlæg, herunder krav til kurveradier i forhold til ønsket hastighed på vejen og banen. Disse forskellige designkrav kan påvirke, hvor tæt vej og bane kan placeres på hinanden, herunder hvis Bering-Beder vejen helt eller delvist ønskes ombygget til at indgå i den nye motorvejsforbindelse.

5.3 Kyst – kyst

De tekniske konstruktioner, der er valgt at se nærmere på for anlæg af kyst-kyst delen omfatter både broer og tunneler. Broløsninger er enten kabelbårne broer ved behov for store spændvidder eller bjælkebroer hvor spændvidder op til 200 m er tilstrækkelige. Nødvendig spændvidde fastlægges ud fra bl.a. geotekniske forhold, vanddybder, sejladsforhold, risiko for skibsstød og anlægstekniske forhold. Tunnelløsninger er enten sænketunneler eller borede tunneler.

Broer udmærker sig ved bedre sikkerhedskoncepter for brugere under drift mens tunneler udmærker sig ved ikke at udgøre en forhindring for skibstrafikken. Broer har også potentielt flere permanente miljøpåvirkninger, hvorimod miljøpåvirkningerne i højere grad er af midlertidig karakter ved tunnelbyggerier. Til gengæld er de midlertidige miljøpåvirkninger ved visse typer af tunneler typisk større end ved anlæg af broer.

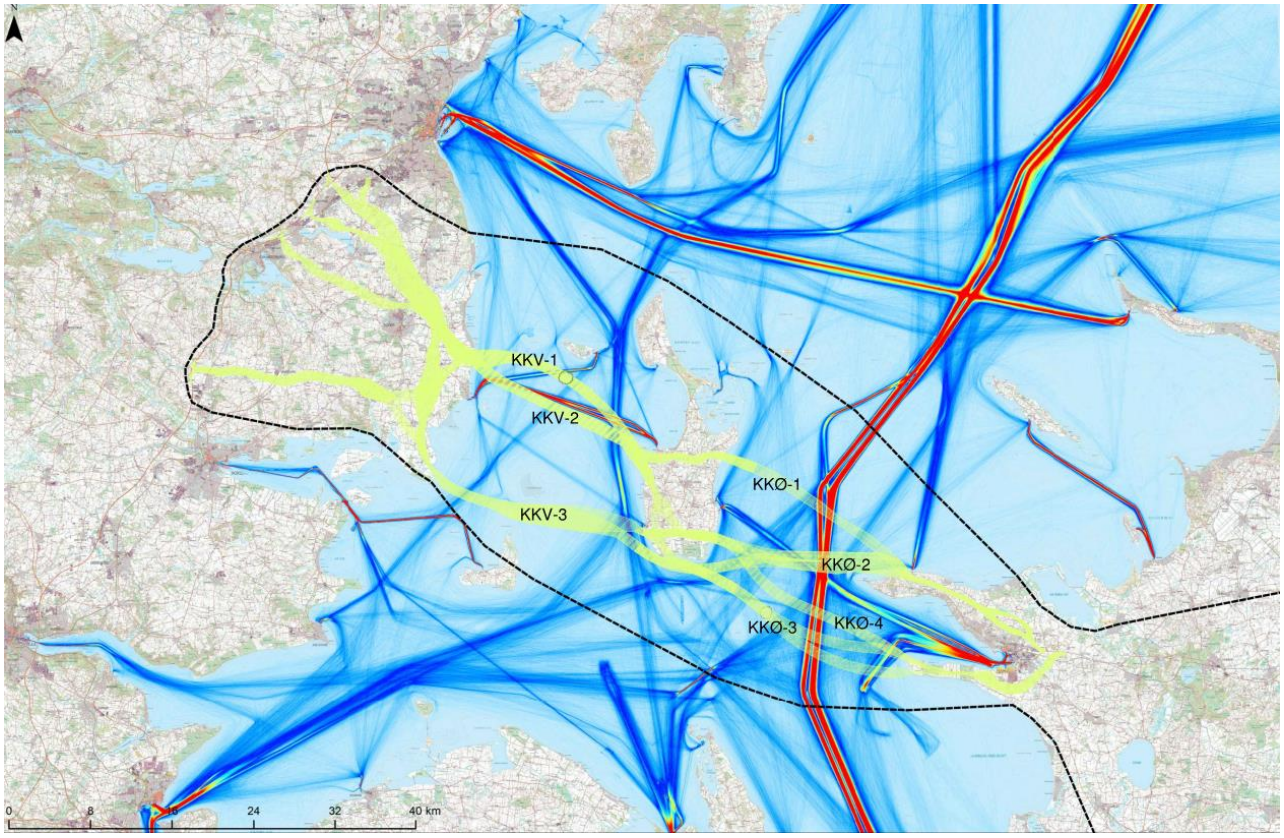
Hvor tunnel med fordel kan anvendes på en del af kyst-kyst forbindelsen kan tunnel kombineres med bro ved at anlægge en kunstig ø som overgangskonstruktion.

Sejladsforhold og skibsstød, designbasis og generelle konstruktionsløsninger beskrives i følgende afsnit.

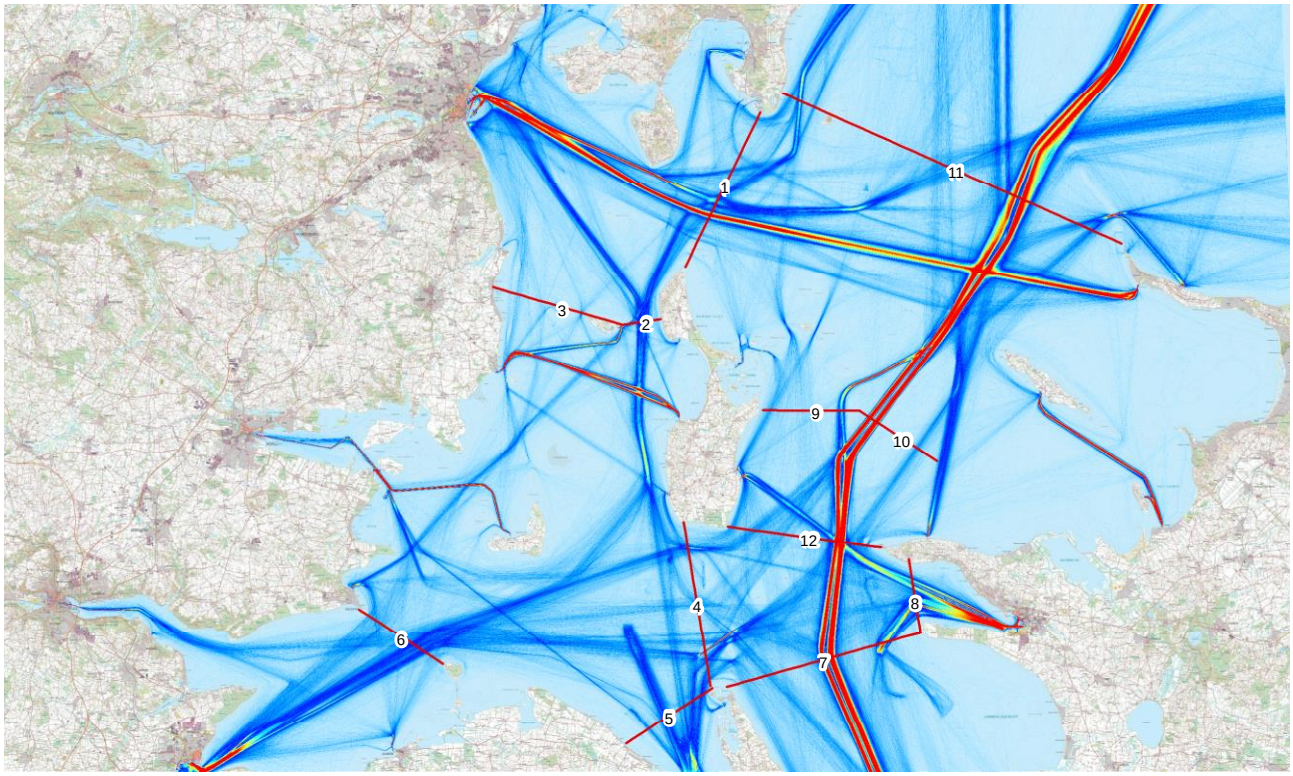
5.3.1 Sejladsforhold og skibsstød

De udfordringer for risikoen i driftsfasen, som skibstrafikken i området kunne medføre for en tunnelløsning, er marginale set i forhold til udfordringerne for en broløsning. Sejladsforholdene og risikoen for skibsstød diskuteres derfor alene med udgangspunkt i broløsninger for den faste forbindelse.

Skibstrafikken i området domineres af den internationale trafik på Rute T, der er den dybeste af tre søveje imellem Østersøen og resten af verden. Ruten passerer øst om Samsø imellem Kattegat og Storebælt, og ses tydeligt på trafikintensiteten vist i Figur 5-1. Færgeruterne mellem Sjælland og Jylland, samt fra Sjælland og Jylland til øerne i området fremstår også med en høj, lokal trafikintensitet. Nogle af disse vil få reduceret deres forretningsmæssige grundlag, hvis der etableres en fast forbindelse, og ruterne Odden-Aarhus, Odden-Ebeltoft samt de to ruter til Samsø må formodes at lukke. I vurderingen af sejladsforholdene og risikoen for skibsstød ved etablering af en fast forbindelse, ses der derfor bort fra trafikken på disse færgeruter.



Figur 5-1 *Tæthed af skibstrafikken i området mellem Sjælland, Fyn og Jylland, baseret på AIS data for 2018 (Bilag 4-1 i bilagsmappen)*



Figur 5-2 *Krydsningslinjer anvendt ved opgørelse af skibstrafikken i 2018.*

Der er skabt et overblik over den aktuelle trafik ved at opgøre antal og sammensætning af skibe, der passerer krydsningslinjerne vist i Figur 5-2. Den totale trafik er summeret i Tabel 5-4 og trafikkens fordelingen på skibenes længde (L_{OA}) er vist i Tabel 5-5 og illustreret i Figur 5-3.

Tabel 5-4 Årlige antal skibspassager af linjerne vist i Figur 5-2.

Linje	Beskrivelse	Trafik i hver retning			Total
1	Samsø-Djursland	7.314	+	7.240	14.554
2	Samsø-Tunø	2.166	+	2.061	4.228
3	Tunø-Jylland	651	+	586	1.237
4	Samsø-Fyns Hoved	4.374	+	4.339	8.713
5	Odense Fjord	3.630	+	3.622	7.252
6	Lillebælt & Vejle Fjord	3.635	+	3.726	7.361
7	Fyn-Asnæs	11.703	+	15.093	26.796
8	Kalundborg Fjord	5.839	+	5.805	11.645
9	Samsø – Hatter Barn	2.649	+	1.288	3.937
10	Hatter Barn – Sejerø Bugt	10.655	+	8.478	19.133
11	Odden – Djursland	12.888	+	16.457	29.345
12	Samsø – Asnæs	11.484	+	14.848	26.333

Trafikbilledet domineres af den store transittrafik på Rute T, hvilket slår igennem på tallene for linje 7, 10, 11 og 12. Trafikken på Rute T er kendt for ikke at være symmetrisk, idet der går flere skibe nordpå ad Rute T end sydpå. Dette skyldes et transportmønster, hvor tomme eller delvist lastede skibe kan sejle ind i Østersøen via Øresund eller Kielerkanalen, men er nødt til at benytte Rute T, når de i fuldtlastet tilstand skal ud af Østersøen igen. Denne ubalance noteres også på trafiktallene i Tabel 5-4 for linjerne 7, 10, 11 og 12.

Tabel 5-5 Fordeling på skibslængden (L_{OA}) af skibstrafikken over linjerne i Figur 5-2.

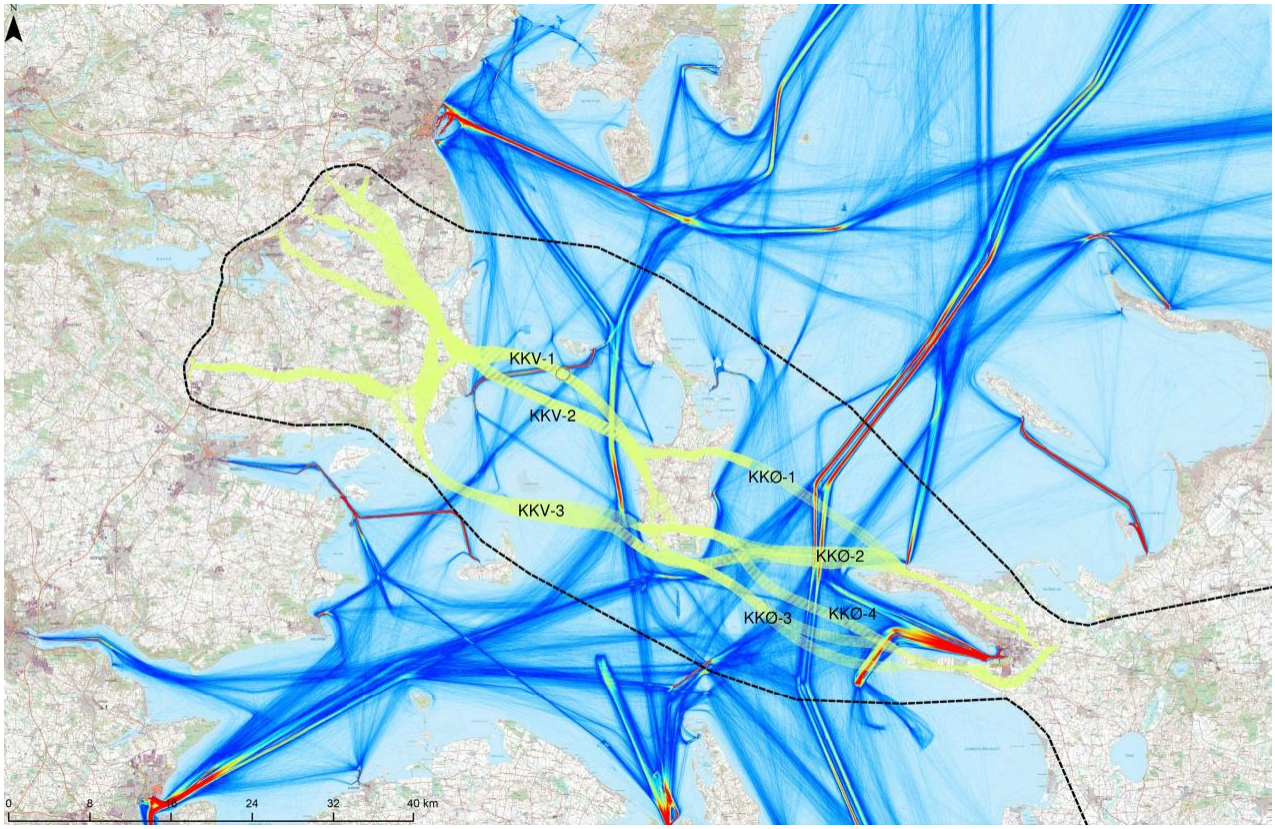
Linje	Beskrivelse	0-25m	25-50m	50-75m	75-100m	100-125m	125-150m	150-200m	200-250m	250-300m	300-350m	350-400m	>400m	Total
1	Samsø-Djursland	2.382	544	283	3.213	6.397	639	886	63	47	2	106	1	14.563
2	Samsø-Tunø	1.701	454	310	1.048	264	311	125	14	1		1	1	4.231
3	Tunø-Jylland	1.119	73	8	28		7						1	1.237
4	Samsø-Fyns Hoved	3.002	871	405	2.316	616	702	668	89	43	2	1		8.715
5	Odense Fjord	2.212	774	842	2.782	378	75	152	14	22				7.252
6	Lillebælt & Vejle Fjord	3.210	919	288	1.403	494	419	515	89	25	2		2	7.366
7	Fyn-Asnæs	3.033	1.880	3.822	2.841	948	2.257	6.391	4.190	974	224	227	8	26.794
8	Kalundborg Fjord	2.292	1.383	3.416	2.881	832	408	303	80	52				11.648
9	Samsø – Hatter Barn	1.376	215	36	45		7	199	1.396	477	33	147	8	3.940
10	Hatter Barn – Sejerø Bugt	1.052	703	453	3.121	1.478	2.061	6.544	2.864	581	191	77		19.125
11	Odden – Djursland	5.046	1.260	701	4.662	1.917	2.560	7.287	4.288	1.056	228	333	9	29.346
12	Samsø - Asnæs	3.565	983	493	5.159	1.485	2.116	6.748	4.266	1.053	224	226	8	26.327

Figur 5-3 Grafisk fremstilling af størrelsesfordelingen tabelleret i Tabel 5-5.

Skibstrafikken på Rute T kan hverken begrænses eller omlægges og en løsning for en fast forbindelse må tilpasses, så den ikke udfordrer eller forstyrrer trafikken på ruten. En forbindelse skal tillige udformes, så den store trafik på Rute T ikke udgør en uacceptabel risiko for forbindelsen selv.

I modsætning til trafikken på Rute T kan den regionale trafik, der anløber danske havne eller passerer igennem indre danske farvande, omlægges hvis det er nødvendigt af hensyn til sikkerheden for skibsfarten selv eller for at reducere den risiko, som skibsfarten udgør for forbindelsen. Det er derfor relevant at betragte Rute T og den regionale trafik separat i vurdering af skibstrafikkens betydning for etableringen af en forbindelse.

Elimineres transittrafikken på Rute T og trafikken på de ovenfor nævnte færgeruter fra trafiktætheden, opnås et lidt mere nuanceret billede af den tilbageværende regionale trafik som vist i Figur 5-4.



Figur 5-4 *Tæthed af den regionale skibstrafik i området mellem Sjælland, Fyn og Jylland, baseret på AIS data for 2018. (Bilag 4-2 i bilagsmappen)*

5.3.1.1 Skibstrafik øst for Samsø

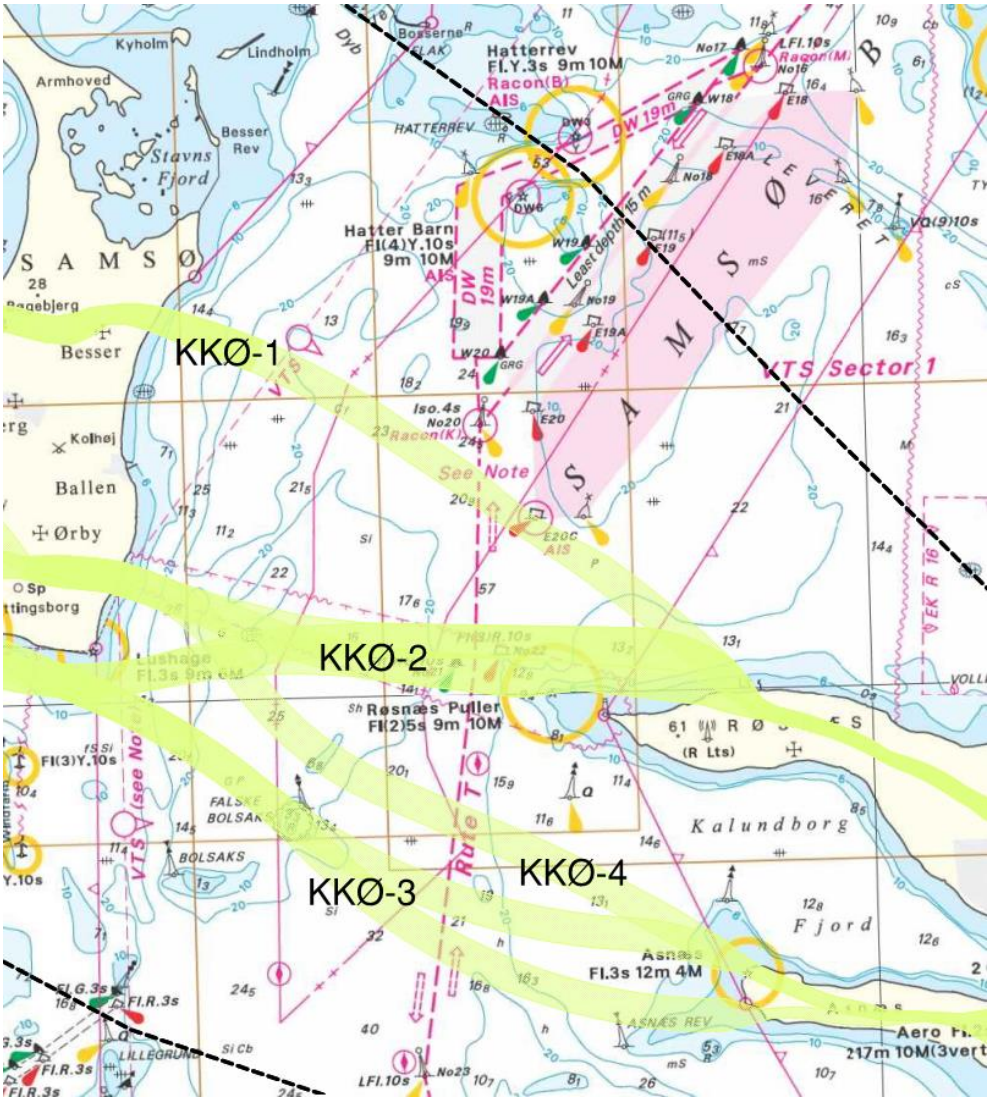
Det store trafikvolumen, størrelsen af skibene og den internationale status giver Rute T særlig prioritet i forhold til placering og udformning af KKØ. Den rene transittrafik – dvs. skibe, der ikke anløber havn i regionen – følger den kortlagte og markerede rute, og en broløsning for KKØ må føje denne rutes placering. På grund af den store trafik vil det være nødvendigt at indføre en trafikseparation i ruten ved krydsning af brolinjen – svarende til Rute T's passage af Østbroen over Storebælt.

5.3.1.1.1 Krydsning af Rute T

For den nordligste korridor (KKØ-1) vil en trafikseparation i Rute T ligge i direkte forlængelse af eller meget tæt op af den trafikseparation, der er etableret i Samsø Bælt mellem Hatter Barn og Hatter Rev – se Figur 5-5. En sådan kombineret regulering vil lede til et uønsket stift arrangement af trafikken i et område, som i forvejen er belastet af Hatter Barn og Hatter Rev. Så en broløsning for KKØ-1 og det nødvendige separationsarrangement for trafikken igennem denne kan påvirke sejladssikkerheden negativt i området nord for KKØ-1. Desuden vil sydgående trafik skulle passere broen blot 1,5-2 km efter en 37 graders kursændring på Rute T nord for KKØ-1. Det vil ikke give de store skibe tilstrækkelig tid eller strækning til at etablere en stabil ny kurs inden passage af broen. Endelig krydser KKØ-1 Rute T under en vinkel på 55-56 grader hvilket er meget langt fra en optimal krydsning under 90 grader. Det kræver et længere hovedspænd at give det nødvendige fritrum på tværs af Rute T. Med disse navigationsmæssige udfordringer forekommer det meget vanskeligt at arrangere navigationen

omkring Rute T's krydsning af en broløsning på KKØ-1, så det giver en acceptabel sikkerhed for både bro og skibsfart. Risikoen for, at en broløsning på KKØ-1 bliver afvist af søfartsmyndighederne, er derfor ganske stor.

Placeres en broløsning nordligere end KKØ-1, vil den krydse to separate skibsruter – Rute T selv, samt dybvandsruten, der udskiller sig fra Rute T – og dette vil give en broløsning endnu større udfordringer i forhold til driftsrisiko, end en bro i KKØ-1.



Figur 5-5 *Søkort for farvandet mellem Sjælland og Samsø med indikation af de betragtede korridorer. (Bilag 4-5 i bilagsmappen)*

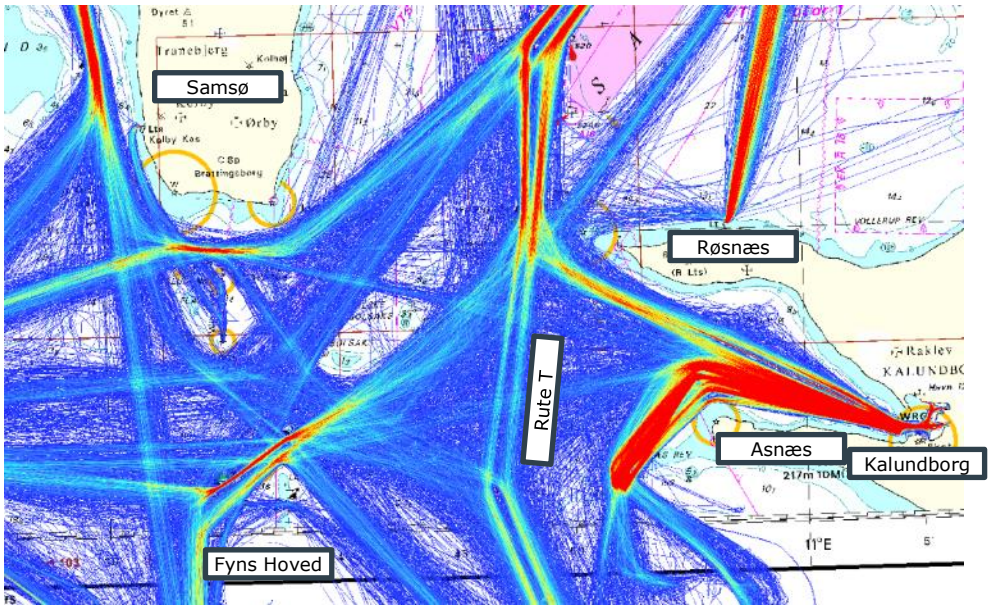
KKØ-2 er placeret 4,5-5,5 km længere sydover langs Rute T, og alle de udfordringer, der er ved KKØ-1 er dermed reduceret væsentligt. Med over 6 km fra kursændringen på Rute T ved Hatter til passage af broen, vil selv store sydgående skibe på Rute T have fundet en stabil kurs, inden de når frem til broen. Korridoren krydser Rute T under en optimal vinkel på 88-92 grader, og selvom Rute T slår et lille knæk indenfor korridoren, når den skal ind midt i sejlrenden mellem Røsnæs og de lavere vanddybder ovre mod revene "Bolsaks" og "Falske bolsaks" sydøst for Samsø, er det faktisk en fordel at have knækket – når det nu

er så beskedent – lige under broen. Det betyder, at skibets navigation ikke skal tage højde for begge udfordringer samtidigt, men kan fokusere på at sætte skibet op til bropassagen først, og så foretage den nødvendige kursændring, når skibet er under broen og har frit farvand forude.

Med de sydligere korridorer KKØ-3 opnås igen en ikke-optimal krydsning af Rute T, som kan afvige op til 20 grader fra den optimale vinkelrette krydsning. Tillige nærmer det sydligste KKØ-3 alternativ sig knækket på Rute T ved bøje 23 (helt i bunden af Figur 5-5), omend afstanden vurderes stor nok til at knækket ikke påvirker sikkerheden ved passage af broen. Set i forhold til KKØ-1 vurderes udfordringerne at være mindre i det navigationsmæssige arrangement for KKØ-3, men bestemt større end for KKØ-2. Etablering af en sikker gennemsejling leder for både KKØ-1 og KKØ-3 til et stivere arrangement af skibstrafikken omkring broen, og det vil blive mere akavet for trafik, der ikke er i transit på Rute T at skulle slutte sig til Rute T for at passere broen. Dette vil primært være en risikofaktor for skibstrafikken, men forventes også – som en afledet konsekvens – at lede til øget risiko for broen (se afsnit 5.3.1.1.2).

5.3.1.1.2 Regionale ruter omkring Rute T

De generelt store vanddybder i farvandet omkring KKØ byder ikke skibstrafikken på mange naturlige begrænsninger af navigationsfriheden. Det ses på trafikintensiteten i Figur 5-6 af trafikken med ærinde i regionen, at denne trafik vælger deres ruter meget individuelt og frit afhængig af destination og dybgang.



Figur 5-6 Intensitet af regionaltrafikken i farvandet omkring KKØ.

Regionaltrafikken, der afgår fra Rute T ved rutens knæk nord for KKØ og går syd om Samsø mod Odense, Fredericia, Middelfart og gennem Lillebælt, passerer KKØ mellem 3 og 8 km vest for Rute-T. Hvis en broløsning skal tilgodese det nuværende rutevalg for denne trafik, skal broen tilbyde en separat gennemsejlingsåbning vest for gennemsejlingen i hovedbroen. Trafikkens nuværende omfang og størrelsesfordeling kan fordre et større spænd og en større frihøjde til en sådan gennemsejling, end der typisk vil blive valgt for en tilkørselsbro. Dette

kunne i princippet imødekommes i designet af en broforbindelse, men det vil forekomme overdrevet at bryde konstruktionens harmoni og effektive konstruktion for at lave en ekstra gennemsejling så tæt på Rute T. En mere realistisk strategi er at arrangere en passage beregnet alene for mindre skibe i et eller to fag af tilkørselsbroen imellem Samsø og Rute T, og omlægge den resterende trafik af større skibe til passage af KKØ via gennemsejlingen for Rute T. Tilsvarende skulle trafikken, der anvender passagen med særligt dybt vand lige nord for Fyns Hoved, og som afgår fra eller slutter sig til Rute T syd for KKØ, skulle omlægges, så denne trafik når Rute T inden trafikseparationen, der arrangeres ved Rute T's passage af KKØ.

Placering og udstrækning af trafikseparationen er indikeret i Figur 5-7 for KKØ-2 og KKØ-3. Som tidligere påpeget, vil trafikseparationen for KKØ-1 ligge meget tæt på det nordlige knæk på Rute T. Det er ikke et optimalt arrangement for skibsfarten og separationen er derfor undladt i figuren.

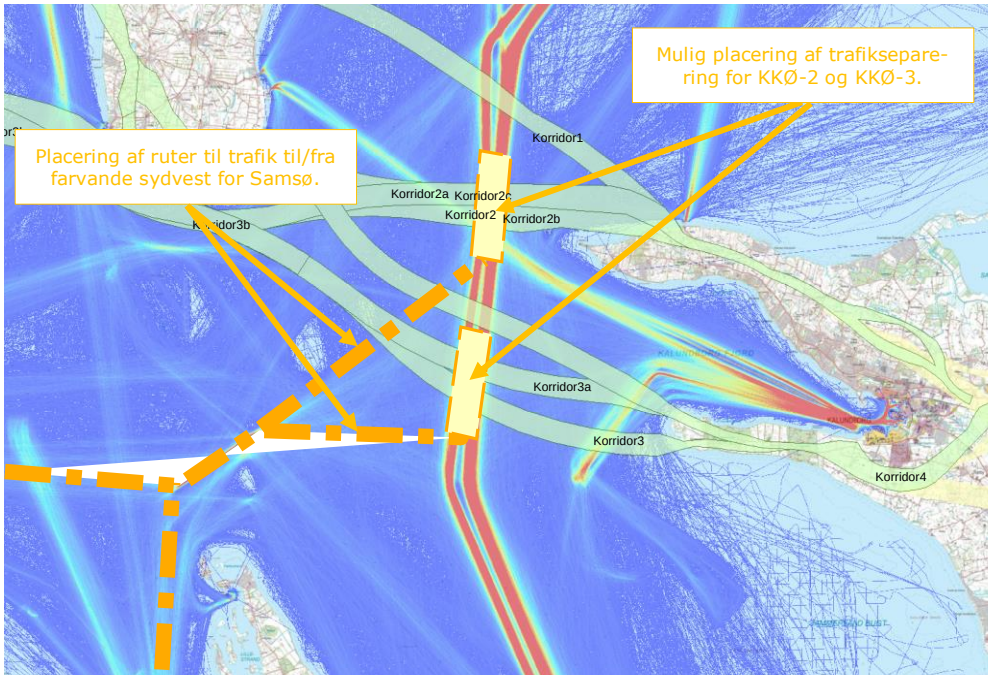
Den regionale trafik, der udgår/tilgår Rute T nord for KKØ-1 og passerer syd om Samsø, giver ikke særlige udfordringer for KKØ-1, omend denne trafik vil krydse KKØ-1 ganske tæt på hovedbroen.

En sydligt placeret Rute til/fra vest, der skal slutte til Rute T syd for KKØ-3, vil ramme Rute T under en ret vinkel, hvilket generelt ikke er et tilrådeligt arrangement for et knudepunkt. At en sådan retvinklet tilslutning samtidig sker lige nord for et knæk på Rute T øger kompleksiteten af arrangementet, og reducerer muligheden for at få arrangementet accepteret af de maritime myndigheder.

Trafikseparationen ved KKØ-2 tillader ruten til/fra vest at møde Rute T under en mere gunstig vinkel – ca. 45 grader – og giver tillige mulighed for at placere rutenes krydsning lidt syd for trafikseparationen.

Det samme arrangement kunne anvendes med KKØ-3, men så skal broen indrettes med en separat navigationsåbning til denne regionale trafik. Med to åbninger til passage af større skibe vil KKØ-3 blive en mindre effektiv løsning.

Samlet set findes både KKØ-1 og KKØ-3 problematiske i forhold til navigationen ind og ud af Rute T i nærheden af korridoren. For begge alternativers vedkommende er der forhold i det navigationsmæssige arrangement, der kan påvirke sikkerheden for skibstrafikken negativt, og dette bør belyses ved en risikovurdering. De maritime myndigheder og eventuelt også relevante repræsentanter for skibsfarten (lodser) bør inddrages i en sådan vurdering.



Figur 5-7 Illustration af trafikseparationerne omkring Rute T for KKØ-2 og KKØ-3.

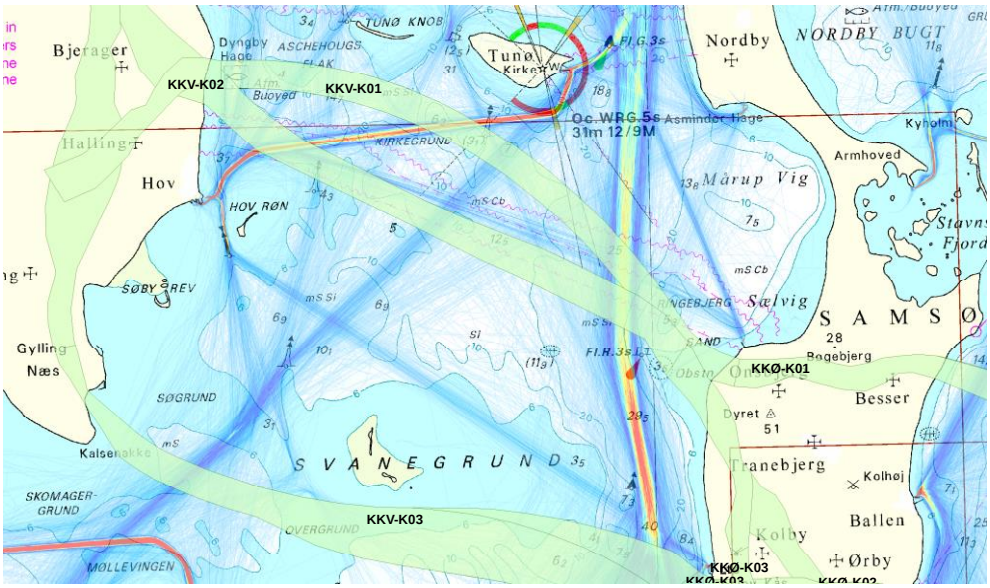
Omlægning af trafikken af større skibe til og fra farvande syd og vest for Samsø, så de følger Rute T under passage af en broforbindelse, vil forlænge rejsen fra Hatter Barn til Fredericia med ca. 6 sømil. Kan det sikres, at denne omlægning ikke gør rejsen mere kompleks eller risikofyldt end for nuværende, vurderes en forlængelse af rejsen med 6 sømil ikke at udgøre en projektrisiko for en broløsning.

Gennemgangen af skibstrafikken øst for Samsø og vurderingen af mulighederne for at arrangere skibstrafikken omkring en broforbindelse i de foreslåede korridorer, sammenfattes som følger:

- Krydsningen af Rute T sker mest hensigtsmæssigt med KKØ-2 under en næsten ret vinkel og i god afstand til knæk og tilslutninger på Rute T. Skibstrafikken hen imod og igennem den faste forbindelse kan arrangeres med en trafikseparering i god afstand til øvrige separeringer og knæk af Rute T og uden forbehold eller reservationer i øvrigt i forhold til skibsfartens sikkerhed.
- Med KKØ-1 sker krydsningen af Rute T under en skæv vinkel og i uønsket nærhed af rutens knæk og sammenfletningen med dybvandsruten nord for korridoren. Trafikseparering af ruten igennem broen vil sammen med trafikseparingen ved Hatter Barn og Hatter Rev skabe en uønsket kompleksitet for øvrig trafik, der skal sejle ind på Rute T for at passere broen.
- KKØ-3 krydser Rute T under en rimelig vinkel og i tilstrækkelig afstand fra Rute T's knæk syd for korridoren. Korridorens sydlige beliggenhed vil sammen med trafikseparingen gennem broen give skibstrafik til og fra farvandet imellem Fyn og Samsø et uhensigtsmæssigt forløb hen til Rute T.

5.3.1.2 Skibstrafik vest for Samsø

Korridorerne overvejet for KKV er vist i Figur 5-8 sammen med den observerede skibstrafik.



Figur 5-8 Korridorer for KKV vist sammen med søkort og observeret regional trafik.

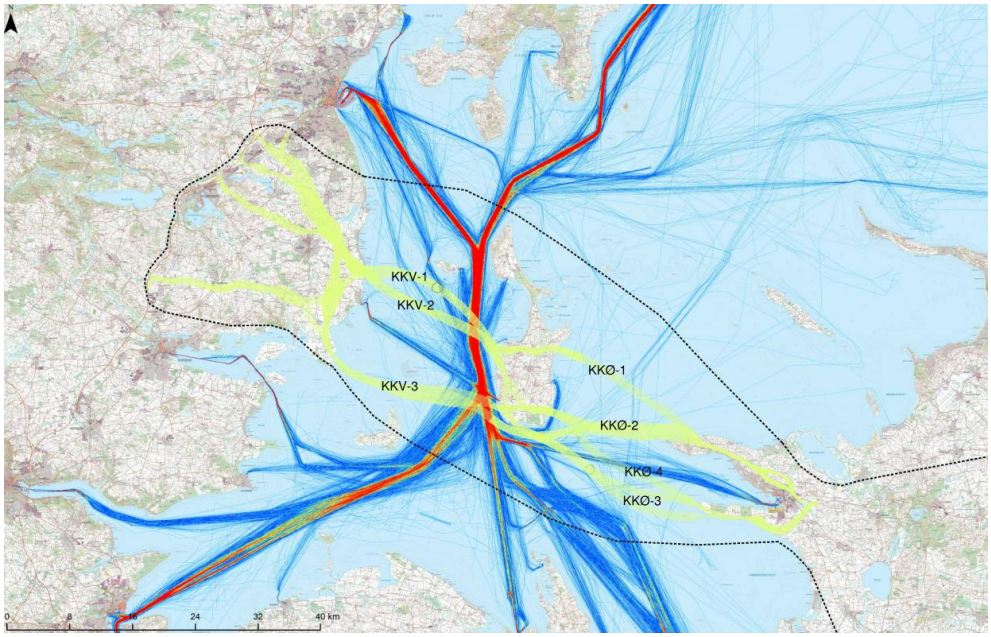
Som det fremgår af Figur 5-8 er den regionale trafik vest for Samsø væsentlig enklere end øst for Samsø. Trafikken er mindre omfattende og kombinationen af den begrænsede vanddybde omkring Svanegrund og en naturlig dyb kanal lige vest for Samsø leder den kommercielle trafik ind på en veldefineret rute langs Samsøs vestkyst. Færgetrafikken imellem Hou og Tunø fremstår tillige som en veldefineret rute, der krydser KKV-1 og KKV-2 under ca. 45 grader, og endelig krydses alle tre korridorer af en trafik imellem sydvest og nordøst – hovedsagelig imellem Juelsminde i sydvest og passagen øst om Tunø. Den sidste mere spredte trafik henregnes – i overensstemmelse med undersøgelsen i [1] – til hovedsageligt at være lystsejlads.

For den kommercielle trafik kan en broløsning for KKV fokusere på at tilbyde et tilstrækkeligt gennemsejlingsfag til trafikken på ruten umiddelbart vest for Samsø. Jævnfør Tabel 5-4 vil denne trafik udgøre ca. 4.300 passager per år og heraf er der kun ca. 720 passager af skibe med en længde over 100 m. Disse 720 passager svarer til 17% af den samlede trafik. Trafikkens nuværende sammensætning er også undersøgt i [1] og denne rapport præsenterer desuden basis for bestemmelse af den nødvendige horisontale og vertikale udstrækning af gennemsejlingsåbningen – såvel for den kommercielle trafik i sejlrenden ved Samsøs vestkyst som for lystsejladsen længere vestpå.

Ses der bort fra de atypiske passager i 2018 af 2 meget store skibe, vil den nuværende trafik med op til 300 m lange skibe kræve en højbro med en gennemsejlingshøjde på 45-50 m og et spænd på 500 m. Da de store skibe udgør en relativt lille andel af trafikken og siden passage af den faste forbindelse altid kan foregå via Rute T, forekommer det ikke oplagt at investere i skibsfartens fri bevægelighed med to dyre broløsninger så tæt på hinanden. Det vurderes derfor

relevant at betragte løsninger for KKV, hvor kun en del af trafikken tilbydes passage igennem KKV, mens den resterende trafik af større skibe henvises til at gå øst om Samsø og passere forbindelsen via Rute T.

Figur 5-9 viser den trafik, der benytter kanalen vest for Samsø. Det fremgår, at denne rute primært servicerer Aarhus Havn, havnene i Lillebælt og Odense Havn og skaber forbindelse til disse havne fra Kattegat og Storebælt. En mere detaljeret undersøgelse af størrelsen på skibene i de viste trafikstrømme vil være nødvendig for at afklare hvilken trafik, der vil blive forhindret, hvis en broløsning begrænser størrelsen af skibe, der må passere vest om Samsø. I forventning om, at de store skibe, der vælger ruten vest om Samsø, primært er diagonal trafik imellem (1) Kattegat og havnene i Lillebælt og (2) Storebælt og Aarhus havn, vil omvejen for denne trafik ved at gå øst om Samsø være begrænset, så der forventes ikke tungtvejende modstand imod en sådan omlægning.



Figur 5-9 *Tæthed af skibstrafikken, der passerer igennem kanalen vest for Samsø. (Bilag 4-3 i bilagsmappen)*

På dette grundlag foreslås en broløsning på KKV at blive designet til at give passage for skibe op til 100–125 m svarende til 75-80% af den observerede trafik i kanalen vest for Samsø (jvf. [1]). Dermed vil ca. 6 ud af de 8 daglige passager registreret i 2018 kunne passere broen. Dette vurderes at udgøre et rimeligt kompromis i vurderingen af de forskellige løsningsmuligheder for en fast forbindelse. Det vil være relevant at foretage mere detaljerede undersøgelser af trafikstrømmene og -sammensætningen for at beslutte og underbygge et endeligt valg af gennemsejlingsåbning vest for Samsø.

5.3.1.3 Gennemsejlingsåbninger og øvrige fritrumskrav

Som afklaret i afsnit 5.3.1.1 og 5.3.1.2 passerer den væsentligste trafik den faste forbindelse via Rute T igennem KKØ og for KKV samles den væsentlige trafik i den naturlige rute lige vest for Samsø. Broløsninger over disse hovedruter skal tilbyde gennemsejlingsåbninger, der er tilpasset skibstrafikken – både den nuværende og den forventede fremtidige trafik – og som tager højde for det navigationsmæssige arrangement og de udfordringer og muligheder, det giver skibsfarten. Kravene til hovedfaget på KKV og til eventuelle sekundære, kystnære gennemsejlingsåbninger på KKØ, vil afhænge af hvor megen trafik, det vurderes rimeligt og forsvarligt at omlede til hovedspændet over Rute T. Beslutninger om begrænsning og omledning af skibstrafikken vil berøre mange interessenter og bør derfor baseres på en tilstrækkelig nuanceret afklaring af omledningens konsekvenser. Nærværende rapport er baseret på offentligt tilgængelige data, undersøgelser og erfaringer og der er ikke fundet umiddelbar basis for at nuancere betydningen af eventuelle omlægninger af den kystnære trafik og af trafikken vest om Samsø. Yderligere afklaring af omlægningernes betydning vurderes ikke at påvirke det beslutningsgrundlag for korridorvalg, som fremlægges i nærværende rapport.

5.3.1.3.1 Hovedspænd over Rute T for KKØ

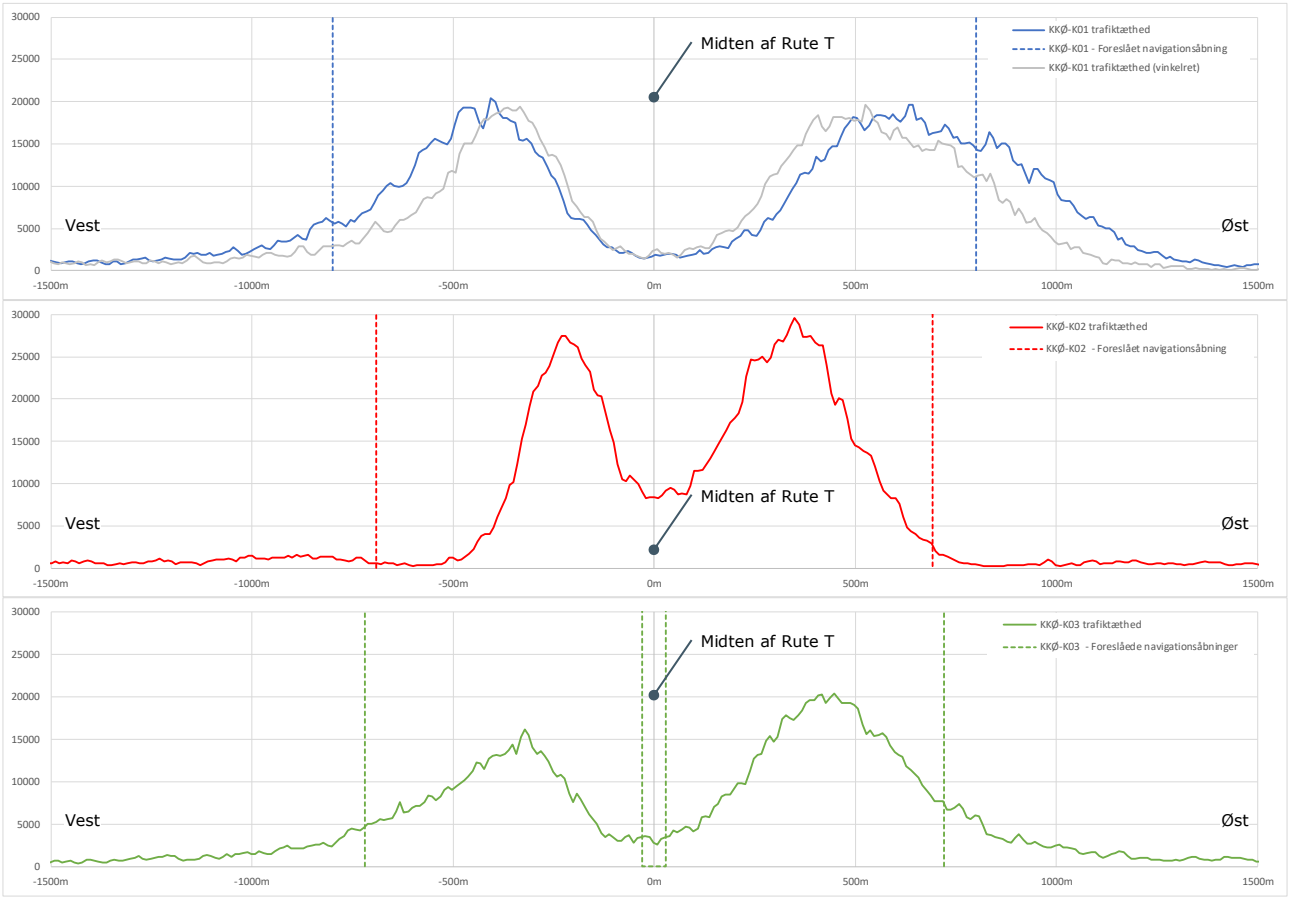
En navigationsåbning over Rute T er undersøgt i detalje i relation til Østbroen over Storebælt og i relation til broløsninger for Femern-Bælt forbindelsen. De navigationsmæssige betingelser ved KKØ er ganske meget lig betingelserne ved Storebælt. Der er generelt større vanddybder omkring KKØ end ved Østbroen, men dette afspejles ikke i skibstrafikkens nuværende adfærd. Rute T bliver fulgt tæt og stringent i to adskilte, modsatrettede spor hele vejen igennem farvandet mellem Samsø og Sjælland.

Afstanden imellem og bredden af de to spor i Rute T varierer noget imellem de foreslåede placeringer af en fast forbindelse. Fordelingen af skibstrafikken ved KKØ-1, -2 og -3 vist i Figur 5-10, i form af tætheden (passager per km per år) langs et snit på tværs af Rute T parallelt med korridorerne. Den horisontale akse angiver afstanden fra midten af Rute T. Figuren tydeliggør den forskel, der ses på den plane trafikintensitet ved korridorerne i Figur 5-1. Trafikken er mest fokuseret ved KKØ-2, hvor vanddybden er begrænset til begge sider, mens den større vanddybde, der er til rådighed ved KKØ-1 og KKØ-3 giver skibene mulighed for at give sig bedre plads til at følge Rute T's knæk nord for KKØ-1 og syd for KKØ-3. KKØ-1 krydser Rute T i en skæv vinkel, hvilket gør trafikkens udstrækning større langs med korridoren. For at indikere betydningen af denne skæringsvinkel er trafiktætheden ved KKØ-1 også vist for et snit vinkelret på Rute T.

Gennemsejlingsåbningerne foreslået for de tre korridorer er baseret på erfaringer fra tidligere projekter. En navigationsåbning på 1.600 m for KKØ-1 – svarende til en spændvidde af broen på 1.900 m – er motiveret af den skæve krydsning af ruten og den bredere fordeling af trafikken. Selve broen er en skalering af Østbroen over Storebælt til det større spænd. For KKØ-2 er den foreslåede navigationsåbning på 1.384 m – svarende til en spændvidde af broen på

1.624 m – en direkte kopi af Østbroen over Storebælt, og for KKØ-3 er der foreslået to navigationsåbninger på hver 690 m – svarende til en spændvidde af hvert fag på 750 m – baseret på en let opskalering af designet for en 2-fags skråstagsbro udviklet til Femern Bælt forbindelsen.

De foreslåede navigationsåbninger for KKØ-1 og KKØ-3 forekommer umiddelbart ikke store nok i forhold til den bredde, skibstrafikken aktuelt anvender. Fordelingen ved KKØ-1 indeholder imidlertid bidrag – i venstre side – fra sydgående trafik, der fortsætter ligeud fra Rute T's knæk og videre ned syd om Samsø, og dette forklarer den langsomt aftagende tæthed mod vest (til venstre i Figur 5-10). Denne trafik vil – afhængig af størrelsen – enten gå længere vestover til en mere kystnær navigationsåbning og dermed ikke få betydning for hovedspændet, eller vil rette ind og passere stik syd igennem gennemsejlingen i hovedbroen. Tilsvarende er fordelingen af nordgående skibe i højre side bredere, fordi skibene påbegynder kursændringen (pga. knækket i Rute T nord for KKØ-1) lidt forskelligt; dette kan harmoniseres og gøres smallere, når en bro i KKØ-1 mere klart harmoniserer, hvor skibene påbegynder deres kursændring. Endelig er den brede fordeling ved KKØ-1 en konsekvens af, at korridoren skærer Rute T i en vinkel på ca. 75 grader. Fordelingen af trafikken i et snit vinkelret på Rute T er også vist i Figur 5-10 for at illustrere effekten af den skrå krydsning. Den sydgående trafik (til venstre i figuren) er nu i bedre overensstemmelse med den foreslåede navigationsåbning på 1.600 m. Siden den samme trafik observeres at kunne passere ved KKØ-2 med en mere snæver fordeling, vurderes det realistisk at forvente, at et strammere navigationsarrangement med en form for trafikseparation ved KKØ-1 kan fokusere trafikken så en navigationsåbning på 1.600 m er tilstrækkelig. Endelig er de viste trafikintensiteter baseret på alle størrelser af skibe, hvor det vil være sædvane ved det faktiske design at fokusere på fordelingen af de større skibe, der rent faktisk udgør en risiko for broen.

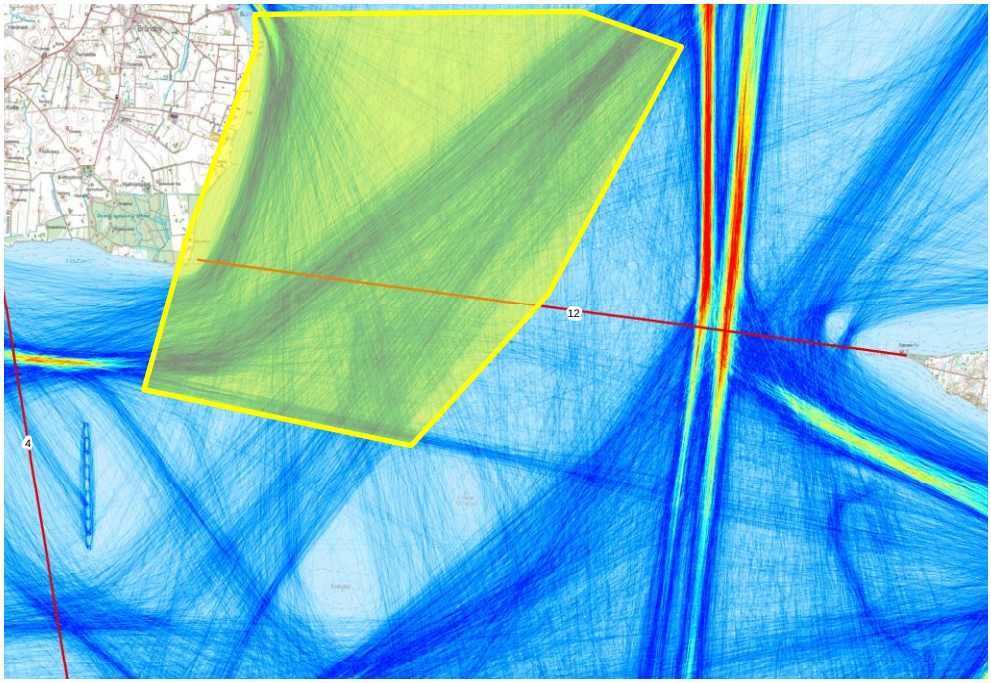


Figur 5-10 *Intensiteten af skibstrafikken (årlige antal krydsninger pr km) på Rute T ved de tre korridorer, samt udstrækningen af den/de foreslåede navigationsåbning/er for hver korridor.*

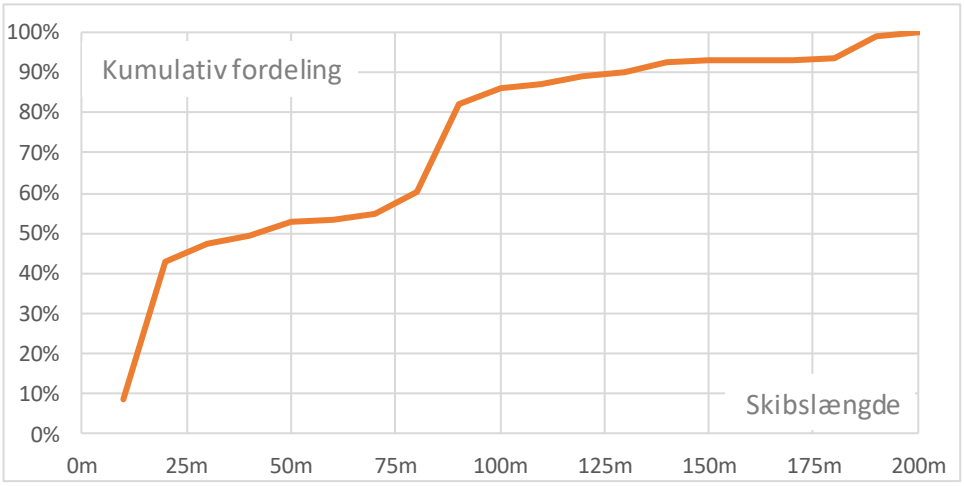
Forholdene ved Rute T's passage af KKØ-3 svarer til passagen ved KKØ-1, hvor fordelingen af den nordgående trafik bliver bredere pga. knækket på Rute T ved bøje 23, og fordi vanddybden generelt tillader en mere fri navigation. Den aktuelle fordeling af trafikken fylder mere end den foreslåede navigationsåbning, men etablering af en fast forbindelse vil fokusere trafikken til navigationsspændet, som det også ses muligt, når det mere snævre farvand ved KKØ-2 stiller krav til navigationen.

5.3.1.3.2 Navigationsåbning til kystnær trafik på KKØ

Den skibstrafik, der aktuelt anvender farvandet imellem Rute T og Samsø, og som kunne have interesse i at anvende et mere kystnært gennemsejlingsfag er markeret i Figur 5-11. I 2018 androg denne trafik godt 3.000 passager og længdefordelingen er vist i Figur 5-12. Skibe, der er mindre end 100 m lange, udgør 86% af denne trafik, og det vurderes rimeligt at begrænse et kystnært gennemsejlingsfag til skibe op til denne størrelse. Af de 3.000 årlige passager er 50% mindre end 50 m, hvorfor det vil være en sjælden hændelse, at to større skibe mødes ved gennemsejlingsfaget i en fast forbindelse. Et 200 m standard spænd for tilkørselsbroen vurderes derfor at være tilstrækkelig bredde til en kystnær navigationsåbning under forudsætning af envejs passage. I fald en mere detaljeret evaluering af trafikkens sammensætning og mønster indikerer, at mødesituationer sker for hyppigt, kan 2 spænd inddrages og forberedes til at være gennemsejlingsfag for skibstrafik i hver sin retning.



Figur 5-11 *Markering af området med trafikken imellem Rute T og Samsø, der kunne vælge at benytte en kystnær gennemsejling.*



Figur 5-12 *Kumulativ fordeling af længden på skibene, der besejler det markerede område i Figur 5-11.*

Farvandet mellem Rute T og Samsø byder på rigelig vanddybde til den trafik, der forudsættes at ville og måtte benytte en kystnær navigationsåbning. Så placeringen af det dedikerede spænd, der udpeges som kystnær navigationsåbning, kan derfor vælges relativt frit langs med broen, så der kan opnås den ønskede højde af navigationsåbningen.

I nærværende undersøgelse er den kystnære gennemsejling placeret meget kystnært, så den giver tilstrækkelig højde for lystsejlads (18-20 m), men ikke den nødvendige højde for passage af et 100 m langt handelsskib (~25 m højde). Men navigationsåbningen kan let flyttes til et spænd længere fra kysten, så frihøjden under broen giver det nødvendige vertikale fritrum.

5.3.1.3.3 Hovedspænd på KKV til regional trafik

Som beskrevet i afsnit 5.3.1.2 vurderes det relevant at indføre en begrænsning på størrelsen af skibe, der kan anvende gennemsejlingen i KKV. Større skibe henvises til at passere forbindelsen øst om Samsø i gennemsejlingsfaget over Rute T. Dette valg er helt parallelt til situationen ved Storebæltsforbindelsens vestbro, hvor skibe over 1000 DWT eller med en mastehøjde på mere end 18 m er henvises til at passere forbindelsen igennem Østbroens hovedfag.

Det centrale valg, der vil være inkluderet i beslutningerne om en fast forbindelse, involverer en afvejning af skibsfartens valgfrihed i deres rutevalg imod den investering, det fordrer at designe broforbindelsen til en given skibstrafik. En analyse med tilstrækkelig nuance til at skabe grundlaget for denne afvejning, er ikke udført i relation til nærværende rapport, men burde overvejes gennemført i forundersøgelsen. Som et rimeligt neutralt grundlag for vurdering af korridoralternativerne, antages skibstrafikken igennem KKV at blive begrænset til skibe med en længde op til 100 m. Jævnfør trafikopgørelsen vist i Tabel 5-5 vil den tilladte skibstrafik således udgøre ca. 3.500 årlige passager. Størstedelen heraf – ca. 2.200 passager – vedrører skibe med en længde under 50 m. Med ca. 1.000 passager om året af skibe med en længde imellem 75 og 100 meter, vurderes mødesituationer af denne størrelse skibe i nærheden af broen at være sjældne hændelser. Overvåges broen og gennemsejlingen af VTS Storebælt, som det anbefales i afsnit 5.3.1.5, kan disse mødesituationer arrangeres til at foregå i en passende afstand fra broen. Navigationsåbningen vil dermed kunne baseres på envejspassage af de største skibe.

Det anbefales i [1], at gennemsejlingsåbningen bør være 3,2 gange længden af det største skib. Dette er baseret på domæneteoriens observation af at skibe aktivt vil undgå at have andre skibe indenfor en elliptisk bufferzone, der er 8 skibslængder lang og 3,2 skibslængder bred. Overføres den aktive sikring af bufferzonen direkte til gennemsejlingen af en bro – uden hensyntagen til, at broens piller er faste forhindringer og ikke andre bevægelige skibe – vil kravet til brospændet således blive 3,2 gange skibslængden. Under beskyttede forhold – herunder at skibet ikke møder modgående trafik – vil bufferzonen ifølge [2] kunne reduceres til at være 6 skibslængder lang og 1,6 skibslængde bred, og dermed vil den nødvendige navigationsåbning kunne reduceres til at være 1,6 gange skibslængden. Dette reducerede krav til frirummet i passagen af et brospænd bekræftes af manøvresimuleringer bl.a. på den ny Storstrømsbro. Når trafikken igennem KKV begrænses til ikke at omfatte skibe længere end 100 m, vil navigationsåbning således skulle være på mindst 160 m. Dette underbygger valget af spændvidder op til 200 m for en bjælkebro.

Den vertikale gennemsejlingshøjde er ligeledes undersøgt og diskuteret i [1] og den statistiske præsentation viser en tydelig fordel ved at sikre en frihøjde på mere end 23 m. En stor del af den kommercielle trafik har en mastehøjde på 21-23 m, hvorfor denne højde udgør et naturligt minimum. Tages udgangspunkt i en maksimal skibslængde på 100 m, kan den tilsvarende mastehøjde aflæses til 25-26 m i Figur 3-1 i [1]. En frihøjde på 26 m, som er valgt som udgangspunkt

for vurderingerne i nærværende rapport, er således konsistent med en begrænsning af skibstrafikken til skibe mindre end 100 m's længde, og vil – jvf. Figur 3-2 i [1] – tillade passage af 75% af den aktuelt registrerede trafik.

Siden skibenes faktiske mastehøjde er afhængig af deres laste- og ballasteringstilstand, og det vil være muligt for skibene selv at justere deres mastehøjde ved at ændre ballasteringen, når de skal passere KKV. Det koster dog mere brændstof at sætte skibet dybere, og dette kan opveje lidt af den besparelse, der opnås i brændstof og tid ved at sejle vest om Samsø i stedet for øst om.

5.3.1.3.4 Gennemsejling for Tunø færgen

Tunøfærgens rute krydser både KKV-1 og KKV-2 under en vinkel på ca. 45 grader. Færgen er 30,5 m lang og har en mastehøjde på ca. 17 m. For en færge, der har rutine i at operere i dette farvand, vil en gennemsejlingsåbning, der er mindst 1,6 gange skibets længde – dvs. 50 m – være tilstrækkelig. Tages der højde for, at færgen med den nuværende direkte rute vil krydse brolinjen under 45 grader, vil åbningen skulle være en faktor 1,4 bredere – eller 70 m – hvilket også kan arrangeres i et standardfag på 100 m. Det forventes dog at færgen vil justere sin rute til at krydse en bro i en mere ret vinkel, hvorved en navigationsåbning på 70 m vil være rigelig.

5.3.1.3.5 Gennemsejling for lystsejlads

I rapporten [1] præsenteres en detaljeret redegørelse af lystsejladstrafikken i farvandet mellem Samsø og Jylland, og gennemgang af et større antal lystsejlere er udledt en nyttig sammenhæng imellem mastehøjden (H) og skroglængen (L): $H=1{,}32\times L+0{,}31$ m. Lystsejladsen pointeres primært at foregå ved den jyske kyst, og der gives en estimeret statistisk fordeling af mastehøjden for denne trafik.

Lystsejladsen vil sædvanligvis ikke udgøre en risiko for beskadigelse af brokonstruktionen eller for forstyrrelse af driften af broen. Så hensynet til lystsejladsen gøres primært for at undgå, at en fast forbindelse sætter uovervejede begrænsninger for denne rekreative sejlads. Den bestemte fordeling af mastehøjden viser at 80% og 90% af lystsejladsen vil kunne passere en gennemsejling med 18 m hhv. 20 m frihøjde, og at frihøjden skal øges ganske betragteligt for at de højeste 10% af skibene også kan passere. Som udgangspunkt for nærværende sammenligning af udformninger og placeringer af en fast forbindelse, har det ikke relevans at sætte et højt ambitionsniveau for den tilbudte frihøjde. Derfor anvendes 18 m som et passende forslag for frihøjden for et navigationsfag tiltænkt fritidssejlads. Det er samme højde som på Vestbroen over Storebælt.

5.3.1.4 Skibsstød

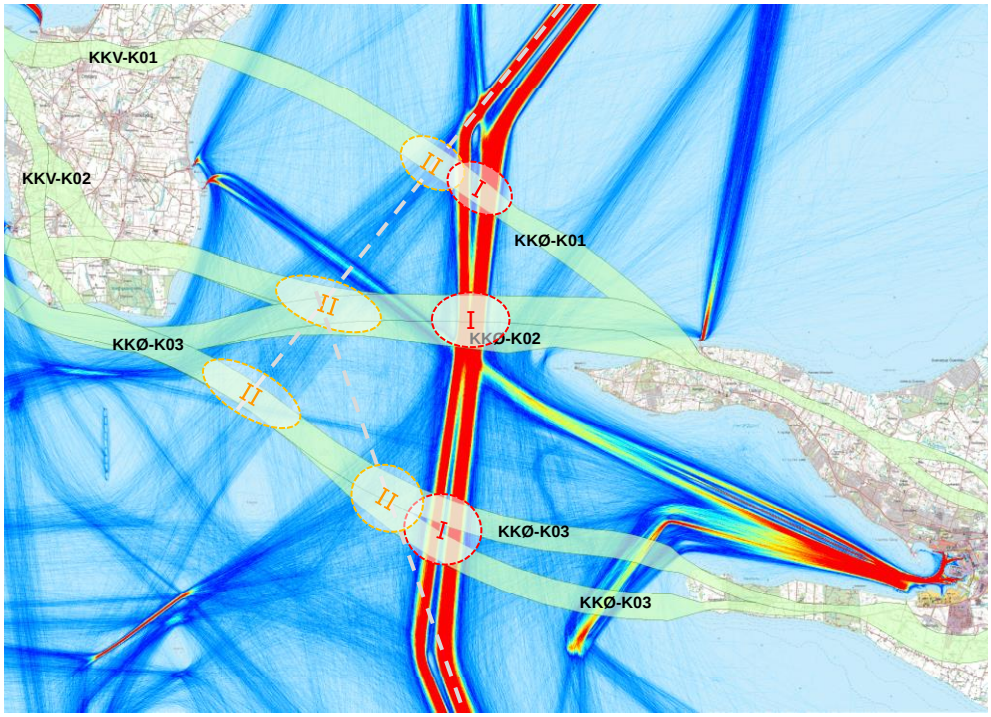
Selvom skibstrafikken bliver arrangeret i overensstemmelse med broløsninger i de overvejede korridorer og med de begrænsninger, der er forudsat for anvendelse af gennemsejlingsåbningerne i broløsningerne, vil skibstrafikken fortsat udgøre en risiko for de brokonstruktioner, der krydser farvandene øst og vest for Samsø.

Basalt set vil enhver konstruktion i eller henover farvand med skibstrafik være udsat for risiko for påsejling. Kun vanddybden udgør en sikker barriere for de bundfaste konstruktioner, mens frihøjden under en brodrager tillige kan være tilstrækkelig til at forhindre en kollision. Erfaringen med brokonstruktioner over navigeret farvand viser, at selvom afstanden til de etablererede søveje i regionen er stor, forsvinder risikoen dog aldrig helt. Erkendelse af risikoens karakter og udstrækning gør det muligt at belyse og forsøge at begrænse risikoen til et acceptabelt niveau.

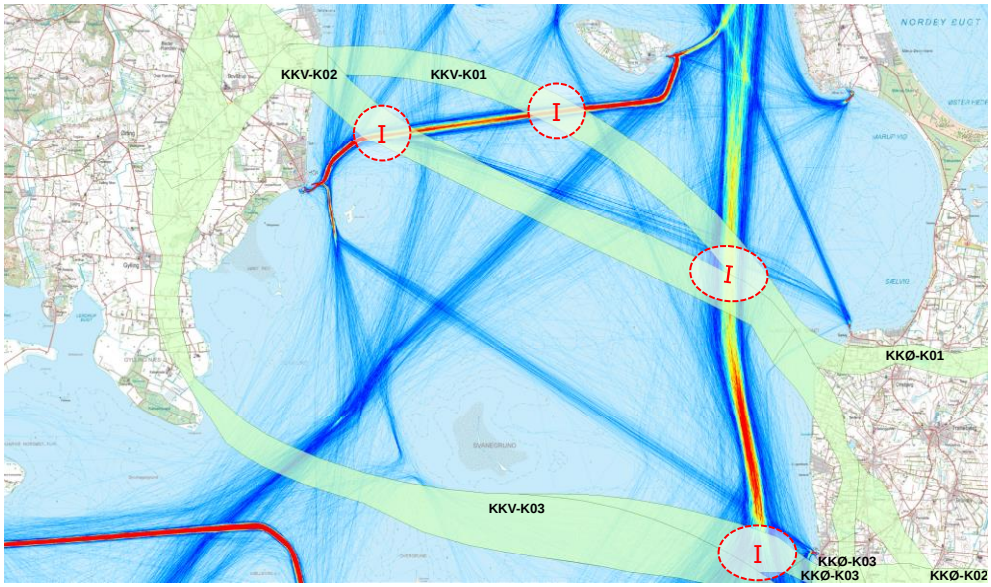
Erfaringsmæssigt er pillerne omkring en gennemsejlingsåbning altid udsat for en forhøjet risiko for kollisioner. Et mindre umiddelbart men statistisk påviseligt bidrag til risikoen opstår, når dele af broen ligger i forlængelse af en rute med et knæk, som skibene skal foretage en større kursændring for at følge. Skibe, der ikke foretager den krævede kursændring, vil udgøre en risiko for kollision mod de dele af konstruktionen, der ligger i forlængelse af ruten inden knækket. Og dette bidrag kan berøre dele af broen, der ligger langt fra navigationsåbningen. Alle tre risikobidrag – nær gennemsejlingen, i forlængelse af en rute med knæk og et diffust bidrag langs hele broen – skal tages i betragtning ved placering, udformning og beskyttelse af en broforbindelse.

Kollisioner i nærheden af gennemsejlingsåbningen benævnes kategori I, kollisioner i forlængelse af en rute, der knækker, benævnes kategori II, mens den risiko, der er overalt hvor vanddybden tillader skibene at nå frem, benævnes kategori IV. (Kategori III er forbeholdt kollisioner, som skyldes undvigemanøvrer når to skibe er kommet for tæt på hinanden i nærheden af broen. Denne type kollision er imødegået ved at arrangere trafikseparation i gennemsejlingen for Rute T og ved at sikre envejspassage ved de mindre navigationsåbninger.)

Delene af den faste forbindelse, som er udsat for kategori I og II kollisioner er indikeret i Figur 5-13 og Figur 5-14 for de betragtede korridorer øst og vest for Samsø. Alle dele af broerne er eksponeret for kategori IV kollisioner, mens kategori III forudsættes imødegået, og i praksis er repræsenteret som en del af kategori I kollisionerne.



Figur 5-13 *Skibstrafikken og korridorer for KKØ med markering af områder eksponeret for kategori I og II kollisioner af den store trafik på Rute T.*



Figur 5-14 *Skibstrafikken og korridorer for KKV med markering af områder eksponeret for kategori I kollisioner.*

5.3.1.4.1 Kategori I kollisioner

Beskyttelse og/eller forstærkning af brokonstruktionen imod kategori I kollisioner harmonerer som regel med, at konstruktionerne omkring gennemsejlingsfaget er gjort større og stærkere for at understøtte det særlig store spænd henover gennemsejlingen. Desuden er brodrageren i dette område i forvejen højt placeret og er dermed beskyttet imod kollisioner fra mast og dækshus. Broløsningerne, der foreslås for KKØ, er baseret på gennemførte eller foreslåede broprojekter henover Rute T, og disse designs tager højde for kategori I kollisioner

fra trafikken på Rute T. Hængebroen foreslået i KKØ-1 og KKØ-2 er baseret på Østbroen over Storebælt, og den primære forskel i forhold til Østbroen er, at ankerblokken og de nærmeste dele af tilslutningsbroen står på begrænset vanddybde i Storebælt, mens de i KKØ-1 og KKØ-2 vil være på væsentligt dybere vand – typisk over 20 m. De beskyttelsesøer, der på Østbroen er konstrueret omkring ankerblokkene og de mest udsatte piller på tilkørselsbroen, vil dermed blive væsentlig dyrere at etablere, og det vil være relevant at betragte alternative måder at beskytte eller forstærke hovedbroen på. Omend dette udgør en reel udfordring, vurderes den ikke signifikant at ændre relevansen eller prisestimatet på hovedbroen. Den dobbelte skråstagsbro foreslået for KKØ-3 er baseret på et design udviklet til Femern Bælt forbindelsen, og da Femern Bælt byder på samme store vanddybder som KKØ-3, og passeres af en skibstrafik der er mindst lige så udfordrende, som trafikken igennem Storebælt, er denne løsning mere ubetinget anvendelig.

For KKV er kategori I kollisionerne forudsat begrænset via restriktioner på størrelsen af de skibe, der må passere broen. Med et spænd på bare 200 m vil ganske mange af broens piller stå på en signifikant vanddybde (>20 m) og denne dybde gør det vanskeligere/dyrere at designe bropillerne med tilstrækkelig kollisionskapacitet. Men samme situation og de samme betingelser er håndteret på Vestbroen over Storebælt, og med udgangspunkt i dette realiserede design, vurderes det også muligt at håndtere risikoen for kategori I kollisioner på KKV. I forundersøgelsen bør det dog vurderes om risikoen håndteres mere effektivt ved at øge spændvidden på gennemsejlingsfaget.

5.3.1.4.2 Kategori II kollisioner

Knækkene på Rute T nord og syd for en fast forbindelse forventes at udgøre en betragtelig risiko for den vestlige del af KKØ. For KKØ-1 er dette bidrag centreret ca. 1,5 m vest for midten af gennemsejlingsfaget, og med den foreslåede brogeometri, vil det være den vestlige tilkørselsbro, der bliver udsat for denne risiko. De store vanddybder (>20 m) giver ingen naturlig beskyttelse imod denne risiko, og den kan alene håndteres ved at designe pillerne med tilstrækkelig kapacitet til at modstå et skibsstød. Det vil være både vanskeligt og bekosteligt at gøre det på 20 m vand. KKØ-2 og KKØ-3 ligger i større afstand fra knækkene på Rute T og afstanden giver bedre muligheder for, at skibet, der ikke har ændret kurs ved rutens knæk, enten selv eller med hjælp fra Storebælt VTS, bliver klar over fejlen og styrer tilbage i Rute T. Men den større afstand vil kun kunne reducere risikoen – ikke eliminere den. Og risikobidraget, der eksponerer midten af den vestlige tilkørselsbro, vurderes at udgøre en signifikant risiko, som må afhjælpes for, at en bro kan blive en acceptabel løsning.

5.3.1.4.3 Indikativ beregning for Rute T

Risikoen for, at en skibskollision overbelaster og forårsager en længerevarende afbrydelse af en broforbindelse på KKØ, er undersøgt ved en indikativ beregning med et idealiseret brodesign i korridoren KKØ-2. Beregningen er foretaget med samme modellering og parametre som anvendt for Østbroen over Storebælt, mens brodesignet svarer til det foreslåede koncept for KKØ-2. Skibe, hvis dybgang overstiger vanddybden ved brolinjen, er forudsat at grundstøde inden skibet når frem til broen. Områder med lave vanddybder på skibets vej fra Rute T

til kollisionsstedet vil tilsvarende kunne standse skibet. Men siden vanddybderne i området generelt er store i forhold til skibenes dybgang, er en detaljeret og systematisk evaluering af dette aspekt ikke gennemført for denne indledende undersøgelse. Effekten af begrænsning af vanddybden er belyst i afsnit 5.3.1.4.4 i relation til etablering af et kunstigt rev nord for den vestlige del af KKØ, og resultaterne herfra danner tillige basis for vurdering af betydningen af det lavvandede område syd for broens vestlige del.

Beregningen er indikativ for alle broløsninger for KKØ, idet alle korridorer er eksponeret for de samme typer af risiko, omend i forskellig grad og med forskellig lokalitet langs med korridoren. Og alle løsninger har de samme udfordringer i forhold til at imødegå risikoen for skibskollisioner, så der opnås en acceptabel risiko for afbrydelse af forbindelsen.

Udfordringen for KKØ er primært kategori II kollisioner mod dele af broen vest for hovedbroen, hvor det ikke er sædvanligt at forstærke pillerne imod skibsstød. Med reference til broprojekterne for Femern Bælt, hvor tilkørselsbroen pga. af tilstrækkelig vanddybde også er eksponeret for kollision med alle skibsstørrelserne, der besejler Rute T, er kollisionskapaciteten for pillerne på tilkørselsbroen indledningsvis antaget at være 130 MN. Resultatet af risikoberegningen er vist til venstre i Tabel 5-6.

Tabel 5-6 Resultatet af en foreløbig risikoberegning for afbrydelse pga. skibskollision svarende til konceptet for KKØ-2.

Frekvens af afbrydelse [$\times 10^{-4}$ per år]	130 MN pillekapacitet			260 MN pillekapacitet			260 MN pillekapacitet og øget afværgesandsynlighed		
	Kat. I	Kat. II	Kat. IV	Kat. I	Kat. II	Kat. IV	Kat. I	Kat. II	Kat. IV
Sydgående trafik									
Piller	0,1	**12,0**	2,2	0,1	5,6	1,2	0,1	5,0	1,2
Overbygning	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,6
Total	0,1	**12,0**	4,7	0,1	5,6	3,9	0,1	5,0	3,9
Alle kategorier		**16,9**			9,6			8,9	
Nordgående trafik									
Piller	0,0	**19,5**	3,2	0,0	9,9	2,1	0,0	7,7	2,1
Overbygning	0,0	0,5	1,3	0,0	0,5	1,4	0,0	0,3	1,4
Total	0,0	**20,0**	4,6	0,0	**10,4**	3,5	0,0	8,0	3,5
Alle kategorier		**24,6**			**13,9**			**11,5**	
Begge retninger									
Piller	0,1	**31,5**	5,4	0,1	**15,5**	3,4	0,1	**12,7**	3,4
Overbygning	0,0	0,5	3,9	0,0	0,5	4,0	0,0	0,3	4,0
Total	0,1	**32,1**	9,3	0,1	**16,0**	7,4	0,1	**13,0**	7,4
Alle kategorier		**41,5**			**23,5**			**20,5**	

Den acceptable frekvens for afbrydelse af en fast forbindelse fastsættes i afhængighed af det specifikke projekt og forbindelsen betydning, og ligger sædvanligvis i intervallet 10^{-3} til 10^{-4} per år. Med en beregnet årlig afbrydelsesfrekvens på 42×10^{-4} per år ses broløsningen med en pillekapacitet på 130 MN så være ganske uacceptabel. Dette resultats følsomhed overfor en forøgelse af pillekapaciteten er belyst ved en beregning hvor kapaciteten antages dobbelt så stor. Afbrydelsesfrekvensen reduceres med ca. 40% til $23,5\times10^{-4}$ per år. En fordobling af kapaciteten er dog en ganske stor (og dyr) justering af designet, og den bringer ikke risikoen ned i nærheden af et acceptabelt niveau.

Det ses af Tabel 5-6 at det dominerende bidrag kommer fra kategori II kollisioner, og modelleringen af dette risikobidrag er baseret på forholdene for Østbroen og på observationer af skibstrafikken og relevante hændelser af denne type ved Østbroen. På KKØ-2 er afstanden fra knækket på Rute T til broen ca. dobbelt så stor som ved Østbroen, og det kunne være på den sikre side at benytte modellen for Østbroen med den større afstand på KKØ-2. Følsomheden overfor relevante justeringer af modellen er vist som sidste eksempel i Tabel 5-6. Sandsynligheden for at et skib på afveje selv når at afværge en kollision er givet en realistisk – men ikke dokumenteret – forøgelse i forhold til modellen for Østbroen. Ændringen ses at give en svag reduktion i risikoen, men ikke af den samme størrelsesorden, som når kollisionskapaciteten fordobles. Og ingen af tiltagene er tilstrækkelige til at bringe risikoen ned på et acceptabelt niveau. I fagnotat A126115-2-4 gives en mere detaljeret redegørelse for de foreslåede ændringer, og muligheden for yderligere justeringer er belyst.

5.3.1.4.4 Kunstigt rev til at forhindre Kategori II kollisioner

Risikoen for skibsstød mod en broløsning på KKØ domineres af bidraget fra skibe, der glemmer at dreje ved knækkene på Rute T, og resultaterne præsenteret i afsnit 5.3.1.4.3 demonstrerer, at forstærkning af broens piller ikke er en effektiv måde at kontrollere denne risiko på. Den tilbageværende mulighed for at kontrollere dette store risikobidrag vil være at forhindre skibene i at nå frem til pillerne. Den følgende diskussion tager udgangspunkt i den beregnede risiko for en bro i KKØ-2, men vil være gældende for alle korridorer for KKØ.

En sædvanlig beskyttelse er at etablere beskyttelsesøer omkring hver af de eksponerede piller. Alternativt kan der etableres et kunstigt rev i passende afstand af broen, som sikrer, at skibe, der udgør en reel risiko for broen, vil støde på og blive standset af dette rev.

Både et sammenhængende rev og individuel ø-beskyttelse af de enkelte piller standser et skib ved en kombination af:

- modstanden imod bovens indtrængning i øens/revets skråning,
- modstanden imod at boven løftes, når skibet glider op af øens/revets skråning,
- og af friktionen på skibet, når det glider op af øens/revets skråning

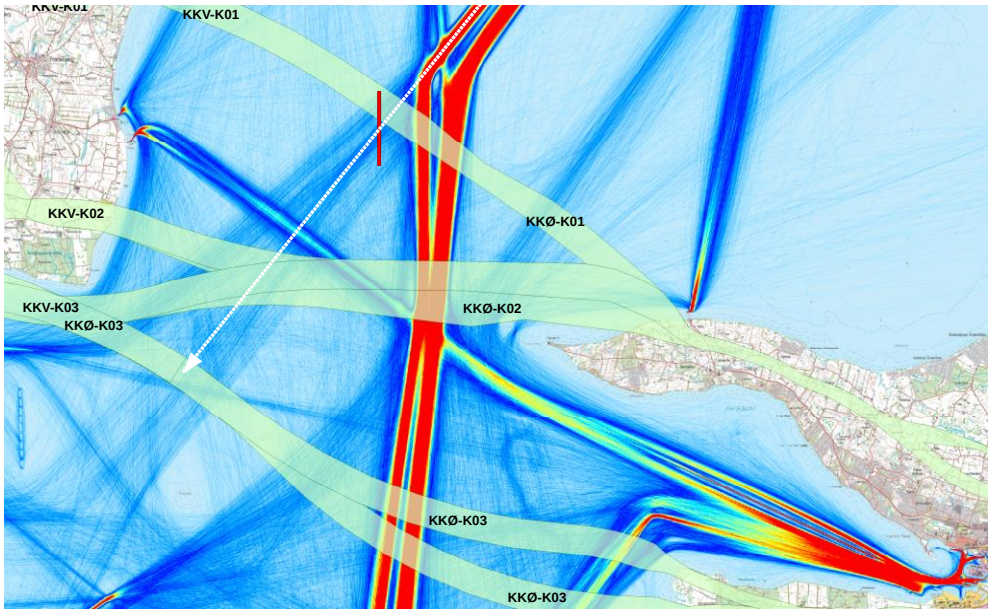
En beskyttelsesø omkring en bropille skal standse skibet, inden det når frem til fysisk kontakt med pillen[1]. Dermed skal skibet standses alene ved bovens løft og modstanden i boven forløb op af skråningen, hvilket kan opnås enten med en lang flad skråning eller med en stejl skråning i kombination med en høj krone.

Forudsat placering i passende afstand af broen, vil det med et beskyttelsesrev kunne tillades, at skibet passerer et godt stykke indover/henover revet. Friktio-

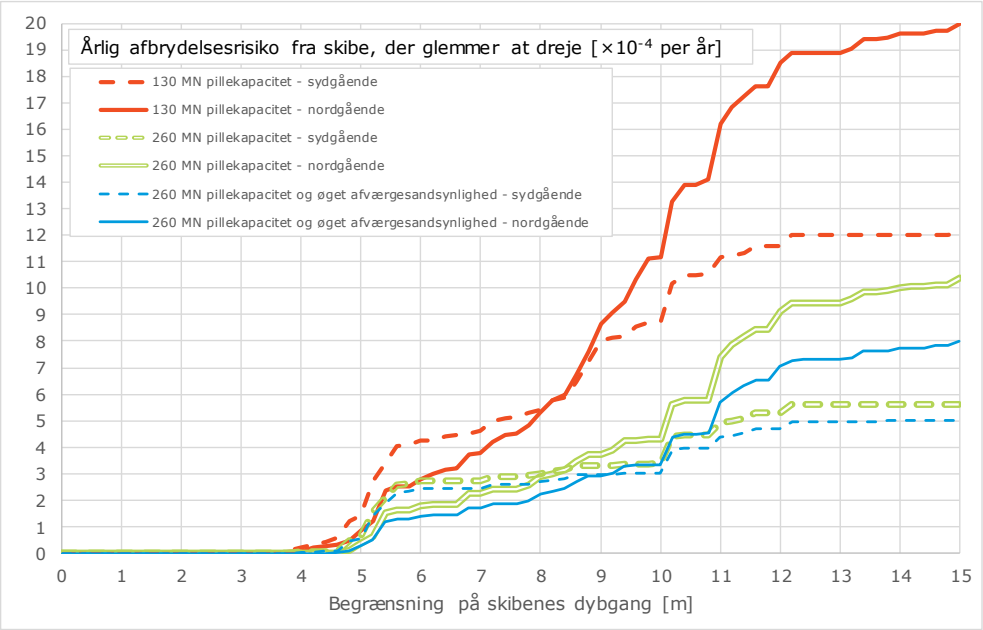
[1] Det kunne være tilstrækkeligt, at skibets fart er blevet reduceret nok til, at kraften ved den endelige kontakt ikke overbelaster pillen. Men usikkerhederne i forudsigelsen af forløbet af selve grundstødningen er relativt store, og det er dermed ikke realistisk, at designe øen til en så præcis performance.

nen under bunden af skibet, når det løftede skib glider henover revet, vil medvirke til at standse skibet, hvorved et rev ikke behøver at løfte skibet helt så højt og/eller have samme lange, flade skråning, som det er nødvendigt med en beskyttelsesø.

Revet skal placeres så tæt som muligt på kilden – for kategori II kollisioner betyder det tæt på knækket på Rute T – for at kunne dække broen af med så kort et rev som muligt. Samtidigt skal det skal dog også sikres, at revet ikke forstyrrer den skibstrafik, der navigerer efter hensigten i eller langs med Rute T syd for knækket. Dette hensyn betinger, at revet placeres parallelt med Rute T efter rutens knæk og med en rimelig afstand til Rute T. Revet indikeret i Figur 5-15 er 2,5 m langt og er placeret ca. 1,5 m fra centerlinjen af det sydgående spor i Rute T. Effekten af et sådan rev kan bestemmes ved at eliminere bidrag til risikoen for kategori II kollisioner for alle skibe, med en dybgang, der overstiger vanddybden over revet med en meter.



Figur 5-15 *Placering af kunstigt rev til at standse sydgående skibe, der ikke får drejet sydover ved bøje 20 på Rute T*



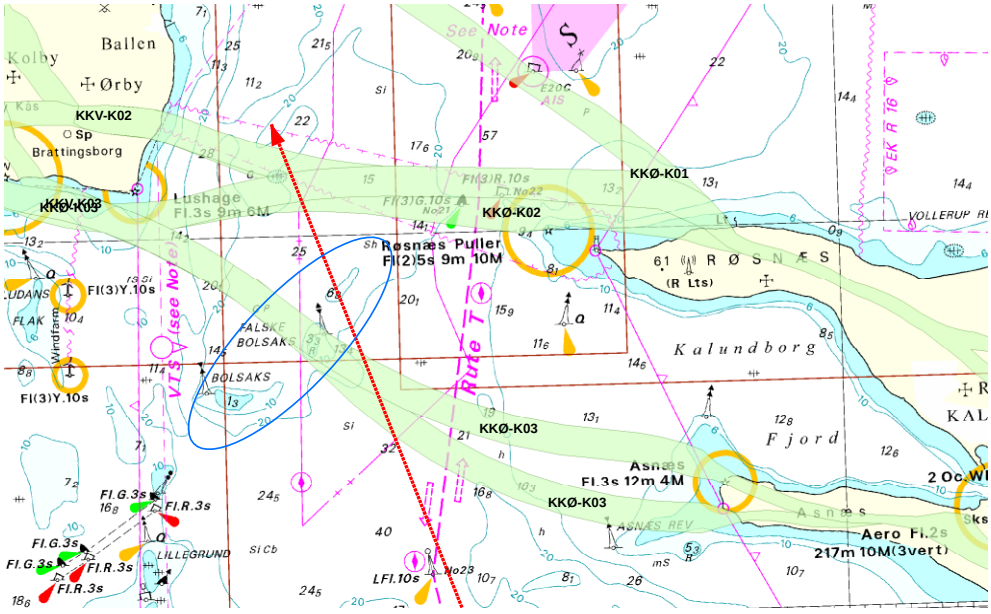
Figur 5-16 *Reduktion af risikobidragene til Kategori II i Tabel 5-6 når skibe, over en vis dybgang, afskæres fra at nå frem til broen.*

Effekten af at afskære skibe med en vis dybgang i at nå broen analyseret i fagnotat A126115-2-4 og resultatet er illustreret i Figur 5-16 for de tre beregninger præsenteret i Tabel 5-6. For hver af de tre situationer viser diagrammet separate kurver for risikobidraget fra syd- og nordgående trafik. Ved en begrænsende vanddybde på 15 m ses kurverne i Figur 5-16 at svare til resultaterne givet i Tabel 5-6.

Med en pillekapacitet på 130 MN kan kategori II bidraget elimineres helt hvis alle skibe med en dybgang over 4 m i både nord og sydgående retning standses. Dette vil under de gjorte antagelser svare til et rev med en krone i 3 meters dybde.

En mere balanceret ambition for reduktion af risikobidraget fra kategori II er at bidragene fra kategori II og IV bliver af samme størrelsesorden, så yderligere reduktion af risikoen skal opnås ved at reducere begge bidrag. For en brokonstruktion med en pillekapacitet på 130 MN vil denne balance opnås, når revet standser både sydgående og nordgående skibe med en dybgang på mere end 8 m. Revene skal dermed have en krone i 7 meters dybde.

Figur 5-16 viser at en given begrænsning i dybgangen af kollisionskandidater har forskellig effekt for syd- og nordgående skibe. Dette skyldes at sammensætningen af den nordgående trafik typisk indeholder flere store skibe og en større andel af lastede skibe, end den sydgående trafik. Således er bidraget til risikoen fra nordgående kategori II kollisioner i udgangspunktet uden dybdebegrænsning meget større end fra sydgående kollisioner. Begrænsningen i dybgangen har dog også meget større effekt for den nordgående trafik, fordi en større andel af denne trafik er lastet til en stor dybgang.



Figur 5-17 *Den naturligt forekommende barriere overfor kategori II kollisioner fra syd ved "Bolsaks" og "Falske Bolsaks".*

Der er i Figur 5-15 ikke indikeret et rev syd for KKØ til at stoppe nordgående skibe, der glemmer at dreje ved Rute T's knæk. Revene Bolsaks og Falske Bolsaks og området nordøst for disse – se Figur 5-17 – skaber en naturlig barriere, der vurderes at kunne give tilstrækkelig beskyttelse for KKØ-2.

KKØ-3 vil ikke være beskyttet af disse naturlige rev, og skal der etableres et kunstigt rev sydøst for korridoren vil det foregå på 30-40 meters vanddybde i et område hvor trafik til/fra vest forbindes til Rute T. Revet vil blive et omfattende bygværk og det vil medføre en uønsket risiko for grundstødning for skibstrafikken, i et område med trafik fra mange retninger løber sammen. Kategori II kollisioner sydfra eksponere den vestlige tilkørselsbro cirka 3,0-4,5 m fra centeret af hovedbroen og denne del af broen står på relativt store vanddybder (20-30 m). Alene derfor vil det være en udfordring at forstærke disse piller strukturelt eller beskytte dem tilstrækkeligt til at bringe risikoen ned. Selvom et kunstigt rev bliver et omfattende bygværk og ikke er navigationsmæssig optimal, vurderes et rev umiddelbart vest for Rute T at være den mest effektive beskyttelse af en bro i KKØ-3. Grundet sin placering og bygværkets omfang vil løsningen fordre yderligere undersøgelser og optimering: trafikken omkring revet skal kortlægges så revets effekt på navigationssikkerheden kan vurderes; revets effekt på vandgennemstrømningen skal vurderes; alternative design og konstruktionsmetoder skal overvejes for at reducere på omfanget af dette bygværk.

KKØ-1 vil ikke eller kun i ringe grad være eksponeret for kategori II kollisioner fra syd. De eksponerede områder vil være tæt på land, hvor lave vanddybder giver en god naturlige beskyttelse, som det er enkelt at supplere med kunstige rev eller beskyttelsesøer. Nordfra ligger knækket på Rute T så tæt på korridoren, at det er usikkert om risikoen kan håndteres med et rev eller med beskyttelsesøer omkring de eksponerede underbygninger. For at give fuldt udbytte, skal et rev placeres i god afstand af konstruktionerne (300-500 m) og det vil

bringe revet så tæt på trafikken i Rute T, at det kan blive en gene for trafikken på Rute T og kunne give anledning til grundstødninger.

5.3.1.4.5 Sammenfatning

Alene på grund af den store vanddybde vil en broløsning i alle tre korridorer for KKØ være eksponeret for en stor risiko for skibskollisioner, og det er kollisioner langt fra hovedbroen, der er årsag til det høje risikoniveau. Både kategori II og IV kollisioner er en udfordring for tilkørselsbroerne, og de store vanddybder langs tilkørselsbroerne gør det vanskeligt og dermed bekosteligt at beskytte disse dele af broen mod kollisioner.

Muligheder for at udfordre den etablerede praksis for risikoberegningen med opdaterede og mere retvisende principper er berørt i fagnotat A126115-2-4. Det vil være relevant at forfølge disse og andre muligheder, så eventuel konservatisme i den nuværende praksis, der ikke har udgjort et problem ved tidligere broprojekter, ikke er årsag til at udelukke broløsninger i en Kattegatforbindelse.

5.3.1.5 VTS Storebælt

VTS Storebælt spiller en stor og aktiv rolle i forhold til at vejlede skibsfarten omkring Storebæltsforbindelsen og dermed forhindre skibskollisioner mod Storebæltsforbindelsens broer. En broforbindelse på KKØ vil, med en hovedbro over Rute T og en lang eksponeret tilslutningsbro med en kystnær navigationsåbning, være eksponeret for skibsstød, som det også er tilfældet for både Øst- og Vestbroen over Storebælt. Det vil derfor være påkrævet, men også oplagt, at VTS Storebælt får en aktiv rolle med at sikre en broløsning for KKØ imod skibskollisioner. Af den grund er effekten af overvågningen medtaget i beregningerne af kollisionsrisikoen i afsnit 5.3.1.4.3 og i fagnotat A126115-2-4.

Den foreslåede begrænsning på størrelsen af skibe, der må passere en broløsning på KKV, vil skulle håndhæves på samme måde, som VTS Storebælt nu gør det for passage af Vestbroen. Derfor vil en broforbindelse på KKV fordre, at arbejdsopgaverne og overvågningsområdet for VTS Storebælt bliver udvidet til at omfatte farvandet vest for Samsø og i særdeleshed at overvåge handelsskibenes passage af KKV.

5.3.1.6 Yderligere undersøgelser

Trafikken vest om Samsø skal undersøges i detalje, og implikationerne af at indføre begrænsninger på størrelsen af skibe, der må passere broforbindelsen på KKV, skal afklares, og danne grundlag for en oplyst beslutning om en eventuel begrænsning af trafikken igennem KKV.

De store vanddybder omkring navigationsåbningen på KKV og den ikke uvæsentlige trafik igennem farvandet gør det nødvendigt at beregne risikoen for skibskollision mod KKV, for at sikre at risikoen for afbrydelse kan bringes ned på et acceptabelt niveau.

En mekanisk vurdering af effektiviteten af et kunstigt undersøisk rev er nødvendig for at underbygge konceptet og for at demonstrere, at skibe vil blive standset, når deres dybgang overstiger dybden over revet med en meter eller mere. Ydermere skal det undersøges, om eventuelle miljømæssige konsekvenser af et rev er acceptable.

Det bør undersøges i hvilken omfang VTS Storebælt vil være i stand til at håndtere den øgede overvågning, de ekstra meldinger og checks, der følger med at være en nødvendig faktor i sikkerheden for en fast forbindelse over Samsø.

Det navigationsmæssige arrangement syd for en broløsning i KKØ-3 bliver komplekst fordi trafikseparationen af Rute T begrænser adgangen til/fra farvandene sydvest for Samsø og en broløsning samtidig kræver et undersøisk rev vest for og umiddelbart op ad trafikseparationen. Dette arrangement skal undersøges nærmere, og bør drøftes med Søfartsstyrelsen.

Det navigationsmæssige arrangement nord for KKØ-1 er komplekst fordi korridoren er placeret nær trafikseparationen ved Hatter Barn og Hatter Rev og Rute T's knæk umiddelbart sydvest herfor. Arrangementet skal undersøges nærmere, og bør drøftes med Søfartsstyrelsen.

Undersøgelserne indikerer at risiko for skibsstød kan være en udfordring for broløsningerne i KKØ. Acceptkriterier og beregningsmetoder for skibsstødsrisiko kan i nogen udstrækning tilpasses projektet, men den valgte strategi og den specifikke beregningspraksis skal motiveres og underbygges. En sikkerhedsfilosofi for en Kattegatforbindelse og de tilhørende retningslinjer for risikoanalyserne bør etableres – eller i hvert fald skitseres - førend løsningsmuligheder kan fravælges på grund af skibsstødsrisiko.

5.3.2 Designbasis konstruktioner

Der er ikke udført strukturelle beregninger i nuværende fase men for efterfølgende faser antages det, at Eurocodes med danske nationale annekser, tilpasset store broer, vil være gældende.

5.3.2.1 Længdeprofil

Længdeprofil er sammensat af rette linjer og cirkelslag under hensyn til maksimum og minimum længdegradienter.

For broer er længdeprofil defineret ud fra koter ved landfæster og krævet gennemsejlingshøjde. For KKØ er anvendt lineært aftagende højde fra gennemsejlingsfag til landfæster frem for en stejlere gradient, som ville medføre en lang strækning med lav gennemsejlingshøjde og dermed forøget risiko for påsejling. For KKV derimod er minimumshøjde anvendt under hensyn til gennemsejlingskrav og krav til maksimum og minimum længdegradienter, dvs. anvendelse i videst muligt omfang af lavbro. Minimum højde for lavbro kan blive dikteret af risiko for overisning. Dette forhold er ikke undersøgt i nuværende fase, men anbefales undersøgt i næste fase.

For tunneler er længdeprofil defineret ud fra niveau af havbunden og koter ved portaler.

Stationering går fra øst mod vest og starter ved kystlinje i følgende stationering:

- KKØ-1 og KKV-1: 10.000 m
- KKØ-2 og KKV-2: 20.000 m
- KKØ-3 og KKV-3: 30.000 m
- KKØ-4: 40.000 m

5.3.2.1.1 Vej

Maksimal hastighed på bro og i tunnel er 110 km/t. Vertikal kurve skal derfor have minimum radius på 6.500-7.500 m for konveks kurve og 2.850-3.300 m for konkav kurve. I nuværende fase er anvendt 7.500 m for både konvekse og konkave kurver. Maksimal gradient anvendt er 3% for at undgå slæbespor.

5.3.2.1.2 Bane

Maksimal hastighed på bro og i tunnel er 200 km/t. Vertikal kurve skal derfor have minimum radius på 20.000 m svarende til normalbestemmelser. Maksimal gradient er 3,5% for delstrækninger mindre end eller lig med 6 km og 2,5% for delstrækninger op til 10 km.

5.3.2.1.3 Kombineret vej og bane

For kombinerede vej- og baneløsninger skal vej og bane følges ad på bro eller i tunnel og derfor er de skrappeste krav anvendt, dvs. minimum 20.000 m vertikal radius og maksimal 3% gradient, dog maksimal 2,5% gradient for delstrækninger større end 6 km og op til 10 km.

5.3.2.1.4 Afvanding

Vejregler for vejes geometri over og under broer angiver et langsgående minimumsfald på 1,0%. Dette krav er vanskeligt at opfylde for meget lange broer og derfor er det vurderet rimeligt at fravige det i et projekt som en Kattegatforbindelse. I stedet er langsgående gradient defineret til minimum 0,3% både på bro og i tunnel for at sikre afvanding. Ved overgangsstrækninger er vejbanen tilnærmelsesvis vandret. Her må man for vej antageligt etablere kunstigt fald i nødsporet (kuvertfald).

Krav til minimumsgradient er afgørende for visse dele af længdeprofilerne og betyder f.eks., at bro kommer højere op end nødvendigt mht. gennemsejling eller, at der for tunneler er behov for mere end ét dybdepunkt.

For broer over vand forudsættes, at overfladevand kan bortledes direkte til havet.

For sammenligning har Storebælt Vestbro vertikal kurve med radius 500.000 m og maksimalt langsgående gradient 0,68% hhv. 0,63% ved de to landfæster Sprogø og Knudshoved. For den centrale del er faldet under 0,3% over en

strækning på 2,9 km. Dette er vurderet acceptabelt også for Kattegatforbindelsen.

5.3.2.1.5 Frihøjde på broer

Sejladsundersøgelserne har defineret følgende gennemsejlingshøjder:

- KKØ T-rute: 65 m
- KKV nær Samsø: 26 m
- KKØ nær Samsø og KKV nær Jylland: 18 m

Der er lagt 2 m til disse frihøjder for at tage hensyn til fremtidige vandstandsstigninger for en antaget design levetid af konstruktionerne på 120 år.

Til sammenligning er frihøjden på Storebælt Østbro 65 m.

Underside af brodrager er lagt minimum i kote +5 for at beskytte lejer mod bølgesprøjt. Risiko for overisning af lejer er ikke behandlet i nuværende fase, men anbefales undersøgt i næste fase.

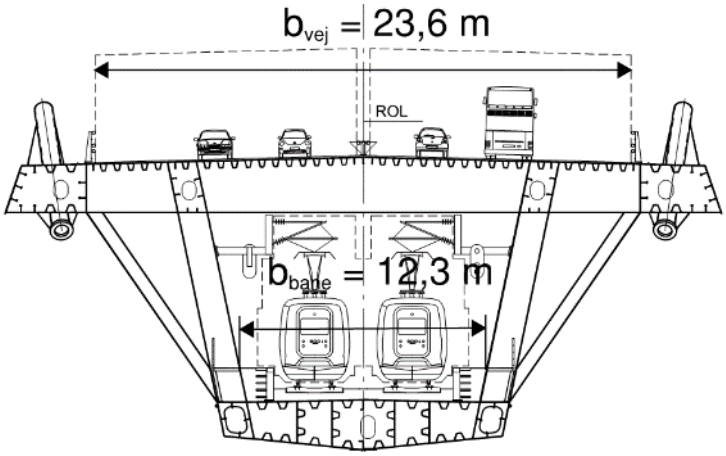
5.3.2.2 Trafiklast

Kyst-kyst forbindelsen skal inkludere motorvej med 2 vognbaner samt nødspor i begge retninger. Denne løsning refereres til som 4+0, hvor 4 angiver antal vognbaner og 0 angiver antal jernbanespor. For kombineret løsning skal der også føres to jernbanespor over. Denne løsning refereres til som 4+2, hvor 4 angiver antal vognbaner og 2 angiver antal jernbanespor. For den kombinerede løsning er også undersøgt et alternativ med kun ét jernbanespor. Denne løsning refereres til som 4+1, hvor 4 angiver antal vognbaner og 1 angiver antal jernbanespor.

Den samlede bredde af lastbaner med vejtrafik er antaget som på Storebæltsbroen, dvs. i alt 23,6 m mellem inderside af ydre autoværn. Bredden af midterautoværn er 0,6 m, som fratrækkes ved vurdering af trafiklast.

For jernbane anvendes bredde svarende til brodæk nødvendigt for sportrace inkl. fritrumsprofil, kantbjælker og evt. gangareal til evakuering. Dette vil for dragerbroer være indre afstand mellem rækværker, mens det for gitterbroer med bane på nedre dæk vil være indre afstand mellem gitterplaner. Den samlede bredde af jernbane er antaget som på Storebæltsbroen, dvs. i alt 12,3 m.

Definition af brobredder er vist i Figur 5-18.

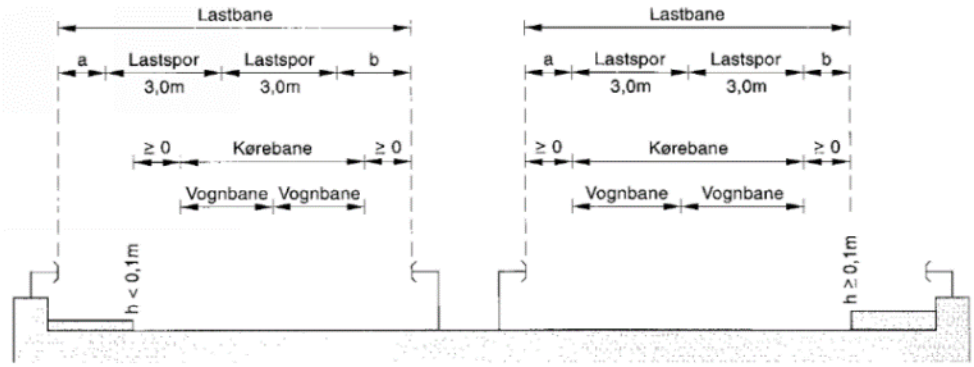


Figur 5-18 Definition af bredde af vej og bane

I nuværende fase er fysikestimat baseret på enhedspriser etableret ud fra andre referenceprojekter. Anvendte referenceprojekter er enten vejbroer eller kombinerede vej-/banebroer. Sidstnævnte er alle for almindelig togtrafik og er derfor dimensioneret også for de tunge godstog. Dette giver en dyrere enhedspris end for vejbroer. For kombinerede vej/bane løsninger på Kattegat skal kun passagertog køre over og derfor har vi at gøre med lettere tog end referenceprojekter med jernbane, som er dimensioneret for godstog. Enhedspriser for vej/bane referenceprojekter er derfor ikke repræsentativ. For at afgøre, hvilken enhedspris der skal anvendes for Kattegatforbindelsen, sammenlignes trafiklasten for Kattegatforbindelsen med trafiklasten for referenceprojekter, hvor fuld toglast er gældende. Eurocode 1 del 2 "Trafiklast på broer" (DS/EN 1991-2:2003) er anvendt.

5.3.2.2.1 Vej

Definition af baner og spor fra DS/EN 1991-2 DK NA:2017 er vist i Figur 5-19.



Figur 5-19 Definition af lastbaner, lastspor, kørebaner og vognbaner

Dette eksempel viser 2 lastspor. For Kattegat vil der være 3 lastspor. Dimensionerne a og b angiver resterende bredde som også påføres last.

Lastmodel LM1 er dimensionsgivende. Kun den jævnt fordelte last (UDL) bidrager til de globale effekter.

Lastbane er mellem inderside af autoværn, dvs. 11,5 m i hver retning. UDL-lasten (den jævnt fordelte last) er $\alpha_{qi}q_{ik}$ i lastspor i. For bane 1 er q_{ik} = 9 kN/m² mens q_{ik} er 2,5 kN/m² for øvrige baner.

Referenceprojekterne er antaget regnet med anbefalede værdier, dvs. α_{qi} er 1,0. Hermed bliver den samlede vejtrafiklast:

p_{ref} = 3 m x 9 kN/m² + (2 x 11,5 m – 3 m) x 2,5 kN/m² = 77 kN/m

Dette svarer til i gennemsnit 3,35 kN/m².

Kattegatforbindelsen er antaget at skulle regnes efter dansk nationalt anneks til Eurocode, hvor α_{q1} er 6/9=0,67 og α_{qi} er 1,0 for øvrige baner.

Hermed bliver den samlede vejtrafiklast:

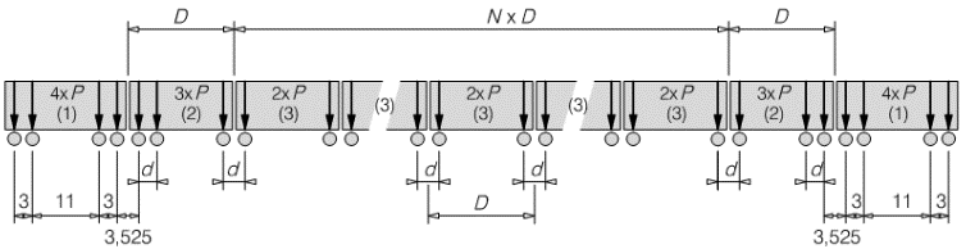
$p_{Kattegat}$ = 3 m x 0,67 x 9 kN/m² + (2 x 11,5 m – 3 m) x 2,5 kN/m² = 68 kN/m

Dette svarer til i gennemsnit 2,96 kN/m² eller 12% lavere end vejlasten for referenceprojekterne grundet, at det danske nationale anneks har en lavere trafiklast end standard Eurocode trafiklast, som referenceprojekterne typisk er dimensioneret for. Denne isolerede reduktion af vejlasten er konservativt ikke indregnet i enhedspriser og fysikestimat for 4+0 løsninger i nuværende fase.

5.3.2.2.2 Bane

For referenceprojekter med almindelig toglast er lastmodel LM71 afgørende. Kun UDL-lasten bidrager til de globale effekter og den er 80 kN/m per spor for α=1.0, dvs. 160 kN/m i alt. For 12,3 m bredde af banedæk svarer denne linjelast til 13,0 kN/m². Der anvendes typisk maksimalt toglængde på 750 m samt også 750 m afstand mellem 2 tog i samme køreretning.

Kattegat skal kun dimensioneres for passagertog. Eurocode EN 1991-2 har ikke specifikke passagertog. Dog er der defineret ni HSLM-A tog for passagertog med hastigheder over 200 km/t til brug for dynamiske analyser. Konfiguration af HSLM-A tog er vist i følgende figur.



Figur 5-20 HSLM-A tog

Aksellaster er omregnet til jævnt fordelt linjelast på 24.1 kN/m per spor eller 48.2 kN/m i alt for det afgørende type A2, se følgende tabel.

Tabel 5-7 Gennemsnitlig jævnt fordelt last for passagertog

Type	Antal indre vogne N	Vogn-længde D	Bogie akselaf-stand d	Enkelt-kraft P	Tog-længde L	Samlet last P	Jævnt fordelt last p
		[m]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[kN/m]
A1	18	18	2	170	397,5	8500	21,4
A2	17	19	3,5	200	398,5	9600	24,1
A3	16	20	2	180	397,5	8280	20,8
A4	15	21	3	190	394,5	8360	21,2
A5	14	22	2	170	389,5	7140	18,3
A6	13	23	2	180	382,5	7200	18,8
A7	13	24	2	190	397,5	7600	19,1
A8	12	25	2,5	190	387,5	7220	18,6
A9	11	26	2	210	375,5	7560	20,1

For 12,3 m bredde af banedæk svarer denne linjelast til 3,92 kN/m². Dvs. betydeligt lavere end lasten fra godstog i referenceprojekterne.

Selvom HSLM-A tog er til brug for dynamiske analyser er lasten i nuværende fase vurderet repræsentativ for statisk toglast, da de ni tog svarer til de kendte højhastighedstog som kører i Europa.

5.3.2.2.3 Vej og bane

Samlet linjelast og gennemsnitlig jævnt fordelt last for en Kattegatforbindelse med 4 vejbaner og 2 jernbanespor er sammenlignet med referenceprojekter i følgende to tabeller.

Tabel 5-8 Samlet linjelast ekskl. dynamisk tillæg

	Vej [kN/m]	Jernbane [kN/m]	Vej/jernbane [kN/m]
Reference projekter	77	160	**237**
Kattegatforbindelse	68	48	**116**

Tabel 5-9 Gennemsnitlig jævnt fordelt last

	Vej [kN/m²]	Jernbane [kN/m²]	Vej/jernbane [kN/m²]
Reference projekter	**3,35**	13,0	6,71
Kattegatforbindelse	2,96	**3,92**	**3,29**

En kombineret vej/jernbane løsning kun med passagertog har ca. halvt så stor samlet trafiklast som sammenlignelige broer med godstog. Den gennemsnitlige fladelast for jernbanearealet er ca. 20% højere end vejtrafiklasten. Den samlede gennemsnitlige fladelast for vej og jernbanearealet er marginalt lavere end vejtrafiklasten i referenceprojekter. Derfor vil en kombineret Kattegatforbindelse

4+2 med vej og passagertog alene være mere sammenlignelig med reference-projekter for vejbroer end med broer med kombineret trafik (med godstog).

Passagertog er typisk omkring 400 m lange mod godstog, der regnes op til 750 m lange. Dette giver yderligere reduktion af påvirkninger fra trafiklasten for store spændvidder.

5.3.2.3 Forhindringer

Der er to havvindmølleparker nær Samsø men de er beliggende nord hhv. syd for valgte korridorer og udgør derfor ikke nogen forhindring. Havvindmøllepar-ken ved Tunø Knob er beliggende nord for den nordligste vestlige korridor. Kab-ler fra denne vindmøllepark til land går til Jylland, og forløber parallelt med, og nord for KKV-1 korridoren. Dermed udgør disse kabler ikke en forhindring. Hav-vindmølleparken syd for Samsø, ved Paludans Flak, er beliggende syd for de sydligste korridorer. Kabler fra denne vindmøllepark til land går til Samsø, og krydser dermed korridorerne. Da kablerne krydser korridorerne vinkelret, udgør de ikke en forhindring, som ikke kan håndteres ved placering af bropiller.

Der i nuværende fase ikke screenet indenfor de foreløbige korridorer for yderli-gere forhindringer såsom andre kabler, rørledninger etc. Dog angiver søkort kabler som følger:

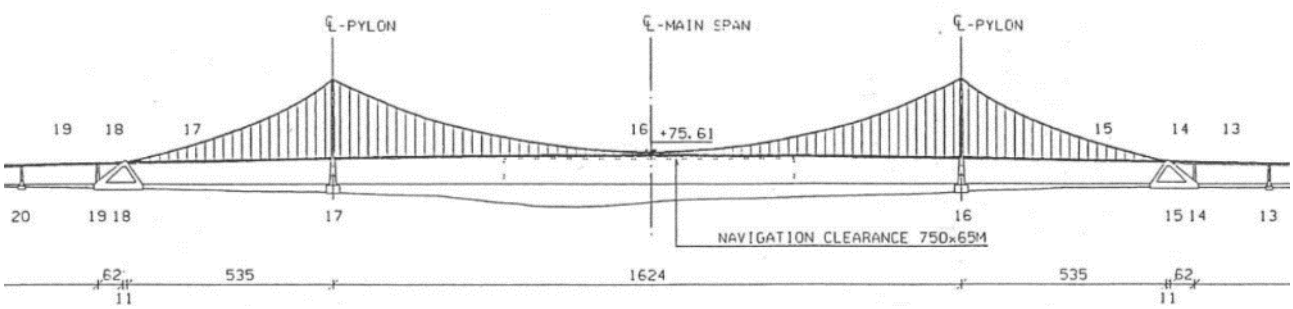
- Kabelkorridor mellem Røsnæs og Hjalmarsgård på Samsø, over store dele sammenfaldende med korridor KKØ-2;
- Kabelkorridor mellem Sælvig på Samsø og Hou, over store dele sammenfal-dende med korridor KKV-2.

Det anbefales at undersøge disse kabler nøjere i næste fase.

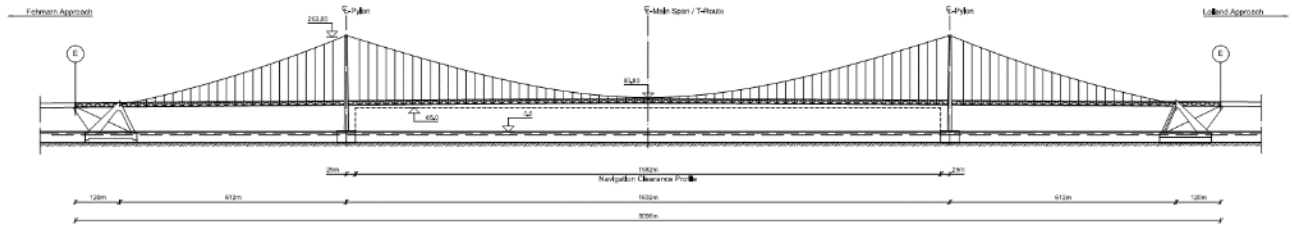
5.3.3 Kabelbårne broer

5.3.3.1 Hængebro

Hvor sejladsforhold kræver stor navigationsbredde er anvendt hængebro. Dette gør sig gældende ved krydsning af T-ruten, som løber mellem Sjælland og Samsø, og som fortsætter ned i Storebælt og ud i Østersøen. Det er derfor nær-liggende at anvende en hængebroløsning svarende til Storebælt Østbro eller Fe-mernbælt konceptdesign af hængebro. Disse to broer vist i Figur 5-21 hhv. Figur 5-22.



Figur 5-21 Hængebro (eksempel fra Storebælt Østbro)



Figur 5-22 Hængebro (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

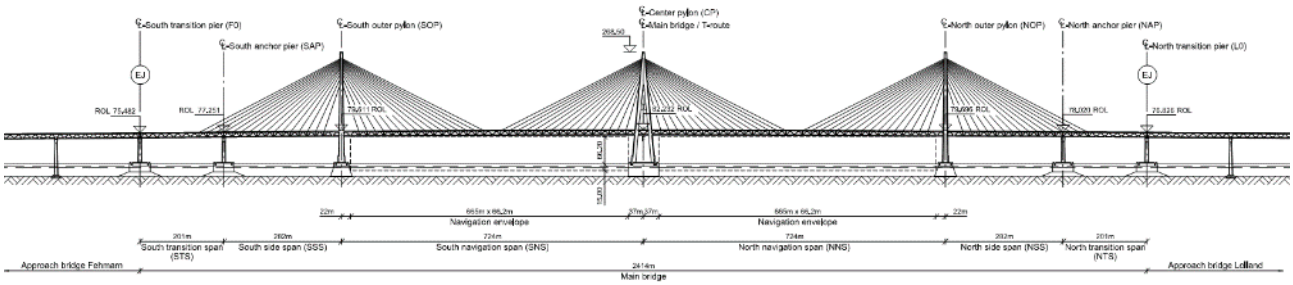
Storebælt Østbro er en ren vejbro med lukket stålkassedrager. Hængebroen er afgrænset af ekspansionsfuger beliggende ved toppunkt af ankerblokke, hvor sidefagene ender, og hovedkablerne forankres. Denne beliggenhed af ekspansionsfuger giver forholdsvis store vinkeldrejninger ved fugen for trafiklast, men det er acceptabelt, når der kun er vejtrafik på bro. Storebælt Østbro konfigurationen er anvendt for Kattegatforbindelse med kun vejtrafik (4+0).

Femernbælt konceptdesign for hængebro adskiller sig fra Storebælt Østbro ved at være en kombineret vej- og jernbanebro. På grund af jernbanen er der skrappere krav til nedbøjninger og vinkeldrejninger fra trafiklast. Brodrageren er derfor udformet som en stålgitterdrager med trafik i to etager. Dette sikrer større stivhed og dermed mindre nedbøjninger og vinkeldrejninger. For yderligere at reducere vinkeldrejninger ved ekspansionsfugerne er der introduceret et kort fag mellem sidefag og tilslutningsbro og ekspansionsfugen er placeret mellem dette korte fag og tilslutningsbroerne. Herved bliver deformationer fra det lange ophængte sidefag reduceret inden ekspansionsfugen.

Jernbanelasten vil blive mindre på Kattegatforbindelsen end for Femernbælt konceptdesign, men det er vurderet fordelagtigt alligevel at anvende Femernbælt konfigurationen for Kattegatforbindelse med både vej og jernbane for at sikre acceptable deformationer for passagertogtrafikken.

5.3.3.2 Skråstagsbro

Skråstagsbroer er generelt en billigere brotype ved spændvidder op til 1.200-1.400 m med kortere byggetid end hængebroer. Hvor det er muligt at opdele navigationsbredden i to separate fag, og dermed reducere spændvidden, er derfor anvendt skråstagsbro med 3 pyloner i stedet for hængebro. Dette gør sig gældende, hvor den sydligste korridor krydser T-ruten, da vanddybden her er lavere ved den central pylon. Skibstrafik og vanddybder er sammenlignelige med Femernbælt, og det er derfor nærliggende at anvende en skråstagsbro løsning svarende til Femernbælt konceptdesign. Denne bro er vist i Figur 5-23.



Figur 5-23 Skråstagsbro (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

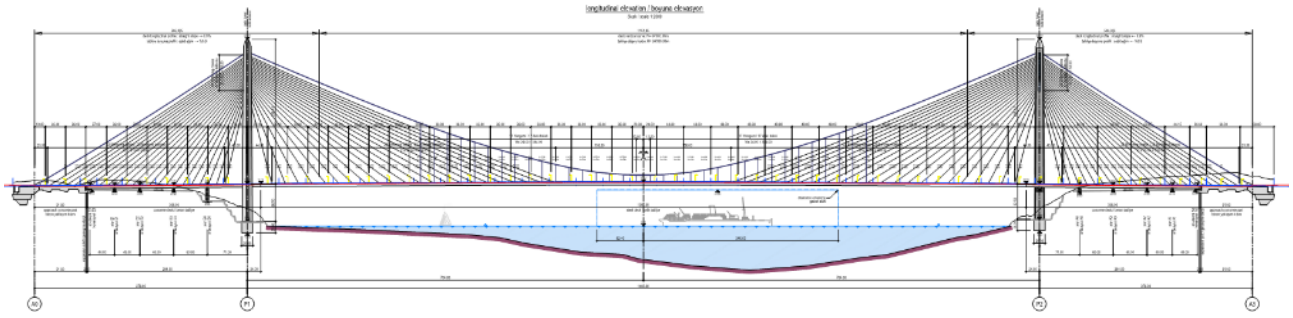
Femernbælt konceptdesign er en kombineret vej og jernbanebro. På grund af jernbanen er der skrappe krav til nedbøjninger og vinkeldrejninger fra trafiklast. Brodrageren er derfor udformet som en stål gitterdrager med trafik i to etager. Dette sikrer større stivhed og dermed mindre nedbøjninger og vinkeldrejninger. For yderligere at reducere vinkeldrejninger ved ekspansionsfugerne er der introduceret et fag mellem sidefag og tilslutningsbro, og ekspansionsfugen er placeret mellem dette fag og tilslutningsbroerne. Herved bliver deformationer fra det lange ophængte sidefag reduceret inden ekspansionsfugen.

Jernbanelasten vil blive mindre på Kattegatforbindelsen end for Femernbælt konceptdesign, men det er vurderet fordelagtigt alligevel at anvende Femernbælt konfigurationen for Kattegatforbindelse med både vej og jernbane for at sikre acceptable deformationer for passagertogtrafikken.

Femernbælt konfigurationen er også anvendt for Kattegatforbindelse med kun vejtrafik, dog er brodrageren ændret til en lukket stålkassedrager svarende til Storebælt Østbro hængebro.

5.3.3.3 Hybridbro

En hybridbro er en blanding af en hængebro og en skråstagsbro, hvor brodækket nær pylonerne og i sidefag er ophængte i skråstag, mens den centrale del af hovedfaget er ophængt i hængere og hovedkabler. En hybridbro kan derfor have større spændvidde end en skråstagsbro. Et eksempel på en hybridbro er Yavuz Sultan Selim broen (3rd Bosporus) i Tyrkiet, se Figur 5-24. Hovedfaget på 1.408 m er verdens længste for bro med jernbane.



Figur 5-24 Hybridbro (eksempel fra Yavuz Sultan Selim broen i Tyrkiet)

Fordelene ved denne konfiguration er:

- Ankerblokke bliver mindre end for hængebro;
- Kabelsystem er stivere end for hængebro, dette er en fordel mht. deformationer og rotationer af brodrager;
- Man kan starte med at bygge brodæk ophængt i skråstag, før pyloner og hovedkabler er færdiggjort og dermed forkorte byggetiden.

Der er dog også ulemper mht. mere kompliceret statisk virkemåde, behov for flere konstruktionsdetaljer og flere forskellige operationer på byggepladsen.

Denne brotype er ikke særlig udbredt og dermed forbundet med større usikkerheder end konventionelle hænge- og skråstagsbroer. En hybridbro er derfor ikke foreslået anvendt for Kattegatforbindelsen i nuværende fase.

5.3.4 Bjælkebroer

Bjælkebroer er anvendt for spændvidder op til 200 m. Bjælkebroer anvendt for Kattegatforbindelsen er opdelt i højbroer og lavbroer.

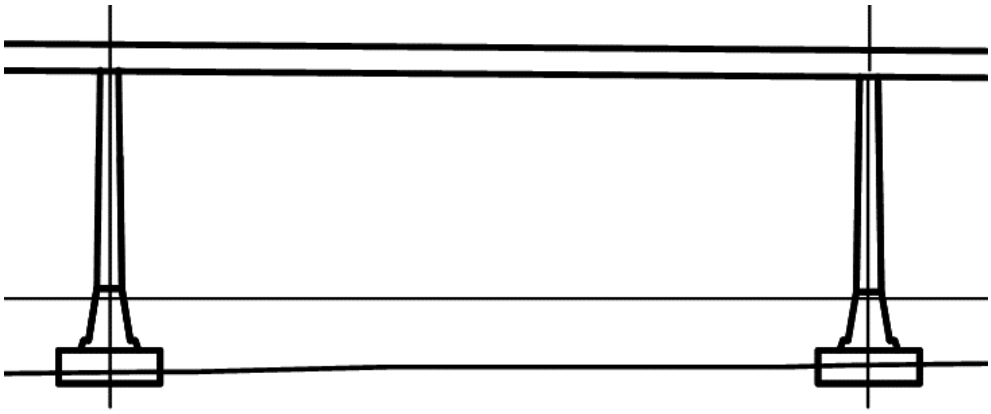
5.3.4.1 Højbro

Højbro med stor spændvidde er anvendt hvor en eller flere af følgende forhold gør sig gældende:

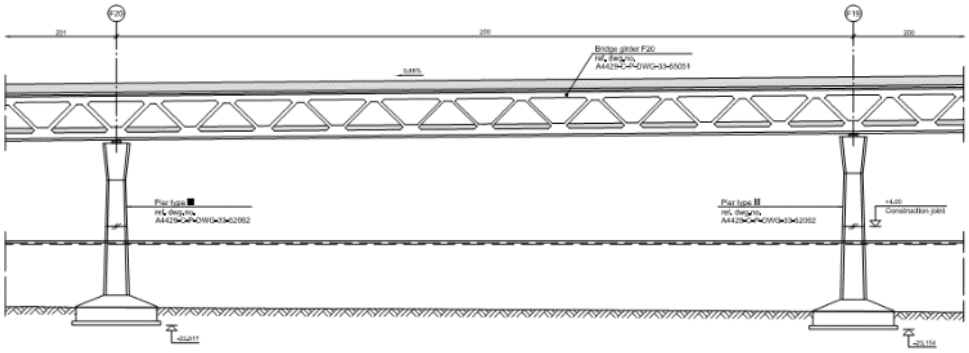
- Krav om stor navigationsbredde og højde;
- Minimering af risiko for skibsstød;
- Stor vanddybde og dermed fordel af større spændvidde og færre bropiller.

Spændvidde for højbro på Kattegatforbindelsen er fastlagt til 200 m af følgende grunde:

- For vejbro er dette sammenligneligt med tilslutningsfagene på Storebælt Østbro, som har spændvidde på 193 m, se Figur 5-25;
- For kombineret vej og jernbane er denne spændvidde fundet optimalt for tilsvarende tilslutningsfag for Femernbælt konceptdesign, se Figur 5-26. Trods mindre toglast er øget spændvidde ikke foreslået på grund af moderat vanddybde og gode funderingsforhold;
- Den nødvendige navigationsbredde for broer, der krydser sejlrenden vest for Samsø, er skønnet til 170 m, hvorfor et krav om 200 m spændvidde er valgt her.



Figur 5-25 Højbro med trafik i ét niveau (eksempel fra Storebælt Østbro)



Figur 5-26 Højbro med trafik i to niveauer (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

5.3.4.2 Lavbro

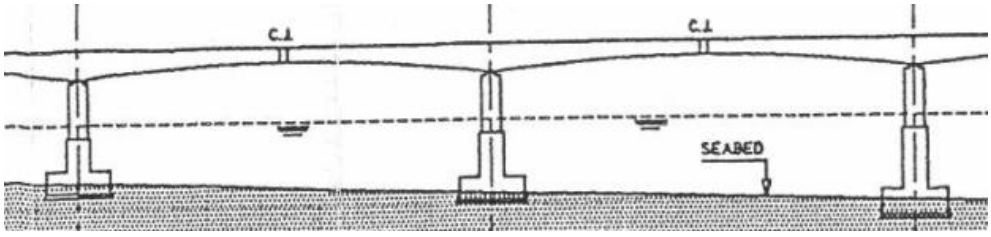
Lavbro med moderat spændvidde er anvendt, hvor en eller flere af følgende forhold gør sig gældende:

- Kun krav om ingen eller lille navigationsbredde og højde;
- Begrænset risiko for skibsstød;
- Lav til moderat vanddybde og dermed fordel af reduceret spændvidde og hermed billigere overbygning, dog på bekostning af flere bropiller.

Spændvidde for lavbroer på Kattegatforbindelsen er fastlagt til følgende:

- 100 m generelt;
- 60 m for broer på meget lav vanddybde.

Den generelle spændvidde på 100 m er baseret på Storebælt Vestbro som typisk har 110,4 m lange fag, se Figur 5-27.



Figur 5-27 Lavbro med 100 m spændvidde (eksempel fra Storebælt Vestbro)

Denne spændvidde er i den øvre ende sammenlignet med andre lange internationale krydsninger med betonbroer, som typisk har spændvidder på 60 m til 80 m. For meget lange krydsninger giver korte spændvidder et stort antal bropiller som æstetisk ikke er hensigtsmæssig. Spændvidden på 100 m reducerer antal af bropiller samtidig med, at overbygningen ikke bliver tungere, end at brofag kan sejles ud og monteres i fuld faglængde. Endelig sikrer spændvidden broen bedre mod skibsstød og giver gode sejladsforhold for lystbåde.

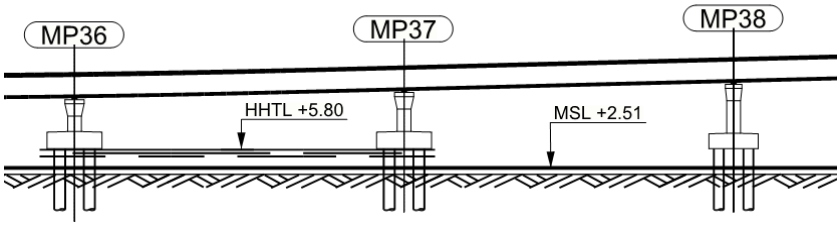
Brodrageren har varierende højde og fabrikeres på land i segmenter med længde svarende til halv faglængde udkragning til hver side af understøtningspunkt ved bropille. De præfabrikerede fag støbes sammen ved fagmidte på stedet.

Ekspansionsfuger anordnes ved fagmidte, men i modsætning til Storebælt Vestbro uden en ekstra bropille.

Lavbro med 60 m spændvidde er gunstig på lav vanddybde, hvor underbygningen er billigere, og hvor større skibe ikke kan sejle. Spændvidden er valgt baseret på andre lange internationale krydsninger på lavt vand, som f.eks.:

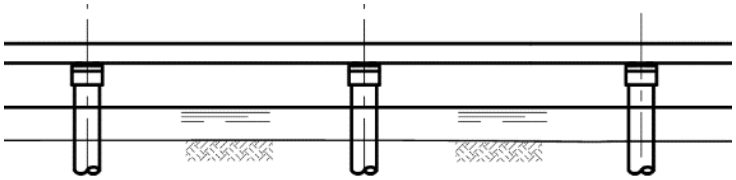
- Temburong fixed link i Brunei med 50 m fag som er ved at blive bygget;
- Qatar-Bahrain Causeway med 50 m fag (projektet blev stoppet under detailprojektering)
- Sheikh Jaber Al Ahmad Al Sabah causeway i Kuwait med 60 m fag;
- Mumbai Trans Harbour i Indien med 60 m fag, som er ved at blive bygget;
- Puente Nigale i Venezuela med 75 m fag (projektet blev stoppet under byggeriet).

Eksempel på en bro med 60 m fag er vist i Figur 5-28. Denne bro har pælefundamenter men på Kattegat vil direkte fundering generelt anvendes.



Figur 5-28 Lavbro med 60 m spændvidde (eksempel fra Mumbai Trans Harbour)

Eksempel på en bro med mono-piles er vist i Figur 5-29. Denne bro har dog 50 m fag.



Figur 5-29 Lavbro med 50 m spændvidde (eksempel fra Qatar-Bahrain Causeway)

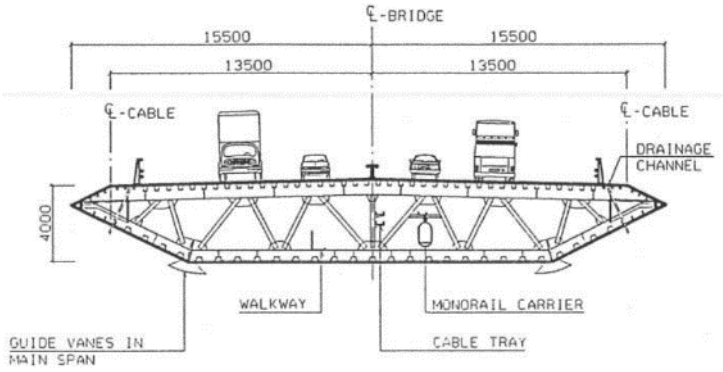
Brodrageren har konstant højde og fabrikeres på land enten i små segmenter eller i hele fag.

5.3.5 Brotværsnit

De viste brotværsnit er taget fra referenceprojekter, hvorfor brobredde ikke altid er identisk med den foreslåede for Kattegat.

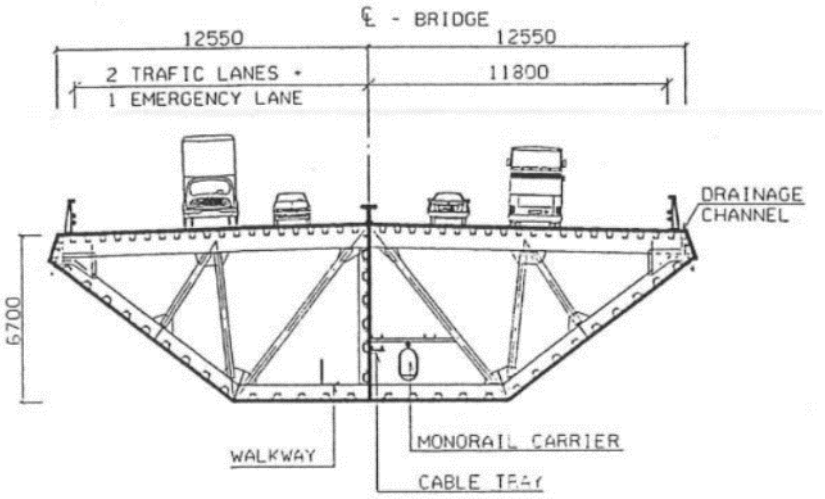
5.3.5.1 Vej

Brotværsnit for kabelbårne broer som hængebro og skråstagsbro er udformet som en lukket kassedrager i stål. Dette sikrer lav vægt, gode aerodynamiske egenskaber og let vedligeholdelse. Brodrageren har konstant højde på 4 m. Brotværsnit er vist i Figur 5-30.



Figur 5-30 Kabelbåren bro med vejtrafik (eksempel fra Storebælt Østbro)

Brotværsnit for bjælkebroer er for højbro udformet som en lukket kassedrager i stål pga. relativ stor spændvidde. Dette sikrer lav vægt, præfabrikation på land og let vedligeholdelse. Brodrageren har konstant højde på 7 m. Brotværsnit er vist i Figur 5-31.



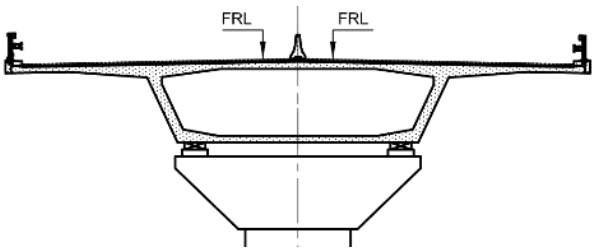
Figur 5-31 Højbro med vejtrafik (eksempel fra Storebælt Østbro)

Alternativt kan brotværsnit også udformes som betondrager med variabel dragerhøjde, men for 200 m spændvidde vil det resultere i en meget høj drager, som typisk bygges med fri frembygning enten støbt på stedet eller udført af præfabrikerede segmenter. En betonløsning er gunstigere end en stålløsning med hensyn til skibsstød, da en tungere overbygning giver højere kapacitet mod skibsstød.

Brotværsnit for bjælkebroer er for lavbro udformet som en lukket kassedrager i beton pga. moderat spændvidde. Dette sikrer en billigere overbygning, præfabrikation på land og minimal vedligeholdelse.

For vej-lavbro med 100 m spændvidde har brodrageren varierende højde, som vist i Figur 5-27. Dragerhøjde er 7 m ved piller og 3.5 m i midten af fag. Tværsnit er udformet, som vejdelen vist i Figur 5-36.

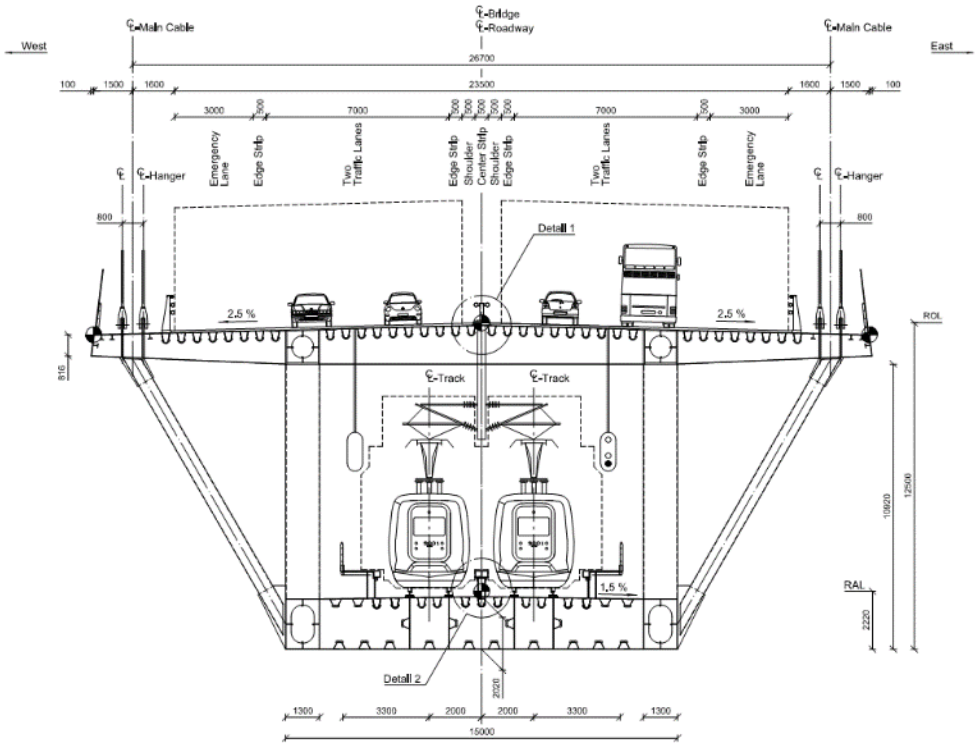
For vej-lavbro med 60 m spændvidde har brodrageren konstant højde på 4 m. Tværsnit er udformet med skrå kroppe, som vist i Figur 5-32.



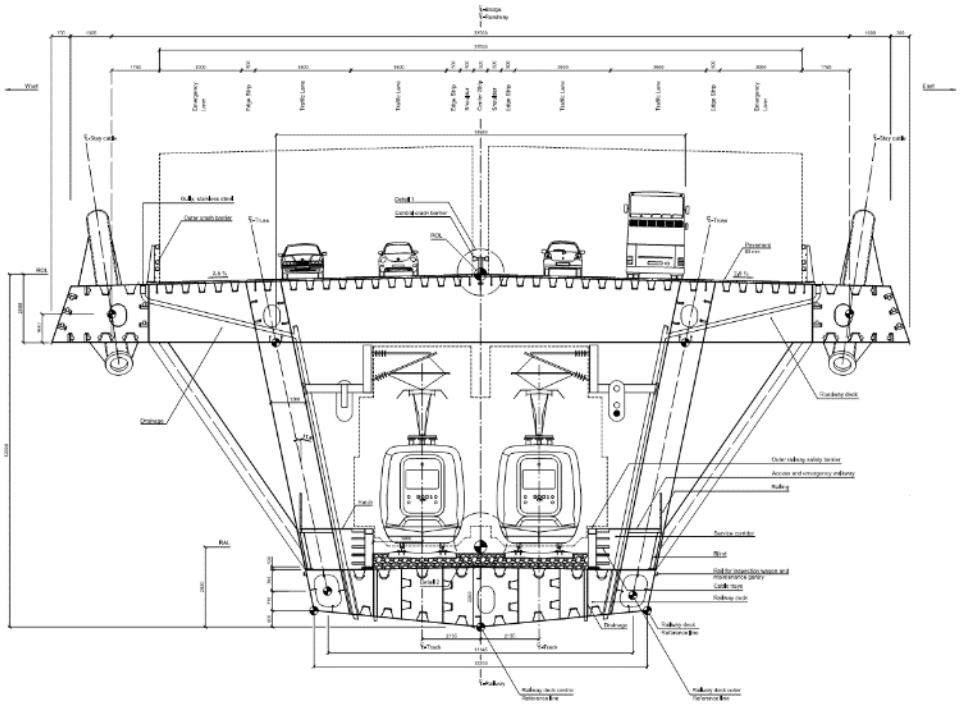
Figur 5-32 *Lavbro 60 m spændvidde med vejtrafik (eksempel fra Qatar-Bahrain Causeway)*

5.3.5.2 Kombineret vej og bane

Brotværsnit for kabelbårne broer som hængebro og skråstagsbro er udformet som en gitterdrager i stål med jernbane på nederste dæk og vej øverst. Dette er strukturelt set en gunstig tværsnitsudformning som sikrer høj stivhed, høj styrke og lav vægt. Brodrageren har konstant højde på ca. 13 m. Brotværsnit for hængebro er vist i Figur 5-33, mens brotværsnit for skråstagsbro er vist i Figur 5-34. De to tværsnit er i princippet ens. De skrå gitterplaner for skråstagsbroen er et resultat af de udad hældende kabelplaner samt optimering af tværsnit.

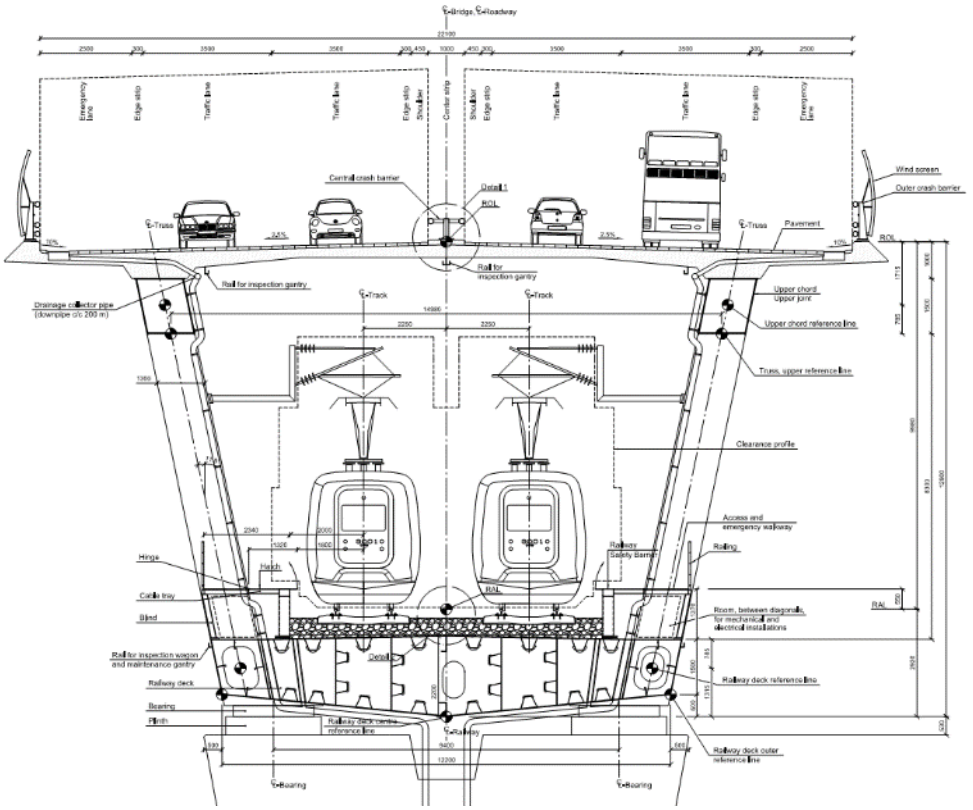


Figur 5-33 *Hængebro med trafik i to niveauer (eksempel fra Femernbælt koncept-design)*



Figur 5-34 Skråstagsbro med trafik i to niveauer (eksempel fra Femernbælt koncept-design)

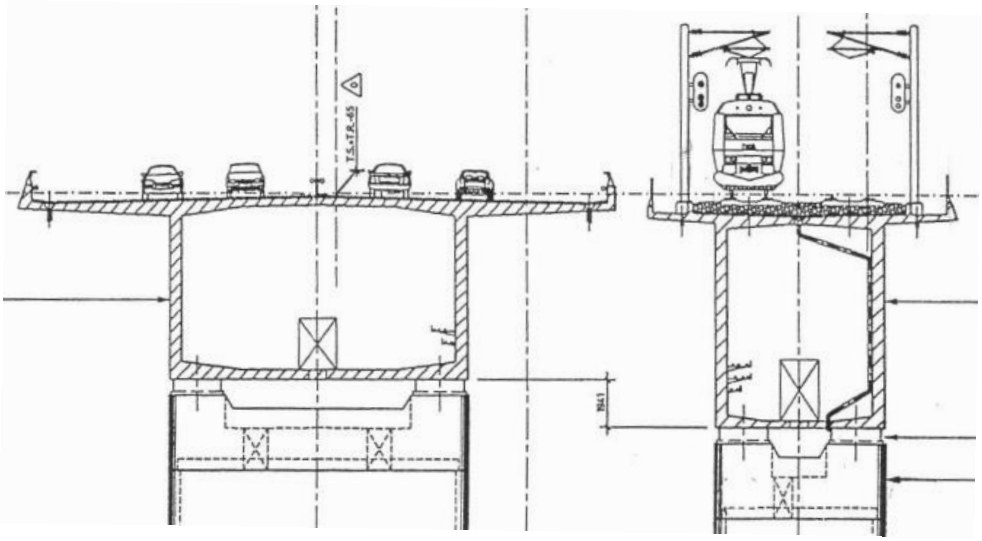
Brotværsnit for bjælkebroer er for højbro udformet som en gitterdrager i stål og beton pga. stor spændvidde og for at passe til hængebro og skråstagsbro med jernbane på nederste dæk og vej øverst. Dette er strukturelt en gunstig tværsnitsudformning, som sikrer høj stivhed, høj styrke og relativ lav vægt. Brodrageren har konstant højde på ca. 13 m. Brotværsnit er vist i Figur 5-35. Sammenlignet med tværsnit for hængebro og skråstagsbro er øverste dæk til vej udformet i beton, da dette er økonomisk gunstigere for bjælkebroer, hvor den ekstra egenvægt af betondækket ikke er så betydende som i en kabelbåren bro.



Figur 5-35 Højbro med trafik i to niveauer (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

Brotværsnit for bjælkebroer er for lavbro udformet som to parallelle lukkede kassedragere i beton pga. moderat spændvidde. Dette sikrer en billigere overbygning, præfabrikation på land og minimal vedligeholdelse. Den ene drager er til vej og den anden drager er til jernbane.

For lavbro med 100 m spændvidde har brodrageren varierende højde som vist i Figur 5-27. Dragerhøjde for vejbanedrageren er 7 m ved piller og 3,5 m i midten af fag. Dragerhøjde for jernbanedrageren er 8 m ved piller og 4 m i midten af fag. Tværsnit er udformet som vist i Figur 5-36.



Figur 5-36 Lavbro med trafik i et niveau (eksempel fra Storebælt Vestbro)

For lavbro med 60 m spændvidde har brodrageren konstant højde på 4 m for vejdrager og 4,5 m for jernbanedrager. Tværsnit er udformet som vist i Figur 5-36 men med reduceret højde og skrå kroppe for vejdrager, jf. Figur 5-32

5.3.6 Brounderbygninger

Brounderbygninger omfatter:

- Pyloner
- Ankerblokke
- Bropiller
  - Fundamenter
  - Pilleskafter

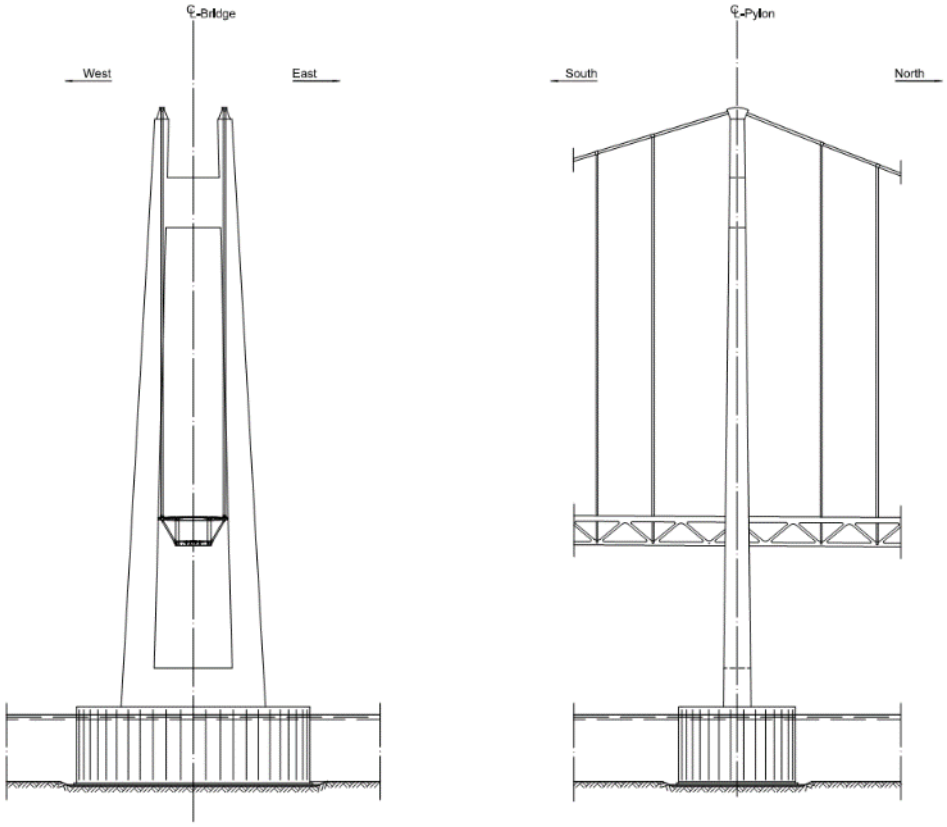
Al underbygning er af beton.

5.3.6.1 Funderingsforhold

Den geotekniske screening konkluderede, at der i forskellige områder må forventes udskiftning af blød bund i varierende tykkelse, og der vil også kunne være behov for pælefundering af bygværker nogle steder, men ellers forventes det, at direkte fundering generelt kan anvendes.

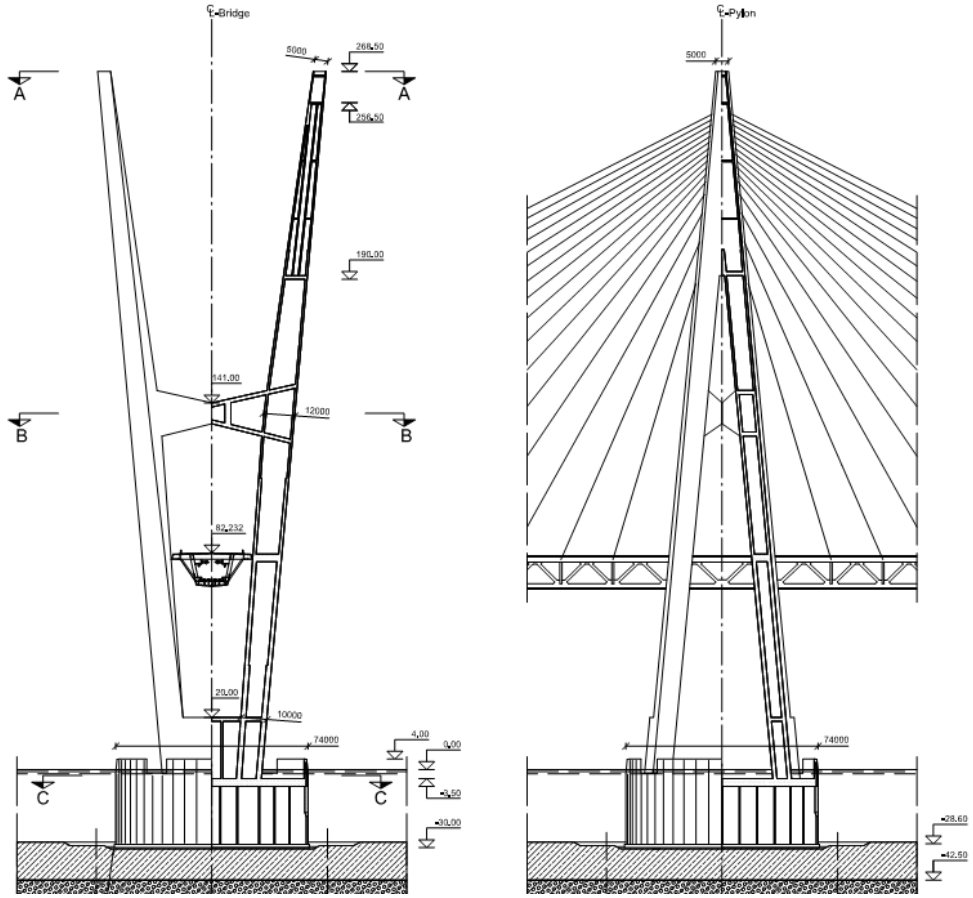
5.3.6.2 Pyloner

Pyloner for hængebro er udformet som Storebælt Østbro eller Femernbælt konceptdesign. Sidstnævnte vist i Figur 5-37 adskiller sig ved kun at have en tværbjælke mod 2 på Storebælt.



Figur 5-37 Pylon hængebro (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

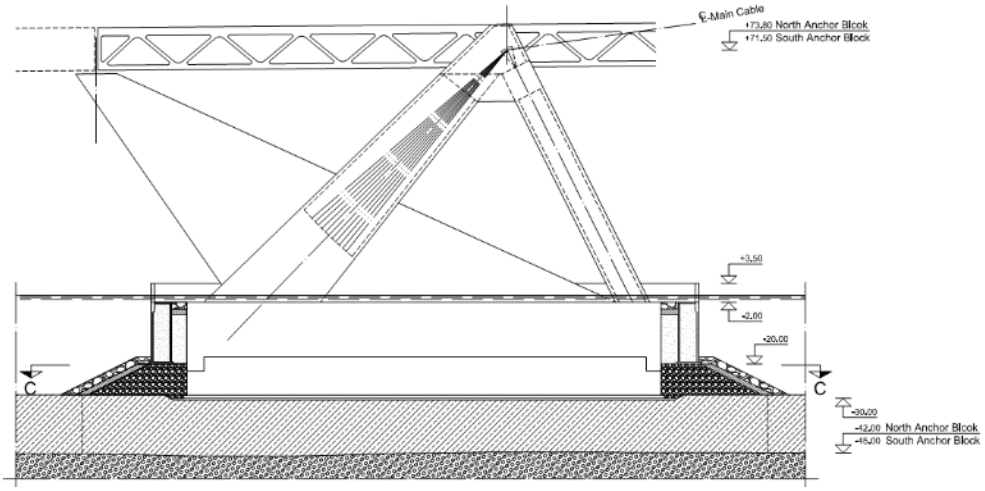
Pyloner for skråstagsbro er udformet som Femernbælt konceptdesign. Den centrale pylon har 4 ben for øget stivhed og styrke og er vist i Figur 5-38. De to øvrige pyloner har hver 2 ben.



Figur 5-38 Pylon skråstagsbro (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

5.3.6.3 Ankerblokke

Ankerblok er for kombineret vej og jernbane udformet som vist i Figur 5-39.

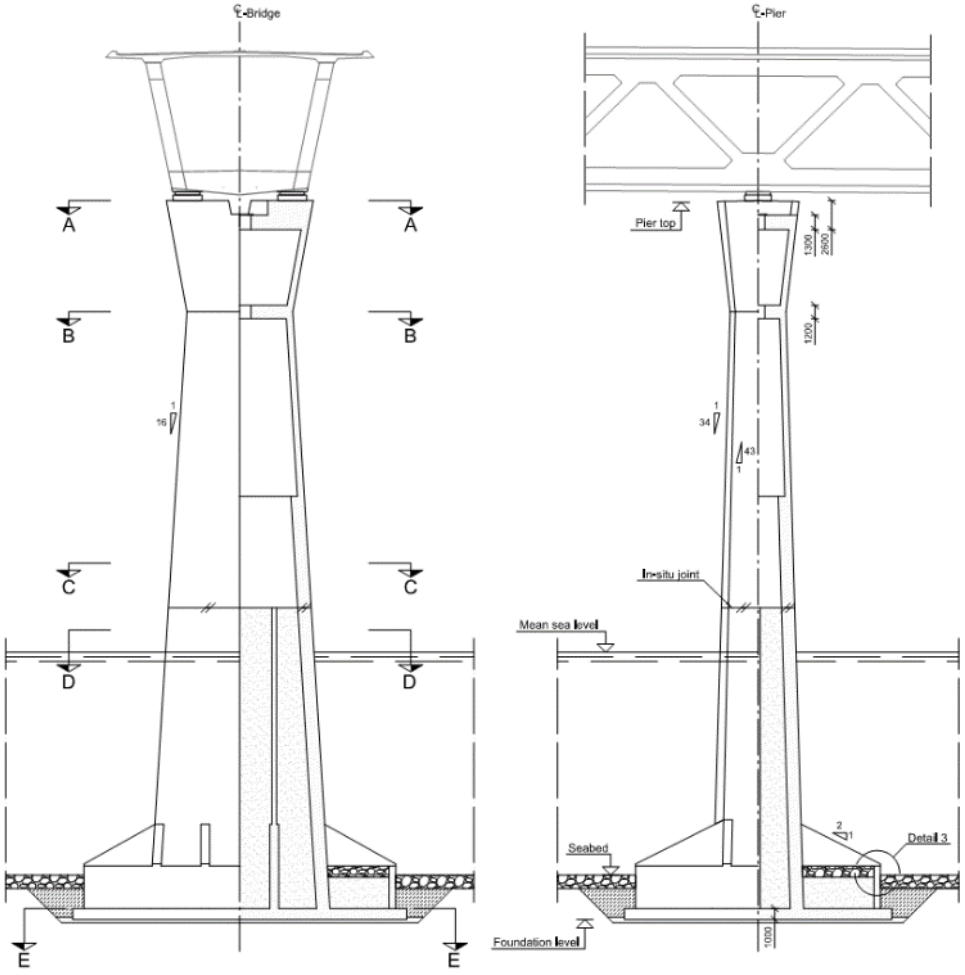


Figur 5-39 Ankerblok (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

Ankerblok for vejbro er udformet som Storebælt Østbro, dvs. uden skråt bagudrettet ben og med hængebro afsluttet ved toppunkt af ankerblok.

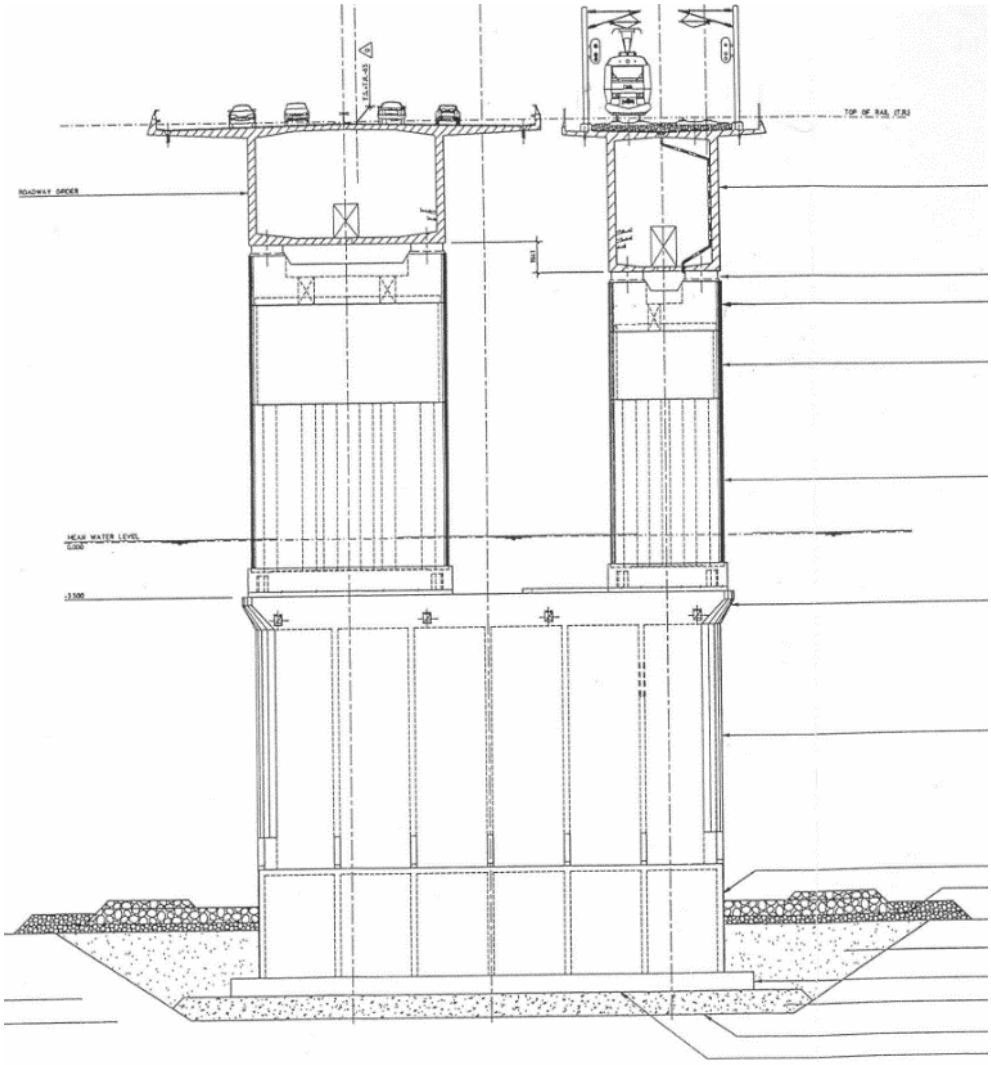
5.3.6.4 Bropiller

Typisk vil der være tale om direkte fundering, og derfor er anvendt caisson fundamenter med pilleskaft ovenpå. Eksempel på udformning af bropille for højbro er vist i Figur 5-40.



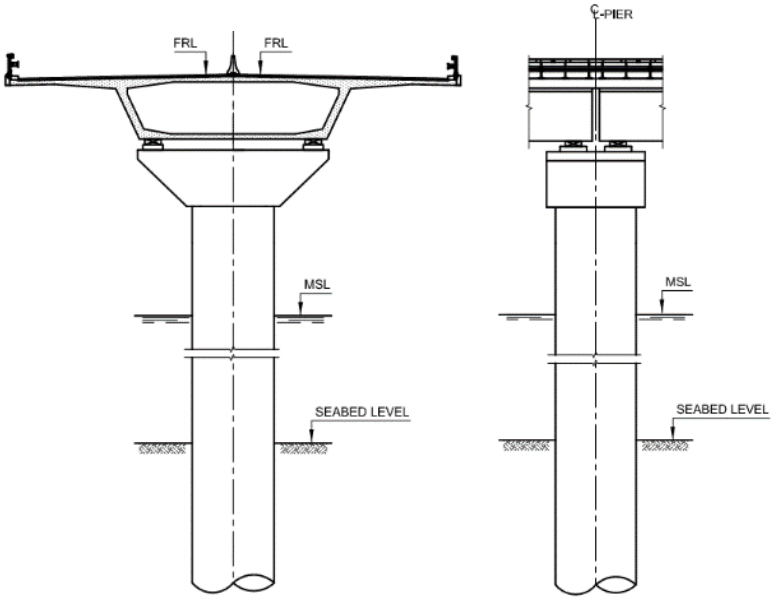
Figur 5-40 Bropille højbro (eksempel fra Femernbælt konceptdesign)

For lavbro med 100 m spændvidde og kombineret vej og jernbane vil de to separate dragere være understøttet på hvert sit pilleskaft men med fælles caisson, som på Storebælt Vestbro vist i Figur 5-41. Hvis der er moderat forskel på højden af de to brodragere, kan de to separate pilleskafter udskiftes med en ramme bestående af to mindre søjler og en tværbjælke i toppen. Herved kan opnås øget kapacitet mod skibsstøb på tværs af broen grundet rammevirkning, men på bekostning af mindre langsgående kapacitet, da pilleskafterne er mindre. Dette er dog mindre væsentligt, da de største skibsstød virker i tværgående retning. En løsning med kun et pilleskaft og hammerhoved er ikke en økonomisk gunstig løsning for nødvendig bredde af brodæk på næsten 40 m.



Figur 5-41 Bropille lavbro (eksempel fra Storebælt Vestbro)

For lavbro med 60 m spændvidde og lav vanddybde kan direkte fundering muligvis med fordel ændres til "mono-pile" løsning med cirkulære pæle rammet eller boret ned i havbunden og fortsat som pilleskaft. Herved kan der være mulighed for at reducere betonmængder og påvirkning af havbundsmiljø under byggeriet. Eksempel på mono-pile underbygning er vist i Figur 5-42.



Figur 5-42 Bropille lavbro (eksempel fra Qatar-Bahrain Causeway)

Prisoverslag er i nuværende fase baseret på enhedspriser etableret ud fra referenceprojekter. Disse enhedspriser tager ikke specifikt hensyn til type af fundering. Eventuel fordel af anvendelse af mono-piles bør baseres på et mere detaljeret prisoverslag i næste fase.

5.3.7 Tunneler generelt

I det følgende vil vi kort adressere et par emner som kan påvirke tunnelanlæggets udformning og anlægsøkonomi markant.

5.3.7.1 Reference projekter

Følgende er en liste over de længste åbnede vejtunneler der er åbnet for trafik.

Tabel 5-10 Oversigt over længste åbnede vejtunneler

Tunnel	Længde
Lærdal (NO)	24,5 km
Zhongnanshan (CN)	18,0 km
St. Gotthard (SW)	17,0 km
Arlberg (AU)	14,0 km
Hsuehshan (CN)	13,0 km
Frejus (FR/IT)	12,9 km
Majishan (CH)	12,3 km
Mt. Blanc (FR)	12,3 km
Gudvanga (NO)	11,4 km
Baojiashan (CN)	11,2 km

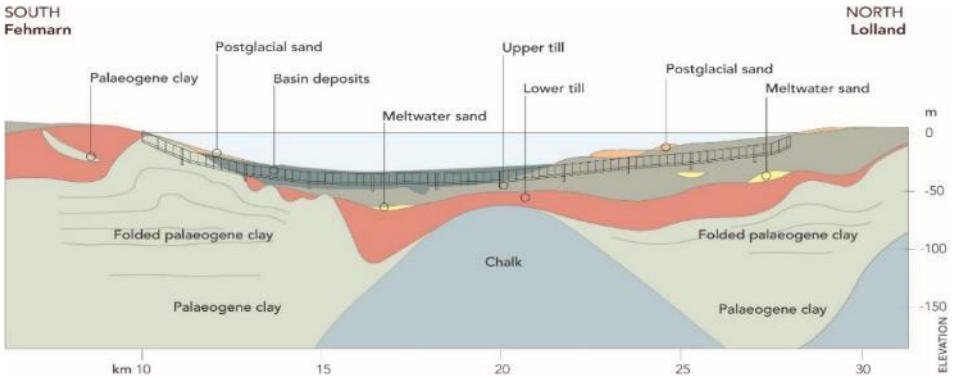
I tillæg til disse er yderligere to bemærkelsesværdige projekter under udførelse.

- Femern
- Rogfast (sprængt tunnel)

5.3.7.1.1 Femern

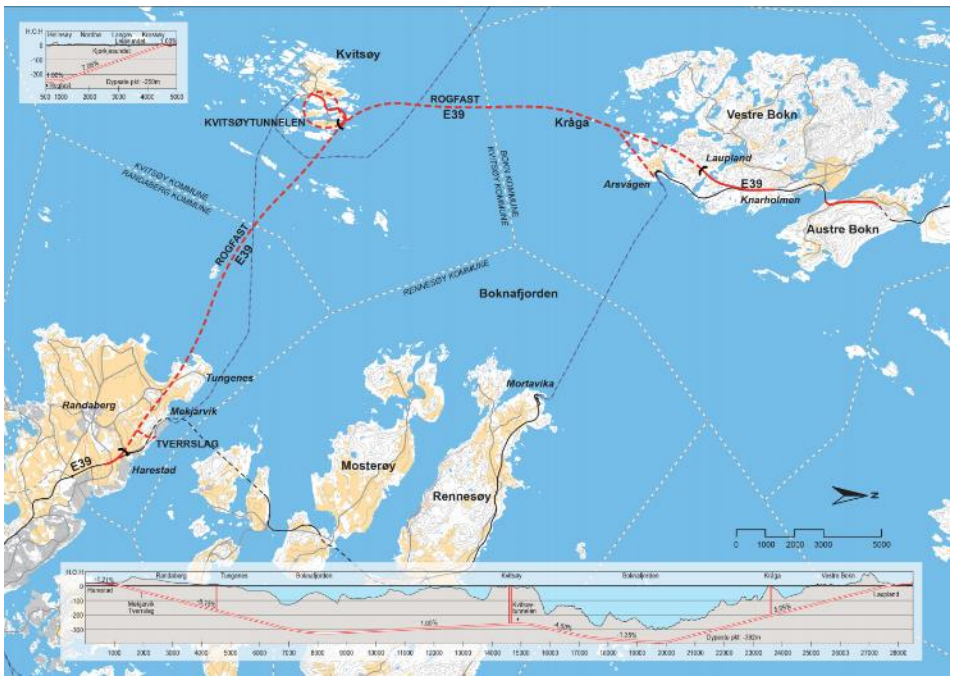
Femern sænketunnel (kombineret vej og bane) er under forberedelse for anlæg og bliver 18 km lang, når den er etableret.

Dette projekt er det mest relevante referenceprojekt for de vurderede sænke-tunnelløsninger.



Figur 5-43 Femern tunnelprofil

5.3.7.1.2 Rogfast



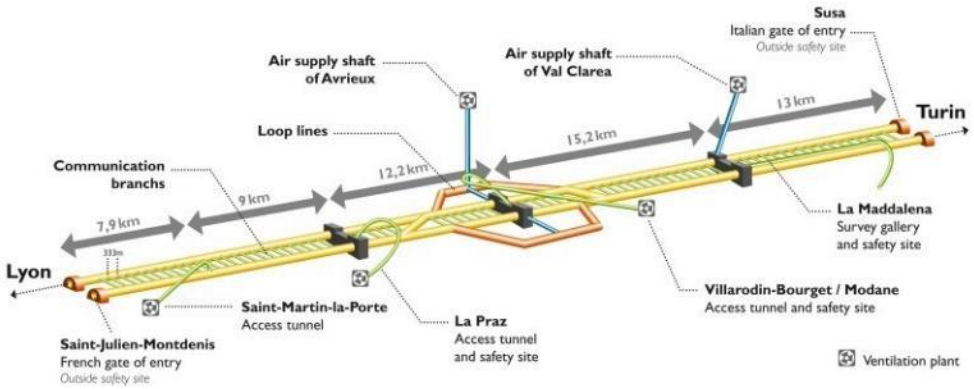
Figur 5-44 Rogfast plan (Norge, under opførelse)

Rogfast er en vejtunnel med hovedkorridor på 27 km samt afkørsel til øen Kvitsøy på 5 km.

Længste afstand til en portal er ca. 9.5 km.

5.3.7.1.3 Lyon-Torino base tunnel

Lyon Torino base tunnelen er ca. 57 km lang og etableret i klippe. Tunnelen skal anvendes både til passagertrafik og til biltog specifikt for lastbiler. Som ses på nedenstående Figur 5-45 Er der løbende igennem tunnelen etableret adgang/ redning. I tillæg er der midtvejs etableret sidespor og kryds så trafik kan omdirigeres og eventuelt parkeres midlertidigt.



Figur 5-45 Lyon-Torino Base tunnel, Ventilation, adgang og omkørselsmuligheder

5.3.7.2 Ventilation

Formålet med ventilation af en vejtunnel er todelt:

1 Normal drift: At sikre at der er tilstrækkelig frisk luft for tunnel brugere pga. køretøjernes emissioner (CO, NO_X, VOC og partikler)

2 I tilfælde af brand/eksplosion: At kontrollere røggasser, så tunnelens brugere kan evakueres sikkert og redningstjenester kan komme frem til hændelsen.

Ventilation af tunneler håndteres enten via længdeventilation, hvor selve tunnelrøret anvendes som ventilationskanal, eller som trans vers ventilation med store ventilationskanaler som løber på langs i tunnelrøret, eller som en kombination af disse.

I tilfælde af, at der kun etableres længdeventilationen, stiller det bl.a. følgende krav til anvendelsen af tunnelen:

- Der skal være ensrettet trafik
- Der må generelt ikke være risiko for kødannelser i tunnelen.

5.3.7.2.1 Ventilation i normal drift

Ved langsgående ventilation vokser forureningskoncentration stort set lineært gennem en tunnel. Uacceptable forureningskoncentrationer i tunnel eller i nærområdet udenfor portaler og afkørselsramper skal undgås.

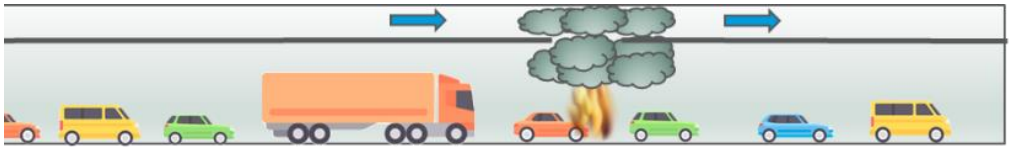
5.3.7.2.2 Ventilation i tilfælde af brand/eksplosion

Hvis der skulle opstå en brand i tunnelen, så skal der være mulighed for at trafikken foran branden frit kan forlade tunnelen, så der ikke vil være køretøjer fanget i en røggas der blæses fremad. Figur 5-46 og Figur 5-47 viser principperne ved røggashåndteringen ved henholdsvis langsgående- og trans vers ventilation.

Ved langsgående ventilation blæses røgen ud af vejtunnelen i trafikkens retning. Personer opstrøms brand er sikret da der her er røgfrit, men zonen nedstrøms for brand vil blive røgfyldt og denne zone skal derfor relativt hurtigt tømmes for trafikHer er sikkerhed mod opstuvning foran branden derfor vigtig.

Figur 5-46 Røggashåndtering ved langsgående ventilation – Røgen blæses ud af vejtunnelen i trafikkens retning.

Ved semi-trans vers ventilation suges røgen ud i en separat kanal (f.eks. under loftet) så personer kan flygte nedenunder. Dette kræver store udsugningskanaler og kraftige ventilatorer i portalbygningerne og af praktiske årsager dimensioneres kanaler normalt kun for røg for brande op til 50 MW. Evakueringen skal derfor være afsluttet inden brand bliver for stor, da selv lastbiler uden farligt gods kan nå 100 MW.



Figur 5-47 Røggashåndtering ved udsugning (semi-trans vers ventilation) – Røgen suges væk fra vejtunnelen og op i en kanal. Personer på begge sidder af brand vil være i sikkerhed.

Med moderne ITS (Intelligent Trafik Styring) har man mulighed for at styre trafik over for kortere tunnelafsnit og lukke for tilkørsel / aflede trafik langs strækningen. Kombineret med øget antal flugtveje og andre tiltag kan langsgående ventilation ofte anvendes.

For en fast Kattegat forbindelse ses i denne fase primært på mulige linjeføringer og på tunnellængder som er sammenlignelige med det valgte koncept for Femern tunnelen, for hvilket der er udarbejdet et sikkerhedskoncept. På det nuværende grundlag er der derfor ikke basis for at vurdere at myndighedskrav, tunnellængder, trafikmængder eller trafiksammensætning skulle resultere i at man ikke kan genanvende det koncept der er udviklet på Femern. Det bør dog vurderes nærmere i den næste fase af forundersøgelserne.

For sænketunnel løsningen vil der langs hele strækningen være adgang til et sikkert område i form af det modsatte trafikrør via nøddøre. Her anvendes ITS systemet til ikke bare at styre trafik i området hvor der måtte være en hændelse

der skal evakueres fra, men også det modsatte rør hvor man kan f.eks. kan lukke for indkørende trafik, lukke venstre vejbane og reducere hastigheden i højre vejbane – så man langsomt men sikkert får tømt det sikre rør i tunnelen og ikke får standset trafik i begge rør.

For de borede tunneler vil der være adgang til sikkert område og via ramper, som fører ned til et sikkert område under vejbanen hvorfra der kan evakueres. Det må antages, at der vil være behov for en eller anden form for motoriseret evakuering så personer ikke skal vandre op til 10 km til hver ende.

5.3.7.3 Nødspor/nødnicher

Basisscenariet er valgt svarende til Femern tunnelen – med nødspor.

Der er ikke noget regelmæssigt krav om nødspor eller nødnicher i tunnelen. EU's tunneldirektiv henviser alene til, at i tilfælde af dobbeltrettet trafik i et 2-spors tunnelrør vil der være krav om nødnicher (”laybays”) i begge sider af røret, så et nedbrudt køretøj kan bugseres til nødnichen og dermed ikke obstruere trafikken.

Det er ikke vurderet operationelt at lede trafik over i det andet tunnelrør, f.eks. i forbindelse med vedligeholdelsesarbejder. Det ville lede til modkørende trafik over en strækning på over 15 km, hvilket må betragtes som problematisk. Længdeventilationen ville i en sådan situation ikke kunne anvendes som den skal i en nødsituation da man vil blæse røg i retningen hvorfra nogen biler kommer.

Typiske hændelser som punktering, tom brændstoftank eller tabt gods vil have en mindre påvirkning når man har et nødspor. Der kan også være en forhøjet risiko for sammenstød, hvis der er stoppede køretøjer på vejbanen. Lange tunneler uden nødspor eller nicher ville kunne opleve problemer med tilgængelighed, idet autohjælpen til strandede køretøjer kan stoppe eller besværliggøre trafikken i tunnelen, mens hjælpen foregår. For Kattegatforbindelsen ses p.t. på korridorer der indeholder tunneller med længde på mellem 12 km og 25 km. Generelt er oplevelsen at slid på den enkelte maskine bliver problematisk når der bores over omkring 9 km. Skal der bores længere må man forvente behov for en større vedligeholdelsesstop med intervention udefra. Dette skyldes slid på TBM maskinens hovedleje. En sådan intervention er særdeles kompleks i undersøiske løsninger. Boring længere end 9 km uden mulighed for intervention må betragtes at være med en gradvist forøget risiko relateret til den samlede længde. Risikoen kan komme i form af nedbrud til trods for evt. skærpet vedligeholdelse. Som eksempel kan ses Storebælt som blev påbegyndt med 4 TBM, men færdiggjort med 3 maskiner.

For Kattegat kan der bores med en maskine fra hver side, hvorfor problemet opstår med boring over 18 km hvor maskinerne mødes omtrentlig midtvejs. Det kan være relevant af geologiske årsager at forskyde punktet til den ene eller anden side. Dette må vurderes når der foreligger et bedre geologisk grundlag.

Der vil i koncepterne være fokus på vedligeholdelse og adgang for service personale.

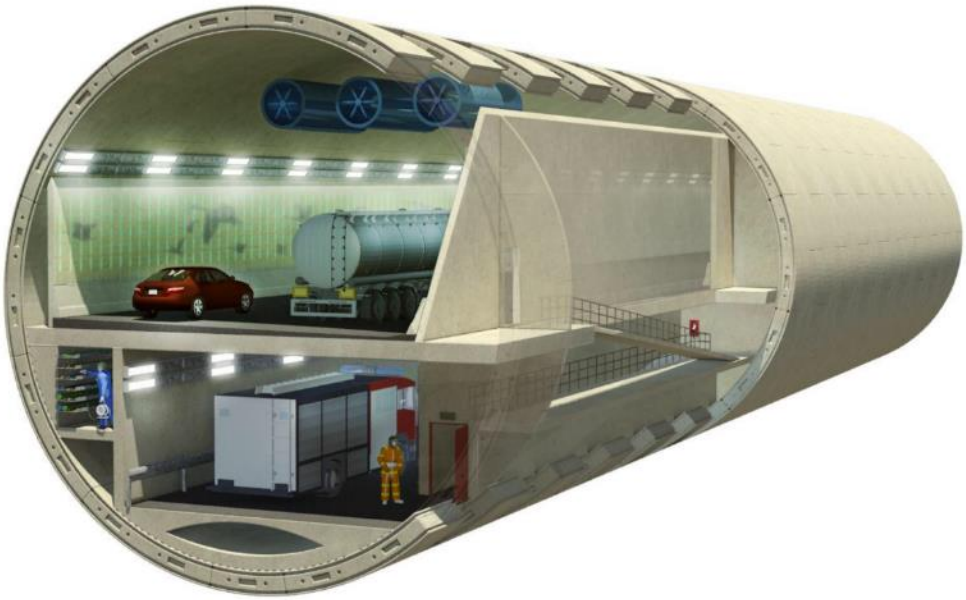
- For sænketunnelen vil der være lay bays ved specialelementerne som forventes placeret hver 2 km og hvor alle primære installationer er placeret. Her er på Femern konceptet antaget speciel parkeringsplads for servicepersonalet og adgang via en passage under vejbanen.
- For de borede tunnelløsninger vil de fleste installationer være placeret under vejniveau hvor der er separat adgang.

5.3.7.4 Flugtveje

Flugtveje kan enten være gennem portalerne, galleri, via tværtunneler som forbinder de to tunnelrør med hinanden, eller døre imellem trafikrør i cut & cover og sænketunnel. Borede tunnelrør kan enten forbindes eller der kan etableres et sikkert rum under vejbanen. Af EU's tunneldirektiv fremgår det, at der skal være maksimum 500 m mellem tværtunnelerne. I lande som Tyskland og Storbritannien har man dog krav om væsentlig kortere afstand mellem disse.

Afstanden imellem flugtveje vil skulle vurderes i et sikkerhedskoncept, hvori evakuerings- og interventionsstrategierne indgår. Dette udvikles på et senere tidspunkt. Afstand imellem flugtveje i cut & cover tunnel og sænketunnel er antaget til ca. 100 m. I det udarbejdede sikkerhedskoncept for Femern sænketunnel er afstanden mellem nøddøre 110 m.

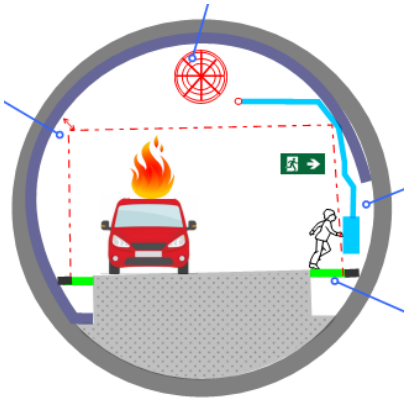
For de borede tunneler er der antaget en flugttrappe/rampe i stedet for (escape tower), hvor man kommer ned under vejbanen og kan flygte under vej-dækket til terræn herfra, se Figur 5-48.



Figur 5-48 Layout for boret tunnel løsning (eksempel fra Femern)

Geometrien af tunnelprofiler tilpasset, så der er plads til al sikkerhedsudstyr såsom brandbeklædning, rør til vandtågeanlæg, lys, brandhaner, jet fans etc., se Figur 5-49. Et oplæg vil være:

- Der etableres nødspor i højre side af tunnelen.
- Der etableres et 1,0 m nødfortov i venstre side af tunnelrør.
- Tunnel udstyres med hændelses- og branddetekteringssystemer samt foranstaltninger til at stoppe trafik i tilfælde af en hændelse.
- Tunnel udstyres med vandtågeanlæg.
- Udrykningskøretøjer har adgang via tilslutning anlæg.
- Vandforsyning etableres med brandhaner per 250 m.
- Bærbare brandslukkere etableres per 150 m.



Figur 5-49 Sikkerhedsudstyr

5.3.7.5 Farligt gods

Forudsat at farligt gods tillades i tunnelen, så skal tunnel klassificeres for transport af farligt gods i henhold til ADR-konventionen. Der skal etableres en prognose for farligt godstransporter, som skal sikre, at den rette tunnelklassifikation kan foretages.

ADR omfatter fem tunnelkategorier, med følgende overordnede definitioner:

- Tunnelkategori A: Ingen restriktioner for transport af farligt gods.
- Tunnelkategori B: Restriktion for transport af farligt gods, der kan medføre en meget kraftig eksplosion.
- Tunnelkategori C: Restriktion for transport af farligt gods, som kan medføre en meget kraftig eksplosion, en kraftig eksplosion eller et omfattende giftudslip.
- Tunnelkategori D: Restriktion for transport af farligt gods, som kan medføre en meget kraftig eksplosion, en kraftig eksplosion, et omfattende giftudslip eller en omfattende brand.
- Tunnelkategori E: Restriktion for transport af alt farligt gods.

EU-tunneldirektivet kræver, at der laves en risikoanalyse til vurdering af transport af farligt gods i en tunnel. Transporter af farligt gods har indflydelse, ikke blot på tunnelen, men også på den region den er beliggende i, da farligt gods som udgangspunkt skal transporteres ad den rute, der giver mindst risiko for 3. part. Dette betyder, at transport af farligt gods gennem tunnellen ikke må introducere en højere risiko end ved at anvende alternative ruter.

Ved transport af farligt gods i tunnelen kan særlige tiltag derfor være påkrævet som minimere mulighed for en ulykke med farligt gods og/eller mindsker konsekvensen af denne. En kommende risikoanalyse skal belyse hvilke tiltag der er inkluderet eller er mulige at inkludere og konsekvensen af disse. Eksempler på tiltag:

- Kortere afstand til nødudgange, for hurtigere evakuering af tunnel
- Vandtågeanlæg for at mindske brandstørrelsen.
- Større pumpesumpe til at opfange lasten fra en lækket tankbil
- Drænsystem udformet til at holde ild og/eller brandbare og giftige væsker inde for et mindre område af tunnelen
- Intelligent trafikstyringsanlæg for at mindske mulighed for ulykke
- Kraftigere ventilationsanlæg for at kunne kontrollere en større brand

Der er ikke p.t. indarbejdet specifikke hensyn til transport af farligt gods i projektet, da tunnelkategori først skal vurderes og risikoanalysen udføres for at afgøre hvilke tiltag, som evt. kræves. Der er dog allokeret plads i tunnelprofil og økonomi til brandbeklædning og vandtågeanlæg.

5.3.7.6 Centralt galleri/service galleri

Størrelsen for et centralt galleri i cut & cover og sænketunneler skal også vurderes i en kommende fase i forbindelse med udarbejdelsen af et sikkerhedskoncept for tunnelen.

Det antages p.t., at der ikke af redningsårsager er behov for at et centralt galleri, der skal fungere som langsgående flugtvej.

P.t. baseres løsningen på erfaringer fra Femern tunnelen.

5.3.7.7 Drift og vedligehold

Helt overordnet kan følgende siges om de tre konstruktionstyper vedr. drift og vedligehold:

- Boret tunnel
  Der er tale om en kendt og gennemprøvet konstruktion, som primært giver anledning til problemer som følge af vandgennemsivninger ved samlinger – som der er mange af. Gennemsivningerne er primært, så længe de højst har en størrelse op til dryppende vand, et vedligeholdelsesmæssigt problem for installationerne, der kan blive nedbrudt af det indtrængende, saltholdige vand.

- Cut & cover tunnel
  Der er tale om en kendt og gennemprøvet konstruktion, som primært giver anledning til problemer som følge af vandgennemsivninger ved støbeskel samt ved gennemgående revner.
  Især gennemgående revner skal så vidt muligt undgås, da de øger risikoen for armeringskorrosion. Erfaringer viser at gennemsivninger typisk er betydeligt mindre i omfang i en cut & cover tunnel i forhold til en boret tunnel.

- Sænketunnel
  Der er tale om en kendt og gennemprøvet konstruktion som primært giver anledning til problemer som følge af vandgennemsivninger ved samlinger – som der er få af – samt ved gennemgående revner.
  Især gennemgående revner skal så vidt muligt undgås, da de øger risikoen for armeringskorrosion.
  Erfaringer viser, at gennemsivninger typisk er betydeligt mindre i omfang i en sænketunnel i forhold til en boret tunnel og på niveau med en cut & cover tunnel.
  Dog kan der være problemer med gennemsivninger og korrosion ved elementsamlinger.

5.3.8 Sænketunneler

5.3.8.1 Metoden

En sænketunnel fremstilles i Europa normalt af 100-200 m lange betonelementer, der støbes i tværsnittets fulde bredde i en tørdok. Vægten af tunnelelementerne er afpasset, så de efter lukning i begge ender med vandtætte skot vil kunne flyde, når tørdokken sættes under vand. Det enkelte element bugseres herefter ud til placeringsstedet, hvor det nedsænkes i en udgravet rende i havbunden og skubbes sammen i en tæt samling med den tidligere udførte del af tunnel. Herefter fyldes til med sand langs siderne, og der placeres et lag store sten ovenpå for beskyttelse. Et eksempel på bugsering af tunnelelement er vist på nedenstående figur.

Figur 5-50 Eksempel på transport af sænketunnelelement (Øresund)

Sænketunnelen anlægges typisk så det øverste stenlag er umiddelbart under havbunden, og den forbindes ved kysten i hver ende normalt med en kort Cut &

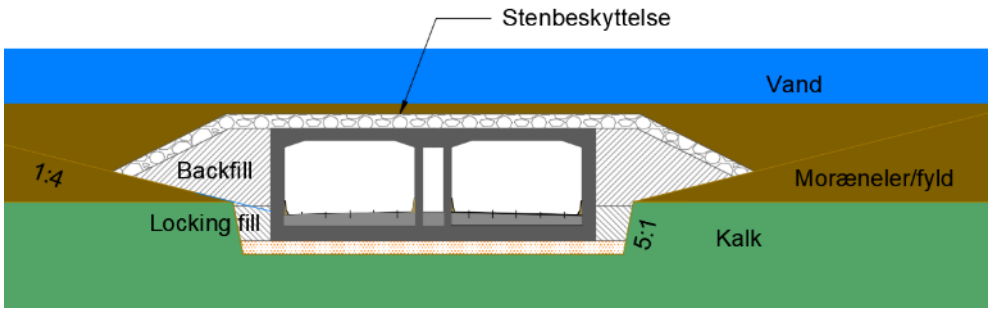
cover tunnel. Anlægges den højere end havbunden, vil der være behov for speciel beskyttelse mod ankre og skibsstød. Anlægges den dybere vil der være behov for store mængder ekstra udgravning.

Sænketunneler kan også anlægges på dæmninger langs delstrækninger så passager af meget varierende batymetri kan håndteres. I sådanne tilfælde vil der være behov for en strategi til at undgå differenssætninger ikke kun af sænketunnelen, men ligeså meget af selve dæmningen i forhold til de nabostrækninger hvor tunnelen ligger i eksisterende jordlag.

I andre egne af verden anlægges sænketunneler også som stålelementer med indstøbt beton. Denne type har ikke fundet bred anvendelse i Europa i stor stil og er derfor ikke analyseret videre i denne fase. Enkelte projekter er etableret helt eller delvist via denne metode (f.eks. Söderströmstunneln i Stockholm), men det er typisk kun når helt specielle projektvilkår umuliggør anvendelsen af de traditionelle betontunnel elementer.

5.3.8.2 Tværsnit

Princippet i en sænketunnel er at tunnelelementerne typisk er dimensionerede så de netop kan flyde ved egen opdrift, og at der kun kræves relativt begrænset ballast (vand) for at sænke elementerne ned. Når de er på plads, støbes der efterfølgende ballastbeton inden i elementerne som giver den permanente sikkerhed mod opdrift. Tunnel elementerne vil derfor i deres endelige placering have et funderingstryk der er i samme størrelsesorden som det fjernede jord. I nogen tilfælde opleves det faktisk at være mindre hvilket kan føre til at jorden hæver sig på grund af aflastning



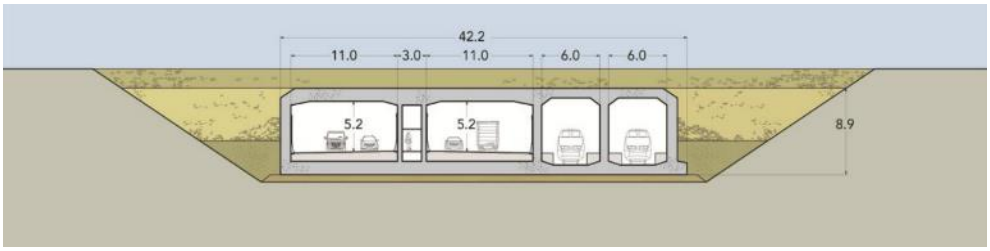
Figur 5-51 Eksempel på et installeret sænketunnelelement (eksempel Østlig Ringvej)

Længder og dybder på de på Kattegat vurderede sænketunneler er nogenlunde på linje med Femern tunnelen, hvorfor vi i denne fase vurderer at det udviklede tværsnit er repræsentativt for de forskellige korridorer relateret til sænketunnel løsningerne også. Der er ikke i denne fase set på sænketunnel løsninger over 18 km.

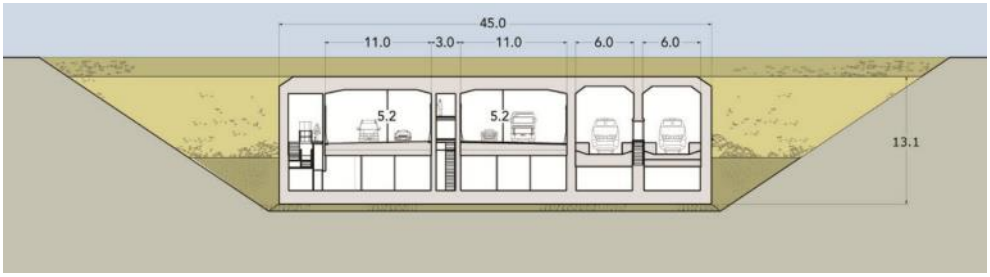
Femern sænketunnelløsningen er etableret baseret på to typer sænketunnel elementer:

- Et standardelement som er cirka 200 m langt med tværsnit som vist nedenfor

- Et specialelement hvori væsentlige installationer er arrangeret så de kan tilgås relativt enkelt.



Figur 5-52 Tværsnit af standard sænketunnelelement 4+2 (eksempel fra Femern)



Figur 5-53 Tværsnit af special sænketunnelelement 4+2 (eksempel fra Femern)

Denne løsning kan etableres omkostningseffektivt både ved 4+0, 4+1 og 4+2 konfigurationen.

5.3.8.3 Fundering

Fundering af en sænketunnel afhænger af de jordbundsforhold der findes langs linjeføringen. Det er væsentligt at bemærke at funderingen ikke er af tunnellen alene, men også tilbagefyld langs siderne og på toppen som i visse tilfælde giver et funderingstryk der er højere end selve tunnelen.

Funderingsforholdene må i Kattegat vurderes at varierer langs længden af tunnelen i og med at der forventes en vis variation i jordbundsforholdene. Der foreligger dog p.t. meget begrænsede data om det faktiske område og disse er ikke tilstrækkelige til at forholde sig til behovet for jordbundsforstærkninger.

På forskellige delstrækninger vil der være behov for at sænketunnelen ligger over eksisterende havbund på en opbygget dæmning hvor den skal sikres mod sætninger såvel som skibsstød og hydraulisk påvirkning og som i sig selv skal funderes.

Erfaringer fra internationale tunnelprojekter – specielt i østen (f.eks. Busan-Geoje, og Hong Kong-Zhuhai-Macau) har dog vist at man selv i meget bløde underkonsoliderede jordarter kan etablere et tilstrækkeligt solidt funderingskoncept som vil kunne bære en sænketunnel også hvor linjeføringen ligger helt eller delvist over eksisterende havbund.

5.3.8.4 Tunnelportaler

Tunnelportalerne er anseelige anlæg og som indeholder den overordnede styring af tunnelens Mekaniske og Elektriske anlæg. I størrelse henvises til Femern tunnelløsningen som er repræsentativ for hvad der er behov for.

Figur 5-54 Tunnel portal for lang 4+2 sænketunnel (eksempel fra Femern)

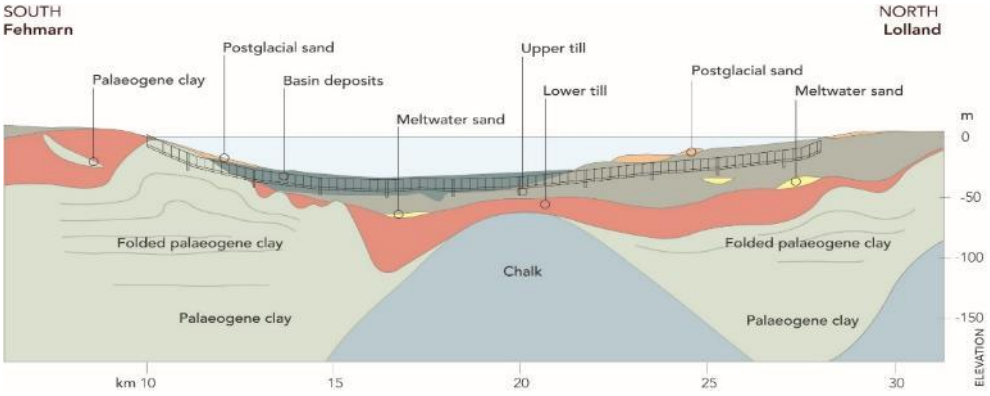
Alt efter landskabet og terrænniveauer kan bygningen integreres mere eller mindre i omgivelserne. I det viste eksempel fra Femern ligger portalbygningen og rampen relativt lavt og må derfor omgives med et stengære for at sikre mod oversvømmelse. Det er ikke nødvendigvis tilfældet for Kattegatforbindelsen da de vurderede punkter langs kysterne i flere tilfælde er relativt højt over vandoverfladen.

5.3.8.5 Reference projekter

5.3.8.5.1 Femern

Femern sænketunnel (kombineret vej og bane) er under forberedelse for anlæg og bliver 18 km lang når den er færdig bygget.

Dette projekt er hvad længde angår det mest relevante referenceprojekt for de vurderede sænketunnelløsninger. Funderingsforholdende er dog relativt favorable på Femern sammen med en relativ simpel batymetri.



Figur 5-55 Femern tunnelprofil

5.3.8.5.2 Busan-Geoje

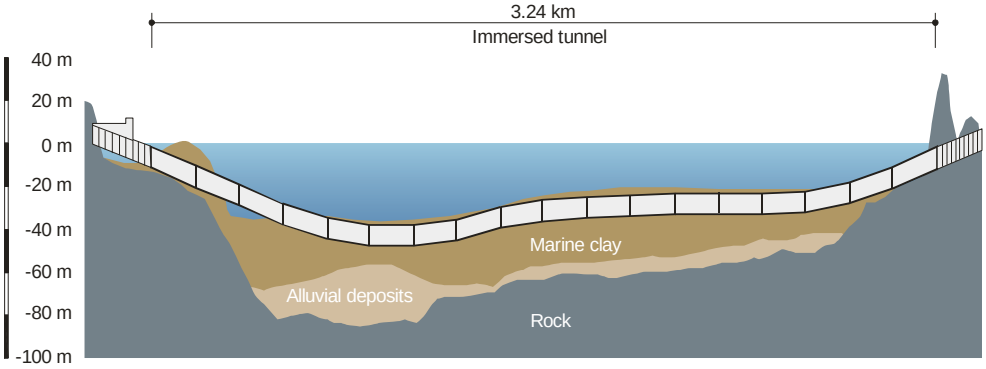
Busan Geoje tunnelen i Korea er etableret i hvad der svarer til åbent havn miljø. Den faste forbindelse består af 2 skråstagsbroer og en sænketunnel på 3,24 km.

Tunnelen er for 2 vejspor i hver retning og med et krybespor på stigningen i vestlige retning.

Figur 5-56 Den faste forbindelse Busan-Geoje set mod vest. Sænkning af det vestlige tunnelelement.

Som det ses på Figur 5-57 er er vestenden etableret på en dyb undersøisk dæmning opbygget på jordforstærket marint ler som er normalt – underkonsolideret.

I øst enden ligger tunnelen meget højt og har krævet et større beskyttelsesrev for at begrænse påvirkningen af skibsstød fra den tunge container trafik som passerer tunnelen.



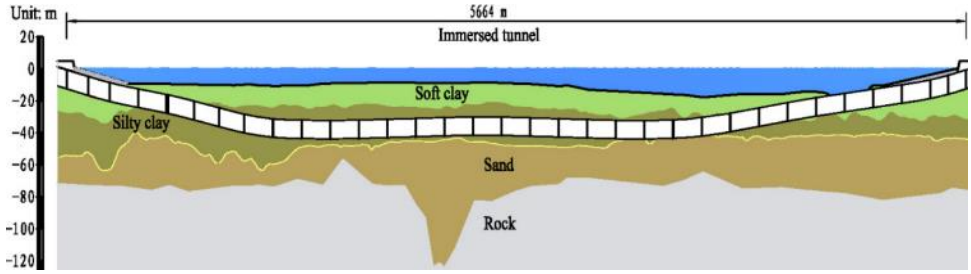
Figur 5-57 Busan-Geoje sænketunnel Vest-øst.

Specielle forhold, som er relevante i forhold til Kattegat:

- Kunstige øer i begge ender
- Meget blød havbund
  - Normalt til underkonsolideret ler
- Tyfon / lange bølger
- Skibsstød (sunket, sammenstød) specielt i den østlige ende
- Over havbunden herunder på undersøisk dige.
- Maximum gradient: 5% (med krybespor)

5.3.8.5.3 Hong Kong - Zhuhai - Macau

Figur 5-58 Den faste forbindelse mellem Hong Kong - Zhuhai - Macau. Set mod vest



Figur 5-59 Sænketunnelen i Hong Kong - Zhuhai - Macau projektet.

Sænketunnelen, der indgår i Hong Kong – Zhuhai – Macau projektet er etableret mellem to kunstige øer. Disse øer og tunnelen er etableret i mundudløbet for Pearl River, og består af blødt og siltholdigt ler. Øerne og tunnelenderne har derfor krævet væsentlige forbedringer af jordbunden for at sikre mod, at sætningsvariationer langs linjeføringen skulle lede til problemer.

Tunnel tværsnittet er bredt – 3 spor og har derfor tværgående permanent forspænding.

Specielle forhold som er relevante i forhold til Kattegat:

- Kunstige øer i begge ender
- Meget blød havbund
  - Normalt til underkonsolideret siltholdigt ler
- Skibsstød (sunket, sammenstød) specielt i den østlige ende
- Over havbunden herunder på undersøisk dige.

5.3.9 Borede tunneler

5.3.9.1 Metoden

For en boret tunnel foretages udgravningen med en tunnelboremaskine (”TBM”), hvor der i takt med boringen løbende opsættes en permanent foring af præfabrikerede betonsegmenter. I hver ende af den borede tunnelstrækning skal der etableres et ”start-” og ”slut-kammer” for henholdsvis opstilling og nedtagning af boremaskinen. Et eksempel fra et boret tunnelprojekt er vist på Figur 5-60.

Figur 5-60 Eksempel på opstilling af TBM i startkammer (Dublin Port Tunnel).

En boret tunnel vil indebære en langt dybere beliggenhed under terræn eller havbund end en cut & cover tunnel og en sænketunnel. Dette skyldes dels den ekstra højde på grund af det cirkulære profil, og dels at den konstruktive virkemåde forudsætter, at der skal være et betydeligt jordlag ovenover (i flg. en tommelfingerregel svarende til tunnelens diameter).

Det anbefales, at TBM-boring påbegyndes i et niveau, hvor maskinens top er én diameter under terræn. Med en maskine med en diameter på ca. 14 m vil vejniveauet således være ca. 25 m under terræn. Det anbefales i denne fase ikke at have et mindre jordlag end ca. 15 m over tunnelen så man får en fornuftig sikkerhed mod opdrift, og sikkerhed mod lokale brud.

Den dybe beliggenhed indebærer, at der i hver ende af den borede tunnel vil være lange strækninger med cut & cover tunnel til forholdsvis stor dybde.

5.3.9.2 Tværsnit

Ved etablering af en boret tunnel til Kattegat vil der skulle bores 2 eller 3 separate rør:

- To rør hver med 2 vejbaner i hver sin retning
- Evt. et ekstra spor som indeholder begge jernbanespor

Figur 5-61 Et eksempel på en boret tunnel konfiguration (Femern koncept design)

Der er således her lagt op til en 4+0 eller 4+2 konfiguration. 4+1 kan ikke umiddelbart etableres på en økonomisk og sikkerhedsmæssig fornuftig måde.

Under arealet for vej etableres et sikkert flugtareal for bilister. Fra et jernbanerør sker flugt til det modsatte spor efter stop af trafikken. Sporene ligger adskilt af en midtervæg som sikrer mod røgspredning.

En boret tunnel kan typisk etableres uden gener for de overliggende arealer og vil kunne etableres uden at påvirke grundvandsniveauet.

5.3.9.3 Referenceprojekter

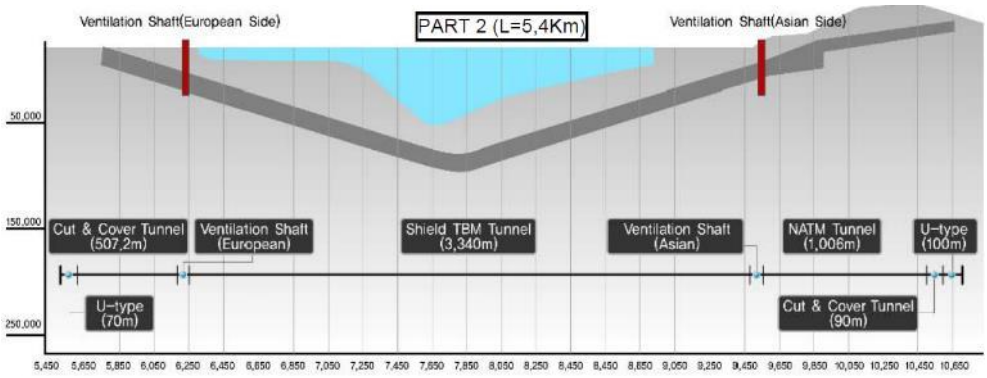
Følgende projekter er relevante i forbindelse med undersøgelse af korridorer med boret tunnelløsningerne.

Tabel 5-11 Oversigt over TBM-maskiner med stort jorddække

Projekt	TBM-type	TBM Diameter	"Jorddække" til TBM-centerlinje	"Jorddække" til TBM-bund
Storebælt	EPB	8.5 m	71 m	79 m
Madrid M30	EPB	15,4 m	70 m	77 m
SR99 Seattle	EPB	17,5 m	66 m	75 m
TMCLK (Tuen Mun–Chek Lap Kok Link)	mixshield TBM	14,0 m	55 m	62 m
Shanghai. Project S – 317	mixshield TBM	15,0 m	65 m	73 m
Eurasia Tunnel	mixshield Slurry	13,7 m	99 m	106 m

Som det ses, kan et bundniveau på cirka 75 m betragtet som velafprøvet, mens bundniveauer over dette må vurderes at kræve nærmere foranstaltninger. Hvis der antages en TBM-diameter på 15 m og en ønsket jorddække på 1 x Diameteren, vil det sige at TBM-løsninger kun kan betragtes som velafprøvede under havbundsniveauer op til -45 m.

Som det ses af Tabel 5-11 adskiller Eurasia tunnelprojektet sig fra ovennævnte regel og er bemærkelsesværdigt med sit maksimale dybdepunkt 106 m under vandoverfladen.



Figur 5-62 Eurasia tunnel projekt. (max vandtryk 106 m)

Der er dog tale om en relativ kort TBM-tunnel på 3.34 km som af markedet karakterises som "*En af de dristigste tunnelopgaver nogensinde*". Kombinationen af lange borede tunneler som nærmer sig grænsen for holdbarheden på TBM 2x9 km = 18 km kan ikke anbefales sammen med rekord dybder, hvorfor de 75 m dybde vurderet som velafprøvet vil blive brugt som grænsen for de udarbejdede løsninger.

5.3.9.4 Vej

En vejtunnel vil kunne etableres med to tunnelrør, som kræver en nominel indvendig diameter på 14,2 m. Dette svarer til tværsnit vurderet nødvendigt for Femern vejtunnel

5.3.9.5 Kombineret vej og bane

En jernbanetunnel med 2 spor vil blive etableret i et separat tunnelrør og antages her at kræve en nominel indvendig diameter på 15,2 m. Dette svarer til tværsnit vurderet nødvendigt for Femern jernbanetunnel

5.3.9.6 Tunnelportaler

Der henvises til afsnit 5.3.10 hvad angår størrelsen på portalanlæggene. Tunnelportalen vil være rykket et væsentligt stykke væk fra kysten for at sikre tilstrækkeligt jorddække over den borede tunnelstrækning i sammenligning med Sænketunnel løsninger.

5.3.10 Cut & cover tunnel og portalbygninger

5.3.10.1 Metoden

Cut- and covermetoden er karakteriseret ved, at tunnelen støbes på stedet enten i en åben udgravning, hvorefter der tilbagefyldes med jord eller imellem afstivende vægge i form af spuns, sekantpæle eller slidsevægge. Alternativt kan bygges med åben udgravning, men dette kræver en yderlige kontrol med grundvand.

På Kattegat projektet forventes cut & covermetoden brugt ved overgangen mellem vej i terræn og enten sænketunnel eller boret tunnel. Sammen med denne overgangstunnel anlægges også portalbygningerne som indeholder de nødvendige installationer og personalefaciliteter til drift af tunnelen.

Der er på nuværende projektstade ikke foretaget nogen vurdering af behovet for grundvandssænkningsanlæg i og med, at der er et større antal placeringer som fortsat er i spil. Behovet vil afhænge af permeabiliteten af undergrunden hvor der skal etableres cut & cover tunnel, dybden af udgravningen samt afstanden fra kysten. Dette kan undersøges nærmere i en senere fase af projektet.

Et eksempel på udførelsen er vist på Figur 5-63. Da der ikke forventes anlæg i direkte nærhed til sætningsfølsomme bygninger og områder i øvrigt vil det primære fokus i anlægsperioden være at sikre byggegruben.

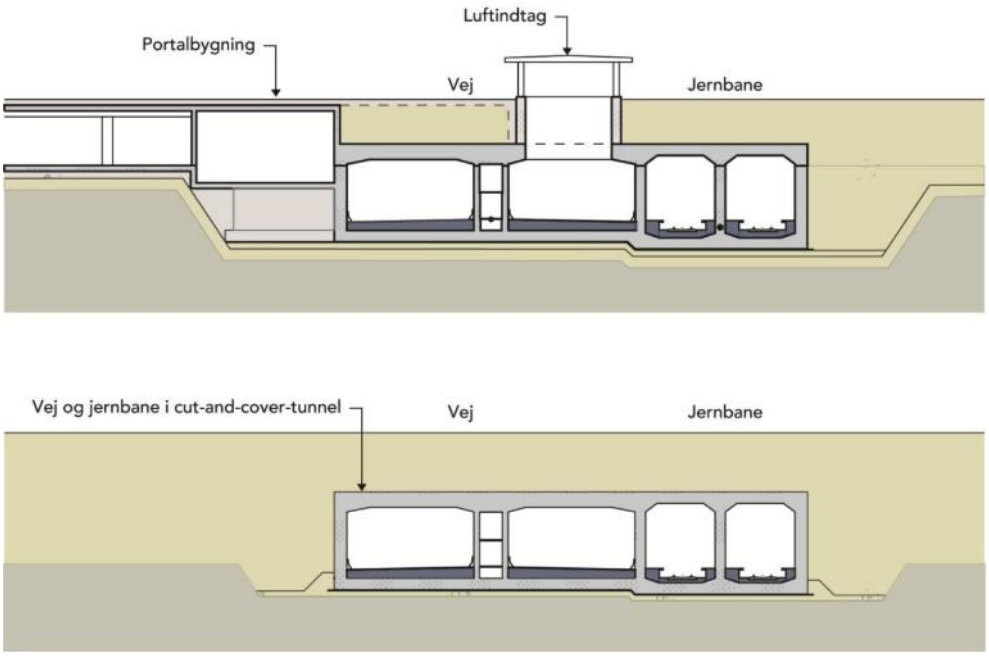
Anlæg forventes at blive etableret uden permanent grundvandssænkning (modsat Storebæltstunnelen).

Figur 5-63 Eksempel på anlæg af cut & cover tunnel (Kastrup, København)

I tilfælde af udgravning med frie skråninger vil der kunne opnås en væsentlig besparelse på op mod 30% af prisen på udgravning med støttevægge. Muligheden for dette vil blive vurderet i en kommende fase når antal mulige placeringer er indskrænket.

5.3.10.2 Tværsnit

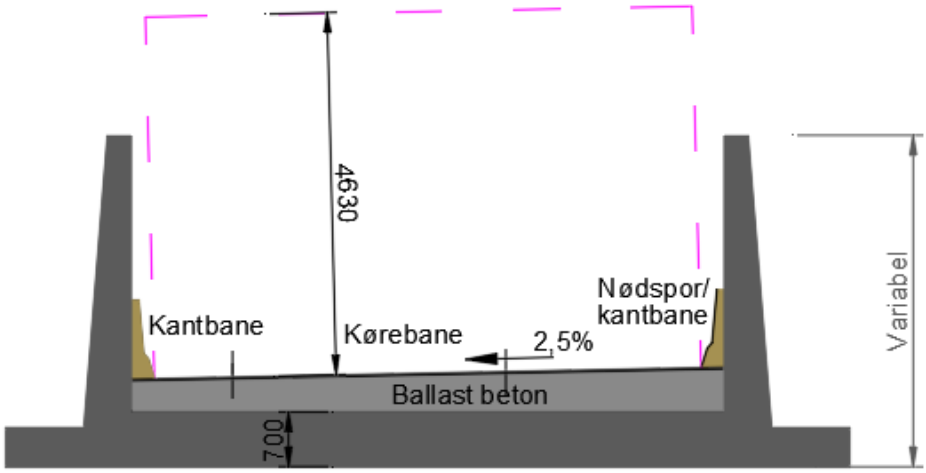
Cut & cover og portalbygning kan have et tværsnitsprofil som vist på Figur 5-64 nedenfor. Der er ikke et separat service galleri til installationer. Elinstallationer placeres i stedet udenfor tunnelprofilet på begge sider og afvanding lægges ned i kantbanen.



Figur 5-64 Cut & cover og Portalbygning (Eksempel fra Femern)

5.3.11 Trug

Som overgangskonstruktion mellem cut & cover tunnel og vej i terræn etableres en Trug konstruktion. Dette gøres på den del af strækningen hvor der ikke er behov for en tagkonstruktion, men dog stadig er jord og grundvandtryk på bund og vægge. Her udføres rampen som et betontrug med lukket bund og sider.



Figur 5-65 Trug profil (eksempel fra Østlig Ringvej)

5.3.11.1 Tærskelniveau mod stormflod og ekstremt regnskyl

For sikring mod oversvømmelse fra stormflod og ekstremt regnskyl er det nødvendigt at føre trugkonstruktionen på til et niveau hvor vand ikke kan løbe ned i tunnelen. Dette niveau vil være afhængigt af de lokale forhold omkring enden af trugkonstruktionen, i form af omkringliggende landskab og nærhed til havniveau.

5.3.12 Vandbygningskonstruktioner

Der er behov for vandbygningskonstruktioner, som følger:

- Kunstig ø ved overgang fra tunnel til bro;
- Kunstigt rev til beskyttelse af broer mod skibsstød i KKØ-korridorer;
- Tunnelbeskyttelse af sænketunnel mod skibsstød på lavt vand;
- Tunneldæmning for KKØ-2, hvor del af tunnel er over havbund på dybeste sted.

Løsninger for kunstig ø og kunstigt rev er rapporteret i særskilt fagnotat A126115-2-03 og sammenfattet herunder. Øvrige to typer vandbygningskonstruktioner er ikke behandlet i nuværende fase, men prisoverslag er baseret på genbrug af kunstig ø og kunstigt rev.

Der ikke er vurderet miljøkonsekvenser af de foreslåede løsninger i nuværende fase. Det anbefales at udføre sådanne vurderinger i næste fase af forundersøgelserne.

5.3.12.1 Kunstig ø

Der er tale om to forskellige foreløbige lokaliteter til placeringen af øen afhængig af korridorer. Øen har ca. den samme udformning uanset dennes placering, mens der på grund af lidt forskellig udsathed for bølgepåvirkning er tale om forskellige krav til stenstørrelse og kronekote på øen.

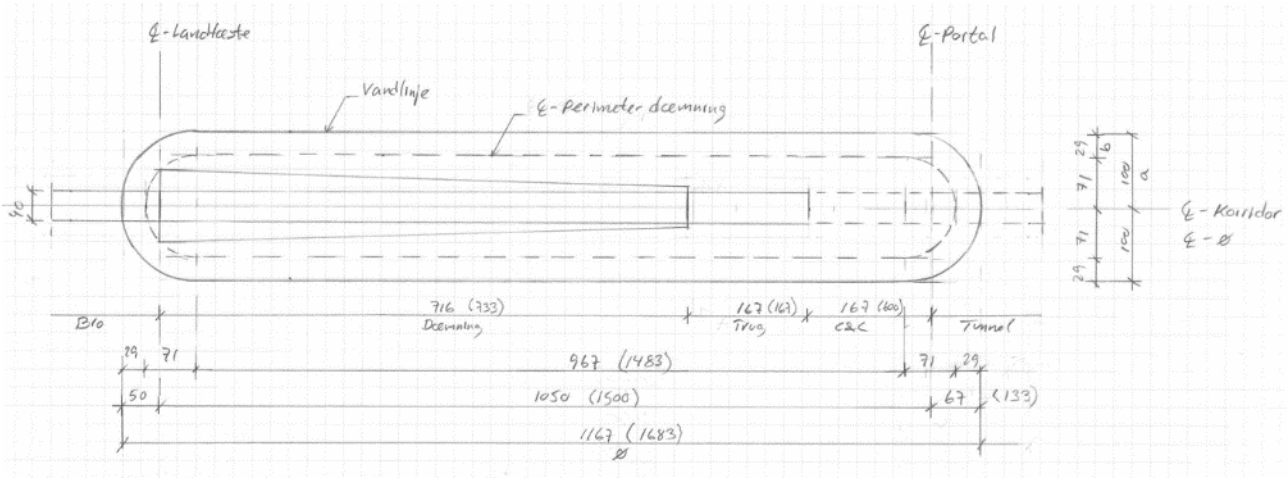
Følgende er antaget:

- Længden af øen er bestemt ud fra den maksimale stigning af vej/bane.
- For en foreløbig vurdering er det antaget, at dybden er 15 m alle steder, hvor dæmningen/perimeterkonstruktionen rundt om øerne skal udføres. Da øen er beliggende på relativt højtliggende havbund, vil dybden i de fleste sektioner være bygget på hældende havbund. I denne foreløbige analyse er der antaget flad bund i kote -15 m.
- Det er her antaget, at havbunden alle steder består af jordarter, som har en tilstrækkelig bæreevne til dæmningen. Hvis det viser sig ikke at være tilfældet, kan bundudskiftning eller anden forstærkning af havbunden komme på tale.
- Det vides ikke p.t., i hvilket omfang materiale fra tunnelen kan benyttes som fyld i dæmningerne. Derfor er det antaget, at der benyttes sandfyld som kerne og tunnelmateriale bagved som vist nedenfor i Figur 5-67.
- Det vides ikke om tunnelfylden vil have en tilstrækkelig permeabilitet til at det kan undgås at sikre med en spunsvæg hele vejen rundt i øernes kerne. Der er derfor forudsat en spuns til sikring af lav vandgennemstrømning.

Der er på dette grundlag udarbejdet et typisk profil for dæmningen/perimeterkonstruktionen. Der er til dette profil valgt en design bølgehøjde på, H_s = 4,3 m og en kronekote for stenkonstruktionen på +6,0 m, hvor der er en beton-servicevej med en bredde på 5,0 m og en lagtykkelse på 0,2 m. Denne er tilsvarende en servicevej netop anlagt på Sprogø. Hældningen af dæklaget varierer fra 1:2 til 1:2,5 op til kote +2,0 m, og 1:5 mellem kote +2,0 og kote +6,0 m. Bagved servicevejen er der opbygget et jorddige med græs/vegetation op til kote +8,0 m. Det viste profil er foreløbigt og udarbejdet for at kunne udtage mængder. Det vil være nødvendigt for verifikation, at der udføres modelforsøg med typiske profiler. Det kan ikke udelukkes, at fordelingen af stengraderinger bliver ændret, og måske det på nogle strækninger bliver nødvendigt med stenbeskyttelse bag servicevejen og op ad jorddiget.

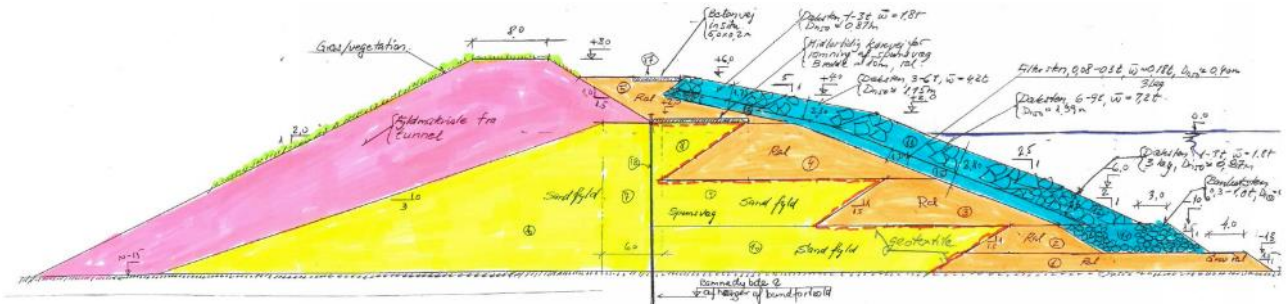
Designgrundlaget er en 100 års storm med hensyn til vandstand og bølgeforhold og med den forventede havvandstandsstigning i år 2150. Der vil være begrænset/acceptabel beskadigelse på dæklag af sten, mens bølgeoverskyl vil være begrænset til noget "spray". Ved fastlæggelsen af kronekoten og det tilhørende kriterium for acceptabelt bølgeoverskyl bør den samlede mængde overskyllende vand sammenlignes med et design-regnskyl, da det indre af øen og tunnelen vil blive forsynet med dræning.

Plan af kunstig ø for sænketunnel til bro er vist i Figur 5-66. Dimensioner i parentes er for boret tunnel til bro. Bredden af øen er sat til 200 m ved vandlinje svarende til Peberholm.



Figur 5-66 Kunstig ø, plan

Tværsnit af perimeterdæmning, som løber hele vejen rundt om øen, er vist i Figur 5-67. Centerlinje af perimeterdæmning er beliggende ved spunsvæg.



Figur 5-67 Kunstig ø, tværsnit af perimeter dæmning

5.3.12.2 Kunstigt rev

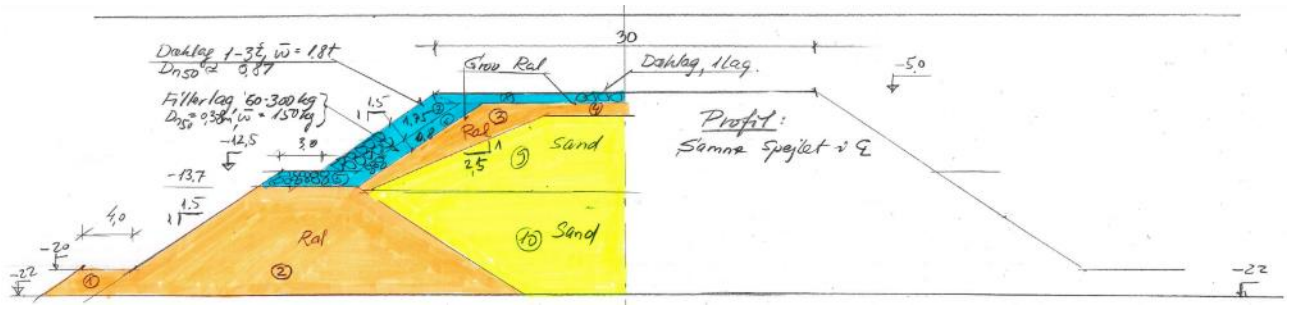
Der er foretaget vurdering af bygning af undersøisk rev til afvisning af skibe, der er kommet uden for den normale vandvej/sejlrute. Følgende er antaget:

- Dybden er i middel 22 m.
- Bredden af revet er 30 m i kote -5,0 m.

Materialerne er primært sand og ral med en ydre beskyttelse over kote ca. -13,7 m med dæksten og filterlag. Dækstene er vist for en designbølge på H_s = 4,3 m, T_p = 9 s og en vandstand på 0,0 m. Der er benyttet to lag dæksten på siderne og et lag på toppen. De største dæksten er vurderet til 1-3 t for de givne bølgeforhold og en undersøisk konstruktion.

Det er antaget, at konstruktionen kan bygges direkte på den eksisterende havbund. Hvis de geotekniske forhold ikke tillader dette, vil det komme på tale at foretage en udskiftning af havbundsediment eller på anden vis lave en forstærkning af havbunden.

Tværsnit af kunstigt rev er vist i Figur 5-68. Rev er symmetrisk om centerlinje.

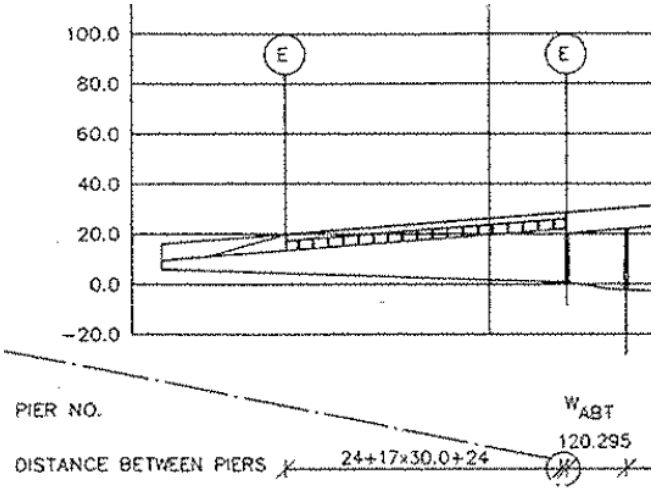


Figur 5-68 Kunstigt rev, tværsnit

5.3.13 Udfletningsanlæg imellem bane og vej på land

For broløsninger med trafik i to etager skal der laves udfletningsanlæg for at separere vej og jernbane fra fælles niveau i land til to niveauer på bro. Dette antaget gjort med en betonbro løsning som på Peberholm, se Figur 5-69 og Figur 5-70.

Figur 5-69 Udfletningsanlæg luftfoto (eksempel fra Øresund Peberholm)



Figur 5-70 Udfletningsanlæg opstalt (eksempel fra Øresund Peberholm)

5.4 Sammendrag af geologisk og geoteknisk screening

Som en del af de indledende linjeføringsovervejelser er der udført en geologisk og geoteknisk screening af et område, som dækker dele af Røsnæs og Asnæs, Samsø, det østligste Jylland samt de mellemliggende havområder i Kattegat. Screeningen er baseret på boringsinformationer, kortmateriale og litteraturstudier. Bearbejdningen af de indsamlede data har resulteret i en række kortbilag og beskrivelser af området, der danner basis for en indledende vurdering af funderingsforholdende for en Kattegatforbindelse.

Formålet med den geologiske og geotekniske screening er at undersøge funderingsforholdene for en Kattegatforbindelse fra Sjælland via Samsø til Jylland.

Screeningen er afrapporteret i et særskilt fagnotat A126115-3-01.

5.4.1 Resumé

Den geologiske og geotekniske screening har ikke afsløret forhold som taler for at til- eller fravælge bestemte korridorer. Der må i forskellige områder forventes udskiftning af blød bund i varierende tykkelse, og der vil også kunne være behov for pælefundering af bygværker nogle steder; men dette er på det foreliggende datagrundlag ikke fundet mere udtalt i nogle korridorer frem for andre. Prækvartære aflejringer (det vil sige plastisk ler som erfaringsmæssigt kan være problematiske med hensyn til sætninger og svelning i forbindelse med be- og aflastning) kan forventes at blive truffet over det meste af korridoren. I nogle områder i meget stor dybde, i andre områder tæt på eksisterende terrænniveau. Prækvartære aflejringer må forventes at optræde i større eller mindre flager i de overliggende kvartære aflejringer, og disse lag kan have betydelig indflydelse på styrke- og deformationsegenskaber for de enkelte områder. Datagrundlaget er dog på nuværende tidspunkt ikke stort nok til at kunne udpege områder med prækvartære flager specifikt, hvilket kræver yderligere geotekniske – og evt. geofysiske – undersøgelser.

5.4.2 Jordartskort

Jordartskortet i den udførte geologiske og geotekniske screening viser tolkede geologiske jordlag i dybden 1 m under terræn. Kortet er et resultat af en systematisk geologisk kortlægning, indsamlet ved feltarbejde, hvor jordprøver er taget med 100-200 meters mellemrum med et håndspyd i 1 meters dybde. Det vil sige lige under pløjelag og jordbundsudviklingen.

5.4.2.1 Røsnæs og Asnæs

Jordartskortet viser en dominans af overfladenære aflejringer bestående af moræneler. Dog findes mindre, spredte områder bestående af ferskvandstørv. Blødbundslag som tørv og gytje kan forventes i de tidligere dødishuller, søer og moseområder, der fremgår af historiske målebordsblade og det geomorfologiske kort. Tykkelsen af blødbundslagene kan variere betydeligt, og kan ikke vurderes ud fra jordartskortet.

I de sydlige og vestlige dele af Røsnæs domineres de overfladenære lag af smeltevandssand med lokale forekomster af smeltevandsgrus. Længere mod øst, sydvest for Saltbæk Vig, findes et større, sammenhængende område af ferskvandstørv med indslag af saltvandsgrus. Langs den nordlige og sydlige kyststrækning af Røsnæs findes strandvolde af saltvandsgrus og -sten.

På Asnæs kan der forventes moræneler som overfladenær jordart over det meste af halvøen. Dette gælder med undtagelse af de vestligste dele, hvor smeltevandssand også træffes terrænnært.

5.4.2.2 Samsø

Korridoren over Samsø domineres af overfladenære aflejringer af moræneler langs den østligste halvdel. Lokalt findes områder med postglacial ferskvandsgytje og tørv. I de østligste, kystnære områder kan der også findes postglacialt saltvandsler og ferskvandstørv.

Langs korridorens vestlige halvdel over Samsø kan forventes vekslende overfladenære aflejringer af senglacialt smeltevandssand og postglacial ferskvandstørv- og -gytje. Lokalt træffes der også glacial moræneler og smeltevandssand. Den vestligste og kystnære strækning på Samsø ligger i et større område af postglacial ferskvandstørv.

5.4.2.3 Jylland

I størstedelen af området kan der forventes terrænnære aflejringer af moræneler. Lokalt findes terrænnært smeltevandssand og i tidligere dødisområder findes en del spredte forekomster af særligt postglacial gytje og tørv. De øvre dele af den tidligere smeltevandsdal, som går i en bue fra Norsminde (tidligere Kysing) Fjord og ind mod Odder, er opfyldt med marine og ferskvandsaflejringer af tørv, gytje, ler og sand. Blødbundsaflejringer træffes også langs et langstrakt område af Århus Ådal ved Hørning i den nordlige del af korridoren.

6 Plan- og miljøforhold i projektområdet

Udvalgte plan- og miljøforhold er kortlagt i projektområdet (se Bilag 6-1 – 6-31), og beskrivelser af plan- og miljøforhold inden for de foreløbige korridorer er beskrevet nedenfor. Beskrivelserne er opdelt i afsnit på det marine område og på land.

Samtlige natur- og miljøforhold, herunder Natura 2000 skal vurderes nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at vurdere, hvorvidt der vil være en påvirkning af de beskrevne forhold.

Natura 2000-områder er udelukkende beskrevet, hvor der ligger hele eller dele af Natura 2000-områder i projektområdet og undtagelsesvist i korridorer. Her er områdernes udpegningsgrundlag beskrevet og – hvor foreløbige kortlægninger er tilgængelige – vist på kort.

6.1 Det marine område

6.1.1 Screeningsmetode

I det følgende beskrives marine plan-og miljøforhold, der er udvalgte i forhold til valg af korridorer til søs, og som omfatter:

- Natura 2000-områder
- Vildtreservater
- Råstofområder
- Militære skydeområder
- Øvrige miljøforhold herunder
  - Stenrev udenfor Natura 2000-områder
  - Marinarkæologiske fundsteder
  - Kendte levesteder for marine bilag IV-arter
  - Trækruter for fugle.

6.1.2 Natura 2000-områder

6.1.2.1 Natura 2000-direktiverne

Natura 2000 er betegnelsen for et sammenhængende netværk af beskyttede naturområder i EU, udpeget på grundlag af bestemmelser i de to EU-direktiver, Habitatdirektivet[2] og Fuglebeskyttelsesdirektivet[3] (Rådets direktiv nr. 79/409). Områderne er udpegede til at bevare og beskytte naturtyper og vilde dyre- og plantearter, som er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene.

Natura 2000-planlægningen reguleres efter følgende love og bekendtgørelser:

- Miljømålsloven[4], der fastsætter rammerne for planlægning indenfor de udpegede internationale naturbeskyttelsesområder. Det er i Miljømålsloven bestemt, at staten skal udarbejde Natura 2000-planer og tilhørende basisanalyser. Det er i disse planer Natura 2000-områdernes bevaringsmålsætninger er fastlagt. Det er ligeledes bestemt, at kommunerne på baggrund af statens Natura 2000-planer skal udarbejde tilhørende handleplaner med henblik på at opnå en gunstig bevaringsstatus for områdernes udpegningsgrundlag.
- Habitatbekendtgørelsen[5], der bl.a. fastlægger, at der ikke må gives tilladelse til projekter og aktiviteter, der kan medføre væsentlige negative påvirkninger af Natura 2000-området og de naturtyper og arter som udgør grundlaget for områdets udpegning (arter og naturtyper opført på habitatdirektivets bilag I og II) samt de udpegede arter og naturtypers bevaringsmålsætninger.

Miljøstyrelsen har d. 17. oktober 2019 sendt forslag til udpegningsgrundlag for de danske habitat- og fuglebeskyttelsesområder i offentlig høring til d. 15. november 2019. Natura 2000-områdernes udpegningsgrundlag opdateres hvert 6. år forud for en ny planperiode. Udpegningsgrundlagene blev senest opdateret i 2012. I det udsendte høringsmateriale fremgår det, i hvilke habitat- og fuglebeskyttelsesområder der er tilføjet eller fjernet habitatnaturtyper og arter. Udpegningsgrundlaget skal også opdateres i forhold til afgrænsningen af områderne, men det forventes først at ske i 2020, når kortlægningen af områderne er afsluttet i 2019. Det reviderede udpegningsgrundlag vil danne grundlag for vurderingerne, men da de endnu ikke er vedtaget ved udarbejdelsen af nærværende rapport, vil både det reviderede og det eksisterende udpegningsgrundlag fremgå af beskrivelserne af det enkelte Natura 2000-område.

---

2 Rådets direktiv 92/43/EØF om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter med senere ændringer

3 Rådets direktiv nr. 79/409 af 2. april 1979, om beskyttelse af vilde fugle med senere ændringer

4 Lovbekendtgørelse nr. 119 af 26/01/2017 om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder (Miljømålsloven)

5 Bekendtgørelse nr. 1595 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter

6.1.2.2 Natura 2000-områder i projektområdet

I projektområdet er der fem Natura 2000-områder, der omfatter marine områder (Figur 6-1):

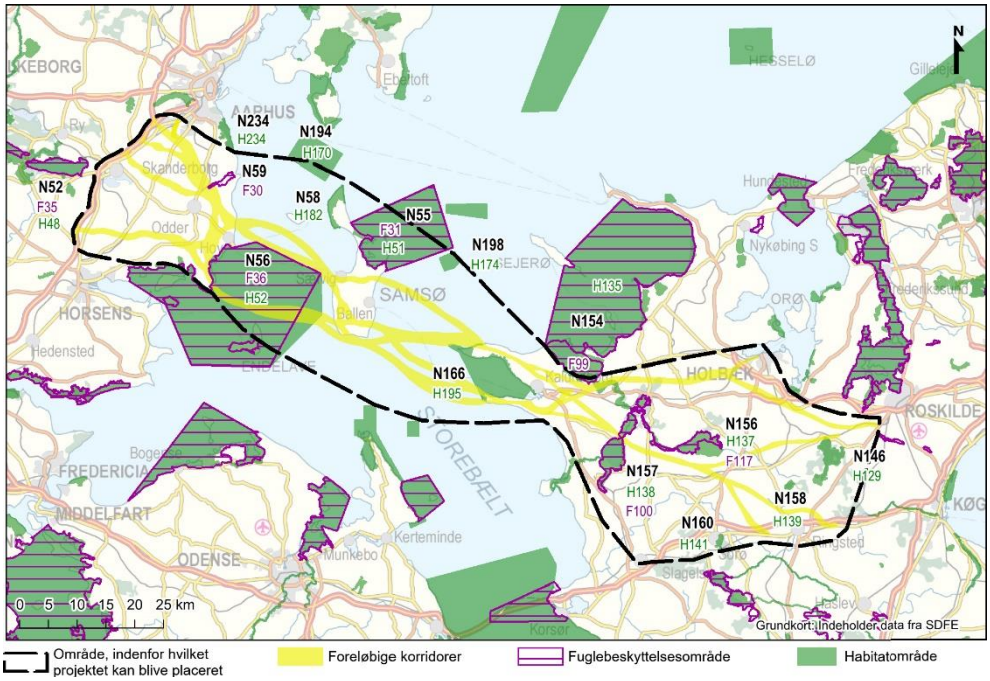
- Natura 2000-område N166. Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord
- Natura 2000-område N198. Hatter Barn
- Natura 2000-område N55. Stavns Fjord, Samsø Øster flak og Nordby Hede
- Natura 2000-område N194. Mejl Flak
- Natura 2000-område N56. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave.

På det nuværende grundlag kan man ikke udelukke en væsentlig påvirkning på udpegningsgrundlaget i Natura 2000-områder i projektområdet, særligt ikke på Natura 2000-områder, hvor der er foreslået korridorer igennem. COWIs vurdering er, at risikoen for en væsentlig påvirkning eller en skade på udpegningsgrundlag i Natura 2000-områder udenfor projektområdet er relativt lille og forventes at kunne undgås. Risikoen for en væsentlig påvirkning på et Natura 2000-område er umiddelbart større, hvor korridoren går direkte igennem området, end hvor den ligger uden for. Risikoen for eventuelle skader, hvor korridoren er placeret i et Natura 2000-område, kan søges minimeret ved at bygge passende afværgeforanstaltninger ind i projektet.

Korridorer gennem Natura 2000-områder er derfor ikke på nuværende grundlag blevet udelukket, hvis de har andre fordele, f.eks. fordi de medfører en mindre arealmæssig påvirkning af Samsø. Korridorerne gennem Natura 2000-områderne til havs, inklusive ilandsætningspunkterne (0,5 km ind på land), er udvalgt således, at de ikke berører prioriterede naturtyper, eller de prioriterede naturtyper kun dækker en mindre del (mindre end en tredjedel) af linjeføringskorridorens krydsning med habitatområdet, hvorfor det antages, at der ved senere feltundersøgelser kan findes mulighed for placering af en linjeføring på strækningen, som ikke medfører en påvirkning af prioriterede naturtyper. De ikke-prioriterede naturtyper må derudover ikke berøres af korridorerne i betydeligt omfang.

Hvorvidt væsentlige påvirkninger på områdernes udpegningsgrundlag knyttet til de foreløbige korridorvalg kan undgås, kan først endeligt vurderes, når der er taget stilling til anlægsmetode og anlægstype, og når detaljeringsgraden af projektet og den biologiske viden om områdernes aktuelle status er tilstrækkelig til at danne baggrund for en forudgående screening eller egentlig konsekvensvurdering af projektet, som lever op til habitatreglernes krav.

Der skal ligeledes i de senere faser af projektet foretages forudgående screeninger for eventuelle væsentlige påvirkninger af Natura 2000-områder beliggende uden for projektområdet. Habitatreglerne stiller krav om konsekvensvurdering af projektets virkninger på alle Natura 2000-områder, hvor en projektpåført skade ikke kan udelukkes.



Figur 6-1 *Projektområdet og foreløbige korridorer i relation til beliggenheden af Natura 2000-områder.*

6.1.2.3 Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord

Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord omfatter Habitatområde H195. Natura 2000-området har et areal på 5.664 ha, hvoraf 94% er havområde og 9% land (Naturstyrelsen 2016a).

6.1.2.3.1 Marint udpegningsgrundlag for habitatområde H195

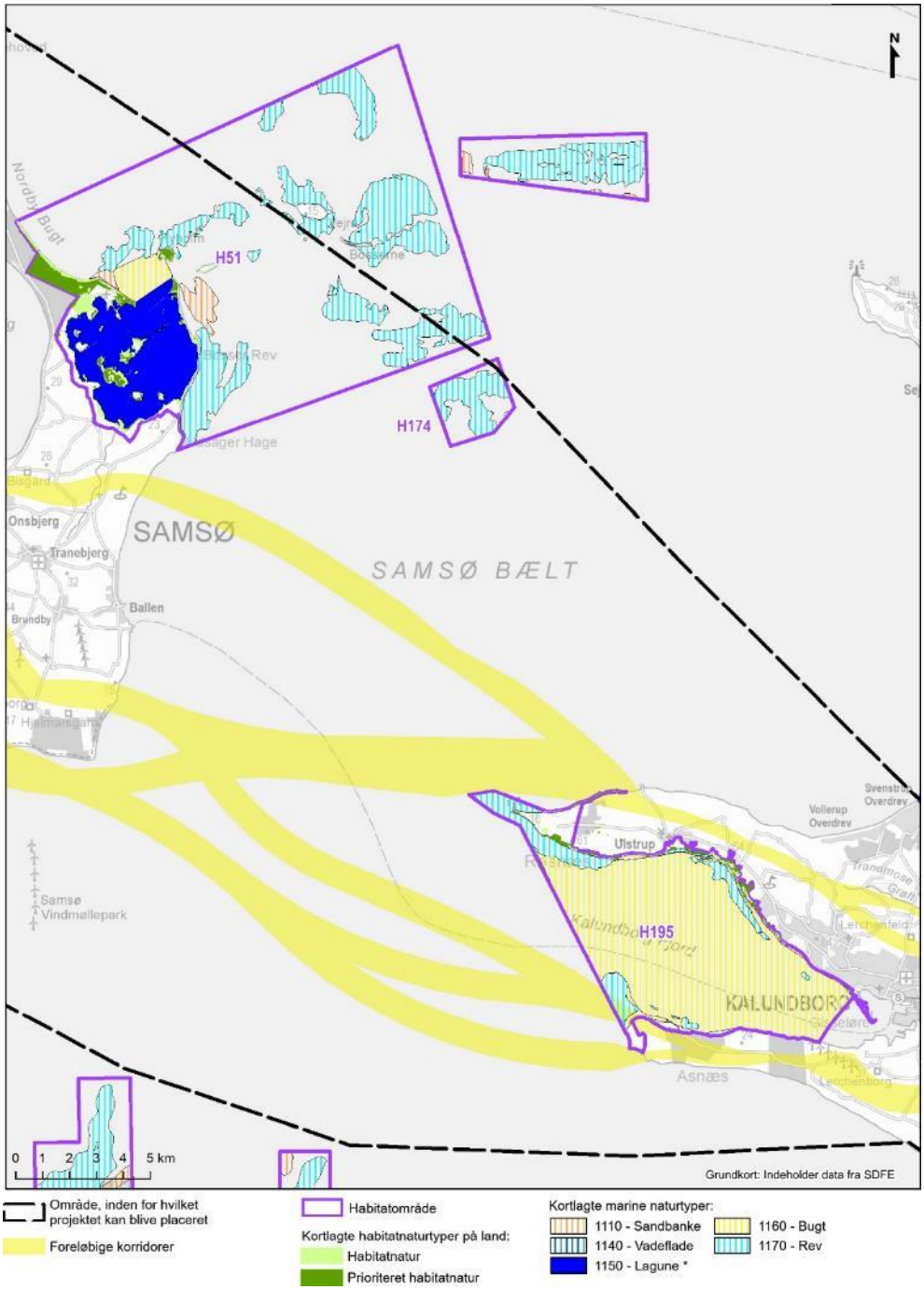
Følgende marine habitatnaturtyper og arter indgår i udpegningsgrundlaget for habitatområde H195 (Naturstyrelsen 2014):

- 1160 Lavvandede bugter og vige
- 1170 Rev
- 1351 Marsvin
- 1365 Spættet sæl.

Udbredelsen af kortlagte marine habitatnaturtyper i Habitatområde H52 er vist på Figur 6-2, mens Tabel 6-1 og Tabel 6-2 giver hhv. en karakteristik af de marine habitatnaturtyper og forekomst og biologi af marine arter på udpegningsgrundlaget.

Tabel 6-1 Karakteristik af marine habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for habitatområde H195 (Miljøstyrelsen 2016, Naturstyrelsen 2014).

Karakteristik af habitatnaturtyperne på udpegningsgrundlaget
1160 Lavvandede bugter og vige Denne habitatnaturtype udgør 4657 ha. Miljøstyrelsen definerer naturtypen som: *"Store indskæringer i kysten, hvor påvirkningen af ferskvand fra vandløb er begrænset i modsætning til naturtypen flodmundinger".* Området er afskærmet fra kraftig bølgepåvirkning og kan indeholde forskellige bundtyper og være bevokset med ålegræs, vandaks og andre marine blomsterplanter.
1170 Rev Habitatnaturtypen rev omfatter stenrev og biogene rev. Der er i Habitatområde H195 kortlagt 618 ha stenrev og 14 ha biogene rev. ***Stenrev*** Områdets stenrev ligger langs kysterne særligt ud mod fjordens udmunding på vanddybder mellem 0-6 m. Stenrev er en forholdsvis sjælden naturtype og udgør en meget lille del af det samlede havbundsareal i danske farvande. De er meget artsrige. Stenene er bevoksede med tangskove med et væld af forskellige arter af alger og en rig fauna af hvirvelløse dyr og fisk. Algebevoksningen i området dækker 80-100% af stenene og består af buskformede rødalger, gaffeltang, klørtang, blodrød-ribbeblad, samt brunalgerne sukkertang og fingertang. Revene er vigtige som gyde- og opvækstpladser for en lang række fisk, herunder kommercielt vigtige arter. På- og mellem tangplanternes blade lever der myriader af små snegle og krebsdyr (som f.eks. tanglopper, tanglus og pungrejer), der udgør det primære fødegrundlag den rige fiskefauna. Fiskefaunaen omfatter dels arter, der er permanent tilknyttet vegetationen på revene, dels arter, der udnytter revene som gyde- og opvækstplads, men som opholder sig udenfor revene som voksne. Af arter der permanent er tilknyttet stenrev kan nævnes: Ål, ålekvabbe tangspræl, tangnål, snippe, næbsnog, tangsnarre, havkarusse, savgylte, ringbug. toplettet kutling og ulk. Revene er også gyde- og opvækst plads for hornfisk og stenbider, der som voksne kun opsøger stenrevene for at gyde. Disse arter har klæbrige æg, der afsættes på vegetationen. Stenbideren gyder i februar – maj og hornfisken i maj-juni. Desuden, er revene vigtige opvækstpladser for ynglen af torsk og sild. ***Biogene rev*** De 14 ha biogene rev består af blåmuslinger som dækker mellem 20-70% af bunden. De ligger på sandbund eller en stenet bund. Visse af muslingerne er bevokset med buskformede rødalger. Den øvrige fauna består af søstjerner og kutlinger.



Figur 6-2 *Udbredelsen af kortlagte habitatnaturtyper i habitatområderne H195, H174 og H51. Potentielle korridorer er også vist.*

Tabel 6-2 Forekomst og biologi af marine arter på udpegningsgrundlaget for habitatområde H195 (Naturstyrelsen 2014, Naturhistorisk museum 2018a. Svegaard m.fl. 2018, Baagøe & Jensen 2007).

Marine arter på udpegningsgrundlaget
1351 Marsvin
Marsvin er den mest udbredte hval i indre danske farvande, og den eneste hvalart som yngler i Danmark. Der optræder regelmæssigt marsvin i Kalundborg Fjord, især i perioden oktober til januar. Marsvinene tilhører Bælthavs-populationen. Samsø Bælt er et kerneområde for denne population. Marsvinet lever af fisk herunder især sild, brisling og torsk, Desuden tager det blæksprutter. Marsvinet orienterer sig og lokaliserer byttedyr ved hjælp af ultralyd. Det er ikke, fordi marsvinets syn er dårligt, men synsvidden under vand er ofte stærkt begrænset. Marsvinet udsender korte, højfrekvente klik-lyde, og registrerer det ekko, der kastes tilbage, når lydbølgerne rammer en genstand, hvorved den på lang afstand og udenfor synsvidde kan identificere f.eks. en fisk eller en genstand, den kan kollidere med. Parringen forgår i perioden juli-august og fødslen sker efter 11 måneders drægtighed. Ungen dier hos moderen i 5 måneder og lever herefter udelukkende af voksenføde.
1365 Spættet sæl
Spættet sæl forekommer i alle danske farvande og ses ofte i havområdet omkring Røsnæs. Den er en udpræget kystnær art, som er afhængig af at kunne komme på land for at yngle og for at hvile. Sælerne har typisk deres hvilepladser på uforstyrrede småøer og rev. Spættet sæl lever fortrinsvis af fisk men tager også blæksprutter og krebsdyr. Når yngletiden nærmer sig, søger sælerne til uforstyrrede steder på småøer rev for at yngle i juni-juli måned og for at fælde sin pels i august-september måned. Der er ingen oplagte landgangspladser ved Røsnæs.

6.1.2.3.2 Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-område N166

Der er opstillet følgende målsætninger for den marine del af Natura 2000-området (Naturstyrelsen 2016a):

- Områdets marine del skal udvikles og fastholdes som et område med god vandkvalitet og en karakteristisk flora og fauna.
- Naturtyper og arter skal på sigt opnå en gunstig bevaringsstatus.

6.1.2.4 Natura 2000-område N198. Hatter Barn

Natura 2000-område N198 Hatter Barn omfatter habitatområde H174. Området ligger på 5-25 meters dybde mellem Samsø og Sejerø og har et samlet areal på 633 ha (Naturstyrelsen 2013a).

6.1.2.4.1 Udpegningsgrundlag for habitatområde H174

Udpegningsgrundlaget for habitatområde H174 er 1170 Rev. Beliggenheden af habitatområdet og habitatnaturtypens udbredelse fremgår af Figur 6-2. Tabel 6-3 giver en karakteristik habitatnaturtypen.

Tabel 6-3 Karakteristik af marine habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for habitatområde H174 (Naturstyrelsen 2013a).

Karakteristik af habitatnaturtyperne på udpegningsgrundlaget
1170 Rev Habitatnaturtypen rev omfatter stenrev og biogene rev. Der er i Habitatområde H174 kortlagt 351 ha stenrev og et enkelt biogent rev, med ikke angivet areal. Generelt karakteristik af stenrev er beskrevet i Tabel 6-1. I det følgende beskrives specifikke forhold på revene i Habitatområde H174. ***Stenrev*** Stenrevet udgør over halvdelen af områdets samlede areal. Revet er dækket af en frodig flerlaget algevegetation med mange arter og høj dækningsgrad. Der findes en tæt vækst af brunalgen fingertang. Sukkertang findes også men i mindre mængde. Mellem og delvist under brunalgerne findes en veludviklet flerlaget rødalgevegetation bestående af bugtet ribbeblad, fliget rødblad, kilerødblad, blodrød-ribbeblad og juletræsalge. Den trådformede art almindelig klotang forekommer oftest i en moderat omfang epifytisk i det øverste vegetationslag. ***Biogent rev*** Det biogene rev består af en tæt dækning af blåmuslinger, der er tilstrækkeligt stabilt til at danne substrat for makroalger. Det biogene rev ligger på ca. 9 m dybde. Vegetationen består primært af røde buske (klotang og ledtang) samt lidt bugtet ribbeblad og lærkealge. Der er enkelte store brunalger af arten sukkertang. Almindelig søstjerne, der fouragerer på muslingerne, er udover blåmuslingerne den primære fauna, derudover ses få taskekrabber og dyriske svampe.

6.1.2.4.2 Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-område N198

Der er opstillet følgende målsætninger for Natura 2000-området (Naturstyrelsen 2016b):

- Områdets naturtyper sikres artsrige plante- og dyreliv med forekomst af udpegningsgrundlagets karakteristiske arter. Naturtyperne skal sikres gunstig bevaringsstatus. Den økologiske integritet sikres derudover af god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.
- For de marine naturtyper er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden stabiliseres eller forbedres.
- Det samlede areal af naturtypen skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.

6.1.2.5 Natura 2000-område N55 Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede

Natura 2000-område N55 Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede omfatter habitatområde H51 og fuglebeskyttelsesområde F31 (Naturstyrelsen 2013b). Området har et areal på 15.663 ha, hvoraf over 95% udgøres af hav. Området er karakteriseret ved en varieret kystnatur, der både omfatter beskyttede kyster med strandeng og strandoverdrev såvel som bølgeeksponerede kyster med strandvolde, kystskrænter og klitnatur. Stavns Fjord er en stor lavvandet kystlagune, mens havet øst for med dele af Nordby Bugt og Lindholm Dyb også indeholder rev og sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand. Området indeholder flere rævefrie øer, der rummer egnede ynglelokaliteter for terner og klyder.

6.1.2.5.1 Marint udpegningsgrundlag for habitatområde H51

Følgende marine habitater og arter indgår i udpegningsgrundlaget for habitatområde H51:

- 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand
- 1150* Kystlaguner og strandsøer (prioriteret naturtype)
- 1160 Lavvandede bugter og vige
- 1170 Rev
- 1364 Gråsæl
- 1365 Spættet sæl.

Udbredelsen af kortlagte marine habitatnaturtyper i habitatområde H51 er vist på Figur 6-2. Tabel 6-4 og Tabel 6-5 giver en karakteristik af marine habitatnaturtyper samt forekomst og biologi af marine arter på udpegningsgrundlaget.

Tabel 6-4 *Karakteristik af marine habitatnaturtyper og forekomst og biologi af marine arter på udpegningsgrundlaget for habitatområde H51 (Miljøstyrelsen 2016, Naturstyrelsen 2013b)*

Karakteristik af habitatnaturtyperne
1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand Der findes to områder med sandbanker med et samlet areal på 81 ha i området. Begge sandbankerne ligger kystnært på lavt vand. Miljøstyrelsen definerer naturtypen, som *"Topografiske elementer i havet i form af op-ragende eller forhøjede dele af havbunden, som hovedsageligt er omgivet af dybere vand, hvis top er dækket af vanddybder på op-til 20 meter, og som ikke blottes ved lavvande. De består hovedsageligt af sandede se-dimenter, men andre kornstørrelser i form af mudder grus eller store sten kan også være tilstede på en sandbanke"*. Sandbunden er levested for bundfaunaorganismer, der for de flestes vedkommende lever nedgravet i sandet. Bundfaunaen på sandbunden i projektområdet kan karakteriseres som et "Fjordsamfund" med følgende karakterarter: Hvid pebermusling, hampefrø musling, knivmusling og kambørsteorm. Sandbunden er et vigtigt levested for fladfisk som skrubbe, rødspætte og pighvar. På det lave vand er sandbanker vigtige opvækstpladser for ynglen af fladfisk. Sandbanker er for det meste uden bevoksning, men kan være bevokset med ålegræs. Den ene af de to sandbanker er således bevokset med ålegræs med en dækningsgrad på 40%. Ålegræsenge spiller en nøglerolle i kystvandenes økologi. Biodiversiteten er høj, og de er vigtige levesteder for mange af de samme arter af fisk, som er beskrevet nedenfor for stenrevene. Ålegræsset skaber også et naturligt kystværn, fordi de dæmper bølgeslagets erosion af kysten.
1150* Kystlaguner og strandsøer (prioriteret naturtype) Hele den 1568 ha store delvist aflukkede Stavns Fjord er kortlagt som kystlagune. Miljøstyrelsen definerer naturtypen som *"Vandarealer ved kysten med mere eller mindre lavt vand af varierende saltholdighed, som er helt eller næsten helt adskilt fra havet af strandvoldsdannelser, strandeng, klitter, eller i sjældne tilfælde af klipper, så der fortsat er en vis vandudveksling med havet - evt. blot i form af tidvise oversvømmelser eller ved sivning gennem jordlag"*. Stavns Fjord er afskærmet fra det åbne hav af den lange odde, Besser Rev. De største områder er relativt lavvandede og har en udbredt bundvegetation domineret af havgræs. I den indre del af fjorden er der udbredte bestande af ålegræs på lidt dybere vand. Der findes to arter af kransnålalger, hvilket indikerer, at vandet er relativt rent med gode lysforhold ved bunden.

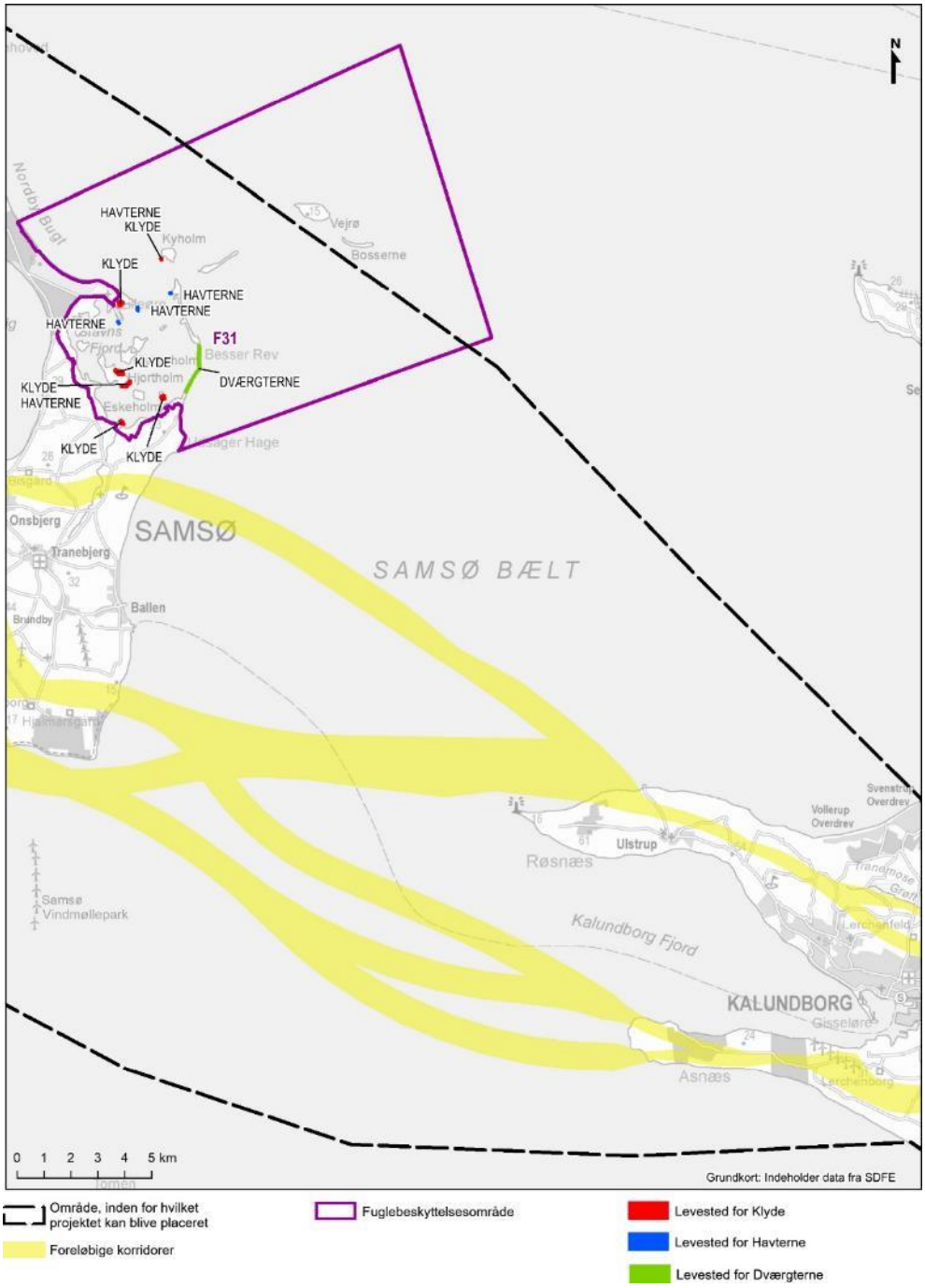
Tabel 6-5 Karakteristik af marine habitatnaturtyper og forekomst og biologi af marine arter på udpegningsgrundlaget for habitatområde H51 (Miljøstyrelsen 2016, Naturstyrelsen 2013b).

Karakteristik af habitatnaturtyperne
1160 Lavvandede bugter og vige Definitionen af denne habitatnaturtype er beskrevet i Tabel 6-1. Habitatnaturtypen findes i den relativt beskyttede indre del af havområdet i Nordby Bugt og udgør 254 ha af H51. Området er bevokset med en spredt bundvegetation af almindelige algearter og huser et veludviklet dyreliv med forekomst af muslinger, snegle og børsteorm, der udgør fødegrundlaget for rastende andefugle.
1170 Rev Der er kortlagt 3446 ha stenrev i området. Generel karakteristik af denne habitatnaturtypes er beskrevet i Tabel 6-1. Specifikt for revene i H51 gælder at stenene er dækket med optil 90% alger, som omfatter røde buskalger, ribbeblad og store brunalger herunder sukkertang, i visse områder ses savtang og skulpetang. Algerne er dækket af mosdyr. Der ses mange søstjerner mellem stenene og havkarusser, dyriske svampe, posthornsorm og tangsnarre.
Marine arter **1364 Gråsæl** Efter at gråsælen havde været udryddet i Danmark i ca. 100 år, er den i dag genindvandret flere steder, og forekommer nu regelmæssigt på lokaliteter i Kattegat, Østersøen og Vadehavet. Gråsælen knyttet til de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde og uforstyrrede yngle-/og hvilepladser. Gråsæl er meget fåtallig til stede i H51 med et maximal antal optalte dyr på 5 på Bosserne. Arten yngler formodentlig endnu ikke i området.
1365 Spættet sæl Spættet sæls biologi er beskrevet i Tabel 6-2. Spættet sæl findes fouragerende i hele havområdet i H51– undtaget den helt fladvandede, indre del af Stavns Fjord. Spættet sæl yngler og raster i stort tal på den lille ø, Bosserne i den østlige del af området. Øen er sælreservat med adgangsforbud.

6.1.2.5.2 Hav- og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F31

Følgende hav-og kystfugle indgår i udpegningsrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F 31: Skarv, sangsvane, edderfugl, sortand, fløjlsand, klyde, splitterne, havterne og dværgterne.

Figur 6-3 viser beliggenheden af fuglebeskyttelsesområdet samt yngleområder for terner og klyder. Tabel 6-6 og Tabel 6-7 beskriver disse arters biologi og forekomst i fuglebeskyttelsesområdet.



Figur 6-3 Fuglebeskyttelsesområde F31. Kattegat øst.

Tabel 6-6 Hav-og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F31. T: Trækkende fugle, Y: Ynglende fugle. (Referencer: Clausen m.fl. 2019, Miljøstyrelsen 2018, Naturstyrelsen 2013a).

Fuglenes biologi og forekomst indenfor Fuglebeskyttelsesområde F31
Skarv (TY) I F31 er skarv medtaget på udpegningsgrundlaget både som yngle- og som trækfugl. Den yngler i træer nær vandområder samt på jorden på beskyttede lokaliteter som småøer og rev. I F31 har skarven etableret en koloni på Yderste Holm, hvor den nu delvist ruger på jorden efter, at øens træer og buske er gået ud som følge af skarvernes aktivitet. Den lever især af fisk som ål, ålekvabbe, torsk og sild. Størstedelen af de danske skarver trækker til overvintring i Middelhavsområdet samt Nordafrika, men den optræder også som vintergæst nordfra. I perioden 2004- 2017 har antallet af observerede rastende skarver under DCEs årlige vintertællinger i F31 varieret mellem 4 og 904 individer, med over 100 individer de fleste år.
Sangsvane (T) Sangsvanen yngler i Island, Norge, Sverige, Finland Rusland og Sibirien. Danmark er sammen med Tyskland det vigtigste overvintringsområde for arten i Europa. Sangsvanerne fouragerede tidligere næsten udelukkende på bundplanter i fjord-og søområder, men er nu også skiftet til fouragering på enge og marker, hvor den æder græs eller vinterafgrøder som hvede og raps. I perioden 2004- 2017 har antallet af observerede rastende sangsvaner under DCE årlige vintertællinger i F31 varieret mellem 14 og 904 individer. Sangsvanen lever af vandplanter, græs og vinterafgrøder, f.eks. hvede og raps.
Edderfugl (T) Danske farvande er et vigtigt overvintringsområde for den Vesteuropæiske bestand af edderfugl, idet omkring 30% af bestanden overvintrer her. Når trækket kommer til Danmark for vinteren, kan den samlede vinterbestand komme op på 300-350.000 individer. Edderfuglene, der overvintrer i vores farvande, yngler fortrinsvis i den svenske og finske skærgård men også på holme og øer i de indre danske farvande, hvor der ikke findes rovdyr. Ynglebestanden i Danmark har været relativt stabil omkring 23.000-25.000 ynglepar i perioden 1990-2010 med Saltholm som artens vigtigste ynglelokalitet herhjemme. Edderfuglen yngler i kolonier, der typisk lagt i samme områder som sølvmågers kolonier. Sølvmåger er gode til at holde eventuelle rovdyr væk, men de kan dog også æde edderfugleæg. Edderfuglen er kønsmoden i en alder af 3-4 år, og parret holder gerne sammen for livet. Edderfuglens absolut foretrukne føde er blåmuslinger, men den æder også andre muslingearter, snegle, fisk, søstjerner og krebsdyr. Den søger som regel sin føde i lavvandede områder, men kan dykke ned til 20 meters dybde. I F31 raster et større antal edderfugle spredt over hele områdets havflade. Edderfugl yngler desuden talrigt på områdets holme, men arten er udelukkende på udpegningsgrundlaget for området som trækfugl. I perioden 2004- 2017 har antallet af observerede rastende edderfugle under DCEs årlige vintertællinger i F31 varieret mellem 100 og 2306 individer.

Tabel 6-7 Hav-og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F31. T: Trækkende fugle, Y: Ynglende fugle. (Referencer: Clausen m.fl. 2019, Miljøstyrelsen 2018a, Naturstyrelsen 2013a).

Fuglenes biologi og forekomst indenfor fuglebeskyttelsesområde F31
Sortand (T) Sortand yngler ikke i Danmark, men overvintrer i stort antal i danske farvande, som udgør det absolut vigtigste overvintringsområde for den vesteuropæiske vinterbestand. Omkring en halv million sortænder optræder således som træk- - og vintergæst i vores farvande i perioden september –april. I april-maj trækker ænderne nordpå til yngleområderne i bl.a. Sverige og Vestsibirien. Sortænder forekommer også om sommeren i de danske farvande. Det drejer sig både om etårige fugle, der endnu ikke er yngledygtige, og voksne hanner, som har forladt ynglepladserne pga. fødeknaphed, umiddelbart efter at hunnerne har lagt æg, samt hunner, der har mistet deres æg eller unger. Sortanden fouragerer ved dykning på ret lavt vand. Den lever mest af muslinger og snegle, men kan også æde krebsdyr og orme. I F31 har raste-bestanden været relativt stabil, men stærkt svingende. Dette kan tilskrives, at bestanden i nogen grad flytter rundt i Kattegat-området afhængig af vejr og isforhold. Det kan derfor forventes, at en svingende andel af den samlede bestand er til stede indenfor områdets afgrænsning på overvågningstidspunktet. I perioden 2004- 2017 har antallet af observerede rastende sortænder under DCEs årlige vintertællinger i F31 varieret mellem 0 og 90 individer.
Fløjlsand (T) Fløjlsanden forekommer kun som træk- og vintergæst i Danmark. Den yngler i Norge, Sverige, Finland samt det nordlige Rusland. Fløjlsanden overvintrer som regel i store flokke langt til havs. Fløjlsanden lever af muslinger, krebsdyr og snegle, men tager desuden en del fisk. I F31 har den lille rastebestand været relativt stabil, men noget svingende. Dette kan tilskrives, at bestanden i nogen grad flytter rundt i Kattegat-området afhængig af vejr og isforhold. Det kan derfor forventes, at en svingende andel af den samlede bestand er til stede indenfor områdets afgrænsning på overvågningstidspunktet. I perioden 2004- 2017 har antallet af observerede rastende fløjlsænder under DCEs årlige vintertællinger i F31 varieret mellem 0 og 150 individer.
Klyde (Y) Klyden ankommer til Danmark i marts-april. Fra midt marts til midt juli yngler den ved lavvandede fjordkyster, småøer og laguner ved åbne enge med lav vegetation. I denne periode er den meget følsom overfor forstyrrelser. Klyden lever af insektlarver, små krebsdyr og bløddyr. Den søger føde på lavt vand, hvor næbbet køres fra side til side med fejende bevægelser, hvorpå vandet og det øverste lag af bunden filtreres for fødeemner. I september- november trækker den til vinterkvartererne. Klyden overvintrer langs Vesteuropas kyster, ved Middelhavet og langs kysten af Vestafrika. I Stavns Fjord-området er ynglende klyde fordelt på de ydre dele af de store strandengsarealer. Levestederne for klyde i området er vist på Figur 6-3.

Tabel 6-8 Hav-og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F31. T: Trækkende fugle, Y: Ynglende fugle. (Referencer: Clausen m.fl. 2019, Miljøstyrelsen 2018, Naturstyrelsen 2013a).

Fuglenes biologi og forekomst indenfor fuglebeskyttelsesområde F31
Splitterne (Y) Splitternen yngler ret spredt i Danmark, hvor den især forekommer i kolonier på små ubeboede øer og holme ved kyster og fjorde, næsten altid i hættemågekolonier. Splitternen er en fåtallig trækgæst herhjemme. Splitternen overvintrer ud for Vestafrika og i Guineabugten. I de senere år er arten dog begyndt at overvintre i det sydlige Europa og så langt nordpå som De Britiske Øer. Splitternen lever helt overvejende af forskellige småfisk som tobis, brisling og sild, men krebsdyr, bløddyr og orme indgår også i føden. Levestederne for splitterne i området er vist på Figur 6-3.
Havterne (Y) Havternen yngler i kolonier langs kysterne. I Danmark, der ligger tæt på artens sydgrænse, yngler den i kolonier, der svinger i størrelse fra nogle få par til knap 400 par. Alle kolonier herhjemme ligger ved kysten eller i fjorde. Allerede i juli-august påbegyndes trækket sydpå langs Vesteuropas og Vestafrikas kyster til Sydafrika, hvorfra de fleste fugle trækker videre sydpå til tæt på pakisbæltet rundt om Antarktis, hvor der er rigt på plankton. Havternen lever hovedsageligt af småfisk og krebsdyr, som den fanger langs kysterne. Den styrtdykker lodret efter at have svirret over fangststedet i flere sekunder. Den tager også insekter, som den kan jage i luften. I Stavns Fjord-området blev ynglende havterne observeret med godt 50 par i 2006 og ca. 35 par i 2012. Ynglefore komsterne er fordelt på adskillige adskilte ynglesteder, overvejende på områdets holme og småøer (se Figur 6-3).
Dværgterne (Y) I Danmark svinger ynglebestanden af dværgterner mellem 300 og 500 par. Arten foretrækker vegetationsløse sandstrande med relativt lidt færdsel, men kan også yngle på indlandslokaliteter, Dværgternen er meget mobil, og nye kolonier kan hurtigt grundlægges, hvis yngleforholdene er gode, i takt med at gamle kolonier forlades. Om vinteren trækker dværgternen til Middelhavet og vadeområdet langs Afrikas vestkyst. Fødesøgning sker især på lavt vand, og de fisk og krebsdyr, som tages, er generelt mindre, end tilfældet er for de øvrige ternearter, hvilket er med til at mindske konkurrencen. I Stavns Fjord-området yngler dværgternen på Besser Rev (se Figur 6-3).

6.1.2.5.3 Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-område N55

Der er opstillet følgende målsætninger for Natura 2000-området (Naturstyrelsen 2016c):

- Der opretholdes gode raste- og fouragerings lokaliteter for de udpegede trækfugle, og det sikres, at ynglefuglene har flere egnede levesteder med ringe grad af forstyrrelse indenfor området.
- Naturtyper og arter skal på sigt opnå en gunstig bevaringsstatus. Det betyder:
  - For naturtyper, at tilstanden og det samlede areal af naturtyperne stabiliseres eller øges.
  - For arter, at tilstanden og det samlede areal af levestederne for de udpegede arter stabiliseres eller øges, så der er grundlag for tilstrækkelige egnede yngle- og fourageringsområder for arterne.

- Af de kortlagte levesteder for havterne indenfor Natura 2000-området bør mindst 75% enten bringes til, eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 40 par havterner, er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som ynglområde.
- Det kortlagte levested for dværgterne indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Af de kortlagte levesteder for klyde indenfor Natura 2000-området bør mindst 75% enten bringes til, eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Natura 2000-området bidrager til at sikre eller genoprette levesteder for en levedygtig bestand af de udpegede arter på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levestederne for skarv og splitterne som ynglefugl sikres eller øges, så der er tilstrækkeligt med egnede ynglesteder for arten i området. Afgørelser i forbindelse med konsekvens vurdering baseres på en konkret vurdering.
- Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levested for en levedygtig bestand på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levested for sangsvane som trækfugl i området sikres eller øges, så der findes tilstrækkelige egnede raste- og fødesøgningssteder for arten, så området kan huse en tilbagevendende rastebestand på mindst 380 sangsvaner.
- Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levesteder for levedygtige bestande på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levestederne for arterne skarv, edderfugl, sortand og fløjlsand som trækfugl i området sikres eller øges, så der findes egnede raste- og fødesøgningssteder for arterne. Afgørelser i forbindelse med konsekvensvurdering baseres på en konkret vurdering.

6.1.2.6 Natura 2000-område N194. Mejl Flak

Den sydlige del af Natura 2000-område N194. Mejl Flak ligger i projektområdet. Natura 2000-området omfatter Habitatområde H170 (Naturstyrelsen 2013c).

6.1.2.6.1 Udpegningsgrundlag for Habitatområde H170

Udpegningsgrundlaget for habitatområde H170 er:

- 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand
- 1170 Rev.

Beliggenheden af habitatområdet og habitatnaturtypernes udbredelse fremgår af Figur 6-4. Tabel 6-9 giver en karakteristik habitatnaturtyperne.

Tabel 6-9 Karakteristik af marine habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for habitatområde H170 (Naturstyrelsen 2013c).

Karakteristik af habitatnaturtyperne på udpegningsgrundlaget
1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand Der er i Habitatområde H170 kortlagt en sandbanke på 194 ha. Generelt karakteristik af sandbanker er beskrevet i Tabel 6-4. Bundforholdene på sandbanken er en blanding af en sandet bund med en anelse af grus og kun enkelte sten, samt områder der er mere grusede og med flere sten.
1170 Rev Habitatnaturtypen rev omfatter stenrev og biogene rev. Der er i Habitatområde H170 kortlagt 120 ha stenrev og to biogene rev. Generelt karakteristik af stenrev er beskrevet i Tabel 6-1. I det følgende beskrives specifikke forhold på revene i Habitatområde H170. Der er mange større sten på revet. Vegetationen er vedudviklet og dækker det hårde substrat fuldstændigt. I 2011 var vegetationen helt domineret af rødalger. Kilerødblad, fliget rødblad, bugtet ribbeblad var de bladformede rødalger der dækkede mest og juletræsalge, grisehaletang og alm ledtang tilsvarende de større trådformede alger med mest dækning. Hurtigt voksende epifytiske trådalger som almindelig klotang og almindelig vatalge (fedtemøg) var tilsted med relativt høje dækninger tilsammen på alle tre dybder.

6.1.2.6.2 Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-område N194

Der er opstillet følgende målsætninger for Natura 2000-området (Naturstyrelsen 2016d):

- Det overordnede mål for Mejl Flak er at sikre områdets naturtyper et artsrigt plante- og dyreliv med forekomst af udpegningsgrundlagets karakteristiske arter samt gunstig bevaringsstatus. Den økologiske integritet sikres derudover af god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.
- For de marine naturtyper rev og sandbanke er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden stabiliseres eller forbedres. Det samlede areal af naturtyperne skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.

6.1.2.7 Natura 2000-område N56. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave

Natura 2000-område N56. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave omfatter Habitatområde H52 og Fuglebeskyttelsesområde F36. (Naturstyrelsen 2013d). Området har et areal på 45.823 ha.

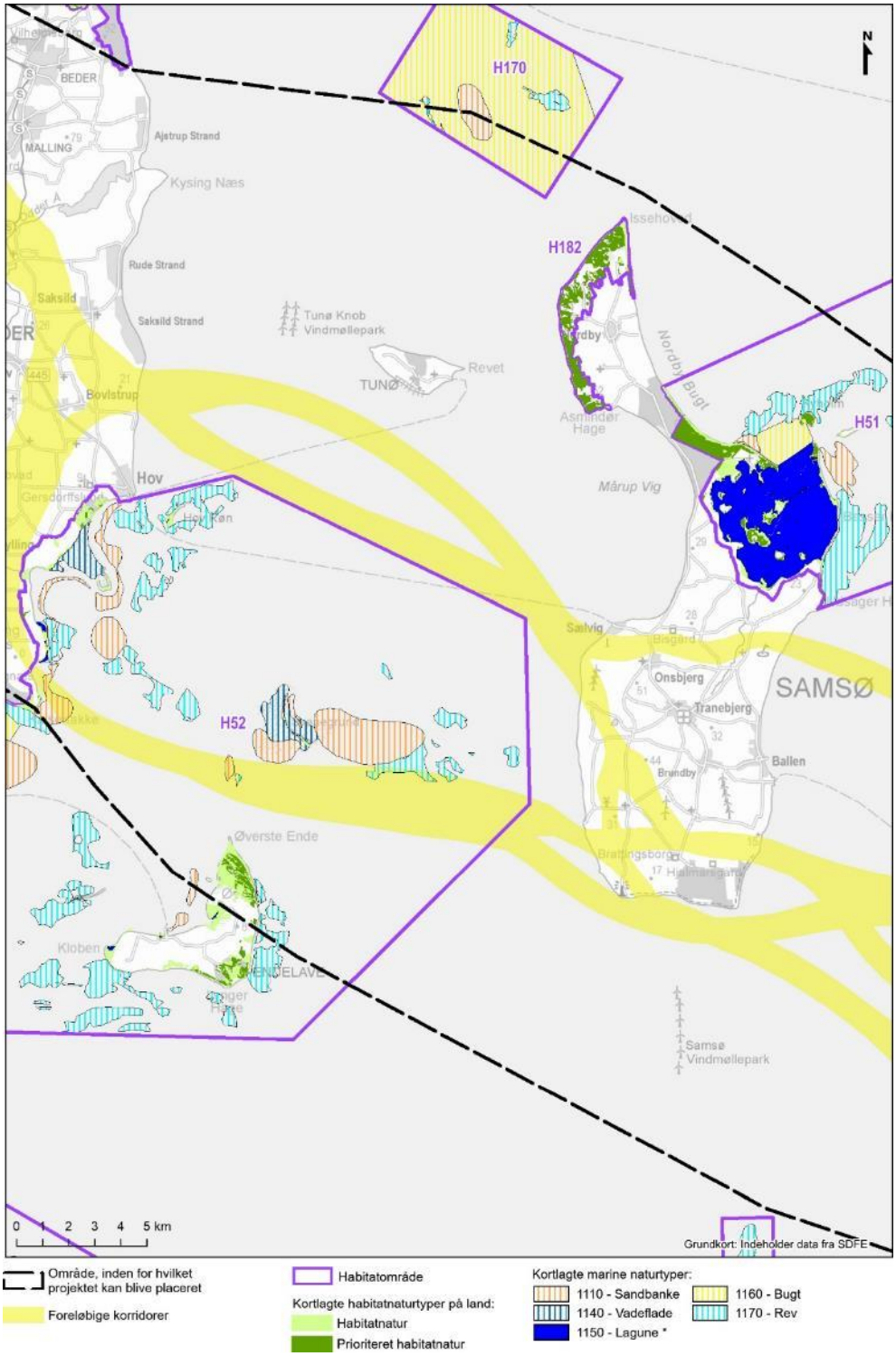
6.1.2.7.1 Marint udpegningsgrundlag for habitatområde H52

Følgende marine habitater og arter indgår i udpegningsgrundlaget for habitatområde H52 (Naturstyrelsen 2013d):

- 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand
- 1140 Mudder og sandflade blottet ved ebbe
- 1150* Kystlaguner og strandsøer (prioriteret naturtype)
- 1160 Lavvandede bugter og vige

- 1170 Stenrev
- 1364 Gråsæl
- 1365 Spættet sæl.

Udbredelsen af kortlagte marine habitatnaturtyper i habitatområde H52 er vist på Figur 6-4. Tabel 6-10 og Tabel 6-11 giver en karakteristik af hhv. marine habitatnaturtyper og forekomst af marine arter på udpegningsgrundlaget.



Figur 6-4 *Udbredelsen af kortlagte habitatnaturtyper i habitatområderne H52, H182, H710 og dele af H51. Potentielle korridorer er også vist.*

Tabel 6-10 Karakteristik af marine habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for habitatområde H52 (Naturstyrelsen 2013d, Miljøstyrelsen 2016)

Karakteristik af habitatnaturtyperne
1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand Der er i Habitatområde H52 kortlagt sandbanker med et samlet areal på 2345 ha. Generelt karakteristik af sandbanker er beskrevet i Tabel 6-4. Generelt ligger sandbankerne på lave vanddybder på 1 – 6 m dybde. Flere steder i området er der observeret ålegræs, Nogle steder er ålegræsdækket så dominerende, at det kan være svært at identificere den underliggende substrattype, mens det andre steder vokser i bælter eller mindre afgrænsede områder. På sten og muslingeskaller vokser alm. kællingehår, savtang, strengetang, gaffeltang samt klotang og andre buskformede rødalger.
1140 Mudder og sandflade blottet ved ebbe Der er kortlagt i alt 423 ha Mudder- og sandflader blottet ved ebbe. Miljøstyrelsen definerer naturtypen som: *"Mudder og sandflader, som er dækket af havet ved højvande (flod), men tørlagt ved lavvande (ebbe). Naturtypen mangler landplanter, men er ofte dækket af mikroskopiske blågrønalger og kiselalger. Stedvis kan der forekomme havgræsser, dværgålegræs eller ålegræs. Fladerne rummer som regel rige samfund af invertebrater og er derfor af stor betydning som fourageringsområde for ande- og vadefugle."*. Naturtypen i området er således bl.a. fourageringsområde for klyde og lille kobbersneppe, der indgår i udpegningsgrundlaget for Fuglebeskyttelsesområde F36 (se nedenfor).
1150* Kystlaguner og strandsøer (prioriteret naturtype) Der er kortlagt syv forskellige kystlaguner på sammenlagt 58 ha. Kystlaguner findes bl.a. på Hjarnø og på Endelave, og de ligger i forbindelse med de saltvandspåvirkede strandenge. Generelt karakteristik af habitatnaturtypen er beskrevet i Tabel 6-4.
1160 Lavvandede bugter og vige 5947 ha er karakteriseret som habitatnaturtypen *Lavvandede bugter og vige*. Naturtypen er indskæringer i kysten, uden stor påvirkning af vandløb. Området er afskærmet fra kraftig bølgepåvirkning. Naturtypen indeholder forskellige bundtyper med megen ålegræs, som nogle steder er bevokset med epifytiske rødalger.
1170 Rev Der er i Habitatområde H52 kortlagt 6376 ha stenrev og 0,7 ha biogene rev. Generelt karakteristik af stenrev er beskrevet i Tabel 6-1. Stenrevene er spredt rundt i området, specielt i forbindelse med øer og grunde. Nogle steder ligger de i direkte forbindelse med kysten og andre steder på dybere vand, ned til ca. 20 m dybde. De største forekomster findes rundt om Endelave, med undtagelse af nord herfor.

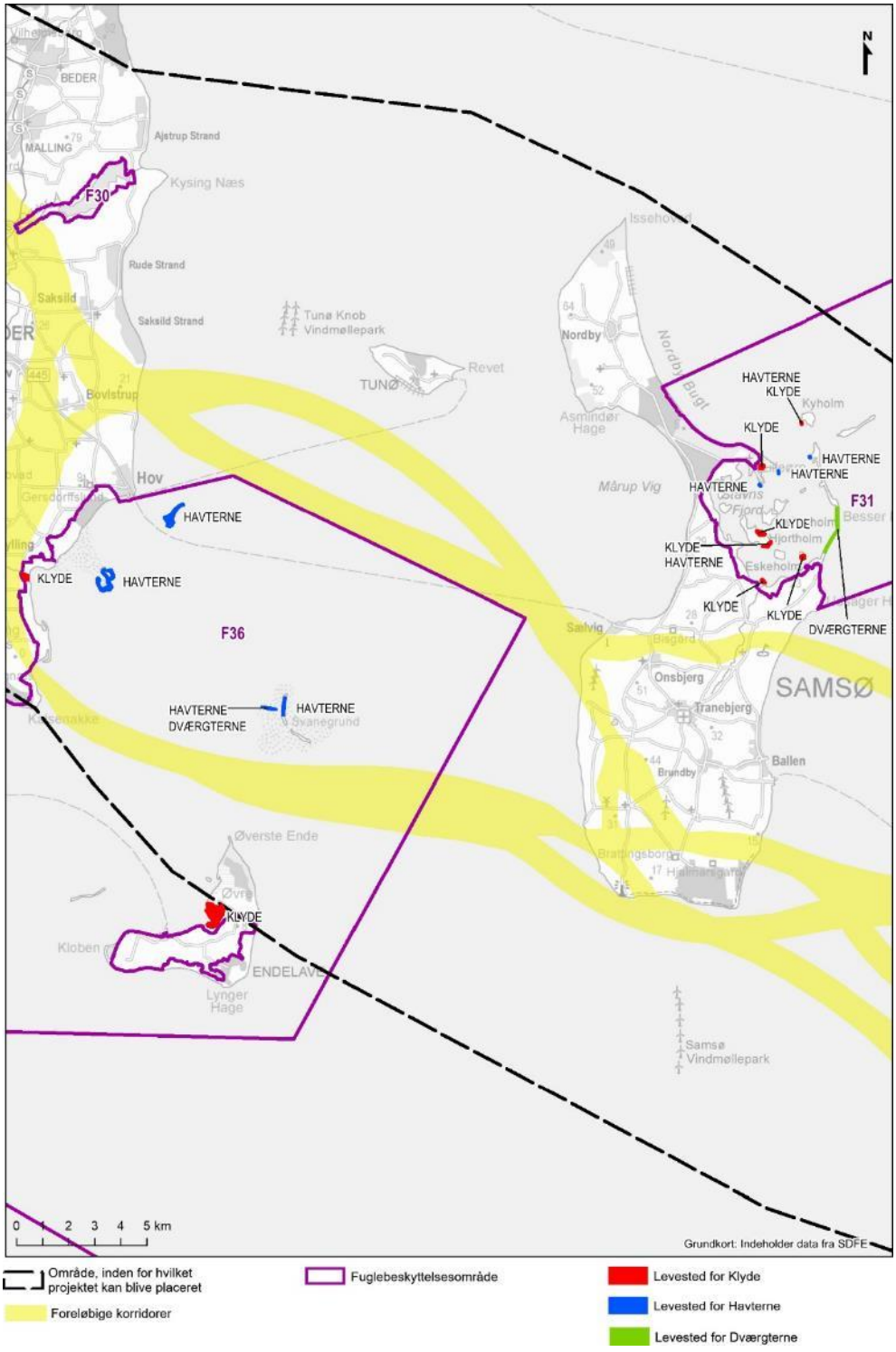
Tabel 6-11 Forekomst af marine arter på udpegningsgrundlaget for habitatområde H52. (Naturstyrelsen 2013d).

Marine arter på udpegningsgrundlaget
1364 Gråsæl Gråsæls biologi er beskrevet i Tabel 6-5. I H52 er gråsæl ikke observeret ved flyovervågningen i perioden fra 2006 til 2012. Der er observeret én gråsæl på Møllegrunden i 2003,
1365 Spættet sæl Spættet sæl findes fouragerende spredt over hele havområdet – undtaget den helt indre del af Horsens Fjord. Den yngler og raster i stort tal på de små sandøer Møllegrund og Svanegrund nord og øst for Endelave. Spættet sæl yngler og fælder på Møllegrunden og på Svanegrunden. Arten bruger desuden begge lokaliteter som hvileplads hele året.

6.1.2.7.2 Hav- og kyst fugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F36

Følgende hav-og kystfugle indgår i udpegningsrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F 36: Skarv, bjergand, edderfugl, fløjlsand, hvinand, klyde, lille kobbersneppe, splitterne, havterne og dværgterne. Områdets mange øer og holme med lav vegetation er ideelle ynglelokaliteter for nogle af disse arter. Figur 6-5 viser beliggenheden af fuglebeskyttelsesområdet samt yngleområder for terner og klyder.

Tabel 6-12 og Tabel 6-13 beskriver disse arters biologi og forekomst i fuglebeskyttelsesområdet.



Figur 6-5 Fuglebeskyttelsesområde F36 og dele af F31. Kattegat vest.

Tabel 6-12 Hav-og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F36. T: Trækkende fugle, Y: Ynglende fugle. (Naturstyrelsen 2013d, Therkildsen, m.fl. 2013, Clausen m.fl. 2019, Petersen & Nielsen 2011).

Fuglenes biologi og forekomst indenfor fuglebeskyttelsesområde F36
Skarv (TY) Skarvens biologi er beskrevet i Tabel 6-6. Ynglebestanden i Horsens Fjord-området har været faldende siden 2005. De ynglende skarver findes i tre kolonier i området, en på Vorsø, en på Hou Røn og en på Svanegrunden. På svanegrunden bygger skarverne rede på jorden. Kolonien på Vorsø har eksisteret så længe, at skarvernes yngleaktivitet i stor udstrækning har nedbrudt områdets rede træer. Dette kan være en medvirkende årsag til faldet i antal ynglepar.
Bjergand (T) Bjerganden yngler i det nordligste Europa, Nordamerika og Asien. I det nordlige Skandinavien yngler den i mindre søer i højfjeldet samt i den svenske og finske skærgård. I Danmark optræder den som trækgæst i vinterhalvåret hvor den optræder i flokke til havs og ved kysten. I dagtimerne ligger bjergænderne ofte langt fra land, mens de sidst på dagen søger tættere på kysten, hvor de dykker efter føde om natten. De lever af muslinger, snegle, ledorme, insekter og krebsdyr. De lever især af muslinger, men æder også insekter, mindre fisk og fiskeyngel, krebsdyr og vandplanter. Arten forekommer typisk i de indre dele af Horens Fjord, i randen af fuglebeskyttelsesområdet vest for Borre Odde og syd for Vorsø. I det nationale overvågningsprogram hvor DCEs foretager vintertællinger blev der i 2008 og 2009 observeret hhv., 700 og 250 individer i F36, hvilket udgør mere end 1% af den nationale bestand. Antallet af rastende bjergand i området synes at være faldende.
Edderfugl (T) Edderfuglens biologi er beskrevet i Tabel 6-6. Edderfugl forekommer talrigt i området. I forbindelse med DCEs vintertællinger for perioden 2004-2017 er der således observeret forekomster af edderfugl i F 36, der overstiger 1% af den internationale bestand, med 11055 observationer i 2008 som det højeste. Området omkring Endelave, og især grundene omkring Møllegrund og Svanegrund, er betydende fældeområder for edderfugle, og var det også for sortand og fløjlsand tilbage omkring 1970. Området omkring Endelave og især omkring Svanegrund husede i sommeren 2006 stadig nogle af de tætteste koncentrationer af edderfugle i Danmark.
Fløjlsand (T) Der er stort set ikke observeret fløjlsænder i F36 i perioden 2004-2017, idet højeste antal er på 19 i 2008.
Hvinand (T) Hvinanden er en meget almindelig træk- og vintergæst i de danske farvande. Den yngler primært i større og mindre søer omgivet af skov i Skandinavien og Østeuropa og østover. I Danmark yngler den primært i Gribskov-Esrum Sø-området. Kun en meget lille del af bestanden findes uden for Nordsjælland. Hvinanden lever af muslinger, snegle, orme, insekter, småfisk og krebsdyr. I forbindelse med DCEs vintertællinger for perioden 2004-2017 er der observeret forekomster af hvinand i F 36, der overstiger 1% af den nationale bestand, med 1001 individer i 2008 som det højeste.
Klyde (Y) Klydens biologi er beskrevet i Tabel 6-7. De vigtigste yngleområder for klyde i F36 findes på Alrø Poller, Hjarnø og Endelave-alle udenfor projektområdet for linjeføringerne.

Tabel 6-13 Hav-og kystfugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F36. T: Trækkende fugle, Y: Ynglende fugle. (Naturstyrelsen 2013d, Therkildsen, m.fl. 2013, Clausen m.fl. 2019, Petersen & Nielsen 2011).

Fuglenes biologi og forekomst indenfor fuglebeskyttelsesområde F36
Lille Kobbersneppe (T) Lille kobbersneppe en almindelig trækfugl herhjemme, som især ses ved lavvandede områder langs vores kyster. Den yngler på vådt, moseagtigt terræn i de lavarktiske egne af Europa, Sibirien og det vestlige Alaska. Langt den største ynglebestand findes i Sibirien. Den lever af havbørsteorme, muslinger, snegle, krebsdyr og insekter. I F36 er der siden 2004 observeret meget svingende tal for rastende lille kobbersneppe. Under DCEs vintertællinger blev arten således ikke observeret i perioden 2004-2007. I 2008, 2009, 2011, 2012 blev der kun observeret meget få (1-25) og i 2010, 2012, 2014 og 2016 blev der observeret 720-2714, hvilket overstiger 1% af den nationale bestand.
Splitterne (Y) Den vigtigste ynglelokalitet for splitterne i F36 er Hjarnø, der ligger udenfor projektområdet for potentielle linjeføringer. I de seneste år har ynglet op til 900 par splitterner. Hjarnø er dermed den vigtigste ynglelokalitet for splitterne i de indre danske farvande syd for Mariager Fjord. Det formodes, at øen er særligt attraktiv for ynglende terner i disse år, fordi øen holdes fri for ræve i fuglenes yngletid.
Havterne (Y) I den del af F36, der ligger i undersøgelse området, yngler havternen på Svangrunden, Hou Røn og Søby rev (se Figur 6-5). Hjarnø udenfor projektområdet, huser årligt ynglende havterner med op til 210 par.
Dværgterne (Y) Yngleforekomsten af dværgterne i F36 er yderst sporadisk. Arten er ikke overvåget i forbindelse med det nationale overvågningsprogram, og dens status og udbredelse indenfor området kendes derfor endnu ikke men Svanegrunden angives som yngleplads (se Figur 6-5).

6.1.2.7.3 Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-område N56

Der er opstillet følgende målsætninger for marine habitatnaturtyper og arter i Natura 2000-området (Naturstyrelsen 2016e):

- For naturtyper og arter er målsætningen gunstig bevaringsstatus. Det betyder, at tilstanden og det samlede areal af levestederne for de udpegede ynglefugle og øvrige arter stabiliseres eller øges, så der er grundlag for tilstrækkelige egnede yngle- og fourageringsområder for arterne.
- Det kortlagte levested for splitterne indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 40 ynglepar af splitterne er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som yngleområde.
- Af de kortlagte levesteder for klyde og havterne indenfor Natura 2000-området bør mindst 75% enten bringes til, eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 270 ynglepar af havterne og 30 ynglepar af klyde er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som yngleområde. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.

- Det kortlagte levested for dværgterne indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Levestedets geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Natura 2000-området bidrager til at sikre eller genoprette levesteder for en levedygtig bestand af de udpegede arter på nationalt og/eller internationalt niveau.
- Tilstanden og det samlede areal af levestederne for skarv som ynglefugl sikres eller øges, så der er tilstrækkeligt med egnede ynglesteder for arten i området. Afgørelser i forbindelse med konsekvensvurdering baseres på en konkret vurdering.

Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levesteder for levedygtige bestande på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levestederne for arterne skarv, edderfugl, hvinand, hjejle, bjergand, fløjlsand og lille kobbersneppe som trækfugl i området sikres eller øges, så der findes egnede raste- og fødesøgningssteder for arterne.

6.1.3 Vildtreservater

Danmark er en vigtig destination på trækvejene for millioner af svaner, gæs, ænder og vadefugle. For at beskytte vandfuglene imod jagt og anden forstyrrelse under deres ophold i Danmark er der etableret et netværk af natur- og vildtreservater. Her har fuglene fred til at raste og søge føde. En række reservater sikrer også fugle og sæler fred i yngletiden. Vildtreservaterne er oprettet i henhold til lov om jagt og vildtforvaltning og har deres oprindelse i reservatloven fra 1936 og varierer i størrelse efter lokale topografiske forhold samt hensynet til de arter, der skal beskyttes.

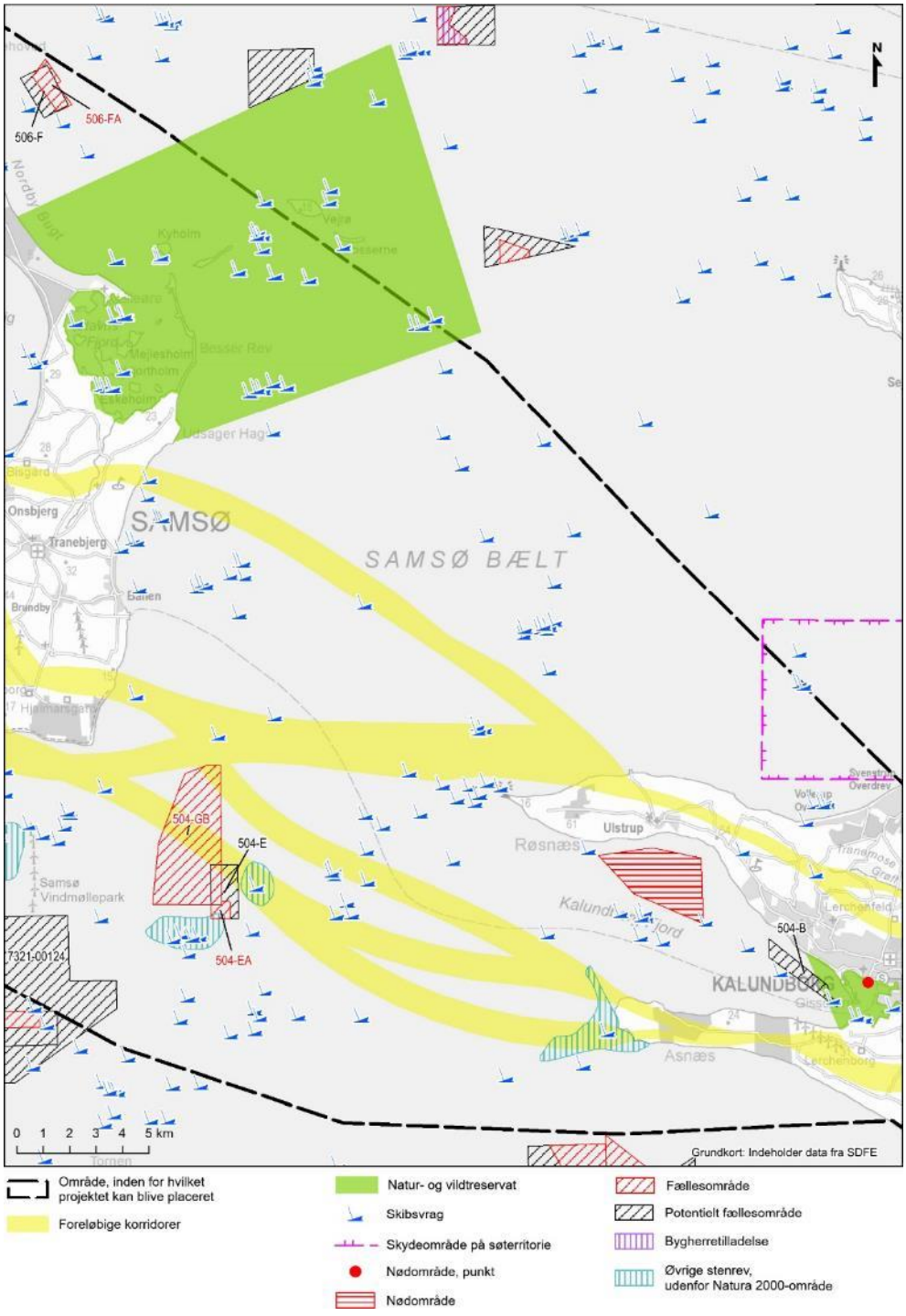
I projektområdet for potentielle linjeføringer for en Kattegatforbindelse findes følgende vildtreservater:

- Kalundborg vildtreservat
- Stavns Fjord vildtreservat
- Svanegrund vildtreservat
- Hou Røn vildtreservat
- Søby Rev vildtreservat.

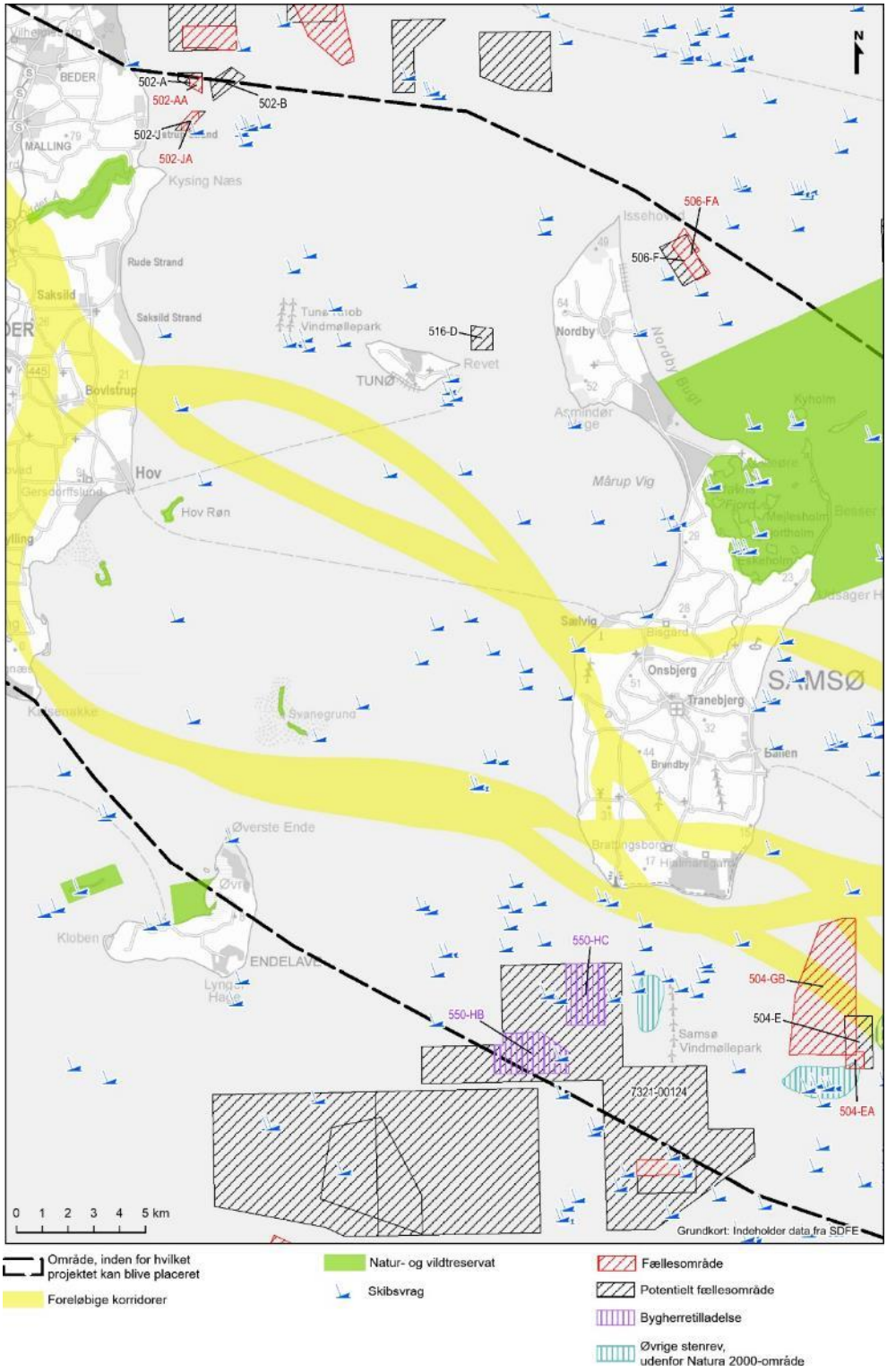
Beliggenheden af Kalundborg vildtreservat og Stavns Fjord vildtreservat fremgår af Figur 6-6. Beliggenheden af Svanegrund-, Hou Røn og Søby Rev vildtreservater er vist på Figur 6-7. Tabel 6-14 giver en kort beskrivelse af disse.

Tabel 6-14 Beskrivelse af vildtreservaterne i projektområdet (ref.: Terkildsen m.fl. 2013, BEK nr. 14007, BEK nr. 661. BEK nr. 858, BEK nr. 17821, BEK nr. 14011, BEK nr. 14002).

Vildtreservater i projektområdet
Kalundborg vildtreservat
Kalundborg Fjord Vildtreservat er et af landets ældste vildtreservater og er oprettet for at sikre den inderste del af Kalundborg Fjord og Gisseløre som et jagtfrit område af hensyn til rastende vandfugle og områdets bynære beliggenhed. Det blev først og fremmest oprettet til gavn for vandfugle i strenge isvintre. Det varme vand der udledes fra industrierne i Kalundborg samt skibstrafikken holder området mere eller mindre isfrit i isvintre, hvorfor der samles mange vandfugle i havnen og området udenfor Gisseløretangen. De mest almindelige fugle er blishøne, troldand, taffeland, gråand, skarv, sølvmåge og skalleslugere, som alle kan ses i stort tal i isvintre
Stavns Fjord vildtreservat
Den lavvandede Stavns Fjord er karakteristisk ved de mange græs- og kratklædte holme. For at beskytte områdets naturværdier blev der i 1926 oprettet et vildtreservat i Stavns Fjord omfattende ca. 1.650 ha. I 1981 blev ca. 1.525 ha landarealer i og omkring fjorden naturfredet. Vildtreservatet og fredningen af søterritoriet omfatter efter en revision af ordningerne i 1999 Stavns Fjord med øer, holme og visse strandenge, øerne Bosserne og Lindholm samt søterritoriet i Natura 2000-område N55 *Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede*. Vildtreservatet omfatter områder med permanent jagt og færdselsforbud, områder med færdselsforbud i perioden 1/4-15/7 og områder med jagt og færdselsforbud i perioden 1/1-1/8. Bosserne er sælreservat med adgangsforbud.
Svanegrund vildtreservat
Svanegrunden ligger nord for Endelaves nordlige spids. Grunden er oprettet som vildtreservat i 1984 til beskyttelse af områdets betydning som yngle- og tilholdssted for fugle og sæler. Der er adgangsforbud fra 1. april til 31. august. Følgende arter er registrerede som ynglefugle i vildtreservatet: Skarv, knopsvane, edderfugl, sølvmåge og svartbag. Svanegrund var det første sted i Danmark, hvor Mellemskarven blev fundet ynglende på jorden. Området omkring Svanegrund er et betydende fældeområde for edderfugle, og husede i sommeren 2006 nogle af de tætteste koncentrationer af edderfugle i Danmark. Grunden bruges desuden som tilholdssted for Spættet Sæl.
Hou Røn vildtreservat
Hou Røn er en langstrakt ø, som ligger sydøst for Hou Havn. Øen er oprettet som vildtreservat for at sikre mod forstyrrelser af hensyn til områdets betydning som ynglelokalitet for vandfugle. Der er adgangsforbud i fuglenes yngletid fra 1. marts til 15. juli. Der er registreret følgende ynglende fugle i vildtreservatet: Skarv, knopsvane, edderfugl, strandskade, stor præstekrave, sølvmåge, svartbag, sanglærke og engpiber.
Søby Rev vildtreservat
Søby Rev er sammen med de omliggende farvande udlagt som vildtreservat, til hvilket der er adgangsforbud fra 1. april til 15. juli. Vildtreservatet omfatter to delvis bevoksede øer, der ligger i farvandet vest for Samsø ca. 4 km SSV for Hou og ca. 2,5 km øst for Mågeholm på Gylling Næs. Der er registreret følgende ynglefugle i vildtreservatet: Knopsvane, edderfugl, strandskade, klyde, stor præstekrave, hættemåge, stormmåge, sildemåge, sølvmåge, svartbag, havterne og engpiber.



Figur 6-6 *Beliggenheden af natur-og vildtreservater og øvrige marine plan-og miljø-mæssige forhold i projektområde Kattegat øst.*



Figur 6-7 Beliggenheden af natur-og vildtreservater og øvrige marine plan-og miljø-mæssige forhold i projektområde Kattegat vest.

6.1.4 Råstofområder

Indvinding af råstoffer på havet må først ske efter, at der er givet tilladelse af Miljøstyrelsen. Tilladelsen gives efter en afvejning af varetagelsen af hensynet til råstofindvindingsinteressen overfor en lang række øvrige samfundshensyn. Der tre slags råstofindvindingsområder på havet:

- Fællesområder, hvor alle, der søger, kan få tilladelse.
- Auktionsområder, hvor eneret til området opnås efter gennemførelse af auktion
- Bygherreområder, hvor bygherrer kan få eneret til indvinding til større opfyldningsopgaver og andre større anlægsarbejder eller til kystbeskyttelse.

I projektområdet findes i alt 12 råstofindvindingsområder nemlig:

- Et fællesområde og tre potentielle fællesområder i Kattegat øst (beliggenheden af disse fremgår af Figur 6-6)
- Seks potentielle fællesområder og to råstofindvindingsområder med bygherretilladelse i Kattegat vest (beliggenheden af disse fremgår af Figur 6-7).

Tabel 6-15 og Tabel 6-16 giver oversigter over hhv. de gældende fællesområder og områder med bygherretilladelse og potentielle fællesområder i projektområdet.

Tabel 6-15 Råstofinteresser med gældende indvindingstilladelse indenfor projektområdet.

Område nr.	Område navn	Tilladelses-mængde i alt (m³)	Evt. årlig tilladelsesmængde i alt (m³)	Samlet rest-mængde i alt pr 1 juli 2019 (m³)
Fællesområder (Miljøstyrelsen 2019)				
504-EA	Bolsaks	47.000	-	47.000
504-GB	Nord for Bolsaks	3.368.00	900.000	3.184.931
506-FA	Nordby Bugt	128.000	33.000	50.341
502-JA	Hesbjerg Grund Syd	6.000	-	5.700
502-AA	Hesbjerg Grund	38.000	-	3.690
Foreliggende bygherretilladelse (Miljøstyrelsen 2018b)				
550-HC og 550-HB	Paludans Flak Vest og Paludan Flak Sydvest	2.300.000	1.000.000	-

Tabel 6-16 Potentielle fællesområder beliggende helt eller delvist indenfor projektområdet (GEUS 2019).

Område nr.	Område navn	Sikkerhed af forekomst	Estimeret mængde (m³)	Bemærkning
Potentielle fællesområder indenfor projektområdet				
504-B	Indre Kalund-borg Fjord	Sandsynlig	25.000.000	Sandressource
504-E	Ingen	Ikke oplyst	Ikke oplyst	Overlap med 504-GB
506-F	Nordby Bugt	Sandsynlig	6.000.000	Grus og sand Overlap med 506-F
516-D	Ingen	Ikke oplyst	Ikke oplyst	
502-J	Abels Hoved Aj-strup Strand	Påvist	2.000.000	Ralressource Overlap med 502-JA
Potentielle fællesområder, der delvist ligger indenfor projektområdet				
7321-D0124	Samsø syd og Samsø sydvest	Sandsynlig	>34.000.000	Sandressourcer Overlap med 550-HB og 550-HC
502-A	Abels Hoved Aj-strup Strand	Sandsynlig	18.000.000	Sandressource
502-B	Flanken af Norsminde	Sandsynlig	1.000.000	Sandressource

Der skal ses nærmere på beskyttelsesbehovet i forhold til råstofindvindingsinteresserne med basis i beskyttelse af den nationale, regionale og lokale forsyningssikkerhed i næste fase af forundersøgelsen.

6.1.5 Militære skydeområder

Den østligste del af projektområdet ligger i et militært skydeområde (Figur 6-6).

Der er tale om hærens langdistance artilleriskydeplads EK R 16 Sejerø W, der drives af Jægersprislejren. Under skydning er al sejlads, ankring og fiskeri forbudt i området. Når der ikke er anmeldt skydning, sejles der normalt gennem området. Når der foregår skydning, hejses en kugle, og der tændes et hvidt blinkende fyr på signalmasten ved hærens skydeområde Stold, der ligger ca. 2 km vest for Havnsø. Skibsfarten kan i øvrigt få yderligere oplysninger om skydningen ved at henvende sig til Jægersprislejren enten via telefon eller VHF-radio, der er åben fra en time, før skydningen påbegyndes til dens ophør.

6.1.6 Øvrige miljøforhold

6.1.6.1 Stenrev udenfor Natura 2000-områderne

Der er registeret i alt fire stenrev udenfor Natura 2000-områderne (Se Figur 6-6 og Figur 6-7). Selvom de ikke indgår i Natura 2000-områderne udpegningsgrundlag, er de ikke desto mindre vigtige habitater.

De er en forholdsvis sjælden naturtype og udgør en meget lille del af det samlede havbundsareal i danske farvande. De er meget artsrige med høj biodiversitet af alger og marine dyr. Revene er vigtige som gyde- og opvækstpladser for en lang række fisk, herunder kommercielt vigtige arter. De er desuden fiskepladser for erhvervs- og lystfiskere.

6.1.6.2 Marinarkæologiske fundsteder

Der er registreret en lang række skibsvrag i projektområdet (se Figur 6-6 og Figur 6-7Figur 6-7). Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at vurdere, hvilke af disse der måtte være af marinarkæologisk interesse.

6.1.6.3 Kendte levesteder for marine bilag IV-arter

De eneste marine bilag IV-arter, der forekommer i Danmark, er hvaler, hvoraf kun marsvin optræder hyppigt i projektområdet. Marsvinets biologi er nærmere beskrevet i Tabel 6-2. Der vurderes at være tre bestande af marsvin i danske farvande - én i Østersøen, en i Nordsøen/Skagerrak og en i Kattegat/Bælthavet. Samsø Bælt er et af kerneområderne for sidstnævnte population (Sveegaard m.fl. 2018).

6.1.6.4 Trækruter for fugle

Nogle af de havfugle, der trækker mellem yngleområder nord eller syd for Danmark og overvintringsområderne i danske farvande, vil krydse projektområdet. Desuden krydses korridorerne af fugle, der trækker mellem de forskellige fuglebeskyttelsesområder.

6.1.7 Potentielle påvirkninger på det marine miljø

6.1.7.1 Anlægsfasen

I anlægsfasen kan etableringen af Kattegatforbindelsen potentielt påvirke marin flora og fauna som følge af:

- Arealinddragelse og ødelæggelse af habitat
- Sedimentspild og -spredning
- Undervandsstøj
- Forstyrrelse fra sejlads og anlægsaktiviteter.

Der skal som led i den videre forundersøgelse arbejdes videre med at konkretisere effekterne fra anlægsfasen og mulige afværgetiltag til imødegåelse af påvirkninger herfra.

6.1.7.1.1 Arealinddragelse

Lokalt permanent tab af bundvegetation vegetation og fauna, hvor der etableres bropiller, kunstige øer, tunnelramper mv. Omfanget af skade vil afhænge af de naturtyper, der ødelægges. Tildækning af stenrev og ålegræsenge er især problematisk, idet de er relativt sjældne med forholdsvis begrænset udbredelse i vores farvande. De er desuden meget produktive og meget artsrige både, hvad angår flora of fauna. Desuden er de vigtige opvækst- og gydeområder for fisk og fourageringsområde for visse vandfugle.

6.1.7.1.2 Sedimentspild-og spredning

Under grave- og opfyldningsarbejder i anlægsfasen vil der uundgåeligt spildes sediment, som vil spredes med strømmen, hvorefter det vil falde til bunds igen. Opslæmmet og bundfældet sediment kan påvirke dyr og planter på forskellig måde:

- Organismer i de frie vandmasser kan påvirkes af forhøjede partikelkoncentrationer.
- Bundvegetation kan påvirkes af skygning fra sedimentfaner og sedimenteret materiale.
- Bundfauna kan påvirkes af forhøjedes koncentrationer sediment, der bundfælder.

Uddybning i forurenet sediment kan desuden forårsage frigivelse og spredning af tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer, der kan påvirke vandkvaliteten og det marine dyreliv under uddybningsarbejdet.

Selvom arbejdet udføres udenfor et marint Natura 2000-område eller et naturreservat, kan sedimentspredning i værste fald skade habitater og arter på udpegningsgrundlaget. Særligt sårbare habitatnaturtyper overfor sedimentspredning vil være stenrev, boblerev og ålegræs på sandbanker.

Sedimentspredning kan næppe undgås helt, men kan mindskes på forskellige måder ved at indbygge afværgeforanstaltninger som led i projektets gennemførelse. Der foregår også naturlig sedimentspredning.

6.1.7.1.3 Støj og forstyrrelser

Under anlæg af en Kattegatforbindelse vil der genereres undervandsstøj fra fartøjer og nedramningsarbejder. Nedramningsarbejder vil udgøre det væsentligste bidrag til undervandsstøj i anlægsfasen. Denne form for anlægsstøj kan udbredes over et ganske stort område under vandet. Undervandsstøj kan forårsage, at sæler eller marsvin skræmmes bort, ændrer adfærd, eller i værste fald får permanente eller midlertidige høreskader, hvis individer skulle befinde sig tæt på nedramningsområdet.

Permanente høreskader hos marsvin er især alvorlige, idet marsvin er afhængige af høresansen under jagten efter føde. Idet marsvin er optaget på habitatdirektivets bilag IV som strengt beskyttet art, er det påkrævet at især høreskader undgås, og at yngle- og rasteområder ikke påvirkes væsentligt.

Sæler indgår i mange tilfælde i udpegningsrundlagene for marine Natura 2000-områder. Selvom arbejdet udføres udenfor et marint Natura 2000-område, kan undervandsstøj under anlægsarbejderne påvirke sæler på udpegningsgrundlagene.

Fisk kan også påvirkes. Der er observeret effekter i form af fysiske skader og død samt flugtadfærd og andre adfærdsmæssige ændringer.

Undervandsstøj kan mindskes på forskellig måde afhængig af anlægsmetode. Desuden kan de dyr, der kan få permanente høreskader, skræmmes ud af området, inden de mest støjende aktiviteter går i gang. Undersøgelser viser, at dyrene vender tilbage efter anlæg.

Luftbåren støj og andre forstyrrelser fra sejlads og anlægsaktiviteter i anlægsfasen kan potentielt kan påvirke marine organismer. Nærtliggende yngle-, fourageringsområder for fugle samt yngle-og rastepladser for sæler er især potentielt sårbare overfor luftbåren støj og forstyrrelser.

Hertil kommer støjs indflydelse på mennesker i nærområdet.

Luftbåren støj kan ikke undgås, men kan begrænses på forskellig måde som led i anlægsprojektets gennemførelse.

6.1.7.2 Driftsfasen

I driftsfasen kan etableringen af Kattegatforbindelsen potentielt påvirke marin flora og fauna samt mennesker som følge af:

- Blokering.
- Barrierevirkning og fortrængning.
- Ændrede strømforhold på grund af tilstedeværelse af bropiller, eventuelle kunstige øer og ramper.
- Etablering of hårdbundshabitater på bropiller og stenkastninger på kunstige øer og ramper.
- Luftbåren støj fra trafik på anlægget.
- Visuelle påvirkninger.

Der skal som led i den videre forundersøgelse arbejdes med at konkretisere effekterne fra driftsfasen og mulige afværgetiltag til imødegåelse af påvirkninger herfra.

6.1.7.2.1 Blokering

Bropiller, kunstige øer og ramper kan mindske vandudskiftningen i de indre danske og svenske farvande. Selvom der er tale om brøkdele, vil en blokerende effekt kunne forårsage ændret vandkvalitet eller ændret saltholdighed, hvilket kan påvirke dyrelivet. Beregninger af blokering skal sammenholdes med havspejlsstigninger, som til et vist niveau opvejer den blokerende effekt.

6.1.7.2.2 Barrierevirkning og fortrængning

Fugle, der trækker eller raster i området omkring den nye forbindelse, vil kunne blive påvirket af tilstedeværelsen af et nyt stort element kombineret med støjen fra trafikken på forbindelsen. Det kan medføre, at fuglene fortrænges fra området, flyver en anden vej eller – i enkelte tilfælde kolliderer med forbindelsen. Dette er kun aktuelt ved en broforbindelse.

6.1.7.2.3 Effekter af ændringer af lokale strømforhold

Bropiller, eventuelle kunstige øer og ramper kan forårsage ændringer i lokale strømforhold og ændringer i erosions- og aflejringsforholdene med effekter på marine habitater og organismer til følge.

6.1.7.2.4 Etablering af nye hårdbundshabitater

Bropiller og eventuelle stenkastninger på kunstige øer eller ramper vil være substrat for alger og fastsiddende fauna, og på forholdsvis kort tid vil der etableres et artsrigt stenrevshabitat med tangskove og typiske stenrevsfisk og andre marine arter, der er tilknyttet stenrev.

6.1.7.2.5 Luftbåren støj fra trafik på anlægget

Trafik på anlægget kan især forstyrre fugle og sæler. Nærtliggende yngle-, fourageringsområder for fugle samt yngle-og rastepladser for sæler er især potentielt sårbare overfor trafikstøj. Visse ynglende og rastende fugle samt sæler kan dog i nogen grad vænne sig til menneskelig færdsel.

6.1.7.2.6 Visuelle påvirkninger

En bro vil kunne ses på lang afstand og vil kunne påvirke det visuelle miljø (se kap. 6.2.5.3).

6.2 Plan- og miljøforhold på land

6.2.1 Screeningsmetode

Plan- og miljøforhold på land er i denne indledende miljøscreening inddelt i tre klasser, hvor der inden for hver klasse er undersøgt nogle forskellige analyseparametre. Ved anvendelsen af analyseparametrene er fremgangsmåden, som følger. Ved en korridors møde med et arealforhold, kan der være en påvirkning. Det skal i den videre forundersøgelse vurderes, hvorvidt der er risiko for en potentiel væsentlig påvirkning, og om denne kan undgås, mindskes eller kompenseres for.

- Natur (vises med grøn farve) - omfatter Natura 2000-områder, vildtreservater, beskyttede naturtyper (§ 3), fredskov og § 25-skovarealer (særlig værdifuld skov på offentlig ejet areal)
- Landskab og kulturarv (vises med brun farve) – omfatter landskabsfredninger, særligt bevaringsværdige landskaber i kommuneplanen, fortidsminder med 100 m beskyttelseslinje, kulturarvsarealer

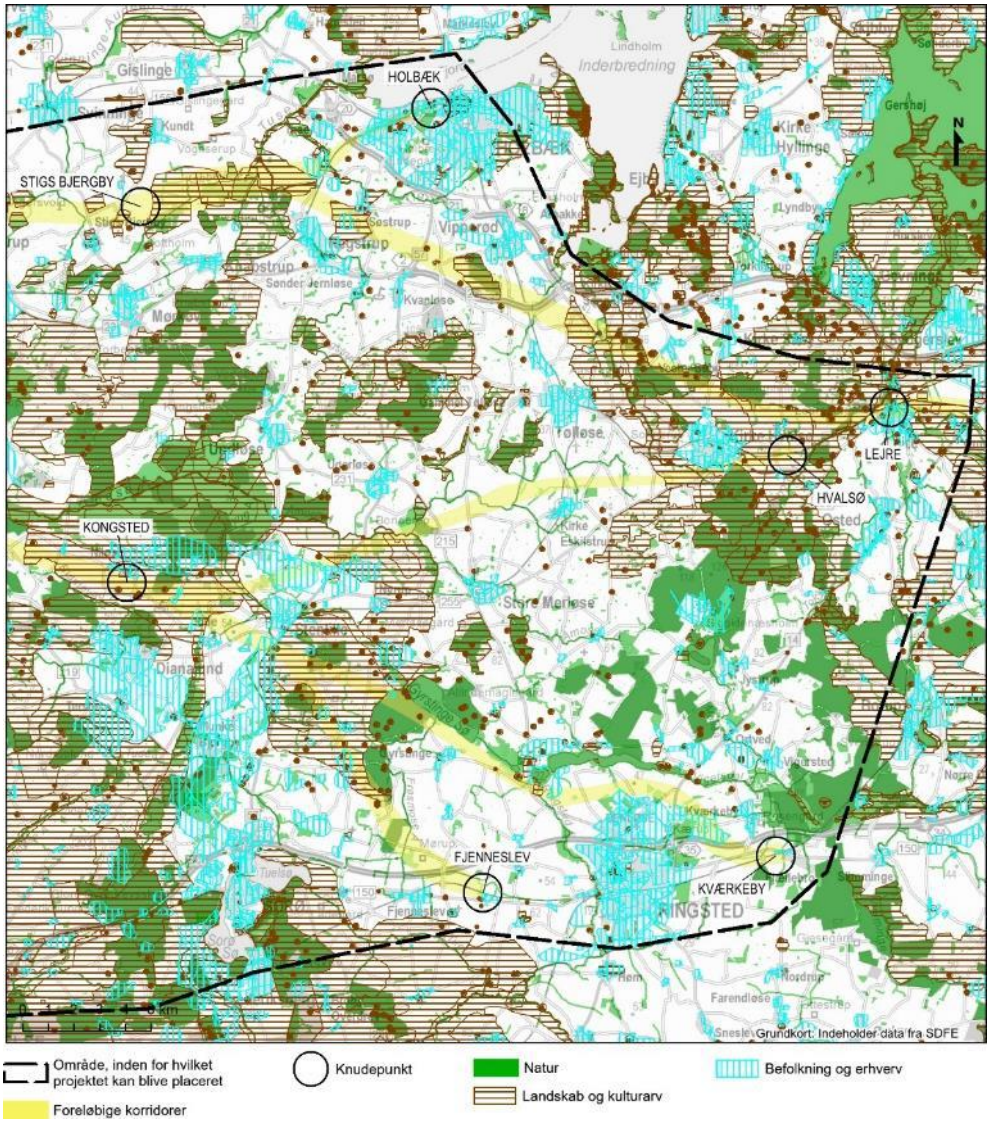
- Befolkning og erhverv (vises med turkis farve) – omfatter kommuneplanlagte bymæssig bebyggelse både i byzone og landzone, kommuneplanlagte erhvervsområder, kommuneplanlagte tekniske anlæg, sommerhusområder og råstofgrave- og råstofinteresseområder.

Alle tre klasser med hver sin farvekode er angivet uden indbyrdes værdisætning, hverken inden for den enkelte klasse eller klasserne imellem. Formålet med sammenlægningen i de tre klasser er at skabe overblik og illustrere på et overordnet niveau typen af udfordringer, der er forbundet med de forskellige foreløbige korridorer, samt hvorfor disse netop er forslået placeret og afgrænset som de er, inden for projektområdet.

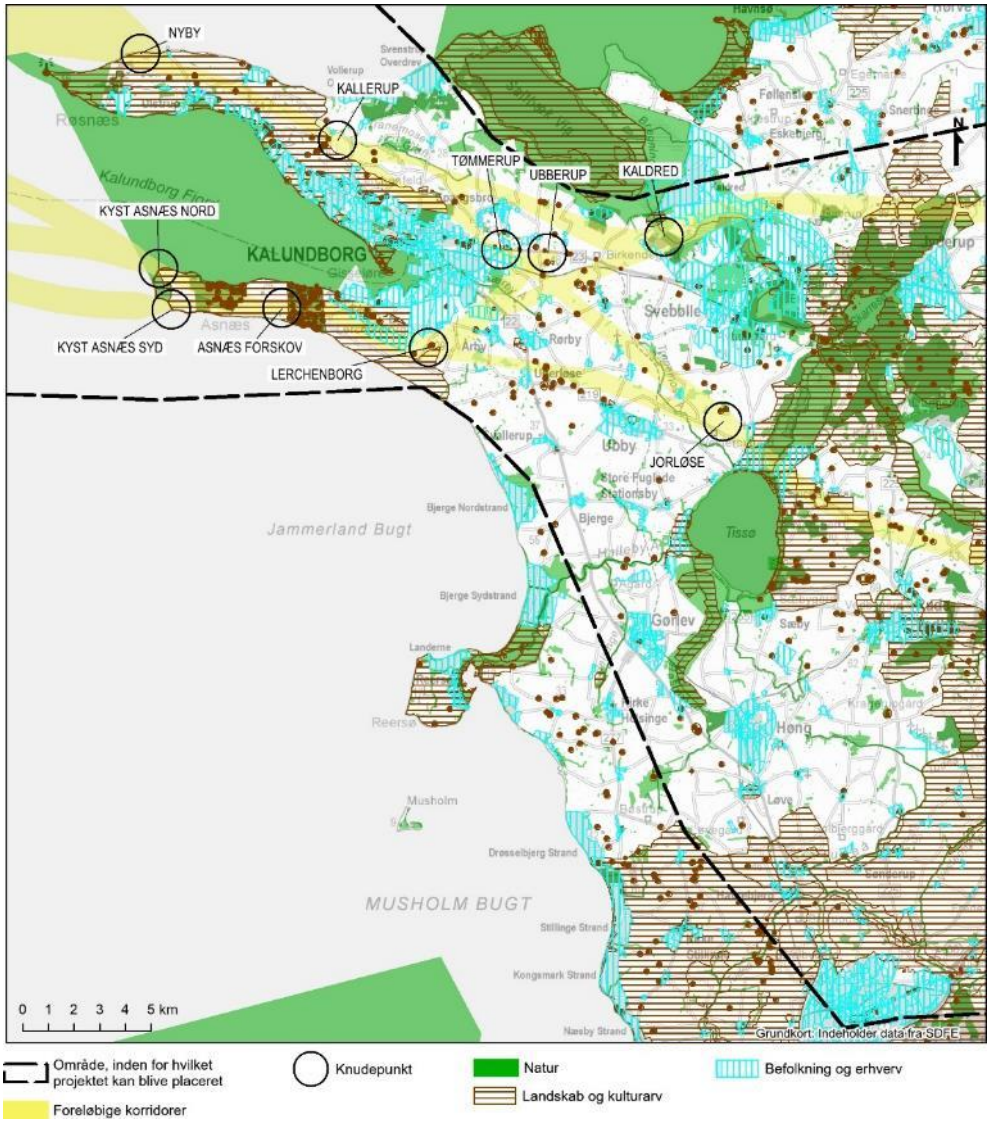
For områder, der ikke er farvelagt, vil der også kunne forekomme interesser, som f.eks. værdifulde geologiske områder (Figur 6-27), grundvandsinteresser, vandløbsmålsætninger, kommuneplanlagte friluftsområder etc. Disse er dog i dette stade af projektet vurderet at være mindre styrende for placering af foreløbige korridorer, idet betydningen af projektet i forhold til disse interesser er vanskeligere at vurdere uden et mere konkret projekt.

Øvrige naturforhold f.eks. forekomst af fundsteder for bilag IV-arter eller fredede arter er ikke kortlagt i denne screening, men blot medtaget i beskrivelsen af en given korridor, hvor eksisterende viden haves.

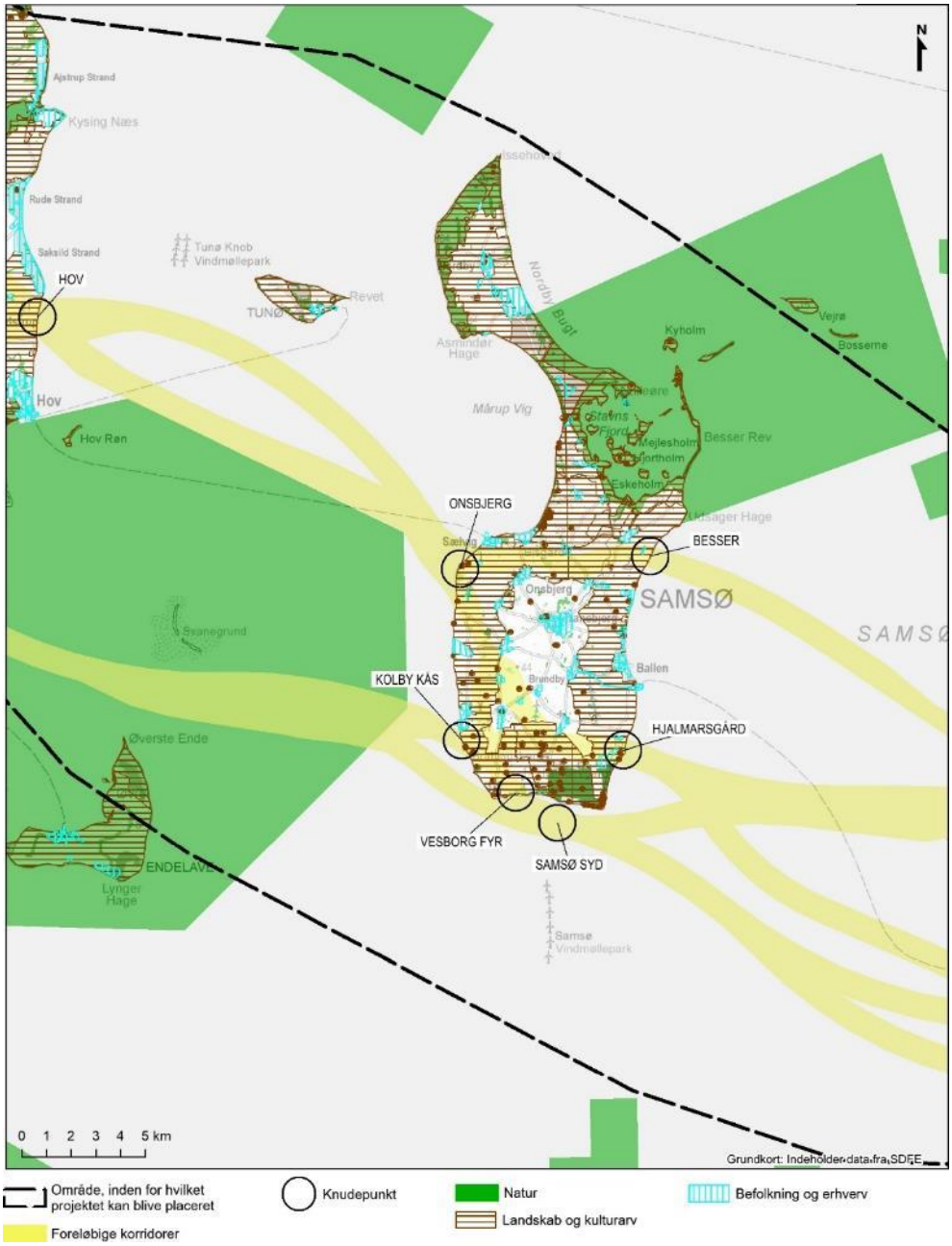
Scoringen i de enkelte landsdele ses af figurerne Figur 6-8 - Figur 6-11.



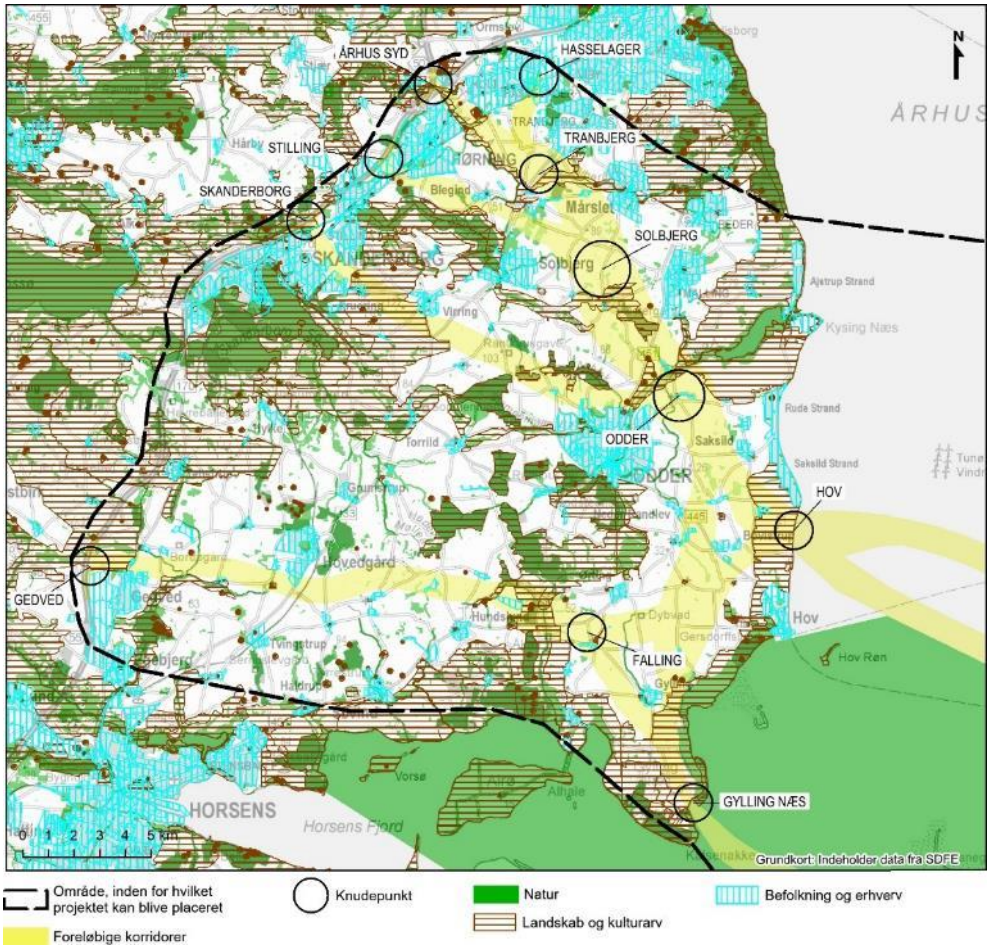
Figur 6-8 *Korridorer på Sjælland (østlige del af projektområde) i forhold til analyse-parametrene for natur, landskab og kulturarv samt befolkning og erhverv.*



Figur 6-9 *Korridorer på Sjælland (vestlige del af projektområde) i forhold til udvalgte analyseparametre for natur, landskab og kulturarv samt befolkning og erhverv.*



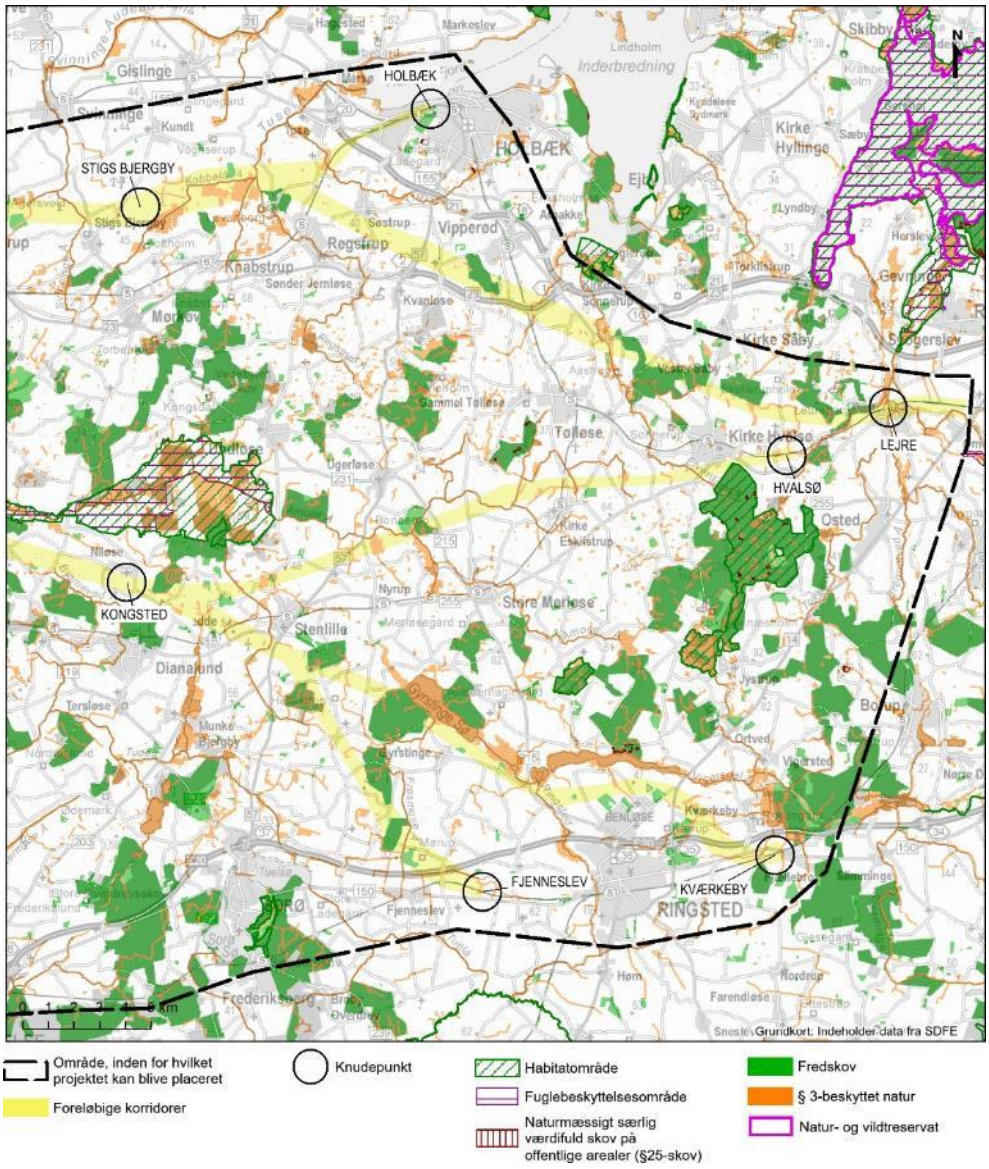
Figur 6-10 *Korridorer på Samsø i forhold til udvalgte analyseparametre for natur, landskab og kulturarv samt befolkning og erhverv.*



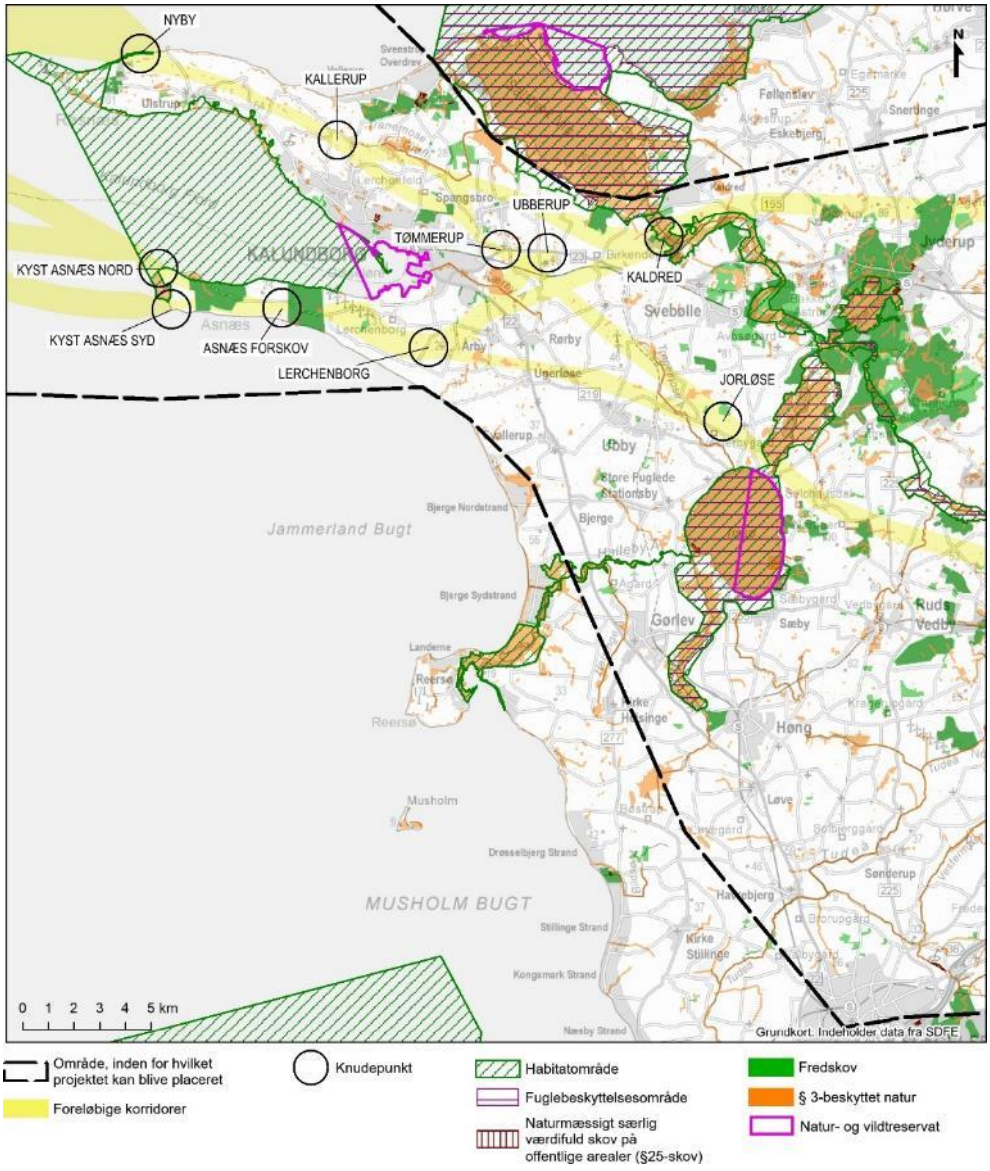
Figur 6-11 *Korridorer i Østjylland i forhold til udvalgte analyseparametre for natur, landskab og kulturarv samt befolkning og erhverv.*

6.2.2 Natur

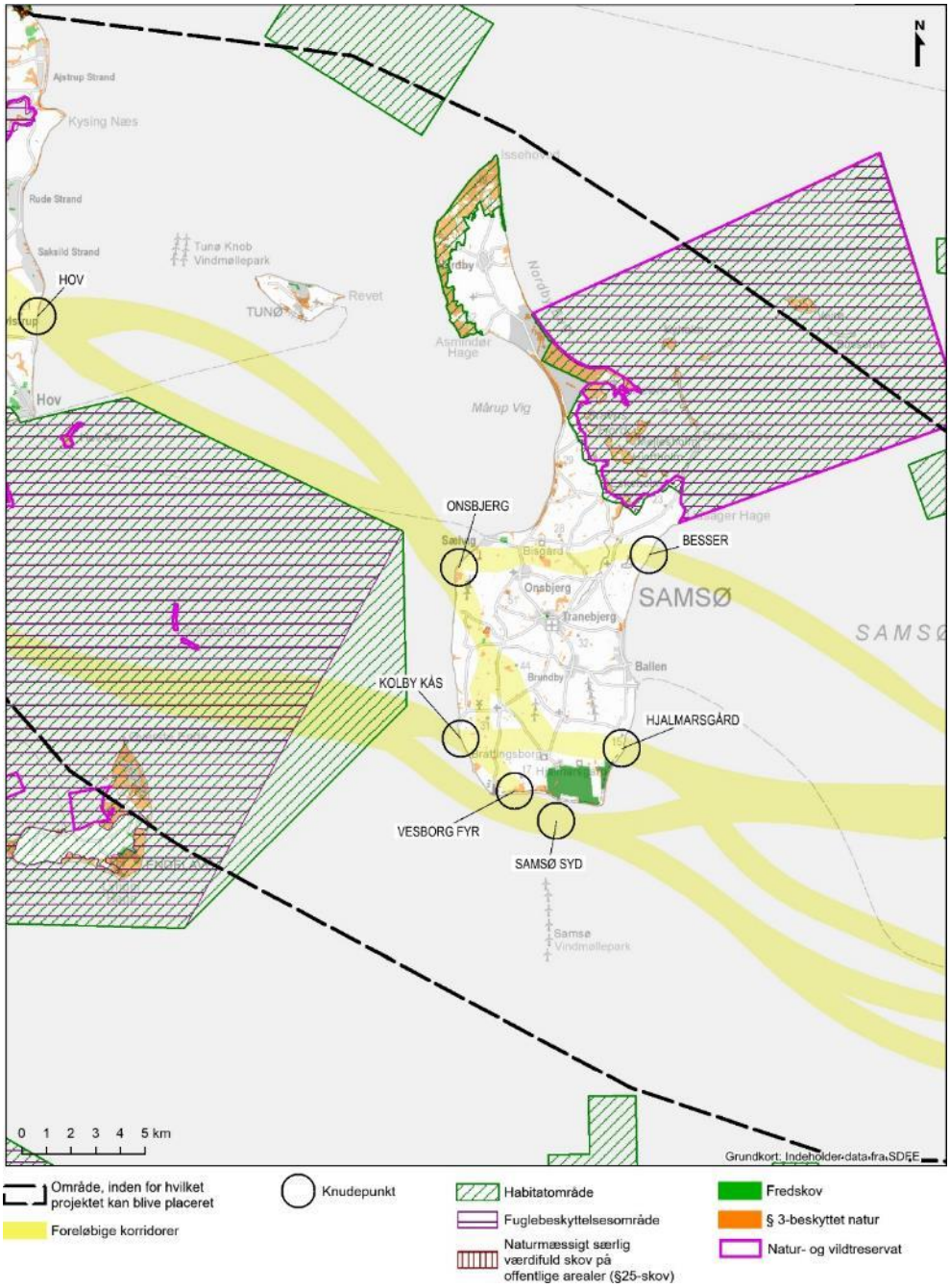
Kortene nedenfor viser beliggenheden af de undersøgte analyseparametre for natur - Natura 2000-områder, beskyttede naturtyper og fredskov, herunder § 25-skov. Beliggenheden af habitatnaturtyper i Natura 2000-områderne, som berøres af de foreløbige korridorer, er vist på separate kort i afsnittene om de specifikke Natura 2000-områder.



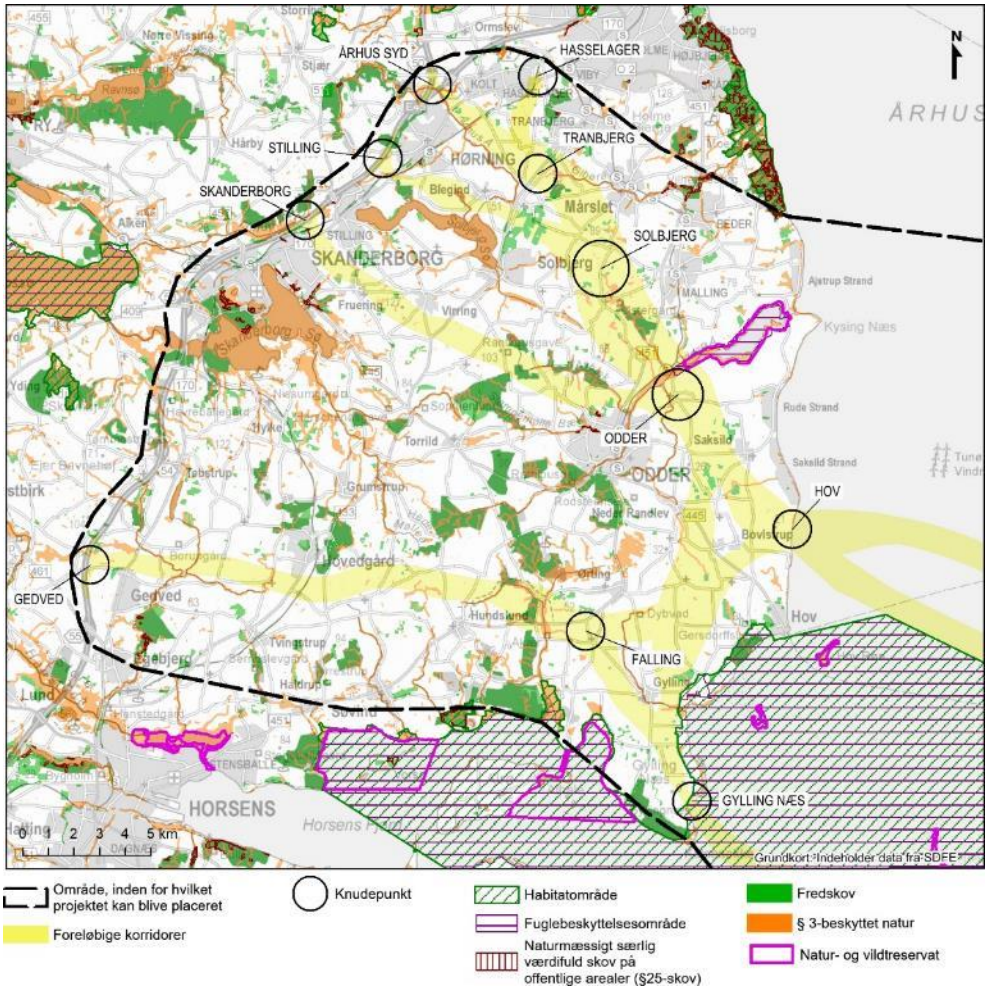
Figur 6-12 De udvalgte analyseparametre for natur på Sjælland i den østlige del af projektområdet.



Figur 6-13 De udvalgte analyseparametre for natur på Sjælland i den vestlige del af t.



Figur 6-14 De udvalgte analyseparametre for natur på Samsø.



Figur 6-15 De udvalgte analyseparametre for natur i Østjylland.

6.2.2.1 Natura 2000-områder

Her gennemgås de dele af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder på land, som ikke allerede er behandlet i kap. 6.1.2. For en gennemgang af lovgrundlaget og baggrunden for Natura 2000-områderne, se kap. 6.1.2.

Indenfor projektområdet ligger flere Natura 2000-områder. Disse er oplistet nedenfor. Antallet af gange, hvor en delstrækning af de foreløbige korridorer ligger helt eller delvist inden for Natura 2000-områderne, er opgjort i Tabel 6-17. Se vedrørende håndteringen af Natura 2000-områder uden for projektområdet afsnit 6.1.2.

- Natura 2000-område N166. Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord:
  - Habitatområde H195. Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord.
- Natura 2000-område N156. Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å:
  - Habitatområde H137. Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å
  - Fuglebeskyttelsesområde F117. Store Åmose.
- Natura 2000-område N157. Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken:
  - Habitatområde H138. Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken
  - Fuglebeskyttelsesområde F100. Tissø, Åmose og Hallenslev Mose.

- Natura 2000-område N160. Nordlige del af Sorø Sønderskov:
  - Habitatområde H141. Nordlige del af Sorø Sønderskov.
- Natura 2000-område N158. Allindelille Fredskov
  - Habitatområde H139. Allindelille Fredskov.
- Natura 2000-område N146. Hejede Overdrev, Valborup Skov og Valsølille Sø:
  - Habitatområde H129. Hejede Overdrev, Valborup Skov og Valsølille Sø.

Tabel 6-17 *Antal gange hver delstrækning af korridoren er placeret indenfor et Natura 2000-område. *angiver at det er en foreløbig korridor for kun jernbane. Det samme Natura 2000-område kan fremgå af tabellen flere gange. Antal arealer med prioriterede terrestriske habitatnaturtyper inden for hver del-korridor er opgjort på naturtypeniveau.*

Delstrækning af foreløbig korridor	Antal Natura 2000-områder	Prioriterede habitatnaturtyper
Tømmerup – Nyby	1	0
Ubberup – Asnæs N/S	1	1 Kalkoverdrev (mosaik 20%).
Lejre – Kallerup*	1	2 Surt overdrev. 1 Avneknippemose (mosaik 20%). 1 Elle- og askesump. 5 Skovbevokset tørvemose.
Hvalsø – Lerchenborg *	2	0
Kværkeby – Lerchenborg*	1	0
Fjenneslev – Lerchenborg*	1	0
Fjenneslev – Tømmerup *	1	0

Umiddelbart udenfor projektområdet ligger:

- Natura 2000-område N239. Ryegård Dyrehave, Bramsnæs og Garveriskov:
  - Habitatområde H247. Egernæs med holme og Fuglsø.
- Natura 2000-område N136. Roskilde Fjord:
  - Habitatområde H120. Roskilde Fjord
  - Fuglebeskyttelsesområde F105. Roskilde Fjord, Kattinge Vig og Kattinge Sø.
- Natura 2000-område N154. Sejerø Bugt og Saltbæk Vig:
  - Habitatområde H135. Sejerø Bugt og Saltbæk Vig
  - Fuglebeskyttelsesområde F99. Saltbæk Vig.
- Natura 2000-område N151. Ramsø Mose:
  - Fuglebeskyttelsesområde F104. Ramsø Mose.

En beskrivelse af habitatnaturtyper og arter, som er på udpegningsgrundlaget for et eller flere af de habitatområder, der ligger indenfor projektområdet, er givet i henholdsvis Tabel 6-18 og Tabel 6-19.

Tabel 6-18 *Prioriterede terrestriske habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for et eller flere af de habitatområder, som ligger indenfor projektområdet på Sjælland (H129, H137, H138, H139, H141 og H195), Samsø (H51 og H182) og i Jylland (H52). Kilde: Habitatbeskrivelser, årgang 2016. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000-typer) (Miljøstyrelsen 2016).*

Karakteristik af habitatnaturtyperne	Habitatområde
1150* Lagune (Prioriteret naturtype) Vandarealer ved kysten med mere eller mindre lavt vand af varierende saltholdighed, som er helt eller næsten helt adskilt fra havet af strandvoldsdannelser, strandeng, klitter, eller i sjældne tilfælde af klipper, så der fortsat er en vis vandudveksling med havet - evt. blot i form af tidvise oversvømmelser eller ved sivning gennem jordlag. Denne habitatnaturtype er behandlet under de marine naturtyper.	H51, H52, H138
2140* Klithede (Prioriteret naturtype) Stabile/gamle klitter bag de ydre klitter, med et mere eller mindre lukket vegetationsdække præget af lav gyvel, pors og/eller dværgbuske - f.eks. revling, hedelyng, klokkelyng eller visse. Kalkindholdet i jorden er lavt grundet udvaskning af klitterne. Dele af naturtypen findes på tørre klitter, mens andre dele findes i fugtige lavninger og svarer med hensyn til flora til våd hede med mosebølle, pors og klokkelyng. Da klitter opdeles i over 5 forskellige naturtyper som ofte blander sig på et konkret areal, kan et areal være præget af naturtypens plantesamfund allerede ved en dækningsgrad omkring 20% af arealet, hvis ingen af de øvrige naturtyper har større dækning. Tykkelsen af flyvesandslaget er ligesom for de øvrige klittyper ikke afgørende. Selv et få cm tykt lag flyvesand er nok til at henføre et areal til klittyperne.	H51, H52
6120* Tørt kalksandsoverdrev (Prioriteret naturtype) Et særligt plantesamfund knyttet til meget tør og varm kalkholdig sandjord, ofte på sydvendte skrænter. Græsning er ikke altid nødvendig for at opretholde naturtypen, fordi den lette og løse jord ved erosion kan holde vegetationen åben. Der er ofte synlig bar jord mellem planterne og stort indslag af enårige arter.	H51, H138, H182, H195
6210* Kalkoverdrev (Prioriteret naturtype) Den del af dansk overdrevsvegetation, inklusive skrænter og krat, som er ekstensivt drevet og vokser på mere eller mindre kalkrig bund, og som ikke omfattes af type 6120 på meget tør åben sandjord. Typen rummer talrige undertyper og skal opfattes ganske bredt. Der skal som regel have været græsset, selvom græsning kan være ophørt for en del år siden, eller eventuelt kun sker ved den naturlige fauna. Med ekstensivt drevet menes, at florasammensætningen ikke er forarmet (se ordforklaring i nøglen) grundet gødskning, sprøjtning eller omlægning. Naturtypen er prioriteret i de tilfælde, hvor den rummer en vigtig orkidélokalitet, dvs. indeholder mange orkidéarter, eller en vigtig bestand af mindst en orkidéart, som ikke anses for særlig almindelig, eller en eller flere orkidéarter, som er rødlistede (anses for sjældne eller meget sjældne).	H51, H52, H129, H137, H138, H139, H182, H195

Karakteristik af habitatnaturtyperne	Habitatområde
6230* Surt overdrev (Prioriteret naturtype) Den del af dansk overdrevsvegetation (inklusive græshede), som er ekstensivt drevet og vokser på mere eller mindre sur bund, og som danner sammenhængende (sluttet) grønsvær (domineret af flerårige arter), inklusive krat eller buske og succesionstrin af heder, hvor bølget bunke dominerer – dog eksklusive områder præget af dværgbuske. Typen rummer talrige undertyper (bl.a. katteskæg-, hvene/svingel- og sand-star- dominerede typer), og skal opfattes ganske bredt, idet der dog skal have været kontinuitet i forholdene i en årrække. Med ekstensivt drevet menes her, at florasammensætningen ikke er forarmet (se ordforklaring i nøglen) grundet overgræsning, tilgroning, gødskning, sprøjtning eller omlægning.	H51, H52, H129, H137, H138, H182
7210* Avneknippemose (Prioriteret naturtype) Fugtig eller vådbundsvegetation med hvas avneknippe og stedvis dominans af denne art. Oftest ved bredden af småsøer, i moser eller som successionstrin i ekstensivt udnyttede enge/kær. Tilknyttede småpartier med kærvegetation medregnes under definitionen, ligesom der ofte er tilknyttet partier med andre rørsumpsarter - bl.a. tagrør. De fleste voksesteder er kalkrige/rigkær, men sure moser/fattigkær kan også huse denne naturtype.	H137,
7220* Kildevæld (Prioriteret naturtype) Kilder eller væld med kalkholdigt (hårdt) vand (i modsætning til kilder/væld med blødt vand), herunder også den tilhørende vældvegetation. De er generelt små (punkt- eller linieformede) og ofte med mosdominerede plantesamfund, der kaldes *Cratoneurion commutati*. I skov og krat kan kildevældene være uden vegetation. Naturtypen karakteriseres ved forekomsten af frit synligt kildevand i hvert fald hovedparten af året. Kilder og væld af denne type findes ofte som små delelementer i moser, kær, skov eller overdrev, men kan i visse tilfælde også være bevaret selv i det åbne agerland.	H129, H137, H195
91D0* Skovbevokset tørvemose (Prioriteret naturtype) Vådbundsskov domineret af birk, skovfyr eller rødgran, som forekommer på relativt næringsfattig og sur bund med et højt grundvandsspejl, typisk på tørvejord. Tørst og alm. røn findes ofte sammen med de øvrige træarter. Der er som regel mosser til stede, ofte i form af tørvemos (Sphagnum). En stabil variant af naturtypen optræder som kantskov af dunbirk på højmose. Sekundær skovbevokset tørvemose opstået ved tilgroning af tidligere lysåbne moser (7110, 7120 og 7140) pga. antropogene påvirkninger er også omfattet af naturtypen. Tilgroningstypen er typisk et successionsstadium med birk i første trægeneration, hvorefter der kan ske indvandring af el eller ask.	H52, H129, H137, H138
91E0* Elle- og askeskov (Prioriteret naturtype) Fugtige til våde arealer i tilknytning til vandløb, eller af anden grund med en vis vandbevægelse, bevokset med (domineret af) rødel og/eller ask. Hyppige ledsagetræarter er dunbirk, skovelm, hvidpil og skørpil. Der er normalt en frodig bundflora med høje urter eller moseplanter, der trives med den rigelige tilgang af vand og næring.	H52, H129, H137, H138, H139, H141

Tabel 6-19 *Arter (ekskl. marine arter) på udpegningsgrundlaget for et eller flere af de habitatområder, som ligger indenfor projektområdet på Sjælland (H129, H137, H138, H139, H141, H182 og H195), Samsø (H51 og H182) og i Jylland (H52). Kilde: Miljøstyrelsens hjemmeside (mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon).*

Terrestriske arter på udpegningsgrundlaget	Habitatområde
1014 Skæv vindelsnegl Skæv vindelsnegl var før 1974 kendt fra omkring 50 lokaliteter. På nuværende tidspunkt kendes der kun til dens eksistens på en enkelt lokalitet i Himmerland, og enkelte steder på Fyn og Sjælland. I modsætning til kildevældsvindelsnegl og sumpvindelsnegl forekommer skæv vindelsnegl både på fugtige og tørre lokaliteter. For de fugtige levesteders vedkommende er der ofte tale om fugtige enge og krat eller frodige rigkærenge med højtvoksende star-arter. Hvad angår tørre lokaliteter, findes sneglen ofte nær havet, på græsbevoksede åbne arealer, men den kan også forekomme i det åbne landbrugsland i markhegn.	H138, H195
1016 Sumpvindelsnegl Sumpvindelsnegl findes især i den østligste del af Danmark, dog med undtagelse af Bornholm. For nylig er arten også konstateret i Midtjylland. Sumpvindelsnegl er en landsnegl, der lever på våde lokaliteter med bevoksninger af forskellige stararter såsom stiv star eller kærstar, høj sødgræs, pindsvineknop og dunhammer, og hvor vandet står lige omkring jordoverfladens niveau. Ofte findes disse bevoksninger som bunddække i ellesumpe. En særlig fugtighedsgrad er nødvendig for opretholdelsen af den rette mikroflora, som sneglene afgræsser på plantestænglerne og bladene. Dette specielle krav til levestedet synes at være en af årsagerne til, at arten ikke er almindeligt forekommende. Derudover er det vigtigt, at der er en vis mængde sollys der rammer plantesamfundene, hvor sumpvindelsnegl lever.	H137
1084* Eremit (Prioriteret art) Eremitten er et skovinsekt, knyttet til hule træer. Hele billens udvikling fra æg til fuldt udvokset bille foregår i det smuld som findes i bunden af et hult træ. Som regel yngler den i store flere hundrede år gamle træer, oftest eg eller bøg, men den er også fundet ynglende i nåletræer. De voksne biller kan ses flyve fra midsommer til september. De er aktive om dagen og lever som voksne biller i ca. 1 måned. Parringen sker sent på sommeren og der lægges ca. 20-30 æg i træsmuldet eller i sprækker i det hule træ. Larverne forlader æggene efter få uger og begynder at æde af de døde træved. Larven er mindst 2-3 år om at udvikle sig til voksen bille.	H141

Terrestriske arter på udpegningsgrundlaget	Habitatområde
1149 Pigsmerling Pigsmerling findes i tre vandløbssystemer på Fyn, nemlig Odense Å, Stavis Å og Vindinge Å. På Sjælland lever arten i Susåen, Tude Å, Halleby Å og Køge Å. Pigsmerling er genfundet i 2005 i Maribo Søndersø på Lolland. Pigsmerling lever i åer, bække og søer med langsomt flydende eller stillestående vand. Arten er hovedsageligt nataktiv, og fisken ligger om dagen nedgravet i bunden. Den foretrukne bundtype er sand, men den findes også på siltet bund eller mudderbund. Det er vigtigt, at der er rigelig forekomst af vandplanter, da det er her, æggene afsættes, og det er her, fisken kan søge skjul. Pigsmerling lever bl.a. af smådyr.	H137, H138
1166 Stor vandsalamander Stor vandsalamander lever på land en stor del af året, mest i skove og haver. Den kan også findes i kældre, udhuse og lignende. Den er mest aktiv om natten. Om dagen gemmer den sig i huller i jorden, under grene eller lignende. Om foråret i marts-april kommer dyret frem af vinterdvalen og vandrer ned til vandhullerne. Her foretrækker den at leve i rene vandhuller, som solen gerne må kunne skinne på, og som oftest er mellem 50m² og 2.500m², men kan være over 1 hektar store. Den kan være ret almindelig i vandhuller midt ude på dyrkede marker, især dem, hvor kvæget vandes. Den findes sjældent i vandhuller med surt vand. Er der fisk i vandhullet, eller bruges det til at opdrætte ænder i, yngler den sjældent. Stor vandsalamander er almindelig i hele landet undtagen i Vestjylland og Vendsyssel, hvor der kun findes få dyr. Mest almindelig er den i det sydøstlige Danmark.	H51, H129, H137, H138, H182, H195
1188 Klokkefrø Klokkefrøen trives bedst i et åbent landskab med græs, blomster, lidt krat og spredte træer, og hvor nogle få kreaturer går og græsser. Men den kan også findes ved vandhuller ude på dyrkede marker og nær sommerhuse og campingpladser. Den bevæger sig ikke længere omkring end i en radius på 2-300 meter fra ynglevandhullet. I løbet af april og maj vandrer den ned til et vandhul, hvor den yngler. Når frøerne ikke er i vandhullerne, og når de vandrer fra vandhul til vandhul, opholder de sig i levende hegn, stengærder eller braklagte marker i nærheden af vandhullerne. Det er også her, at padderne finder egnede overvintringssteder.	H195

Terrestriske arter på udpegningsgrundlaget	Habitatområde
1355 Odder Odderen lever i tilknytning til både stillestående og rindende vand, salt- og ferskvand. Uforstyrrede vandløb, søer, moser og fjordområder, med gode skjulmuligheder i form af vegetation, er oplagte levesteder. Da odderen er nataktiv, opholder den sig om dagen i en hule i brinken, under trærødder eller under buske. Både hanner og hunner hævder territorium, men hannens er større end hunnens, og kan strække sig over mere end 10 kilometer vandløb. Kun i parringstiden færdes hannen og hunnen sammen. De fleste unger bliver født om sommeren eller i efteråret, selvom odderen kan føde unger på alle tidspunkter af året. Et kuld på 2-3 unger fødes, når hunnen har været drægtig i ca. 60 dage. Ungerne er et år gamle før de kan klare sig selv. For at odderen yngler, skal der i dens territorium være skjul eller fristeder i form af rørskov, krat eller anden bevoksning. Der skal også være ringe menneskelig aktivitet, det vil sige et minimum af færdsel, lystfiskeri og jagt. Findes der tilstrækkelige skjul, er odderen mere tolerant overfor menneskelige forstyrrelser.	H52, H137, H138

En beskrivelse af relevante fuglearter, dvs. landlevende fugle, på udpegningsgrundlaget for et eller flere af de fuglebeskyttelsesområder, der ligger indenfor projektområdet, er givet i Tabel 6-20.

Tabel 6-20 *Relevante fuglearter på udpegningsgrundlaget for de fuglebeskyttelsesområder, der ligger indenfor projektområdet på Sjælland (F99, F100, F104, F105 og F117), Samsø (F31) og Jylland (F30 og F36). Efter hvert nummer for fuglebeskyttelsesområde er det angivet, om arten er på udpegningsgrundlaget som ynglefugl (Y) eller trækfugl (T). Med undtagelse af sangsvane, er arter allerede beskrevet i afsnit 6.1.2.5.2 udeladt. Kilde: Natura 2000-planer og DOF's artsbeskrivelser [3].*

Fuglenes biologi og forekomst	Fuglebeskyttelsesområde
Rørdrum Rørdrummen forekommer i store tagrørskove og store sumpområder og er således mest almindelig ved de vestjyske fjorde. I Danmark yngler arten meget spredt i det meste af landet, dog slet ikke på Bornholm. Rørdrummen er ellers udbredt i Europa, bortset fra det nordlige Skandinavien. Derudover findes arten i et bredt bælte gennem Asien og i Nordafrika. Rørdrummen lever især af fisk, padder og andre smådyr.	F100 (Y)

Fuglenes biologi og forekomst	Fuglebeskyttelsesområde
Pibesvane Pibesvanen yngler på tundraen i det nordlige Rusland, men overvintrer i Vesteuropa. De fleste trækker i første omgang til Danmark, Holland og Nordtyskland, men når det hårde vintervejr sætter i, trækker de fleste pibesvaner i Danmark videre til Holland og England. I Danmark findes pibesvanen langt overvejende i det vestlige og nordlige Jylland, særligt i det vestlige Sønderjylland, omkring Ringkøbing Fjord, Stadil Fjorde, Vejlerne, Ulvedybet og i Vendsyssel. I milde vintre er der registreret op til omkring 1.000 fugle i Danmark, svarende til ca. 5% af den europæiske vinterbestand. I det østlige Danmark er pibesvanen en ret tilfældig gæst. Pibesvanen fouragerede tidligere langt overvejende på vandplanter i fjord- og søområder, men siden 1970'erne er pibesvanen i stigende grad begyndt at fouragere på marker med vintersæd, på stubmarker, samt på græsmarker og enge.	F100 (T)
Sangsvane Sangsvanen yngler i Island, Norge, Sverige, Finland, Rusland og Sibirien. Danmark er sammen med Tyskland det vigtigste overvintringsområde for arten i Europa. Sangsvanerne fouragerede tidligere næsten udelukkende på bundplanter i fjord-og søområder men er nu også skiftet til fouragering på enge og marker. Sangsvanen lever af vandplanter, græs og vinterafgrøder, f.eks. hvede og raps.	F30 (T), F31 (T), F100 (T)
Sædgås Den danske bestand af sædgæs består af to forskellige racer – tajgasædgås og tundrasædgås. Der skelnes ikke mellem disse to racer i de EF-fuglebeskyttelsesområder hvor arten er på udpegningsgrundlaget. I det nationale overvågningsprogram overvåges arten af DCE ved årlige midvintertællinger – senest i 2011. Tundrasædgås har tidligere været sjælden, men har efter 2.000 lejlighedsvis optrådt i store flokke primært på Lolland. Tajgasædgås ses i Danmark primært i Sydøstdanmark, Vestsjælland og med en mindre bestand på enkelte jyske lokaliteter i Thy og Himmerland. Den danske bestand af sædgås har været optalt siden 1987 men først fra 2005 blev de to racer adskilt i forbindelse med gennemførelse af overvågningen. Antallet af sædgæs senere tajgasædgæs har fluktueret en hel del med de største antal i hårde vintre, men der synes ikke at være nogen egentlig tendens, og afspejler således ikke den bestandstilbagegang, arten har gennemgået på verdensplan. Bestanden af tajgasædgås blev i januar 2009 opgjort til ca. 19.000 individer i Danmark, hvilket var det år med det største antal. Antallet af tundrasædgæs har ligget ret konstant i perioden 2007-2012 med ca. 4.000 individer. Antallet af rastende (tajga-)sædgæs ved Tissø lå nogenlunde stabilt omkring 1000 fugle (årligt maksimum) frem til 2012.	F100 (T)

Fuglenes biologi og forekomst	Fuglebeskyttelsesområde
Grågås Grågås er en udbredt ynglefugl i Danmark. Den danske ynglebestand suppleres af trækfugle fra Norge der trækker gennem Jylland og fugle fra Sverige der trækker igennem Østdanmark. I det nationale overvågningsprogram overvåges arten årligt af DCE ved midvintertællinger i januar og supplerende tælling i september, hvor arten antalsmæssigt har den største forekomst i Danmark. Antallet af grågæs i perioden 2004-2011 har været stigende frem til 2009 og derefter aftagende de følgende to år sandsynligvis på grund af de to strenge vintre med øget dødelighed blandt grågæssene, dette afspejles også i september tællingerne, hvor antallet efter en lang årrække med stigende antal faldt fra 2010 til 2011. Antallet af grågæs i Danmark i september har i perioden 2007-2017 ligget mellem 106.000 og 172.000 individer. Grågås har efter en længere årrække med stabile bestande i 1980´erne siden 1990´erne været markant stigende, hvilket også er tilfældet for den samlede nordvesteuropæiske bestand. Et stort antal grågæs raster ved Tissø. Antallet er svingende fra år til år med antal på mellem 2.000 og 17.000 individer.	F100 (T)
Rød glente Rød glente har en begrænset geografisk udbredelse. Næsten hele artens yngleområde befinder sig indenfor Europa. 80% af den europæiske bestand er koncentreret i Tyskland, Frankrig og Spanien, og i alle tre lande er glenten i tilbagegang. I Danmark yngler den røde glente fåtalligt, men den har været i fremgang i de seneste år og findes nu i alle landsdele. Der er flest ynglende glentepar i det østlige Jylland. Den røde glente yngler i åbne landskaber med spredte skove, gerne i nærheden af vandløb, søer eller moser. Glenten overtager ofte andre større fugles reder i høje træer som f.eks. ravne- eller musvågereder. Reden pyntes gerne med f.eks. papirstumper, farvet plastic, reb o. lign.	F100 (Y)
Havørn Havørnen er en fåtallig ynglefugl i Danmark, men findes spredt over hele landet på nær Bornholm. Gammel skov ud til kyst eller ved større søer, med fourageringsområder i form af fladvandede kystnære områder, udgør potentielle ynglelokaliteter. Reden placeres med godt udsyn og få menneskeskabte forstyrrelser. Arten overvåges på baggrund af data fra DOF-basen, som kvalitetssikres af DCE og anvendes i Naturstyrelsens overvågning af arten. De fleste danske havørnepar findes på Lolland og Sydsjælland, men arten har efterhånden etableret stabile bestande i både Sønderjylland og på Sydfyn.	F100 (Y), F117 (Y)
Rørhøg Rørhøgen yngler primært i vådområder med veludviklede rørskove og fouragerer desuden over dyrkede marker, enge og græsarealer. Rørhøgen er en trækfugl, og den danske bestand overvintrer i Sydvesteuropa og i Vestafrika. Herhjemme er rørhøgen mest almindeligt forekommende i den sydlige del af landet, og mere talrig på Øerne end i Jylland. Den samlede danske ynglebestand er anslået til ca. 650 par.	F100 (Y)

Fuglenes biologi og forekomst	Fuglebeskyttelsesområde
Fiskeørn Fiskeørnen har tidligere været almindeligt forekommende i Danmark, særligt i den østlige del, men den forsvandt i 1916. Arten ses almindeligt som trækfugl for- og efterår på vej til og fra overvintringslokaliteterne i Afrika. I det nationale overvågningsprogram har der indtil 1998 kun været få dokumenterede redefund, og den samlede bestand blev i 2012 opgjort til tre ynglepar; to par i Vestjylland og et enkelt par i Nordsjælland.	F100 (TY)
Plettet rørvagtel Plettet rørvagtel yngler i ferske sumpområder, hvor vanddybden ikke overstiger 30 cm. Arten synes at foretrække vandområdernes starzone, men er også registreret i ukultiverede engområder i ådale med tidvise oversvømmelser. Arten er trækfugl, der overvintrer i Afrika og til dels i Indien. Antallet af ynglepar af plettet rørvagtel har i perioden 1980-2011 fluktueret en del. I forbindelse med det nationale overvågningsprogram overvåges arten nu på baggrund af kvalitetssikrede data fra DOF-basen.	F100 (Y)
Engsnarre Engsnarre lever i det åbne land, hvor den foretrækker områder med forholdsvis høj vegetation og fugtig bund. Arten er afhængig af, at vegetationen ikke slås i yngleperioden. Når ungerne har forladt reden, trækker engsnarren sydpå til overvintringsområderne i det østlige Afrika syd for Sahara. Engsnarren lever af forskellige jordlevende insekter og mange andre hvirvelløse dyr som f.eks. snegle og regnorme. Engsnarren var i 1800-tallet en almindelig fugl i Danmark, men siden da er arten gået kraftigt tilbage, og den er i dag en af de få danske ynglefugle, som er på listen over verdens mest truede fuglearter. De senere år har bestanden dog været i fremgang, omend den fluktuerer kraftigt.	F117 (Y)
Hjejle Hjejlen yngler i åbne og tørre hedeområder helt uden trævækst. Lyngen skal gerne være kort og ret sparsom. I 2009 blev der trods målrettet eftersøgning ikke fundet et eneste ynglepar af hjejle herhjemme. Indenfor de senere år har den forekommet på nogle få lokaliteter i det nordlige og vestlige Jylland. Hanstedreservatet i Thy og Borris Hede har været vigtige ynglelokaliteter for arten. Hjejlen er dog en meget almindelig trækfugl i Danmark, hvor store flokke af hjejler kan ses på græs- og pløjemarker. I forbindelse med trækket raster en markant procentdel af Europas bestand i den vestlige del af Jylland. I Tøndermarsken alene er talt op til 58.000 fugle. Danmark har således et stort internationalt ansvar for hjejlen. Hjejlen overvintrer langs Vest- og Sydeuropas kyster samt i Middelhavsområdet, og i milde vintre kan nogle tusinde fugle godt overvintre her i landet. Hjejlen lever af insekter, orme, snegle og bær.	F36 (T)

Fuglenes biologi og forekomst	Fuglebeskyttelsesområde
Brushane Brushanen yngler på forholdsvis kortgræssede ferske enge og strandenge. Arten er trækfugl og overvintrer i Sydeuropa og Vestafrika. I forbindelse med det nationale overvågningsprogram overvåges arten nu hvert 2. år - senest i 2012, der i modsætning til tidligere år faktisk var et usædvanligt godt yngleår på grund af rigeligt nedbør på de jyske ynglelokaliteter. Tidligere var brushanen almindelig og udbredt i hele landet med undtagelse af Bornholm. Arten er imidlertid gået meget tilbage i løbet af 1900-tallet, og forekommer i dag kun i et mindre antal på de ferske dele på strandengsområder, hovedsageligt i Vest- og Nordjylland, hvor Tipperne i Ringkøbing Fjord i dag er kernelokaliteten for arten. Antallet af ynglepar af brushane har både på kort sigt 2004-2011 og på lang sigt 1980-2011 været hastigt aftagende, og er faldet med 90-95% over de seneste 30 år. De største trusler mod brushane er tab af ynglehabitat pga. dens store krav til vegetationshøjde, hydrologi og fred mod forstyrrelser og prædatorer. Arten er ikke registreret som ynglende i F100 i perioden 2004-2012, men har tidligere haft ynglesucces ved Askevad Skov nord for Tissø	F100 (Y)
Fjordterne Fjordterne yngler i kolonier på øer og holme eller langs kysten og ved søer ofte i selskab med havterne eller hættemåger. Arten er trækfugl, der overvintrer langs Vestafrikas kyster. I det nationale overvågningsprogram overvåges arten hvert 3. år - senest i 2012. Den danske bestand af fjordterne har efter 1980 samlet set været i tilbagegang, og de ca. 420 ynglepar der blev registreret ved optælling i 2006, ligger langt under det tidligere niveau på næsten 1.500 par i slutfirserne. Fjordterne er udbredt langs de danske kyster og ved større søer undtagen på Bornholm, men udbredelsen har samlet set været i tilbagegang siden 1980. Største trussel for den danske ynglebestand vurderes at være prædation/forstyrrelse på ynglepladserne især fra ræve. Fjordterne yngler på øerne i sydenden af Tissø, men havde i perioden 2005-2012 haft en tendens til faldende ynglebestand. Den toppede i nævnte periode i 2006 med 75 par, mens tallet var nede på 22 i 2009 og 2012.	F100 (Y)

Natura 2000-område N166. Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord

Natura 2000-område N166 berøres af delstrækningerne "Tømmerup - Nyby" og "Ubberup – Asnæs N/S". Natura 2000-området omfatter habitatområde H195 og er primært et marint område, men indeholder også terrestriske habitatnaturtyper, som ikke er behandlet i kap.6.1.2. Nærværende afsnit vil kun omhandle terrestriske naturtyper og arter. Marine arter og naturtyper samt generel information om området er behandlet i kap.6.1.2.

De terrestriske dele af udpegningsgrundlaget for habitatområde H195 omfatter:

- 1220 Strandvold med flerårige planter
- 1230 Kystklint/klippe
- 1330 Strandeng
- 3130 Søbred med smårter
- 3140 Kransnålalge-sø

- 3150 Næringsrig sø
- 6120* Tørt kalksandsoverdrev
- 6210* Kalkoverdrev
- 7220* Kildevæld
- 9130 Bøg på muld
- 1014 Skæv vindelsnegl
- 1166 Stor vandsalamander
- 1188 Klokkefrø.

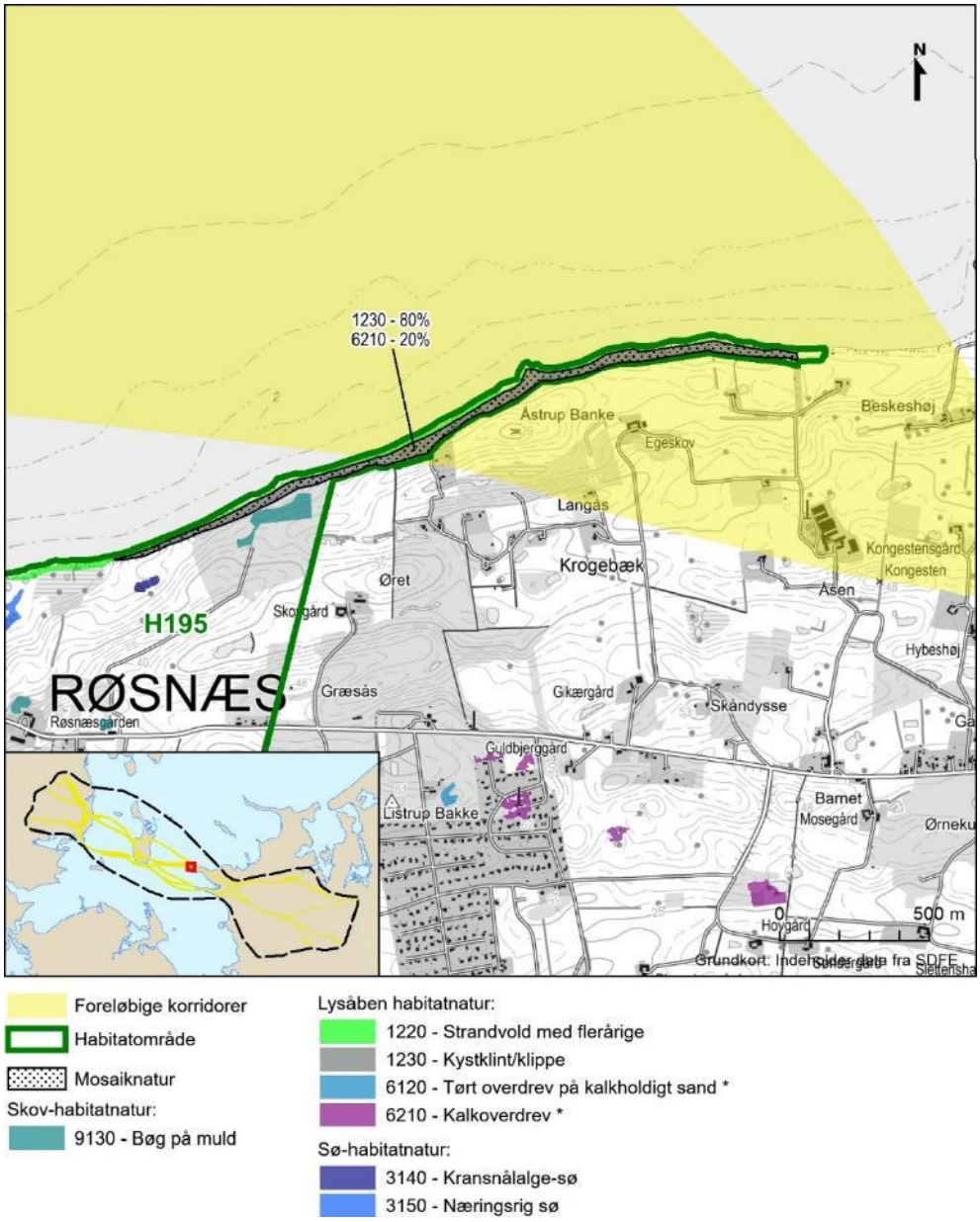
Blandt de nævnte habitatnaturtyper berører den foreløbige nordlige korridor i H195 følgende tre:

- Strandvold med flerårige planter
- Kystklint/klippe (80%)
- Kalkoverdrev, som er en prioriteret habitatnaturtype (20%).

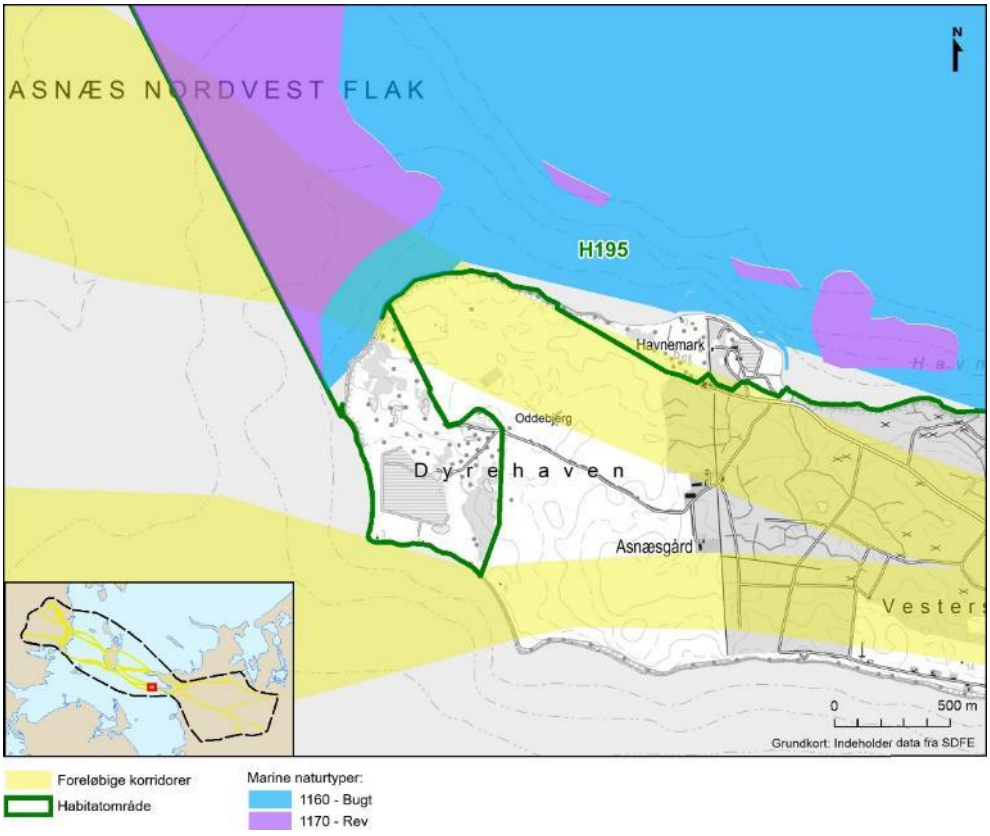
Disse habitatnaturtyper er kortlagt langs nordkysten af Røsnæs (Figur 6-16). Desuden er de marine habitatnaturtyper bugt og rev kortlagt ved Asnæs, hvor den ene foreløbige korridor forløber (Figur 6-17). Disse marine habitatnaturtyper behandles i afsnit 6.1.2.3.1.

I følge den seneste basisanalyse havde de tre terrestriske habitatnaturtyper (strandvold med flerårige planter, kystklint/klippe og kalkoverdrev) henholdsvis naturtilstandsklasse II (god), IV og IV (ringe). Ved den seneste kortlægning i juni 2018 er naturtilstandsindekset for kalkoverdrevet beregnet til 0,24, hvilket svarer til naturtilstandsklasse IV (ringe). Der er endnu ikke beregnet nye naturtilstandsindekset for de to resterende habitatnaturtyper.

På spidsen af Røsnæs (500-1.000 m syd for den foreløbige korridor) er der desuden et stort antal småsøer kortlagt som habitatnaturtyperne søbred med småurter, kransnålalge-sø og næringsrig sø. Disse søer er også kortlagt som levesteder for stor vandsalamander og klokkefrø. Tilstandene af levestederne for stor vandsalamander og klokkefrø spænder fra tilstandsklasse III (moderat) til I (høj) jf. den seneste basisanalyse. På spidsen af Røsnæs er der desuden registreret levesteder for skæv vindelsnegl.



Figur 6-16 *Kortlagte habitatnaturtyper i H195 indenfor den foreløbige nordlige korridor Asnæs N/S til Ubberup jf. Tabel 6-17.*



Figur 6-17 *Den ene af de to foreløbige sydlige korridorer krydser også habitatområde H195. Ved krydsningspunktet er der ikke kortlagt terrestriske habitatnaturtyper, men de marine habitatnaturtyper bugt og rev. Disse er behandlet i afsnit 6.1.2.3.1.*

De overordnede målsætninger for de terrestriske naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N166 omfatter at:

- Udvikle og fastholde store, overdrevsarealer af god kvalitet langs Røsnæs syd- og nordkyst, herunder at sikre arealerne en optimal drift samt tilstrækkeligt store, sammenhænge forekomstarealer.
- Sikre bæredygtige bestande af klokkefrø, stor vandsalamander og skæv vindelsnegl.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode spredningsog etableringsmuligheder.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N166 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

Natura 2000-område N156. Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å

Natura 2000-område N156 berøres af delkorridoren "Lejre – Kallerup". Natura 2000-området omfatter habitatområde H137 og fuglebeskyttelsesområde F117, der blevet udpeget i 2018. Området kan inddeles i to delområder. Det ene dækker vandløb og vådbundsarealer langs Bregninge Å, mens det andet dækker Skarresø og vandløb og vådbundsarealer langs Åmose Å og Øvre Halleby Å opstrøms Øresø Mølle.

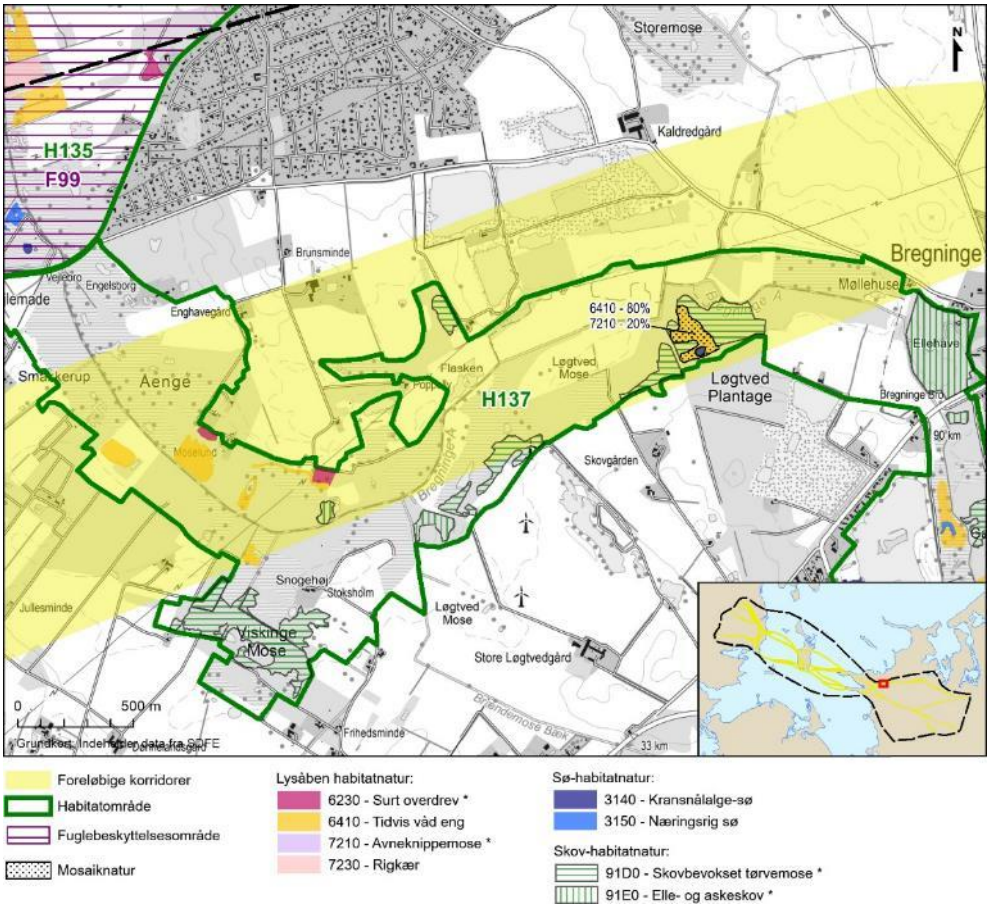
Udpegningsgrundlaget for habitatområde H137 omfatter:

- 3130 Ret næringsfattig sø/Søbred med småurter (ny)
- 3140 Kransnålalge-sø
- 3150 Næringsrig sø
- 3160 Brunvandet sø
- 3260 Vandløb
- 6210* Kalkoverdrev
- 6230* Surt overdrev
- 6410 Tidvis våd eng
- 7120 Nedbrudt højmose
- 7140 Hængesæk
- 7210* Avneknippemose
- 7220* Kildevæld
- 7230 Rigkær
- 9110 Bøg på mor
- 9130 Bøg på muld
- 9150 Bøg på kalk
- 9160 Ege-blandskov
- 91D0* Skovbevokset tørvemose
- 91E0* Elle- og askeskov
- 1016 Sumpvindelsnegl
- 1149 Pigsmerling
- 1166 Stor vandsalamander
- 1355 Odder.

Indenfor den foreløbige nordlige korridor (Lejre – Kallerup) er der kortlagt fem arealer med Tidvis våd eng, to arealer med Surt overdrev, ét areal med mosaik af Tidvis våd eng og Avneknippemose, ét areal med Elle- og askesump samt fem arealer med Skovbevokset tørvemose (Figur 6-18). Af disse habitatnaturtyper er Surt overdrev, Avneknippemose, Elle- og askesump og Skovbevokset tørvemose prioriterede naturtyper. På baggrund af de beregnede naturtilstandsindeks fra 2017 vurderes naturtilstandsklasserne at være III-II (moderat til god) for Tidvis våd eng, III (moderat) for Surt overdrev og III-II (moderat til god) for Avneknippemose. Tilstanden af skovhabitatnaturtyperne (Elle- og askesump, Skovbevokset tørvemose) er ikke angivet i 2017, men ved den seneste basisanalyse var de i tilstandsklasse II (god). Desuden er der indenfor den foreløbige korridor kortlagt en Kransnålalge-sø, der samtidig er levested for stor vandsalamander.

Særligt i de vestligste og østligste dele af habitatområde H137 er der kortlagt levesteder for stor vandsalamander. Tilstandene af levestederne for stor vandsala-

mander spænder fra tilstandsklasse III (moderat) til I (høj) jf. den seneste basisanalyse. Fire af disse levesteder ligger indenfor den foreløbige nordlige korridor.



Figur 6-18 *Habitatnaturtyper i den nordvestlige del af H137 indenfor den foreløbige nordlige korridor (Lejre-Kallerup).*

Udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F117 omfatter:

- Engsnarre (ny)
- Havørn (ny).

Begge arter er på udpegningsgrundlaget som ynglefugle.

Havørn har de senere år ynglet i området ved Skarresø. Denne del af fuglebeskyttelsesområdet berøres ikke direkte af den foreløbige korridor for jernbanen.

Engsnarre er registreret (jf. DOF-basen) i både Lille Åmose, Store Åmose og ved Øresø Mølle. Arten forekommer således både i fuglebeskyttelsesområde F100 og F117 og kan potentielt forekomme i de områder, hvor den foreløbige korridor for jernbanen berører fuglebeskyttelsesområdet. Det skal i denne sammenhæng nævnes, at F117 er et nyudpeget fuglebeskyttelsesområde, og der er derfor ikke kortlagt levesteder for fuglearterne endnu.

De overordnede målsætninger for de terrestriske naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N156 omfatter at:

- Overdrev, rigkær og tidvis våde eng langs Bregninge Å sikres en optimal hydrologi og drift samt tilstrækkeligt store, sammenhængende arealer.
- Sikre en hensigtsmæssig hydrologi i kildevæld, nedbrudte højmoser, skovbevoksede tørvemoser samt elle- og askeskove.
- Sikre naturtyperne og arterne i udpegningsgrundlaget en tilstrækkelig lav påvirkning af næringsstoffer, som de på lang sigt kan tåle.
- Skabe gunstige betingelser for de næringsfattige mosetyper hængesæk og nedbrudt højmose i Store Åmose-området, herunder at sikre hydrologiske betingelser, som fremmer disse lysåbne naturtypernes gendannelse på de skovbevoksede mosearealer.
- Der i Natura 2000-området sikres eller skabes attraktive opholds- og fødesøgningssteder for odder og at egnede yngleområder forekommer flere steder, så området bidrager til en bæredygtig bestand af odder på Sjælland.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N156 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

Natura 2000-område N157. Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken

Natura 2000-område N157 berøres af delkorridorerne "Hvalsø – Lerchenborg", "Kværkeby – Lerchenborg", "Fjenneslev – Lerchenborg" og "Fjenneslev – Tømmerup". Natura 2000-området omfatter habitatområde H138 og fuglebeskyttelsesområde F100. Området omfatter Tissø, som er landets fjerde største sø og udgør et vigtigt raste- og yngleområde for mange forskellige fugle. Natura 2000-området er specielt udpeget for at beskytte store sammenhængende engarealer og rørsumpe som raste- og yngleområde for fugle og som levested for odder.

Det terrestriske udpegningsgrundlag for H138

- 1130 Flodmunding
- 1150* Lagune
- 1220 Strandvold med flerårige planter
- 1310 Enårig strandengsvegetation
- 1330 Strandeng
- 2130 Grå/grøn klit
- 3130 Søbred med småurter
- 3140 Kransnålalge-sø
- 3150 Næringsrig sø
- 3260 Vandløb
- 4030 Tør Hede
- 6120* Tørt kalksandsoverdrev

- 6210* Kalkoverdrev
- 6230* Surt overdrev
- 6410 Tidvis våd eng
- 7230 Rigkær
- 9130 Bøg på muld
- 9160 Ege-blandskov
- 91D0* Skovbevokset tørvemose
- 91E0* Elle- og askeskov
- 1014 Skæv vindelsnegl
- 1149 Pigsmerling
- 1166 Stor vandsalamander
- 1355 Odder.

Den foreløbige korridor for den sydlige jernbaneføring vil krydse habitatområde H138 i et område med vandløb, vandhuller, moser og enge, herunder et rigkær og to næringsrige søer kortlagt i september 2018 (Figur 6-19). De to søer er også kortlagt som levested for stor vandsalamander. Desuden ligger området, hvor den foreløbige korridor krydser habitatområdet i umiddelbar nærhed af flere kortlagte levesteder for stor vandsalamander. Levestederne for stor vandsalamander er kortlagt til tilstandsklasse III (moderat) jf. seneste basisanalyse. Derforuden er både odder og pigsmerling registreret (jf. Naturbasen) i Halleby Å, der krydses af den foreløbige korridor for jernbanen. Indenfor den foreløbige korridor, men sydøst for habitatområdet, er i 2018 kortlagt et kalkoverdrev og et rigkær. Kalkoverdrev udgør en prioriteret habitatnaturtype.

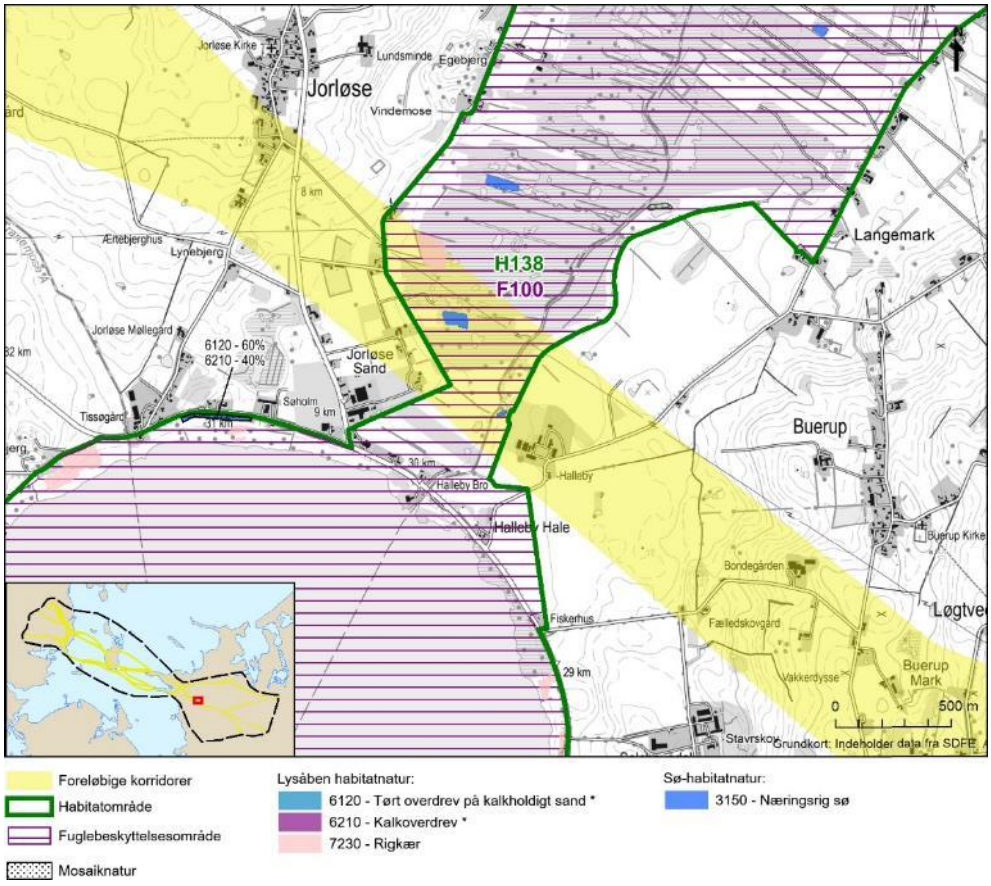
På det potentielle krydsningspunkt for jernbanen omfatter Natura 2000-området også fuglebeskyttelsesområde F100.

Udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F100 omfatter:

- Rørdrum
- Pibesvane
- Sangsvane
- Sædgås
- Grågås
- Rød glente
- Havørn
- Rørhøg
- Fiskeørn
- Plettet rørvagtel
- Brushane
- Fjordterne
- Dværgterne.

Heraf er rørdrum, rød glente, havørn, rørhøg, fiskeørn, plettet rørvagtel, brushane, fjordterne og dværgterne angivet som ynglefugle, mens de resterende er angivet som trækfugle. Fiskeørn er dog på udpegningsgrundlaget både som yngle- og trækfugl. Området, hvor jernbanen potentielt skal krydse fuglebeskyttelsesområdet, ligger i umiddelbar nærhed af kortlagte levesteder for brushane,

plettet rørvagtel, rørdrum og rørhøg. Levesteder er kortlagt til henholdsvis tilstandsklasse III, III, III (moderat) og II (god) ved den seneste basisanalyse.



Figur 6-19 *Figuren viser stedet, hvor den foreløbige sydlige korridor krydser H138 og F100 samt overlappet mellem kortlagte habitatnaturtyper og den foreløbige korridor. Kalkoverdrev (6210) er kortlagt i mosaik med tørt overdrev (6120) i kanten af habitatområdet umiddelbart øst for Tissøgård.*

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N157 omfatter at:

- Sikre overdrev, rigkær, tidvise våde enge, tørre heder og elle-askeskove en optimal hydrologi og drift samt tilstrækkeligt store, sammenhængende forekomstarealer.
- Sikre naturtyperne og arterne i udpegningsgrundlaget tilstrækkelig lav påvirkning af næringsstoffer både på kort og på lang sigt.
- Tissø og vandløbene omkring opnår og fastholdes i en god vandkvalitet og at de mange steder grænser op til store græssede arealer af god naturkvalitet herunder kvalitet som ynglested for brushane.
- Området i sammenhæng med tilstødende områder på Sjælland sikrer regionen en bæredygtig bestand af odder.
- Sikre tilstrækkeligt med uforstyrrede raste- og fødesøgningsarealer for trækkende gæs og svaner samt at sikre tilstrækkeligt med tilstrækkeligt

uforstyrrede og velegnede ynglelokaliteter for arterne på udpegningsgrundlaget, herunder især for odder, dværgterne og brushane (tilstand ugunstig, bestand aftagende).

- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N157 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser. Endvidere fremgår bl.a. følgende vedr. fuglene af de konkrete målsætninger:

- De kortlagte levesteder for brushane, plettet rørvagtel, rørdrum og rørhøg indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Det kortlagte levested for fjordterne indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Hvis området huser en ynglebestand på mere end 20 par af fjordterne er det tillige en indikation på levestedets og omgivelsernes egnethed som yngleområde. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Det kortlagte levested for dværgterne indenfor Natura 2000-området bringes til eller fastholdes i tilstandsklasse I eller II. Levestedernes geografiske placering fremgår af basisanalysen for området.
- Natura 2000-området bidrager til at sikre eller genoprette levesteder for en levedygtig bestand af de udpegede arter på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levestederne for fiskeørn, havørn og rød glente som ynglefugle sikres eller øges, så der er tilstrækkeligt med egnede ynglesteder for arterne i området.
- Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levesteder for en levedygtig bestand på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levesteder for grågås og sangsvane som trækfugle i området sikres eller øges, så der findes tilstrækkelige egnede raste- og fødesøgningssteder for arterne, så området kan huse en tilbagevendende rastebestand på 11.000 af grågås og 930 af sangsvane.
- Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levesteder for levedygtige bestande på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede areal af levestederne for fiskeørn, pibesvane og sædgås som trækfugle i området sikres eller øges, så der findes egnede raste- og fødesøgningssteder for arterne.

Natura 2000-område N160. Nordlige del af Sorø Sønderskov

Natura 2000-område N160 ligger i den sydøstligste kant af projektområdet, men det ligger ikke umiddelbar nærhed af de foreslåede korridorer. Natura 2000-området omfatter habitatområde H141 og består af et skovområde tæt på Sorø By i den nordlige del af Sorø Sønderskov. Habitatområdet har et areal på 81 ha,

hvoraf størstedelen er dækket af fredskov, primært løvskov i varierende alder. Området er specielt udpeget for billearten eremit.

Udpegningsgrundlaget for habitatområde H141:

- 9110 Bøg på mor
- 9130 Bøg på muld
- 9160 Ege-blandskov
- 91E0* Elle- og askeskov
- 1084* Eremit.

Eremitten er en prioriteret art, som i dag er meget sjælden og kun forekommer få steder i gamle løvskove på Sjælland og Lolland. Beskyttelse af eremitten og dennes levesteder er således særligt vigtigt.

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N160 omfatter at:

- Den sjældne bille, eremit, prioriteres højt i området, og sikres gunstig bevaringsstatus gennem bevaring og genopretning af dens levesteder, og sikring af gode spredningsmuligheder. Artens robusthed overfor forandringer sikres ved tilstrækkelig store bestande.
- Områdets økologiske sammenhæng og robusthed (dets økologiske integritet) sikres som helhed i form af en hensigtsmæssig drift og hydrologi, lav næringsstofbelastning samt gode etablerings- og spredningsmuligheder for arterne.

Natura 2000-område N158. Allindelille Fredskov

Natura 2000-område N158 ligger i den østligste del af projektområdet og ligger ikke i umiddelbar nærhed af de forslåede korridorer. Natura 2000-området omfatter habitatområde H139 og består af Allindelille Fredskov og Kastrup Myrdeskov. Natura 2000-området er specielt udpeget for at beskytte skovtypen bøgeskov på kalk (9150) og områdets lysåbne skovenge med naturtypen kalkoverdrev (6210).

Udpegningsgrundlaget for habitatområde H139 omfatter:

- 3150 Næringsrig sø
- 3160 Brunvandede søer (ny)
- 6210* Kalkoverdrev
- 9130 Bøg på muld (ny)
- 9150 Bøg på kalk
- 91E0* Elle- og askeskov.

Der er ingen arter på områdets udpegningsgrundlag.

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N158 omfatter at:

- Kalkoverdrev sikres god til høj tilstand, og at naturtypen gennem arealforøgelse og pleje er et egnet voksested for flueblomst.
- Skovnaturtyperne sikres god til høj tilstand.

- Områdets økologiske sammenhæng og robusthed (dets økologiske integritet) sikres som helhed i form af en hensigtsmæssig drift og hydrologi, lav næringsstofbelastning samt, gode etablerings- og spredningsmuligheder for arterne.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N158 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

Natura 2000-område N146. Hejede Overdrev, Valborup Skov og Valsølille Sø

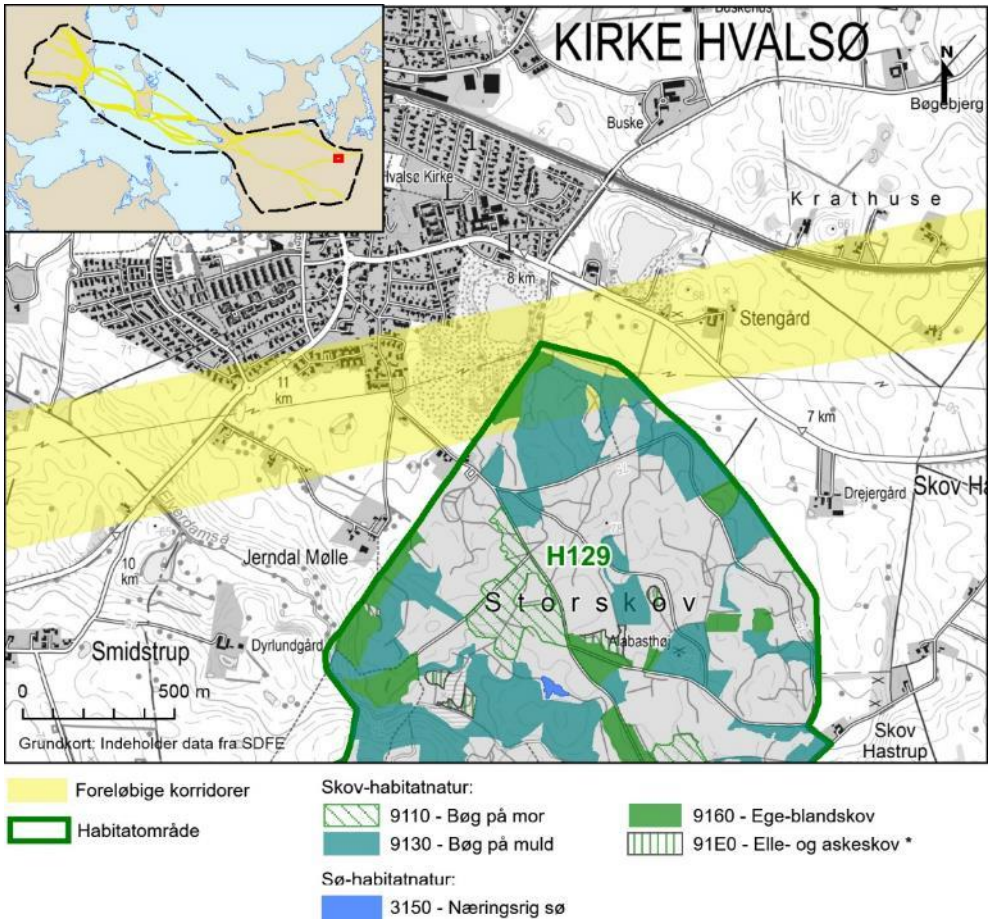
Natura 2000-område N146 berøres af delkorridoren "Hvalsø – Lerchenborg". Natura 2000-området omfatter habitatområde H129 og domineres af skov, med flere forskellige skovnaturtyper.

Det terrestriske udpegningsgrundlag for H129:

- 3130 Søbred med småurter
- 3140 Kransnålalge-sø
- 3150 Næringsrig sø
- 3160 Brunvandet sø
- 6210* Kalkoverdrev
- 6230* Surt overdrev
- 6410 Tidvis våd eng
- 6430 Urtebræmme (fjernes)
- 7140 Hængesæk
- 7220* Kildevæld (fjernes)
- 7230 Rigkær
- 9110 Bøg på mor
- 9130 Bøg på muld
- 9160 Ege-blandskov
- 91D0* Skovbevokset tørvemose
- 91E0* Elle- og askeskov
- 1166 Stor vandsalamander
- 1386 Grøn buxbaumia (ny).

Natura 2000-område N146 ligger i den østligste del af projektområdet. "Hvalsø – Lerchenborg"-korridoren berører Natura 2000-områdets nordlige del. På det aktuelle sted er kortlagt ege-blandskov og bøg på muld (Figur 6-20). Disse skovhabitatnaturtyper er kortlagt til henholdsvis tilstandsklasse II (god) og III (moderat) ved den seneste basisanalyse.

Umiddelbart udenfor Natura 2000-områdets grænse er registreret (jf. Naturbasen) stor vandsalamander. Grøn buxbaumia er ny art på udpegningsgrundlaget, og dens udbredelse er derfor ikke kortlagt i habitatområdet. Grøn buxbaumia er en art af mos, som lever i skovområder med dødt ved i skovbunden, hvor den overvejende vokser på jordens øverste lag af delvis omsat organisk materiale, det såkaldte humuslag.



Figur 6-20 *Overlap mellem den foreløbige nordlige korridor (Hvalsø-Lerchenborg) og H129. Indenfor den foreløbige korridor findes arealer kortlagt Ege-blandskov og Bøg på muld.*

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N146 omfatter at:

- Natura 2000-området udgøres af et sammenhængende område med større skove med lysåbne naturtyper i eller i randen af skovområderne.
- Natura 2000-områdets natur- og skovnaturtyper sikres god-høj naturtilstand.
- Områdets nationalt truede naturtyper prioriteres højt. Det gælder kalkoverdrev (6210), surt overdrev (6230), tidvis våd eng (6410), kildevæld (7220) og rigkær (7230). Hvor det naturmæssigt er muligt, udvides arealet af disse naturtyper, og forekomsterne sammenbindes.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N146 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder

skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

6.2.2.1.1 Samsø

Indenfor projektområdet på Samsø ligger følgende Natura 2000-områder:

- Natura 2000-område N55. Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede.
  - Habitatområde H51. Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede
  - Fuglebeskyttelsesområde F31. Stavns Fjord.
- Natura 2000-område N58. Nordby Bakker.
  - Habitatområde H182. Nordby Bakker.

Ingen af de foreløbige korridorer berører disse Natura 2000-områder.

En beskrivelse af de fleste terrestriske habitatnaturtyper og arter, som er på udpegningsgrundlaget for habitatområderne H51 og H182, er allerede givet i henholdsvis Tabel 6-18 og Tabel 6-19 i afsnittet om Natura 2000 på Sjælland.

Natura 2000-område N55 Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede

Natura 2000-område N55 ligger ikke i umiddelbar nærhed af de foreslåede korridorer. Natura 2000-området omfatter habitatområde H51 og Fuglebeskyttelsesområde F31, og er primært et marint område, men indeholder også prioriterede terrestriske naturtyper som ikke er behandlet i kap.6.1.2. Nærværende afsnit vil kun omhandle terrestriske naturtyper og arter, marine arter og naturtyper samt generel information om området er behandlet i kap. 6.1.2.

De terrestriske dele af udpegningsgrundlag for habitatområde H51 omfatter:

- 1210 Strandvold med enårige planter
- 1220 Strandvold med flerårige planter
- 1230 Kystklint/klippe
- 1310 Enårig strandengsvegetation
- 1330 Strandeng
- 2110 Forklit
- 2120 Hvid klit
- 2130 Grå/grøn klit
- 2140* Klithede
- 2180 Skovklit (ny)
- 3140 Kransnålalge-sø
- 3150 Næringsrig sø
- 3160 Brunvandet sø
- 6120* Tørt kalksandsoverdrev
- 6210* Kalkoverdrev
- 6230* Surt overdrev
- 6410 Tidvis våd eng
- 7230 Rigkær
- 1166 Stor vandsalamander.

De foreløbige korridorer forløber hverken indenfor habitatområde H51 eller H182 (Figur 6-4). Nærmeste foreløbige korridor ligger ca. 1.200 m syd for habitatområde H51 og dermed Natura 2000-område N55. Den foreløbige korridor berører således ikke kortlagte habitatnaturtyper indenfor habitatområdet.

Udover habitatnaturtyperne omfatter udpegningsgrundlaget for habitatområdet også stor vandsalamander. Indenfor Natura 2000-området er arter registreret 3.300 m nord for nærmeste foreløbige korridor.

Fuglene på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet F31, er beskrevet i afsnit 6.1.2.

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N55 omfatter at:

- Områdets hav- og kystnatur udgør et stort, sammenhængende naturområde med vægt på dynamisk kystudvikling og retablering af de hydrologiske og naturmæssige sammenhænge mellem havet og kysten, og med udbredte yngle- og rasteområder for hav- og kystfugle samt havpattedyr.
- De marine naturtyper i Stavns Fjord og havet øst for rummer et artsrigt dyre- og planteliv, der tilfredsstiller livsbetingelserne for forekomster af trækkende vandfugle som bl.a. sangsvane og edderfugl samt ynglefugle som dværgterne, splitterne, havterne og skarv. Der opretholdes gode raste- og fouragerings lokaliteter for de udpegede trækfugle og det sikres, at ynglefuglene har flere egnede levesteder med ringe grad af forstyrrelse indenfor området.
- Alle terrestriske naturtyper sikres en god-høj naturtilstand, og der lægges vægt på et stort sammenhængende areal med strandenge og strandvolde. De truede naturtyper overdrev og rigkær samt tidvis våd eng prioriteres højt, og arealet af tørt kalksandsoverdrev, kalkoverdrev og sure overdrev øges, så der så vidt muligt skabes sammenhæng mellem forekomsterne.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder for arterne.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N155 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

Natura 2000-område N58 Nordby Bakker

Natura 2000-område N58 ligger ikke i umiddelbar nærhed af de foreslåede korridorer. Natura 2000-området omfatter habitatområde H182, som består af et større sammenhængende græslandsareal med kalklandsoverdrev og en randmoræne, som hæver sig op til 64 meter over havet. Området er præget af storebæltsklima med lav nedbør og mange solskinstimer.

De terrestriske dele af udpegningsgrundlaget for H182 omfatter:

- 1210 Strandvold med enårige planter
- 1220 Strandvold med flerårige planter
- 1230 Kystklint/klippe
- 1330 Strandeng
- 2110 Forklit
- 2120 Hvidklit
- 2130 Grå/grøn klit
- 3150 Næringsrig sø
- 6120* Tørt kalksandsoverdrev
- 6210* Kalkoverdrev
- 6230* Surt overdrev
- 1166 Stor vandsalamander.

Natura 2000-området ligger på nordspidsen af Samsø i den nordligste del af projektområdet. Nærmeste foreløbige korridor ligger ca. 5,3 km sydvest for Natura 2000-området.

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N58 omfatter at:

- De tre truede overdrevsnaturtyper i Nordby Bakker sikres i en god-høj naturtilstand, og deres areal øges og sammenkædes på sigt med særlig fokus på de væsentlige forekomster af tørt kalksandsoverdrev og kalkoverdrev. Forekomster af den truede naturtype rigkær (7230) prioriteres højt, og naturtypens areal søges øget.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtypen hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode spredningsog etableringsmuligheder for arterne.

Generelt gælder, at naturtyper og arter på udpegningsgrundlagt for Natura 2000-område N155 på sigt skal opnå en gunstig bevaringsstatus, hvilket også indbefatter, at det samlede areal af naturtypen/levestedet skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det. Naturtyper og for arters levesteder skal bevares i natur/skovtilstandsklasse I eller II eller udvikles mod disse tilstandsklasser.

6.2.2.1.2 Jylland

Indenfor projektområdet i Jylland ligger to Natura 2000-områder. Disse er oplistet nedenfor. Antallet af gange, hvor en delstrækning af de foreløbige korridorer ligger helt eller delvist inden for et Natura 2000-områderne er opgjort i Tabel 6-21.

- Natura 2000-område N56. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave:
  - Habitatområde H52. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave
  - Fuglebeskyttelsesområde F36. Horsens Fjord og Endelave.
- Natura 2000-område N59. Kysing Fjord:
  - Fuglebeskyttelsesområde F30. Kysing Fjord.

Tabel 6-21 *Antal gange hver delstrækning af korridoren ligger indenfor et Natura 2000-område. *angiver at det er en foreløbig korridor for kun jernbane. Det samme Natura 2000-område kan fremgå at tabellen flere gange.*

Delstrækning af foreløbig korridor	Antal Natura 2000-områder
	0
Hou - Århus Syd/Hasselager *	1
Hou – Stilling	1
Hou – Skanderborg	0
Hou – Gedved (ekstra)	0
Gylling Næs – Århus Syd	2
Gylling Næs – Stilling	2
Gylling Næs - Skanderborg	1
Gylling Næs – Gedved (ekstra)	1

Lige uden for projektområdet ligger:

- Natura 2000-område N234. Giber Å, Enemærket og Skåde Havbakker:
  - Habitatområde H234. Giber Å, Enemærket og Skåde Havbakker.
- Natura 2000-område N52. Salten Å, Salten Langsø, Mossø og søer syd for Salten Langsø og dele af Gudenå:
  - Habitatområde H48. Salten Å, Salten Langsø, Mossø og søer syd for Salten Langsø og dele af Gudenåen
  - Fuglebeskyttelsesområde F35. Mossø.

Natura 2000-område nr. 56 for Horsens Fjord, havet øst for og Endelave

Natura 2000-område N56 berøres af korridorerne "Hou - Århus Syd/Hasselager", "Hou - Stilling", "Gylling Næs – Århus Syd" og "Gylling Næs - Stilling". Natura 2000-området er specielt udpeget på grundlag af en væsentlig tilstedeværelse af følgende naturtyper og arters levesteder: De marine naturtyper stenrev (1170) og lavvandede bugter 1160), landnaturtyperne strandeng (1330), grå/grøn klit (2130), klithede (2140) og klitlavning (2190) samt spættet sæl, skarv, klyde, splitterne og havterne.

De terrestriske dele af udpegningsgrundlaget for H52 omfatter:

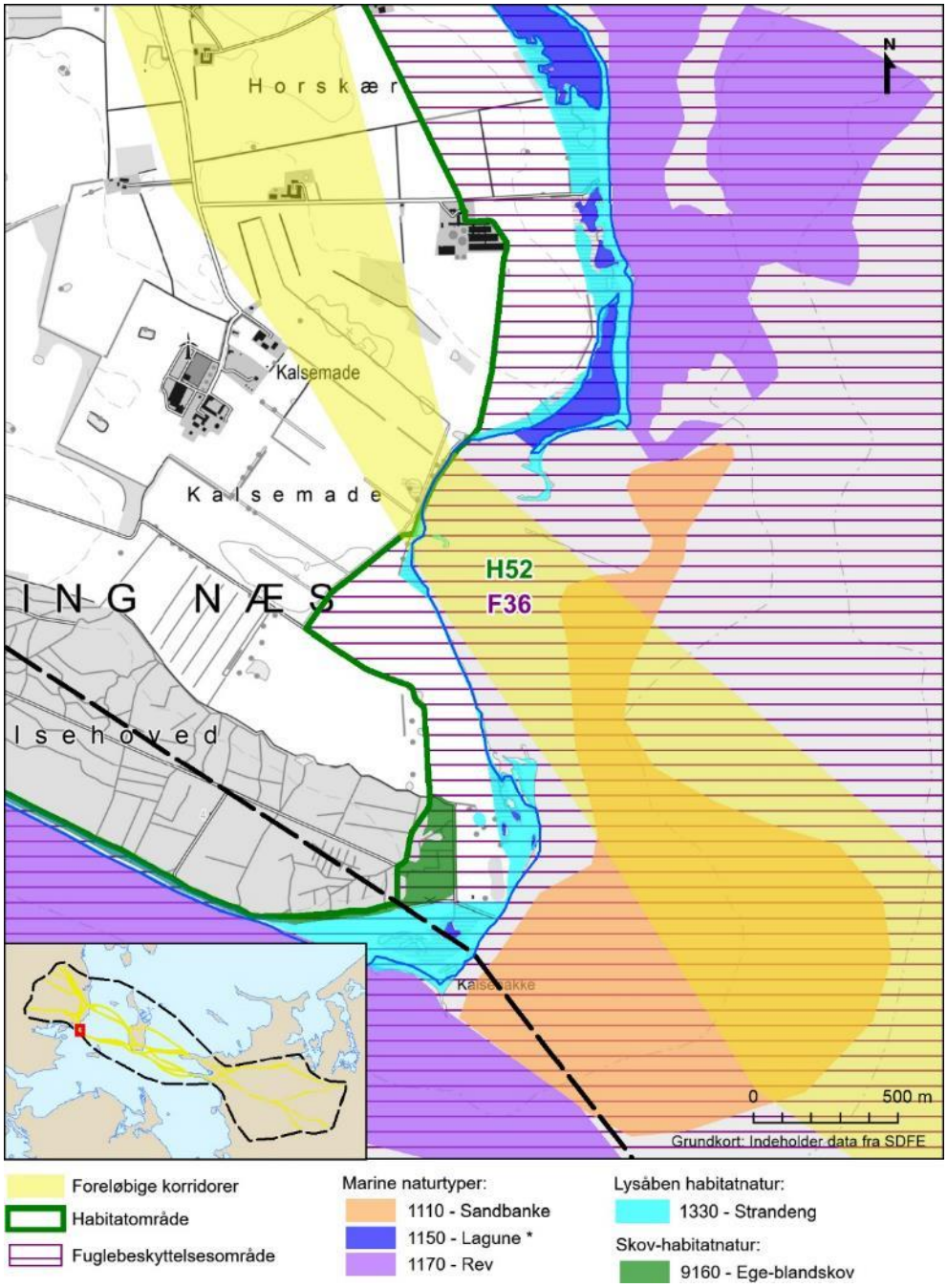
- Strandvold med enårige planter
- Strandvold med flerårige planter
- Kystklint/klippe
- Enårig strandengsvegetation
- Strandeng
- Forklit
- Hvid klit
- Grå/grøn klit
- Klithede*
- Klitlavning
- Kransnålalge-sø
- Brunvandet sø

- Tør hede
- Kalkoverdrev*
- Surt overdrev*
- Tidvis våd eng
- Rigkær
- Bøg på mor med kristtorn
- Bøg på muld
- Ege-blandskov
- Stilkege-krat
- Skovbevokset tørvemose*
- Elle- og askeskov*
- Odder.

Ved kysten berører den foreløbige sydlige korridor et areal med kortlagt strandeng indenfor habitatområde H52 (Figur 6-21). Strandengen er kortlagt til naturtilstandsklasse II (god) jf. den seneste basisanalyse. Efter den seneste kortlægning i juli 2017 er naturtilstandsindekset for strandengen beregnet til 0,81, hvilket svarer til naturtilstandsklasse I (høj). Et areal med ege-blandskov er kortlagt ca. 700 m syd for den foreløbige korridor. Ege-blandskoven er kortlagt til naturtilstandsklasse II (god) jf. den seneste basisanalyse.

Desuden er odder registreret ved kysten umiddelbart nord for den foreløbige sydlige korridor (jf. Danmarks Miljøportal).

Fuglene på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet F36 er med undtagelse af hjejle beskrevet i afsnit 6.1.2. En beskrivelse af hjejlen er givet i Tabel 6-20. Hjejlen er på udpegningsgrundlaget for F36 som trækfugl. Hjejlen raster bl.a. langs kysten mellem Kalsemade og Horskær, hvor der typisk registreres flokke på <700 individer (DOF-basen). Ved enkelte observationer fra 2010-2011 er der dog registreret op til 5.500 hjejler. Generelt ligger denne kyststrækning forholdsvis uforstyrret og giver derfor gode rastemuligheder for bl.a. vadefugle og andefugle.



Figur 6-21 *Overlap mellem den foreløbige sydlige korridor og habitatnaturtyper ved Gylling Næs i habitatområde H52.*

De overordnede målsætninger for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N56 omfatter at:

- Fjordområdets hav- og kystnatur udgør et stort, sammenhængende naturområde med naturlig dynamisk udvikling af kystnaturen og med udbredte yngle- og rasteområder for hav- og kystfugle samt sæler.
- De marine naturtyper sandbanker, vadeflader, laguner, bugter og rev er veludviklede med et alsidigt naturindhold. Kystnaturtyperne strandvold med flerårige planter, énårig strandengsvegetation, strandeng, grå/grøn klit og

klithede samt surt overdrev og rigkær er i en gunstig (god-høj) naturtilstand. Der er særlig fokus på de truede naturtyper tør hede, kalkoverdrev, surt overdrev, tidvis våd eng og rigkær.

- Indenfor området prioriteres særligt levestederne for de truede arter, der er i tilbagegang. For ynglefuglene er det levesteder i form af rovdyrsfrie øer og holme uden uhensigtsmæssig menneskelig forstyrrelse for ynglefuglene dværgterne og splitterne, der er vigtige. Sikring af disse lokaliteter vil også være positive for havterne og klyde. Levesteder uden væsentlige forstyrrelser og med et fødegrundlag i form af muslingebanker vil tilfredsstille især edderfugl, og også de øvrige marine dykænder vil nyde gavn af dette. Desuden prioriteres skarv, som er opført som en national ansvarsart.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en for naturtyperne hensigtsmæssig drift/pleje og hydrologi, en lav næringsstofbelastning og gode spredningsog etableringsmuligheder.

Natura 2000-område nr. 59 for Kysing Fjord

Natura 2000-område N59 berøres af delkorridorerne "Gylling Næs – Århus Syd", "Gylling Næs - Stilling", "Gylling Næs - Skanderborg" og "Gylling Næs – Gedved". Natura 2000-området omfatter fuglebeskyttelsesområde nr. 30. Kysing Fjord. Natura 2000-området har et areal på 370 ha og domineres af det lavvandede område Norsminde Fjord samt mindre strandengsarealer langs fjorden[6].

Dette Natura 2000-område er specielt udpeget for at beskytte trækfuglen sangsvanen. Sangsvanen er den eneste fugl på udpegningsgrundlaget.

Den foreløbige nordlige korridor har et sammenfald med den sydvestlige del af fuglebeskyttelsesområde F30, hvilket ses på Figur 6-5. I stort set hele arealet med overlap mellem den foreløbige korridor og F30 er der kortlagt eng og mose beskyttet efter naturbeskyttelsesloven. Disse enge og moseområder kan fungere som fourageringsområder for sangsvaner.

De overordnede målsætninger for fuglebeskyttelsesområde F30 omfatter, at:

- Bestanden af sangsvane sikres en gunstig bevaringsstatus. Fjordområdet og de tilstødende strandengsarealer udgør et sammenhængende, velegnet raste- og fourageringsområde, som skal kunne dække bestandens behov for føde- og for rasteplads med hensyntagen til artens følsomhed over for forstyrrelse.
- Områdets økologiske integritet sikres i form af en optimal hydrologi og en reduktion af tilførsel af kvælstof og fosfor til et niveau, der fremmer optimal forekomst af rodfæstet undervandsvegetation.

De konkrete målsætninger for naturtyper og arter lyder:

- Områdets udpegede art skal på sigt opnå en gunstig bevaringsstatus.
- Natura 2000-området skal bidrage til at sikre levested for en levedygtig bestand på nationalt og/eller internationalt niveau. Tilstanden og det samlede

[6] Natura 2000-basisanalyse 2016-2021. Kysing Fjord. Natura 2000-område nr. 59, Fuglebeskyttelsesområde nr. F30.

areal af levested for arten sangsvane som trækfugl i området sikres eller øges, så der findes tilstrækkelige egnede raste- og fødesøgningssteder for arten, så området kan huse en tilbagevendende rastebestand på mindst ca. 380 sangsvaner.

6.2.2.2 Beskyttede naturtyper

Naturbeskyttelseslovens § 3 beskytter følgende naturtyper, hvor de forekommer. Det er naturtyperne, der er beskyttede, uanset om de er registrerede eller ej, og et areal kan derfor vokse ind og ud af beskyttelsen. De beskyttede naturtyper er:

- Søer
- Moser
- Ferske enge
- Strandenge
- Heder
- Overdrev
- Vandløb.

Beskyttelsen betyder, at der ikke må ske en ændring af de beskyttede naturtypers tilstand. Aktiviteter, der kan medføre en tilstandsændring i et område, som er beskyttet via naturbeskyttelseslovens § 3 (§ 3-beskyttet natur), kræver derfor en dispensation fra kommunen, som er myndighed på området.

Antallet af gange de enkelte delstrækninger af de foreløbige korridorer er sammenfaldende med en § 3-beskyttet naturtype eller med et § 3-beskyttet vandløb er opgjort i Tabel 6-22, Tabel 6-23 og Tabel 6-24 for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland. Tabellerne er dermed en opgørelse over, hvor mange § 3-beskyttede naturtyper og vandløb, som det ud fra de offentlig tilgængelige data vurderes at blive berørt af de foreløbige korridorer. Korridorerne er nogle steder op til 1 km bred, hvorfor det kan vise sig muligt at undgå en påvirkning af nogle af disse § 3 naturtyper, når der arbejdes videre med denne problematik i den kommende fase af forundersøgelsen.

For arealer med § 3-beskyttet natur er opgørelsen udvidet med en opdeling mellem øvrige naturtyper (søer, moser, ferske enge, strandenge, heder og overdrev) og vandløb. Dette skyldes vandløbenes langstrakte karakter med delstrækninger af variabel længde, der kan gøre det vanskeligt at angive et reelt antal af vandløb. Opgørelsen tager ikke højde for de enkelte naturtypers tilstand.

Tabel 6-22 *Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor et naturtema helt eller delvist befinder sig indenfor delkorridorerne på Sjælland og de respektive naturtemaer - Natura 2000-områder, § 3-beskyttet natur og fredskov. For § 3-beskyttet natur er fordelingen mellem øvrige beskyttede naturtyper og vandløb angivet i parentes (natur + vandløb). *angiver at det er en foreløbig korridor for kun jernbane.*

	Tømmerup - Nyby	Ubberup – Asnæs N/S	Lejre – Kallerup*	Hvalsø – Lerchenborg	Kværkeby – Lerchenborg*	Fjenneslev – Tømmerup*	Fjenneslev – Lerchenborg
Natura 2000-områder (km²)	0,09	0,61	1,9	0,44	0,35	0,35	0,35
Beskyttede naturtyper (km²)	0,43	0,49	4,5	1,66	1,61	0,90	1,06
Beskyttede vandløb (længde km)	2,23	1,6	39,1	37,68	27,22	21,94	23,48
Fredskov (km²)	0,12	1,99	4,77	1,37	2,69	2,14	2,5
§25-skov	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6-23 *Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor et naturtema helt eller delvist befinder sig indenfor delkorridorerne på Samsø og de respektive naturtemaer - Natura 2000-områder, § 3-beskyttet natur eller fredskov. For § 3-beskyttet natur er fordelingen mellem øvrige beskyttede naturtyper og vandløb angivet i parentes (natur+vandløb).*

	Besser - Onsbjerg	Hjalmarsgård - Onsbjerg	Vesborg Fyr - Kolby Kås	Vesborg Fyr – Onsbjerg	Hjalmarsgård – Kolby Kås
Natura 2000-områder (km²)	0	0	0	0	0
Beskyttede naturtyper (km²)	0,32	0,29	0,18	0,41	0,0,5
Beskyttede vandløb (km)	0	0	0	0	0
Fredskov (km²)	0	0,02	0	0	0,0004
§25-skov	0	0	0	0	0

Tabel 6-24 *Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor et naturtema helt eller delvist befinder sig indenfor korridorsegmenterne i Østjylland - Natura 2000-områder, § 3-beskyttet natur eller fredskov. For § 3-beskyttet natur er fordelingen mellem øvrige beskyttede naturtyper og vandløb angivet i parentes (natur+vandløb). *angiver at det er en foreløbig korridor for kun jernbane (kombineret med vej Hou – Århus Syd eller Gylling Næs – Århus Syd).*

	Hou - Århus Syd/ Hasselager*	Hou - Stilling	Hou - Skander-borg	Hou – Gedved (ekstra)	Gylling Næs – Århus Syd	Gylling Næs - Stilling	Gylling Næs - Skanderborg	Gylling Næs – Gedved (ekstra)
Natura 2000-områ-der (km²)	0,28	0,28	0	0	0,283	0,283	0,003	0,003
Beskyttede natur-typer (km²)	1,55	1,39	0,76	0,85	1,61	1,53	0,84	0,8
Beskyttede vand-løb(km)	23,87	22	9,33	19,45	25,36	23,5	9,96	16,42
Fredskov (km²)	1,71	1,86	0,87	0,66	2,09	2,18	1,21	0,65
§25-skov	0	0	0	0	0	0	0	0

6.2.2.3 Fredskov

Fredsskovspligtige arealer skal drives efter skovlovens regler om bæredygtig drift. Som hovedregel anses et areal for at være skov, hvis det er bevokset med træer, som danner eller inden for et rimeligt tidsrum ville danne sluttet skov af højstammede træer, og hvis det som hovedregel er større end 0,5 ha og er mere end 20 m bredt. Vurderingen baseres på et skovbrugsfagligt skøn over bevoksningsgrad og -type.

Der findes dog, især i bynære områder, arealer, der er mindre end de ovennævnte størrelsesangivelser, som er fredskovspligtige eller bliver pålagt fredskovspligt, fordi de naturligt falder ind under skovlovens formål. Hertil kommer, at arealer omfattet af naturbeskyttelselovens afsnit 2 (lovbekendtgørelse nr. 240 af 13. marts 2019 med senere ændringer), og andre arealer uden skovbevoksning, som udgør en naturlig del af skoven, vil være omfattet af fredskovspligt.

Det er stor forskel på, hvorvidt fredskov har en naturmæssig værdi, og derfor kan der være stor forskel på kvaliteten af skoven.

Skovlovens § 25, stk. 1 giver Miljøministeren mulighed for at registrere naturmæssigt værdifulde skove. Sådanne registreres også i forbindelse med Natura 2000-netværket. Registreringen af § 25-skov laves bl.a. ud fra, hvad som er bevaringsværdigt og dermed værdifuldt, så indsatsen på området kan prioriteres.

På Miljøstyrelsens database MiljøGIS[7] fremgår der GIS data over registeret § 25-skov. Registreringerne er dog indtil nu kun foretaget på statsejede arealer. Der

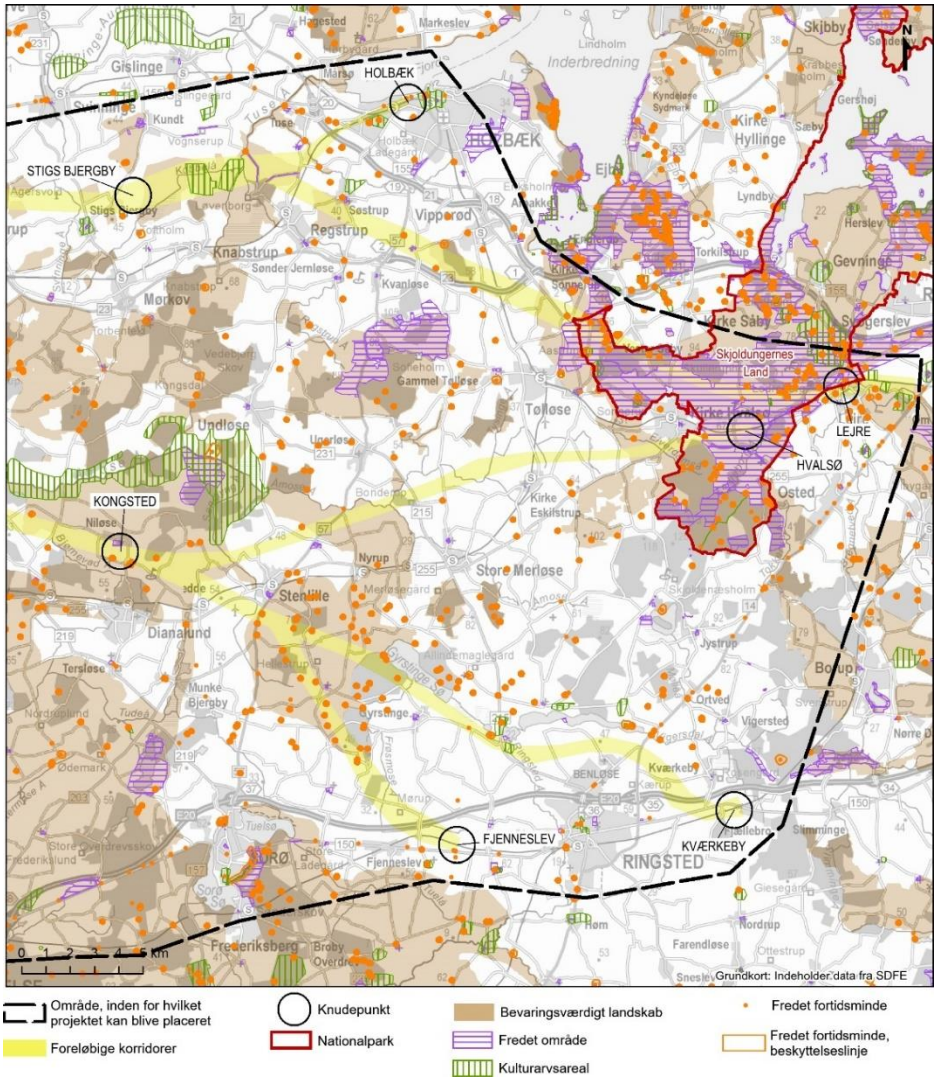
[7] www.miljøgis.mim.dk

kan derfor også være tale om, at privatejede skove kan indeholde særligt værdifuld skov, hvilket må afgøres ved en konkret vurdering baseret på feltundersøgelser i kommende faser af projektet. Der er ingen berøring mellem de foreløbige korridorer og registreret § 25-skov.

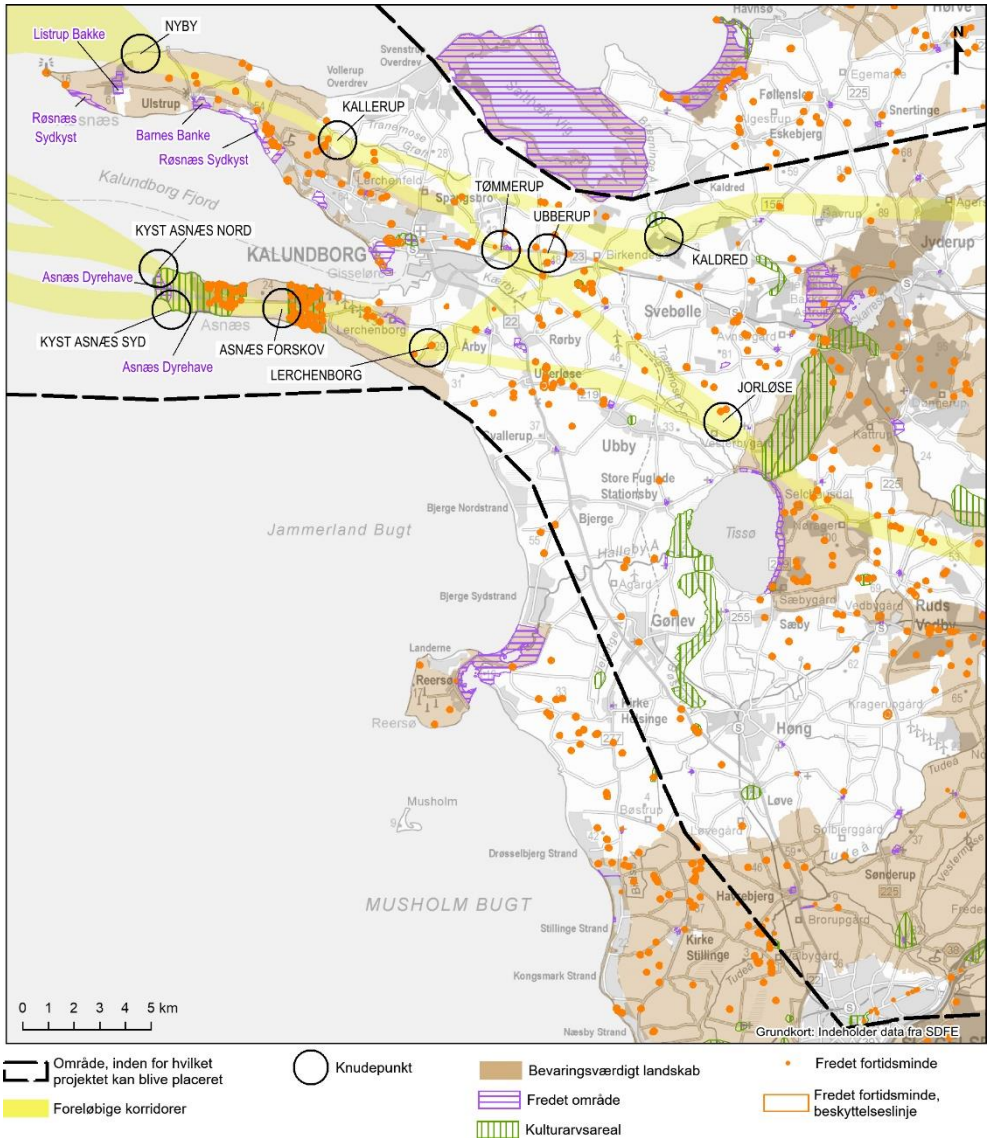
Antallet af gange de enkelte delstrækninger af de foreløbige korridorer ligger helt eller delvist indenfor et areal med fredskov er opgjort i Tabel 6-22, Tabel 6-23 og Tabel 6-24 for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland. Det arbejdes i den næste fase af forundersøgelsen videre med at minimere eller undgå den påvirkning, som dette giver.

6.2.3 Landskab og kulturarv

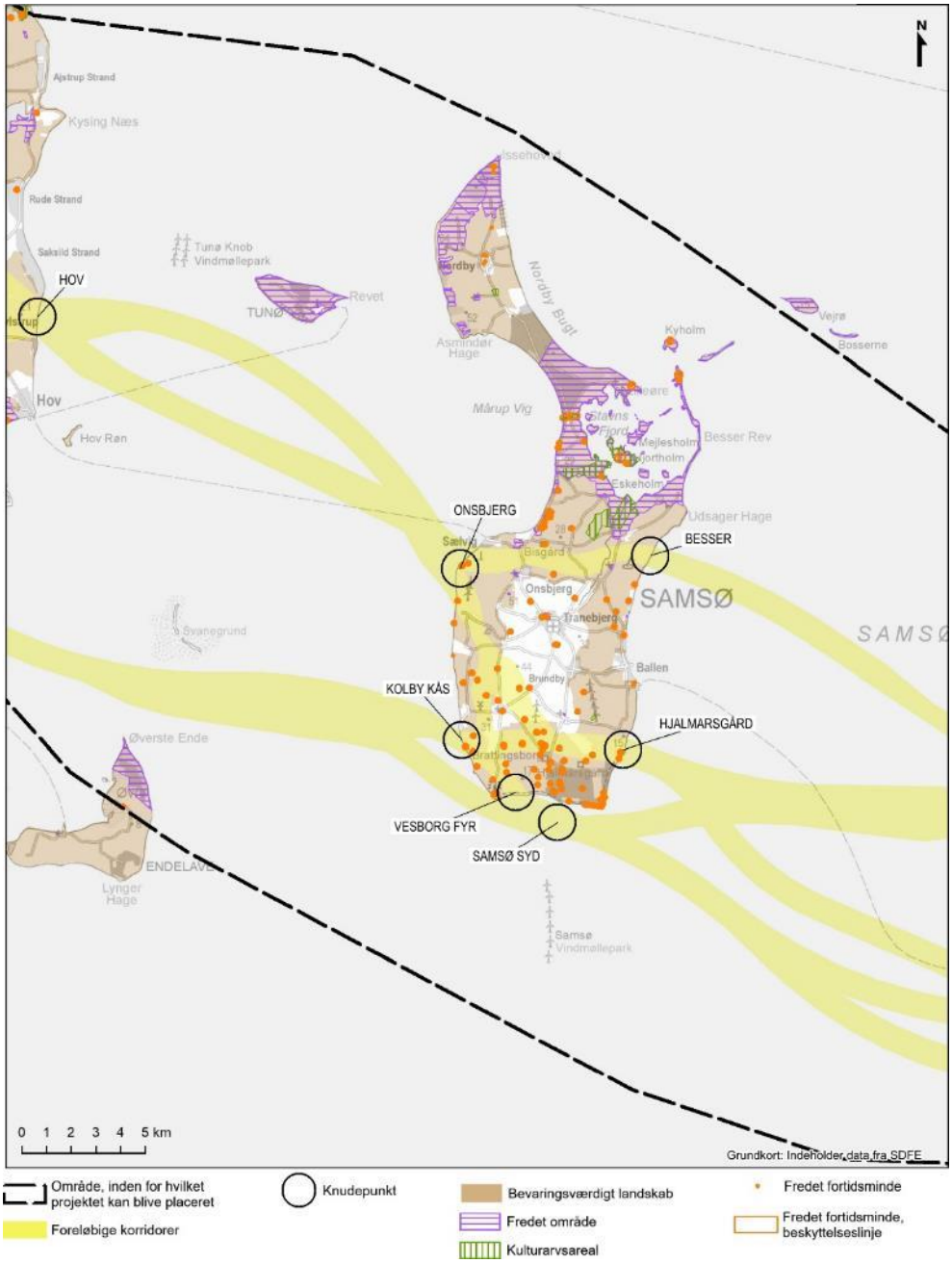
Kortene nedenfor viser de udvalgte analyseparametre for landskab og kulturarv, bevaringsværdigt landskab, fredet områder, kulturarvsarealer og fredet fortidsminder. Der er to kort over projektområdet på Sjælland, et over Samsø og et over Østjylland.



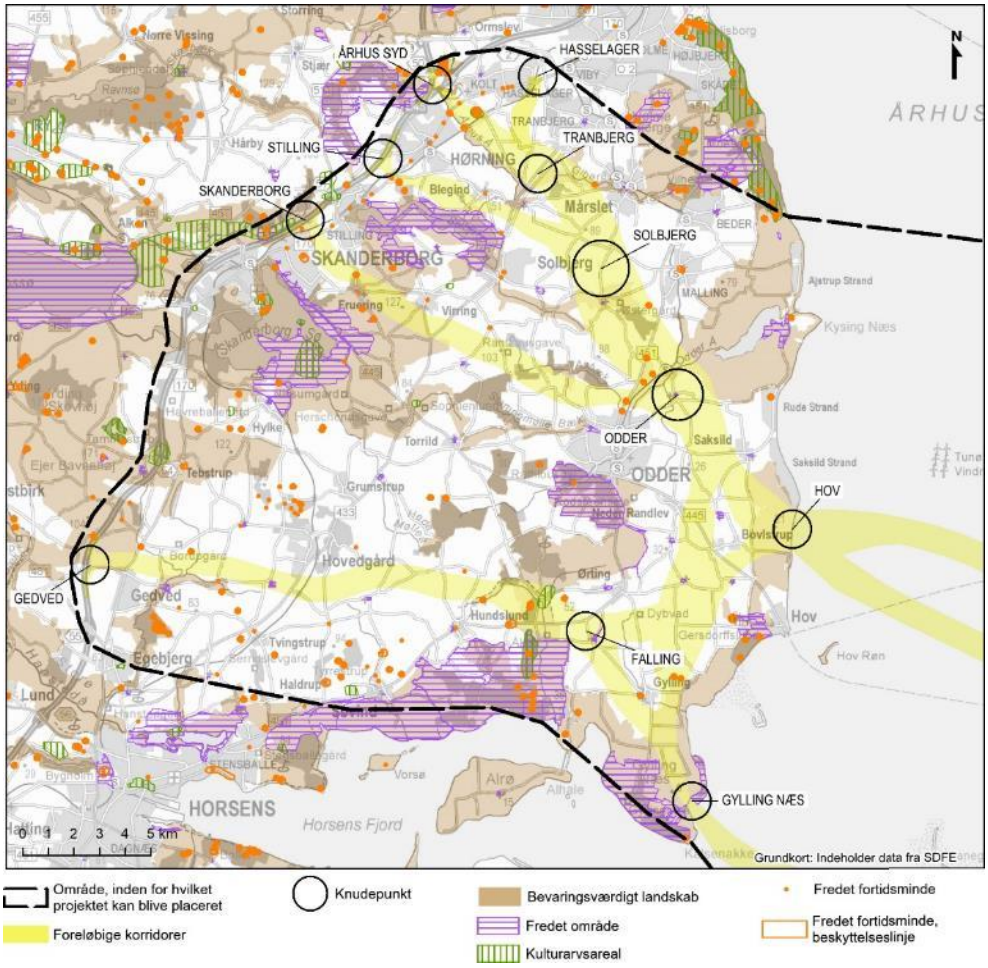
Figur 6-22 *Kortet viser analyseparametre for kultur og landskab på Sjælland (østlig del ved Lejre), landskabs fredninger, bevaringsværdige landskaber i kommuneplaner, fortidsminder og kulturarvsarealer.*



Figur 6-23 *Kortet viser analyseparametre for kultur og landskab på Sjælland (vestlige del af projektområdet), landskabsfredninger, bevaringsværdige landskaber i kommuneplaner, fortidsminder og kulturarvsarealer.*



Figur 6-24 *Kortet viser analyseparametre for kultur og landskab på Samsø, landskabsfredninger, bevaringsværdige landskaber i kommuneplaner, fortidsminder og kulturarvsarealer.*



Figur 6-25 *Kortet viser kultur og landskabsbinderingerne i Østjylland, landskabsfredninger, bevaringsværdige landskaber i kommuneplaner, fortidsminder og kulturarvsarealer.*

6.2.3.1 Fredninger

I 1917 blev den første naturfredningslov vedtaget i Danmark, og loven har siden været et centralt instrument i naturbeskyttelsen i Danmark. I dag findes bestemmelserne om fredning i naturbeskyttelsesloven.

Fredninger reguleres gennem bestemmelserne i naturbeskyttelsesloven afsnit 6. Kommunerne fører tilsyn med, at fredningsbestemmelser bliver overholdt på alle fredede arealer, der ikke er ejet af staten. Hvis der ønsket foretaget ændringer i anvendelse indenfor fredningen, påfalder det fredningsnævnene at vurdere, hvorvidt ændringen strider mod fredningens bestemmelser, og om der kan meddeles dispensation.

Der kan foretages aktiviteter i fredede områder, som ikke er i strid med fredningsbestemmelserne, ligesom der kan gives dispensation til aktiviteter, som ikke strider mod fredningsformålet. Fredningssager rejses på arealer til forebyggelse af trusler mod de natur-, kultur- og biodiversitetsværdier, som arealerne rummer. En fredning har ekspropriationslignende konsekvenser for lodsejerne grundet fratagelsen af dele af råderetten over arealerne.

Her gennemgås de fredninger, hvis geografiske udstrækning ligger helt eller delvist indenfor projektområdet, og som har et omfang og en placering, som har haft betydning for udformning af korridorerne. Kirkefredninger, også kaldet Exner-fredninger medtages ikke i gennemgangen, dog fremgår Exner-fredningerne af Tabel 6-25, Tabel 6-26 og Tabel 6-27.

Det er generelt søgt at placere korridorer, så de undgår fredninger. Dette har vist sig at være let for Jylland og Samsø og betydeligt sværere for korridorer for bane på Sjælland, hvor der ligger mange store landskabsfredninger tæt på de stationer, hvor banen planlægges opkoblet. Der vil blive set nærmere på de enkelte fredningsformåls forenelighed med et Kattegat-projekt i den videre del af forundersøgelsen.

6.2.3.1.1 Sjælland

Fredningerne, som kan blive berørt af korridorer på Sjælland, er vist på Figur 6-22 og Figur 6-23.

Følgende fredninger ligger helt eller delvist indenfor de foreslåede korridorer:

- Asnæs Dyrhave(beliggende på spidsen af Asnæs og langs den sydlige kyst) – Fredningen er berørt af korridorsegmentet Ubberup-Asnæs nord/syd.
- Løvenborg Allé – Fredningen er berørt af korridorsegmentet Lejre-Kallerup.
- Davrup træer - Fredningen er berørt af korridorsegmentet Lejre-Kallerup.
- Ubberup Stenstrøning - Fredningen er berørt af korridorsegmentet Ubberup-Asnæs nord/syd.

Fredningerne ved Gammellejre (Der er gennemført en etapevis, sammenhængende, større landskabsfredning). Fredningerne omkring Gammellejre ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne Lejre-Kallerup og Hvalsø-Lerchenborg:

- Ryegård Gods og omegn
- Åstrup Gods
- Sonnerupgård Gods
- Nørre Hvalsø-Kisserup
- Ledreborg
- Gl. Lejre
- Bognæs.

Asnæs Dyrhave

Fredningen er fra 1954, og ifølge fredningsbestemmelserne må der ikke foretages terrænregulering, etablering af veje eller placeres nogen form for bebyggelse. Derudover skal udsigten fra udsigtshøjen bevares, og eksisterende læ givende beplantning kan bevares.

Løvenborg Allé

Fredning fra 1928, og ifølge fredningsbestemmelserne skal de langs Byvejen stående Allétræer skal bevares af alle fremtidige ejere, således at vejens karakter af allé ikke forandres.

Davrup træer	Fredningen er af en række enkeltstående træer. Fredningen er fra 1940, og træerne må jf. fredningsbestemmelserne på ingen måde direkte eller indirekte udsættes for behandling, der vil kunne føre til ødelæggelse eller forringelse af træerne.
Ubberup Stenstrøning	En stenstrøning er et område, der aldrig har været dyrket, og hvor stenene ligger spredt, som da isen trak sig tilbage fra landet. På normale marker har bonden fjernet stenene, så de ikke ødelagde ploven. Fredningen er fra 1936 og består af et naturligt stenbestrøet stykke land, som skal beskyttes mod ændringer. Dog må stykket afgræsses af kreaturer eller heste, og betrædes, hvis ejeren, Ubberup Højskole tillader det.
Ryegård Gods og omegn	Fredningen er den nordvestligste fredning i den samlede landskabsfredning vest og sydvest for Roskilde og ligger nord for motorvejen. Formålet med den oprindelige fredning, som var frivillig og erstatningsfri, er ifølge kendelsen at beskytte ejendommen mod skæmmende bebyggelse og mod fremtidige vejanlæg. Af Fredningskendelsen fra 1958 fremgår af pkt. E om Fredningens indhold og udstrækning, litra e: "Planer til nye vejanlæg og til regulering af eksisterende veje skal forelægges nævnet til godkendelse." Fredningskendelsen og de efterfølgende fredningskendelser indeholder ikke i øvrigt bestemmelser, som regulerer anlæg af veje eller banestrækninger.
Åstrup Gods	Fredningen ligger syd for fredningen af Ryegård Gods og er dermed den sydvestligste fredning i den samlede landskabsfredning vest og sydvest for Roskilde. Afgørelse om fredning er truffet af Overfredningsnævnet som 2. instans den 5. juli 1972 (Reg.nr. 5446). Fredningen er begrundet i de landskabsæstetiske værdier i Elverdamsområdet. Det fremgår af fredningskendelsens § 3, litra d, at det er forbudt uden fredningsnævnets tilladelse, at "anlægge eller omlægge veje, dog at markveje som nødvendige led i landbrugsdriften ikke kræver tilladelse.
Sonnerupgård Gods	Fredningen ligger umiddelbart sydøst for fredningen af Åstrup Gods. Afgørelse om fredning er truffet af Fredningsnævnet den 12. februar 1966 (Reg.nr. 3624), som frivillig erstatningsfri fredning. Formålet med fredningen er at bevare det værdifulde og karakteristiske landskab bestående af store, ubrudte marker, mindre skovbevoksninger, enkeltstående træer og skovbryn. Det fremgår af kendelsens § 3, at fredningen ikke er til hinder for, at "den nuværende vej fra Hvalsø til Soderup gennem Sonnerupgårds jorder forlægges nord om Sonnerupgård, så denne linjeføring fastlægges efter nærmere aftale mellem" de relevante ejere og fredningsnævnet.

Nørre Hvalsø-Kisserup

Fredningen er den midterste fredning i den samlede landskabsfredning og ligger omgivet af fredningerne af Åstrup Gods mod nordvest, Ledreborg mod nordøst og Særløse og Skov-Hastrup mod syd.

Afgørelse om fredning er truffet af Overfredningsnævnet som 2. instans den 24. november 1980 (Reg. nr. 7033). Formålet med fredningen er at bevare nogle landskabeligt værdifulde mosesøer og disses omgivelser (primært landbrugsarealer) i nuværende tilstand.

Af fredningskendelsens § 6 om "Veje og jernbane" fremgår, at "der kan foretages mindre vejarbejder, herunder mindre vejreguleringer. Fredningen er heller ikke til hinder for, at Danske Statsbaners arealer i området anvendes til baneformål, og at der eventuelt anlægges et yderligere spor."

Ledreborg

Fredningen ligger nordøst for fredningen af Nørre Hvalsø-Kisserup og syd for fredningen af Bognæs og vest for fredningen af Gammel Lejre.

Afgørelse om fredning er truffet af Overfredningsnævnet som 2. instans den 6. juli 1973 og 6. februar 1974 (tillægskendelse) (Reg. nr. 827).

Formålet med fredningen er at opretholde den nuværende tilstand i form af primært landbrug, skovbrugs- og parkarealer uændret.

Gl. Lejre

Fredningsområdet består af flere forskellige fredninger og udgør den østligste i samlingen af den samlede landskabsfredning. Området ligger i umiddelbar forlængelse af fredningen af Ledreborg.

Afgørelse om fredning er truffet af Naturklagenævnet som 2. instans den 12. juli 1995 (Reg. nr. 7851). Fredningen er suppleret af afgørelser fra Fredningsnævnet af 17. oktober 1948 (Gl. Lejre Kongsgård), og 6. juli 1963 (Vibevadgård). Endelig har Natur- og Miljøklagenævnet truffet afgørelse om supplerende fredning af Ledreborg Allé og Gl. Lejre den 26. april 2016 (Reg. nr. 8178).

Såvel den oprindelige som de efterfølgende fredninger har til formål at sikre det nationalhistoriske område omkring Gl. Lejre samt det åbne, overdrevsprægede landskab omkring Lejre Å og Kornerup Å.

Det fremgår af § 3 i Naturklagenævnets afgørelse fra 1995, at der ikke må foretages terrænændringer, herunder afgravning, planering, opfyldning eller nyanlæg af veje, medmindre det ligger indenfor tilladte aktiviteter relateret til pleje og formidling. Det fremgår videre af afgørelsens § 5, at nye veje kun må anlægges med fredningsnævnets godkendelse.

Bognæs

Fredningen ligger lidt nord for fredningen af Ledreborg og er ikke direkte geografisk forbundet med de sydligere fredninger i den samlede landskabsfredning af området.

Afgørelse om fredning er truffet af Overfredningsnævnet som 2. instans den 28. november 1969 (Selsø-Lindholm Gods - Reg. nr. 5077). Efterfølgende er fredningen blevet udvidet med nye arealer ved afgørelser fra Overfredningsnævnet

af 15. august 1964 (Risgårde), 15. august 1964 (Kattinge Vig) og 10. marts 1980 (Boserup).

Fredningen har til formål at bevare de landskabelige og kulturhistoriske værdier og sikre offentlighedens adgang til godsets skovområder.

Af afgørelsen fra 1969 afsnit IV fremgår, at "Nærværende kendelse skal ikke være til hinder for de i forbindelse med anlæg af Holbækmotorvejen nødvendige vejarbejder, herunder opfyldning m.v. Af 1980-kendelsen fremgår endvidere af § 7 om veje og stier, at "Der må ikke anlægges veje eller stier i det fredede område, medmindre de er nødvendige for ejendommenes lovlige benyttelse og tilladdes af fredningsnævnet."

Tabel 6-25 *Landskab og kulturarv på Sjælland – Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km2) hvor de respektive temaerne ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne på Sjælland.*

	Tømmerup - Nyby	Ubberup – Asnæs N/S	Lejre – Kallerup*	Hvalsø – Lerchenborg	Kværkeby – Lerchenborg *	Fjenneslev – Tømmerup*	Fjenneslev – Lerchenborg *
Fredninger	0,0032	0,001	5,4	0,81	0,02	0,043	0,02
Bevaringsværdige landskaber*	5,31	7,62	1,70	3,17	3,17	3,17	3,17
Fortidsminder**	0,26 (11)	1,34 (52)	0,84 (28)	0,7 (27)	0,87 (33)	0,88 (35)	1,01 (40)
Kulturarvsarealer	0	2,8	2,3	0,65	0,77	0,65	0,65

* Kun bane

** Nogle gange er der ikke en sammenfald mellem antallet af punkter (fra punktfilen) og antallet af områder (fra områdefilen)

6.2.3.1.2 Samsø

Der er enkelte større landskabsfredninger på den nordlige del af Samsø, hvor imod der på den sydlige del af øen er 7 fredede områder, hvoraf hovedparten er Exner-fredninger. Alle korridorforslag henover Samsø går henover den sydlige del af øen.

Kirkefredningen ved Besser Kirke ligger i den nordligste korridor Besser-Onsbjerg, som også grænser op til fredningen *Husmandsager*, som er en fredning af velbevarede rester af udstykninger fra landboreformens tid i slutningen a 1700-tallet.

Tabel 6-26 Landskab og kulturarv på Samsø. Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km^2), hvor de respektive temaer ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne på Samsø.

	Besser - Onsbjerg	Hjalmarsgård - Onsbjerg	Vesborg Fyr - Kolby Kås	Vesborg Fyr – Onsbjerg	Hjalmarsgård – Kolby Kås
Fredninger	0,0001	0	0	0	0
Bevaringsvær-dige landskaber*	6,44	9,81	1,8	6,65	4,82
Fortidsminder**	0,11 (3)	0,63 (18)	0,24 (8)	0,35 (11)	0,75 (21)
Kulturarvsarealer	0	0	0	0	0

* Kun bane

**Nogle gange er der ikke en sammenfald mellem antallet af punkter (fra punktfilen) og antallet af områder (fra områdefilen)

6.2.3.1.3 Jylland

Fredningerne i projektområdet i Østjylland, er vist på Figur 6-25.

Følgende fredning ligger indenfor de forslåede korridorsegmenter:

- Brændevinsbøgen - Fredningen er berørt af korridorsegmentet Hou-Århus Syd/Hasselager.

Følgende fredninger ligger umiddelbart udenfor de foreslåede korridorer, og en direkte konflikt vil dermed kunne undgås ved planlægning af en linjeføring inden for de foreslåede korridorer:

- Gylling Næs:
  - Kalsehoved (på Spidsen af Gylling Næs)
  - Horskær (laguner på østsiden af Gylling Næs).

Fredningerne ved Gylling Næs tangerer korridorsegmenterne Gylling Næs til Århus Syd/Stilling/Skanderborg/Gedved.

- Nordsiden af Horsens Fjord:
  - Sondrup-Åkjær.

Fredningen ved Horsens Fjord tangerer korridorsegmenterne Hou-Gedved og Gylling Næs-Gedved.

- De nordlige fredninger ved Solbjerg Sø:
  - Stilling søer nord
  - Solbjerg Sø Nord/Syd
  - Solbjerg Sø Øst.

- Vest for Hørning
  - Jeksendalen - Fredningen er berørt af korridorsegmentet Hou-Århus Syd/Hasselager.

Brændevinsbøgen	Fredningen er fra 1933, og er af en række træer, som blev fredet grundet skønhed og ejendommelighed. Fredningskendelserne meddeler, at træerne ikke må fældes, undergraves, udsættes for ødelæggelse af barken eller for nær pløjning eller på anden måde behandles, så det kan føre til deres ødelæggelse.
Kalsehoved	Formålet med fredningen er at forhindre fremtidig bebyggelse i området, med undtagelse af det som anses for værende nødvendigt for de allerede indenfor fredningen beliggende landbrugsejendomme. Korridorens passage af kystlinjen ved Gylling Næs sker umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning.
Horskær	Området udgør 18 ha og blev fredet den 10. maj 1985. Fredningen har til formål, at områdets nuværende tilstand af delvist afgræssede strandenge kan opretholdes, og at der skabes de bedst mulige livsbetingelser for dyr og planter i området. Der er kun adgang til området i perioden 1. august til 1. marts. Al færdsel skal ske til fods. Korridorens passage af kystlinjen ved Gylling Næs sker umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning.
Sondrup-Åkjær	Området strækker sig over et ca. 5 km langt bælte, med en 2-3 km bred bræmme langs nordsiden af Horsens Fjord. I fredningens kendelsen fremhæves bl.a. de landskabelige skønhedsværdier i området, grundet beliggenheden ved Horsens fjord, det stærkt kuperede terræn og den meget varierende fauna. Også den rekreative værdi er meget betydelig. Fredningens formål er at bevare de fredet arealer i deres nuværende stand. Korridor Hou og Gylling Næs – Gedved ligger umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning i den østligste del af fredningen.
Stilling søer nord	Fredningen er fra 1963, og er en del af flere sammenhængende fredninger af Stilling-Solbjerg sø og Pilbrodalen. Fredningen er en status qua fredning. For de sammenhængende fredninger gælder, for at bevare de landskabelige værdier blev i alt 354 hektar af søens nærmeste omgivelser fredet i 1964 og 1965. På grund af de våde enge ved søen er området af stor botanisk betydning, og Pil brodalen er udpeget som nationalt geologisk interesseområde. Korridor Hou - Stilling ligger umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning.
Solbjerg Sø Nord/Syd	Denne fredning er en del af de sammenhængende fredninger af Stilling-Solbjerg sø og Pilbrodalen. Fredningen er fra 1965 og er en status qua fredning. Korridor Hou - Stilling ligger umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning.
Solbjerg Sø Øst	Denne fredning er ligeledes en del af de sammenhængende fredninger af Stilling-Solbjerg sø og Pilbrodalen. Fredningen er fra 1965 og er en status qua fredning. Korridor Hou - Stilling ligger umiddelbart udenfor fredningens afgrænsning.
Jeksendalen	Jeksendalen blev fredet i 1979 og omfatter i alt 746 hektar. Fredningen er en landskabsfredning, der skal sikre, at dalen bevares i den tilstand, den var i på fredningstidspunktet, sådan at områdets karakter opretholdes.

Tabel 6-27 Landskab og kulturarv i korridorer i Østjylland. Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor de respektive temaer ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne i Østjylland.

	Hou - Århus Syd/ Hasselager*	Hou - Stilling	Hou - Skanderborg	Hou – Gedved (ekstra)	Gylling Næs – Århus Syd	Gylling Næs - Stilling	Gylling Næs - Skanderborg	Gylling Næs – Gedved (ekstra)
Fredninger - Primært Exner	0,03	0,02	0,006	0,09	0,05	0,034	0,022	0,087
Bevaringsværdige landskaber*	9,1	8,2	9,47	8,7	9,8	7,81	7,31	8,7
Fortidsminder**	0,35 (10)	0,17 (5)	0,074 (2)	0,1 (6)	0,42 (12)	0,24 (7)	0,14 (4)	0,1 (6)
Kulturarvsarealer	0,15	0	0	0,31	0,15	0	0	0,31

* Kun bane - kombineret med vej Hou – Århus Syd eller Gylling Næs – Århus. Syd

**Nogle gange er der ikke en sammenfald mellem antallet af punkter (fra punktfilen) og antallet af områder (fra områdefilen)

6.2.3.2 Bevaringsværdige landskaber i kommuneplanen

Jf. planlovens § 11 a, stk.1 nr. 16 skal bevaringsværdige landskaber udpeges i kommuneplanerne.

Kommunernes planlægning for det åbne land skal sikre bevaringsværdige landskaber, som har stor oplevelsesmæssig betydning, og hvor anlæg, der ikke nødvendigvis skal placeres kystnært etc. skal undgås, og øvrige anlæg indpasses under hensyntagen til landskabets værdier.

Beliggenheden af bevaringsværdige landskaber har ikke haft betydning for udpegning af de foreløbige korridorer, da de alle krydser kysten. I en sammenligning mellem korridorerne vil det dog tydeligt fremgå, at nogle korridorer har et længere forløb i de bevaringsværdige landskaber. Ved en linjeføring i en korridor, hvor der er bevaringsværdigt landskab, vil indpasningen af en vej og bane skulle have fokus på hensynet til de landskabelige værdier.

Der skal i den næste fase af forundersøgelsen ses nærmere på værdien af disse landskaber med henblik på at kunne tilpasse projektet, så det får minimal landskabelig påvirkning og udskille de mest værdifulde.

For en egentlig gennemgang af generelle landskabs- og visuelle forhold i projektområdet, se bilaget *Indledende linjeføringsovervejelser for en kattegatforbindelse. Landskabskarakteranalyse og visualiseringer af foreløbige korridorer, december 2019*.

6.2.3.2.1 Sjælland

På Sjælland er både Asnæs og Røsnæs udpeget som værende bevaringsværdigt landskab. Der er på Sjælland ikke den samme struktur omkring udpegning af kysterne til bevaringsværdigt landskab. Store dele af kysten ved Jammerland Bugt er ikke udpeget, ej heller kysten umiddelbart nord for Kalundborg.

På land er der store sammenhængende udpegninger omkring Tissø og Åmose ved Halleby Å, omkring Skarresø, Stokkebjerg Skov og hele området mellem Undløse og Svebølle.

Området omkring Gammel Lejre og Kirke Hvalsø er også udpeget som bevaringsværdigt. Nationalparken Skjoldungernes Land er desuden beliggende i samme område. Nationalparken udgør ikke en selvstændig analyseparameter, men er et område med mange interesser. Figur 6-22 og Figur 6-23 viser kommunernes udpegede bevaringsværdige landskaber indenfor projektområdet for Sjælland.

6.2.3.2.2 Samsø

Hele Samsø ligger indenfor kystnærhedszonen, størstedelen af øen er derved også udpeget som bevaringsværdigt landskab. Dog er en mindre kerne omkring Tranebjerg på midten af øen ikke en del af udpegningen. Udpegningen strækker sig på den del af øen fra kysten og gennemsnitligt 2-2,5 km ind i landet, med en enkelt undtagelse ved Kolby, hvor udpegningen kun strækker sig ca. 1 km ind i landet. Figur 6-24 viser kommunernes udpegede bevaringsværdige landskaber indenfor projektområdet for Samsø.

6.2.3.2.3 Jylland

De fire jyske kommuner Århus, Skanderborg, Odder og Horsens har alle udpeget sammenhængende landskaber som bevaringsværdige i deres kommuneplaner. For de tre kyst kommuner Århus, Odder og Horsens gælder, at kystlandskabet generelt er udpeget som bevaringsværdigt. Udpegningerne går fra omkring 500 m til 2 km ind i landet.

Af større sammenhængende udpegninger indenfor projektområdet er Norsminde Fjord, Odder Ådal, hele Gylling Næs og arealerne omkring Skanderborg Sø og Solbjerg sø. Derudover er det generelt for alle fire kommuner, at de større ådale er udpeget som bevaringsværdige. Figur 6-25 viser kommunernes udpegede bevaringsværdige landskaber indenfor projektområdet i Jylland.

6.2.3.3 Fortidsminder

Ifølge Museumsloven er alle synlige fortidsminder – omfattende en 2 meter bræmme - fredede, og deres tilstand må ikke ændres, det vil sige, at de ikke må fjernes eller ødelægges ved beplantning, kørsel, pløjning eller deponering af marksten. Det er Slots- og Kulturstyrelsen, der er myndighed og i givet fald skal give dispensation.

Udover fredningen af selve fortidsmindet er mange fredede fortidsminder omgivet af en 100 m beskyttelseslinje. Indenfor beskyttelseslinjen må der ifølge Naturbeskyttelsesloven ikke ske tilstandsændringer, det vil sige beplantning, kørsel, pløjning eller deponering. Kommunen kan i særlige tilfælde give dispensation.

Fredede fortidsminder er spredt over hele projektområdet og har som sådan ikke været styrende for valg af foreløbige korridorer. På Asnæs, hvor der er en særlig stor koncentration af fortidsminder, er det dog søgt at gå syd om disse, hvor muligt, ligesom det har været undersøgt, om det vil være muligt at placere en konkret linjeføring uden at berøre selve fortidsmindet. Dette er gjort via en kvalitativ vurdering af afstande mellem gravhøjene samt vejens og banens umiddelbare arealbehov. Resultatet er en umiddelbar vurdering af, at det vil være muligt at placere en konkret linjeføring uden at berøre selve fortidsmindet. Der skal ses nærmere på betydningen af de massive tilstedeværelse af fortidsminder inden for visse korridorer i næste fase.

6.2.3.3.1 Sjælland

På Sjælland er der – som i Jylland – talrige fortidsminder spredt i det åbne land, herunder på Røsnæs og Asnæs.

På Røsnæs står en del gravhøje og jættestuer blottede og synligt på toppene i det kuperede landskab, hvilket er med til at give landskaber karakter.

På Asnæs alene findes over 100 gravhøje fra bronzealderen. For over 3.000 år siden var næsset et åbent og opdyrket landskab, mens der i dag er en tydelig opdeling i skov og opdyrket land. I skovene er gravhøje og oldtidsagre relativt intakte, mens moderne opdyrkning har medført nedpløjning af en del af fortidsminderne i de opdyrkede områder. Intakte fortidsminder kan dog her gemme sig i de dybere dele af de opdyrkede områder.

Figur 6-22 og Figur 6-23 viser beliggenheden af fortidsminder indenfor projektområdet for Sjælland.

6.2.3.3.2 Samsø

Figur 6-24 viser beliggenheden af fortidsminder indenfor projektområdet for Samsø. På Samsø består de fredede fortidsminder ligeledes af en række gravhøje fra stenalder, oldtid og nyere tid, jættestuer, stenkister og voldsteder samt et kildeanlæg, Ilsemade Kilde (Figur 6-26).

Figur 6-26 Ilsemade Kilde kan se på stranden ved Vesterløkken – uden for korridoren.

6.2.3.3.3 Jylland

I Jylland er der mange spredte fortidsminder i det åbne land, primært i form af gravhøje fra bronzealder. Moesgaard Museum har ansvaret for tilsynet i Østjylland, hvor der findes ca. 3.200 fredede fortidsminder – det kan være gravhøje, megalitgrave (dysser og jættestuer), voldsteder fra middelalderen, broer, runesten m.fl. Figur 6-25 viser beliggenheden af fortidsminder indenfor projektområdet i Jylland.

6.2.3.4 Kulturarvsarealer

Et kulturarvsareal er et kulturhistorisk interesseområde med skjulte fortidsminder. Der er udpeget 1.348 kulturarvsarealer i Danmark, svarende til 1,9% af landets areal. Kulturarvsarealer er en indikator for, at der er væsentlige fortidsminder i et aktuelt område. Kulturarvsarealer er ikke i sig selv fredede, men kan indeholde fredede fortidsminder.

Det er de arkæologisk ansvarlige museer under Slots- og kulturstyrelsen, der udpeger kulturarvsarealerne. Kulturarvsarealerne er også et tegn på, at der i områderne må forventes at skulle gennemføres arkæologiske forundersøgelser og måske endda udgravninger på bygherres vegne ved anlæg, der berører jordlagene.

Kulturarvsarealerne har ikke som sådan været styrende for placering af foreløbige korridorer. Ved en eventuel linjeføring i en korridor gennem et kultursarvsareal skal der være opmærksomhed på at indpasse en linjeføring så hensynsfuldt som muligt, samt at afsætte tilstrækkelig med tid og budget til arkæologiske forundersøgelser og egentlige udgravninger.

Der skal i næste fase af forundersøgelsen arbejdes videre med værdisætning og afværge af en påvirkning på de allermest vigtige af kulturarvsarealerne.

6.2.3.4.1 Sjælland

Som understøttelse af den store koncentration af fredede fortidsminder på Asnæs er de to skove (Asnæs Vesterskov og Asnæs Forskov) også udpeget som kulturarvsarealer.

Det vestlige kulturarvsareal (Asnæs Vesterskov) er domineret af flinthuggerpladser fra neolitisk tid, rigdomscenter fra yngre bronzealder og maritimt pejlemærke fra vikingetid. Langs strandkanten rundt om spidsen af Asnæs forekommer et stort antal flinthuggerpladser fra bondestenalderen. De repræsenterer en betydelig ressourceudnyttelse af moræneflint, vasket ud af kystskrænterne, og danner modpol til udnyttelse af dette råstof i kridtlag omkring Limfjorden på Møn og Stevns. Store grupper af mellemstore og små gravhøje fra bronzealderen er i lighed med Asnæs Forskov bevaret på denne del af halvøen, som har ligget under skov i århundreder. Højgrupperne konstituerer i kombination med et betydeligt antal jordfaste skålgrubesten og kystnære bopladsfund et rigdomscenter i yngre bronzealder. Et depotfund fra vikingetid på spidsen af Asnæs i kombination med skriftlige kilder, der belyser vikingetidens sejlruter, understreger Asnæs som et vigtigt pejlemærke for vikingetidens maritime handelsruter mellem Nordskandinavien og Østersøregionen. Karakteren af truslerne og graden af påvirkning fra disse er mangeartede. Store dele har ligget under skov gennem mange år, hvilket indtil i dag har haft en afgørende bevarende indflydelse. Andre områder er under nedslidning ved normal landbrugsdrift, og kystskrænter er udsat for erosion.

Kulturarvsarealet i øst (Asnæs Forskov) dækker ligesom Asnæs Vesterskov over et relativt fossilt landskabsområde, som grundet kontinuerlig skovvækst formentligt gennem århundreder har givet gode betingelser for bevaring af et markant antal gravanlæg fra neolitikum og yngre bronzealder.

Figur 6-22 og Figur 6-23 viser beliggenheden af kulturarvsarealer indenfor projektområdet for Sjælland.

6.2.3.4.2 Samsø

Figur 6-24 viser beliggenheden af kulturarvsarealer indenfor projektområdet for Samsø.

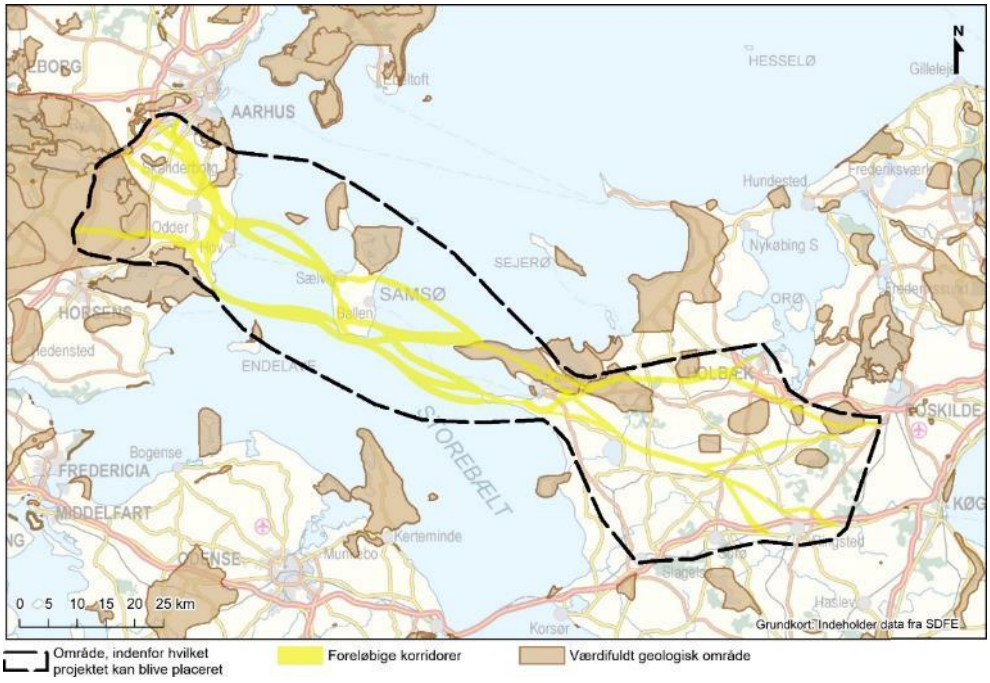
6.2.3.4.3 Jylland

Figur 6-25 viser beliggenheden af kulturarvsarealer indenfor projektområdet i Jylland.

6.2.3.5 Værdifulde geologiske områder

De værdifulde geologiske områder, herunder de nationale geologiske interesseområder og de nationale kystlandskaber, indgår som grundlag for den kommunale planlægning, så det sikres, at byggeri og tekniske anlæg udformes og placeres under hensyntagen til og som bedst muligt bidrag til den samlede landskabelige oplevelse. Hele Røsnæs, området ved Stavns Fjord på Samsø, Norsminde Fjord nord for Hou, Pilbrodalen med Solbjerg Sø, det samlede midtjyske søhøjland og hele Horsens Fjord området er udpeget som værdifulde geologiske områder. Områderne er vist på Figur 6-27.

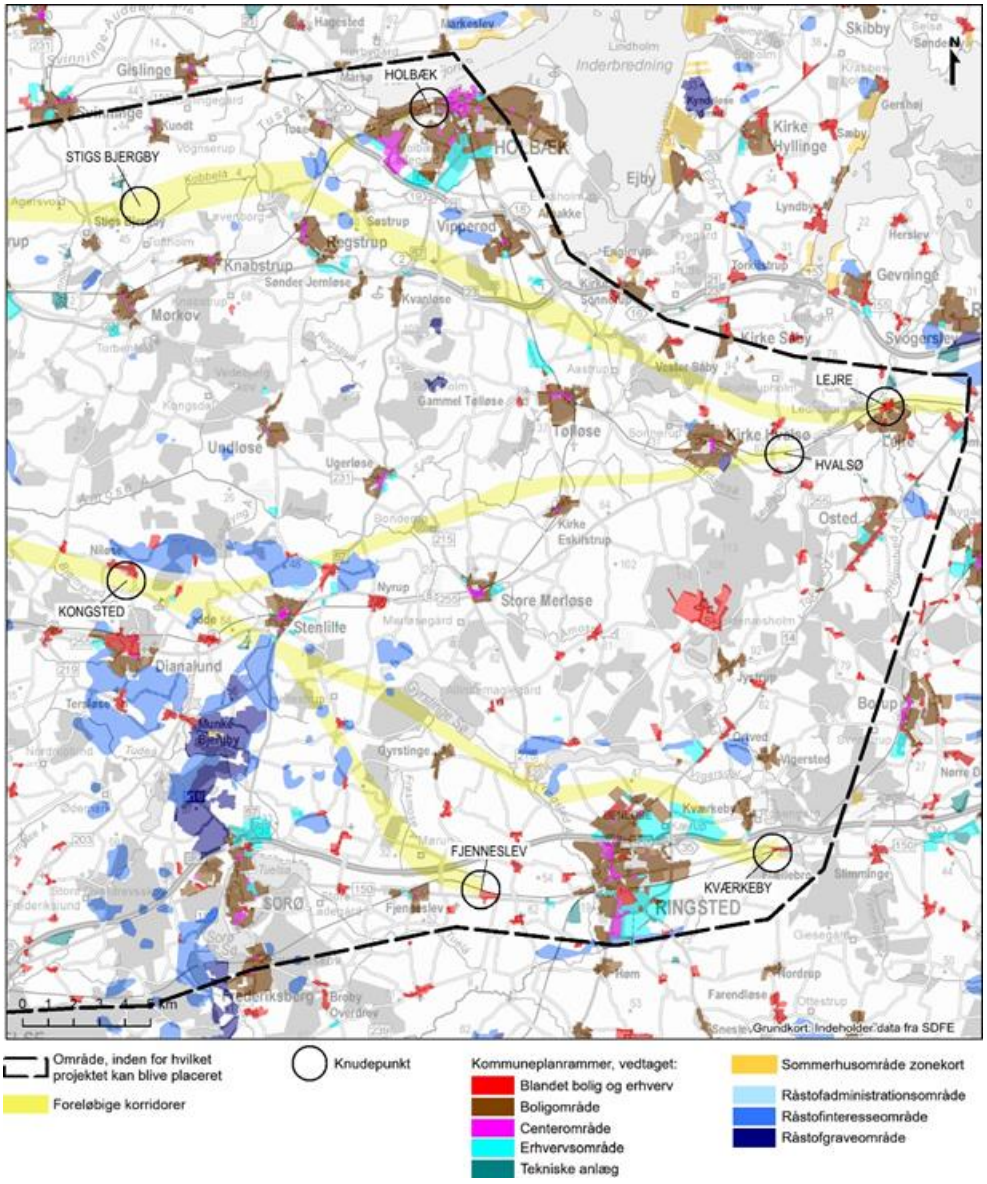
Områderne indgår ikke i analyseparametrene, da der som sådan ikke eksisterer retningslinjer for dem, men flere af områderne er enten fredet eller udpeget som bevaringsværdigt landskab. En fremtidig vej- eller baneforbindelse skal have et særligt fokus på indpasning i landskabet under hensyntagen til de konkrete geologiske forhold. Der vil blive arbejdet videre med disse problemstillinger i næste fase af forundersøgelsen.



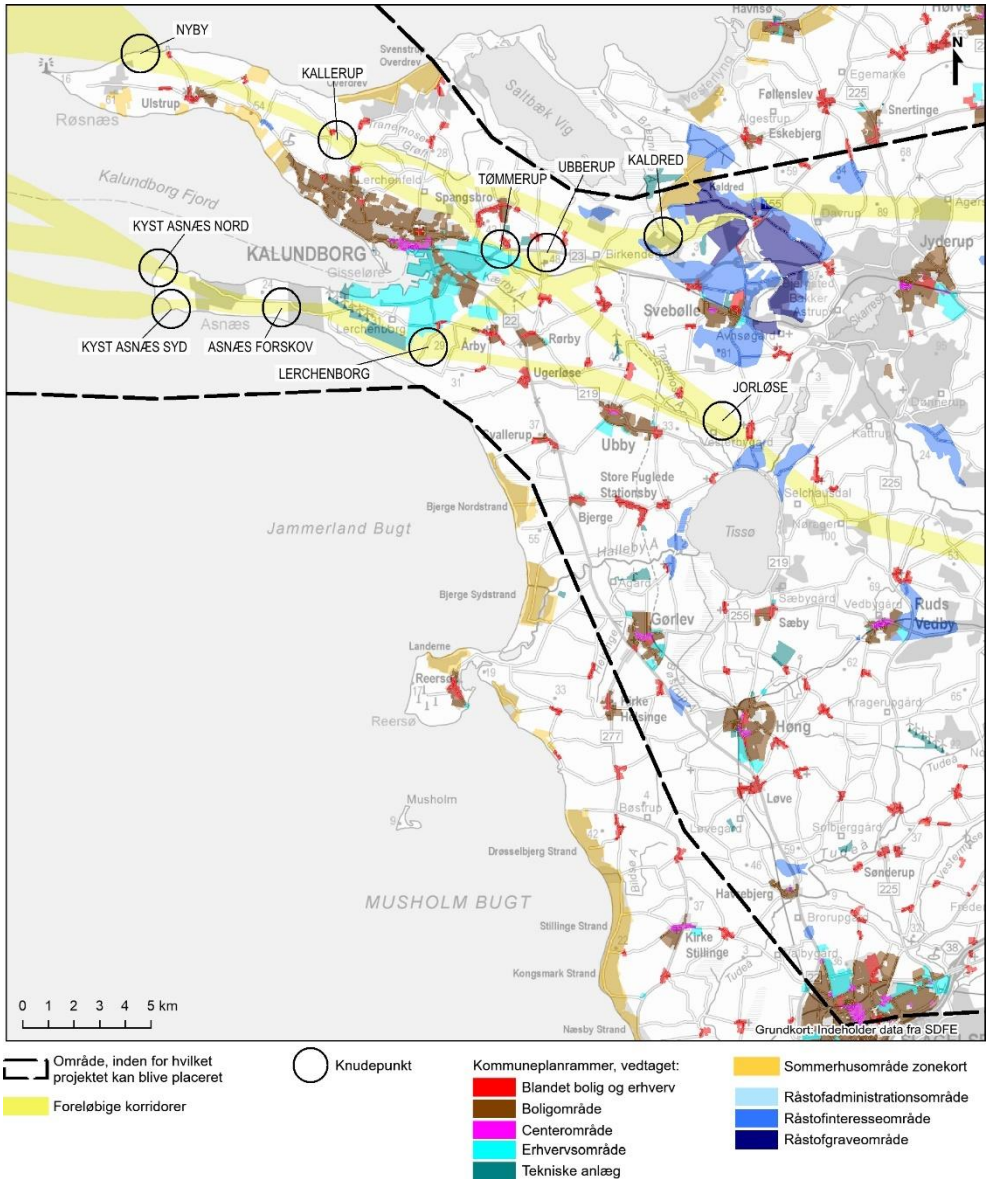
Figur 6-27 Værdifulde geologiske områder

6.2.4 Befolkning og erhverv

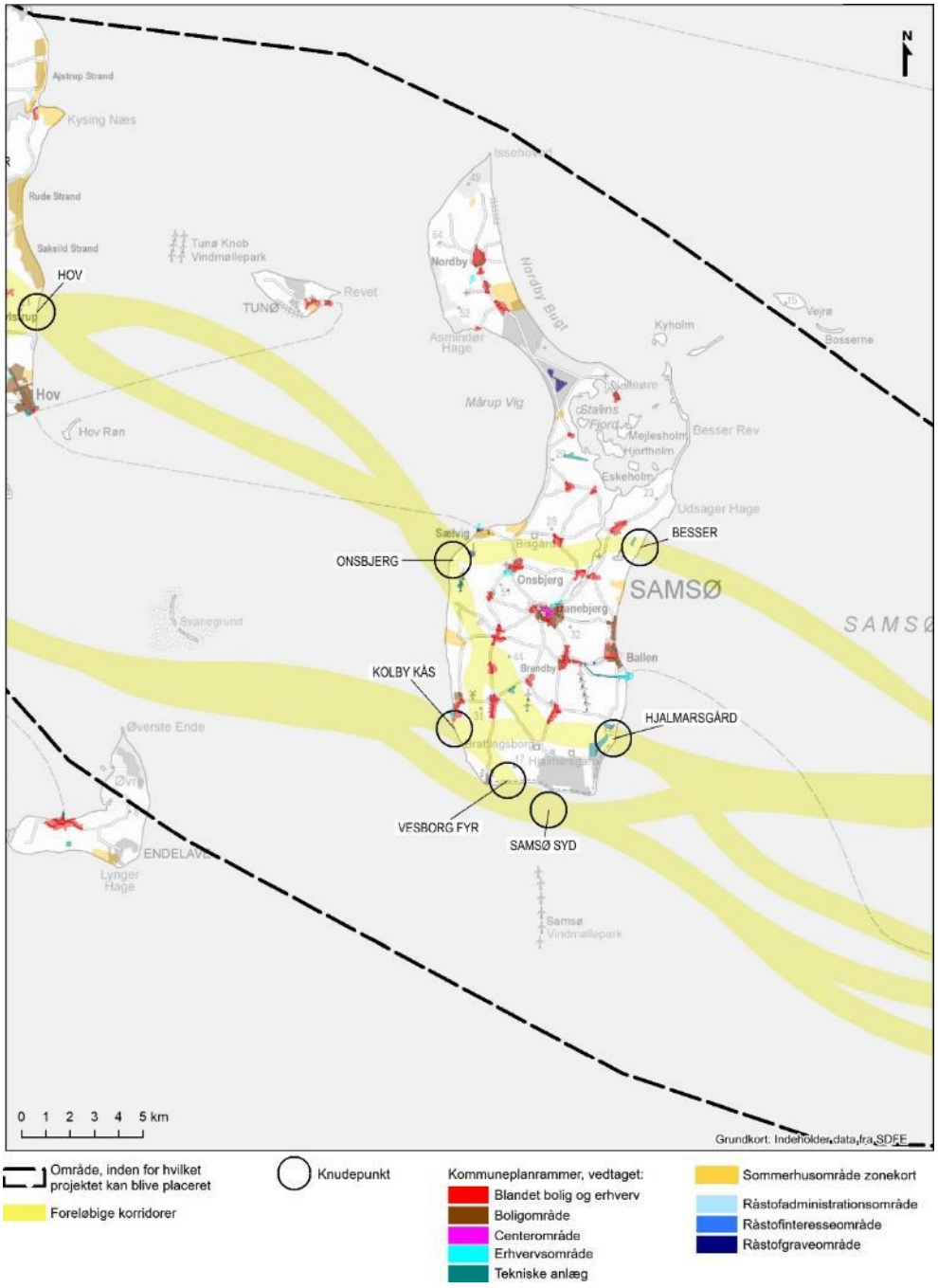
Kortene nedenfor viser de undersøgte analyseparametre for befolkning og erhverv, råstofinteresseområder og råstofgraveområder, sommerhusområder (zonestatus) samt kommuneplanrammerne blandet bolig og erhverv, boligområde, centerområde, erhvervsområde og tekniske anlæg. Der er to kort over projektområdet på Sjælland, et over Samsø og et over Østjylland.



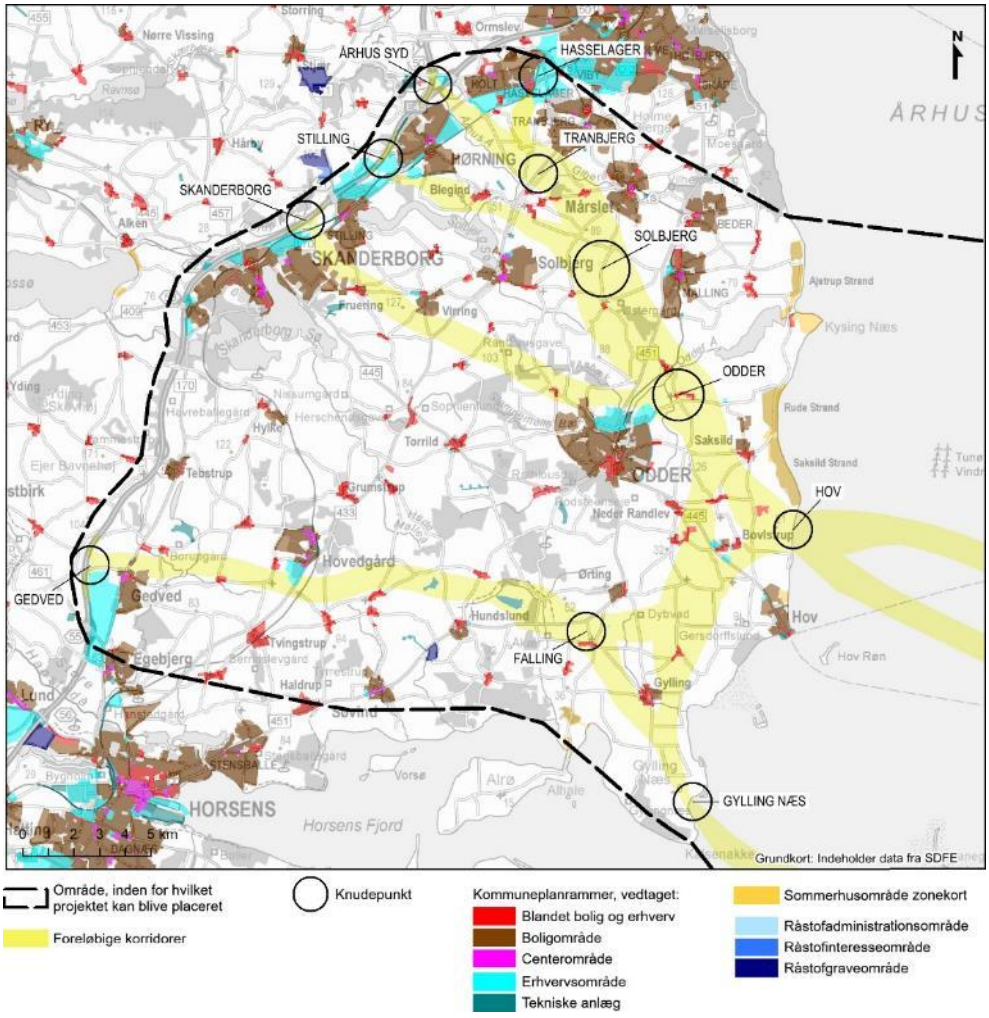
Figur 6-28 *Kortet viser analyseparametre i forhold til befolkning og erhverv på Sjælland (østlig del), kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse, - erhvervsområder og – tekniske anlæg, sommerhusområder og råstofområder.*



Figur 6-29 *Kortet viser analyseparametre i forhold til befolkning og erhverv på Sjælland (vestlig del af projektområdet), kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse, - erhvervsområder og – tekniske anlæg, sommerhusområder og råstofområder.*



Figur 6-30 *Kortet viser analyseparametre i forhold til befolkning og erhverv på Samsø, kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse, - erhvervsområder og – tekniske anlæg, sommerhusområder og råstofområder.*



Figur 6-31 *Kortet viser analyseparametre i forhold til befolkning og erhverv i Østjylland, kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse, - erhvervsområder og – tekniske anlæg, sommerhusområder og råstofområder.*

6.2.4.1 Kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse

For at illustrere bindingen bymæssig bebyggelse anvendes plandata fra kommunernes planlægning. I forbindelse med kommuneplanlægningen udlægger kommunerne rammer for kommuneplanlægningen. Rammerne fastsætter et områdes generelle anvendelse. Som indikation for bymæssig bebyggelse både i landzone og byzone er i denne undersøgelse set på rammer med følgende generel anvendelse:

- Boligområde
- Blandet bolig og erhverv
- Centerområde
- Offentligt formål.

Rammerne viser, hvor der er større sammenhængende bebyggelse, både i byzone og landzone.

Figur 6-28, Figur 6-29, Figur 6-30og Figur 6-31 viser den kommuneplanlagt bymæssig bebyggelse og korridorerne for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland.

Bebyggelserne er søgt undgået ved placering af de foreløbige korridorer. Det ses, at bebyggelserne ikke helt kan undgås, men at de foreløbige korridorer så vidt muligt giver mulighed for placering af en linjeføring, der ikke er i direkte konflikt med bebyggelser.

6.2.4.2 Kommuneplanlagte erhvervsområder

I kommunernes kommuneplanlægning udlæggers der også rammer for lokalplanlægningen til erhvervsområder.

Langt de fleste erhvervsområder ligger i tilknytning til anden bymæssig bebyggelse og dermed oftest i byzone, men der er også rammer for erhvervsområder i det åbne land, som ligger isoleret fra anden bymæssig bebyggelse. Disse er dog oftest små og rummer oftest enkeltvirksomheder, som er etableret i landzone grundet virksomhedens karakter flere af virksomhederne vil også formentlig være etableret i overflødiggjorte landbrugsbygninger. I tilfælde, hvor en udvidelse af en sådan virksomhed bliver lokalplanpligtig, og virksomheden af den ene eller anden grund ikke kan flyttes til byzone, vedtages en erhvervsramme for den enkelte virksomhed.

Der er til brug for denne forundersøgelse ikke store nævneværdige forskelle i strukturen omkring udlægning af rammer til erhvervsområder, mellem Jylland, Samsø og Sjælland.

Dog er der er på Sjælland flere erhvervsområder, som ikke ligger i tilknytning til anden bymæssig bebyggelse, end på Samsø og i Jylland. På Samsø er der flere erhvervsområder, som ikke ligger indenfor byzone. Disse er dog uden undtagelse placeret i tilknytning til anden bymæssig bebyggelse.

Figur 6-28, Figur 6-29, Figur 6-30og Figur 6-31 viser kommuneplanlagte erhvervsområder og korridorernes linjeføring for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland.

Det ses, at erhvervsområderne ikke helt kan undgås, især ikke, når de er placeret uden for egentlige byområder. Korridorerne giver de fleste steder mulighed for placering af en linjeføring, der ikke er i direkte konflikt med erhvervsområderne. Dette er dog ikke tilfældet ved en tilslutning til E45 i Jylland for korridoren ved Stilling. Heller ikke ved Ringsted og Kalundborg har det kunne undgås at berøre områder, som er udlagt til erhverv. I næste fase af undersøgelsen må man derfor se på den reelle udbygning af erhverv i områderne og på mulighederne for at komme udenom disse eller – hvis dette ikke er muligt – at erstatte disse.

6.2.4.3 Kommuneplanlagte tekniske anlæg

Kommunerne udlægger ligeledes også rammer for lokalplanligning til tekniske anlæg.

Betegnelsen tekniske anlæg dækker over transport- og kommunikationsanlæg, forsyningsanlæg, miljøanlæg og andre tekniske driftsanlæg. Der kan f.eks. være

tale om sporanlæg, godsterminaler, stationsanlæg, værksteds- og klargørings-anlæg, rensningsanlæg, affaldsdeponerings- og affaldsbehandlingsanlæg, vind-møller, kraftværker og oplagspladser.

Mange af disse rammer er grundet anlæggenes karakter beliggende i landzone og uden tilknytning til anden bymæssig bebyggelse. De er derudover også fast-holdt som værende beliggende i landzone.

Der er ikke observeret nogen forskelle i den fysiske struktur omkring udlægnin-gen af rammer til tekniske anlæg mellem Jylland, Sjælland og Samsø.

Figur 6-28, Figur 6-29, Figur 6-30og Figur 6-31 viser kommuneplanlagte tekni-ske anlæg og korridorernes linjeføring for henholdsvis Sjælland, Samsø og Øst-jylland.

Det ses, at de tekniske anlæg ikke helt kan undgås, men at korridorerne så vidt muligt giver mulighed for placering af en linjeføring, der ikke er i direkte konflikt med de tekniske anlæg.

6.2.4.4 Sommerhusområder

Zonebestemmelserne i Planloven inddeler Danmarks areal i tre zoner – land-zone, byzone og sommerhusområder.

Sommerhusområder ændrer status via vedtagelsen af en lokalplan, som overfø-rer området til sommerhusområde.

For at sikre de værdifulde landskaber ved kysten er der i planloven begrænsnin-ger for udlæg af sommerhusgrunde indenfor kystnærhedszonen. Indenfor for kystnærhedszonen kan det derfor antages, at der ikke er sommerhuse udenfor sommerhusområderne. Den samme antagelse kan ikke finde anvendelse i land-zone udenfor kystnærhedszonen hvor der ikke er de samme begrænsninger.

De fleste sommerhusområder ligger ved kysterne, og derfor er eksisterende sommerhusområder et analyseparameter, som hovedsageligt er relevant i for-bindelse med placering af korridorknudepunkterne ved kysterne. Se den gene-relle beskrivelse af analyseparametrenes betydning ift. knudepunkterne på ky-sterne indledningsvist i afsnit 4.2.

Figur 6-28, Figur 6-29, Figur 6-30og Figur 6-31 viser sommerhusområder og korridorernes linjeføring for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland.

Det ses, at sommerbebyggelserne generelt er søgt undgået ved placering af de foreløbige korridorer.

6.2.4.5 Sjælland

På Røsnæs ligger der flere sommerhusområder langs kysten. Hovedsageligt langs den sydvendte kyst er der placeret flere sommerhuse, specielt mellem Ulstrup og Kalundborg. På nordsiden af Røsnæs ligger der et større sommerhusområde Røsnæs Strandpark, øst for Nyby.

Der er ingen sommerhusområder på Asnæs.

Tabel 6-28 Befolkning og erhverv fordelt på korridorer på Sjælland. Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km^2), hvor de respektive temaer ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne på Sjælland.

	Tømmerup - Nyby	Ubberup – Asnæs N/S	Lejre – Kallerup* Lejre – Lejre - Kallerup*	Hvalsø – Lerchenborg	Kværkeby – Lerchenborg*	Fjenneslev – Tømmerup*	Fjenneslev – Lerchenborg*
Bebyggelse	0,08	1,17	1,24	0,86	0,48	0,48	0,36
Erhverv	0,2	0,84	0,00001	0,08	1,13	0,29	0,04
Tekniske anlæg	0	0	0,02	0	0,015	0,045	0,015
Sommerhusområder	0,08	0,17	0,82	0,12	0,94	0	0
Råstofområder	0	0	2,08	1,43	1,32	1,46	1,46

* kun bane

6.2.4.5.1 Samsø

Ingen af korridorerne er foreslået placeret på den nordlige del af Samsø, der også huser den største koncentration af sommerhusområder. Det er også på den nordlige del af Samsø, der er flest landskabsfredninger, og hvor Natura 2000-området Stavns Fjord er beliggende. Se den generelle beskrivelse af analyseparametrenes betydning ift. korridorknudepunkter på kysterne indledningsvis i afsnit 4.2.

På vestsiden af øen ligger der tre sommerhusområder. Det sydligste er Fogedmark, som ligger vest for Tranebjerg. Nord herfor ligger to mindre sommerhusområder, det ene ved havnebyen Sælvig og det andet umiddelbart øst herfor ved Sælvig Huse.

På østsiden af Samsø ligger der et mindre sommerhusområde nord for Ballen. Sommerhusområdet er meget kystnært og strækker sig omkring 1 km langs kysten.

Tabel 6-29 *Befolkning og erhverv fordelt på korridorer på Samsø. Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor de respektive temaer ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne på Samsø.*

	Besser - Onsbjerg	Hjalmarsgård - Onsbjerg	Vesborg Fyr - Kolby Kås	Vesborg Fyr – Onsbjerg	Hjalmarsgård – Kolby Kås
Bebyggelse	0,82	0,1	0	0,028	0,15
Erhverv	0	0	0	0	0
Tekniske anlæg	0,06	0,29	0	0,04	0,2
Sommerhusområder	0	0	0	0	0
Råstofområder	0,031	0	0	0	0

6.2.4.5.2 Jylland

Nord for Hou, ved Saksild, Rude Strand og Dyngby ligger der et omkring 5 km langt sommerhusområde langs kysten. Derudover ligger der et mindre sommerhusområde kystværts byzonen for Hou.

Tabel 6-30 *Befolkning og erhverv fordelt på korridorer i Østjylland Oversigt over størrelsen på arealerne (målt i km²), hvor de respektive temaer ligger helt eller delvist indenfor korridorsegmenterne i Østjylland.*

	Hov - Århus Syd/ Hasselager*	Hov - Stilling	Hov - Skanderborg	Hov – Gedved (ekstra)	Gylling Næs – Århus Syd	Gylling Næs - Stilling	Gylling Næs - Skanderborg	Gylling Næs – Gedved (ekstra)
Bebyggelse	1,16	2,1	2,1	0,29	1,22	2,2	2,2	0,29
Erhverv	0,3	0,26	0,09	0,2	0,33	0,28	0,11	0,18
Tekniske anlæg	0,004	0,012	0,014	0,33	0	0,012	0,014	0,33
Sommerhusområder	0,369	0,24	0,17	0,23	0,41	0,26	0,19	0,16
Råstofområder	0	0	0	0	0	0	0	0

* Kun bane - kombineret med vej Hou – Århus Syd eller Gylling Næs – Århus. Syd

6.2.4.6 Råstofområder

Regionerne er myndigheder på råstofområdet og indvinding på land, og det er regionernes ansvar at lave råstofplaner, som udstikker de overordnede retningslinjer for råstofindvinding. Regionsrådene gennemgår råstofplanerne hvert fjerde år for at vurdere, om der er behov for justering og revision. Udpegningen af råstofområder sker med baggrund i en afvejning af dette hensyn overfor andre væsentlige samfundsinteresser.

Figur 6-28 - Figur 6-31 viser råstofgraveområder, råstofinteresseområder og de foreløbige korridorer for henholdsvis Sjælland, Samsø og Østjylland. Råstofinteresserne har ikke haft betydning for valg af de foreløbige korridorer på det nuværende vidensgrundlag. Der skal ses nærmere på beskyttelsesbehovet i forhold til råstofindvindingsinteresserne med basis i beskyttelse af den nationale, regionale og lokale forsyningssikkerhed i næste fase af forundersøgelsen.

6.2.4.6.1 Sjælland

De største koncentrationer af råstofgrave- og råstofinteresse indenfor projektområdet findes i Kalundborg, Sorø og Lejre kommuner. I Kalundborg Kommune er der flere større områder. Arealerne er lokaliseret i området omkring nord for Svebølle og sydøst for Kaldred. Graveområdernes arealstørrelse er på 888,9 ha.

I Sorø Kommune er der ligeledes flere større råstofgrave- og råstofinteresseområder. Arealerne ligger i området mellem Dianalund og Sorø. Graveområdernes arealstørrelse er på 1069,8 ha.

I Lejre Kommune ligger der ligeledes flere råstofgrave- og råstofinteresseområder. Arealerne indenfor projektområdet er primært lokaliseret i området mellem Roskilde og Lejre.

Korridorerne har sammenfald med flere større råstofområder. Udover de nedenfor nævnet områder har korridorerne også sammenfald med mindre råstofområder, se Tabel 6-28.

- Tissø – Korridor segmenterne fra henholdsvis Hvalsø/Fjenneslev/Kværkeby til Lerchenborg går gennem et råstofinteresseområde.
- Nordfor Stenlille –Korridor segmentet fra Hvalsø til Lerchenborg går gennem et råstofinteresseområde.
- Syd for Stenlille – Korridor segmenterne fra henholdsvis Kværkeby/Fjenneslev til Lerchenborg går gennem et råstofinteresseområde
- Ved Kirke Hvalsø – Korridorsegmentet Hvalsø til Lerchenborg går gennem et råstofgraveområde.
- Vest for Holbæk – Korridorsegmentet fra Lejre til Kallerup går gennem et råstofinteresseområde.
- Nord for Svebølle – Korridorsegmentet fra Lejre til Kallerup går gennem både råstofinteresse- og råstofgraveområde.

6.2.4.6.2 Samsø

På Samsø er der tre meget små råstofgraveområder. De to mindste er beliggende ved Sælvig, det ene på havnen, hvor der udvindes sand, grus og sten, det andet ligger sydvest for byen, og her udvindes sand. Korridoren fra Besser til Onsbjerg er sammenfaldende med graveområdet syd for Sælvig.

Det sidste område ligger i den nordlige del af øen ved Kanhave.

Der er ingen råstofinteresseområder på Samsø.

6.2.4.6.3 Jylland

Indenfor projektområdet er der kun et enkelt råstofgraveområde, som er beliggende ved Trustrup i den sydvestligste del af Odder Kommune. Ingen af forslagene til korridorer er placeret her.

Der er ingen råstofinteresseområder.

6.2.5 Potentielle påvirkninger på land

6.2.5.1 Barrierevirkning

Ved etableringen af en vej uanset størrelsen eller en jernbaneforbindelse vil der opstå barrierevirkning for spredning af flora og fauna samt for mennesker. Enkelte individer og frø m.m. har svært ved at krydse vejen eller banen og dermed bliver levesteder separeret fra hinanden.

For at sikre en generel robust flora og fauna bestand er det et væsentligt element, at arterne er regionalt spredt og dermed befolker forskellige habitater. Dette ud fra en tanke om, at der altid vil være en vis sandsynlighed for, at alle populationer i et givent område kan uddø. Hvis en given art er regionalt spredt, vil arten kunne indvandre og reetablere bestanden i et område hvor den eksisterende bestand er uddød grundet forstyrrelser. Hvis forholdene for en reetablering af et habitat er tilstede, vil der være en grad af stabilitet. Derudover er det gavnligt for spredning af genetik, så indavl undgås at flere bestande lever med en sådan afstand at udveksling af individer er muligt.

En vurdering af et givent områdes sårbarhed overfor forstyrrelser, herunder etableringen af barrierer, bør tage udgangspunkt i flere habitater eller levesteder for flora og fauna i et givent område og ikke bare et. Habitaterne vil også skulle anskues ud fra at ofte vil der være et eller flere store habitater, som vil agere som de stabile i området. Dertil vil der være flere mindre habitater, hvorfra der kan foregå udveksling til og fra de store habitater.

I hvor høj grad en regional forstyrrelse har betydning for en given population, bør derfor anskues ud fra placering af de enkelte habitater, samt habitaternes hierarki.

Der arbejdes videre med disse problematikker i næste fase af forundersøgelsen.

6.2.5.2 Støj og andre forstyrrelser

Både dyr og mennesker vil blive påvirket af midlertidig støj fra anlægsarbejder og permanent støj fra trafikken på en fast forbindelse. Nogle dyr vænner sig til støjen og vender tilbage, andre gør ikke.

Støj er et væsentligt sundhedsproblem, der har en væsentlig indvirkning på den generelle menneskelige sundhed og velvære. WHO udtrykker en stadig større bekymring for konsekvenserne af støjpåvirkning, hvilket også er tendensen i det offentlige rum og blandt politiske beslutningstagere i Europa. Støjpåvirkninger er derfor et tema med stadig større bevågenhed.

Der arbejdes videre med disse problematikker i næste fase af forundersøgelsen.

6.2.5.3 Visuel påvirkning

Landskaber har betydning for vores opfattelse og forståelse af et område, både som beboere og som turist.

Etableringen af en vej, bane og broforbindelse vil medføre en vis visuel påvirkning. Etableringen af en Kattegatforbindelse vil dermed også have betydning for opfattelsen af et område, og for selvopfattelsen hos beboerne i de områder som bliver berørt.

Der er flere muligheder for tilpasning af en vejforbindelse, i områder som er særligt sårbare overfor visuel påvirkning. Delsegmenter af vejen kan over kortere forløb ligges ned i jorden, hvormed den visuelle påvirkning fjernes. Derudover kan vejen i forbindelse med fastlæggelse af den konkrete vejforløb, placeres sådan i landskabet af den visuelle påvirkning begrænses. Dette bl.a. ved en placering lavt i landskabet, og ved at vejen følger de i landskabet eksisterende kurver. Vejforbindelsen vil dermed blive mindre synlig, samt få en mindre dominerende påvirkning.

Der arbejdes videre med disse problematikker i næste fase af forundersøgelsen.

For en gennemgang af landskabsværdierne og den konkrete visuelle påvirkning af landskaberne indenfor projektområdet, se bilaget *Indledende linjeføringsovervejelser for en kattegatforbindelse. Landskabskarakteranalyse og visualiseringer af foreløbige korridorer, december 2019*.

6.2.5.4 Luftkvalitet og klimapåvirkning

Emissioner fra trafikken både under anlæg og drift kan have stor effekt på den lokale og regionale luftkvalitet og dermed på menneskers sundhed.

Klimapåvirkningen afhænger af energiforbruget til anlægsarbejderne, herunder også til fremstilling af byggematerialer som beton. Transportarbejdet i driftsfasen vil ligeledes have en direkte klimapåvirkning, som selvfølgelig aftager, jo flere køretøjer, der kører på strøm fra vedvarende energi, det gælder selvfølgelig både tog, lastbiler og personbiler.

Der arbejdes videre med disse problematikker i næste fase af forundersøgelsen.

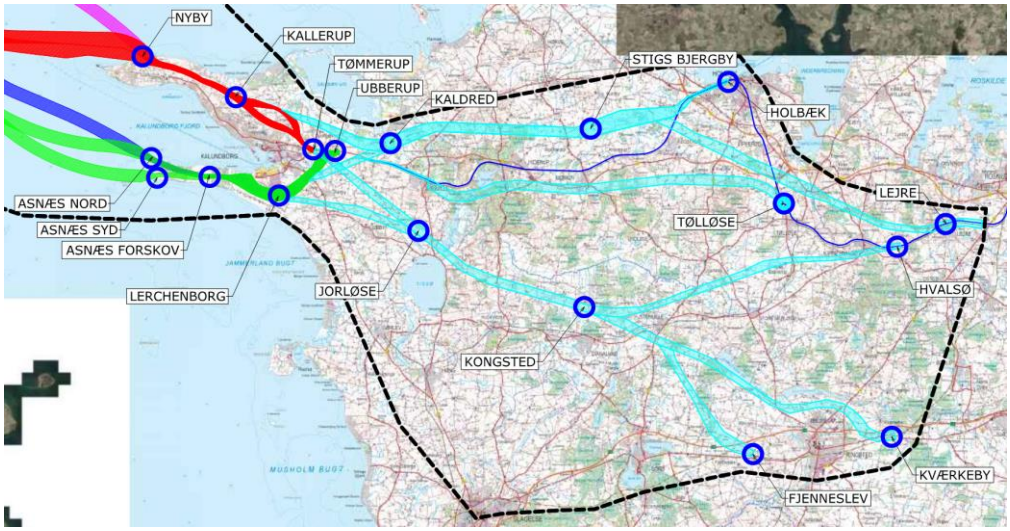
6.2.5.5 Råstofforbrug og affald

Der vil være et vist råstofforbrug til at etablere en fast Kattegatforbindelse. Nogle råstoffer kan være en mangelvare lokalt, så de skal transporteres over lange afstande.

Hvis der skal etableres en sænketunnel eller en boret tunnel, skal der findes en egnet placering til det opgravede eller udborede sediment.

Der arbejdes videre med disse problematikker i næste fase af forundersøgelsen.

7 Foreløbige korridorer på Sjælland



Figur 7-1 Korridorer på Sjælland

På Sjælland er der primært mange korridorsegmenter for banestrækninger, da der er undersøgt et meget bredt spektrum af segmenter. Der er kun korridor-segmenter med vej i den vestligste del fra lige øst for Kalundborg til spidsen af enten Røsnæs eller Asnæs, da udgangspunktet for en fremtidig vejforbindelse er den vestlige afslutning af den fremtidige Kalundborg motorvej.

Rene baneforbindelser omfatter følgende segmenter:

- Kværkeby – Kongsted
- Fjenneslev – Kongsted
- Hvalsø – Kongsted
- Lejre – Stigs Bjergby
- Holbæk – Stigs Bjergby
- Stigs Bjergby – Kaldred
- Kaldred – Kallerup
- Kaldred – Lerchenborg (fra Ubberup – Lerchenborg beskrives under vej)
- Kongsted – Jordløse
- Jorløse – Tømmerup
- Jorløse – Lerchenborg.

Hertil kommer korridorsegmenter for en opgradering af Nordvestbanen mellem Roskilde/Holbæk og til Birkendegård, samt en Shunt fra Tølløse til Svebølle og videre med en opgradering af Nordvestbanen til Birkendegård, hvor afgreningen sker enten mod Røsnæs eller Asnæs.

Kombinerede vej- og baneforbindelser:

- Kaldred/Tømmerup – Kallerup (vej går fra Tømmerup - Lerchenborg)
- Kallerup - Nyby
- Kaldred/Ubberup – Lerchenborg (vej går fra Ubberup - Lerchenborg)
- Lerchenborg – Asnæs Forskov
- Asnæs Forskov – Asnæs nord
- Asnæs Forskov – Asnæs syd
- Korridorsegmenterne er bestemt ud fra de valgte tilslutningspunkter til eksisterende jernbaner samt knudepunkter på kysten for kyst-kyst øst forbindelsen samt muligheden for at føre segmenter gennem områderne på en hensigtsmæssig måde, og som er styret af analyseparametrene.
- Ilandsætningspunkterne ved kysten er placeret, hvor det er muligt og fornuftigt at etablere ilandsætning under hensyntagen til natur og bebyggelse samt længden af kyst-kyst forbindelserne.

7.1 Korridorsegmenter for ny bane

For Sjælland, korridorer nord for eksisterende bane, er området mellem Stokkebjerg skov og Bregninge (ca. 7,5 km), den mest udfordrende strækning hvor højdeforskellen er op til 60 m.

For Sjælland, korridorer syd for eksisterende bane, er området mellem Nørager og Jorløse (ca. 6,4 km) inkl. en dalbro over Halleby å ved Tissø, den mest udfordrende strækning hvor højdeforskellen er op til 60 m.

7.1.1 Kværkeby – Kongsted

Figur 7-2 Korridorsegment Kværkeby - Kongsted (bane)

7.1.1.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 28,4 km, som løber fra en afgrening ved Kværkeby (før Ringsted), lige nord om Ringsted, syd om Haraldsted Sø og Gyrstinge Sø, nord øst om Gyrstinge, igennem Store Bøgeskov og Nordskov, lige syd om Stenlille og Niløse for at slutte ved Kongsted.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Udfletningen ved Kværkeby skal samtidig krydse den dobbeltsporede bane fra Roskilde.

På strækningen er der flere beskyttede naturområder:

- Omkring Bøstofte 1,2 km
- Mellem Bedskov Huse og frem til Store Bøgeskov 6,9 km
- Mellem Saltofte og Ørebo 4,5 km

Tilslutningen i Kværkeby er valgt for at kunne udbygge den eksisterende højhastighedsbane, til 250 km/t, fra København og til Århus.

Dette korridorsegment er valgt som et alternativ til at køre over Roskilde og uden om Ringsted Station. Derfor bærer det præg af de svære betingelser, det er at komme uden om Ringsted by og undgå de beskyttede områder omkring Haraldsted Sø og Gyrstinge Sø.

7.1.1.2 Teknisk vurdering

Udfletningen med eksisterende bane Ved Kværkeby, en niveaufri udfletning, bør kunne ske uden de store komplikationer, da terrænet er ensartet og landskabet meget åbent, men selve skæringen skal bygges med store konstruktioner.

De største udfordringer, med terrænet, på denne strækning, er mellem Roskildevej og Holbækvej (ca. 4,8km), hvor området ved Sandbakke, er en højderyg på 10 m over banen. Højderyggen ligger i åbent terræn, hvorfor der er mulighed for at anlægge store skråninger. Ellers er terrænet jævnt.

Der forventes placeret dalbroer på følgende lokationer:

Ved Ringsted å (200 m) og ved tilløbet til Gyrstinge Sø, lige inden Storeskov (200 m). Begge vandløb er beskyttede.

Der forventes skæringer med 1 motorvej, 6 større veje, 14 mindre veje, 8 vandløb og Høng-Tølløse banen.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.1.1.3 Tracering

For den horisontale geometri er der for udfletningen til eksisterende bane, samt de første 11 km regnet med en hastighed på 250 km/t, grundet de snævre kurveforhold. På resten af strækningen er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12,5 promille.

Transversalerne kan placeres mellem Holbækvej og Store Bøgeskov, som er en strækning på 5 km, med tilhørende adgangsvej.

7.1.1.4 Natur

Der befinder sig følgende af de udvalgte analyseparametre i forhold til natur i korridorsegmentet:

- Mange § 3-beskyttede områder, herunder Ringsted Å med tilløb samt tilløb til Gyrstinge Sø
- Store områder med fredskov, de største ved Gyrstinge, Stenlille og Kongsted.

7.1.1.5 Landskab og kulturarv

Der befinder sig følgende af de landskabelige analyseparametre i korridorsegmentet:

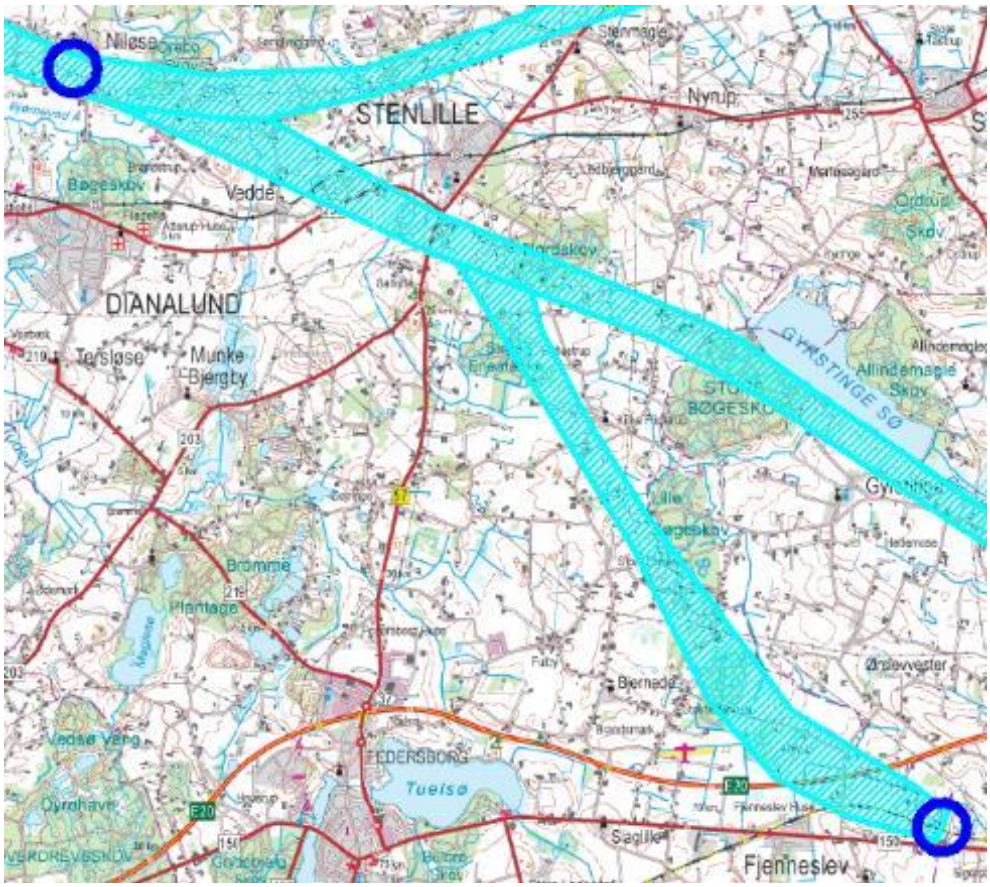
- Bevaringsværdigt landskab ved Stenlille
- Kulturarvsareal ved Ringsted Å
- Exner-fredning i Kongsted
- Spredt forekomst af fredede fortidsminder.

7.1.1.6 Befolkning og erhverv

For befolkning og erhverv er der registreret følgende:

- Stort erhvervsområde nordøst for Ringsted langs E20
- Råstoff interesseområder ved Ringsted Å, Stenlille og Kongsted
- Boligområder i nordkanten af Ringsted.

7.1.2 Fjenneslev – Kongsted



Figur 7-3 Korridorsegment Fjenneslev – Kongsted (bane)

7.1.2.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 19,2 km, som løber fra en afgrening ved Fjenneslev (efter Ringsted), vest om Mørup, øst om Stokholtshuse, igennem Bjernede Storskov, imellem Store Ebberup og Lille Bøgeskov, syd øst om Kirke Flinterup, igennem den østlige del af Store Enemærke, nord om Saltofte, Vedde og Brandstrup for at slutte ved Kongsted.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Udfletningen ved Fjenneslev sker i åbent land.

Dette korridorsegment er et alternativ til Kværkeby, for at undgå de beskyttede områder omkring Haraldsted Sø og Gyrstinge sø. Det betyder, at den løber igennem Ringsted Station, som forudsættes at være udbygget til min. 180 km/t, som er denne hastighed som er anvendt til køretidsberegningen. Samtidig vil det være en videreførelse af den eksisterende højhastighedsbane fra København.

7.1.2.2 Teknisk vurdering

Udfletningen med eksisterende bane ved Fjenneslev, en niveaufri udfletning, bør kunne ske uden de store komplikationer, da terrænet er ensartet og landskabet er meget åbent.

De største udfordringer med terrænet på denne strækning er mellem Saltofte og Vedde (ca. 2,8 km), hvor området ved Maglebjerg, som har en højde på 15 m, er den største. Tølløse – Høng banen skæres i åbent terræn, så der er gode mulighed for at anlægge en niveaufri skæring med denne.

Der forventes skæringer med 1 motorvej, 2 større veje, 13 mindre veje, 5 vandløb og Høng-Tølløse banen.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.1.2.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12,5 promille.

Transversalerne kan placeres mellem Store Ebberup og Saltofte, en strækning på 4,5 km, med tilhørende adgangsvej.

7.1.2.4 Natur

I korridoren er der følgende naturområder på denne strækning:

- Flere beskyttede naturområder, herunder Frøsmose Å og Sandlyng Å og enge og moser langs disse
- En del arealer med fredskovpligt.

7.1.2.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

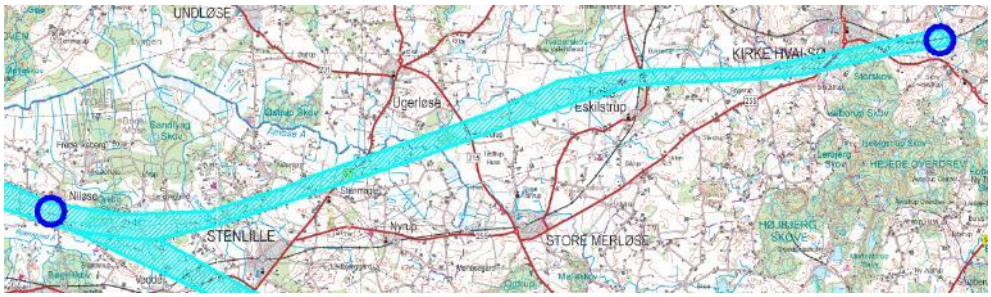
- To store bevaringsværdigt landskaber omkring Stenlille-Gyrstinge og omkring Kongsted
- En del fredede fortidsminder, især omkring Gyrstinge.

7.1.2.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Blandet bolig og erhverv øst for Kongsted
- Råstofinteresser omkring Gyrstinge og Stenlille.

7.1.3 Hvalsø – Kongsted



Figur 7-4 Korridorsegment Hvalsø – Kongsted (bane)

7.1.3.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 26,5 km, som løber fra en afgrening før Hvalsø station, lige nord om Storskov, syd om Hvalsø, krydser Elverdamså, nord om Kirke Eskilstrup, skæring af Tysinge å, gennem Bonderup skov, gennem et område med Åmose å, nord om Stenlille, skæring af Sandlyng å, tæt på Niløse for at slutte ved Kongsted.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Dette korridorsegment er valgt her, syd for eksisterende bane, som et alternativ til Lejre løsningen og for at afgrene så sent som muligt fra Nordvestbanen, så man helt undgår Ledreborg og får en kortere strækning med ny bane.

7.1.3.2 Teknisk vurdering

Udfletningen med eksisterende bane ved Hvalsø, en niveaufri udfletning, bør kunne ske uden de store komplikationer, da terrænet er meget åbent og ensartet.

Dernæst bliver terrænet mere varieret (ca. 3,1 km), med store højdeforskelle, op til 25 m ved skæringen af Elverdamså, frem til Tingerup og igen mellem Stenmagle og Sandlyng å (1,5 km). De nævnte forhold er ingen hindring for at anlægge en bane. Ellers er terrænet jævnt.

Der forventes placeret dalbroer på følgende lokationer:

Ved Elverdamså (700 m), ved beskyttet vandløb nord for Smidstrup (250 m) og et område ved Åmose å (700 m).

Der forventes skæringer med 5 større veje, 14 mindre veje, 6 vandløb og Høng-Tølløse banen.

Denne strækning bærer præg af de mange områder med vandløb, som kan betyde forøgede udgifter i forbindelse med anlæg af banen.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.1.3.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t. Der er ved udfletningerne, til eksisterende bane, regnet med en hastighed på 250 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12,5 promille.

Transversalerne kan placeres mellem Tingerup og Bonderup, hvilket er en strækning på 8,8 km med tilhørende adgangsvej.

7.1.3.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- På strækningen syd om Kirke Hvalsø går korridoren gennem den nordlige del af Storskov, som er et Natura 2000-område
- Mange beskyttede naturtyper krydses af korridoren, herunder Elverdamså, Tysinge Å, Åmose Å, Sandlyng Å, hvor flere er omgivet af en mosaik af beskyttede moser og enge
- Fredskovarealer, herunder Storskov og Bonderup Skov.

7.1.3.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Kirke Hvalsø ligger i et fredet område
- Der er bevaringsværdigt landskab omkring Kirke Hvalsø, Elverdamså, Åmose Å og Kongsted
- Der ligger få fredede fortidsminder i korridoren.

7.1.3.6 Befolkning og erhverv

Omkring Kirke Hvalsø og Stenmagle er der boligområder, der kan blive berørt.

Ved Stenlille og ved Kirke Hvalsø ligger også områder med råstofinteresser i korridoren.

7.1.4 Lejre - Stigs Bjergby

Figur 7-5 Korridorsegment Lejre - Stigs Bjergby (bane)

7.1.4.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 31,6 km, som løber fra en afgrening lige efter Lejre station og nord om Tølløse, syd om Vipperød, nord om Regstrup hvor den krydser eksisterende bane, tæt på Løvenborg og slutter ved Stigs Bjergby.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Dette korridorsegment er valgt her for at afgrene så tidligt som muligt fra den eksisterende bane, til en ny bane, og dermed opnå en hastighed på op til 300 km/t. Denne afgrening betyder at den hurtigste køretid opnås, mellem København og Århus, ved en maks. hastighed på 250km/t.

7.1.4.2 Teknisk vurdering

Den niveaufrie udfletning ved Lejre, er anlægsteknisk kompliceret. Det skyldes, at terrænet er meget varieret, men dog ingen hindring for at anlægge en bane.

På denne strækning er den første del meget varieret (ca. 12,3 km), hvor terrænet har store højdeforskelle, op til 45 m, frem til skæringen med Elverdamså, for derefter at flade ud til et jævnt terræn frem mod Stigs Bjergby.

Specielt områderne ved Nørre Hvalsø, Aastrup og Sønder Asminderup, som ligger på et højdedrag, er anlægsteknisk kompliceret.

Der forventes placeret en dalbro på følgende lokationer, ved Ledreborg (250 m), Elverdamså (1000 m) og Løvenborg (580 m).

Der forventes skæringer med 1 motorvej, 4 større veje, 18 mindre veje, 9 vandløb og 2 gange med Nordvestbanen.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.1.4.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t. Der er ved udfletningerne, til eksisterende bane, regnet med en hastighed på 250 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurve forholdene, hvorimod der for længdegradienterne, skal anvendes undtagelsesbestemmelserne ved Aastrup og Agersvold hvor stigninger/fald er op til 30 promille.

Transversalerne kan placeres omkring Kvanløse med tilhørende adgangsvej.

7.1.4.4 Natur

På strækningen mellem Lejre og frem til skæringen med Elverdamså (ca. 7 km), går korridoren tæt på Bæsted Skov og igennem Aastrup skov, som er fredskov.

Korridorsegmentet skærer flere beskyttede vandløb, herunder Elverdamså, Regstrup Å og Kobbelå med flere store beskyttede naturområder omkring vandløbene.

7.1.4.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Landskabet mellem Lejre og Elverdamså er fredet.
- Samme landskab er bevaringsværdigt, ligeledes landskabet omkring Løvenborg.
- Omkring Løvenborg ligger også et kulturarvsareal.

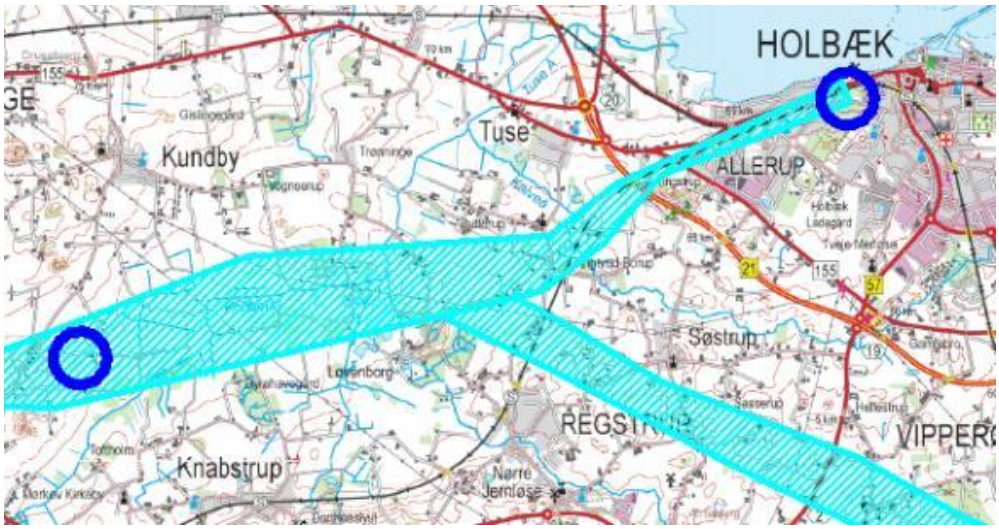
Sagnlandet Lejre og Ledreborg Slot med Ledreborg Allé berøres ikke (ikke en udvalgt analyseparameter).

7.1.4.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- I Lejre er der boliger, der kan blive berørt af en linjeføring i korridoren.
- Ledreborg og Sagnlandet berøres ikke, selvom banen sideflyttes mellem 200-250 m.
- Omkring Regstrup er der et område med råstofinteresser.

7.1.5 Holbæk - Stigs Bjergby



Figur 7-6 Korridorsegment Holbæk - Stigs Bjergby (bane)

7.1.5.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 12,1 km, og løber gennem Holbæk, krydsning af Holbæk motorvejen, syd om Butterup, tæt på Løvenborg og slutter ved Stigs Bjergby.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Dette korridorsegment er valgt her som et alternativ til Lejre løsningen og for at minimere længden af strækning med ny bane samtidig med, at det kommer i berøring med færre beskyttede områder.

7.1.5.2 Teknisk vurdering

Nordvestbanen udbygges til dobbeltspor gennem Holbæk og syd for det nuværende spor for at undgå, at den generer lokalbanen mod Nykøbing Sjælland. Dette kræver ekspropriationer på en 2,5 km lang strækning samt udvidelse af 2 underføringer og 1 overføring.

På den resterende del af strækningen forventes skæringer med 1 motorvej, 1 hovedvej, 4 mindre veje og 2 vandløb.

Der forventes placeret en dalbro både ved Kalve og Kobbel Å (2x580 m).

Segmentet løber gennem et jævnt terræn.

7.1.5.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurveforholdene, hvorimod der for længdegradienterne, skal anvendes undtagelsesbestemmelserne ved Stigs Bjergby, hvor stigninger/fald er maks. 15.6 promille.

7.1.5.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridorsegmentet skærer de beskyttede Tuse Å, Regstrup Å og Kobbelå med flere store beskyttede naturområder omkring disse.
- Desuden krydses små områder med fredskov.

7.1.5.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Bevaringsværdigt landskab gennemskæres omkring Løvenborg.
- Der krydses også et kulturarvsareal ved Løvenborg.

7.1.5.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- I Holbæk gennemløber korridoren område med beboelse.
- Nord for Regstrup er der råstofinteresser.

7.1.6 Stigs Bjergby - Kaldred

Figur 7-7 Korridorsegment Stigs Bjergby - Kaldred (bane)

7.1.6.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 16,9 km, som hele vejen løber nord for eksisterende bane, gennem den nordlige del af Stokkebjerg skov og Bregninge og slutter ved Kaldred.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Dette korridorsegment er en videreførelse af enten korridoren fra Lejre eller Holbæk.

7.1.6.2 Teknisk vurdering

Midt på denne strækning, mellem Stokkebjerg skov og Bregninge (ca. 6,7 km), er terrænet meget varieret med store højdeforskelle, op til 65 m, hvor resten har et jævnt terræn. Terrænet udgør dog ingen hindring for at anlægge en bane.

Der forventes skæringer med 3 større veje, 8 mindre veje og 6 vandløb.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.1.6.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurve forholdene, hvorimod der for længdegradienterne skal anvendes undtagelsesbestemmelserne mellem Stokkebjerg skov og Bregninge hvor stigninger/fald er maks. 25 promille.

Transversalerne kan placeres omkring Bjergbygård med tilhørende adgangsvej.

7.1.6.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Ved Svinninge Å krydser korridoren et stort skovområde (Stokkebjerg Skov), og ved Bregninge Å krydser korridoren et Natura 2000-område og et område med fredskov (Løgtved Plantage).
- Langs Bregninge Å findes mange områder med beskyttet natur.

7.1.6.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

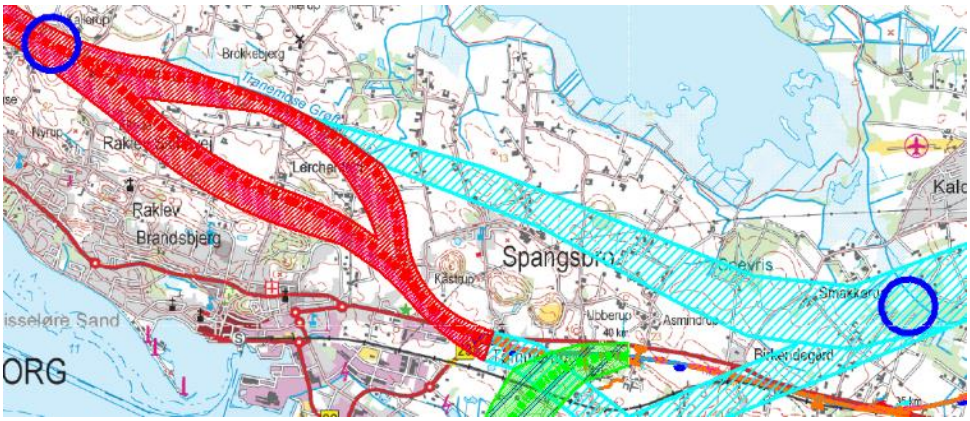
- Nord for Jyderup ligger et bevaringsværdigt landskab (ved Svinninge og Stokkebjerg Skov).

7.1.6.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Der er massive råstofinteresser, såvel graveområder som interesseområder øst for Kaldred (Bjergsted Bakker).

7.1.7 Kaldred – Kallerup



Figur 7-8 Korridorsegment Kaldred - Kallerup (bane)

7.1.7.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 13,5 km, som hele vejen løber nord for eksisterende bane, syd om Smakkerup, nord om Spangsbro og syd om Tranemose Grøft, for derefter at slutte syd for Kallerup.

Korridorsegmentet er på den første 2/3 kun til ny bane, og den sidste 1/3 en kombineret vej og bane.

7.1.7.2 Teknisk vurdering

Midt på denne strækning, nord for Ubberup ligger der et blødt højdedrag, og lige efter, nord for Spangsbro (ca. 1 km), er terrænet meget varieret, men ingen hindring for at anlægge en bane.

På denne strækning, kan en fremtidig ny Kalundborg station placeres.

Der forventes skæringer med 3 større veje, 12 mindre veje, 6 vandløb og Høng-Tølløse banen.

7.1.7.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12,5 promille.

De bedste muligheder, for placering af en station, ift. terrænet og sporets længdegradient, er mellem Spangsbro og Kallerup.

7.1.7.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridoren løber tæt forbi Tranemose Grøft, som er et beskyttet vandløb, samt mindre områder med beskyttet natur omkring Lerchenfeld vej.
- Et område med fredskov krydses vest for Kaldred.

7.1.7.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

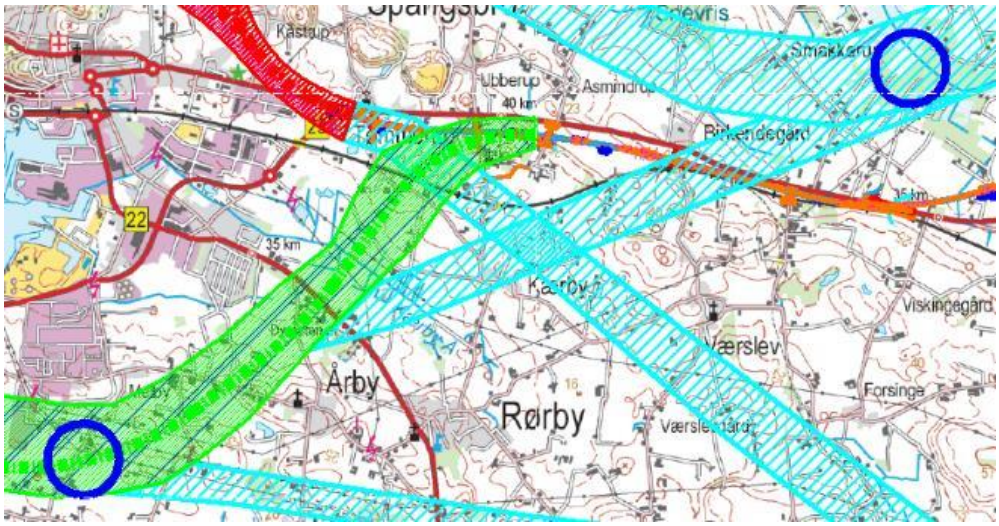
- Der er fundet få fredede fortidsminder omkring Tranemose Grøft.

7.1.7.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Vest for Kaldred er der råstofinteresser.
- I Spangsbro er der boligområder i og meget tæt på korridoren.

7.1.8 Kaldred – Lerchenborg



Figur 7-9 Korridorsegment Kaldred - Lerchenborg (bane)

7.1.8.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 10,2 km, som løber syd for Birkendegård for dernæst at skære Nordvestbanen mod Kalundborg, nord om Kærby, skæring med Kærby Å, nord for Årby og syd om Melby, for at slutte ved Lerchenborg.

Vejforbindelsen mod Lerchenborg udgår fra Ubberup, se afsnit 7.3.3.

Den første ¾ del af korridorsegmentet dækker kun bane og den sidste ¼ del er en kombineret vej og bane.

På denne strækning, kan en fremtidig ny Kalundborg station placeres.

Dette korridorsegment er valgt her, som den korteste forbindelse til Asnæs, fra de nordlige korridorer. Denne skærer Nordvestbanen med så stor vinkel som muligt, som betyder en mindre og dermed billigere brokonstruktion.

7.1.8.2 Teknisk vurdering

Efter Kaldred (ca. 2,6 km) skærer segmentet den nye motorvej samt Nordvestbanen, hvor det vurderes at være den bedste løsning at føre den nye bane under disse anlæg, hvor man får en nedgravning af banen på højst 10 m. Alternativet er at føre den nye bane på en meget høj dæmning, op til 20 m høj.

Grundet denne skæring med motorvej og bane, betegnes terrænet som varieret med store højdeforskelle. På resten af strækningen er terrænet jævnt.

Der forventes skæringer med 1 motorvej, 2 større veje, 5 mindre veje, 1 å og Holbæk-Kalundborg banen.

Der forventes placeret en dalbro, ved skæringen af Kærby Å (580 m).

Den bedste placering af en ny station, er mellem Kærby og Melby, som er øst for Kalundborg og hvor terrænet er jævnt.

7.1.8.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t, frem til Melby, hvorfra de snævre kurveforhold på Asnæs, betyder at der kun kan opnås 250 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurve forholdene, hvorimod der for længdegradienterne anbefales anvendt undtagelsesbestemmelserne ved skæringen af den nye motorvej og eksisterende bane, hvor stigninger/fald er maks. 15.6 promille, for at minimerer omkostningerne.

De bedste muligheder, for placering af en station, ift. terrænet og sporets længdegradient, vurderes umiddelbart at være ved Melby.

7.1.8.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridorsegmentet skærer den beskyttede Kærby Å og går lige sydøst om det naturbeskyttelsesområde, der er omkring åen.

7.1.8.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

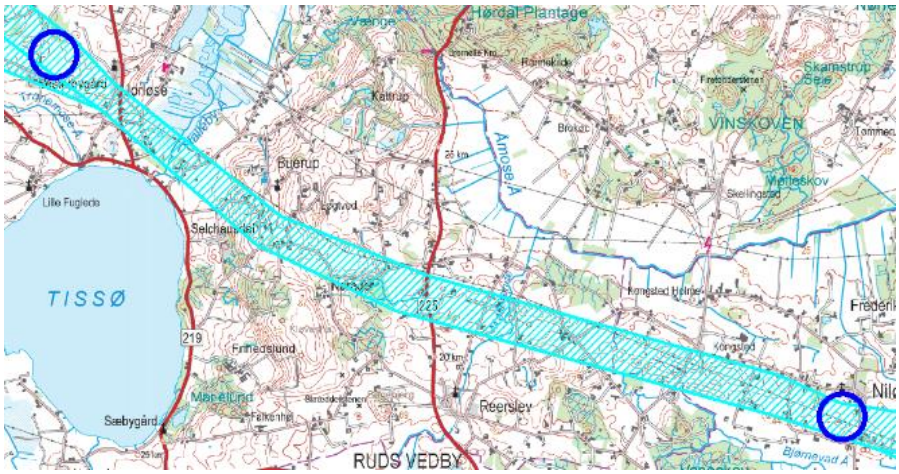
- Der er kun få fredede fortidsminder i korridoren.

7.1.8.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- I korridoren er vest for Kaldred et råstofinteresseområde.
- Nord for Årby er udlagt et område til erhverv (havneformål).
- Ved Årby er et område til beboelse.

7.1.9 Kongsted – Jorløse



Figur 7-10 Korridorsegment Kongsted - Jorløse (bane)

7.1.9.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 15,3 km, som løber imellem Bjørnevad Å og Kongsted, syd om Hesselbjerg skov, skæring med Møllerende, syd om Søndergård, nord om Nørager og Selchausdal, syd om Løgtved og Buerup, skæring med Halleby Å, lige nord for Tissø for at slutte lige syd for Jorløse.

Korridorsegmentet skal kun anvendes til ny bane.

Dette korridorsegment er valgt placeret her for at undgå Åmosen i nord, som er et Natura 2000-område, og Bjørnevad Å i syd, som er et beskyttet vandløb. Desuden undgås flere større byer og skove. Man undgår ikke helt at løbe igennem et Natura 2000-område, for skæringen med Halleby Å, nord for Tissø, er et sådant område med en bredde på ca. 700 m. Der løber i forvejen en landevej gennem det nævnte område.

7.1.9.2 Teknisk vurdering

På denne strækning er den sidste del udfordrende (ca. 7 km) mellem Nørager og Jorløse, hvor terrænet har store højdeforskelle, op til 60 m. Skæringen med Halleby Å er også udfordrende. Ellers er terrænet jævnt.

Der forventes placeret dalbroer på følgende lokationer:

Å ved Nørager (540 m) som er et beskyttet vandløb, og krydsningen med området omkring Halleby Å (1000 m).

Der forventes skæringer med 2 større veje, 12 mindre veje og 2 vandløb.

På denne strækning forventes der indbygget et sæt transversaler.

En del af strækningen bærer præg af store åbne landområder med store gårde, som der er mulighed for at undgå, når man i en senere fase kan fastlægge en geometri.

På de efterfølgende billeder fås et blik over de forskellige typer landskaber, der er på strækningen.

Ovenstående billede er set fra Niløse kirke, mod syd-vest

Ved nordenden af Tissø og Halleby Å har terrænet store højdeforskelle, ligesom der ligger et Natura 2000-område.

Ovenstående billede viser Natura 2000-området set fra Halleby Å og mod øst.

Ovenstående billede viser Natura 2000-området set fra Halleby Å og mod nord-øst.

7.1.9.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurve forholdene, hvorimod der for længdegradienterne skal anvendes undtagelsesbestemmelserne, mellem Nørager og Selchausdal (3 km), hvor stigninger/fald er op til 25 promille. På denne strækning kan en løsning med en tunnel på 2,8 km overvejes.

Transversalerne kan placeres mellem Kongsted og Nørager, en strækning på 8,2 km, med tilhørende adgangsvej.

7.1.9.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Området nord for Tissø, omkring Halleby Å, er et Natura 2000-område, som krydses af banekorridoren.
- Vest for Kongsted tangerer korridorsegmentet den beskyttede Bjørnevad Å med omkringliggende beskyttede naturområder. Også Mollerende Å og Halleby Å er beskyttede vandløb med omkringliggende beskyttede enge og moser.
- Der er kun lidt fredskov i korridoren.

7.1.9.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

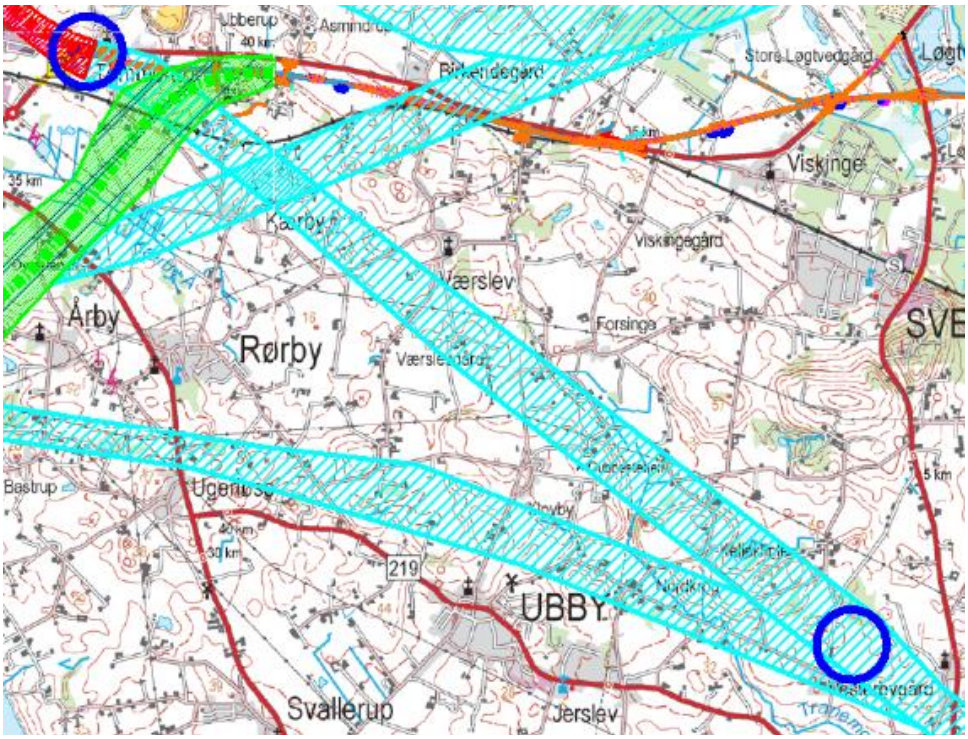
- Landskabet omkring Kongsted og Bjørnevad Å samt landskabet nord for Tissø er bevaringsværdigt.
- Hele ådalen omkring Halleby Å er kulturarvsareal.

7.1.9.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Der er råstofinteresser i skrænterne af Halleby Ådal nord for Tissø.
- I Jorløse er en lille bebyggelse, som ligger i korridoren.

7.1.10 Jorløse – Tømmerup



Figur 7-11 Korridorsegment Jorløse - Tømmerup (bane)

7.1.10.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 10,9 km, lige nord eller syd om Kelleklinte, skæring med Tranemose å, nord om Klovby, syd om Forsinge og Værslev, nord om Kærby, skæring med banen fra Holbæk for at slutte ved Tømmerup (rundkørslen), hvor banen og motorvejen mødes.

Dette korridorsegment er en forlængelse af de sydlige korridorsegmenter, fra Hvalsø og Ringsted, og som skal forbindes til kyst-kyst forbindelsen over Røsnæs.

Korridorsegmentet indeholder kun bane.

Dette korridorsegment er valgt, da det er den mest direkte vej mod Røsnæs. Korridorsegmentet undgår både Natura 2000 og fredede områder, og berører kun få fortidsminder og beskyttede naturområder. Segmentet bærer præg af at løber gennem meget varieret terræn, som betyder at geometrien kan optimeres, så jord og konstruktionsarbejdet mindskes betydeligt.

7.1.10.2 Teknisk vurdering

Skæringen med Nordvestbanen, fra Holbæk, er mulig ved at overføre den nye bane, så det undgås at ombygge den eksisterende bane. Samtidig har terrænet omkring banen forholdsvis store højdeforskelle, som er op til 5 m. Vinklen i skæringen gør konstruktionen længere end sædvanligt.

Der er store udfordringer med at få bane og vej ført sammen ved Tømmerup, hvor bedste løsning er at føre motorvejen nord for den nye bane, så denne ikke skal krydses.

Der forventes skæringer med 1 hovedvej, 9 mindre veje, 1 vandløb og Holbæk-Kalundborg banen.

Der forventes placeret 2 dalbroer:

- Øst for gennem et vådområde (450 m)
- Skæringen med Tranemose Å (650 m).

7.1.10.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12.5 promille.

7.1.10.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridorsegmentet skærer den beskyttede Tranemose Å samt små beskyttede naturområder.
- Små områder med fredskov ligger i korridoren vest for Jorløse.

7.1.10.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

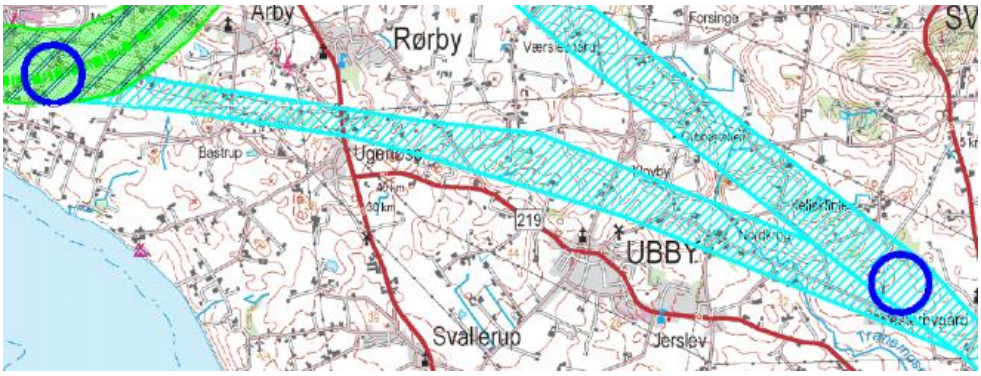
- Der er få fredede fortidsminder i korridoren.

7.1.10.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Hvis man går syd om Kelleklinte og ikke øst om, undgår man naturbeskyttelsesområderne omkring Tranemose Å, men kommer til gengæld ind i et område med flere store gårde.

7.1.11 Jorløse – Lerchenborg



Figur 7-12 Korridorsegment Jorløse - Lerchenborg (bane)

7.1.11.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 11,9 km, som skærer Tranemose Å, syd om Klovby, nord om Ubby, mellem Ugerløse og Rørby, syd om Årby, lige nord om Bastrup for at slutte ved Lerchenborg.

Segmentet, frem til Melby, skal kun anvendes til ny bane og herfra til Lerchenborg en kombineret vej og bane.

På denne strækning kan en fremtidig ny Kalundborg station placeres.

Dette korridorsegment er valgt, da det undgår Natura 2000 og fredede områder, samtidig med at det kun berører få fortidsminder og beskyttede naturområder.

7.1.11.2 Teknisk vurdering

I dette korridorsegment, er strækningen mellem Vesterbygård og Ugerløse udfordrende (ca. 7 km). Det gælder især ved Kelleklint og Nordkrog, hvor der findes højdeforskelle på op til 15 m, ellers er terrænet jævnt.

Der forventes placeret en dalbro over Tranemose Å (300 m), da det er et beskyttet vandløb.

Der forventes skæringer med 1 større veje og 7 mindre veje.

7.1.11.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t.

For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12.5 promille.

Den bedste placering af en mulig ny station, er mellem Bastrup og Lerchenborg, en strækning på 2,3 km, som er syd for Kalundborg og hvor terrænet er jævnt og der alene er få og små beskyttede naturområder.

7.1.11.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridorsegmentet krydser Tranemose Å, som er et beskyttet vandløb
- Omkring Ugerløse og Årby ligger der flere små områder med beskyttet natur, især moser.

7.1.11.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Omkring Ugerløse er der mange fredede fortidsminder.

7.1.11.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- I Ugerløse tangerer korridorsegmentet et område med beboelse.

7.2 Korridorsegmenter for opgraderet bane

På Sjælland ses der på to mulige alternativer som begge indeholder opgradering af eksisterende bane til 200 km/t, samt udbygning til dobbeltspor. De beskrives kun kort, og anlægsøkonomien udregnes til sammenligning, med de valgte segmenter med kun ny bane.

- Shunt
  - En Shunt, ny bane til 250 km/t, mellem Tølløse og Svebølle hvorfra den eksisterende bane opgraderes til 200 km/t frem til Birkendegård, hvorfra den nye bane bygges enten nord eller syd om Kalundborg
- Opgradering
  - Opgradering til 200 km/t fra Holbæk, samt udbygning til dobbelt spor, indtil udfletningen mod kysten.

7.2.1 Shunt

Figur 7-13 Korridorsegment Shunt Tølløse - Tømmerup (Birkendegård) (bane)

7.2.1.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 36,2 km, og løber lige nord om Algestrup og Brorfelde, syd om Knabstrup, gennem Hellede skov, lige nord om Torbenfeld, syd om Jyderup, igennem Delhoved Skov, nord om Regstrup, mellem Gammel Svebølle og Avnsøgård, Svebølle og herfra en opgradering af Nordvestbanen, til højere hastighed samt dobbeltspor, frem til en udfletning ved Birkendegård og derfra videre til Tølløse med en nyetableret bane.

Korridorsegmentet løber igennem mange varierede landskaber, hvor Aunsøgård er et af de mest udfordrende med en højdeforskel på 35 m.

Korridorsegmentet løber igennem et større fredet område ved Åmose å.

Korridorsegmentet dækker kun bane, hvor der er 30,4 km nyetableret bane og en opgradering på 5,8 km, hvor banen ligger meget tæt på den fremtidige motorvejs forlængelse til Kalundborg.

Dette korridorsegment er valgt her, som den mest direkte vej, mellem eksisterende bane og en kombinering med en opgradering, fra Svebølle til Birkendegård. og dermed den korteste afstand med ny bane.

7.2.1.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet omfatter kun en banestrækning.

For strækningen med ny bane, er terrænet meget udfordrende, og passerer bevaringsværdige landskaber, specielt disse steder:

- Nord for Brorfelde
- Mellem Frederikshøj og Torbenfeld, gennem Hellede skov
- Mellem Jyderup og Svebølle, gennem Delhove og Hejrebjerg skov samt meget tæt på byen Akselholm og Skarresø.

Det vil være muligt at udføre en udfletning ved Svebølle, da der er nogle højdeforskelle mellem banen og det omliggende terræn som kan udnyttes.

For den del af strækningen der skal bestå i en opgraderet bane, fra 120 km/t til 200 km/t, betinges at kravene til tværprofilet overholdes, hvilket vil betyde. at sporet både skal hæves og sideflyttes, og eventuelt helt ombygges, alt efter hvordan underbygningen ser ud.

En udbygning af en eksisterende bane fra 1 til 2 spor, har store konsekvenser for driften på banen, som vil opleve forstyrrelser i byggefasen. Det kan være konstante hastighedsnedsættelser, med forøgelse af rejsetiden samt perioder med indsættelse af togbusser.

Banen har følgende skæringer 2 motorveje, 2 større veje, 11 mindre veje, 5 vandløb og 14 overkørsler, som skal nedlægges og erstattes af en niveaufri skæring, samt 2 dalbroer.

7.2.1.3 Tracering

For strækningen med nyetableret bane, er der for den horisontale geometri et problem med at opnå en hastighed på op til 300 km/t. Det gælder især på strækningen mellem Jyderup og Svebølle, at der er store udfordringer. Derfor vil der kun kunne opnås en hastighed på 250 km/t på denne strækning.

For strækningen med nyetableret bane, er der for den vertikale geometri, muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for kurve forholdene, hvorimod der for længdegradienterne, skal anvendes undtagelsesbestemmelserne ved Delhove skov og Aunsøgård hvor stigninger/fald er op til 30 promille.

Transversalerne kan placeres ved hhv. Tølløse og Mørkøv, med tilhørende adgangsveje.

For strækningen med opgraderet bane, for den horisontale geometri er der ingen problemer i at opnå 200 km/t.

For strækningen med opgraderet bane, for den vertikale geometri er der flere steder hvor radien skal øges, for at opnå den ønskede hastighed på 200 km/t, hvorimod der ingen problemer er med længdegradienterne, stigninger/fald er maks. 12.5 promille.

7.2.1.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Vest for Gammel Tølløse er et område med fredskov.
- Omkring Mørkøv går segmentet også gennem et større sammenhængende område med fredskov og beskyttet natur.
- Omkring Regstrup Å ligger der et større område med beskyttet natur.
- I området syd og vest for Skarresø ligger Delhoved Skov og Tornved Skov, som er et stort sammenhængende område med fredskov og beskyttet natur.
- Området syd for Skarresø er desuden omfattet af Natura 2000-området nr. 156 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å. Natura 2000-området følger Bregninge Å, hvis forløb strækker sig mod nord, forbi Svebølle.
- Korridoren, som går nord om Svebølle, berører også Natura 2000-området her.
- Øst for Viskinge ligger der også et sammenhængende område med fredskov og beskyttet natur.

7.2.1.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Stort område udlagt til bevaringsværdigt landskab nordvest for Gammel Tølløse.
- En del af samme område er også omfattet af landskabsfredning for Brorfelde og Sophienholm.
- Syd for Mørkøv er et stort område udpeget som bevaringsværdigt landskab. Det bevaringsværdige landskab strækker sig helt hen til vest for Skarresø, som korridoren går syd om.
- Området syd for Skarresø er udpeget som kulturarvsareal.
- Gennem hele korridorsegmentet ligger der spredte fredede fortidsminder.

7.2.1.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Korridorsegmentet har sammenfald med et mindre råstofinteresseområde ved Torbenfeld syd for Mørkøv.
- Ved Svebølle går korridorsegmentet gennem et større råstofgrave- og råstofinteresseområde.
- Korridoren tangerer et boligområde ved Svebølle, samt et område til teknisk anlæg, og et ramme område til blandet bolig og erhverv ved Viskinge, som ligger nordvest for Svebølle.
- Ved Tømmerup rammer korridorsegmentet et stort område rammelagt til erhvervsområde omkring Kalundborg.
- Korridoren tangerer endvidere et område udlagt til blandet bolig og erhverv ved Tømmerup.

7.2.2 Opgradering

Figur 7-14 Korridorsegment Opgradering Holbæk - Tømmerup (Birkendegård) (bane)

7.2.2.1 Beskrivelse

Korridorsegmentets længde er ca. 39,4 km, hvor opgraderingen (29.9 km), til højere hastighed samt dobbeltspor, ligger i den samme trace som Nordvestbanen, frem til Birkendegård hvorfra der udføres en udfletning til en nyetableret bane frem til Tølløse.

De første 2,5 km ligger banen i bebygget område, som kræver ekspropriationer i bebygget område.

På strækningen mellem Jyderup og Svebølle, hvor der er et S-kurveforløb (5,4 km) kan den eksisterende tracé ikke klare en opgradering til 200 km/t, hvorfor der her skal anlægges en ny bane.

På strækningen ligger der i alt 6 stationer, med hver 2 perronspor, som alle skal fornyes.

7.2.2.2 Teknisk vurdering

For at en opgradering af det eksisterende spor, fra 120 km/t til 200 km/t, betinges af at kravene til tværprofilet overholdes, og som betyder at sporet både skal hæves og sideflyttes, og evt. helt ombygges for at få underbygningen til at overholde kravene.

Udbygning af Nordvestbanen fra 1 til 2 spor, har store konsekvenser for driften, som vil opleve store forstyrrelser i byggefasen, med en konstant hastigheds nedsættelse samt perioder med indsættelse af togbusser.

Nordvestbanen udbygges til dobbeltspor, gennem Holbæk, syd for det nuværende spor for at undgå at generer lokalbanen mod Nykøbing Sjælland.

Banen har følgende skæringer 2 motorveje, 2 større veje, 11 mindre veje, 5 vandløb og 14 overkørsler, som skal nedlægges og erstattes af en niveaufri skæring.

7.2.2.3 Tracering

For den horisontale geometri er der generelt et problem med overhøjderne (sporets hældning i kurverne), som skal forøges i de fleste kurver. En ændring af overhøjden kan betyde en dæmningsudvidelse, som dog ikke forhindre en opgraderings løsning.

I kurveforløbet mellem Jyderup og Svebølle, kan der kun opnås en hastighed på 140 km/t i eksisterende tracé. Hvis en opgradering til 200 km/t skal udføres, er det nødvendigt at sideflytte banen til et helt ny tracé på denne strækning. Det nye tracé løber gennem natura 2000-området nr. 156 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å, som ligger ved Svebølle.

For den vertikale geometri er der mindre problemer med kurveradierne, hvor der er flere som skal øges, for at opnå den ønskede hastighed på 200 km/t, hvilket vil være muligt. For længdegradienterne er der ingen problemer, for stigninger/fald er maks. 12.5 promille

7.2.2.4 Natur

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Det eksisterende trace løber gennem Natura 2000-området nr. 156 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å.

7.2.2.5 Landskab og kulturarv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Stort bevaringsværdigt landskab ved Bregninge Å.
- Traceet løber også gennem området udlagt til bevaringsværdigt landskab omkring Gammel Tølløse.

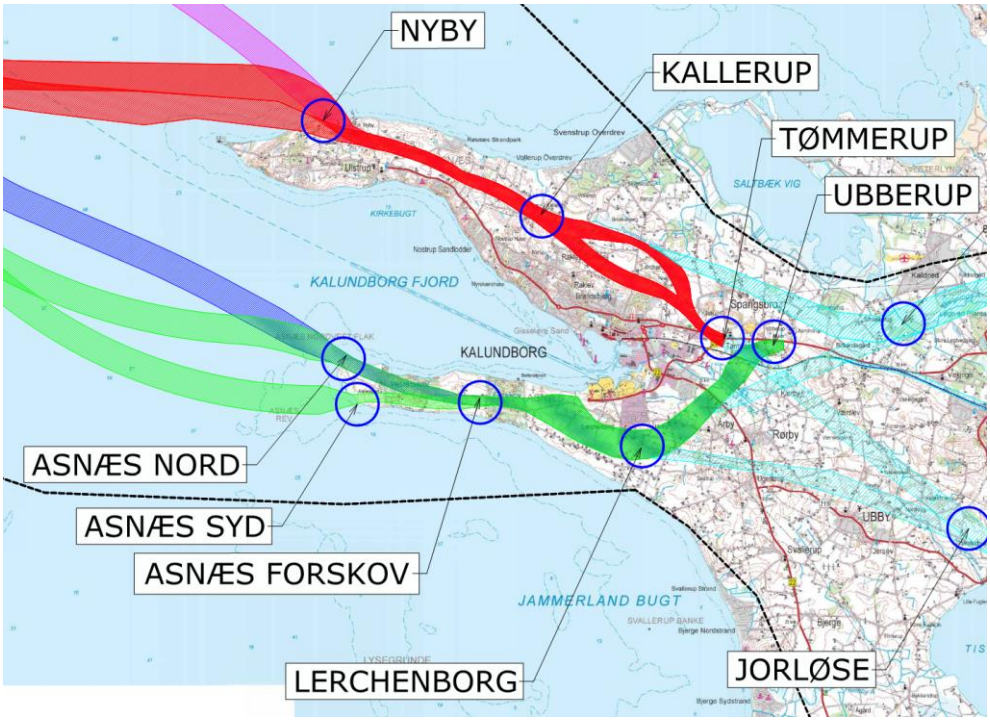
7.2.2.6 Befolkning og erhverv

Korridoren på denne strækning indeholder:

- Banen løber gennem flere kommuneplanlagte byområder, hvor der skal arbejdes på en hensigtsmæssig indpasning, hvis en opgradering vælges.

7.3 Korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse

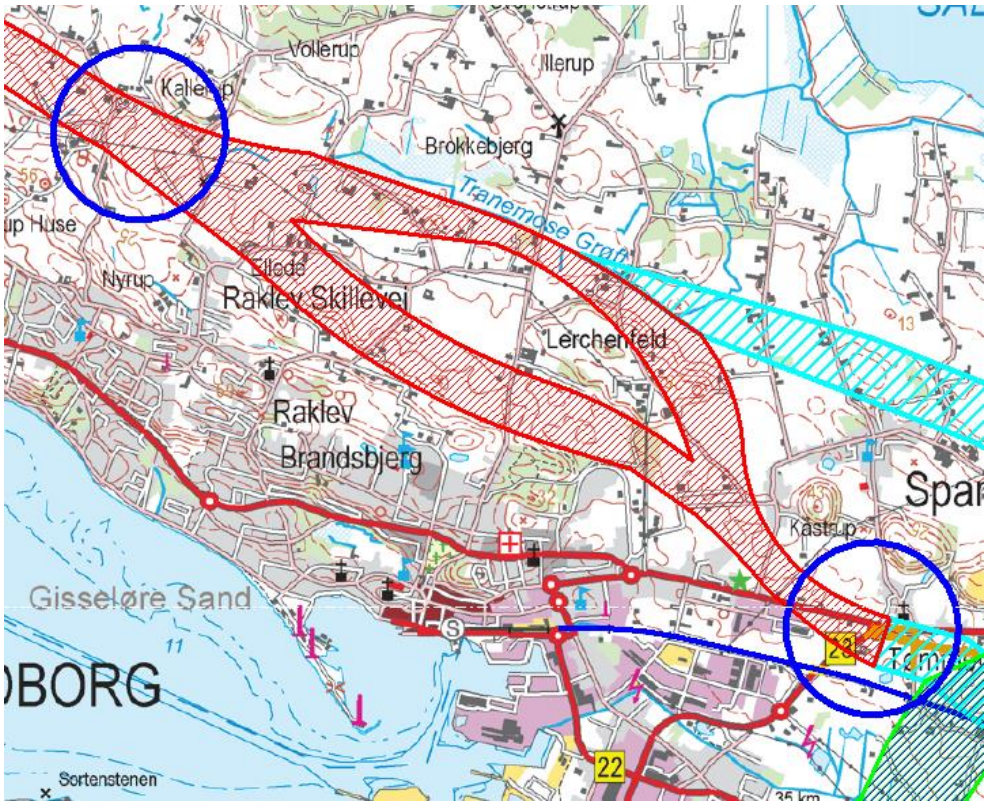
Her beskrives de korridorsegmenter, der går fra Kalundborg-området via enten Røsnæs eller Asnæs.



Figur 7-15 Korridorsegmenter på Sjælland (Røsnæs og Asnæs)

I de følgende afsnit er de enkelte korridorsegmenter, hvor bane og vej kan forløbe sammen, beskrevet.

7.3.1 Tømmerup – Kallerup



Figur 7-16 Korridorsegment Tømmerup - Kallerup

7.3.1.1 Beskrivelse

Korridorsegmentet går fra den nuværende rute 23 øst for Kalundborg til området ved Kallerup på Røsnæs. Længden er ca. 8-8,5 km lang afhængig af linjeføringen syd eller nord om Lerchenfeld.

Korridorsegmentet kan indeholde både bane og vej på hele strækningen eller kun delvis, afhængig af fra hvilke foregående korridorsegmenter banen kommer fra.

For banen er dette korridorsegment en forlængelse af segmentet fra Ringsted, som skal forbinde kyst-kyst forbindelsen over Røsnæs. På denne strækning, kan en fremtidig ny Kalundborg station placeres.

Korridorsegmentet bærer præg af at løbe gennem meget varieret terræn, som betyder at geometrien skal optimeres, så jord og konstruktionsarbejdet mindskes så meget som muligt.

7.3.1.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet forbinder afslutningen af den planlagte fremtidige Kalundborg motorvej med området ved Kallerup, hvor korridorsegmentet løber sammen med banesegmenterne over Kaldred.

En eventuel placering nord om Lerchenfeld vil afhænge af, om banen er valgt placeret her i segmentet fra Kaldred mod Røsnæs, da det af hensyn til påvirkningen af området er vurderet mest hensigtsmæssigt at samle vej og bane i ét korridorsegment.

Der foreslås anlagt et tilslutningsanlæg ved rute 23, hvor den planlagte rundkørsel for enden af Kalundborgmotorvejen ombygges til et egentligt tilslutningsanlæg.

De bedste muligheder, for placering af en station, ift. terrænet og sporets længdegradient, vurderes umiddelbart at være mellem Kåstrup og Kallerup.

For banen kan det ved Lerchenfeld og Ellede, som ligger højt, være en løsning at sænke anlægget under terrænet, på disse steder, for at minimere det visuelle udtryk af banen.

7.3.1.3 Tracering

Korridorsegmentet giver mulighed for at placere en fremtidig forbindelse med overholdelse af designkravene for både bane og vej.

Opdelingen ved Lerchenfeld, det nordlige segment, er betinget af den karakteristiske bakke, hvor Lerchenfeld gods er placeret, hvilket naturligt vil føre til en placering af en fremtidig linje enten nord eller syd for denne bakke.

Der er ligeledes nogle naturlige begrænsninger for placering af linjer i form af Tranemose Grøft mod nord og et markant bakkedrag mod syd.

Udover tilslutningsanlægget ved rute 23 må der forudses skæring med fem mindre veje på strækningen.

Der passeres ikke nogen vandløb eller landskabelige elementer, der kræver anlæg af dalbroer eller tilsvarende.

For banens horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t, det kan dog være en fordel at anvende en geometri til 250 km/t (radius går fra 4.425 m til 2.950 m), da det betyder at man kan anvende det nordlige segment.

For banens vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurveforholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12.5 promille.

7.3.1.4 Natur

Plan- og miljøforhold opdelt på korridorer på Sjælland fremgår af afsnit 6.2.

For natur er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i de foreløbige korridorer:

- Adskillige beskyttede naturtyper (søer, enge etc.) samt tangering af Tranemose Grøft
- Fredskovsarealer omkring godset Lerchenfeld.

Passagen omkring Lerchenfeld og langs Tranemose Grøft kan give anledning til miljømæssige overvejelser i forbindelse med fastlæggelse af den endelig placering af linjen.

7.3.1.5 Landskab og kulturarv

I den foreløbige korridor er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Bevaringsværdigt landskab i den sydlige korridor omkring Lerchenfeld Gods
- En del spredte fredede fortidsminder (primært gravhøje)
- Provst Exner fredning omkring kirke i Tømmerup.

Terrænet er forholdsvis kuperet i den sydlige del af korridoren med en langstrakt randmoræne. Mod nord er der dødispræget landskab med dødishuller og små bakker samt en meget markant issøbakke ved Lerchenfeld. Helt mod nord flader landskabet ud langs Tranemose Grøft, der ligger i en smeltevandsdal.

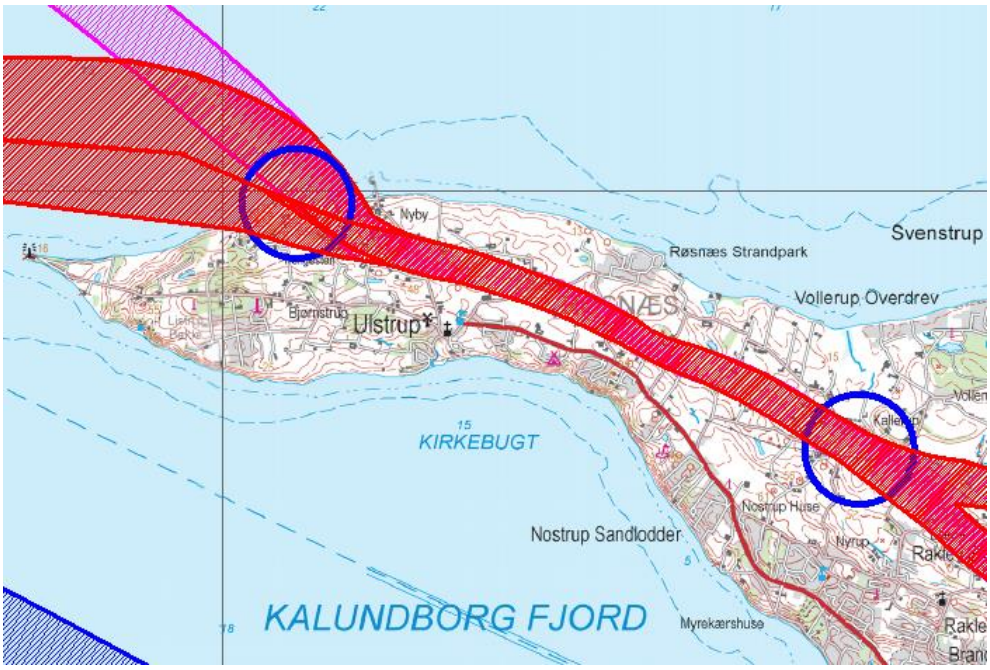
7.3.1.6 Befolkning og erhverv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridoren:

- Industriområder ved rute 23 og langs Holbækvej
- Bymæssig bebyggelse i landzone omkring Kallerup
- Sommerhusområde ved Sælvig.

Korridorsegmentet forløber gennem et område med spredt bebyggelse og kommer tæt på samlede bebyggelser i byzone ved Spangsbro og omkring Raklev.

7.3.2 Kallerup – Nyby



Figur 7-17 Korridorsegment Kallerup - Nyby

7.3.2.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment forbinder segmenterne i de nordlige forbindelser på Sjælland med knudepunkterne på spidsen af Røsnæs og dermed de nordlige og midterste segmenter for kyst-kyst øst.

Korridorsegmentet er ca. 8-8,5 km langt afhængig af det valgte knudepunkt for Kyst til kyst forbindelsen.

7.3.2.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet er placeret, så det giver så lidt påvirkning af bebyggede områder som muligt. Dette betyder, at det er placeret midt mellem sommerhusområderne ved Kongstrup på sydkysten af Røsnæs og området ved Røsnæs Strandpark på nordsiden.

Længere mod vest passerer korridorsegmentet nord om Ulstrup og syd om Nyby. Afhængig af hvilket korridorsegment på kyst-kyst øst delen, som forbindelsen videreføres i, passeres kysten enten lige vest for Nyby eller ca. 1 km yderligere mod vest lige før det fredede område og Natura 2000-området på spidsen af Røsnæs.

På grund af afstanden til det foregående tilslutningsanlæg vil det være hensigtsmæssigt at etablere et tilslutningsanlæg i dette korridorsegment ved en af de eksisterende veje ved Ulstrup eller Røsnæs Strandpark.

For banen forventes der indbygget et sæt transversaler.

7.3.2.3 Tracering

Korridorsegmentet er forholdsvis retlinet og vil ikke medføre de store udfordringer for at udforme en linjeføring, der opfylder designkravene til både bane og vej.

Knudepunktet ved kysten er bestemmende for den vestligste del af en fremtidig linjes tracering, så beslutningen om Kyst–kyst øst korridorsegmentets placering vil afgøre, hvorledes traceringen af den vestligste del udformes.

For at modvirke en barrierevirkning, i dette smalle landområde, foreslås det at de fleste af de skærende veje opretholdes på tværs af segmentet. Dette medfører, at der skal etableres broer for fem mindre veje udover tilslutningsanlægget, nævnt i foregående afsnit.

Der er ikke vandløb eller landskabelige forhold, der medfører behov for anlæg af yderligere broer.

Transversalerne kan placeres mellem Lillesøvej og Ågerupvej, en strækning på 1,2 km, med tilhørende adgangsvej.

7.3.2.4 Natur

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Spredte beskyttede naturtyper
- Habitatområde H195 Kalundborg Fjord vest for Nyby (kystklint med spredt kalkoverdrev og strandvold).

Kalkoverdrev er en prioriteret naturtype, som forekommer på ca. 20% af kystrækningen (for den del af korridoren, der indgår i habitatområdet). Det er ved udvalget af denne linjeføring forudsat, at en fremtidig Kattegatforbindelse kan projekteres, så den undgår en påvirkning af denne naturtype og så vidt muligt også de øvrige naturtyper i området. Dette kan for eksempel gøres ved at lægge forbindelsen et sted, hvor der ikke er kalkoverdrev, eller ved at sørge for, at kalkoverdrev ikke bliver ødelagt eller skygget ved anlæg. Dette kan eksempelvis søges gjort ved en støttevæg mod kalkoverdrevet samt ved at placere broen så højt, at der kan slippe lys (og vand) ned til skråningen med kalkoverdrev. Der skal ses nærmere på påvirkningen af Natura 2000-området i næste del af forundersøgelsen.

7.3.2.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre:

- Stort set hele den foreløbige korridor er udpeget som bevaringsværdigt landskab
- Spredte fredede fortidsminder.

Korridorsegmentet er kendetegnet ved et kuperet landskab med aflange, markante randmorænebakker, så der optræder nogle relativt store højdeforskelle.

Landskabet bliver ekstra karakteristisk, fordi der på flere af bakketoppene forekommer fortidsminder (gravhøje og jættestuer).

Kystklinten bliver mere markant mod vest (op til 20 meters højdeforskel fra kysten).

7.3.2.6 Befolkning og erhverv

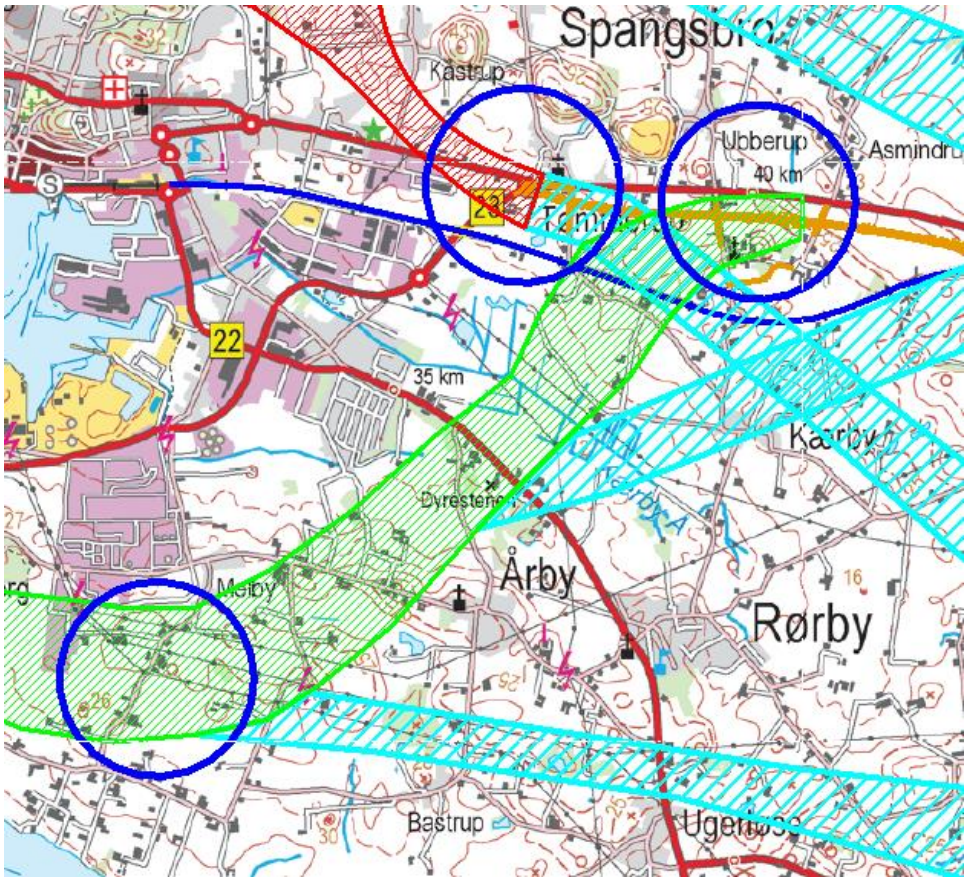
Der er ikke identificeret nogen af de udvalgte analyseparametre for befolkning og erhverv i dette korridorsegment. Ved knudepunktet på kysten vest for Nyby henledes opmærksomheden på den korte afstand til det relativt nyopførte aktivitetshus på den gamle Røsnæs Havn. Aktivitetshuset indeholder cafe, havkajakklub, badeanstalt med sauna og faciliteter for kitesurfing, vandsport og lystfiskeri.

Korridorsegmentet passerer sommerhusbebyggelser mod nord og syd samt Ulstrup by og bebyggelserne i Ågerup og Nyby, dog uden at nogen af disse ligger indenfor korridoren.

Ved Nyby kan en fremtidig linje komme ned til 100–200 m fra bebyggelser, hvis knudepunktet på kysten ligger umiddelbart vest for Nyby, og der skal så etableres støjdæmpende foranstaltninger til imødegåelse af generne ved denne tætte placering. Det samme gør sig gældende ved de øvrige samlede bebyggelser, hvis den fremtidige linje skulle komme tæt på.

Der forekommer lidt spredt bebyggelse især i den vestlige ende af korridorsegmentet, hvilket vil give nogle udfordringer ved placeringen af linjen indenfor korridorsegmentet, hvis ingen skal berøres.

7.3.3 Ubberup – Lerchenborg



Figur 7-18 Korridorsegment Ubberup - Lerchenborg

7.3.3.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment forløber fra tilslutningen med den planlagte fremtidige Kalundborg motorvej til området øst for Lerchenborg, hvor banekorridorerne fra Hvalsø, Kværkeby eller Fjenneslev, løber sammen med vejkorridoren.

Korridorsegmentet vil således enten være et rent vejkorridorsegment eller (for den vestligste dels vedkommende) et kombineret vej/bane korridorsegment afhængig af, hvilket korridorsegment banen kommer fra. For banens beskrivelse, se under Ny bane Kaldred - Lerchenborg.

Den samlede længde er ca. 6,5 km.

7.3.3.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet forbinder en ny forgrening på de fremtidige Kalundborg motorvej (placeret ca. 2 km øst for motorvejsafslutningen) med korridorsegmenterne ud over Asnæs.

Udover ovenstående tilslutning/forgrening må det forventes, at der skal etableres et tilslutningsanlæg ved rute 22, Kalundborg – Slagelse vejen.

7.3.3.3 Tracering

Korridorsegmentet byder ikke på de store traceringsmæssige udfordringer, og det vil indenfor korridorsegmentets udstrækning være muligt at placere en linje med opfyldelse af de forudsatte geometriske designkrav.

Den nordligste del vil under alle omstændigheder være en ren vejkorridor, hvilket afspejles i korridorsegmentets forløb ved tilslutningen til Kalundborg motorvejen.

Traceringen påvirkes naturligt af skæringen med den eksisterende bane til Kalundborg, krydsningen af Kærby Å med tilhørende ådal og det efterfølgende tilslutningsanlæg.

Udover tilslutningsanlæggene må det forudses, at der etableres krydsninger for tre mindre veje og en jernbane, og at to mindre veje forlægges langs den fremtidige forbindelse.

Hvis der af natur/miljømæssige årsager skal etableres dalbro ved Kærby Å, vil broen muligvis skulle forlænges til at omfatte broen ved tilslutningsanlægget ved rute 22.

7.3.3.4 Natur

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Stort beskyttet naturområde omkring Kærby Å
- Lidt fredskov langs rute 22.

7.3.3.5 Landskab og kulturarv

Der er følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Enkelte fredede fortidsminder
- Tangerer en Exner-fredning i Årby.

Terrænet falder jævnt ned mod det marine forland, hvor Kærby Å løber, og Kalundborg er anlagt på, både fra nord og fra syd, og der optræder nogle lokale dødisbakker i korridoren.

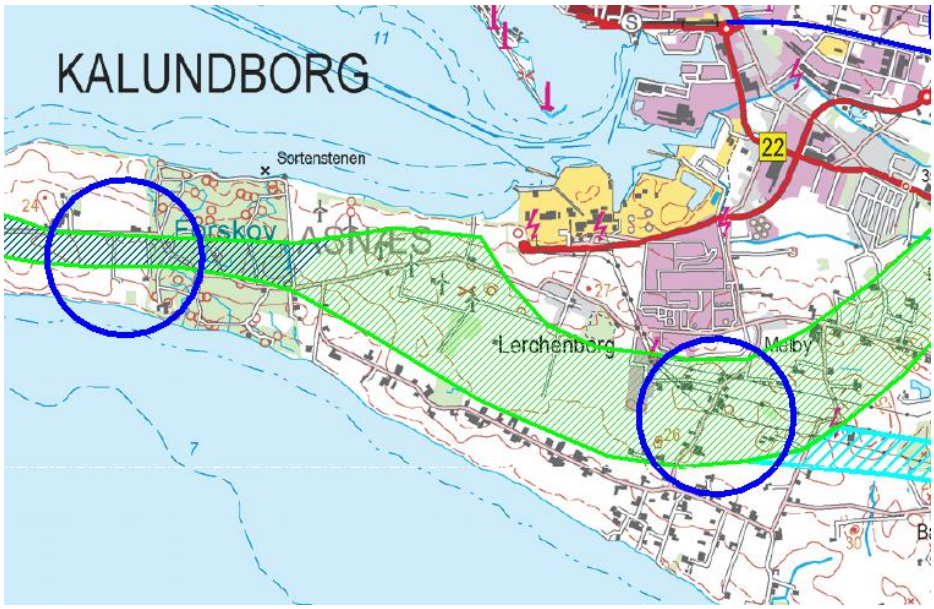
7.3.3.6 Befolkning og erhverv

Der er følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Et område udlagt til transport og logistik i forbindelse med havnen (uudnyttet).

Der er ingen større samlede bebyggelser i korridorsegmentet, men der er en del spredt bebyggelse.

7.3.4 Lerchenborg – Asnæs Forskov



Figur 7-19 Korridorsegment Lerchenborg - Asnæs Forskov

7.3.4.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment forbinder området øst for Lerchenborg, hvor banesegmenterne løber sammen med vejkorridorsegmentet fra Ubberup med området vest for Asnæs Forskov, hvor korridorsegmenterne deler sig mod knudepunkterne på kysten henholdsvis på nord og sydsiden af Asnæs halvøen.

Korridorsegmentet har en længde på ca. 6 km og kan indeholde både kombineret bane og vej eller kun vej.

7.3.4.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentets udstrækning afgrænses mod nord af et raffinaderi og Lerchenborg gods samt en række vindmøller, og mod syd har man en forholdsvis tæt placeret bebyggelse langs Østrupvej. I midten er den nuværende store solcellepark placeret.

7.3.4.3 Tracering

Ovennævnte begrænsninger vil naturligt påvirke traceringen af den fremtidige forbindelse, og der vil derudover også være passage af Asnæs Forskov med tilhørende stor koncentration af oldtidshøje i skoven, hvor det vil være en udfordring at fastlægge en linjeføring uden at berøre i hvert fald fredningszonerne for oldtidshøjene.

Det vil dog være muligt at placere linjer, der opfylder de stillede designkrav indenfor korridorsegmentets udstrækning, som derfor også varierer i bredden.

Der er ingen tilslutningsanlæg i dette korridorsegment, men der er tre mindre veje, der skal krydse den fremtidige linje. Der er ingen dalbroer på denne strækning.

For banens horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 250 km/t, hvor der anvendes radier på 2950 m, da det betyder at man lettere kan finde en linje i segmentet, samtidig er 250km/t tilstrækkelig når kyst-kyst forbindelse dimensioneres til 200km/t. For den vertikale geometri er det muligt at opnå en hastighed på op til 300 km/t for både kurve forholdene og længdegradienterne, hvor stigninger/fald er maks. 12.5 promille.

7.3.4.4 Natur

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Fredskov i Asnæs Forskov og omkring Lerchenborg Gods
- Små spredte områder med beskyttet natur.

7.3.4.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Bevaringsværdigt landskab i Asnæs Forskov
- Korridorsegmentet kiler sig derudover ind mellem bevaringsværdigt landskab mod syd og nord
- Spredt forekomst af fredede fortidsminder frem mod Asnæs Forskov, hvor der er en usædvanlig høj koncentration af fredede fortidsminder
- Kulturarvsareal i Asnæs Forskov.

Terrænet i korridorsegmentet er præget af let kuperet bundmoræne uden de store lokale bakker eller dalstrøg.

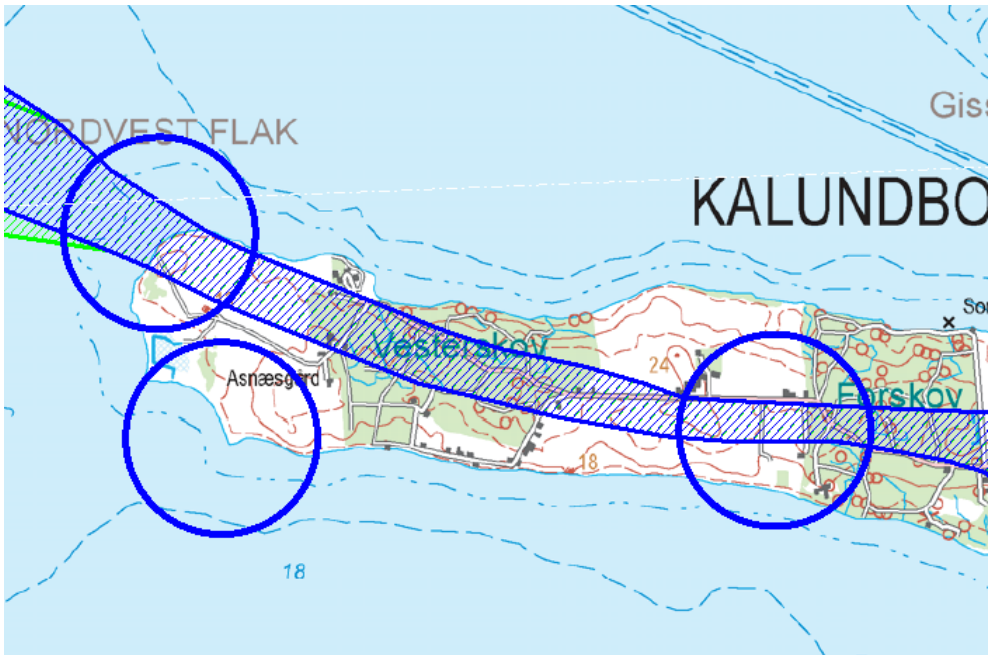
7.3.4.6 Befolkning og erhverv

Der er følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Stort erhvervsområde ved Lerchenborg Gods med vindmøller (mod vest) og solcelleanlæg (mod øst).

Udover bebyggelse omkring Lerchenborg Gods er der kun bebyggelse mod syd langs Østrupvej.

7.3.5 Asnæs Forskov – Asnæs Nord



Figur 7-20 Korridorsegment Asnæs Forskov - Asnæs Nord

7.3.5.1 Beskrivelse

Korridorsegmentet forbinder korridorsegmenterne på Asnæs med de nordligst beliggende af de sydlige korridorsegmenter for kyst-kyst øst.

Strækningen er ca. 5,5 km lang.

7.3.5.2 Teknisk vurdering

Placeringen af korridorsegmentet er primært bestemt af knudepunktet på kysten, Asnæs nord som er valgt som udgangspunkt for den korteste kyst-kyst øst forbindelse fra Asnæs.

Dette medfører, at korridorsegmentet passerer midt gennem Asnæs Vesterskov med de udfordringer, dette medfører.

Da der er forholdsvis langt til det forrige tilslutningsanlæg ved rute 22 og endnu længere til det efterfølgende anlæg på Samsø, må det forudses, at der skal etableres et tilslutningsanlæg et hensigtsmæssigt sted i dette korridorsegment. Anlægget kan evt. udformes, så det kun betjener tjenstlig trafik eller trafik i nødsituationer, da der ikke forventes at være et trafikalt grundlag for anlægget.

Derudover etableres krydsning for én mindre vej.

Der forventes ikke nogen broer for vandløb eller lign. i dette korridorsegment.

7.3.5.3 Tracering

Korridorsegmentet byder ikke på de store traceringsmæssige udfordringer, og der vil kunne fastlægges linjer indenfor korridorsegmentet, som opfylder designkravene til både bane og vej.

Som i området gennem Asnæs Forskov skal der også i dette korridorsegment ses nærmere på passagen af skovområdet Vesterskov, der også indeholder mange oldtidshøje.

Det ovenfornævnte tilslutningsanlæg kunne placeres på strækningen mellem Asnæs Vesterskov og Forskov for ikke at skulle placeres længere mod vest i fredede områder. Udover tilslutningsanlægget forventes det, at én mindre vej skal kunne krydse forbindelsen.

Da Asnæs halvøen er endnu smallere end Røsnæs, vil barrierevirkningen af en fremtidig kombineret bane-vej forbindelse eller en ren vej forbindelse være endnu mere markant i dette segment end for de nordlige forbindelser via Røsnæs. Asnæs er dog ikke bebygget så tæt som Røsnæs. Det har været en forudsætning for valget af denne korridor, at prioriterede naturtyper ikke berøres, samt at øvrige naturtyper ikke berøres i betydeligt omfang. Der skal ses nærmere på påvirkningen af Natura 2000-området i næste del af forundersøgelsen.

For banens vedkommende vil denne kunne opnå en hastighed på op til 300 km/t, men det vil være hastigheden på 200 km/t for kyst-kyst segmentet, som vil være dimensionerende, og derfor vil en hastighed på 200-250 km/t være tilstrækkelig i dette korridorsegment.

7.3.5.4 Natur

Der er følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Habitatområde H195 Røsnæs og Kalundborg Fjord
- Fredskov i Asnæs Vesterskov
- Spredte beskyttede naturtyper.

7.3.5.5 Landskab og kulturarv

Følgende udvalgte analyseparametre er kortlagt i korridorsegmentet:

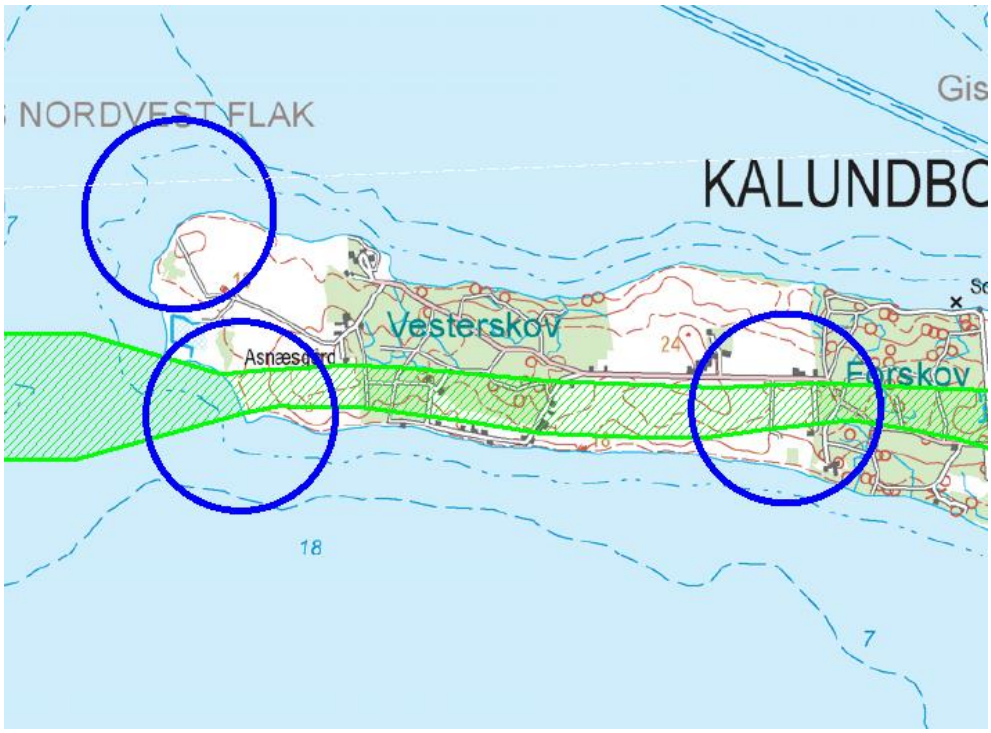
- Fredning af Asnæs Dyrhave, som omfatter spidsen af Røsnæs (og en stribe på sydkysten uden for korridoren
- I Asnæs Vesterskov er der en usædvanlig høj koncentration af fredede fortidsminder
- Kulturarvsareal i Asnæs Vesterskov.

Terrænet falder jævnt fra øst mod vest og uden de store lokale variationer.

7.3.5.6 Befolkning og erhverv

Der er ingen udvalgte analyseparametre og meget lidt bebyggelse i korridorsegmentet, men grundet de snævre rammer for placering af en linjeføring kan dette medføre, at linjen kan blive placeret tæt på eksisterende bebyggelse.

7.3.6 Asnæs Forskov – Asnæs Syd



Figur 7-21 Korridorsegment Asnæs Forskov - Asnæs Syd

7.3.6.1 Beskrivelse

Dette segment er ca. 4,5 km langt og forbinder de sydligste korridorsegmenter på kyst-kyst øst forbindelserne med landkorridorsegmenterne mod øst.

7.3.6.2 Teknisk vurdering

Også her er det knudepunktet på kysten, som er afgørende for korridorsegmentets placering, men udstrækningen af korridorsegmentet er fastlagt af hensynet til bebyggelsen og passagen af Asnæs Vesterskov.

Placeringen af knudepunktet på kysten er valgt som et alternativ til det korridorsegment, der passerer Natura 2000-området på spidsen af Asnæs. Det har været en forudsætning for valget af denne korridor, at prioriterede naturtyper ikke berøres, samt at øvrige naturtyper ikke berøres i betydeligt omfang. Der skal ses nærmere på påvirkningen af Natura 2000-området i næste del af forundersøgelsen.

Som for korridorsegmentet mod Asnæs Nord skal der etableres et tilslutningsanlæg et hensigtsmæssigt sted på strækningen med samme argument som beskrevet ovenfor under korridorsegment Asnæs Forskov – Kyst Asnæs Nord.

Der forventes etableret krydsning for én mindre vej. Der er ligeledes heller ikke nogen andre broer på strækningen.

7.3.6.3 Tracering

Passagen af Asnæs Vesterskov med de tætliggende oldtidshøje udgør også her den vigtigste begrænsning i traceringen af forbindelsen, men også hensynet naturen ved kystområdet vil spille ind ved den endelige placering af en linje.

Det vil under alle omstændigheder også her være muligt at overholde designkriterierne for vej- og banegeometri i dette korridorsegment.

For banen er der for den horisontale geometri ingen problemer med at opnå en hastighed på op til 300 km/t. Det er dog hastigheden for kyst-kyst som er dimensionerende. Derfor kan en hastighed på 200 km/t være tilstrækkelig.

7.3.6.4 Natur

Der er følgende kortlagte udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Tangering af habitatområde H195 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord
- Stort beskyttede overdrev, enge og søer i Asnæs Dyrhave (afgræsset) samt spredte forekomster af beskyttede naturtyper i resten af korridoren
- Fredskov i Asnæs Vesterskov.

7.3.6.5 Landskab og kulturarv

Der er følgende kortlagte udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Fredning Asnæs Dyrhave
- Kulturarvsareal i Asnæs Vesterskov
- Meget høj koncentration af fredede fortidsminder i Asnæs Vesterskov.

Landskabet falder fra øst mod vest, men afsluttes med kystklint i modsætning til den nordlige korridor på Asnæs.

7.3.6.6 Befolkning og erhverv

Der er ingen udvalgte analyseparametre og meget lidt bebyggelse i korridorsegmentet, men grundet de snævre rammer for placering af en linjeføring kan dette medføre, at linjen kan blive placeret tæt på eksisterende bebyggelse.

7.4 Sammenfatning Sjælland

I de næste afsnit er faktuelle karakteristika for foreløbige korridorer på Sjælland, enten over Røsnæs eller Asnæs opsamlet. For et samlet overblik henvises til A3 oversigtskort i bilagsmappen (Bilag 3-1 og Bilag 7-1).

Korridorernes endelige påvirkning af omgivelserne afhænger af, hvor de endelige korridorer placeres, samt i sidste instans hvor de enkelte linjeføringer placeres indenfor korridorerne. Der arbejdes videre med en optimering af de enkelte korridorvalg med tilhørende linjeføringer i den næste fase af forundersøgelsen. .

7.4.1 Lejre – Kallerup, kun bane (mod Røsnæs korridor)

Figur 7-22 Lejre korridor (bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 61-62 km lang.

Fra Lejre, frem til Stigs Bjergby, etableres der 1 tilslutningsanlæg samt 2 krydsninger med eksisterende jernbane, begge enkeltsporede, mellem Tølløse og Holbæk og senere mellem Holbæk og Knabstrup.

Der etableres mellem 40-50 krydsninger for skærende veje, samt 3 dalbroer.

Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 5 samlede bebyggelser og løber igennem talrige mindre skovområder og tæt på flere andre. Korridoren starter i Ledreborg og løber igennem et landskab, som er omfattet af flere fredninger og løber langs Bregninge Å, som er et Natura 2000-område.

Korridoren er en af de længste, og det er således også den, der berører flest beskyttede naturtyper, flest områder med fredskov, flest fredninger, flest fortidsminder og flest kulturarvsarealer.

Mellem Ledreborg og Elverdamså er landskabet særligt udfordrende med store højdeforskelle.

Landskabet, som er bevaringsværdigt, giver udfordringer, især mellem Stokkebjerg skov og Bregninge, hvor der samtidig er flere beskyttede vandløb.

Efter Bregninge er der områder med store råstofinteresser og graveområder.

Korridoren frem til Kallerup er valgt for at afgrene fra Nordvestbanen så tidligt som muligt, for med den høje hastighed, at få den hurtigste rejsetid mellem København og Århus. Korridoren er karakteriseret ved at løbe gennem mange beskyttede områder og, især i starten, at løbe igennem et meget ujævnt terræn.

7.4.2 Hvalsø – Lerchenborg, kun bane (mod Asnæs korridor)

Figur 7-23 Hvalsø korridor (bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 53-54 km lang.

Der etableres 1 tilslutningsanlæg og 1 skæring med eksisterende enkeltsporet jernbane, Tølløse-Høng banen.

Der etableres mellem 40-50 krydsninger for skærende veje.

Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 5 samlede bebyggelser og kommer tæt på 2 mindre skovområder.

Længere mod vest giver landskabet udfordringer, da det meste af strækningen er udpeget som bevaringsværdigt landskab med markante bakker og fredede fortidsminder. Ved Hvalsø skærer korridoren igennem den nordlige del af Storskov, som er et Natura 2000-område, for derefter at løbe over Elverdamså, som ligger i et meget bakket terræn, hvor der placeres en dalbro. Cirka midtvejs i korridoren løber denne langs Åmose Å, som er et fredet område.

Ved Buerup og Løgtved giver landskabet store udfordringer med store højdeforskelle, men stadigt muligt at anlægge en bane. Gennem dette område kan det overvejes, om banen skal lægges i tunnel for at bevare landskabet.

Ved Tissø, som korridoren kommer tæt forbi, krydses et beskyttet vandløb Halleby Å. Den løber i et område, som både er en del at et stort Natura 2000-område, et bevaringsværdigt landskab og et kulturarvsareal.

Korridoren frem til Lerchenborg er valgt for at undgå både Natura 2000 og fredede områder, og fordi den kun berører få fortidsminder og beskyttede naturområder. Segmentet er karakteriseret ved at løbe gennem åbne landområder, men med et meget ujævnt terræn.

7.4.3 Kværkeby – Lerchenborg, kun bane (mod Asnæs korridor)

Figur 7-24 Fjenneslev korridor (bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 55-56 km lang.

Der etableres 1 tilslutningsanlæg, hvor der skæres med den eksisterende dobbeltsporsbane mellem Roskilde og Ringsted og 1 skæring med eksisterende enkeltsporet jernbane, Tølløse-Høng banen.

Der etableres mellem 40-50 krydsninger for skærende veje.

Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 5 samlede bebyggelser, hvor Ringsted ligger meget tæt på, for derefter at passere igennem Store Bøgeskov og tæt på 2 mindre skovområder.

Området ved Ringsted Å samt tilløbet til Gyrstinge Sø er et beskyttet naturområde.

Længere mod vest omkring Stenlille og Kongsted giver landskabet udfordringer, da det meste af strækningen er udpeget som bevaringsværdigt landskab med markante bakker og fredede fortidsminder. Cirka midtvejs i korridoren løber denne langs Åmose Å, som er et fredet område.

Ved Buerup og Løgtved giver landskabet store udfordringer med store højdeforskelle, men muligt at anlægge en bane. Gennem dette område kan det overvejes, om banen skal lægges i tunnel for at bevare landskabet.

Ved Tissø, som korridoren passerer tæt forbi, løber Halleby Å, som er et beskyttet vandløb samt en del af et stort Natura 2000-område, bevaringsværdigt landskab og kulturarvsareal.

Korridoren frem til Lerchenborg er valgt for at undgå både Natura 2000 og fredede områder, og fordi den kun berøre få fortidsminder og beskyttede naturområder. Korridoren er karakteriseret ved at løbe gennem åbne landområder, men med et meget ujævnt terræn.

7.4.4 Fjenneslev – Lerchenborg, kun bane (mod Asnæs korridor)

Figur 7-25 Fjenneslev korridor (bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 46-47 km lang.

Der etableres 1 tilslutningsanlæg, hvor der skæres med den eksisterende dobbeltsporsbane mellem Ringsted og Sorø og 1 skæring med eksisterende enkeltsporet jernbane, Tølløse-Høng banen.

Der etableres mellem 40-50 krydsninger for skærende veje.

Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 5 samlede bebyggelser og skærer i udkanten af Lille Bøgeskov og Store Enemærke.

Mellem Stenlille-Gyrstinge og omkring Kongsted giver landskabet udfordringer, da strækningen er udpeget som bevaringsværdigt landskab med markante bakker og fredede fortidsminder. Cirka midtvejs løber korridoren langs Åmose Å, som er et fredet område.

Ved Buerup og Løgtved giver landskabet store udfordringer med store højdeforskelle, men stadigt mulig at anlægge en bane. Gennem dette område kan det overvejes, om banen skal lægges i tunnel for at bevare landskabet.

Ved Tissø, som korridoren kommer tæt forbi, løber Halleby Å, som er et beskyttet vandløb samt en del af et stort Natura 2000-område, et bevaringsværdigt landskab og et kulturarvsareal.

Korridoren frem til Lerchenborg er valgt, for at undgår både Natura 2000 og fredede områder, og fordi den kun berøre få fortidsminder og beskyttede naturområder. Segmentet er karakteriseret ved at passere igennem åbne landområder, men på et meget ujævnt terræn.

7.4.5 Fjenneslev – Tømmerup, kun bane (mod Røsnæs korridor)

Figur 7-26 Fjenneslev korridor (bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 46 km lang, og forbinder de sydlige korridorer med en kyst-kyst forbindelsen over Røsnæs.

Der etableres 1 tilslutningsanlæg, hvor der skæres med den eksisterende dobbeltsporsbane mellem Ringsted og Sorø. og 1 skæring med eksisterende enkeltsporet jernbane, Tølløse-Høng banen, samt en krydsning med eksisterende jernbane, enkeltsporet, mellem Holbæk og Kalundborg.

Der etableres mellem 40-50 krydsninger for skærende veje.

Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 7 samlede bebyggelser og skærer i udkanten af Lille Bøgeskov og Store Enemærke, og stopper tæt ved Kalundborg ydre by.

Længere mod vest giver landskabet udfordringer, da det meste af strækningen er udpeget som bevaringsværdigt landskab med markante bakker og fredede fortidsminder. Cirka midtvejs i korridoren løber denne langs Åmose Å, som er et fredet område.

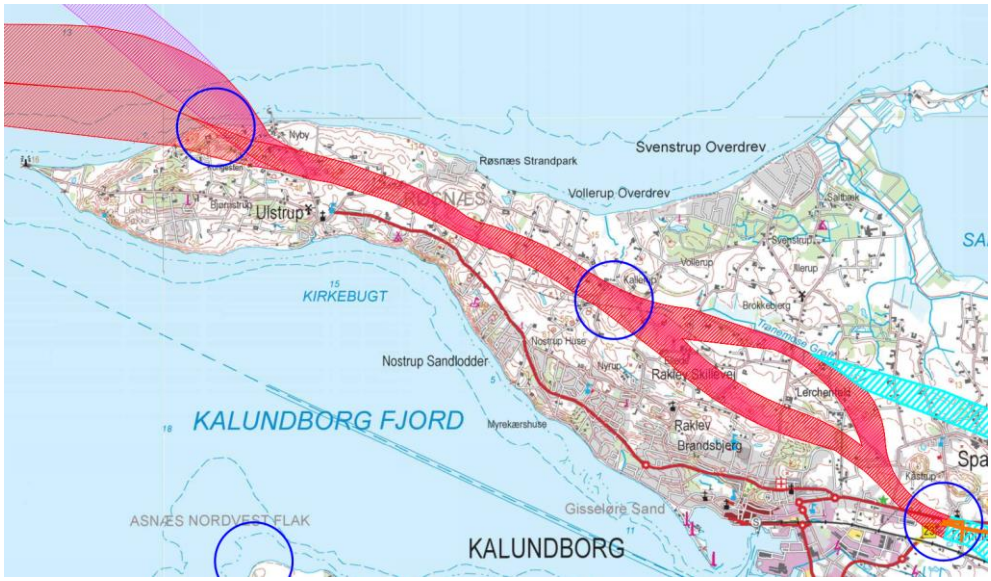
Ved Buerup og Løgtved giver landskabet store udfordringer med store højdeforskelle. Gennem dette område kan det overvejes, om banen skal lægges i tunnel for at bevare landskabet.

Ved Tissø, som korridoren kommer tæt forbi, løber Halleby Å, som er et beskyttet vandløb samt en del af et stort Natura 2000-område, et bevaringsværdigt landskab og et kulturarvsareal.

Efter Jorløse giver landskabet nogle lette udfordringer, da det er kuperet på det meste af strækningen, og korridoren skærer Tranemose Å med beskyttede naturområder.

Korridoren frem til Tømmerup er valgt, som en forbindelse fra Hvalsø, Kværkeby og Fjenneslev, og muligheden for at løbe over Røsnæs. Samtidigt undgås både Natura 2000 og fredede områder, og den berører kun få fortidsminder og beskyttede naturområder. Segmentet er karakteriseret ved at passere igennem åbne landområder, men på et meget ujævnt terræn.

7.4.6 Tømmerup – Nyby (Røsnæs korridor)



Figur 7-27 Røsnæs korridor (vej og bane)

Denne foreløbige korridor er ca. 16-17 km lang afhængig af, hvorledes den endelige linje kommer til at forløbe ved Lerchenfeld, og hvilket knudepunkt på kysten, som korridoren ender i.

For banen forbinder korridoren fra Tømmerup de sydlige korridorer og fra Kallerup de nordlige med en kyst-kyst forbindelsen over Røsnæs.

Der etableres 2 tilslutningsanlæg og 10 krydsninger for skærende veje.

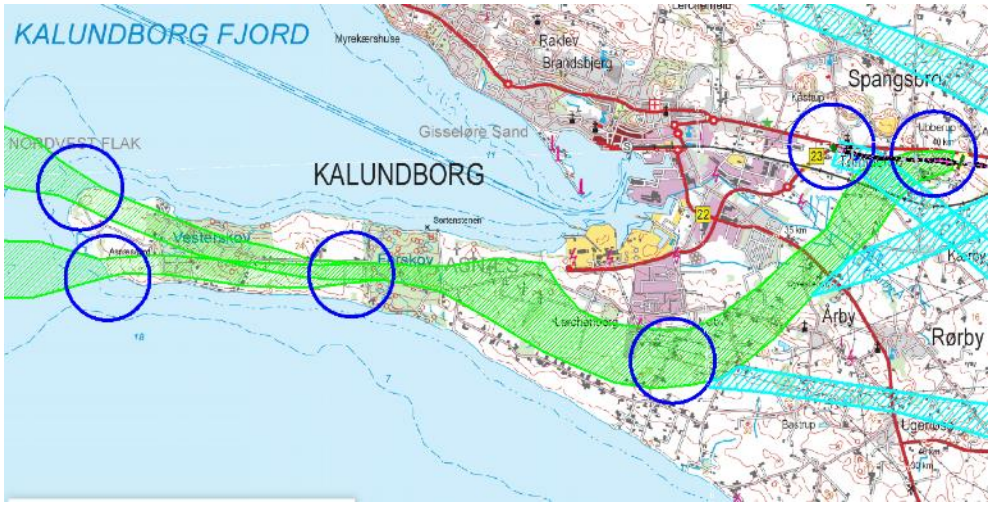
Korridoren løber forholdsvis tæt forbi 4 samlede bebyggelser og indeholder eller kommer tæt på 5 mindre skovområder. Ved den nordlige korridor ved Lerchenfeld løber korridoren langs med og tæt på området ved Tranemose Grøft.

Grunden til den delte korridor ved Lerchenfeld er hensynet til landskabet med en karakteristisk issøbakke beliggende lige nord for Lerchenfeld Gods. I det hele taget er den østlige del af korridoren udfordrende pga. landskabet.

Længere mod vest giver landskabet udfordringer, da det meste af strækningen er udpeget som bevaringsværdigt landskab med markante bakker og fredede fortidsminder.

Ved kysten er der i Natura 2000-området Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord markante klinter, kalkoverdrev (som er en prioriteret naturtype) og andre beskyttede naturområder, så en placering af linjeføringen vil kræve nøje overvejelser. Der bør i den næste del af forundersøgelserne derfor foretages en nærmere vurdering af, om en ilandsætning på kysten vurderes at kunne ske uden risiko for en skade på Natura 2000-områdets integritet.

7.4.7 Ubberup – Asnæs Nord/Asnæs Syd (Asnæs korridor)



Figur 7-28 Asnæs korridor (vej og bane)

Den foreløbige korridor over Asnæs er ca. 17-18 km lang afhængig af, hvilket knudepunkt på kysten, som korridoren ender i (det nordlige punkt medfører den længste korridor).

For banen, som starter i Kaldred, forbinder denne korridor både de nordlige og sydlige korridorer (fra Lerchenborg) med en kyst-kyst forbindelsen over Asnæs. Denne skærer motorvejen samt den eksisterende enkeltsporsbane mellem Holbæk og Kalundborg, inden den føres sammen med vejen ved skæringen af Kærby Å.

Der må forudses etableret 2 tilslutningsanlæg til det lokale vejnet sammen med etablering af skæringer for 6 veje og 1 jernbane.

Der er ingen samlede bebyggelser i korridoren, men korridoren forløber langs med en del spredt bebyggelse på sydsiden af Asnæs og er derudover kraftigt påvirket af industriområde samt områder med tekniske anlæg i nærheden af Lerchenborg.

Korridoren indeholder mindre skovområder i den østlige del og omkring Lerchenborg og passerer gennem udstrakte skovområder i den vestlige del, hvor der også er en stor koncentration af fredede fortidsminder og kulturarvsarealer. Korridoren skærer et beskyttet vådområde ved Kærby Å i den vestlige ende. Den nordlige passage af kysten går gennem et Natura 2000-område. Der bør i den næste del af forundersøgelserne derfor foretages en nærmere vurdering af, om

en ilandsætning på kysten vurderes at kunne ske uden risiko for en skade på Natura 2000-områdets integritet.

Landskabsmæssigt giver terrænet ikke de store udfordringer, men de udstrakte skove med en meget stor koncentration af fredede fortidsminder og kulturarvsarealer i den vestlige ende sammen med det kystnære landskab og Natura2000 området vil kræve nøje overvejelser ved den endelige placering af linjeføringen. Det skal ligeledes tages med i betragtning, at hele Asnæs vest for Lerchenborg i dag fremstår som forholdsvis uberørt landskab uden store transportkorridorer.

7.4.8 Foreløbig samlet vurdering

Nedenfor opsamles den samlede vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige foreløbige korridorer ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne indledende del af forundersøgelsen.

7.4.8.1 Kombineret vej-/banekorridor

Den vestligste del af korridorerne på Sjælland er de kombinerede vej-/banekorridorer på enten Røsnæs eller Asnæs.

Fordelene ved *Røsnæs*-korridoren i forhold til *Asnæs*-korridoren er:

- Fysisk større område at placere korridoren i med mulig mindre barriereeffekt til følge
  (mindste bredde af landområde ca. 2 km i modsætning til Asnæs, der har en mindste bredde på 1,2 km)
- Området er allerede påvirket af bebyggelse (sommerhuse og landsbyer)
- Strækningen vil være lidt kortere end korridorerne over Asnæs (for vej)
- Markant færre fortidsminder end på Asnæs
- Bedre mulighed for at placere en ny Kalundborg Station tæt på byen

Ulemperne er:

- Nærhed til bebyggelser ved Kalundborg og de udstrakte sommerhusbebyggelser især på sydsiden af Røsnæs
- Beskyttet natur omkring Lerchenfeld og i øvrigt spredt i området
- Særligt følsomme naturområder ved ilandsætningen af kyst-kyst forbindelsen, hvor korridoren er delvist inde i Natura 2000-område
- Landbrugsarealerne fremstår uforstyrrede med intakte kulturspor
- Landskabsmæssigt vurderes en korridor på Røsnæs at have en høj påvirkning, især for den nordlige del
- Medfører sandsynligvis større jordflytninger end for Asnæs.

Asnæs-korridoren har følgende fordele:

- Påvirker ikke større samlede bebyggelser
- Der er flere større tekniske anlæg i området i forvejen
- Landskabet er fladere, hvilket gør det lettere at anlægge en ny trafikal forbindelse med mindre jordflytning.

Ulemperne er følgende:

- Fysisk mindre område at placere korridoren i (mindste bredde af landområde er ca. 1,2 km) med mulig barriereeffekt til følge
- Den vestlige del af korridoren passerer gennem landskab, som stort set er uberørt af eksisterende veje og bebyggelser
- Der passeres følsom natur på spidsen af Asnæs, hvor der også er en landskabsfredning, der delvist påvirker knudepunktet på kysten, Asnæs Nord
- Landskabsmæssigt vurderes Asnæs i sin helhed med høj sårbarhed og en trafik korridor vil forstyrre den samlede landskabsforståelse og oplevelse
- To skovområder med meget stor koncentration af fortidsminder berøres. Fortidsminderne er beliggende indenfor et kulturarvsareal, som også er fredskov
- Korridoren, der har knudepunkt på kysten på nordsiden af Asnæs for kyst-kyst forbindelsen, går gennem Natura2000-område
- Kyst-kyst forbindelserne ved denne korridor er længere end for korridoren over Røsnæs.

7.4.8.2 Banekorridor

Der er fem banekorridorer, der forbinder de ovennævnte Røsnæs- og Asnæs-korridorer med forskellige startpunkter på Midtsjælland.

En foreløbig samlet vurdering peger på *Fjenneslev – Jorløse* som en oplagt banekorridor med følgende fordele i relation til de andre korridorer:

- Ren nybygningsløsning uden opgradering af Nordvestbanen og derfor med mulighed for at udføre geometrien til høje hastigheder
- Mindre forstyrrelse af driften af eksisterende baneanlæg
- Korteste nybygningsløsning
- Umiddelbart en formodning om en mindre påvirkning af Natura 2000 og fredede eller følsomme naturområder (passage af Natura 2000-område kan formodentlig foregå på bro med mindst mulig påvirkning af natur)
- Mindre påvirkning af samlede bebyggelser (kun tæt passage af få større landsbyer)
- En forlængelse af højhastighedsbanen mellem København og Ringsted
- Mindre påvirkning af fortidsminder.

Denne banekorridor kan både forbindes til Røsnæs- og Asnæs-korridorerne via henholdsvis *Jorløse – Tømmerup* eller *Jorløse – Lerchenborg* segmenterne.

8 Foreløbige korridorer Kyst-Kyst Øst (KKØ)

8.1 Overordnet beskrivelse

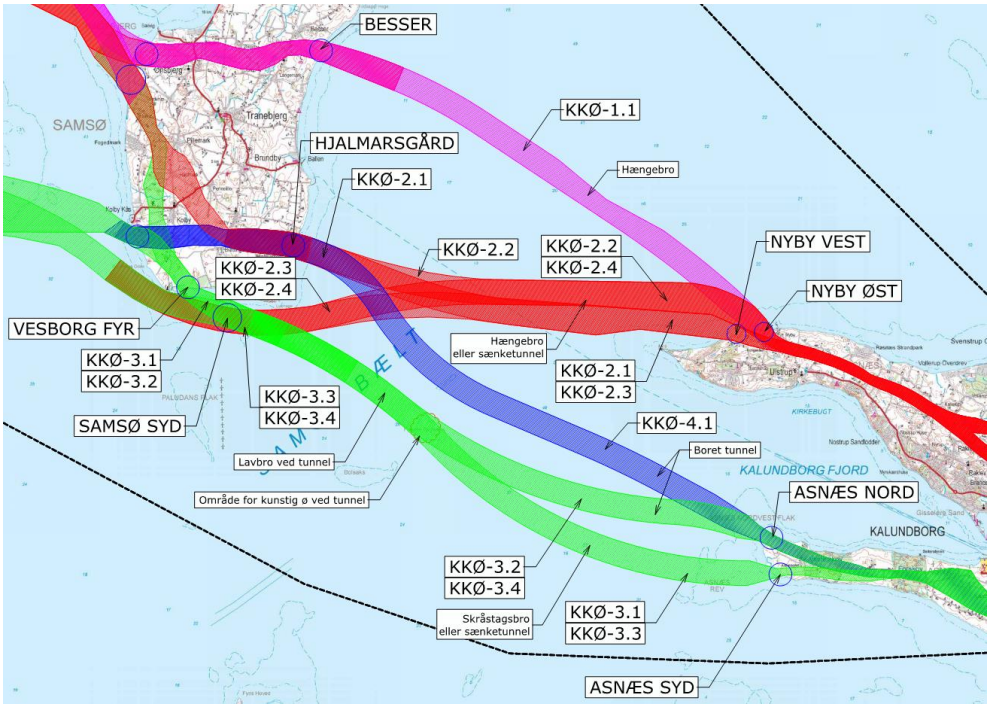
Der er undersøgt fire foreløbige korridorer for kyst-kyst øst for Samsø (KKØ).

Tabel 8-1 De fire undersøgte KKØ-korridorer

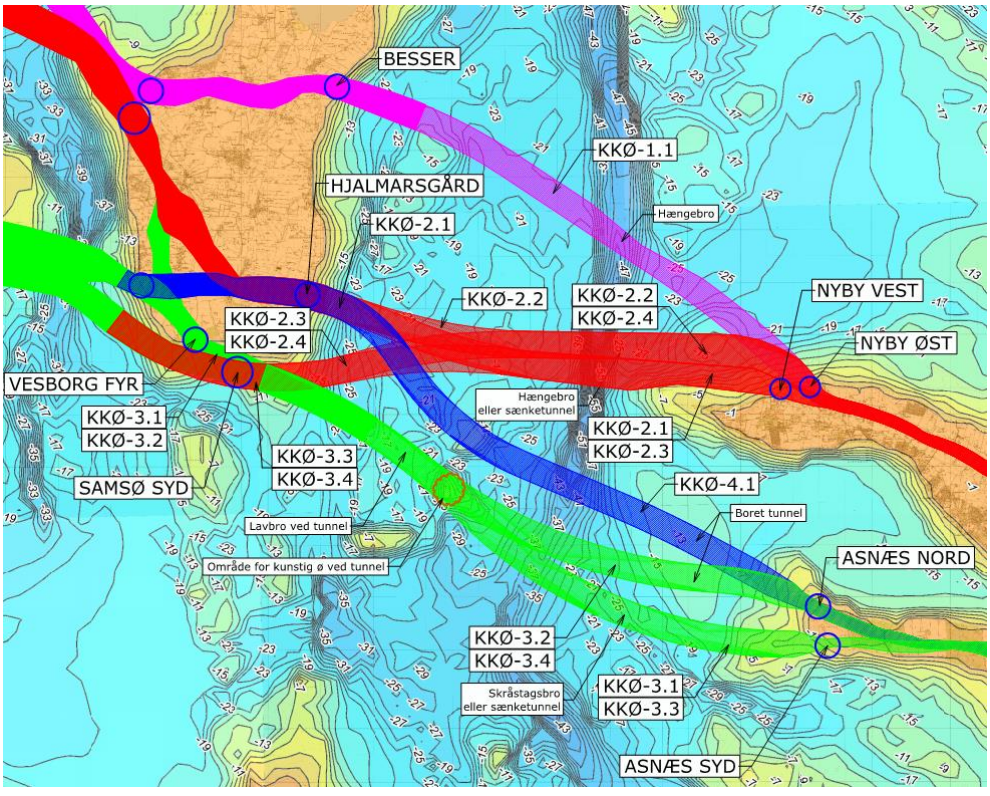
Korridor	Overordnet landing Sjælland	Overordnet landing Samsø
KKØ-1	Røsnæs nordkyst	Samsø Besser
KKØ-2	Røsnæs nordkyst	Samsø Sydøstkyst
KKØ-3	Asnæs	Samsø Sydøstkyst
KKØ-4	Asnæs	Samsø Sydøstkyst

Disse fire foreløbige overordnede korridorer kan forbindes med flere knudepunkter på land. Herved opnås i alt 10 korridorer for KKØ. De forskellige varianter af hver overordnet korridor er nummereret fortløbende i niveau 2, f.eks. som korridor KKØ-2.1 Korridorerne er vist i Figur 8-1 sammen med geografiske knudepunkter og konstruktionstyper, samt i Figur 8-2 sammen med batymetri.

Stiplet linje angiver område inden for, hvilket projektet kan placeres.



Figur 8-1 *Foreløbige KKØ-korridorer, geografiske knudepunkter og konstruktionstyper (Bilag 8-1 i bilagsmappen)*



Figur 8-2 *Foreløbige KKØ-korridorer og batymetri (Bilag 8-2 i bilagsmappen)*

De fire generelle konstruktionstyper bro, sænketunnel, boret tunnel og kombineret bro og tunnel kan som udgangspunkt anvendes ved alle 10 korridorer, hvorved 40 løsninger opnås. Mest oplagt konstruktionstype er fastlagt for hver korridor, dog er der for korridorerne KKØ-2.1 og KKØ-3.1 undersøgt både bro og

tunnel, se Tabel 8-2. Ud af de 10 korridorer går fire helt udenom Samsø via knudepunkt Samsø Syd, uden tilslutning til Samsø.

Tabel 8-2 KKØ-korridorer, undersøgte kombinationsmuligheder

Korridor	Knudepunkt start	Knudepunkt slut	Konstruktionstype
KKØ-1.1	**Nyby Øst**	**Besser**	**Hængebro**
KKØ-2.1	**Nyby Vest**	**Hjalmarsgård**	**Hængebro**
KKØ-2.1	**Nyby Vest**	**Hjalmarsgård**	**Sænketunnel**
KKØ-2.2	Nyby Øst	Hjalmarsgård	Hængebro
KKØ-2.3	Nyby Vest	Samsø Syd	Hængebro
KKØ-2.4	Nyby Øst	Samsø Syd	Hængebro
KKØ-3.1	**Asnæs Syd**	**Vesborg Fyr**	**Skråstagsbro**
KKØ-3.1	**Asnæs Syd**	**Vesborg Fyr**	**Sænketunnel/Lavbro**
KKØ-3.2	**Asnæs Nord**	**Vesborg Fyr**	**Boret tunnel/Lavbro**
KKØ-3.3	Asnæs Syd	Samsø Syd	Sænketunnel/Lavbro
KKØ-3.4	Asnæs Nord	Samsø Syd	Boret tunnel/Lavbro
KKØ-4.1	**Asnæs Nord**	**Hjalmarsgård**	**Boret tunnel**

Desuden er følgende tre korridorer evalueret, men af hensyn til den tidsmæssige og økonomiske ramme for denne del af forundersøgelsen ikke medtaget på kortbilag og i oversigtstabeller:

- KKØ-4.2 fra Asnæs Syd til Hjalmarsgård med sænketunnel hele vejen;
- KKØ Kalundborg til Hjalmarsgård med boret tunnel hele vejen;
- KKØ Kalundborg til Samsø Syd med kombineret boret tunnel og lavbro.

Der er desuden ikke lavet anlægsoverslag for disse tre øvrige korridorer.

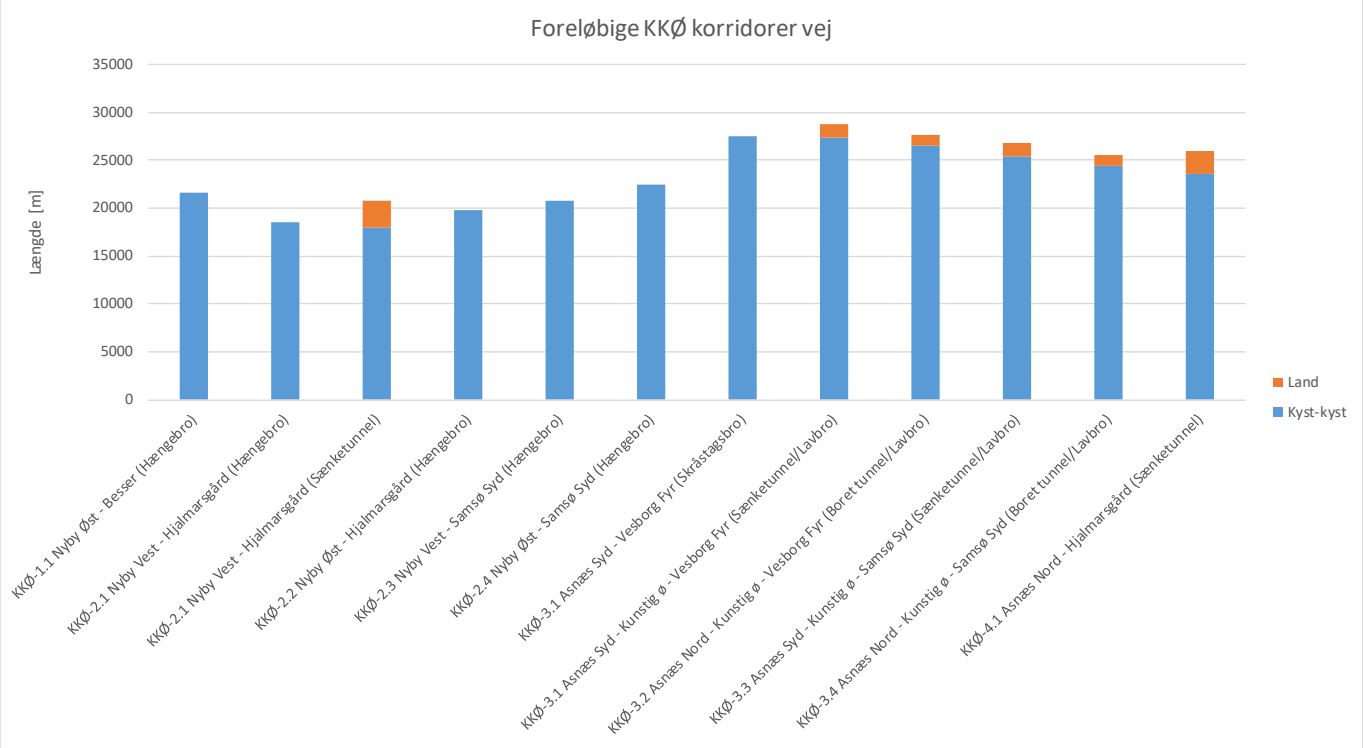
Konstruktionstyperne Hængebro og Skråstagsbro omfatter også tilslutningsbroer, som er benævnt højbro.

Konstruktionstyperne Sænketunnel/Lavbro og Boret tunnel/Lavbro omfatter kombineret bro og tunnel inklusiv kunstig ø ved overgang fra bro til tunnel. For beskrivelser, se særskilte afsnit for hver korridor.

Korridorer markeret med fed er korridorer, for hvilke der er optegnet længdeprofiler. Dette er gjort for kombineret vej og jernbane.

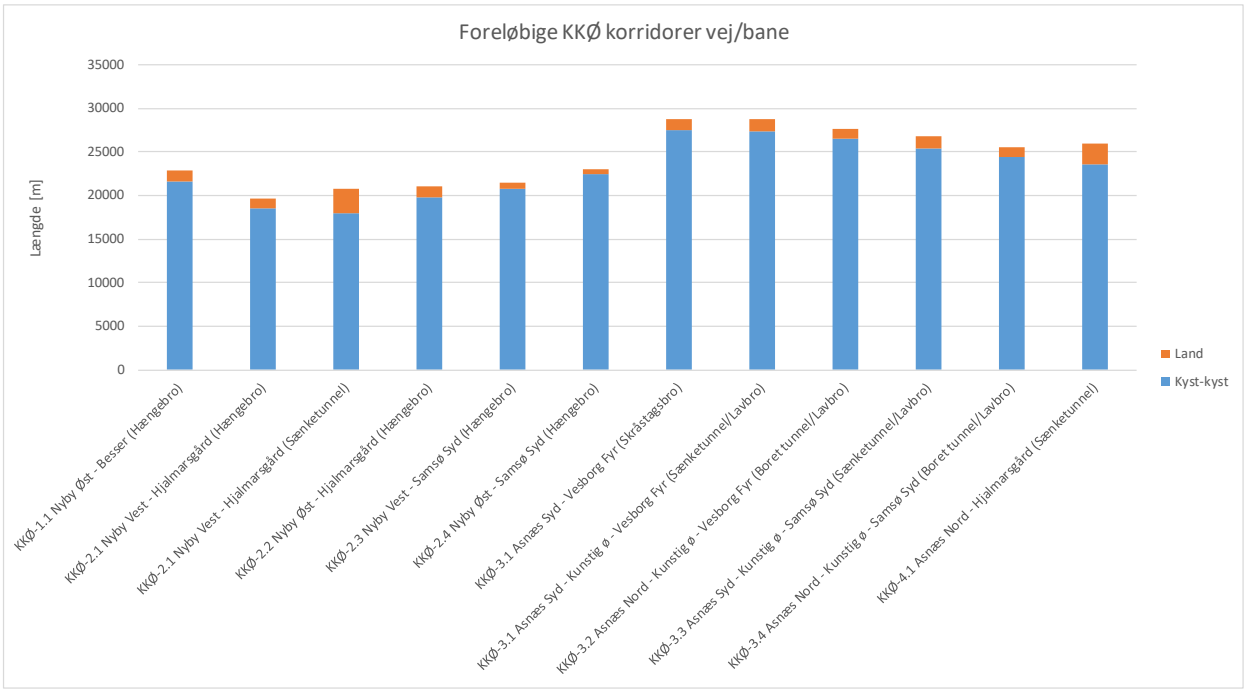
Længde kyst-kyst er afstand mellem landfæster, eller hvor sænketunnel hhv. boret tunnel går over i cut & cover tunnel. Længde på land inkluderer udfletningsanlæg for bro i to etager, cut & cover/portalbygning og trug ind i land for tunnelløsninger.

Længde af de forskellige korridorer for vejløsninger er illustreret i Figur 8-3.



Figur 8-3 KKØ-korridorer vej, længder

Længde af de forskellige korridorer for kombineret vej/bane er illustreret i Figur 8-4.



Figur 8-4 KKØ-korridorer vej/bane, længder

Kyst-kyst længder opdelt i konstruktionstyper for vej/bane er angivet i Tabel 8-3. Tunnel inkluderer sænketunnel hhv. boret tunnel samt cut & cover tunnel.

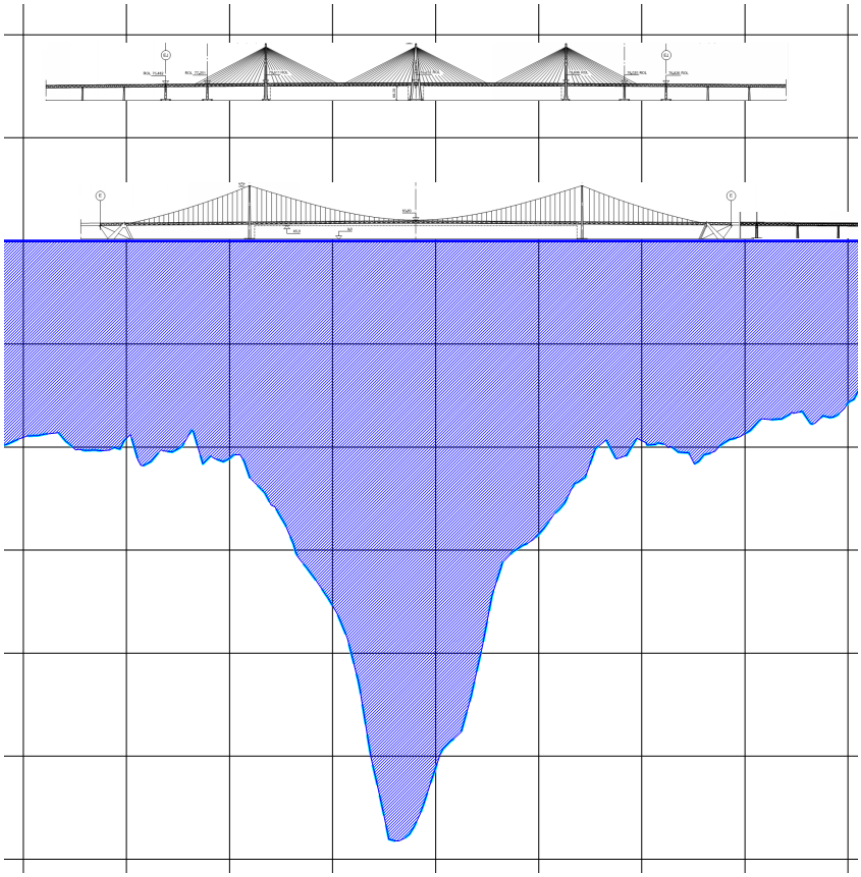
Tabel 8-3 KKØ-korridorer vej/bane, længder af konstruktioner

Korridor	Knudepunkt start	Knudepunkt slut	Bro [m]	Tunnel [m]	Kunstig ø [m]	Kyst-kyst [m]
KKØ-1.1	Nyby Øst	Besser	21.600	0	0	21.600
KKØ-2.1	Nyby Vest	Hjalmarsgård	18.490	0	0	18.490
KKØ-2.1	Nyby Vest	Hjalmarsgård	0	19.800	0	18.000
KKØ-2.2	Nyby Øst	Hjalmarsgård	19.850	0	0	19.850
KKØ-2.3	Nyby Vest	Samsø Syd	20.810	0	0	20.810
KKØ-2.4	Nyby Øst	Samsø Syd	22.450	0	0	22.450
KKØ-3.1	Asnæs Syd	Vesborg Fyr	27.500	0	0	27.500
KKØ-3.1	Asnæs Syd	Vesborg Fyr	10.700	16.767	1.050	27.350
KKØ-3.2	Asnæs Nord	Vesborg Fyr	10.600	15.800	1.500	26.500
KKØ-3.3	Asnæs Syd	Samsø Syd	8.780	16.767	1.050	25.430
KKØ-3.4	Asnæs Nord	Samsø Syd	8.480	15.800	1.500	24.380
KKØ-4.1	Asnæs Nord	Hjalmarsgård	0	25.200	0	23.600

Kyst-kyst længder for rene vejløsninger er de samme, bortset fra at den kunstige ø er 200 m kortere og bro tilsvarende længere.

8.1.1 Tekniske løsninger

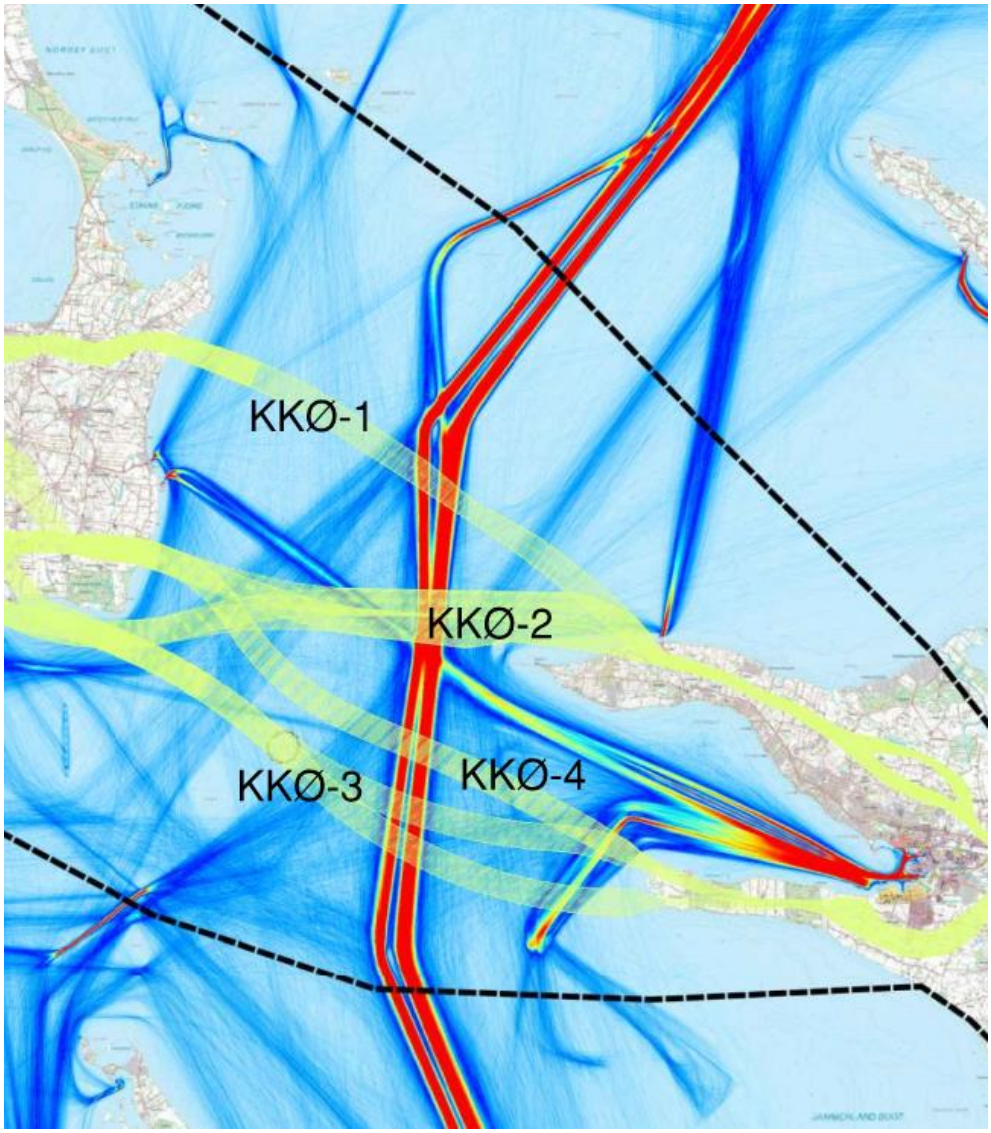
For broløsninger vil der af hensyn til skibstrafikken være behov for et stort gennemsejlingsfag eller alternativt to mindre gennemsejlingsfag med separeret skibstrafik. For at opnå de nødvendige spændvidder er der behov for enten en konventionel hængebro med 2 pyloner og et hovedfag eller en skråstagsbro med 3 pyloner og to hovedfag. Disse to muligheder er vist i Figur 8-5 sammen med havbundsprofil for KKØ-2, hvor der er dybest. Hængebroen vil kunne funderes på ca. 20 m vanddybde og fundamenter på den dybeste del undgås. Skråstagsbroen vil derimod have den centrale pylon funderet på meget stor vanddybde, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Derfor er valgt hængebro for KKØ-2.



Figur 8-5 KKØ broløsninger ved navigationsfag

8.1.2 Skibstrafik og sejladssikkerhed

Skibstrafikken i farvandet imellem Sjælland og Samsø – se Figur 8-6 – er domineret af trafikken på Rute T, der er den dybeste søvej ind og ud af Østersøen. Færgeforbindelsen mellem Kalundborg og Samsø forventes afviklet ved en fast forbindelse, og en del af den trafik, der nu passere vest om Samsø, kan blive omledt til at passere den faste forbindelse via Rute T. Endelig vil en broforbindelse for KKØ betyde, at en del af den nord- og sydgående trafik imellem Rute T og Samsøs østkyst vil blive omledt til at benytte Rute T.



Figur 8-6 *Intensitet af skibstrafikken øst for Samsø baseret på AIS data for 2018. (Bilag 4-1 i bilagsmappen)*

Hvor Rute T passerer KKØ, skal der arrangeres en trafikseparation 1,5-2 km nord og syd for broen, og det skal så vidt muligt sikres, at denne separation kan lægges på et lige stræk af Rute T. Dermed bør en KKØ broløsning være mindst 1,5-2 km fra de signifikante knæk på Rute T, hvilket kun lige er opfyldt for KKØ-1. Løsninger nordligere end KKØ-1 skal indeholde to hovedbroer til passage af større skibe – én til den dobbeltsporede Rute T og én til dybvandsruten nord for Rute T.

En KKØ broløsning skal indeholde en hovedbro med et navigationsspænd, der giver tilstrækkelig horisontalt og vertikalt fritrum til trafikken på Rute T. Det vertikale fritrum skal i alle tilfælde være 65 m som for Østbroen. En navigationsåbning for begge retninger med et horisontalt fritrum på 1.600 m skal for KKØ-1 tage højde både for den skæve skæring korridoren har med Rute T og for den noget bredere fordeling af skibstrafikken nord for KKØ-1 ved det nordlige knæk på Rute T. Navigationsåbning vurderes at være tilstrækkelig, men det vil kræve

et navigationsarrangement, der fokuserer trafikken ind i navigationsåbningen. KKØ-2 krydser Rute T under en mere gunstig – næsten ret – vinkel og den foreslåede gennemsejlingsåbning på 1.384 m som for Østbroen, er umiddelbart tilstrækkelig i forhold til trafikkens aktuelle geometriske udstrækning. Endelig vurderes to separate navigationsåbningen i KKØ-3 på hver 690 m at være tilstrækkelig, men det vil kræve et navigationsarrangement, der fokuserer trafikken ind i navigationsåbningerne. Afstanden til det sydlige knæk på Rute T er i mindste 3.5 km, hvilket er absolut tilstrækkelig.

De større skibe i trafikken ind og ud af farvandet mellem Fyn og Samsø skal krydse KKØ via Rute T, og navigationsarrangementet syd for KKØ skal sikre en hensigtsmæssig rute imellem dette farvand og Rute T, og ruterne skal forenes mere end 2 km syd for KKØ.

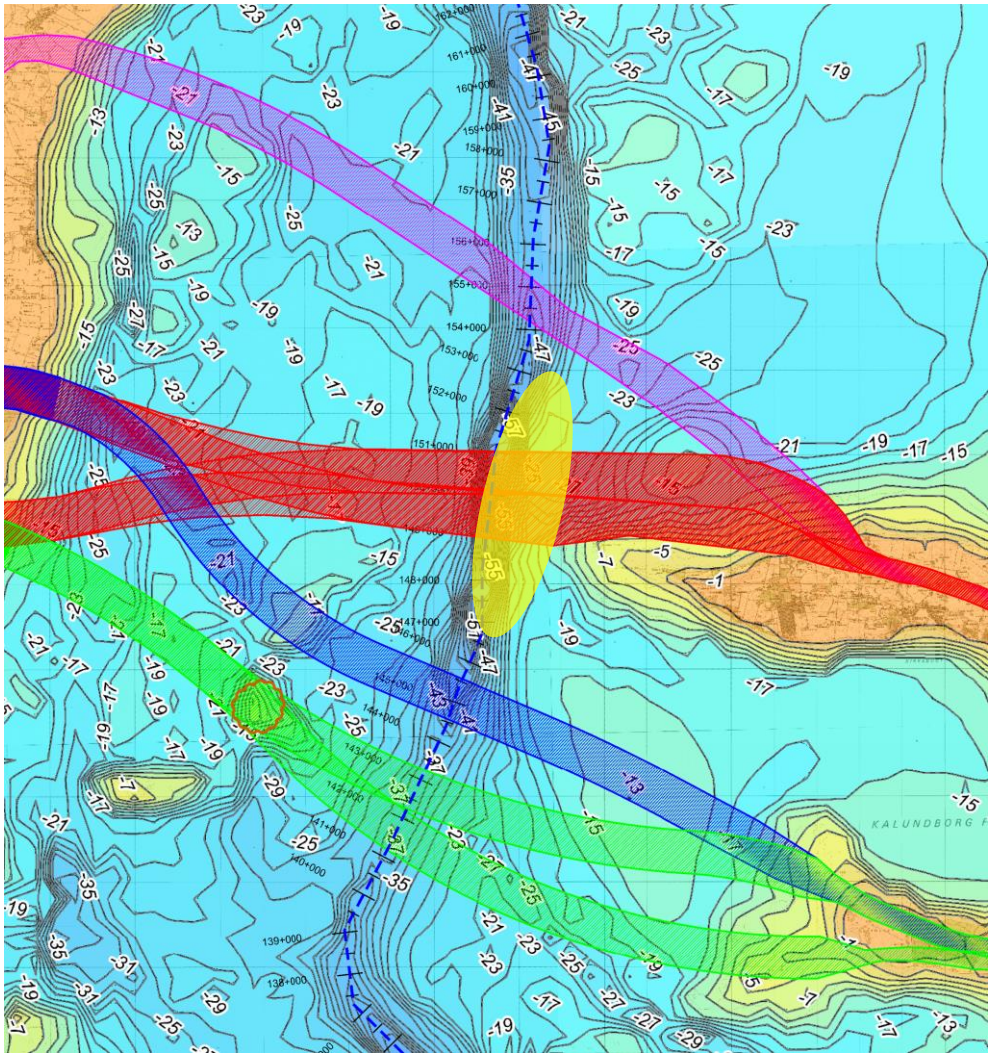
Til beskyttelse af en KKØ broløsning imod kollision fra skibe, der ikke foretager den nødvendige kursændring i Rute T nord for KKØ, kan der etableres et kunstigt, undersøisk rev. En foreslået udformning er beskrevet og diskuteret i afsnit 5.3.1.4.2.

Begrænsningen på størrelsen af skibe, der kan tillades at passere et kystnært navigationsfag i en KKØ broløsning, vil gøre det nødvendigt at VTS Storebælt – eller en anden tilsvarende enhed – overvåger skibstrafikken, søger at forhindre passage af et for stort skib og alarmerer trafikken på broen, hvis der er mulighed for at en sådan passage kan ske. Samme enhed skal tillige overvåge og vejlede trafikken på Rute T igennem hovedbroens navigationsåbning(er), skal overvåge, at trafikken på Rute T foretager de nødvendige kursændringer for at følge ruten, og skal alarmere trafikken på broen, hvis et skib ikke foretager den krævede kursændring og er på kollisionskurs mod broens tilkørselsfag.

Både i forhold til det navigationsmæssige arrangement for skibsfarten og i forhold til risikoen for skibsstød mod broen udgør KKØ-2 ud fra en foreløbig vurdering det mest ukomplicerede alternativ for en broløsning.

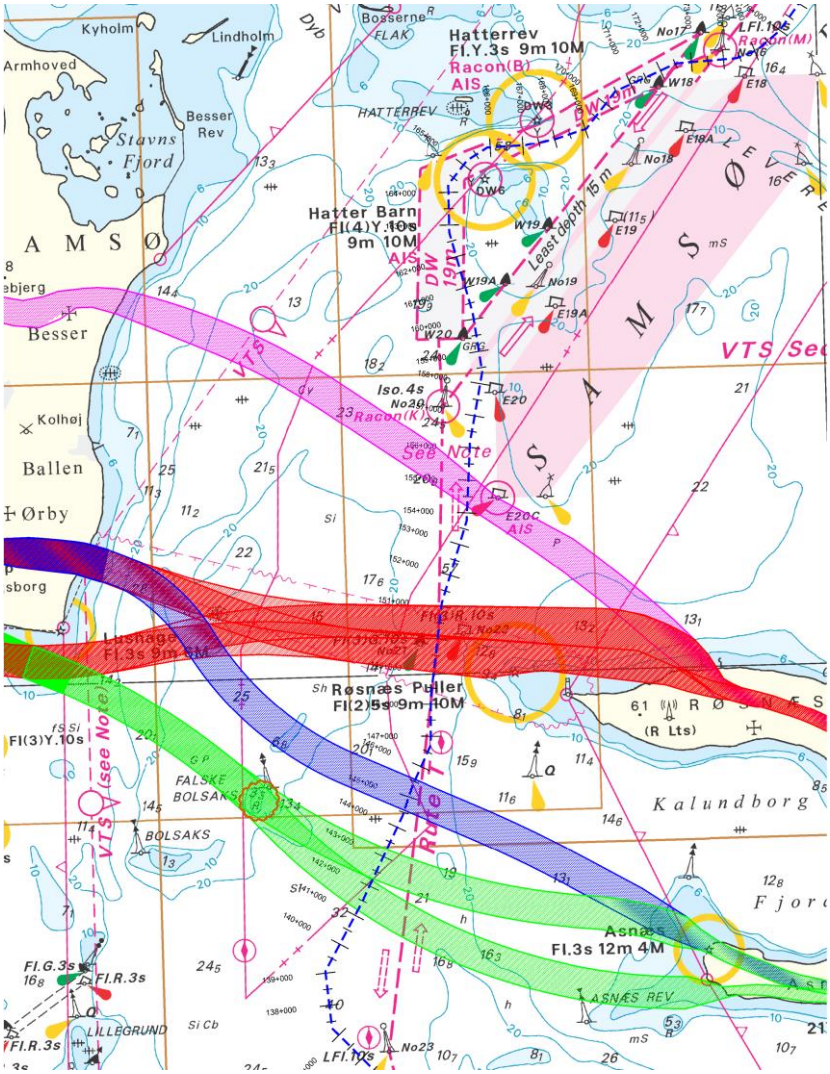
8.1.3 Batymetri og optimale tunnel korridorer

For at identificere de optimale tunnelkorridorer i farvandet mellem Sjælland og Samsø er der foretaget en kortlægning af bunden af depressionen i havbunden. Denne er optegnet i plan på Figur 8-7 og i profil på Figur 8-9. Profilen er optegnet fra syd mod nord.



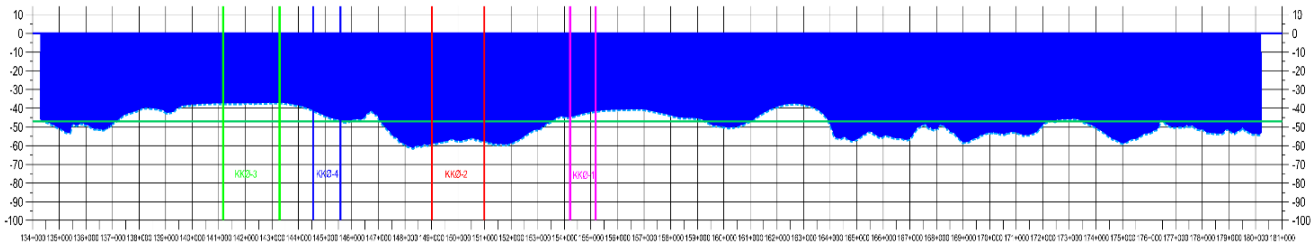
Figur 8-7 *Batymetri og profil langs bunden af depressionen i havbunden (syd til nord). Gult område angiver hvor passage i tunnel er specielt komplekst.*

I Figur 8-8 er ligeledes vist et udsnit af søkort over området, hvor T-ruten er indtegnet. Det bemærkes, at T-ruten ikke følger depressionens slavisk i de dele, hvor der er væsentligt over 20 m vanddybde. I stedet er det prioriteret at ruten har færrest knækpunkter.



Figur 8-8 *Søkort med optegnet profil langs bunden af depressionen i havbunden (syd til nord). Som det ses, følger T-ruten ikke præcis dybdelinjen i depressionen.*

Profilen på Figur 8-9 viser, at der er en relativ stor variation i dybden, men at der ikke inden for projektområdet er dybdepunkter med mindre end 38 m vanddybde. Dybden varierer mellem cirka 38 m og 62 m.



Figur 8-9 *Profil langs dybdepunkt i depression (syd til nord). Linjen angiver niveau -47 m som er niveau for fundering af Busan-Geoje tunnelen*

Arbejde med sænketunneler kompliceres jo større dybde, der skal arbejdes under. Busan-Geoje projektet i Korea havde et dybeste funderingsniveau i -47 m. Tunnelkonstruktionen og tilbagefyld vil være op til 10 m over funderingsniveau

og forsøges typisk lagt under havbunden, så der ikke skabes en unødig blokering af vandudskiftning.

Femerns maksimale funderingsniveau bliver -42 m.

Den borede tunnel under Storebælt blev anlagt med et bundniveau omkring -75 m dybde under en havbund i -50 m. Til sammenligning skal dog bemærkes, at diameteren på Storebæltstunnelen var cirka 8 m. Med henvisning til afsnit 5.3.9.3 vurderes TBM tunneler med vandtryk på -75 m som velafprøvede, mens overskridelse af denne grænse kun er foretaget enkelte gange. Med disse designkrav for TBM-maskinerne vil det for Kattegat kræve ikke gængs udstyr at bore under områder med havbund dybere end -45 m. Dette uddybes i følgende afsnit for hver korridor i forbindelse med fastlæggelse af projektrisiko.

8.1.4 Plan- og miljøforhold

I relation til plan-og miljøforhold er korridorerne på dette indledende trin af forundersøgelsen udvalgt, så de ikke direkte berører prioriterede naturtyper i Natura 2000- områder og ikke i betydeligt omfang berører øvrige naturtyper på udpegningsgrundlagene.

Samtlige natur- og miljøforhold skal vurderes nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at få mere sikkerhed i vurderingerne af, hvorvidt der er væsentlige påvirkninger af de nævnte forhold. På det aktuelle offentligt tilgængelige vidensgrundlag er foreløbigt derfor alene korridorer inde i Kalundborg Fjord, på spidsen af Røsnæs samt i havområdet ud for den nordligste del af Samsø - med undtagelse af en boret tunnelløsning - udelukket på dette stadie af forundersøgelsen.

8.2 KKØ-1 Røsnæs - Samsø (Besser)

8.2.1 Beskrivelse

KKØ-1.1 er den nordligste af de undersøgte foreløbige korridorer øst for Samsø. Korridoren er valgt for at undersøge fordele og ulemper ved følgende:

- At føre vej og jernbanetrafikken over den nordlige del af sydøen på Samsø;
- At placere gennemsejlingsfag tæt på det nordlige knækpunkt af T-ruten.

Korridoren er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. Korridoren starter i knudepunkt Nyby Øst og slutter i knudepunkt Besser. Den samlede længde mellem knudepunkter er 21,4 km.

Hvis korridoren bliver lagt nordligere, vil det ud fra en foreløbig vurdering have følgende konsekvenser:

- Behov for to hovedbroer af hensyn til skibstrafikken, som beskrevet i afsnit 8.1.2;

- Del af korridoren nær Samsø vil ved en noget nordligere placering skulle gå gennem et Natura 2000-område, hvilket under inddragelse af områdets forholdsvis tætte indhold af naturtyper ikke er vurderet acceptabelt ud fra analyseparameteret om, at korridorerne gennem Natura 2000-områderne til havs, inklusive ilandsætningspunkterne (0,5 km ind på land), skal udvælges således, at de ikke berører prioriterede naturtyper, og at de ikke-prioriterede naturtyper derudover ikke må berøres af korridorerne i betydeligt omfang (dette forhold gælder dog ikke boret tunnel).

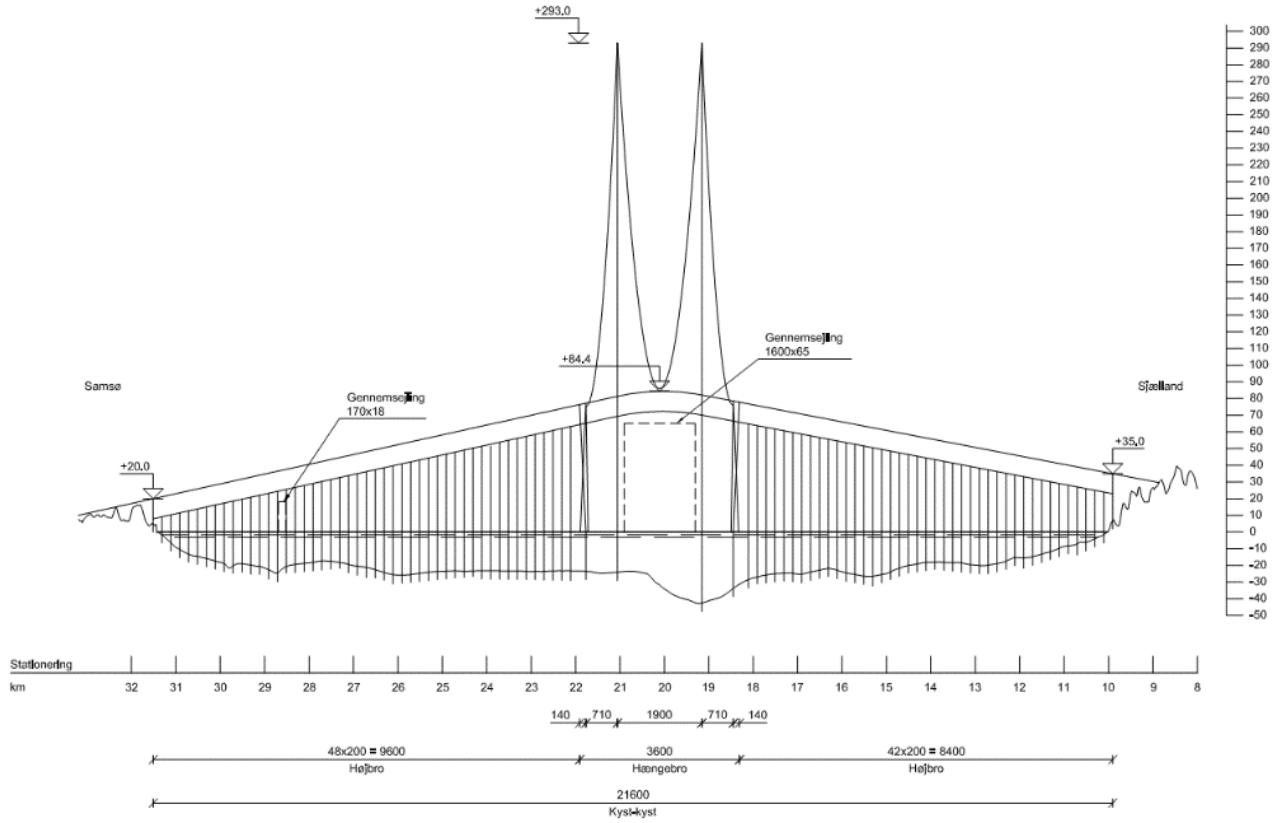
Derfor er korridor for KKØ-1 på det foreløbige grundlag ikke placeret nordligere. Nye oplysninger, som led i den næste del af forundersøgelsen kan dog ændre på disse vurderinger. En vestligere/sydligere placering på Røsnæs er undgået for at undgå betydelig påvirkning af naturtyper inden for Natura 2000-området samt af hensyn til den massive bebyggelse.

8.2.2 Teknisk vurdering

Den tekniske løsning kan være enten bro eller tunnel. Det er ikke på det foreliggende grundlag vurderet hensigtsmæssigt med kombineret bro og tunnel løsning på grund af stor vanddybde over hele strækningen og dermed behov for omfattende mængder sand og sten til en kunstig ø. Cirka 4 km fra Samsø er der en reduktion i vanddybden, men den er dog fortsat 15 m.

8.2.2.1 Bro

Korridoren ligger med skrå skæring af sejlruten på 60 grader, hvorfor nødvendigt hovedfag bliver ca. 1.900 m. Derfor er anvendt hængebro svarende til Femernbælt konceptdesign skaleret op med faktor 1900/1632 = 1,16. Tilslutningsbroerne er højbro med 200 m faglængde. Broløsningen er optegnet i Figur 8-10 for kombineret vej/bane. Udfletningsanlæg på land er ikke vist.



Figur 8-10 KKØ-1.1 længdeprofil bro vej/bane (Bilag 8-3 i bilagsmappen)

For vejløsning er hængebroen 450 m kortere og højbroerne tilsvarende længere grundet beliggenhed af ekspansionsfuger.

Hængebro med 1.900 m hovedfag er sammenlignelig med verdens længste bro i dag, som er Akashi Kaikyō broen i Japan med 1.991 m hovedfag. Denne bro er dog kun til vejtrafik. Verdens længste hængebro med jernbane er Tsing Ma broen i Hongkong med 1.377 m spændvidde. Eftersom jernbanelasten på Kattegatforbindelsen er sammenlignelig med vejtrafik er en hængebro med 1.900 km vurderet mulig, omend den vil blive dyr og forbundet med en vis usikkerhed.

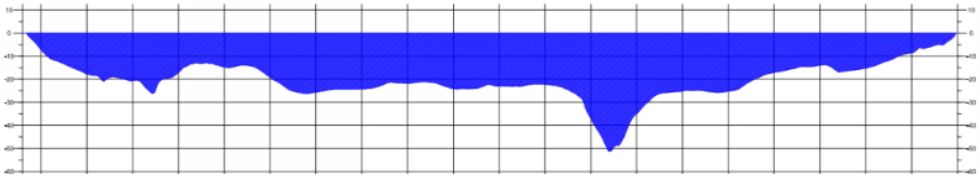
Afstanden fra knækket af T-ruten til KKØ-1.1 er ca. 2 km. Dette er mindre end afstanden på Storebælt.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

Forhøjet risiko

8.2.2.2 Tunnel

Om der skulle vurderes en tunnel løsning for KKØ-1.1 vil det mest oplagte være en sænketunnelløsning. Tunnelen vil kyst-kyst være cirka 21,6 km lang og have Cut & Cover strækninger på tilsammen omkring 800 m, i alt cirka 22,4 km lukket tunnel.



Figur 8-11 KKØ-1.1 batymetri. Vest-Øst

8.2.2.2.1 Sænketunnel

Dybdepunktet langs korridoren er estimeret til cirka -50 m hvilket er grænsen for hvor dybt man har funderet betonsænketunneler p.t. Det må derfor antages at passagen af dybdepunktet vil kræve etablering af en dæmning som muligvis kræver jordforbedringer for at bære tunnel og stenbeskyttelse. Dette vil være nødvendigt over en strækning på cirka 800 m.

Sænketunnel på KKØ-1.1 vil minde meget om KKØ-2.1 og der henvises til denne løsning for en detaljeret beskrivelse i afsnit 8.3.2.2.

En tunnel på 22,4 km er 25% længere end Femerns 18 km. De på Femern etablerede sikkerhedskoncepter skal derfor revurderes i sammenhæng med de andre ændrede forhold som beskrevet i afsnit 5.3.7. Der bør arbejdes videre med denne analyse i næste fase af forundersøgelsen.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Acceptabel Risiko

8.2.2.2.2 Boret tunnel

En boret tunnel langs KKØ-1.1 ville skulle under et dybdepunkt på -51 m som ville resultere i et bundniveau for TBM på cirka -81. Dette er 6 m dybere end det i afsnit 5 definerede niveau for velafprøvet TBM-erfaring.

En boret tunnel ville have en bore distance på cirka 24 km. Hvis boret med to TBM skal disse bore 2 x 12 km. Med en generel håndregel om at TBM-boringer over 9 km kræver særlig vedligehold på hovedlejet vil en TBM-tunnel overskride denne grænse med 33%.

De TBM der borer fra Røsnæs vil nå den velafprøvede grænse lige under depressionen og dermed samtidigt blive udsat for det maksimale vandtryk.

Ud fra ovennævnte forhold anbefales det ikke at arbejde videre med en boret tunnel langs KKØ-1.1 og den er derfor ikke behandlet yderligere.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Uacceptabel risiko

8.2.3 Plan- og miljøforhold

Korridoren går ikke gennem hverken Natura 2000-områder eller vildtreservater. Knudepunkterne på kysten af Samsø ligger imidlertid ca. 1,5 km syd for Natura 2000-område N55 Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede, som omfatter habitatområde H51 og fuglebeskyttelsesområde F31. Ca. 3 km nord for den foreløbige korridor ligger der i F31 en ynglekoloni for klyder (se Figur 6-2 og Figur 6-3).

Det kan på det foreløbige vidensniveau ikke udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til bropiller eller sænketunnel ved nordgående strøm kan føres ind i Natura 2000-området og naturtypen 1160 *Rev*. Der er tale om et stenrev, der er bevokset med tangskove, og som er et vigtigt levested samt gyde-og opvækstplads for en lang række fisk. Sedimentfaner kan skygge for planterne, og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage vækshæmning og i værste tilfælde, at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. På senere stadier af forundersøgelsen anbefales disse potentielle effekter vurderet nærmere, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner og sedimentationsraten af spildt sediment vha. en hydraulisk model og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons værdier.

Det vurderes desuden umiddelbart, at ynglekolonien for klyder i fuglebeskyttelsesområdet ikke vil blive påvirket af støj under anlæg af tunnel eller bro eller fra trafik på broen i driftsfasen. Dette bør imidlertid vurderes nærmere f.eks. vha. af støjmodellering og sammenligning af resultaterne med effektniveauer.

Hvis der etableres en sænketunnel med undersøisk dæmning over den dybeste strækning, kan dette påvirke gennemstrømningen af vand i området. Dette anbefales undersøgt nærmere på senere stadier af projektet ved at modellere blokeringseffekten af dæmningen vha. en hydraulisk model.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende vand- og landfugle kan flyve over korridoren. Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning. Eventuelle barriereeffekter eller kollisionsrisici for fugle bør undersøges og vurderes på senere stadier af projektet.

Stenrev udenfor Natura 2000-områder, råstofområder og militære skydeområder berøres ikke af korridoren (se Figur 6-6). Der ligger et skibsvrag af ikke kendt marinarkæologisk interesse ved korridorens passage af kysten på Samsø.

8.3 KKØ-2 Røsnæs - Samsø (Hjalmarsgård)

8.3.1 Beskrivelse

Den korteste kyst til kyst strækning er korridoren KKØ-2. Korridoren er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. To varianter er undersøgt:

- KKØ-2.1 starter i knudepunkt Nyby Vest og slutter i knudepunkt Hjalmarsgård. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 18,1 km.
- KKØ-2.2 starter i knudepunkt Nyby Øst, for at undgå Natura 2000-området helt, og slutter i knudepunkt Hjalmarsgård. Herved bliver den samlede længde mellem knudepunkter 19,65 km.

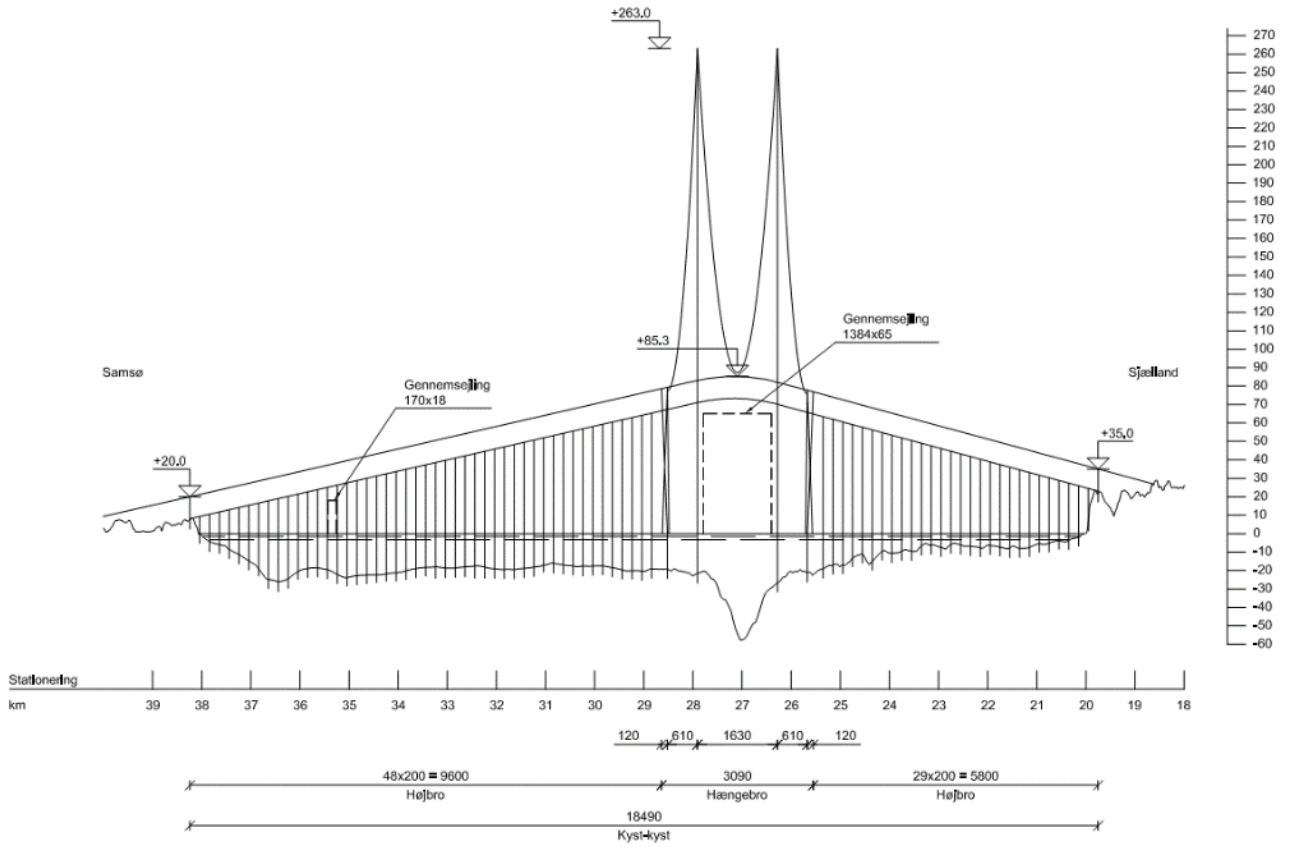
Korridorens nord/sydlige placering har i denne del af forundersøgelsen været baseret på at finde den korteste afstand til et knudepunkt på land. En sydligere eller nordligere placering mellem knudepunkter ville give længere afstand. En vestligere/sydligere placering på Røsnæs er undgået for at undgå risiko for en væsentlig påvirkning af naturtyper inden for Natura 2000-området samt af hensyn til den massive bebyggelse. Derfor er korridoren foreløbigt placeret som vist.

8.3.2 Teknisk vurdering

Den tekniske løsning kan være enten bro eller tunnel. Der er af tidsmæssige og økonomiske årsager ikke på dette stadie af forundersøgelsen arbejdet videre med kombineret bro- og tunnelløsning på grund af stor vanddybde over hele strækningen og dermed behov for omfattende mængder sand og sten til en kunstig ø.

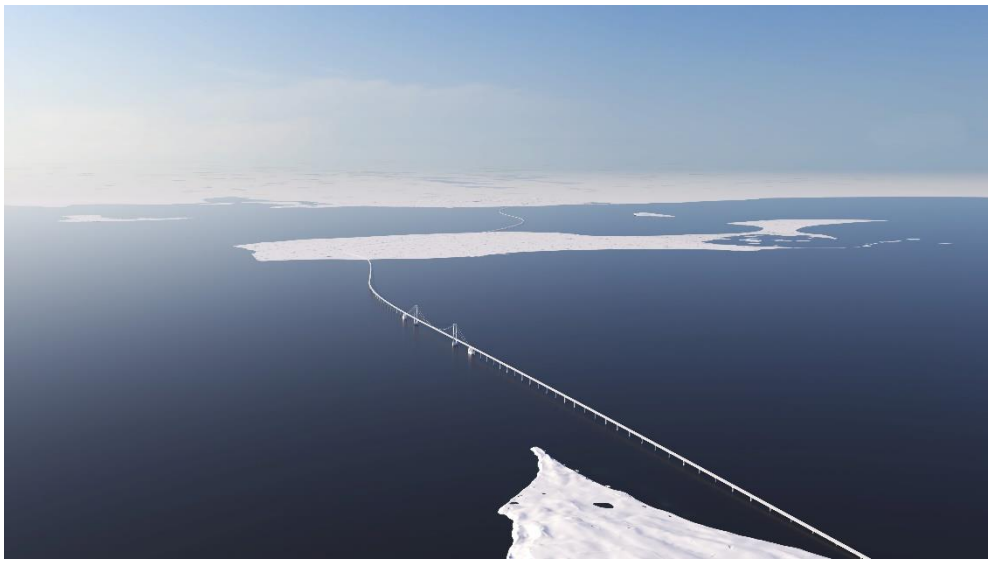
8.3.2.1 Bro

Korridoren ligger vinkelret på sejlruten, hvorfor nødvendigt hovedfag bliver ca. 1.630 m svarende til Storebælt. Derfor er anvendt hængebro svarende til Storebælt Østbro for vejløsning og hængebro svarende til Femernbælt konceptdesign for kombineret vej/bane. Tilslutningsbroerne er højbro med 200 m faglængde. Broløsningen for korridor KKØ-2.1 er optegnet i Figur 8-12 og visualiseret i Figur 8-13 for kombineret vej/bane. Udfletningsanlæg på land er ikke vist.



Figur 8-12 KKØ-2.1 længdeprofil bro vej/bane (Bilag 8-4 i bilagsmappen)

For vejløsning er hængebroen 390 m kortere og højbroerne tilsvarende længere grundet beliggenhed af ekspansionsfuger.



Figur 8-13 KKØ-2.1 visualisering broløsning vej/bane

Tilslutningsfag er ved Røsnæs ført 250 m fra kystlinje ind i land af naturmæssige hensyn. Herved påvirkes strandzonen, som er Natura 2000-område, mindst muligt. Broløsningerne er visualiseret ved Røsnæs i Figur 8-14 og Figur 8-15. For-

målet er at illustrere en linjeføring ud fra kysten (KKØ-2.1) i forhold til en linjeføring som forløber mere parallelt med kysten (KKØ-2.2), samt vise forskellen mellem at have landfæste i strandzonen (Figur 8-14) eller tilbagetrukket (Figur 8-15).

Figur 8-14 KKØ-2.1 visualisering broløsning vej/bane ved land

Figur 8-15 KKØ-2.2 visualisering broløsning vej/bane ved land

Afstanden fra knækket af T ruten til KKØ-2 er ca. 4 km, hvilket er tilstrækkeligt for navigatører, og giver bedre varslingstid end på Storebælt.

Hængebroen er forbundet med mindre usikkerhed end KKØ-1 grundet den kortere spændvidde for hovedfaget. Dog udgør skibsstød på de vestlige tilslutningsbroer en større risiko end for KKØ-1.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

Forhøjet risiko

8.3.2.2 Tunnel

For Korridor KKØ-2 vurderes den mest oplagte tunnelmetode at være en sænketunnel langs KKØ-2.1 med en dæmning over den dybeste strækning på cirka 400 m da dybeste punkt langs linjeføringen er -58 m.

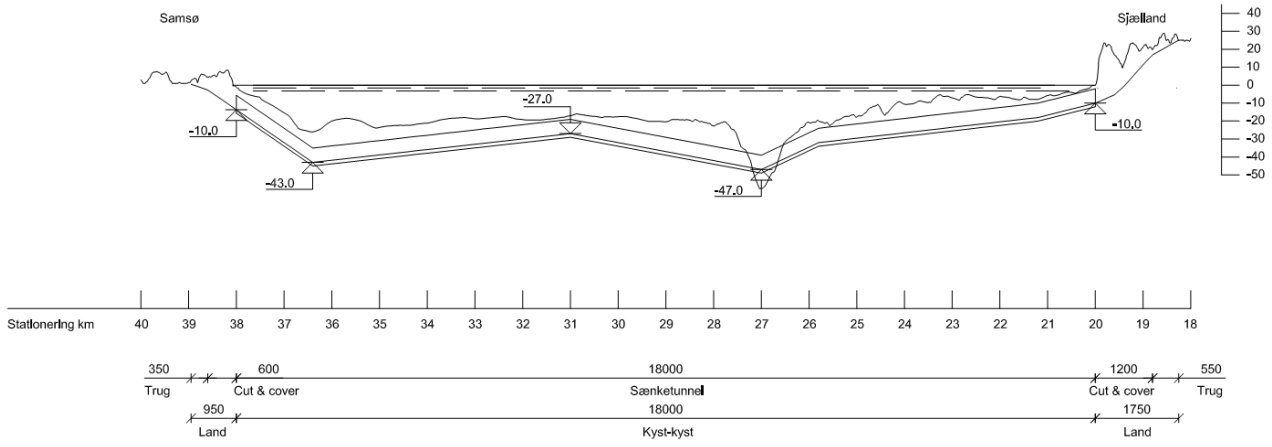
For fuldstændighedens skyld er også en boret tunnel udviklet og beskrevet langs KKØ-2.1, men med den store vanddybde kan det ikke umiddelbart løses med gængs teknologi.

8.3.2.2.1 Sænketunnel

Den mest relevante tunnelløsning er en sænketunnel. Batymetrien giver et fornuftigt forløb uden overafgravning, men vil dog kræve en undersøisk dæmning på en strækning på omkring 400 m, hvor der ifølge nuværende opmålinger er op til ca. 58 m vanddybde. Det anbefales at holde sig inden for de afprøvede grænser i forhold til arbejde med sænketunneler i dybden. Her er betonsænketunneller etableret med funderingsniveauer ned til kote -47. Forudsætningen for vurderinger er således, at der opbygges en dæmning på cirka 9 meters højde op til bunden af sænketunnelen og yderligere 10 m til beskyttelse af tunnelen.

Det skal nævnes at depressionen er et levn fra et smeltevandslandskab og således ikke er en aktiv erosion fra nyere tid. Den er derfor vurderet relativt stabil. Samtidig skal det påpeges at tunnel og broprofiler i nærværende rapport har uens skala på længde / dybde skala for at synliggøre variationer i højdeforhold. Dybde-/højdeforhold er derfor overdrevne med en faktor 50. Det medfører at depressionen opfattes særdeles stejl, hvilket reelt ikke er tilfældet.

Sænketunnelløsningen er optegnet i Figur 8-16.



Figur 8-16 KKØ-2.1 længdeprofil sænketunnel vej/bane (Bilag 8-5 i bilagsmappen)

Ved Røsnæs er der behov for omfattende cut & cover tunnel og trug pga. terrænet. Etablering af disse kræver omfattende midlertidige arbejder frem til kystlinjen, som efterfølgende bliver retableret. Område er visualiseret i Figur 8-17 efter afsluttede arbejder.

Figur 8-17 KKØ-2.1 visualisering tunnelportal vej/bane (betjening af portalbygning ikke vist)

Tunnelen i KKØ-2.1 tracé passerer strandzonen indenfor Natura 2000-området. Dette vil kræves opgravet midlertidigt, men bør kunne retableres. Længdemæssigt svarer denne løsning til Femern forbindelsen, hvorfor de samme sikkerhedskoncepter forventes at kunne anvendes.

Ovennævnte beskrevne løsning kombineret med den dybe dæmning gør at projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Forhøjet risiko

Hvis dette i de efterfølgende faser skulle vise sig procesmæssigt for risikabelt eller uacceptabelt af andre hensyn kan en tilsvarende løsning også udvikles langs KKØ-2.2. Denne vil dog blive cirka 1.5 km længere og dermed resultere i en markant fordyrelse. Dette vil desuden øge tunnellængden ud over det sikkerhedskoncept som er udviklet på Femern, men det vurderes umiddelbart, at forøgelsen vil kunne håndteres. Dette ville dog skulle efterprøves i en kommende fase.

Ovennævnte kombineret med den dybe dæmning gør at projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Forhøjet risiko

8.3.2.2.2 Boret tunnel

En boret tunnel langs KKØ-2.1 ville skulle passere med et dybdepunkt omkring kote -90. Med henvisning til afsnit 5.3.9.3 er dette 15 m dybere end hvad der må betragtes som velafprøvet, og altså et forventeligt vandtryk på 20% mere end det velafprøvede, og nærmers sig Eurasia tunnelens rekorddybde. En boret tunnel i Korridor KKØ-2.1 må derfor betragtes som risikabel. Alternative korridor muligheder kan overvejes, men af hensyn til tiden og økonomien i denne del af forundersøgelsen er dette ikke sket i denne fase af forundersøgelsen.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Uacceptabel risiko

Denne løsning undersøges ikke nærmere i nuværende fase, men bør undersøges ved en nærmere analyse i næste fase.

8.3.3 Plan- og miljøforhold

Korridoren går ikke gennem hverken Natura 2000-områder eller vildtreservater på det marine område. Den østligste del af korridoren går på land gennem Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord, der omfatter Habitatområde H195 (se Figur 6-2).

Det kan ikke på dette vidensniveau udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til bropiller eller sænketunnel ved sydgående strøm kan føres ind i Natura 2000-området og naturtypen 1160 *Rev*. Der er tale om et stenrev, der er bevokset med tangskove, og som er et vigtigt levested samt gyde-og opvækstplads for en lang række fisk. Sedimentfaner kan skygge for planterne, og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage væksthæmning og i værste tilfælde, at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. Det anbefales at disse potentielle effekter vurderes nærmere i den næste del af forundersøgelsen, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner og sedimentationsraten af spildt sediment vha. en hydraulisk model og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons værdier.

Hvis der etableres en sænketunnel med undersøisk dæmning over den dybeste strækning, kan dette påvirke gennemstrømningen af vand i området. Konsekvenserne heraf anbefales undersøgt nærmere i næste del af forundersøgelsen ved at modellere blokeringseffekten af dæmningen vha. en hydraulisk model.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende vand- og landfugle kan flyve over korridoren. Påvirkningen af disse bør også vurderes nærmere i næste del af forundersøgelsen.

Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning. Eventuelle barriereeffekter eller kollisionsrisici for fugle skal undersøges og vurderes i forbindelse med miljøkonsekvensvurdering af projektet.

Stenrev udenfor Natura 2000-områder, råstofområder og militære skydeområder berøres ikke af korridoren. Der ligger en række skibsvrag af ikke kendt arkæologisk interesse i korridoren (se Figur 6-7).

8.4 KKØ-2 Røsnæs - Samsø Syd

8.4.1 Beskrivelse

Alternative KKØ-2 korridorer er valgt for at føre trafikken uden om Samsø. Korridorerne kan kun kombineres med korridoren KKV-3.2. Korridorerne er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. To varianter er undersøgt på dette stadie af forundersøgelsen:

- KKØ-2.3 starter i knudepunkt Nyby Vest og slutter i knudepunkt Samsø Syd. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 20,56 km.
- KKØ-2.4 starter i knudepunkt Nyby Øst, for at undgå Natura 2000-området på Røsnæs helt, og slutter i knudepunkt Samsø Syd. Herved bliver den samlede længde mellem knudepunkter 22,35 km.

8.4.2 Teknisk vurdering

De tekniske løsninger er de samme som for referencekorridoren beskrevet i afsnit 8.3.2.

8.4.2.1 Bro

For broløsning vej/bane er anvendt toetagers brodrager. For kombination med KKV-3 vil der derfor være behov for en overgangskonstruktion, hvor vej og jernbane samles i samme niveau for at fortsætte på bro vest for Samsø. Sådan en konstruktion er mere kompliceret på vand, men kan udføres med portal rammer. Konstruktionen er ikke undersøgt nærmere på dette stadie af forundersøgelsen, men længden vil være ca. 300 m til hver side af knudepunkt Samsø Syd eller 600 m i alt. Ved prisoverslag er enhedspris for den dyrere højbro anvendt, indtil Samsø Syd og enhedspris for den billigere lavbro er anvendt fra Samsø Syd. Dette er, som gennemsnit vurderet prismæssigt at repræsentere en overgangskonstruktion.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes at være den samme som for KKØ-2.1 og KKØ-2.2, dvs.:

Forhøjet risiko

8.4.2.2 Tunnel

Tunnel fra Røsnæs og syd om Samsø er på grund af tiden og økonomien i denne del af forundersøgelsen ikke behandlet yderligere. Ved en tunnelløsning vil det være mere oplagt at fortsætte over Samsø i tunnel via Hjalmarsgård. Alternativt kunne der vurderes en løsning med en kunstig ø for at fortsætte på lavbro. Det er dog værd at bemærke at skulle en passage af kysten i cut & cover ved Nyby Vest vise sig problematisk ud fra et naturbeskyttelsesperspektiv vil der også være mulighed for at udgå fra Nyby Øst.

8.4.3 Plan- og miljøforhold

Det meste af strækningen er identisk med broløsningen for KKØ-2 Røsnæs - Samsø (Hjalmarsgård) (se denne i afsnit 8.3). Den østligste del af strækningen vil ikke påvirke følsomme miljø- og planforhold på det marine område, men vil ved ilandsætningspunkt på Røsnæs ligge delvist indenfor et Natura 2000-område, som for KKØ-2.

8.5 KKØ-3 Asnæs - Samsø (Vesborg Fyr)

8.5.1 Beskrivelse

KKØ-3 er den sydligste vurderede korridor mellem Sjælland og Samsø og har udgangspunkt på Asnæs. Korridoren er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. Korridoren udmærker sig ved mere jævnt havbundsniveau ved sejlruten end ved KKØ-2 og dermed mulighed for billigere anlægsløsninger. Desuden går korridoren over en grund, hvor der er mulighed for at etablere en kunstig ø og hermed opdele strækningen i bro i vest og tunnel i øst. Det vil have den fordel, at skibstrafikken kan sejle uhindret øst om den kunstige ø, men uden behov for tunnel hele vejen til Samsø. To varianter er undersøgt på dette stadie af forundersøgelsen:

- KKØ-3.1 starter i knudepunkt Asnæs Syd på den sydlige del af Asnæs og slutter i knudepunkt Vesborg Fyr. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 27,25 km.
- KKØ-3.2 starter i knudepunkt Asnæs Nord, som giver lidt kortere korridor, men til gengæld går gennem Natura 2000-området på vestenden af Asnæs, hvorfor en boret tunnel af natur hensyn kan blive nødvendig. Modsat punktet på Røsnæs Nyby Vest strækker Natura 2000-området sig længere ind på land ved Asnæs Nord. Herved bliver den samlede længde mellem knudepunkter 26,0 km.

Hvis korridoren bliver lagt sydligere, vil det ud fra en foreløbig vurdering have følgende konsekvenser:

- Afstanden til det sydlige knæk på Rute T vil blive mindre, hvilket umiddelbart er vurderet uhensigtsmæssigt for skibstrafikken;
- Afstanden mellem den nord- og sydgående skibstrafik vil blive større (AIS målinger i bilag 4-1 viser at skibe som sejler i de to separerede sejlruter, adskilles ned mod det sydligste knæk af T ruten), hvilket vil kræve mere hovedbro hvis broløsning;
- Afstanden til havvindmølleparken ved Paludans Flak vil blive kortere, hvilket kan være uhensigtsmæssigt for en broløsning, både for vindmøllerne og bro, bl.a. mht. skyggevirkninger og turbulens;
- Del af korridoren nær Samsø vil være på dybere vand;
- Korridoren vil blive længere.

Derfor er korridor KKØ-3 på det foreliggende grundlag ikke placeret sydligere. Nye oplysninger, som led i den næste del af forundersøgelsen kan dog ændre på disse vurderinger.

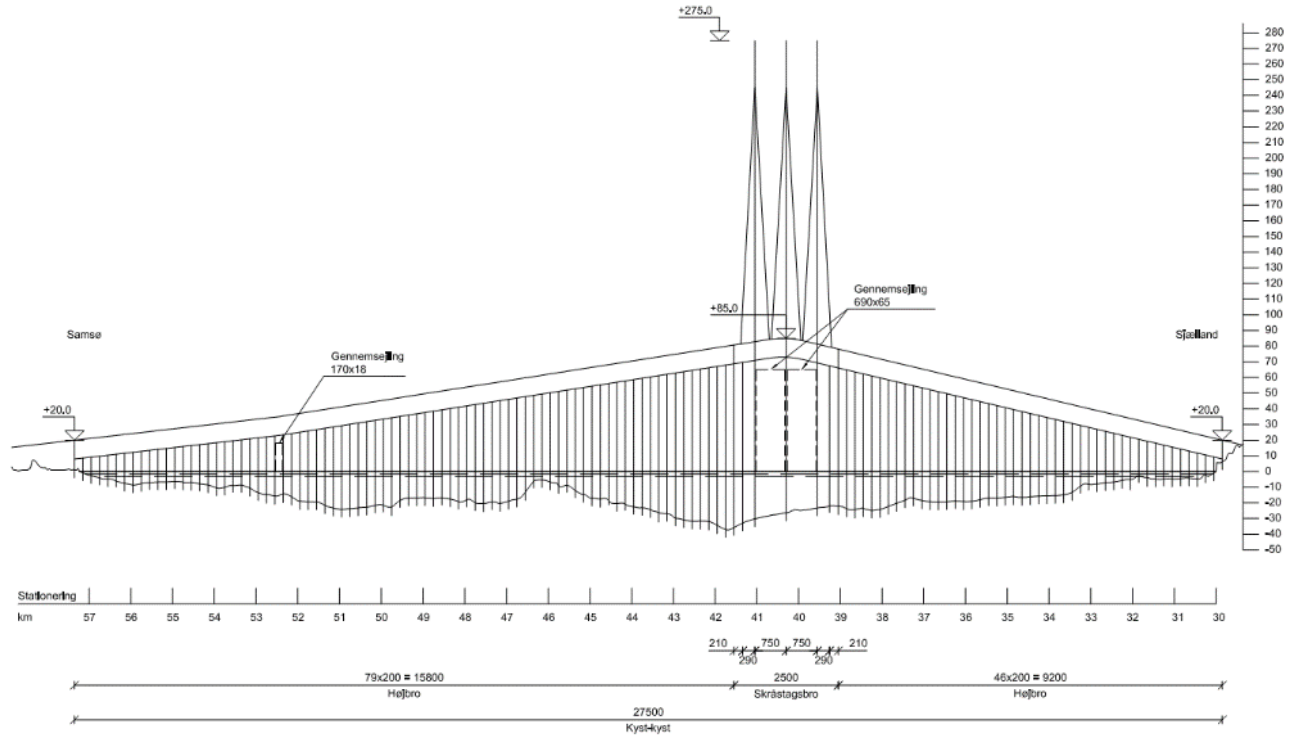
8.5.2 Teknisk vurdering

Den tekniske løsning kan være enten bro, tunnel eller kombineret bro og tunnel.

8.5.2.1 Bro

Bro er anvendt for KKØ-3.1 korridoren. Vanddybden ved sejlrenden er mere moderat og jævn end ved KKØ-1 og KKØ-2. Derfor er anvendt en billigere skråstagsbro løsning med 3 pyloner og 2 gennemsejlingsfag svarende til Femernbælt konceptdesign, hvor gennemsejlingsfag havde 724 m spændvidde.

KKØ-3.1 korridoren ligger med skrå skæring af sejlruten på 75 grader, hvorfor nødvendigt hovedfag på Kattegat bliver ca. 750 m. Tilslutningsbroerne er højbro med 200 m faglængde. Broløsningen er optegnet i Figur 8-18 for kombineret vej/bane. Udfletningsanlæg på land er ikke vist.



Figur 8-18 KKØ-3.1 længdeprofil bro vej/bane (Bilag 8-6 i bilagsmappen)

Tilslutningsfag er ved Asnæs ført 150 m fra kystlinje ind i land af miljømæssige hensyn.

Broløsningen er baseret på Femernbælt konceptdesign, men dog ikke på en opført bro med samme spændvidde. Den nærmeste sammenlignelige opførte bro er Quensferry Crossing vejbroen i Skotland.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Acceptabel risiko

8.5.2.2 Tunnel

En tunnel over hele strækningen er ikke på dette stadie af forundersøgelsen af hensyn til tid og økonomi undersøgt nærmere, da der med fordel kan etableres en væsentlig billigere lavbro over den sidste tredjedel (cirka 10 km) af strækningen uden nogen p.t. identificerede negative påvirkninger, se næste afsnit.

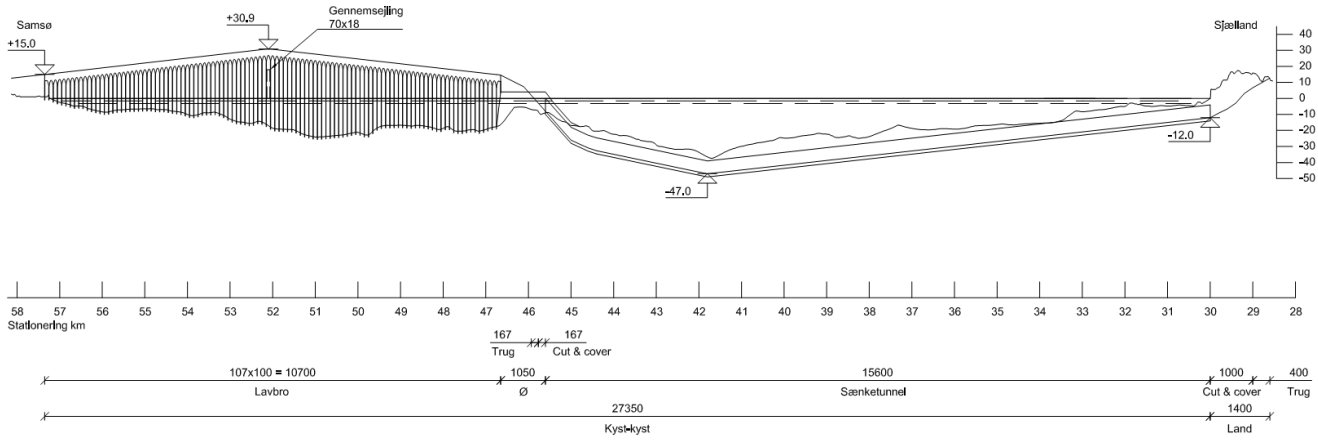
8.5.2.3 Kombineret bro og tunnel

Tunnelløsning er anvendt over første del af korridoren, hvor T-ruten krydses, og der er stor vanddybde. Hvor korridoren passerer en grund med kun 5 m vanddybde, opbygges en overgangsø og konstruktionstypen skifter til lavbro med 100 m fag. Den kunstig ø vil have en samlet længde omkring 1-1.5 km alt efter hvilken tunnel løsning der anvendes under T-ruten.

8.5.2.3.1 Sænketunnel

For KKØ-3.1 korridoren (Asnæs Kyst Syd) er en sænketunnel undersøgt nærmere i denne del af forundersøgelsen, da der ikke ved Asnæs Syd er noget Natura 2000-område, som direkte berøres.

Kombineret bro og tunnelløsning er optegnet i Figur 8-19.



Figur 8-19 KKØ-3.1 længdeprofil sænketunnel og lavbro vej/bane (Bilag 8-7 i bilagsmappen)

Ved Asnæs er der behov for omfattende cut & cover tunnel og trug pga. terrænet. Illustrationen på Figur 8-17 er også relevant for hvordan en tunnelportal på Asnæs vil se ud.

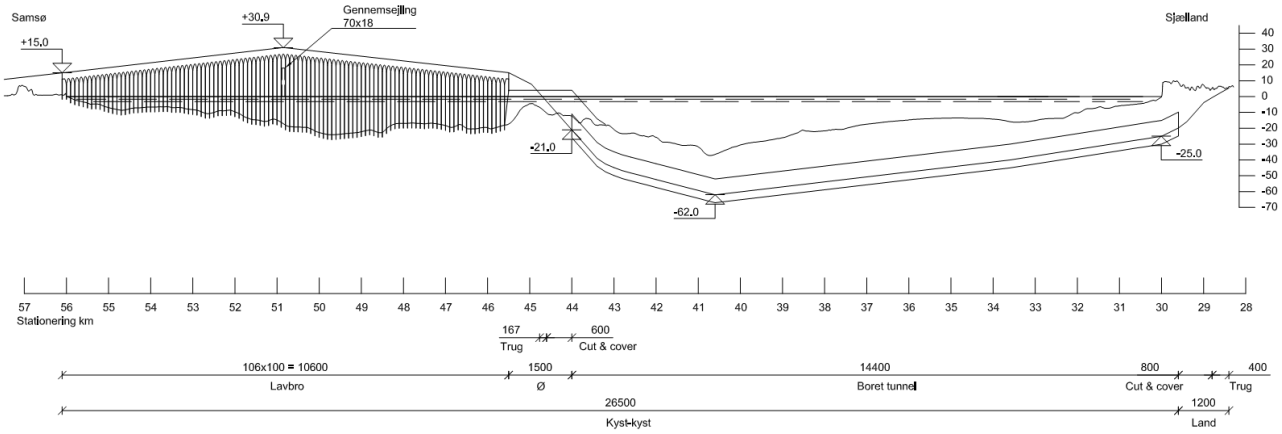
Sænketunnel løsningen er kortere end Femern, hvorfor samme sikkerheds koncept må forventes at kunne anvendes. Tunnelen ligger under havbunden uden dæmning og overskrider ikke kendt funderingsdybder.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Acceptabel Risiko

8.5.2.3.2 Boret tunnel

For KKØ-3.2 korridoren er der på dette stadie af forundersøgelsen set nærmere på at anvende boret tunnel som undgår påvirkning af N2000-området på nordvest spidsen af Asnæs. Den kombinerede bro- og tunnelløsningen er optegnet i Figur 8-20.



Figur 8-20 KKØ-3.2 længdeprofil boret tunnel og lavbro vej/bane (Bilag 8-8 i bilagsmappen)

Ved Asnæs er der til den undersøgte løsning behov for omfattende cut & cover tunnel og trug pga. terrænet og behovet for tilstrækkelig jord dække over den borede tunnel.

Den borede tunnel langs KKØ-3.2 er beliggende13 m højere end hvad der betragtes som velkendt erfaring mht. maksimal dybde. Den borede del er på 14.4 km og ved boring med TBM fra begge sider vil hver maskine bore omkring 7.2 km. Dette er således mindre den normale grænse på 9 km hvor en omfattende renovering af maskinernes hovedleje kan komme på tale. Samtidigt vil en eventuel intervention udefra til borehovedet skulle udføres under et mindre vandtryk. Det må dog siges at kombinationen af de lange stræk på 7.2 km og det relativt høje tryk på 62 m vanddybde bringer denne løsning i en forhøjet risiko kategori.

Løsningen baseret på den borede tunnel er kortere end Femern boret tunnelkonceptløsningen, hvorfor samme sikkerheds koncept må forventes at kunne anvendes. Tunnelen ligger under havbunden uden dæmning og overskrider ikke kendt funderingsdybder.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Forhøjet risiko

8.5.3 Plan- miljøforhold

Den østligste del af korridoren forløber umiddelbart syd for Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord, der omfatter habitatområde H195. (se Figur 6-2). Vildtreservater berøres ikke.

Det kan ikke på dette vidensniveau udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til sænketunnel, kan påvirke naturtypen 1160 *Rev* i Natura 2000-området. Under nordgående strøm kan sedimentfaner skygge for algebevoksningen på stenene, og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage vækshæmning og i værste tilfælde, at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. Vælges en boret tunnel, vil denne effekt ikke opstå, ligesom vegetationen ikke vil påvirkes, hvis gravearbejderne ikke udføres i planternes vækstsæson forår og sommer. Der ses nærmere på disse potentielle effekter i forundersøgelsens næste faser, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner sedimentationsraten af spildt sediment vha. en hydraulisk model og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons-værdier.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende vand- og landfugle kan flyve over korridoren. Påvirkninger på disse dyrearter vurderes nærmere i næste del af forundersøgelsen.

Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning.

Den østlige- og den vestlige del af korridoren krydser også stenrev, der ikke ligger i et Natura 2000-område, som kan påvirkes direkte eller indirekte af sedimentspild og den vestlige del krydser to råstofområder. Desuden ligger der en række skibsvrag af ikke kendt arkæologisk interesse i korridoren. Militære skydeområder berøres ikke af korridoren. (se Figur 6-6).

8.6 KKØ-3 Asnæs - Samsø Syd

8.6.1 Beskrivelse

Alternative KKØ-3 korridorer er udvalgt for at undersøge mulighederne for at føre trafikken helt uden om Samsø. Korridorerne kan kun kombineres med korridoren KKV-3.2. Korridorerne er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. To varianter er undersøgt på dette stadie af forundersøgelsen:

- KKØ-3.3 starter i knudepunkt Asnæs Syd og slutter i knudepunkt Samsø Syd. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 25,43 km.
- KKØ-3.4 starter i knudepunkt Asnæs Nord og slutter i knudepunkt Samsø Syd. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 24,18 km.

8.6.2 Teknisk vurdering

De tekniske løsninger er de samme, som for korridorerne beskrevet i afsnit 8.5.2.

For broløsning vej/bane er anvendt toetagers brodrager. For kombination med KKV-3 vil der derfor være behov for en overgangskonstruktion, hvor vej og jernbane samles i samme niveau for at fortsætte på lavbro vest for Samsø. Sådan en konstruktion er mere kompliceret på vand, men kan udføres med portal rammer som for Øresund på Peberholmen. Konstruktionen er ikke undersøgt nærmere i denne del af forundersøgelsen, men længden vil være ca. 300 m til hver side af knudepunkt Samsø Syd eller 600 m i alt. Ved prisoverslag er enhedspris for den dyrere højbro er anvendt indtil Samsø Syd og enhedspris for den billigere lavbro anvendt fra Samsø Syd. Dette er som gennemsnit vurderet prismæssigt at repræsentere en overgangskonstruktion.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes at være den samme som for KKØ-3.1 og KKØ-3.2, dvs.:

Acceptabel risiko

8.6.3 Plan- og miljøforhold

Den østligste del af korridoren krydser Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord, der omfatter habitatområde H195. Her berøres habitatnaturtypen 1170 Rev direkte, hvis der etableres en sænketunnel (se Figur 6-2). Vælges en boret tunnel vil naturtypen ikke berøres.

Det kan ikke på dette stadie af forundersøgelsen udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til sænketunnel, også kan påvirke naturtypen 1160 *Rev* i andre dele af Natura 2000-området. Sedimentfaner kan skygge for algebevoksningen på stenene og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage vækstthæmning og i værste tilfælde at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. Vælges en boret tunnel vil denne effekt ikke opstå, ligesom vegetationen ikke vil påvirkes hvis gravearbejderne ikke udføre i planternes vækstsæson forår og sommer. Disse effekter bør vurderes nærmere i næste del af forundersøgelsen, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner sedimentationsraten af spildt sediment vha. modeller og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons-værdier.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende vand- og landfugle kan flyve over korridoren. Påvirkninger af disse dyrearter bør vurderes nærmere i næste del af forundersøgelsen. Natur- og vildtreservater berøres ikke.

Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med pas-

sende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning. Eventuelle barriereeffekter eller kollisionsrisiko for fugle skal undersøges og vurderes i forbindelse med næste faser af projektet.

Den østlige og vestlige del af korridoren krydser stenrev, der ikke ligger i et Natura 2000-område og som kan påvirkes direkte eller indirekte af sedimentspil og den vestlige del krydser et råstofområde. Desuden ligger der en række skibsvrag af ikke kendt arkæologisk interesse i korridoren. Militære skydeområder berøres ikke af korridoren (se Figur 6-6).

8.7 KKØ-4 Asnæs - Samsø (Hjalmarsgård)

8.7.1 Beskrivelse

KKØ-4.1 korridoren udmærker sig ved at være den korteste korridor mellem Asnæs og Samsø.

Korridoren er vist i Figur 8-1 og Figur 8-2. Korridoren starter i knudepunkt Asnæs Nord og slutter i knudepunkt Hjalmarsgård. Den samlede længde mellem knudepunkter er 23,0 km.

Korridorens nord/sydlige placering har i denne del af forundersøgelsen været baseret på at finde det korteste knudepunkt på land. En sydligere placering mellem knudepunkter ville give længere afstand og sammenfald med korridor KKØ-3. En nordligere placering mellem knudepunkter ville også give længere, eller uændret, afstand. Derfor er korridoren på dette stadie af forundersøgelsen placeret, som vist.

8.7.2 Teknisk vurdering

8.7.2.1 Bro

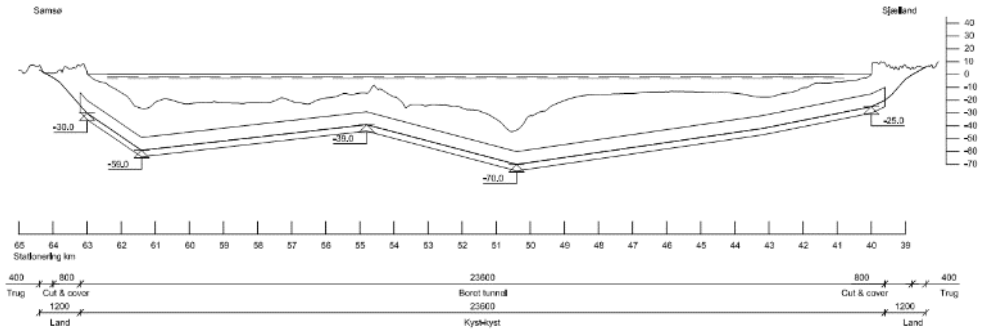
En broløsning langs KKØ-4.1 er ikke vurderet, da den ikke vurderes relevant grundet dens påvirkning på Natura 2000-området på nordvest spidsen af Asnæs.

Skulle en brokorridor mellem Asnæs og Hjalmarsgård anvendes, bør den derfor udgå fra knudepunkt Asnæs Syd. En sådan løsning er dog ikke vurderet i nærværende undersøgelse.

8.7.2.2 Tunnel

8.7.2.2.1 Boret tunnel

For at undgå at påvirke Natura 2000-området på nordvest spidsen af Asnæs er der i denne fase af forundersøgelsen valgt at analysere på en boret tunnel. Tunnelløsningen er optegnet i Figur 8-21.



Figur 8-21 KKØ-4.1 længdeprofil boret tunnel (Bilag 8-9 i bilagsmappen)

Ved både Asnæs og Samsø er der behov for omfattende cut & cover tunnel og trug pga. terrænet og behovet for tilstrækkeligt jorddække over den borede tunnel.

Det skal bemærkes at dybdepunktet for den borede tunnel langs denne korridor ikke er dybere end kote -75 m, hvilket ud fra et tunneleringsperspektiv vurderes at være inden for velafprøvede forhold. Som det ses på Figur 8-9 er korridoren fornuftigt lagt i relation til at passere den del af depressionen med mindst vanddybde.

Den borede tunnel vil her være 23.6 km lang (med boring fra hver side vil hver TBM bore ca. 12 km). Dette er længere end den typiske levetid på TBM hovedlejet og der må anses at være en forhøjet risiko. Længden af den lukkede tunnelstrækning vil være 25.2 km. Dette er 40% længe end for det udviklede koncept på Femern og kan derfor ikke antages at være direkte genanvendeligt. En verifikation vil kræve en mere dybdegående analyse end der er mulighed for at foretage i denne indledende linjeføringsovervejelse.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Forhøjet risiko

8.7.2.2.2 Sænketunnel

En kyst-kyst sænketunnel vurderes også på det foreliggende grundlag at kunne være en mulig løsning. Længden på tunnelen vil være cirka 24 km og dermed 35% længere Femern. De på Femern etablerede sikkerhedskoncepter skal derfor revurderes i sammenhæng med de andre ændrede forhold som beskrevet i afsnit 5.3.7. Der bør arbejdes videre med denne analyse i næste fase af forundersøgelsen. Ud fra et anlægsteknisk synspunkt skaber den længere tunnel ikke en forøgelse af projektrisikoen som derfor vurderes til:

Acceptabel risiko

8.7.3 Plan- og miljøforhold

Den østligste del af korridoren krydser Natura 2000-område N166 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord, der omfatter habitatområde H195. Her berøres habitatnaturtypen 1170 Rev direkte, hvis der etableres en sænketunnel (se Figur 6-2). Vælges en boret tunnel vil naturtypen ikke berøres. Det skal i den næste

del af forundersøgelsen nærmere vurderes, hvorvidt påvirkningen af habitatnaturtypen 1170 kan udelukkes som væsentlig.

En boret tunnel vil ikke påvirke marine plan- og miljøforhold, bortset fra der, hvor det udborede materiale placeres. Dette er der dog endnu ikke taget stilling til på dette stadie af forundersøgelsen.

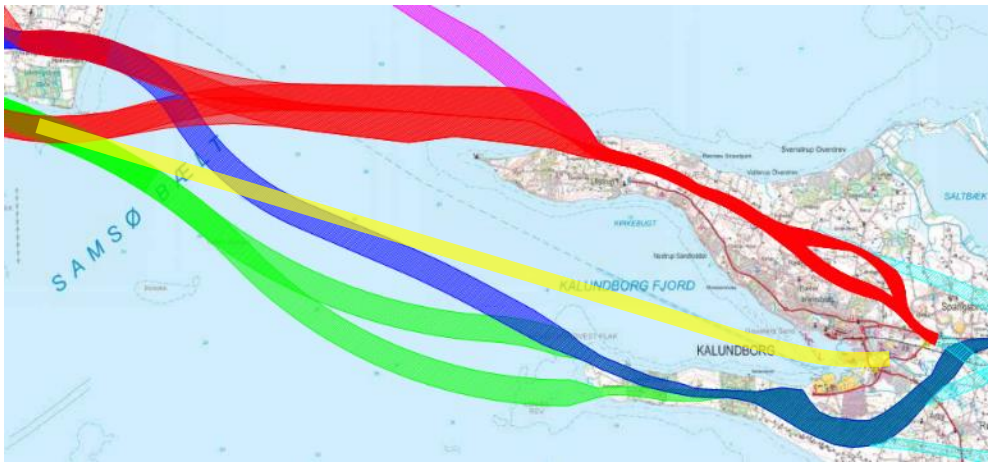
Korridoren går næsten nord om fællesområde for råstoffer.

8.8 KKØ Kalundborg – Samsø Syd

8.8.1 Beskrivelse

Som et muligt alternativ til Røsnæs og Asnæs er også på dette stadie af forundersøgelsen overvejet en boret tunnel fra Kalundborg øst under Kalundborg By, Kalundborg Fjord og med landingspunkt Samsø Syd eller Hjalmarsgård.

Kalundborg-Samsø Syd er vist, som eksempel med gult på kortudsnittet på Figur 8-22.



Figur 8-22 KKØ Tunnel under Kalundborg Fjord

En boret tunnel er den eneste løsning, som ikke vil forstyrre Kalundborg Fjord, som er et Natura 2000-område og påvirke naturtyperne i området i betydeligt omfang. De øvrige tekniske løsninger er derfor ikke relevante muligheder at overveje baseret på analyseparameteret for miljø og natur på hav.

Kyst-kyst vil på denne strækning blive meget lang (ca. 34 km), og således også meget dyr i forhold til de øvrige undersøgte løsninger, hvoraf den korteste kun er godt halvt så lang.

8.8.2 Teknisk vurdering

8.8.2.1 Boret tunnel kyst-kyst

En tunnel kyst-kyst på 34 km er væsentligt længere end Lærdal tunnelen i Norge på 24,5 km, som er verdens længste vejtunnel.

Anlæg af en sådan boret tunnel vil med boring fra begge sider kræve en boring på 17 km pr side. Dette er næsten dobbelt så langt som den forventede levetid på en tunnelboremaskines hovedleje og vil kræve usædvanligt vedligehold. Tilsvarende vil der være en ikke uvæsentlig risiko for at en maskine bryder ned uden nem adgang for vedligehold.

Denne vejtunnel fra 2000 er efterfulgt af vejtunneller gennem bjerg i Kina, Schweiz og Østrig på omkring 14-18 km. Verdens længste planlagte undersøiske vejtunnel er den 27 km lange Rogfast tunnel i Norge (sikkerhedskoncept udført af COWI) efterfulgt af Femern tunnel (Danmark/Tyskland) på 18 km.

Ventilation og redning for en meget lang undersøisk vejtunnel vil afhænge af trafikmængde og sammensætningen f.eks. el-biler vil i fremtiden ikke kræve nær så megen ventilation, som i dag. En 34 km lang vejtunnel vil uden tvivl være forbundet med en del brugermæssige, installationstekniske og driftsmæssige komplikationer.

Boret tunnel imellem England og Frankrig fra 1995 med jernbane er 50 km lang, hvor biler kan overføres med jernbanen. Verdens længste undersøiske tunnel er Seikan tunnel i Japan fra 1988 (23 km undersøisk og 54 km i alt for kun jernbane inkl. højhastighedstog).

Der er derfor i nærværende rapport valgt ikke at undersøge denne korridormulighed ligeså grundigt som de øvrige foreløbige korridorforslag, og den er således ikke medtaget på kortbilag og i oversigtstabeller.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Uacceptabel risiko

8.8.2.2 Kombineret bro-tunnel

Der vurderes på det foreliggende grundlag, at der er mulighed for at kombinere den borede tunnel under Kalundborg Fjord med en kunstig ø svarende til løsningen præsenteret i afsnit 8.5.2.3.2.

Længden af den borede tunnel vil blive forøget med cirka 10 km fra 14,4 km til 24,4 km hvortil der skal lægges cirka 1,5 km cut & cover, så den lukkede strækning bliver i alt ca. 26 km. Dertil kommer den kunstige ø på 1,5 km og 10,6 km lavbro.

Med en boret længde på 24,4 km skal der bores 12,2 km fra hver side. I relation til håndreglen om at hovedlejet kan holde til cirka 9 km boring, skal der således bores cirka 30% over denne grænse for alle 4 maskiner. Det er ikke utænkeligt

at det er muligt at planlægge sig ud af dette, men det må undersøges nærmere i en kommende fase.

Denne løsning kan ikke udelukkes umiddelbart ud fra et teknisk perspektiv, men må betragtes som markant dyrere end andre alternativer som f.eks. korridorer fra knudepunkt Asnæs syd, som heller ikke passerer Natura 2000-områder.

Der er derfor i nærværende rapport valgt ikke at undersøge denne korridormulighed ligeså grundigt som de øvrige foreløbige korridorforslag, og den er således ikke medtaget på kortbilag og i oversigtstabeller.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes som:

Forhøjet risiko

8.9 Sammenfatning Kyst-Kyst Øst

8.9.1 Foreløbige korridorer

Der er undersøgt fire foreløbige korridorer for kyst-kyst øst for Samsø (KKØ). De to første korridorer KKØ-1 og KKØ-2 har udgangspunkt på den nordlige del af Røsnæs, mens de to øvrige korridorer KKØ-3 og KKØ-4 har udgangspunkt på Asnæs. Landgang på Samsø er enten ved Besser, Hjalmarsgård eller Vesborg Fyr. Muligheden for at gå helt syd om Samsø, uden tilslutning til Samsø, er også undersøgt. Dette har resulteret i 10 foreløbige kombinationer for KKØ-korridorer. Længden af disse korridorer varierer mellem 18,0 km og 27,5 km.

Som et muligt alternativ til Røsnæs og Asnæs er også overvejet en boret tunnel fra Kalundborg øst under Kalundborg By, Kalundborg Fjord og med landingspunkt på Samsø ved Hjalmarsgård eller Vesborg Fyr. Længden bliver ca. 34 km. Der er mulighed for at kombinere den borede tunnel under Kalundborg Fjord med en kunstig ø svarende til løsningen præsenteret for korridor KKØ-3.

Fælles for de fire korridorer er, at vanddybden typisk er op til 20 m undtaget ved T-ruten, hvor vanddybden varierer mellem 37 m og 57 m afhængig af korridor.

Længdeprofiler med angivelse af mest oplagte konstruktionstyper er optegnet for syv udvalgte løsninger. Dette er gjort for kombineret vej og jernbane. Konstruktionstyper omfatter bro eller tunnel på hele strækningen eller kombineret bro og tunnel inklusiv kunstig ø ved overgang fra bro til tunnel. For tunnelløsningerne er omfang af cut & cover tunnel og trug desuden undersøgt.

Korridorernes og de anlægstekniske løsningers endelige påvirkning af omgivelserne afhænger af, hvor de endelige korridorer placeres, samt i sidste instans hvor de enkelte linjeføringer placeres indenfor korridorerne. Der arbejdes videre med en optimering af de enkelte korridorvalg med tilhørende linjeføringer og anlægstekniske løsninger i den næste fase af forundersøgelsen.

Nedenfor opsamles den samlede foreløbige vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige løsninger ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne meget indledende del af forundersøgelsen.

8.9.2 Broløsninger

For broløsninger vil der af hensyn til skibstrafikken være behov for et stort gennemsejlingsfag svarende til Storebælts Østbro eller alternativt to mindre gennemsejlingsfag med separeret skibstrafik. For at opnå de nødvendige spændvidder er der behov for enten en konventionel hængebro med to pyloner og et hovedfag eller en skråstagsbro med tre pyloner og to hovedfag.

Tilslutningsbroer med 200 m fag er vurderet hensigtsmæssig grundet de relativt store havdybder og risiko for skibsstød. Det er nødvendigt med undersøisk rev for at sikre tilslutningsbroerne mod skibsstød. Et 2,5 km langt rev er skitseret.

De vestlige tilslutningsbroer for alle KKØ broløsninger er på dette stadie af forundersøgelsen vurderet at være udsat for en stor og vanskeligt håndterbar risiko for kategori IV kollisioner (skibe på afveje hvor vanddybder ikke sætter nogen begrænsning), der er associeret med den store trafik i Rute T, men eksponerer konstruktioner selv langt fra ruten. Denne risiko leder til frekvenser af kollisioner, skade og afbrydelser, der væsentligt overstiger frekvenserne for Storebælt, men som måske kan gøres sammenlignelige med det frekvensniveau, der har været diskuteret som acceptabelt for en bro over Femern Bælt. Det anbefales at de generelt høje frekvenser for KKØ broløsninger, som bidrager til en øget drifts- og projektrisiko, undersøges nærmere i næste fase.

KKØ-1 er meget tæt på Rute T's nordlige knæk ved Hatter Barn og Rev, og arrangement af trafikseparation for gennemsejling af broen vil tilføje en kompleksitet til et i forvejen udfordret område, der vil bidrage til en øget drifts- og projektrisiko. Korridoren leder til en skæv skæring imellem broen og Rute T, og skæringen er placeret på en del af Rute T, hvor skibstrafikken giver sig selv plads. Denne placering fordrer derfor et ekstra langt hovedspænd. Korridorens nærhed til knækket på Rute T udsætter tilslutningsbroen for en stor risiko for kategori II kollisioner (skibe der glemmer at dreje), der ikke vil være tilstrækkelig varslet til, at trafikken på broen kan evakueres.

I forhold til det navigationsmæssige arrangement forekommer KKØ-2 på nuværende tidspunkt at være den bedste korridor. Krydsningen af Rute T er stort set vinkelret. Den foregår hvor skibstrafikken er mest fokuseret og ligger i størst mulig afstand fra knækkene i nord og syd på Rute T.

KKØ-3 ligger i passende afstand til det sydlige knæk på Rute T og den foreslåede dobbelte skråstagsbro passer godt til den mere spredte trafik her. Korridorens sydlige placering begrænser pladsen, der er til rådighed til en hensigtsmæssig forbindelse imellem Rute T og farvandet sydvest for Samsø. Tærsklen imellem Fyns hoved og Samsø begrænser mulighederne for skibe med større dybgang i at nå den sydlige indgang til trafikseparationen, der skal etableres ved

Rute T's passage af KKØ-3. Løses denne udfordring ikke tilfredsstillende, vil det være nødvendigt at tilføje endnu en navigationsåbning for større skibe, og dermed føje uønsket kompleksitet til en broløsning i KKØ-3. Denne problemstilling forværres af, at det vurderes nødvendigt at etablere et undersøisk beskyttelsesrev umiddelbart vest for Rute T og nord for rutens knæk.

8.9.3 Tunnelløsninger

4 forskellige konfigurationer med tunnel er undersøgt:

- Sænketunnel kyst-kyst
- Boret tunnel kyst-kyst
- Sænketunnel + lavbro
- Boret tunnel + lavbro

Tunnelløsningerne og korridorerne i KKØ er generelt præget af den dybe depression i havbunden. Dette gælder specielt området umiddelbart vest for Røsnæs. Tunnellængderne i KKØ-korridorerne varierer mellem ca. 18 km og 25 km portal-portal.

For sænketunneller vurderes de undersøgte løsninger at være inden for området hvor et Femern sikkerhedskoncept fortsat forventes at kunne implementeres, og en udelukkelse af de lange sænketunneler på det nuværende stade kan derfor ikke ske. En nærmere vurdering af denne problematik kræver at emnet analysers i de kommende faser af Kattegat projektet, herunder de forskelle der er på de to projekter ud over længden i form af trafiksammensætning og intensitet, regelsæt osv.

Den borede tunnel løsning bør derfor vurderes nærmere i kommende faser inden det be- eller afkræftes at det er gennemførbart. Dog vurderes de borede tunnel løsninger på over 18 km at kræve ekstra analyse. Dette både ud fra et TBM teknisk perspektiv i relation til slid på maskinen, men også i relation til sikkerhedskonceptet.

Ovennævnte korridorer har alle udgangspunkt på Røsnæs eller Asnæs. Der er også overordnet vurderet en boret tunnel korridor med udgangspunkt øst for Kalundborg. Denne korridor vil øge tunnellængden med 12 km til mellem 27 km og 37 km alt efter korridor for en tunnel kyst-kyst. Som nævnt ovenfor er dette en voldsom ekstrapolation over et boret tunnelsikkerhedskoncept der ikke er verificeret til bunds i referenceprojektet Femern. Det vurderes derfor at indebære en stor projektrisiko. En løsning der dog ikke kan udelukkes, er en kombination af en boret tunnel under Kalundborg fjord kombineret med en lavbro, hvor den borede tunnel under Natura 2000-området så vil blive omkring de 25 km. En sådan løsning må dog betragtes som en løsning med Forhøjet risiko.

8.9.4 Plan- og miljøforhold

Korridorerne, der udgår fra Røsnæs, undgår generelt Natura 2000-området Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord for det marine område, men på kysten er der kortlagt kalkoverdrev (prioriteret naturtype) samt kystklint og stenstrand med enårig vegetation i den del af korridoren, der berører Natura 2000-område. Det er ved korridorvalg forudsat, at en væsentlig påvirkning af den prioriterede naturtype bør kunne undgås, samt at påvirkningerne af de øvrige naturtyper ikke sker i betydeligt omfang. Desuden går korridorerne udenom fællesområder og potentielle fællesområder for råstofindvinding. I korridorerne er der gjort en del marinarkæologiske fund på havbunden (skibsvrag). Korridorerne går alle gennem et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren.

De nordlige korridorer på Asnæs passerer Natura 2000-området Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord, herunder foreløbigt kortlagte habitattyper, stenrev og bugt. Det er ligeledes ved disse korridorvalg forudsat, at en væsentlig påvirkning af den prioriterede naturtype bør kunne undgås, samt at påvirkningerne af de øvrige naturtyper ikke sker i betydeligt omfang. Alle korridorer fra Asnæs passerer et fællesområde og et potentielt fællesområde for råstofindvinding samt flere kortlagte stenrev uden for Natur 2000-området. Der er ligeledes her gjort en del marinarkæologiske fund på havbunden (skibsvrag). Korridorerne går alle gennem et kerneområde for bilag IV- arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren.

For den borede tunnelløsning er det primært placeringen af det udborede havbundsmateriale, der kan give miljøpåvirkninger, samt en eventuel ventilationsø. Disse forhold er dog ikke vurderet nærmere i denne fase af forundersøgelsen.

Samtlige natur- og miljøforhold anbefales vurderet nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at få mere sikkerhed i vurderingerne af, hvorvidt der er væsentlige påvirkninger af de nævnte forhold. På det aktuelle offentligt tilgængelige vidensgrundlag er foreløbigt derfor alene korridorer inden i Kalundborg fjord, på spidsen af Røsnæs samt i havområdet ud for den nordligste del af Samsø - med undtagelse af en boret tunnelløsning - udelukket på dette stadie af forundersøgelsen.

8.9.5 Projektrisiko

Overvejelser om projektrisiko er i nærværende Delrapport foretaget efter kategorisering med 4 risikoniveauer som beskrevet i afsnit 4.2. Dette er gjort for alle 10 foreløbige KKØ-korridorer 1.1, 2.1 til 2.4, 3.1 til 3.4 og 4.1, samt øvrige korridorer 4.2 og Kalundborg Fjord, for beskrevne konstruktionstyper. Projektrisiko er primært vurderet ud fra:

- Broer: Risiko for skibsstød, broløsning og længde af hovedfag i kabelbårne broer i forhold til kendt teknologi;
- Borede tunneler: Længde og dybde i forhold til kendt teknologi, herunder længdens betydning for sikkerhedskonceptet;

- Sænketunneler: Længde og dybde i forhold til kendt teknologi, herunder længdens betydning for sikkerhedskonceptet.

Projektrisiko er sammenfattet i Tabel 8-4. Her er også angivet, for hvilke korridorer og konstruktionsløsninger anlægsoverslag er udarbejdet.

Ingen af løsningerne er i nuværende fase kategoriseret som lav risiko grundet størrelsen og kompleksiteten af en Kattegatforbindelse, og blandt andet det meget begrænsede geotekniske grundlag der er til rådighed.

Syv løsninger er vurderet at have acceptabel risiko: Bro eller kombineret bro og sænketunnel for de to sydlige KKØ-3 korridorer (3.1 og 3.3) samt sænketunnel for korridorerne KKØ-1.1, KKØ-4.1 og KKØ-4.2.

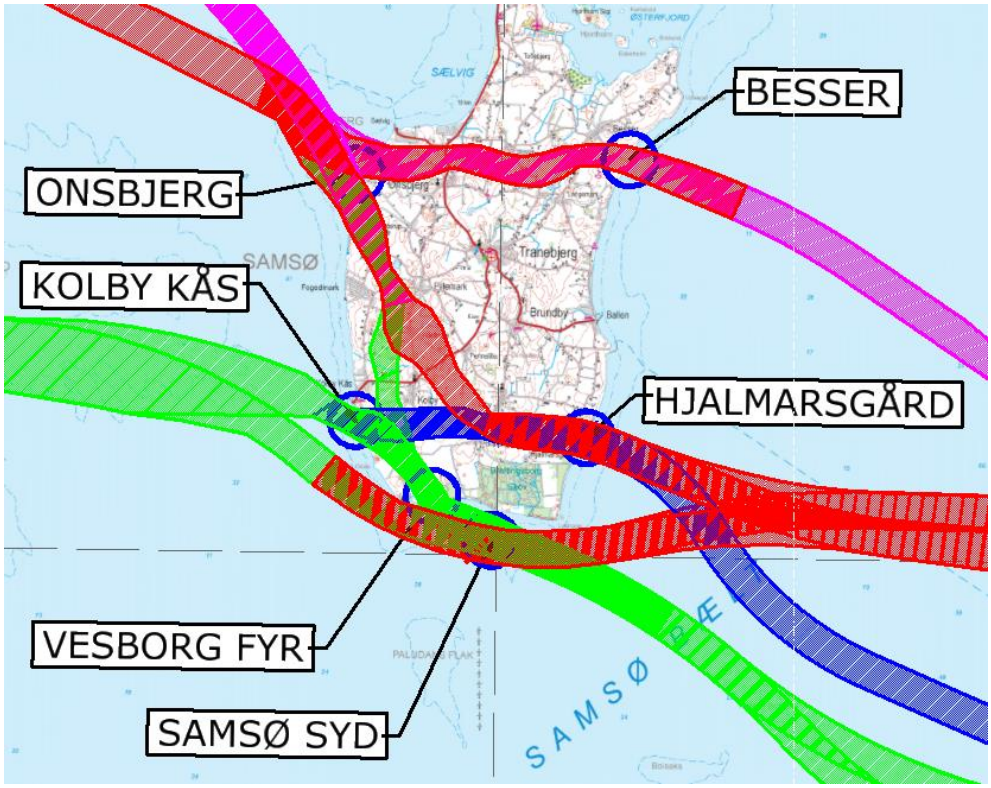
Elleve løsninger er vurderet at have forhøjet risiko: Bro for korridor KKØ-1.1 og alle fire KKØ-2 korridorer (2.1 til 2.4), sænketunnel for de to KKØ-2 korridorer til Hjalmarsgård (2.1 og 2.2), boret tunnel for korridor KKØ-4.1 samt kombineret boret tunnel og lavbro for de to nordlige KKØ-3 korridorer (3.2 og 3.4) og Kalundborg Fjord.

Fire løsninger er vurderet at have uacceptabel risiko: Boret tunnel for KKØ-1.1 og de to KKØ-2 korridorer til Hjalmarsgård (2.1 og 2.2) grundet meget dybt vand, samt boret tunnel under Kalundborg Fjord grundet den meget lange distance, der skal bores for hver TBM uden mulighed for vedligehold.

Tabel 8-4 Sammenfatning af projektrisiko for KKØ-korridorer

Korridor (konstruktionstype)	Anlægsoverslag	Projektrisiko
KKØ-1.1 Nyby Øst - Besser (Hængebro)	Ja	Forhøjet
KKØ-1.1 Nyby Øst - Besser (Sænketunnel)	-	Acceptabel
KKØ-1.1 Nyby Øst - Besser (Boret tunnel)	-	Uacceptabel
KKØ-2.1 Nyby Vest - Hjalmarsgård (Hængebro)	Ja	Forhøjet
KKØ-2.1 Nyby Vest - Hjalmarsgård (Sænketunnel)	Ja	Forhøjet
KKØ-2.1 Nyby Vest - Hjalmarsgård (Boret tunnel)	-	Uacceptabel
KKØ-2.2 Nyby Øst - Hjalmarsgård (Hængebro)	Ja	Forhøjet
KKØ-2.2 Nyby Øst - Hjalmarsgård (Sænketunnel)	-	Forhøjet
KKØ-2.2 Nyby Øst - Hjalmarsgård (Boret tunnel)	-	Uacceptabel
KKØ-2.3 Nyby Vest - Samsø Syd (Hængebro)	Ja	Forhøjet
KKØ-2.4 Nyby Øst - Samsø Syd (Hængebro)	Ja	Forhøjet
KKØ-3.1 Asnæs Syd - Vesborg Fyr (Skråstagsbro)	Ja	Acceptabel
KKØ-3.1 Asnæs Syd - Kunstig ø - Vesborg Fyr (Sænketunnel/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKØ-3.2 Asnæs Nord - Kunstig ø - Vesborg Fyr (Boret tunnel/Lavbro)	Ja	Forhøjet
KKØ-3.3 Asnæs Syd - Samsø Syd (Skråstagsbro)	-	Acceptabel
KKØ-3.3 Asnæs Syd - Kunstig ø - Samsø Syd (Sænketunnel/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKØ-3.4 Asnæs Nord - Kunstig ø - Samsø Syd (Boret tunnel/Lavbro)	Ja	Forhøjet
KKØ-4.1 Asnæs Nord - Hjalmarsgård (Sænketunnel)	-	Acceptabel
KKØ-4.1 Asnæs Nord - Hjalmarsgård (Boret tunnel)	Ja	Forhøjet
KKØ-4.2 Asnæs Syd - Hjalmarsgård (Sænketunnel)	-	Acceptabel
KKØ Kalundborg - Hjalmarsgård (Boret tunnel)	-	Uacceptabel
KKØ Kalundborg - Kunstig ø - Samsø Syd (Boret tunnel/Lavbro)	-	Forhøjet

9 Foreløbige korridorer på Samsø



Figur 9-1 Korridorer på og omkring Samsø

Der er udvalgt 5 foreløbige korridorer, der passerer Samsø. Derudover er der set nærmere på en korridor, der passerer syd om Samsø, og som er del af henholdsvis kyst-kyst øst og kyst-kyst vest korridorerne.

De 5 korridorer, der beskrives efterfølgende, er:

- Besser – Onsbjerg
- Hjalmarsgård – Onsbjerg
- Vesborg Fyr - Kolby Kås
- Vesborg fyr – Onsbjerg
- Hjalmarsgård – Kolby Kås

Alle korridorerne kan være kombinerede bane/vej korridorer eller rene vejkorridorer.

Placeringen af landkorridorerne på Samsø er på det aktuelle vidensgrundlag først og fremmest styret af kyst-kyst korridorernes placering på hav, som er placeret under hensyntagen til analyseparametrene i forhold til natur samt af de tekniske og sejladsmæssige forhold, som er gennemgået i kap. 4.

Kyst-kyst forbindelserne er derudover også fastlagt efter en hensigtsmæssig placering af knudepunkterne, så disse på det aktuelle vidensgrundlag vurderes at påvirke de lokale områder mindst muligt under hensyntagen til de udvalgte analyseparametre for natur-, landskab/kulturarv og befolkning/erhverv.

Korridorerne mellem knudepunkterne er i øvrigt på det foreliggende vidensgrundlag forsøgt placeret, så de giver mindst mulig påvirkning på omgivelserne i forhold til de udvalgte analyseparametre og desuden, så de giver mindst mulig barrierevirkning i lokalområdet.

For alle korridorerne gælder, at de er placeret i områder, hvor der ikke tidligere er placeret højklassede trafikforbindelser med nem adgang fra andre steder i landet, og der vil derfor under alle omstændigheder være en væsentlig barrierevirkning og påvirkning af omgivelserne ved anlægget af en Kattegatforbindelse, der ilandsætter på Samsø.

9.1 Foreløbige korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse

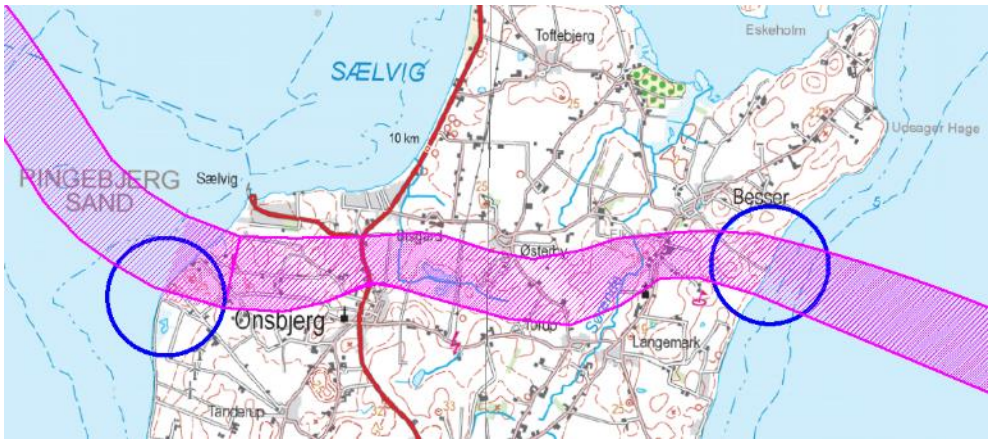
De foreløbige korridorer på Samsø er alle så korte, at de kun indeholder ét segment i hver korridor. Disse korridorsegmenter er beskrevet nærmere i de følgende afsnit.

Da alle korridorsegmenter skal kunne rumme både bane og vej, er segmenterne udformet, så det vil være muligt at placere linjeføringer, der opfylder designkravene opstillet i afsnit 5.1.

Vejene vil uden problemer kunne opfylde kravene beskrevet i afsnit 5.2, da disse er mere fleksible end banens designkrav.

Vej og bane kan både anlægges forholdsvis tæt på hinanden i en fælles tætløbende korridor eller placeres i større afstand fra hinanden afhængig af geometriske krav, ønsket om landskabelig udformning af området mellem bane og vej samt hensyn til natur og planforhold, herunder bebyggelse i korridoren.

9.1.1 Besser – Onsbjerg



Figur 9-2 Korridorsegment Besser - Onsbjerg

9.1.1.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er ca. 7,5 km langt og forbinder de nordligt placerede korridorer på Kattegat Øst og Vest.

9.1.1.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentets østlige knudepunkt på kysten er placeret nord for golfbanen og syd for Besser, hvor det natur- og plan/bebyggelsesmæssigt er hensigtsmæssigt.

Korridorsegmentet føres videre syd om Østerby, nord om Onsbjerg og syd om sommerhusområderne ved Sælvig til knudepunktet for de nordlige kyst-kyst Vest korridorer ca. 1 km syd for Sælvig havn. Også her er knudepunktet på kysten hensigtsmæssigt placeret i forhold til de udvalgte analyseparametre for natur, landskab og befolkning.

Der foreslås etableret et tilslutningsanlæg til Tranebjerg – Nordby vejen umiddelbart nord for Onsbjerg.

Korridorsegmentets placering på tværs af øen vil alt andet lige skabe en kraftig barriere, som kan mindskes noget ved at sørge for, at veje og stier i videst muligt omfang føres over eller under den nye vej- og baneforbindelse, og at forbindelsen tilpasses bedst muligt til natur og landskab.

9.1.1.3 Tracering

Der vil kunne placeres linjer med minimum horisontale radier på 3.000 m indenfor korridoren, og det vil også være muligt at vælge en vertikal linjeføring, der overholder designkravene for både bane og vej.

Hvis der for banen anvendes en kurveradius på 1888m, og en hastighed på 200 km/t, som også anvendes på kyst-kyst delen, kan en lige strækning opnås, og en mulig station anlægges. Dette kan medføre, at vej og bane ikke kan placeres tætliggende på denne del af strækningen.

Som nævnt er der tænkt etableret et tilslutningsanlæg ved Tranebjerg – Nordby vejens skæring med vejforbindelsen sammen med etablering af krydsninger for 3-4 mindre veje afhængig af, hvor mange forlægninger af de mindre veje, man vil udføre.

Det vurderes ikke at være nødvendigt at etablere nogle større broer for vandløb eller lignende.

9.1.1.4 Natur

For natur er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i korridor-segmentet:

- Adskillige beskyttede naturtyper (søer, enge mv.)
- Tangering af fredsskovsareal syd for Besser.

9.1.1.5 Landskab og kulturarv

I korridorsegmentet er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Der er bevaringsværdigt landskab i hele korridoren (kystlandskab)
- Der ligger to fortidsminder indenfor korridoren ved Sælvig
- Provst Exner-fredning indenfor korridoren ved Besser, derudover tangeres fredningen Husmandsagre ved Sælvig Huse.

Terrænet varierer en del gennem korridoren med et langstrakt randmoræne-landskab. Randmoræne landskabet kommer til udtryk via et landskab med mange langstrakte bakker, som er orienteret i en nord-sydgående retning. Der er altså ikke tale om et større sammenhængende landskabselement, men om flere bakkestrøg. Placeringen af linjeføringen skal således i de videre stadier af projektet sammentænkes nøje med udformningen af landskabet for at opnå det bedste samspil med landskabet.

9.1.1.6 Befolkning og erhverv

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Bymæssig bebyggelse i landzone ved Onsbjerg, Østerby og Besser
- Teknisk anlæg til vindmøller sydøst for Besser
- Umiddelbart syd for Besser ligger Besser Efterskole.

Korridorsegmentet passerer forholdsvis tæt på byerne Besser, Østerby og Ons-bjerg. En forbindelse vil formodentlig kunne placeres, så der vil være min. 400-500 m til nærmeste samlede bebyggelse. Opnåelse af disse afstande vil naturligt påvirke hensigtsmæssigheden af en fremtidig linjeføring i korridoren.

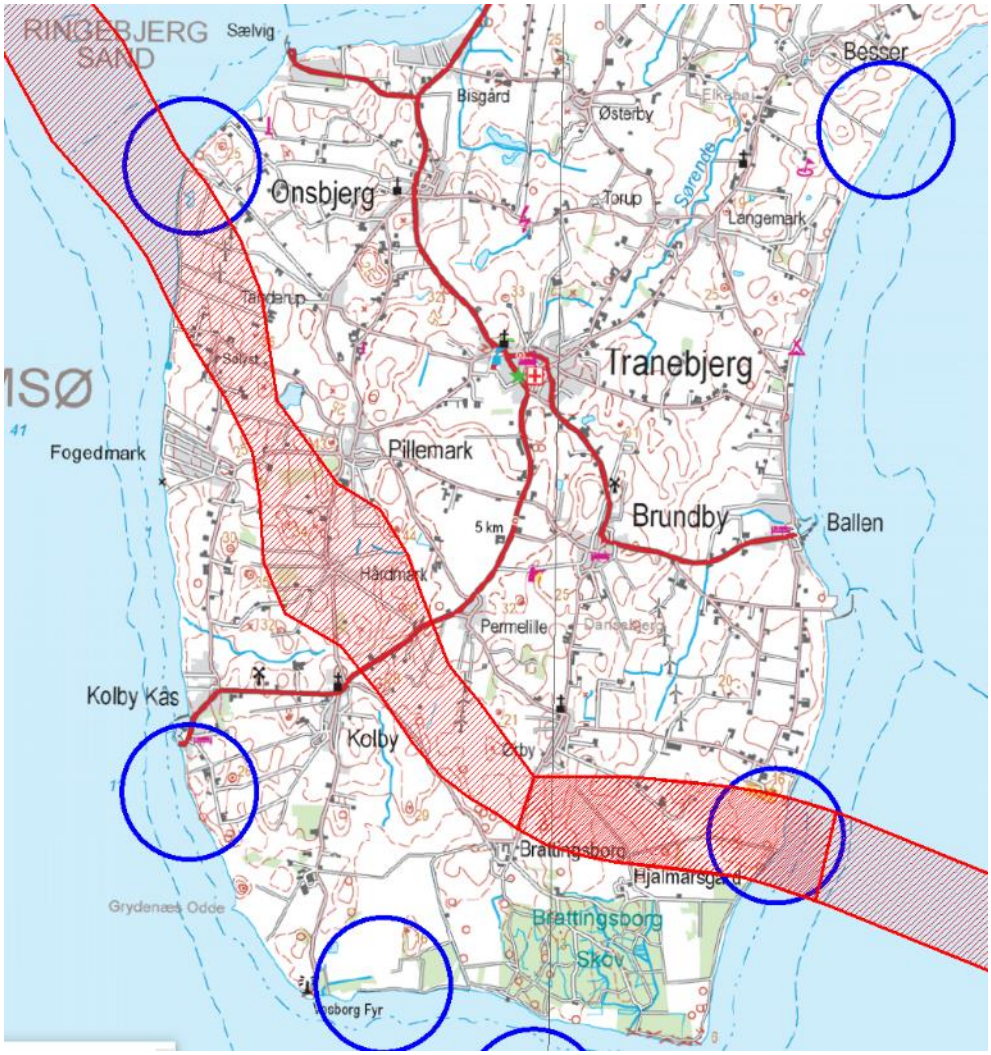
Mod vest passeres sommerhusområdet ved Sælvig i en afstand af 500-700 m.

Hvis der ikke kan opnås tilstrækkelig afstand til de samlede bebyggelser, må der forventes at skulle etableres foranstaltninger til reduktion af støjpåvirkningen.

Desuden er Samsø Efterskole beliggende mellem golfbanen og Besser, hvilket også kan påvirke placeringen af den endelige linjeføring.

Udover de nævnte samlede bebyggelser er der ikke meget spredt bebyggelse i dette korridorsegment.

9.1.2 Hjalmarsgård – Onsbjerg



Figur 9-3 Korridorsegment Hjalmarsgård - Onsbjerg

9.1.2.1 Beskrivelse

Korridorsegmentet er ca. 10,5 km langt og forbinder de korteste kyst-kyst korridorer med hinanden.

Dette korridorsegment vil kunne anvendes ved valg af kyst-kyst Øst korridorer fra både Røsnæs og Asnæs samt de nordlige kyst-kyst Vest korridorer mellem Onsbjerg og Hov.

9.1.2.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet er placeret, så den skaber mindst mulig barriere mellem de mindre byer på øen og Tranebjerg. Den starter mod øst nord for Hjalmarsgård på et forholdsvis "ubenyttet" sted på kysten.

Herfra videre syd om Ørby, øst om Kolby og mellem Pillemark og sommerhusområdet ved Fogedmark.

Korridorsegmentet ender ved knudepunktet på kysten for kyst-kyst forbindelsen ved Onsbjerg mellem Onsbjerg og Fogedmark.

Der forslås anlagt et tilslutningsanlæg ved den nuværende Kolby – Tranebjerg vej øst for Kolby.

Der skal placeres en ny station på banen i dette korridorsegment.

Korridorsegmentets placering næsten diagonalt henover øen vil alt andet lige skabe en kraftig barriere, som kan mindskes noget ved at sørge for, at veje og stier i videst muligt omfang føres over eller under den nye vej- og baneforbindelse, og at forbindelsen tilpasses bedst muligt til natur og landskab.

Barrierevirkningen er forsøgt imødegået mest muligt ved at placere korridorsegmentet, så flest mulige af forbindelserne mellem Tranebjerg og de omliggende landsbyer undgår at skulle krydse korridorsegmentet.

9.1.2.3 Tracering

Der vil også i dette korridorsegment kunne placeres linjer med minimum horisontale radier på 3.000 m indenfor segmentet, og det vil også være muligt at vælge en vertikal linjeføring, der overholder designkravene for både bane og vej.

En række eksisterende vindmøller mellem Ørby og Kolby kan få indflydelse på den endelige linjeføring, hvis ikke det er muligt at føre linjen syd om eller imellem to af møllerne. Det samme gælder for eksisterende vindmøller placeret vest for Onsbjerg.

Korridorsegment er bevidst valgt med en forholdsvis stor bredde ved Hårdmark, så det er muligt at føre linjen både øst og vest om byen afhængig af, hvorledes placering af bane- og vejlinje foretages.

Udover førnævnte tilslutningsanlæg ved Kolby må der forudses skæring med fem mindre veje på strækningen.

Der passeres ikke nogen større vandløb eller landskabelige elementer, der kræver anlæg af dalbroer eller tilsvarende.

De bedste muligheder for placering af en station vurderes på det foreliggende grundlag at være mellem Ørby og Tanderup.

9.1.2.4 Natur

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i korridoren:

- Spredte beskyttede naturtyper, et større engområde nord for Hårdmark og et sydøst for Pillemark, samt en tangering af en større sø nordøst for Pillemark. Derudover et langt overdrev langs kysten ved Tanderup Mark samt et bagvedliggende moseområde
- Et mindre fredskovsareal vest for Pillemark.

9.1.2.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i korridoren:

- Størstedelen af korridoren er bevaringsværdigt landskab (kystlandskab)
- Der er mange fredede fortidsminder indenfor korridoren.

Terrænet forløber forholdsvis jævnt gennem korridoren med et par lavere liggende områder tæt på kysterne og undervejs. Ligesom for den nordlige korridor beskrevet i afsnit 9.1.1 krydses talrige langstrakte bakkedrag, som udgør en del af randmorænelandskabet på det sydlige Samsø. På mange af de små bakker er der efterladt fredede fortidsminder.

Dette vil give tilsvarende udfordringer for traceringen af en linje, der på naturlig måde skal tilpasse sig landskabet, som for den nordlige korridor.

9.1.2.6 Befolkning og erhverv

Der er følgende af de udvalgte analyseparametre indenfor korridorsegmentet:

- Tekniske anlæg ved Harpesdal til vindmøller og et affaldscenter, syd for Permelille rammer til tre vindmøller, langs vejen mellem Permelille og Kolby til Samsø Biogas og ved Tanderup tre rammer til vindmøller
- Blandet bolig og erhverv i landzone ved Hårdmark. Korridoren tangerer derudover blandet bolig og erhverv i landzone ved Kolby, Ørby og Pillemark.

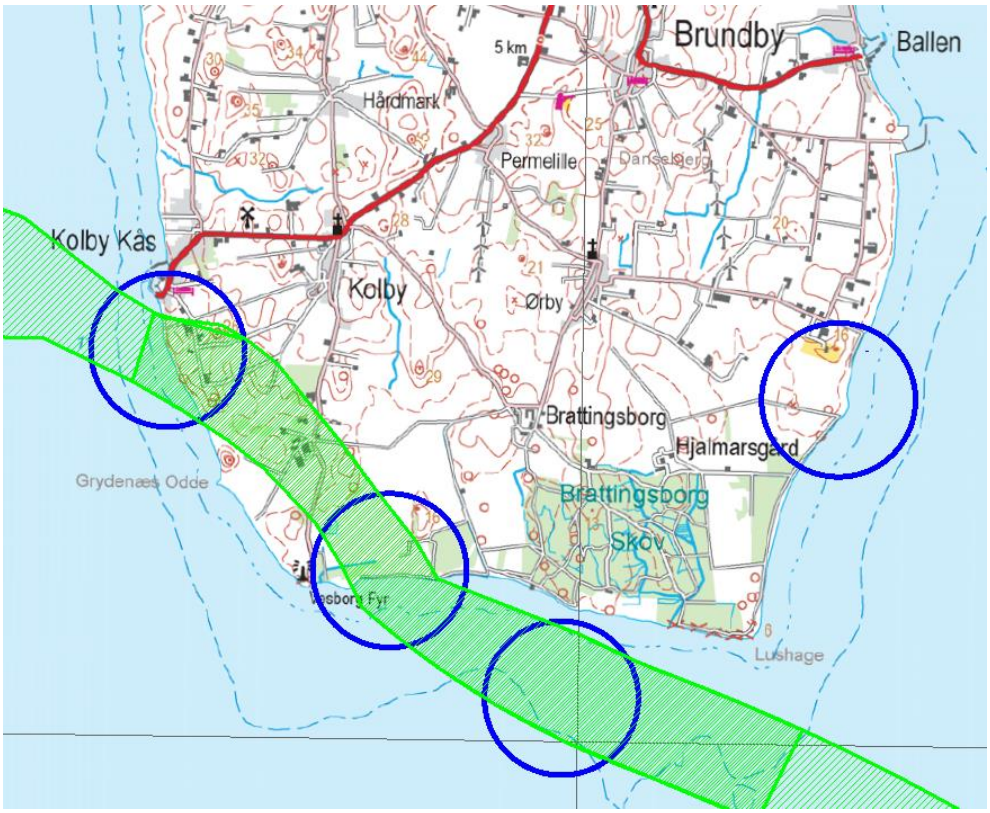
Korridorsegmentet passerer desuden Fogedmark sommerhusområde.

Det vil være muligt at placere en linjeføring, der giver ca. 500-700 m's afstand til Kolby, Pillemark og Fogedmark, mens Ørby og Hårdmark vil kunne komme til at ligge indenfor 100-200 m fra en fremtidig linje.

Hvis der ikke ud fra et støjhensyn kan opnås tilstrækkelig afstand til de samlede bebyggelser, må der forventes at skulle etableres foranstaltninger til reduktion af støjpåvirkningen ved visse af de samlede bebyggelser.

I den østlige del af korridoren er der ikke meget spredt bebyggelse udover de nævnte samlede bebyggelser, mens der i den nordvestlige del frem til kysten optræder en del spredt bebyggelse, som også kan blive udsat for støjpåvirkning.

9.1.3 Vesborg fyr – Kolby Kås



Figur 9-4 Korridorsegment Vesborg fyr - Kolby Kås

9.1.3.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er ganske kort, ca. 3 km, og forbinder de to knudepunkter, Vesborg Fyr og Kolby Kås.

Segmentet forbinder de sydlige kyst-kyst korridorer i de løsningsmodeller, hvor forbindelsen skal føres i land på Samsø.

9.1.3.2 Teknisk vurdering

Placeringen afspejler muligheden for en samlet Kattegatforbindelse, der påvirker Samsø mindst muligt, men samtidig giver en mulighed for at forbinde øen med den faste forbindelse fra Sjælland til Jylland.

Korridorsegmentet går fra området øst for Vesborg Fyr til syd for Kolby Kås, og det vurderes på det foreliggende grundlag, at der kan etableres et tilslutningsanlæg ved vejen mellem Kolby og Vesborg Fyr. Der skal i den forbindelse formentlig anlægges en ny vej fra tilslutningsanlægget rundt om Kolby til den nuværende Kolby Kås/Kolby – Tranebjerg vej.

På denne strækning kan en fremtidig ny bane station placeres.

Med korridorsegmentets placering helt ude i det sydvestlige hjørne af øen, vil der kun optræde en ringe barriereeffekt ved dette korridorsegment.

9.1.3.3 Tracering

Da korridorsegmentet er næsten retlinet, vil det uden problemer være muligt at fastlægge en linjeføring for både bane og vej, der opfylder de valgte designkrav.

Det vurderes på det foreliggende grundlag, at der skal etableres krydsninger med to mindre veje udover ovenfornævnte tilslutningsanlæg.

Der passeres heller ikke på denne strækning nogen vandløb eller lignende, der kræver anlæg af større broer.

De bedste muligheder for placering af en station vurderes på det foreliggende grundlag at være midt i segmentet.

9.1.3.4 Natur

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Mange beskyttede naturtyper – ved Vesterborg Fyr et større overdrevsområde
- Hele Brattingsborgskov er fredskov. Skoven logger ikke indenfor korridoren.

9.1.3.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre indenfor korridorsegmentet:

- Hele korridoren ligger indenfor udpegning til bevaringsværdigt landskab (kystlandskab)
- Der er flere fredede fortidsminder indenfor korridoren.

Korridorsegmentet ligger i et område med marint forland, og kystlinje fra stenalderhavet, hvilket giver sig til udtryk i et fladt landskab med nogle til tider stejle kystskrænter. Terrænet varierer ikke meget henover korridorsegmentets korte strækning og er forholdsvis lavt. Der er dog også her langstrakte bakker relateret til randmorænelandskabet (nogle med oldtidshøje), der vil kunne påvirke en endelig placering af linjeføringen, så forbindelsens påvirkning på omgivelserne mindskes mest muligt.

Terrænet ved det sydlige knudepunkt er ganske fladt og uden særlige karakteristika, hvorimod området ved det nordvestlige knudepunkt er mere kuperet, hvilket kan have en indflydelse på en eventuel endelig placering af en fremtidig linjeføring i denne korridor.

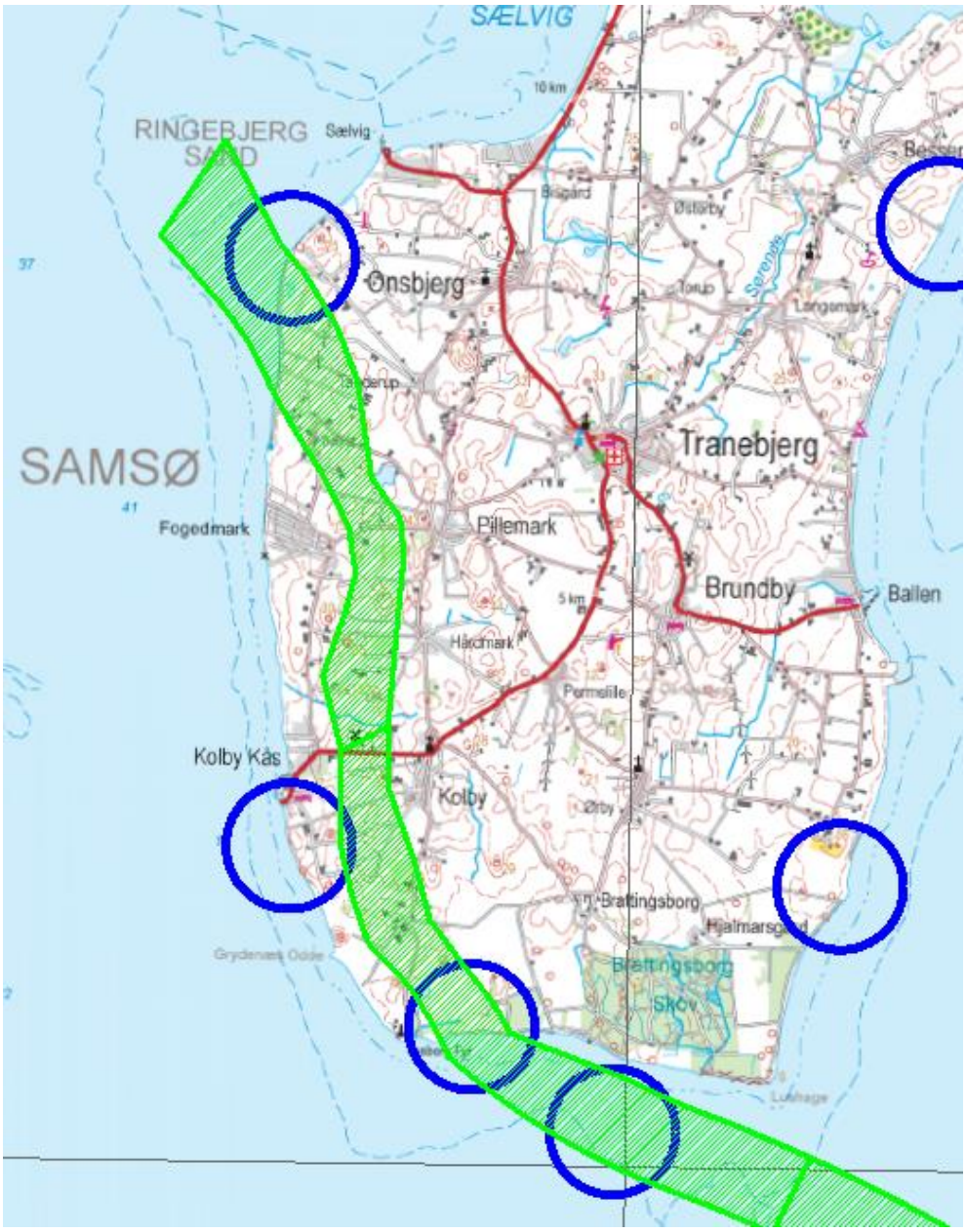
9.1.3.6 Befolkning og erhverv

Ingen af de udvalgte analyseparametre relaterer til befolkning og erhverv indenfor korridoren. Dog tangerer korridorens nordlige del bymæssig bebyggelse og et erhvervsområde i landzone ved Kolby Kås.

Hvis der ikke til varetagelse af et støjhensyn kan opnås tilstrækkelig afstand til de samlede bebyggelser, må der forventes at skulle etableres foranstaltninger til reduktion af støjpåvirkningen ved visse af de samlede bebyggelser.

Der er desuden en større landbrugsejendom ca. midt i segmentet, som kan have indflydelse på en endelig placering af den fremtidige linje i dette foreløbige korridorsegment.

9.1.4 Vesborg fyr – Onsbjerg



Figur 9-5 Korridorsegment Vesborg Fyr - Onsbjerg

9.1.4.1 Beskrivelse

Korridorsegmentet har en længde på ca. 9 km og strækker sig mellem knudepunkterne Vesborg Fyr i syd og Onsbjerg i nord.

Korridorsegmentet er i store træk en kombination af korridorsegmenterne beskrevet i afsnittene 9.1.2 og 9.1.3 og forbinder de sydlige kyst-kyst øst korridorer med de nordlige kyst-kyst vest korridorer.

9.1.4.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet forløber fra området øst for Vesborg Fyr til kysten vest for Onsbjerg. Dette segment foreslås også forbundet til det lokale vejnet via et tilslutningsanlæg ved Kolby Kås – Tranebjerg vejen.

Der kan placeres en ny station på banen i dette korridorsegment.

For at mindske barrierevirkningen mellem de nuværende bysamfund mest muligt ved anlægget af en fremtidig forbindelse er det foreløbige korridorsegment placeret langs Samsøs vestkyst og påvirker således ikke skovområdet i syd eller den tættere bebyggede del af øen. Som for tidligere beskrevne korridorsegmenter vil barrierevirkningen kunne mindskes ved bedst mulig tilpasning af den fremtidige linje til landskabet og ved at opretholde skæringerne med flest mulige eksisterende veje og stier.

9.1.4.3 Tracering

Korridorsegmentet giver i lighed med de andre på Samsø rig mulighed for at udforme linjeføringen for en fremtidig forbindelse for både bane og vej indenfor de designkriterier, der er valgt.

De eksisterende vindmøller vest for Onsbjerg udgør også her et forhold, der kan påvirke fastlæggelsen af en endelig linjeføring inden for denne korridor.

Der skal etableres skæringer for seks mindre veje udover ovenfor nævnte tilslutningsanlæg ved Kolby Kås.

Der passeres et enkelt mindre vandløb, men der vil ikke være behov for anlæg af en landskabsbro på dette sted, ligesom der heller ikke vil være behov for det andre steder i segmentet.

De bedste muligheder for placering af en station vurderes på det foreliggende grundlag at være mellem Kolby og Tanderup.

9.1.4.4 Natur

I den korridorsegmentet er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Adskillige beskyttede naturtyper, ved Vesterborg Fyr ligger et stort overdrev, korridoren tangerer en stor sø nordøst for Pillemark, derudover et

langt overdrev langs kysten ved Tanderup Mark samt et bagvedliggende moseområde

- Et mindre fredskovsareal vest for Pillemark.

9.1.4.5 Landskab og kulturarv

Indenfor dette korridorsegment er der kortlagt følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Med undtagelse af et lille område omkring Kolby ligger hele korridoren indenfor udpegning til bevaringsværdigt landskab (kystlandskab)
- Der er flere fredede fortidsminder indenfor korridoren.

Terrænet er generelt lavt ved kysterne og har sit højdepunkt ca. midt i korridorsegmentet, men forløber i øvrigt forholdsvis fladt mellem disse niveauer.

De aflange bakker i randmorænelandskabet er også en del af dette segment, hvilket vil kunne påvirke en endelig placering af en fremtidige linjeføring inden for denne foreløbige korridor.

9.1.4.6 Befolkning og erhverv

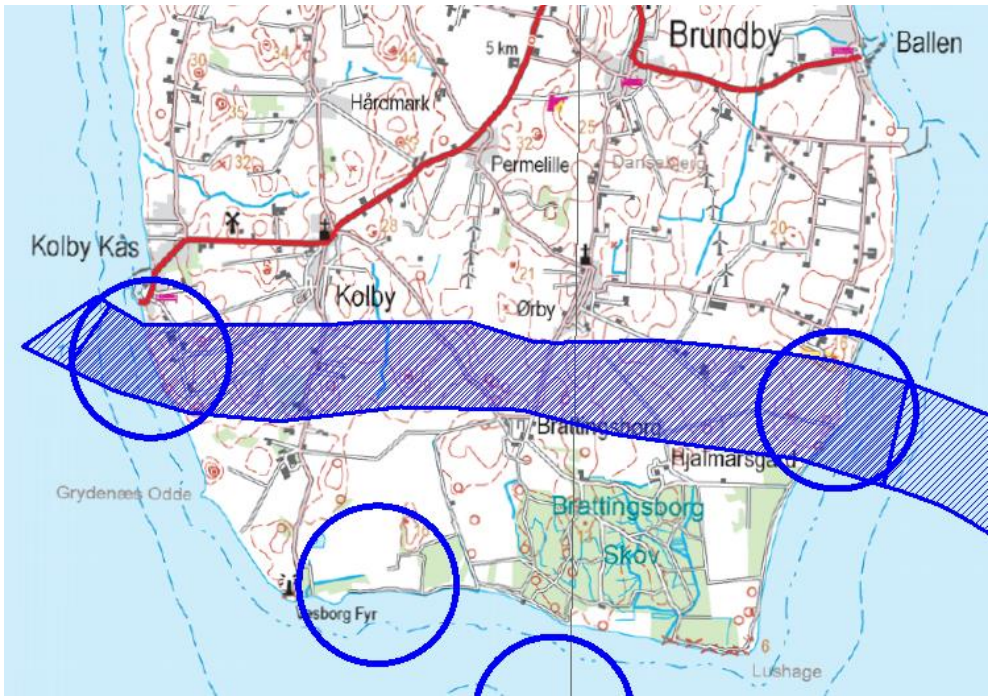
Indenfor korridorsegmentet er der følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Teknisk anlæg ved Tanderup (bestående af tre separate kommuneplanrammer) til vindmøller
- Korridoren tangerer blandet bolig og erhverv i landzone ved Kolby, Kolby Kås Hårdmark, Pillemark og sommerhusområdet ved Fogedmark.

Det vil dog være muligt at placere en linjeføring, der giver en afstand på ca. 500-700 m til disse bebyggelser. Om dette er tilstrækkeligt til at undgå støjbegrænsende foranstaltninger, skal afklares nærmere i de næste faser.

I den nordlige del af korridorsegmentet er der noget spredt bebyggelse, som kan blive påvirket af en fremtidig linjeføring inden for korridoren.

9.1.5 Hjalmarsgård – Kolby Kås



Figur 9-6 Korridorsegment Hjalmarsgård - Kolby Kås

9.1.5.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er ca. 7 km langt og forbinder de midterste og sydlige korridorer i kyst-kyst øst med de sydlige kyst-kyst vest korridorer.

9.1.5.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet går fra knudepunktet på kysten ved Hjalmarsgård på østsiden af Samsø til det vestlige knudepunkt på kysten ved Kolby Kås. Undervejs føres segmentet syd om Ørby og Kolby.

Det vurderes på det foreliggende grundlag hensigtsmæssigt at anlægge et tilslutningsanlæg med forbindelse til det lokale vejnet ved enten Brattingsborg – Ørby eller Brattingsborg – Kolby vejen. I begge tilfælde vil det være nødvendigt at udbygge eller omlægge vejen frem til Kolby – Tranebjerg vejen.

På denne strækning kan en fremtidig ny banestation placeres.

Korridorsegmentet er placeret på en del af øen, som ikke er særlig tæt bebygget, og det er forsøgt holdt væk fra samlede bebyggelser. Der vil således være en væsentlig mindre barriereeffekt ved denne løsning end ved korridorsegmenter, der krydser den nordlige del af øen eller de længere korridorer langs vestkysten eller diagonalt på tværs af øen.

9.1.5.3 Tracering

Det vil også for dette korridorsegments vedkommende være muligt at udforme linjeføringen for en fremtidig forbindelse for både bane og vej indenfor de design kriterier, der er valgt.

Udover ovenfor nævnte tilslutningsanlæg vil der skulle etableres krydsninger af to mindre veje.

Der vil ikke skulle anlægges andre broer på strækningen.

De bedste muligheder for placering af en banestation vurderes på det foreliggende grundlag at være mellem Hjalmarsgård og Kolby.

9.1.5.4 Natur

Dette korridorsegment indeholder følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Spredte områder med beskyttede naturtyper. Ved Kolby Kås er der en mindre koncentration af overdrev og engarealer.

9.1.5.5 Landskab og kulturarv

Korridorsegmentet indeholder følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Med undtagelse af mindre områder ved Kolby og Ørby er hele korridoren beliggende indenfor udpegning til bevaringsværdigt landskab (kystlandskab)
- Der er mange fredede fortidsminder indenfor korridoren.

Terrænet er overordnet set forholdsvis roligt gennem korridoren, men der er her ligesom i de øvrige korridorer på Samsø en del bakker med relation til randmorænelandskabet (nogle med oldtidshøje), som giver udfordringer til en endelig tracering af en fremtidig linjeføring inden for korridoren.

Terrænet ved knudepunkterne på kysten giver visse steder mulighed for en naturlig placering af brovederlagene (terrænet er forholdsvis højt ved kysten), men dette afhænger af, hvordan den endelige linje placeres i korridorsegmentet.

9.1.5.6 Befolkning og erhverv

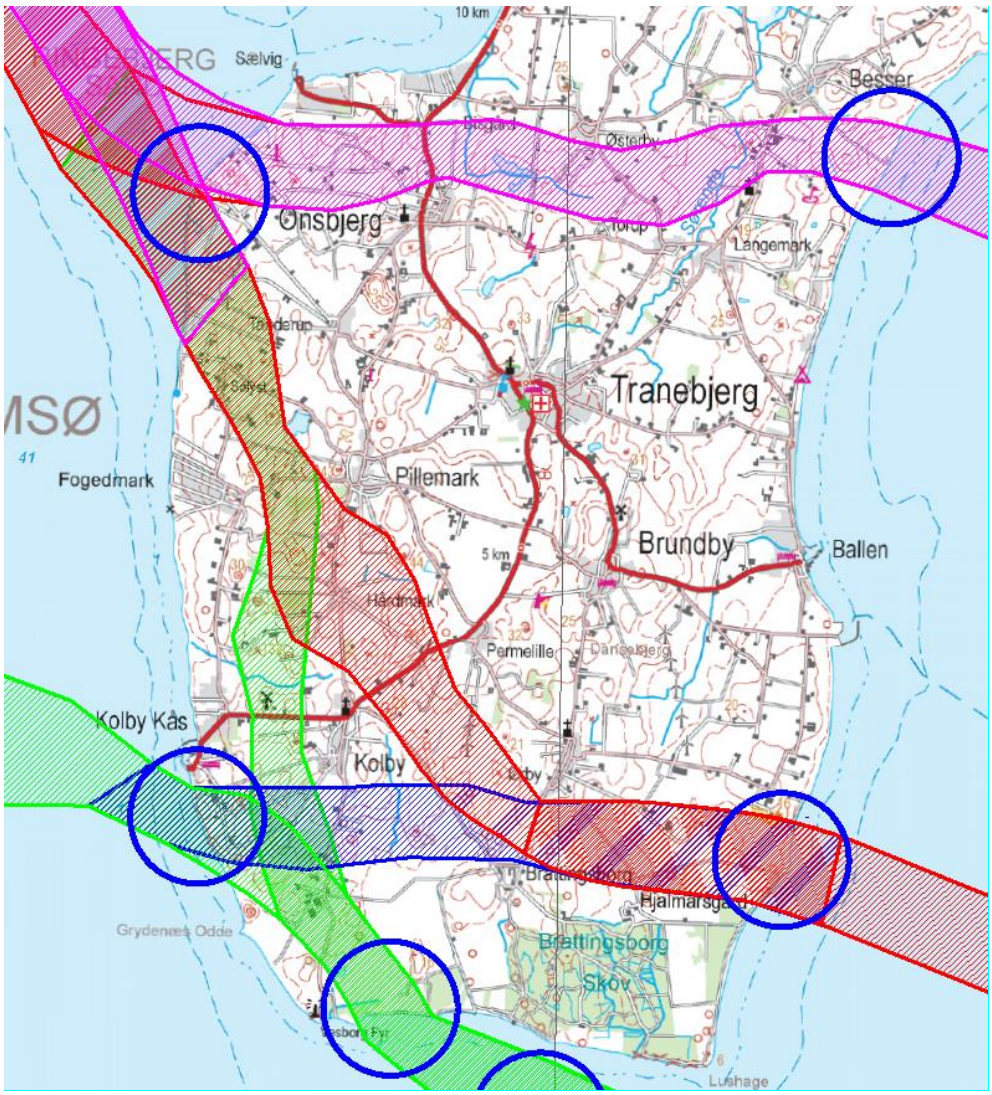
Indenfor korridorsegmentet er der følgende af de udvalgte analyseparametre:

- Teknisk anlæg ved Harpesdal til vindmøller og et affaldscenter
- Ved Kolby Kås tangerer korridoren blandet bolig og erhverv og et erhvervsområde i landzone. Ved Kolby og Ørby tangerer korridoren også områder udlagt til blandet bolig og erhverv i landzone.

Korridoren passerer syd om Ørby og Kolby i en afstand, der muliggør en placering af den fremtidige linje med en afstand på 500-700 m, men linjen vil også kunne blive placeret indenfor 100-200 m fra bebyggelserne. Afhængig af den endelige lokalisering af forbindelsen må det forventes, at der skal etableres støjdæmpende foranstaltninger i nærheden af disse bebyggelser.

Udover de her nævnte samlede bebyggelser er der kun meget spredt bebyggelse i korridorsegmentet.

9.2 Sammenfatning Samsø



Figur 9-7 Korridorer på Samsø

I dette afsnit er karakteristika for de foreløbige korridorer opsamlet. De endelige påvirkninger fra korridorerne afhænger i høj grad af, hvor de endelige linjeføringer placeres indenfor korridorerne, så en nærmere vurdering må foretages i den efterfølgende del af forundersøgelsen, hvor der arbejdes videre med en optimering af de foreløbige korridorer med tilhørende linjeføringer.

For alle beskrevne korridorers vedkommende gælder, at de indeholder landskabelige udfordringer ved kysterne, som skal håndteres for ikke at virke for dominerende på det bevaringsværdige kystlandskab, samt på landstrækningerne i forbindelse med de mange karakteristiske nord-sydgående randmorænebakker, hvoraf nogle også er toppet af fredede fortidsminder. Desuden gælder generelt, at landskabet i dag er stort set upåvirket af store transportkorridorer. Alle korridorer er forsøgt placeret, så de skaber så lille en barrierevirkning som muligt mellem de mindre byer og Tranebjerg.

Det gælder ligeledes generelt, at korridorerne på Samsø afhænger kraftigt af placeringen af knudepunkterne for kyst-kyst forbindelserne. Så hvis disse punkter ændres grundet andre valg af kyst-kyst korridorer i en senere fase, vil dette naturligt medføre kraftige ændringer af korridorerne på Samsø.

Der henvises til figurerne i det foregående afsnit 9.1, da korridorer og korridorsegmenter er sammenfaldende her på Samsø. Der henvises også til A3 skitser i bilagsmappen (Bilag 3-1 og 9-1). Data for de fem foreløbige korridorer kan på nuværende tidspunkt sammenfattes som følger:

- Besser – Onsbjerg
  - Længde ca. 7,5 km
  - 1 tilslutningsanlæg og 4 skærende veje
  - 4 samlede bebyggelser i eller ved korridor
  - 1 Exner-fredning omkring Besser Kirke
  - Mange beskyttede naturområder, herunder et større eng- og moseområde syd for Bisgaard
  - Hele den foreløbige korridor forløber i bevaringsværdigt landskab
  - Få fredede fortidsminder
  - Ved Sælvig ligger to råstofgraveområder for sand, sten og grus.
- Hjalmarsgård – Onsbjerg
  - Længde ca. 10,5 km
  - 1 tilslutningsanlæg og 5 skærende veje
  - 5 samlede bebyggelser i eller ved korridor
  - Mange beskyttede naturområder, herunder en strandeng ved den foreløbige korridors passage af kysten ved Onsbjerg
  - 1 område med fredskov
  - Bevaringsværdigt landskab ved de foreløbige korridorers passage af kysterne
  - Mange fredede fortidsminder
  - 2 vindmølleområder
  - Hårdmark landsby
  - 3 erhvervsområder.
- Vesborg Fyr – Kolby Kås
  - Længde ca. 3 km
  - 1 tilslutningsanlæg og 2 skærende veje
  - 1 samlet bebyggelse i eller ved korridor
  - Flere beskyttede naturtyper, herunder en stor strandeng ved den foreløbige korridors passage af kysten ved Vesborg Fyr
  - Bevaringsværdigt landskab i det meste af korridoren
  - Mange fredede fortidsminder.

- Vesborg Fyr – Onsbjerg
  - Længde ca. 9 km
  - 1 tilslutningsanlæg og 6 skærende veje
  - 5 samlede bebyggelser i eller ved korridor
  - 1 område med fredskov
  - Mange beskyttede naturtyper, herunder en stor strandeng ved den foreløbige korridors passage af kysten ved Vesborg Fyr
  - Bevaringsværdigt landskab i det meste af korridoren
  - Mange fredede fortidsminder.
- Hjalmarsgård – Kolby Kås
  - Længde ca. 7 km
  - 1 tilslutningsanlæg og 2 skærende veje
  - 3 samlede bebyggelser i eller ved korridor
  - Få beskyttede naturtyper
  - Bevaringsværdigt landskab i det meste af korridoren
  - Mange fredede fortidsminder.

Derudover der en foreløbig korridor syd om Samsø.

9.2.1 Foreløbig samlet vurdering

Nedenfor opsamles den samlede vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige foreløbige korridorer på Samsø baseret på en vurdering ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne indledende del af forundersøgelsen.

Alle korridorerne på Samsø er kombinerede vej- og banekorridorer og er primært bestemt af knudepunkterne på kysten for kyst-kyst forbindelserne på hver side af øen.

Der er ikke markante forskelle mellem landkorridorerne på Samsø, så der entydigt kan peges på en oplagt korridor, som vil kunne have afgørende påvirkning på valget af kyst-kyst løsning.

Der kan isoleret set peges på de sydlige korridorer, *Hjalmarsgård – Kolby Kås* og *Vesborg Fyr – Kolby Kås* som de umiddelbart mest fordelagtige, da de er kortest og påvirker både bebyggelser og natur mindst muligt og samtidig har den mindste barrierevirkning på øen.

De øvrige landkorridorer vil alle have en større påvirkning på bebyggelser og natur og vil have en kraftigere barriereeffekt i lokalområderne.

Alle korridorerne vil især ved kysterne have en udfordring, hvor der er i dag er uberørt landskab, der vil blive kraftig påvirket af eventuelle markante bro- eller tunnelanlæg.

Generelt har alle korridorer en kraftig påvirkning af øen, der i dag ikke har markante, større trafikanlæg.

Samtlige natur- og miljøforhold skal vurderes nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at få mere sikkerhed i vurderingerne af, hvorvidt der er væsentlige påvirkninger af de nævnte forhold. På det aktuelle offentligt tilgængelige vidensgrundlag er derfor foreløbigt alene en placering af en korridor på den nordligste del af Samsø udelukket på dette stadie af forundersøgelsen.

10 Foreløbige korridorer Kyst-Kyst Vest (KKV)

10.1 Overordnet beskrivelse

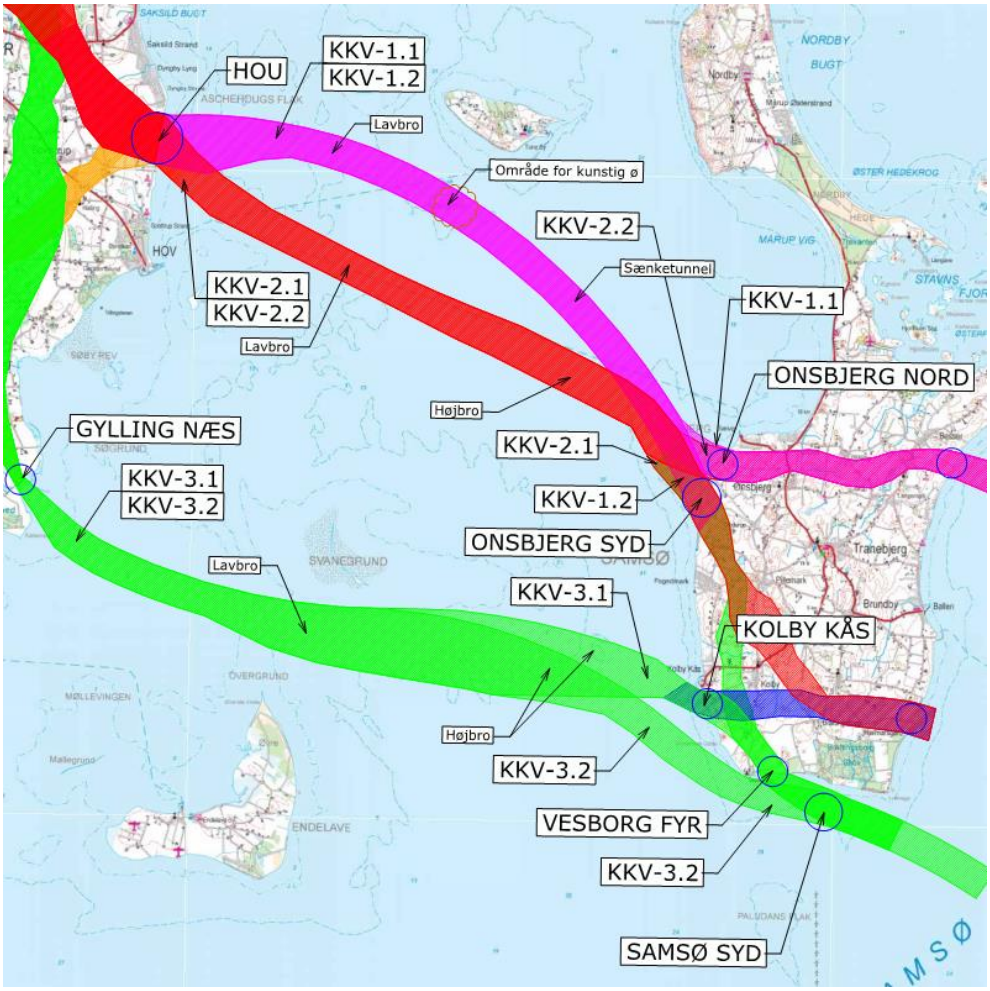
Der er undersøgt 3 foreløbige korridorer for kyst-kyst vest for Samsø (KKV).

Tabel 10-1 De tre undersøgte KKV-korridorer

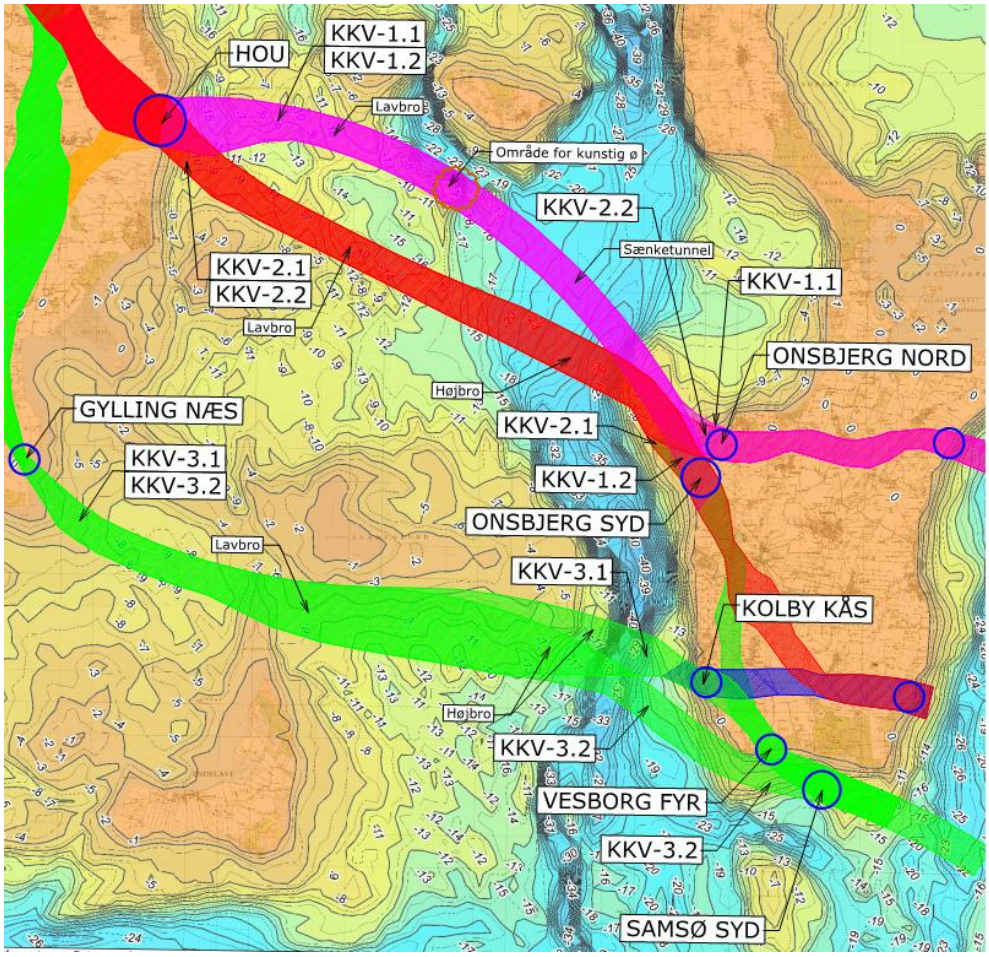
Korridor	Overordnet landing Samsø	Overordnet landing Jylland
KKV-1	Samsø Onsbjerg	Hou
KKV-2	Samsø Onsbjerg	Hou
KKV-3	Samsø Kolby Kås	Gylling Næs

Disse tre foreløbige overordnede korridorer kan forbindes med flere knude-punkter på land. Herved opnås i alt 6 korridorer for KKV. De forskellige varianter af hver overordnet korridor er nummereret fortløbende i niveau 2, f.eks. som korridor KKV-2.1 Korridorerne er vist i Figur 10-1 sammen med geografiske knudepunkter og konstruktionstyper, samt i Figur 10-2 sammen med batymetri.

Stiplet linje angiver område inden for hvilket projektet kan placeres.



Figur 10-1 KKV foreløbige korridorer, geografiske knudepunkter og konstruktionstyper (Bilag 10-1 i bilagsmappen)



Figur 10-2 KKV foreløbige korridorer og batymetri (Bilag 10-2 i bilagsmappen)

De fire generelle konstruktionstyper bro, sænketunnel, boret tunnel og kombineret bro og tunnel kan vurderet på det foreliggende grundlag som udgangspunkt anvendes ved alle 6 korridorer, hvorved 24 løsninger opnås. Mest oplagt konstruktionstype er fastlagt for hver korridor, se Tabel 10-1. Ud af de 6 korridorer går 1 helt uden om Samsø via knudepunkt Samsø Syd, uden tilslutning til Samsø.

Tabel 10-1 KKV-korridorer, undersøgte kombinationsmuligheder

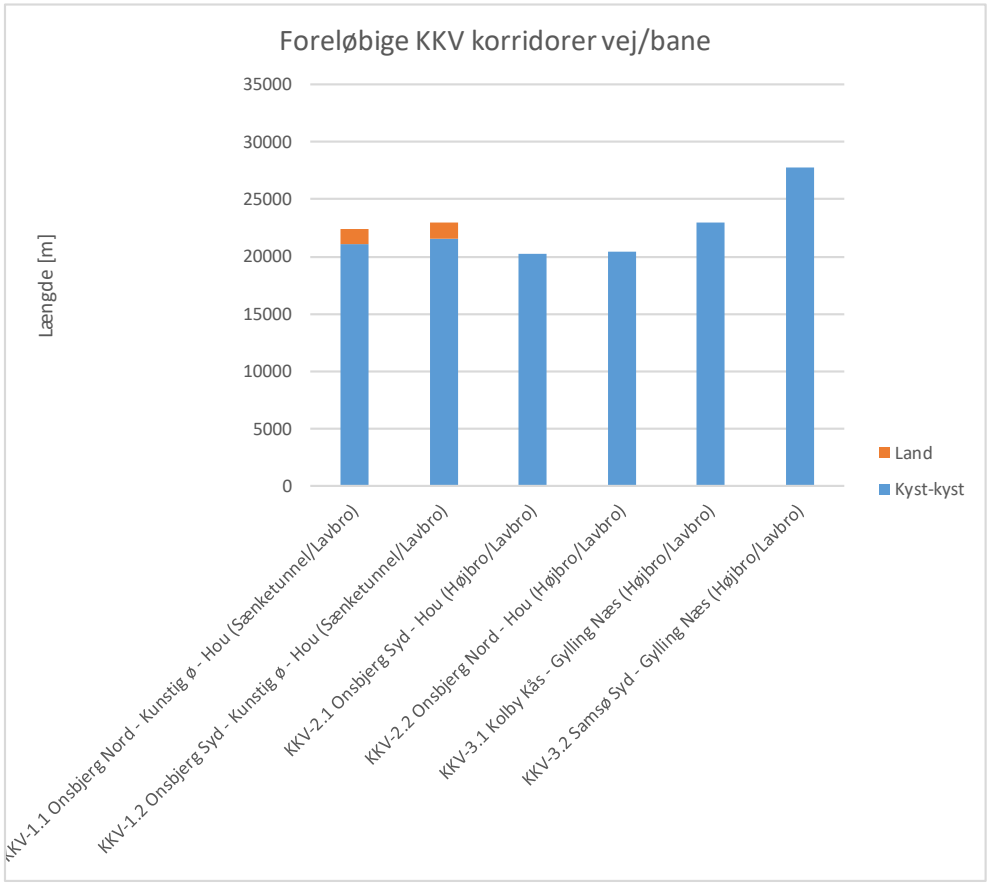
Korridor	Knudepunkt start	Knudepunkt slut	Konstruktionstype
KKV-1.1	**Onsbjerg Nord**	**Hou**	**Sænketunnel/Lavbro**
KKV-1.2	Onsbjerg Syd	Hou	Sænketunnel/Lavbro
KKV-2.1	**Onsbjerg Syd**	**Hou**	**Højbro/Lavbro**
KKV-2.2	Onsbjerg Nord	Hou	Højbro/Lavbro
KKV-3.1	**Kolby Kås**	**Gylling Næs**	**Højbro/Lavbro**
KKV-3.2	Samsø Syd	Gylling Næs	Højbro/Lavbro

Sænketunnel/Lavbro omfatter kombineret bro og tunnel inklusiv kunstig ø ved overgang fra bro til tunnel. For beskrivelser, se særskilte afsnit for hver korridor.

Foreløbige korridorer markeret med fed er korridorer, for hvilke der er optegnet længdeprofiler. Dette er gjort for kombineret vej og jernbane.

Længde kyst-kyst er afstand mellem landfæster, eller hvor sænketunnel går over i cut & cover tunnel. Længde på land inkluderer cut & cover og trug fra kystlinje og ind i landet for tunnelløsninger.

Længde af de forskellige foreløbige korridorer er illustreret i Figur 10-3. Korridorer for vej og kombineret vej/bane har samme længde.



Figur 10-3 KKV-korridorer vej/bane, længder

Kyst-kyst længder opdelt i konstruktionstyper for vej/bane er angivet i Tabel 10-2. Tunnel inkluderer sænketunnel samt cut & cover tunnel.

Tabel 10-2 KKV-korridorer vej/bane, længder af konstruktioner

Korridor	Knudepunkt start	Knudepunkt slut	Bro [m]	Tunnel [m]	Kunstig ø [m]	Kyst-kyst [m]
KKV-1.1	Onsbjerg Nord	Hou	8.800	12.167	1.050	21.050
KKV-1.2	Onsbjerg Syd	Hou	8.800	12.717	1.050	21.600
KKV-2.1	Onsbjerg Syd	Hou	20.200	0	0	20.200
KKV-2.2	Onsbjerg Nord	Hou	20.400	0	0	20.400
KKV-3.1	Kolby Kås	Gylling Næs	22.980	0	0	22.980
KKV-3.2	Samsø Syd	Gylling Næs	27.730	0	0	27.730

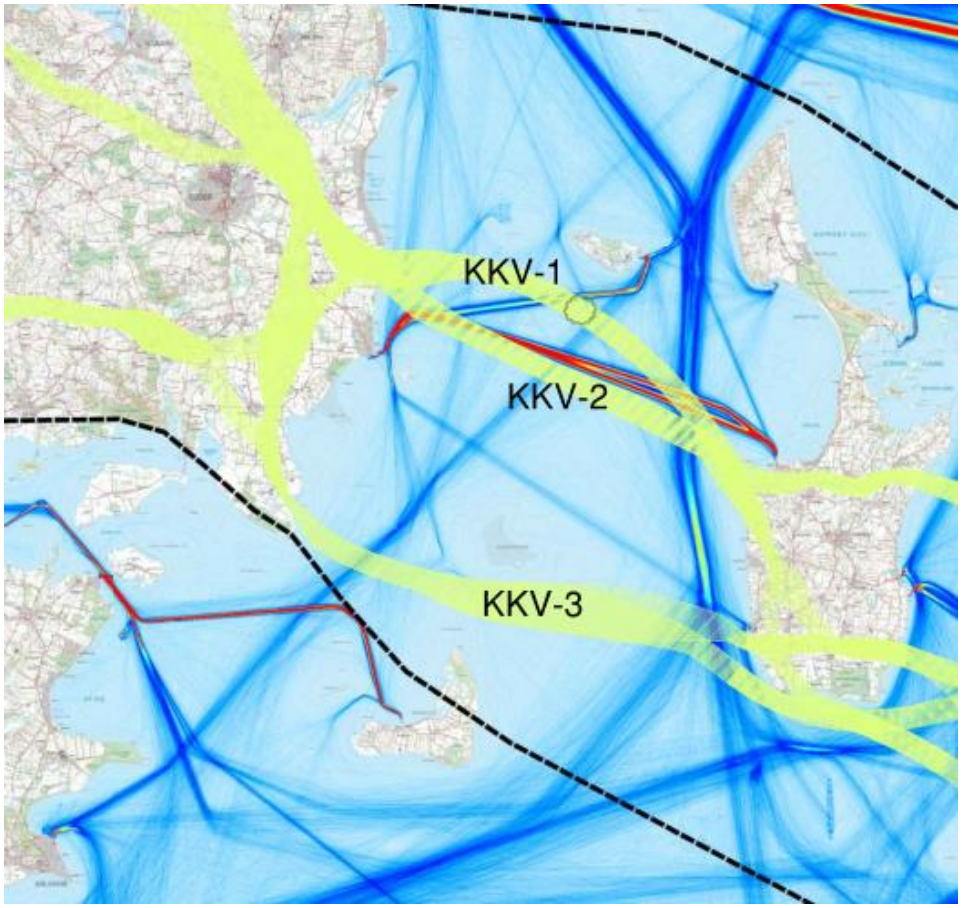
Kyst-kyst længder for rene vejløsninger er de samme, bortset fra at den kunstige ø er 200 m kortere og bro tilsvarende længere.

10.1.1 Tekniske løsninger

For broløsninger vil der, under forudsætning af at en lille del af skibstrafikken kan tillades ledet øst om Samsø, kun være behov for moderate gennemsejlingsfag som kan udføres som bjælkebroer.

10.1.2 Skibstrafik og sejladssikkerhed

Skibstrafikken i farvandet imellem Samsø og Jylland – se Figur 10-4 – er domineret af en nord- og sydgående trafik i ruten langs med Samsøs vestkyst, af færgetrafikken imellem Hou og Samsø og af færgetrafikken imellem Hou og Tunø. Dertil kommer en del lystsejlads i området, som en KKV broløsning bør tage hensyn til og give passage for. Færgeforbindelsen mellem Hou og Samsø forventes afviklet ved en fast forbindelse, og ved en KKV broløsning, vil de større skibe i den nord- og sydgående trafik langs med Samsøs vestkyst kunne omledes til at passere den faste forbindelse via Rute T.



Figur 10-4 Intensitet af skibstrafikken vest for Samsø baseret på AIS data for 2018. (Bilag 4-1 i bilagsmappen)

En 160 m bred og 26 m høj navigationsåbning i KKV til den nord- og sydgående trafik langs med Samsøs vestkyst vurderes foreløbig at være tilstrækkelig til envejspassage af handelsskibe med en længde op til 100 m. Denne vurdering skal underbygges i næste fase af forundersøgelsen. Trafik med større skibe henvises til at krydse den faste forbindelse øst for Samsø via Rute T igennem KKØ. Den skrå skæring imellem KKV-1 og den nord- og sydgående rute kan begrænse længden af de skibe, der kan tillades at passere KKV-1. Men vanddybden i området gør det muligt at rette trafikken på ruten ind til en mere vinkelret krydsning af KKV-1.

Begrænsningen på størrelsen af skibe, der kan tillades at passere en KKV broløsning, vil gøre det nødvendigt at VTS Storebælt – eller en anden tilsvarende enhed – overvåger skibstrafikken. Ved overvågningen skal VTS forhindre, at for store skibe passerer en KKV broløsning, og skal alarmere trafikken på broen, når der er mulighed for at en sådan passage vil ske.

10.1.3 Plan-og miljøforhold

I relation til plan-og miljøforhold, er korridorerne valgt, så de ikke direkte berører prioriterede naturtyper i Natura 2000- områder og ikke i betydeligt omfang berører øvrige naturtyper på udpegningsgrundlagene.

Samtlige natur- og miljøforhold anbefalesvurderet nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at få mere sikkerhed i vurderingerne af, hvorvidt der er væsentlige påvirkninger af disse forhold. På det aktuelle offentligt tilgængelige vidensgrundlag er foreløbig derfor alene en placering af en korridor i de områder af Horsens Fjord, der indeholder prioriterede naturtyper samt mere massive forekomster af øvrige naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området, udelukket på dette stadie af forundersøgelsen.

10.2 KKV-1 Onsbjerg - Hou (nordlig)

10.2.1 Beskrivelse

KKV-1 er den nordligste af de 3 undersøgte korridorer vest for Samsø. Det er den af de 3 korridorer, der har den største afstand til Natura 2000-området og korridoren går over en grund, hvor der er mulighed for at etablere en kunstig ø og hermed opdele strækningen i bro og tunnel. Etablering af en del af strækningen med en tunnelløsning har den fordel, at skibstrafikken kan sejle uhindret vest om Samsø. Korridoren passerer tæt på Tunø med en afstand fra nordlige korridorgrænse ved kunstig ø til Tunø på ca. 1,7 km. Korridoren er vist i Figur 10-1 og Figur 10-2. To varianter er valgt undersøgt på dette stadie af forundersøgelsen:

- KKV-1.1 starter i knudepunkt Onsbjerg Nord og slutter i knudepunkt Hou. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 21,05 km. Korridoren kan kombineres med KKØ-1.
- KKV-1.2 starter i knudepunkt Onsbjerg Syd og slutter i knudepunkt Hou, hvilket giver en lidt længere korridor. Herved bliver den samlede længde mellem knudepunkter 21,55 km. Korridoren kan kombineres med de øvrige KKØ-korridorer.

Kun KKV-1.1 korridoren er af tidsmæssige og økonomiske årsager behandlet i det følgende. Analysen af den alternative korridor KKV-1.2 vurderes dog på det foreliggende grundlag i det store hele identisk, da de to punkter Onsbjerg Nord og Onsbjerg Syd ligger meget tæt på hinanden syd for Sælvig by.

Hvis korridoren bliver lagt nordligere, vurderes det på det foreliggende grund at ville det have følgende konsekvenser:

- Korridoren vil passere meget tæt på Tunø, hvilket kan være uhensigtsmæssigt mht. landskabsanalyser og støj;
- Afstanden til havvindmølleparken ved Tunø Knob vil blive kortere, hvilket kan være uhensigtsmæssigt for en broløsning, både for vindmøllerne og bro, bl.a. mht. skyggevirkninger og turbulens;
- Del af korridor nær Tunø vil være på dybere vand, hvilket gør det mindre oplagt at anlægge kunstig ø til brug ved kombineret bro og tunnelløsning;
- Knudepunkt på Samsø vil ligge for nordligt mht. landkorridoren;
- Korridoren vil blive længere.

Derfor er korridor KKV-1 i denne del af forundersøgelsen ikke placeret nordligere. For sydligere placering er anvendt korridor KKV-2.

10.2.2 Teknisk vurdering

Den tekniske løsning kan være enten bro, tunnel eller kombineret bro og tunnel.

Den rene broløsning og rene tunnel løsning behandles i en let justeret korridor med mere direkte linje – KKV-2.

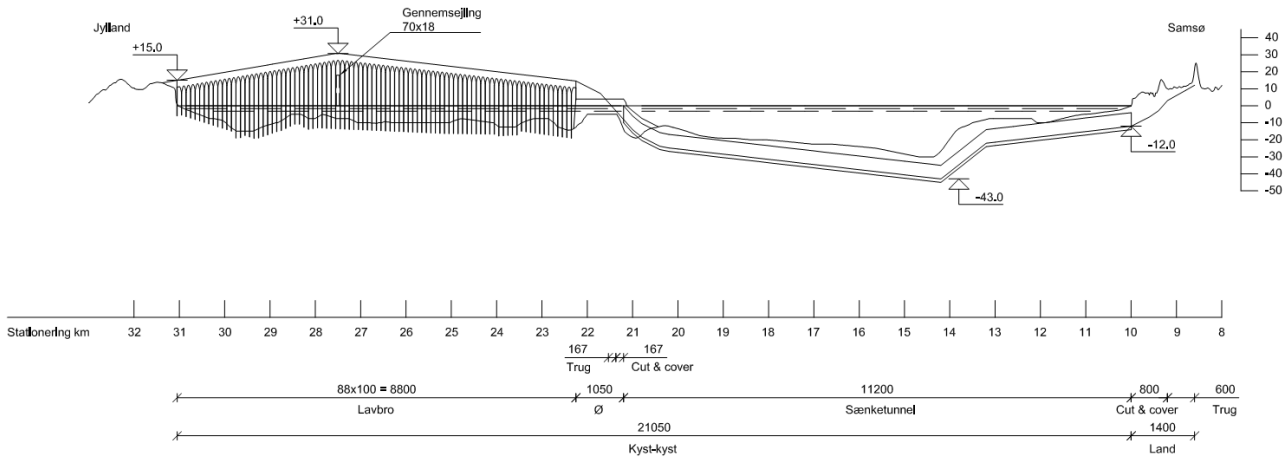
Her er derfor fokuseret på den kombinerede løsning.

10.2.2.1 Kombineret bro og tunnel

Tunnelløsning er i denne del af forundersøgelsen anvendt over den østlige del af korridoren hvor sejlruten krydses og der er størst vanddybde. Dette vil tillade passage af al skibstrafik i renden mellem Samsø og Tunø, som kan passer der i dag.

Hvor korridoren passerer en grund med kun 5 m vanddybde skifter konstruktionstype til lavbro med 100 m fag. Der etableres en kunstig ø som overgangskonstruktion fra tunnel til bro.

Kombineret bro og tunnelløsningen er optegnet i Figur 10-5.



Figur 10-5 KKV-1.1 længdeprofil sænketunnel og lavbro vej/bane (Bilag 10-3 i bilagsmappen)

10.2.2.1.1 Lavbro

Lavbro svarende til Storebælt Vestbro er på det foreliggende grundlag vurderet som den foretrukne broløsning, da både vanddybde og skibstrafik er sammenlignelig med forholdene ved Storebælt Vestbro. Der bør i den kommende forundersøgelse ses på andre løsninger, såfremt der viser sig en risiko for, at denne løsning kan være i konflikt med andre væsentlige hensyn.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

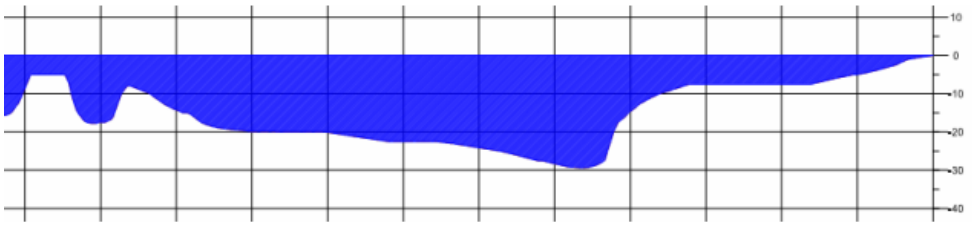
Acceptabel risiko

10.2.2.1.2 Sænketunnel

Sænketunnel er vurderet som den foretrukne tunnelmetode på det foreliggende grundlag. I en kommende projektfase skal det dog verificeres at løsningen ikke skaber problemer i relation til f.eks. sediment transport under anlæg.

Ved Samsø er der behov for en cut & cover tunnel og trug pga. terrænet.

På strækningen er maksimal dybde omkring 30 m. Det vil sige, at der kan etableres en sænketunnel med maksimal funderingsdybde på 40 m, hvilket er inden for erfaringerne fra en større gruppe af andre projekter (Busan-Geoje, Hong Kong – Zhuhai – Macau mfl.).



Figur 10-6 KKV-1 Østlige farvand mod Samsø

En sænketunnel på ca. 12 km er væsentligt kortere end Femern tunnelen, og det antages derfor, at sikkerhedskoncepterne herfra kan adapteres i betydeligt omfang til trods for ændrede projektforhold i øvrigt.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

Acceptabel risiko

10.2.2.1.3 Boret tunnel

Som alternativ til en sænketunnel under den østlige sejlrende kunne også etableres en boret tunnel. Løsningen vil blive ca. 1 km længere og således starte cirka 500 m længere inde på Samsø. Tilsvarende vil størrelsen på overgangsøen blive øget med cirka 500 m i længden. Løsningen er hvad angår længde og dybde inden for det velkendte område for borede tunneler. Længden er væsentligt mindre end Femern boret tunnelkonceptet, hvorfor dette må forventes også at kunne fungere her.

Løsningen er i denne projektfase ikke udvalgt til nærmere analyse grundet begrænset tid og økonomi.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

Acceptabel risiko

10.2.3 Plan- og miljøforhold

Korridoren går ikke gennem hverken Natura 2000-områder eller vildtreservater (Figur 6-1).

Det bør vurderes nærmere i den næste del af forundersøgelsen, om nogle af de udvalgte og ovenfor beskrevne løsninger på grund af f.eks. sedimentation har en væsentlig påvirkning på Natura 2000-området i umiddelbar nærhed af korridoren.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren. Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning. Eventuelle barriereeffekter eller kollisionsrisiko for fugle bør nærmere vurderes i den næste del af forundersøgelsen.

Stenrev udenfor Natura 2000-områder, råstofområder og militære skydeområder berøres ikke af korridoren. Der ligger et skibsvrag af ikke kendt marinarkæologisk interesse nær ved de foreløbige korridorers passage af kysterne både på Samsøsiden og Jyllandssiden (Figur 6-7).

10.3 KKV-2 Onsbjerg - Hou (sydlig)

10.3.1 Beskrivelse

Den korteste strækning på vest siden af Samsø opnås med korridoren KKV-2. Korridoren er vist i Figur 10-1 og Figur 10-2. To varianter er valgt undersøgt i denne del af forundersøgelsen:

- KKV-2.1 starter i knudepunkt Onsbjerg Syd og slutter i knudepunkt Hou. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 20,1 km. Korridoren kan kombineres med KKØ-2 og KKØ-3 korridorerne.
- KKV-2.2 starter i knudepunkt Onsbjerg Nord og slutter i knudepunkt Hou, hvilket giver en lidt længere korridor. Herved bliver den samlede længde mellem knudepunkter 20,3 km. Korridoren kan kombineres med KKØ-K01.

Kun KKV-2.1 korridoren behandles i det følgende, da alternativ korridor KKV-2.2 med start i knudepunkt Onsbjerg Nord fremfor Onsbjerg Syd vurderet på det foreliggende grundlag ikke giver anledning til nævneværdig forskel på kyst til kyst delen.

Korridorens nord/sydlige placering har i denne del af forundersøgelsen blandt andet været baseret på at finde det knudepunkt på land som medfører den korteste korridor på vand. En sydligere eller nordligere placering mellem knudepunkter ville give længere afstand. En sydligere placering vil derudover betyde, at korridoren vil befinde sig indenfor store dele af Natura 2000-området. Derfor er korridoren på dette stadie af forundersøgelsen placeret som vist.

10.3.2 Teknisk vurdering

Hvor Korridor KKV-1 på dette stadie af forundersøgelsen er udvalgt som den mest relevante korridor mellem Onsbjerg og Hou for en kombineret tunnel / bro, er KKV-2 på det foreliggende grundlag vurderet mest relevant for en ren bro løsning og ren tunnel løsning, da det er de mest direkte linjer mellem Onsbjerg og Hou.

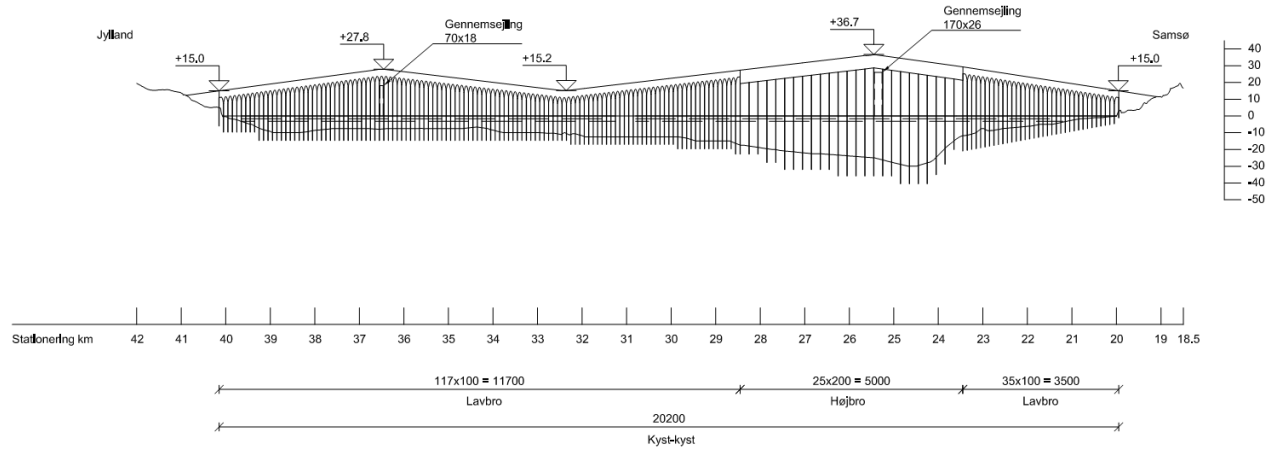
En ren tunnel løsning fra kyst til kyst er mulig, men er på det foreliggende grundlag ikke vurderet at være interessant, i og med at der ikke p.t. er identificeret væsentlige forhold, der påkræver en tunnel løsning mellem Tunø og Jylland.

Det er derfor valgt at se nærmere på en ren broløsning i denne del af forundersøgelsen.

10.3.2.1 Bro

Broløsningen er udviklet med hensyntagen til den store nord/sydgående sejlrende mellem Samsø og Tunø, samt behovet for en mindre passage vest om Tunø Knob. Hvor sejlruten krydses, og der er stor vanddybde, er anvendt en høj bjælkebro med 200 m fag. På den resterende del af strækningen er valgt en lavbro med 100 m fag og et mindre gennemsejlingsfag vest om Tunø Knob.

Broløsningen er optegnet i Figur 10-7.



Figur 10-7 KKV-2.1 længdeprofil højbro og lavbro vej/bane (Bilag 10-4 i bilagsmappen)

Løsningen for lavbroen er velkendt fra Storebælts Vestbro, som er meget sammenlignelig mht. vanddybder og skibstrafik. Ligeledes er løsningen for højbroen velkendt fra tilslutningsfagene på Storebælts Østbro for ren vejløsning. For kombineret vej og jernbane i samme niveau, er en kassedrager i stål også en velkendt broløsning.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor som:

Acceptabel risiko

10.3.3 Plan- og miljøforhold

Korridoren forløber langs grænsen til Natura 2000-område N56 Horsens Fjord, havet øst for og Endelave, der omfatter habitatområde H52 og fuglebeskyttelsesområde F36. (Tabel 6-6 og Figur 6-5). Hou Røn er desuden udpeget som vildtreservat (Figur 6-7).

Det kan ikke på den foreliggende vidensgrundlag udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til bropiller eller sænketunnel i den vestlige del af korridoren nær Hov ved sydgående strøm kan føres ind i Natura 2000-området og påvirke naturtypen 1160 *Rev*. Der er tale om stenrev, der er bevokset med tangskove, og som er et vigtigt levested samt gyde-og opvækstplads for en lang række fisk. Sedimentfaner kan skygge for planterne og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage vækstthæmning og i værste tilfælde at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. Vælges en boret tunnel vil denne effekt ikke opstå, ligesom vegetationen ikke vil påvirkes hvis gravearbejderne udføres udenfor planternes vækstsæson efterår og vinter. I den kommende del af forundersøgelsen anbefales der set nærmere på disse potentielle effekter, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner og sedimentationsraten af spildt sediment vha. modeller og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons værdier.

Den vestlige del af korridoren ligger desuden ca. 2 km nord for en havternekoloni på Hou Røn i fuglebeskyttelsesområdet. Det vurderes umiddelbart at støj og forstyrrelser i anlægsfasen eller støj fra en bro i driftsfasen ikke vil forstyrre fuglene i denne koloni. Dette bør imidlertid vurderet nærmere i den kommende del af forundersøgelsen f.eks. vha. af støjmodellering og sammenligning af resultaterne med kendte effektniveauer.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren. Påvirkningsgraden for disse dyrearter bør ligeledes vurderet nærmere i den næste del af forundersøgelsen.

Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning. Eventuelle barriereeffekter eller kollisionsrisici for fugle bør ligeledes undersøges og vurderes i forbindelse med næste fase af projektet.

Stenrev udenfor Natura 2000-områder, råstofområder og militære skydeområder berøres ikke af korridoren. Der ligger et skibsvrag af ikke kendt marinarkæologisk interesse nær ved de foreløbige korridorers passage af kysterne ved både på Samsøsiden og på Jyllandssiden (Figur 6-7).

10.4 KKV-3 Kolby Kås - Gylling Næs

10.4.1 Beskrivelse

KKV-3.1 er den sydligste af de undersøgte foreløbige korridorer vest for Samsø. Denne korridor går nord om Endelave gennem Natura 2000-området, men udmærker sig ved at størstedelen af strækningen er på lavt vand. Korridoren er vist i Figur 10-1 og Figur 10-2. Korridoren starter i knudepunkt Kolby Kås og slutter i knudepunkt Gylling Næs. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 22,9 km.

Korridorens nord/sydlige placering er i hver ende bestemt af knudepunkter på land og landkorridorer. Hvis korridoren var lagt sydligere eller nordligere over vand, mellem knudepunkterne, ville det have følgende konsekvenser:

- Habitatnaturtyper inden for Natura 2000-områder ville vurderet på det foreliggende vidensgrundlag blive berørt i betydeligt omfang. Dette er hovedårsagen til placeringen og udstrækningen af korridoren på dette sted, idet en hensyntagen til disse forhold er en analyseparameter for denne del af forundersøgelsen.
- Del af korridor nord for Endelave vil komme på meget lavt vand, hvilket komplicerer byggeriet hvis bro- eller sænketunnelløsning, da minimumsvanddybde er krævet;
- Korridoren vil blive længere.

Dette er baggrunden for, at korridor KKV-3 i denne del af forundersøgelsen ikke placeret hverken sydligere eller nordligere.

10.4.2 Teknisk vurdering

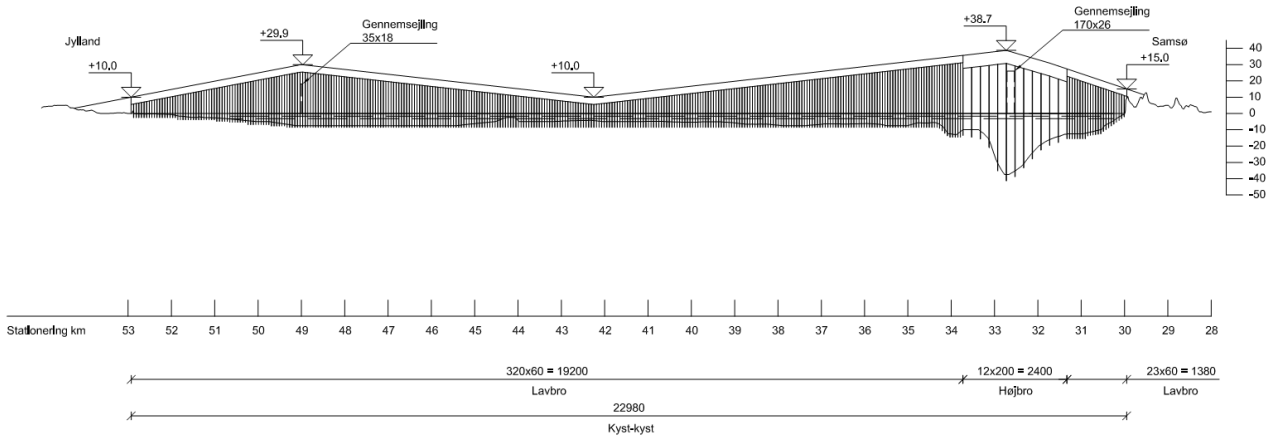
På grund af lav vanddybde over det meste af strækningen er en broløsning på dette stadie af forundersøgelsen udvalgt til nærmere analyse for hele strækningen.

Principielt kunne der også udvikles tekniske løsninger baseret på andre konstruktionstyper som kombinerede bro/tunnel løsninger. Disse løsningener er dog i denne projektfase ikke udvalgt til nærmere analyse grundet begrænset tid og økonomi, men vil blive undersøgt nærmere i den næste del af forundersøgelsen, hvis de nærmere vurderinger, som der skal foretages af påvirkningerne af Natura 2000-området i næste del af forundersøgelsen, viser, at det ikke kan udelukkes, at denne løsning kan medføre en væsentlig påvirkning på Natura 2000-områdets udpegningsgrundlag.

10.4.2.1 Bro

Hvor sejlruten krydses, og der er stor vanddybde, er det på det foreliggende grundlag vurderet at der er behov for en højbro med 200 m fag. For den resterende del er der på det foreliggende grundlag valgt en lavbro med 60 m fag og et mindre gennemsejlingsfag nær Jylland.

Broløsningen er optegnet i Figur 10-8.



Figur 10-8 KKV-3.1 længdeprofil højbro og lavbro vej/bane (Bilag 10-5 i bilagsmappen)

Løsningen for lavbroen er velkendt fra udlandet hvor de fleste lange marine viadukter har spændvidder på 50-80m. Løsningen for højbroen velkendt fra tilslutningsfagene på Storebælts Østbro for ren vejløsning. For kombineret vej og jernbane i samme niveau, er en kassedrager i stål også en velkendt broløsning. Selve brokonstruktionen er derfor vurderet som lav risiko.

Acceptabel risiko

10.4.3 Plan- og miljøforhold

Korridoren forløber gennem Natura 2000-område N56 Horsens Fjord, havet øst for og Endelave, der omfatter habitatområde H52 og fuglebeskyttelsesområde F36. Korridoren forløber umiddelbart syd for habitatnaturtyperne 1110 Sandbanke og 1170 Rev og den vestlige del af korridoren gennem en sandbanke i den vestligste del af habitatområdet (Figur 6-4).

Det kan ikke på det foreliggende vidensgrundlag udelukkes, at sediment, der spildes under udgravning til bropiller eller sænketunnel kan påvirke naturtypen 1160 *Rev*. Der er tale om stenrev, der er bevokset med tangskove og som er et vigtigt levested samt gyde-og opvækstplads for en lang række fisk. Sedimentfaner kan skygge for planterne og sediment kan bundfældes på planterne, hvilket kan forårsage væksthæmning og i værste tilfælde at planterne dør. Det vurderes umiddelbart, at effekten af dette vil være begrænset og midlertidig, idet det er erfaringen fra andre store anlægsarbejder til søs, at eventuelt påvirkede algebevoksninger vil genetableres forholdsvist hurtigt efter påvirkning. Vælges en boret tunnel vil denne effekt ikke opstå, ligesom vegetationen ikke vil påvirkes hvis gravearbejderne udføres udenfor planternes vækstsæson efterår og vinter. I den

næste del af forundersøgelsen bør disse potentielle effekter vurderes nærmere, f.eks. ved at modellere skygning fra sedimentfaner og sedimentationsraten af spildt sediment vha. modeller og sammenholde resultatet med kendte dosis-respons værdier.

Den midterste del af korridoren ligger ca. 1 km syd for dværg- og havternekolonier på Svanegrunden. Dværg- og havterne indgår i udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området (Figur 6-5).

Svanegrunden er desuden udpeget som vildtreservat til beskyttelse af områdets betydning som yngle- og tilholdssted for fugle og sæler (Figur 6-7). Der er adgangsforbud fra 1. april til 31. august. Svanegrund er et betydende fældeområde for edderfugle og husede i sommeren 2006 nogle af de tætteste koncentrationer af ederfugle i Danmark. Grunden bruges desuden som tilholdssted for spættet sæl. Det bør i næste del af forundersøgelsen vurderes nærmere om støj og forstyrrelser i anlægsfasen eller støj fra en bro i driftsfasen vil forstyrre disse fugle og sæler. Dette kan vurderes vha. af støjmodellering og sammenligning af resultaterne med kendte effektniveauer.

Korridoren ligger i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren. Påvirkningsgraden for disse dyrearter bør ligeledes vurderes nærmere i næste del af forundersøgelsen.

Marsvin kan påvirkes af undervandsstøj under anlægsfasen, især i forbindelse med nedramning af spunsvægge og lignende. Det er imidlertid muligt med passende afværgeforanstaltninger at minimere eller helt forhindre påvirkning.

Stenrev udenfor Natura 2000-områder, råstofområder og militære skydeområder berøres ikke af korridoren. Der en række skibsvrag af ikke kendt marinarkæologisk syd for Samsø (Figur 6-7).

10.5 KKV-3 Samsø Syd - Gylling Næs

10.5.1 Beskrivelse

KKV-3.2 korridoren er valgt for at føre trafikken helt uden om Samsø. Korridorerne kan kombineres med KKØ-2 og KKØ-3 korridorerne.

Korridoren er vist i Figur 10-1 og Figur 10-2. Korridoren starter i knudepunkt Samsø Syd og slutter i knudepunkt Gylling Næs. Den samlede længde mellem knudepunkter er her 27,7 km.

10.5.2 Teknisk vurdering

Den tekniske løsning er den samme som for KKV-3.1 korridoren beskrevet i afsnit 10.4.2.

Projektrisikoen for denne løsning vurderes derfor at være den samme som for KKV-3.1, dvs.:

Acceptabel risiko

10.6 Sammenfatning Kyst–Kyst Vest

10.6.1 Foreløbige korridorer

Der er undersøgt tre foreløbige korridorer for kyst-kyst vest for Samsø (KKV). De to første korridorer KKV-1 og KKV-2 har udgangspunkt ved Onsbjerg på Samsø og landgangspunkt ved Hou i Jylland. Den sidste korridor KKV-3 har udgangspunkt ved Kolby Kås på Samsø og landgang ved Gylling Næs i Jylland. Muligheden for at gå helt syd om Samsø, uden tilslutning til Samsø, er også undersøgt. Dette har resulteret i 6 foreløbige kombinationer for KKV-korridorer. Længden af disse korridorer varierer mellem 20,2 km og 27,7 km.

Fælles for de tre korridorer er, at de krydser sejlrenden nær Samsø, hvor vanddybden varierer mellem 30 m og 37 m afhængig af korridor. Ellers varierer vanddybden meget indenfor de 3 korridorer, mellem 5 m og 20 m.

Længdeprofiler med angivelse af mest oplagte konstruktionstyper er optegnet for 3 udvalgte løsninger. Dette er gjort for kombineret vej og jernbane. Konstruktionstyper omfatter bro på hele strækningen eller kombineret bro og tunnel inklusiv kunstig ø ved overgang fra bro til tunnel. For tunnelløsningen er omfang af cut & cover tunnel og trug desuden undersøgt.

Korridorernes og de anlægstekniske løsningers endelige påvirkning af omgivelserne afhænger af, hvor de endelige korridorer placeres, samt i sidste instans hvor de enkelte linjeføringer placeres indenfor korridorerne. Der bør arbejdes videre med en optimering af de enkelte korridorvalg med tilhørende linjeføringer og anlægstekniske løsninger i den næste fase af forundersøgelsen.

Nedenfor opsamles den samlede foreløbige vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige løsninger ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne indledende del af forundersøgelsen.

10.6.2 Broløsninger

For broløsninger vurderes det på det foreliggende vidensgrundlag, at der af hensyn til skibstrafikken vil være behov for 200 m gennemsejlingsfag nær Samsø. Denne faglængde udført som bjælkebro er desuden anvendt for dele over dybt vand. For resterende dele er anvendt lavbroer med 100 m fag, bortset fra den sydligste korridor hvor vanddybderne er så lave, at det ud fra en anlægsteknisk vurdering skønnes mere optimalt at anvende en lavbro med 60 m fag.

Alle KKV broløsninger vil krydse den naturlige nord-sydgående sejlrende vest for Samsø. I denne tidlige fase af forundersøgelsen er der taget udgangspunkt i en navigationsåbning ved denne krydsning baseret på, at alle skibe længere end 100 m henvises til at passere den faste forbindelse øst om Samsø via Rute T. For den aktuelle trafik i sejlrenden betyder den valgte begrænsning, at ca. 15% af trafikken henvises til passage øst om Samsø. Begrænsningen på skibslængden kan, hvis dette skulle vælges i den næste del af forundersøgelsen, lempes med en større navigationsåbning i broen, og en nøjere undersøgelse af betydningen af den foreslåede omlægning af trafikken i sejlrenden bør lægges til grund for det endelige valg af navigationsåbning. Den øvrige trafik under en broløsning er hovedsagelig lystsejlads, som tilgodeses med tilstrækkelig frihøjde under brodrageren i nærheden af Jyllands kyst.

10.6.3 Tunnelløsninger

I tillæg til rene broløsninger er en kombineret bro- og tunnelløsning også vurderet langs korridor KKV-1. Denne løsning vil til forskel for de rene broløsninger ikke give indskrænkninger for skibstrafikken i den sydgående sejlrende vest for Samsø. Tunnelen passerer depressionen lige vest for Samsø, men vil have et dybdepunkt cirka 40 m under vandoverfladen. Tunnelen vil være relativt kort sammenlignet med tunnelløsningerne på KKØ. Sænketunnelen vil være 11,2 km og den samlede længde mellem tunnelportaler vil være 12,8 km. Denne tunnelløsning vurderes på det foreliggende vidensgrundlag at være inden for en acceptabel risiko. Opbygning af perimeterdæmning for kunstig ø er skitseret.

10.6.4 Plan- og miljøforhold

De sydligste korridorer fra Samsø (Samsø Syd, Vesborg Fyr og Kolby Kås) går alle gennem Natura 2000-området Horsens Fjord, området øst for og Endelave. Det er på det foreliggende vidensgrundlag ikke muligt at friholde de foreløbig kortlagte habitatnaturtyper fuldstændig.

Korridorer fra Onsbjerg friholder Natura 2000-området. Dette er dog ingen garanti for, at der ikke – afhængig af anlægsmetode og det færdige anlæg – kan forekomme en påvirkning ind i Natura 2000-området på de arter og naturtyper, der udgør udpegningsgrundlaget.

Ingen af korridorerne mellem Samsø og Jylland berører råstofindvindingsområder. Der er heller ikke kortlagt stenrev uden for habitatområderne. Korridorerne

ligger alle i et kerneområde for bilag IV-arten marsvin, ligesom trækkende havfugle kan flyve over korridoren. Der er gjort flere marinarkæologiske fund på strækningen mellem Samsø og Jylland.

Samtlige natur- og miljøforhold skal vurderes nærmere i næste fase af forundersøgelsen for at få mere sikkerhed i vurderingerne af, hvorvidt der er væsentlige påvirkninger af disse forhold. På det aktuelle offentligt tilgængelige vidensgrundlag er foreløbigt derfor alene en placering af en korridor i de områder af Horsens Fjord, der indeholder prioriterede naturtyper samt mere massive forekomster af øvrige naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området, udelukket på dette stadie af forundersøgelsen.

10.6.5 Projektrisiko

Overvejelser om projektrisiko er i nærværende Delrapport foretaget efter kategorisering med 4 risikoniveauer som beskrevet i afsnit 4.2. Dette er gjort for alle 6 foreløbige KKV-korridorer 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 og 3.2 for beskrevne konstruktionstyper. Projektrisiko er primært vurderet ud fra:

- Broer: Broløsning i forhold til kendt teknologi og risiko for skibsstød
- Sænketunneler: Tunnelens længde og dybde i forhold til kendt teknologi, herunder længdens betydning for sikkerhedskonceptet.

Projektrisiko er sammenfattet i Tabel 8-4. Her er også angivet for hvilke korridorer og konstruktionsløsninger anlægsoverslag er udarbejdet.

Ingen af løsningerne er i nuværende fase kategoriseret som lav risiko grundet størrelsen og kompleksiteten af en Kattegatforbindelse, og blandt andet det meget begrænsede geotekniske grundlag der er til rådighed.

Alle løsninger er vurderet at have acceptabel risiko mht. konstruktioner.: Kombineret bro og sænketunnel for de to KKV-1 korridorer (1.1 og 1.2) samt bro for de to KKV-2 korridorer (2.1 og 2.2) og de to KKV-3 korridorer (3.1 og 3.2).

Tabel 10-3 Sammenfatning af projektrisiko for KKV-korridorer

Korridor (konstruktionstype)	Anlægsoverslag	Projektrisiko
KKV-1.1 Onsbjerg Nord - Kunstig ø - Hou (Sænketunnel/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKV-1.2 Onsbjerg Syd - Kunstig ø - Hou (Sænketunnel/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKV-2.1 Onsbjerg Syd - Hou (Højbro/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKV-2.2 Onsbjerg Nord - Hou (Højbro/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKV-3.1 Kolby Kås - Gylling Næs (Højbro/Lavbro)	Ja	Acceptabel
KKV-3.2 Samsø Syd - Gylling Næs (Højbro/Lavbro)	Ja	Acceptabel

11 Foreløbige korridorer i Jylland

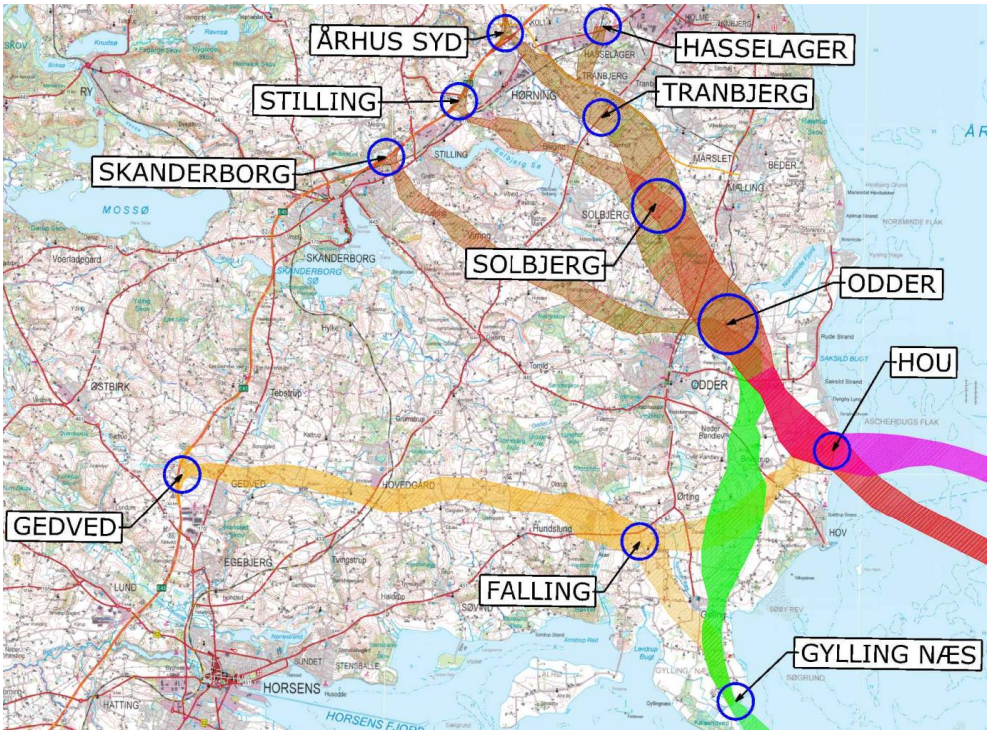
Der er overordnet set på følgende korridorer i Jylland for henholdsvis kombineret vej- og baneforbindelse og ren vejforbindelse:

Kombineret vej- og baneforbindelse, som følges frem til Tranbjerg, hvor vejforbindelsen føres videres mod Århus Syd og baneforbindelsen mod Hasselager:

- Hou – Tranbjerg – Århus Syd / Hasselager
- Gylling Næs – Tranbjerg – Århus Syd / Hasselager.

Ren vejforbindelse:

- Hou – Tranbjerg – Århus Syd
- Hou – Stilling
- Hou – Skanderborg
- Gylling Næs – Århus Syd
- Gylling Næs – Stilling
- Gylling Næs – Skanderborg
- Hou – Gedved (nord for Horsens)
- Gylling Næs – Gedved (nord for Horsens).



Figur 11-1 Korridorer i Jylland

Korridorerne mod Gedved nord for Horsens er tænkt som supplering til hovedforbindelsen mod Århus og den nordlige del af Jylland, hvis der ønskes en mere direkte forbindelse mod Horsens og til den centrale del af Jylland. De er tænkt udført som motorvejsforbindelser, men hvis trafikmængden ikke kræver et fuldt motorvejstværsnit, kan disse sydlige korridorer også udføres som en højklasset hovedlandevej f.eks. en 2+1 forbindelse. I nærværende rapport er løsningen med en højklasset vej dog ikke beskrevet nærmere.

Såfremt korridorerne mod Horsens/Gedved alene omfattede en højklasset vej, kan disse i givet fald udformes mere fleksibelt end for en motorvej (mindre krav til horisontal og vertikal geometri). Dermed vil placeringen af en højklasset vej også være mere fleksibel og kunne placeres andre steder end hvad der fremgår af afsnit 11.2.4, 11.2.5 og 11.2.6.

Korridorernes udgangspunkt er bestemt ud fra de valgte knudepunkter på kysten for kyst-kyst forbindelsen, som er placeret indenfor løsningsrummet for denne.

Tilslutningspunkterne til den eksisterende E45 er udvalgt i de områder, hvor det er muligt at komme til uden unødige gener for eksisterende bebyggelse eller voldsomme naturmæssige indgreb. Disse områder er dog også i en vis grad allerede disponeret til anvendelse til eksisterende erhverv, nye naturområder eller anden bebyggelse, så der vil under alle omstændigheder være udfordringer med tilslutning til motorvej E45.

I det sydlige Århus har Århus Kommune igangsat planlægningen og udførelsen af en ny vejforbindelse, kaldet Bering-Beder vejen, som skal forbinde Oddervej i sydøst med den østjyske motorvej E45 og Torshøjvej i nordvest.

Bering-Beder vejen vil i alt blive ca. 12 km lang. Sammen med den østjyske motorvej og Djursland motorvejen vil vejen udgøre en del af en ny overordnet ringvejsforbindelse rundt om Århus. Denne ring skal bl.a. medvirke til at aflaste det øvrige overordnede vejnet og give en mere ligelig fordeling af trafikbelastningen på de sydlige indfaldsveje. Vejen forventes desuden at blive en vigtig del af betjeningen af fremtidige byvækstområder i den sydlige del af kommunen. For nærværende foregår ledningsomlægningerne og selve anlægsarbejdet forventes opstartet i 2020, mens målet er, at vejen skal være færdiganlagt og åbnet for trafik ved årsskiftet 2022/2023.

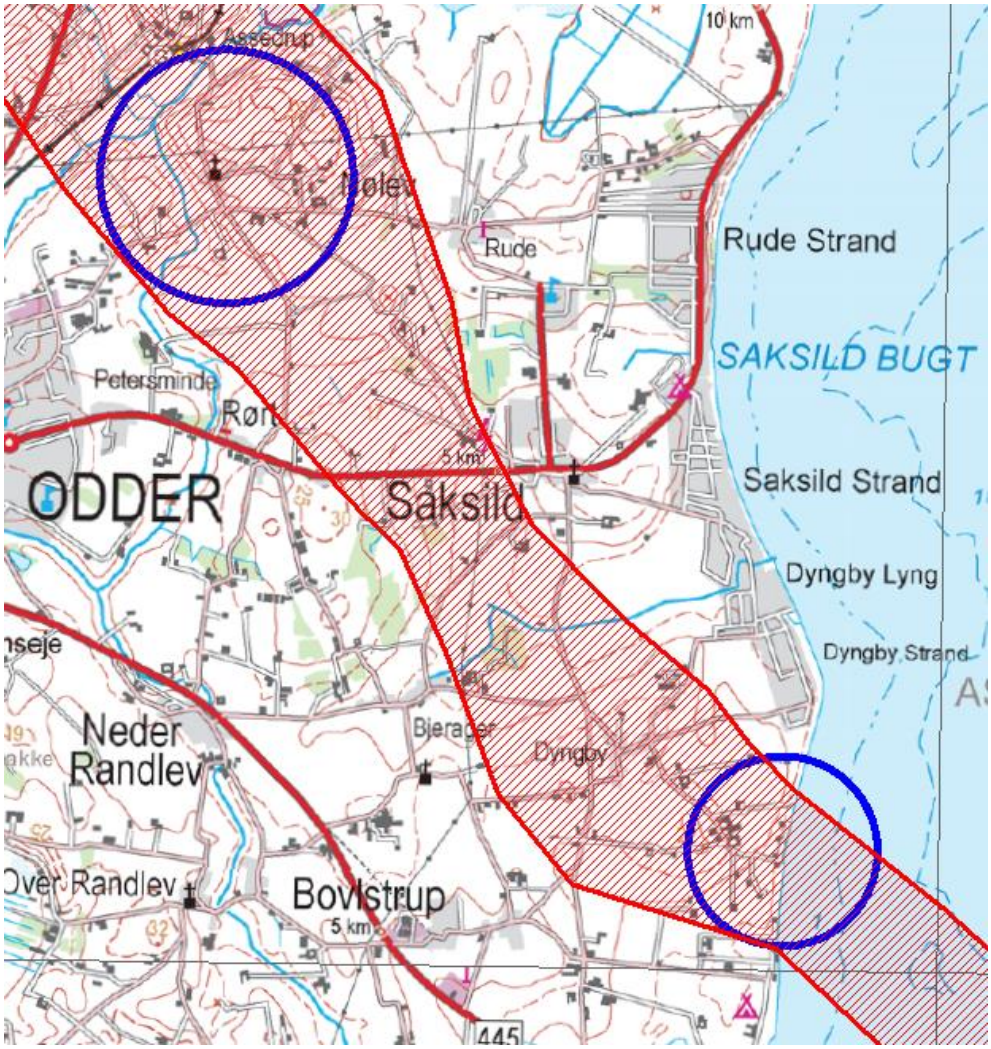
Den nye vej omfattes af korridorsegmentet for ny motorvej mellem Solbjerg og Århus Syd og en ny bane vil skulle krydse vejen i korridorsegmentet Tranbjerg – Hasselager se i afsnit 11.3.1. Der er i nærværende rapport ikke taget stilling til, om Bering-Beder vejen helt eller delvist vil kunne indgå og ombygges til en del af ny motorvej, idet dette må afvente en senere projektfase, hvor der ses nærmere på mere specifikke linjeføringer for ny motorvej. Se nærmere i beskrivelsen af korridorsegmentet Tranbjerg – Århus S i afsnit 11.2.1.

Som udgangspunkt antages den i anden regi foreslåede nye bane Hovedgård – Hasselager *ikke* at være anlagt, hvis der etableres baneforbindelse på den nye Kattegatforbindelse. Der er derfor heller ikke beskrevet noget specifikt vedr. krydsning med en sådan bane.

De enkelte korridorsegmenter er beskrevet nedenfor i afsnittene 11.1.1 til 11.3.1 og en samlet oversigtsbeskrivelse er givet i afsnit 11.4

11.1 Korridorsegmenter for kombineret vej og ny bane eller ren vej forbindelse

11.1.1 Hou – Odder



Figur 11-2 Korridorsegment Hou -Odder

11.1.1.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment har en længde på ca. 7 km og er en del af korridorerne mod nord til enten Århus Syd / Hasselager, Stilling eller Skanderborg. Den er tænkt som både vej- og baneforbindelse, men kan naturligvis etableres uden en baneforbindelse.

11.1.1.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet går fra knudepunktet på kysten for kyst-kyst forbindelsens nordlige korridorer til området øst for Odder, hvor segmentet løber sammen med korridorsegmentet fra Gylling Næs i syd, beskrevet i afsnit 11.1.4. Passage af kystlinjen er tænkt placeret i et område lidt syd for sommerhusområdet beliggende syd for Saksild/Dyngby til nord for kysthusene ved Odder Strand campingplads.

Korridorsegmentet muliggør, at forbindelsen kan føres enten vest eller øst om Dyngby, vest om Saksild og igen enten vest eller øst om Nølev afhængig af krydsningspunkt med Odder Ådal.

Der foreslås etableret et tilslutningsanlæg ved den nuværende Hou – Saksild vej for en forbindelse til det øvrige vejnet rimelig tæt på kyst-kyst forbindelsen og med en rimelig afstand til næste tilslutningsanlæg, som kunne blive placeret ved rute 451 nord for Odder i næste korridorsegment.

11.1.1.3 Tracering

Da korridorsegmentet kan anvendes til både bane og vej er det fastlagt efter anvendelse af minimum horisontal radius på 3.000 m. Terrænet varierer noget gennem korridorsegmentet, men det vurderes muligt at fastlægge en vertikal linjeføring, der overholder minimumskravene for såvel vej som bane.

Der tænkes etableret et tilslutningsanlæg ved den eksisterende Hou – Saksild vej. Herudover etableres krydsninger for fire mindre og en større vej. Ved placering af linjen i den vestlige del af korridorsegmentet kan det blive aktuelt at etablere en dalbro på ca. 100-150 m over Rævså.

Hvis der etableres en baneforbindelse, kan denne føres tæt på vejforbindelsen, men det forventes dog at vejen i forbindelse med tilslutningsanlægget trækkes væk fra banen, for at kunne etablere motorvejsramperne. Da terrænet forløber forholdsvis jævnt, kan det forventes, at bane og vej også kan følges ad rent længdeprofilmæssigt.

11.1.1.4 Natur

Der er identificeret følgende udvalgte analyseparametre er for natur i korridorsegmentet:

- To § 3-vandløb
- Flere fredskovsområder ved Saksild.

11.1.1.5 Landskab og kulturarv

Følgende analyseparametre af betydning er identificeret:

- Der er udpeget bevaringsværdigt landskab langs kysten.

Terrænet varierer i højden gennem korridorsegmentet, men forholdsvis jævnt, hvilket skulle muliggøre en fornuftig indpasning af forbindelsen i det omgivende landskab. Der vil dog være udfordringer i den nordlige ende, hvor placeringen af linjen afhænger af forholdene i den næste delkorridor med valg af passage over Odder Ådal (og evt. også af Rævså). På grund af landskabets karakter i dette område, kan det blive nødvendigt at etablere en dalbro ved en eventuel passage af området ved Rævså.

Der vil være udfordring med placering af tilslutningsanlægget for motorvejen i et lavtliggende område, hvilket vil gøre det meget markant i landskabet.

På grund af landskabets karakter som "adgangszone" til kysten er det ligeledes vigtigt, at der arbejdes med at imødegå forbindelsens mulige barriereeffekt så meget som muligt.

11.1.1.6 Befolkning og erhverv

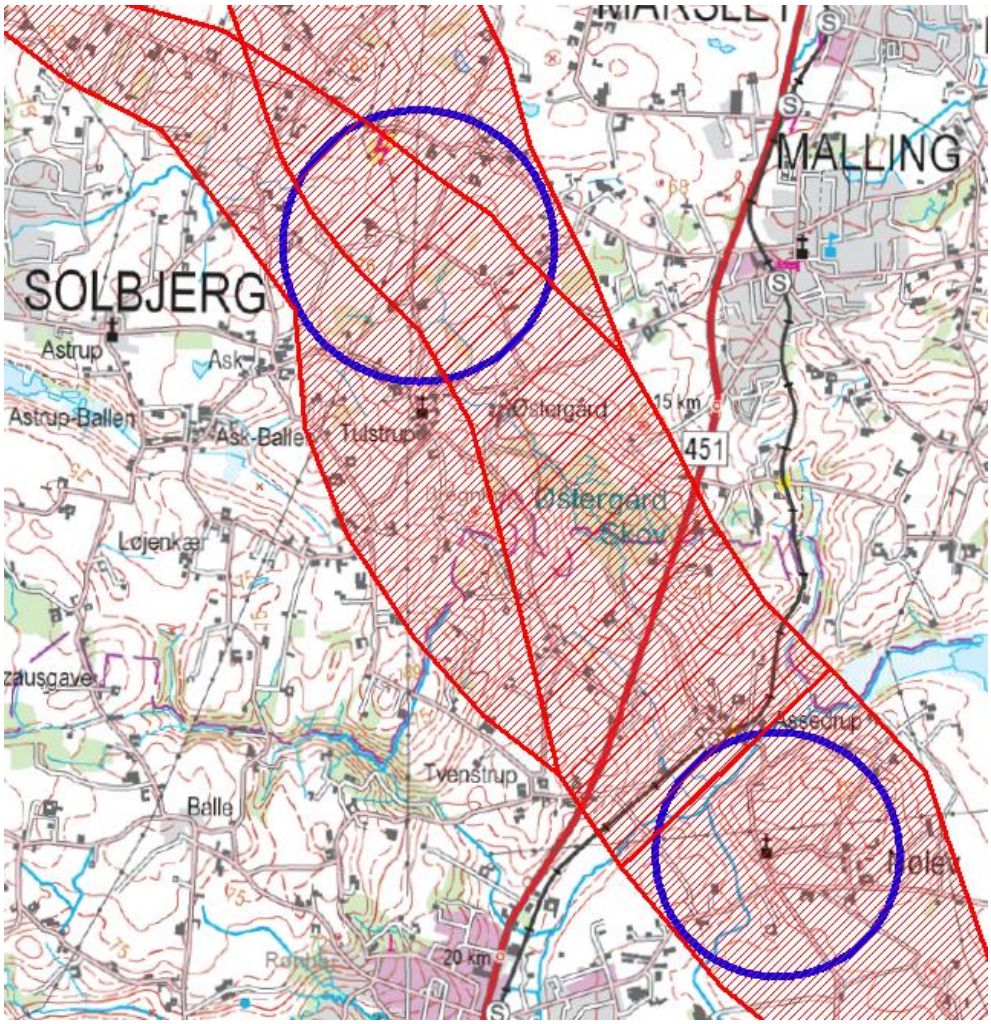
Følgende analyseparametre af betydning er identificeret:

- Der er kommuneplanramme for blandet bolig og erhverv i landzone ved Nølev og Dyngby.
- Korridorsegmentet passerer forbi sommerhusområderne ved Dyngby og Saksild Strand, min. afstand ca. 300-400 m og passerer også forbi de samlede bebyggelser i Dyngby, Bjergager, Saksild, Rørt, Rude og Nølev.

Det er altså et rimeligt tæt befolket område, korridorsegmentet passerer, og dette forventes at ville påvirke placeringen af selve linjeføringen kraftigt indenfor dette korridorsegment.

Det vil formentlig ikke være muligt alle steder at opnå en tilstrækkelig afstand fra linjeføringen til samlede bebyggelser af hensyn til støj på en måde, så der ikke skal etableres foranstaltninger til imødegåelse af støjbelastning m.m.

11.1.2 Odder – Solbjerg



Figur 11-3 Korridorsegment Odder – Solbjerg

11.1.2.1 Beskrivelse

Korridorsegmentet har en længde på ca. 5,5 km og er en del af korridorerne mod nord til henholdsvis Århus Syd / Hasselager eller Stilling. Den er tænkt som både vej- og baneforbindelse, men kan naturligvis etableres uden en baneforbindelse.

11.1.2.2 Teknisk vurdering

Dette korridorsegment går fra syd for Odder Ådal til området midt mellem Solbjerg og Malling. Korridorsegmentet muliggør placering af linjeføringer både østpå ved Østergård Skov, i midten vest om Østergård Skov og endelig vest om Tulstrup. Denne sidste placering er mest relevant for korridorsegmentet mod Stilling. De øvrige muligheder er relevante for begge korridorer mod henholdsvis Århus Syd / Hasselager og mod Stilling.

Der forudses etableret tilslutningsanlæg ved skæringen med rute 451, Odder – Malling / Beder vejen.

11.1.2.3 Tracering

Korridorsegmentet muliggør placering af linjeføringer med store horisontale radier (min. 4.425 m for banen), så det vil være muligt at føre både vej og bane i samme forløb. Det vil også være muligt at overholde kravene til vertikalgeometrien for såvel vej som bane.

En eventuel bane kan forløbe tæt på vejen, hvis dette ønskes, undtagen i området ved tilslutningsanlægget ved rute 451, hvor der skal være tilstrækkelig afstand til etablering af ramper.

Der skal etableres krydsning med én større vej ved dette tilslutningsanlæg og to krydsninger med mindre veje. Der er ligeledes behov for krydsning af Letbanen Århus – Odder.

Udover disse krydsninger er det den foreløbige vurdering, at der formentlig vil skulle etableres en dalbro over Odder Ådal med en længde på ca. 400-500 m begrundet i de landskabelige forhold, men også grundet skæringen med Letbanen lige nord for ådalen.

Traceringen af forbindelsen vil afhænge meget af placeringen af linjeføringen indenfor korridorsegmentet. Terrænet i den sydlige ende er præget af markante dalstrøg mod Odder ådal, hvorefter terrænet stiger kraftigt mod den midterste del, der også har markante dalstrøg. I den nordlige ende af korridorsegmentet bliver terrænet mere jævnt, men der er dog også i den vestlige del af korridorsegmentet markante dalstrøg.

Disse forhold er en afgørende faktor for placering af korridorsegmentet og en mere detaljeret vurdering af dette antages at skulle ske i de næste faser af undersøgelserne omkring Kattegatforbindelsen.

11.1.2.4 Natur

Området, som korridorsegmentet løber igennem, er fortrinsvis landbrugsområde. Følgende naturmæssige analyseparametre af betydning er identificeret:

- Østergård Skov er en større fredskov i korridoren, derudover findes flere små fredskovområder
- Odder Ådal er rig på § 3-beskyttede naturområder.

11.1.2.5 Landskab og kulturarv

Følgende analyseparametre af betydning er identificeret:

- Et bevaringsværdigt landskab ved Astrup-Ballen (inkl. Østergård Skov)
- Et bevaringsværdigt landskab i Odder Ådal
- Fredede fortidsminder langs Odder Ådal og ved Østergård Skov.

Området, som korridorsegmentet er placeret i, er meget kuperet og markerer overgangen mellem det høje østjyske landskab og de lavtliggende områder langs kysten. Det er desuden ret kuperet med markante dalstrøg omkring vandløb især i den midterste del af delkorridoren.

Det vil derfor være en udfordring at få placeret forbindelsen på den "rigtige" måde, så den landskabelige og barrieremæssige påvirkning mindskes så meget som muligt.

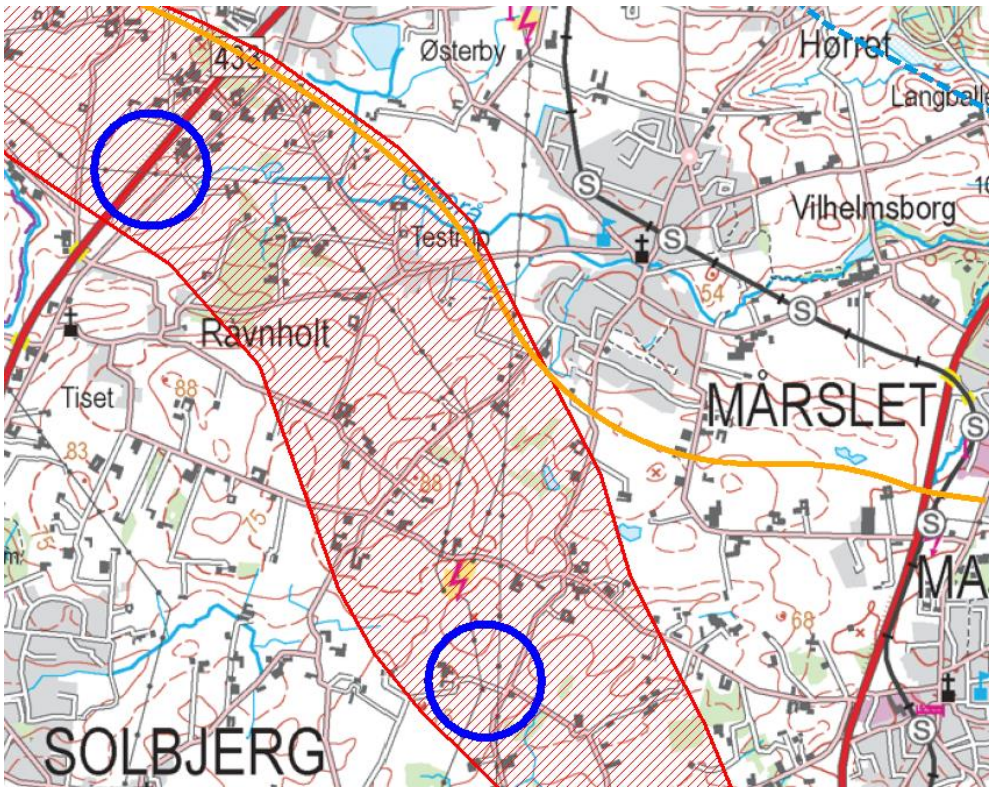
11.1.2.6 Befolkning og erhverv

Følgende af de udvalgte analyseparametre af betydning er identificeret:

- Ved Tulstrup og Ask er der udlagt kommuneplanramme i landzone for blandet bolig og erhverv.

Der er følgende lidt større samlede bebyggelser i eller ved korridorsegmentet: Assedrup, Tvenstrup, Østergård, Tulstrup og Ask. Graden af påvirkning af disse bebyggelser afhænger af, hvor linjeføringen placeres indenfor korridorsegmentets grænser, men der vil kunne forekomme afstande ned til ca. 200 m fra samlede bebyggelser.

11.1.3 Solbjerg – Tranbjerg



Figur 11-4 Korridorsegment Solbjerg – Tranbjerg (Bering – Beder vej er vist med orange)

11.1.3.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment har en længde på ca. 4,5-5 km og er en del af korridoren mod Århus Syd / Hasselager. Det er tænkt som både vej- og baneforbindelse, men kan naturligvis etableres uden en baneforbindelse.

Korridorsegmentet strækker sig fra afgreningspunktet for korridoren mod Stilling til området, hvor en eventuel baneforbindelse drejer fra mod Hasselager.

Korridorsegmentet fortsætter i Tranbjerg – Århus S korridorsegmentet beskrevet i afsnit 11.2.1 for vej og 11.3.1 for banen.

11.1.3.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet løber fra fragreningen af segmentet øst for Solbjerg til en eventuel baneforbindelses afgrening ved Tranbjerg. Den løber stort set parallelt med en eksisterende højspændingsforbindelse. Korridorsegmentet dækker også muligheden for at ombygge den fremtidige Bering – Beder forbindelse, som Århus kommune er ved at anlægge, til motorvej.

Der er tænkt etableret et tilslutningsanlæg til landevejen, rute 433 beskrevet i det efterfølgende korridorsegment Tranbjerg – Århus S.

Omkring Tranberg, hvor banen skærer landevejen, rute 433, som ligger i en dal, skal der vælges mellem en bro på dæmning eller lade banen følge terrænet og bruge undtagelsesbestemmelserne på længdegradienten.

Det forventes, at der skal placeres en transversal med tilhørende adgangsvej for banen i dette segment.

11.1.3.3 Tracering

Det er muligt at placere linjeføringer med horisontale radier på 3.000 m eller mere således, at det muliggør placering af vej og bane i et tætliggende forløb. Terrænet udgør ikke nogen hindring for at krav til vertikalgeometri for såvel vej som bane kan opfyldes.

Som nævnt ovenfor vil en ombygning af Bering – Beder vejen til motorvejsstandard ikke nødvendigvis medføre, at en eventuel bane også kan placeres i samme forløb, i hvert fald ikke på hele strækningen. Banens afgrening mod Hasselager i det efterfølgende banekorridorsegment vil af hensyn til kurveradius og hastighed medføre, at banen skal afvige fra forløbet af Bering – Beder vejen i nærværende korridorsegment. Der vil således være risiko for, at der alligevel delvist skal etableres to separate transportkorridorer i området.

Det må forventes, at der skal etableres krydsninger for 4 mindre veje i dette korridorsegment.

Placeringen af linjeføringen i korridorsegmentet vil naturligt afhænge af, om der vælges en ombygningsløsning for Bering – Beder vejen eller om der skal etableres et særskilt tracé for den nye Kattegatforbindelse.

Terrænet er ikke nødvendigvis afgørende for placeringen af linjeføringen indenfor korridorsegmentet, da det er forholdsvis ensartet over hele strækningen, dog kan der være en udfordring for banen i området mellem Ravnholt og Tranbjerg, hvor højdeforskellen er op til 30 m.

Transversalerne kan placeres mellem Solbjerg og Ravnholt, en strækning på 2,9 km, med tilhørende adgangsvej.

11.1.3.4 Natur

I korridoren er kortlagt følgende analyseparametre af betydning:

- Ravnholt Skov er en stor fredskov, herudover rummer korridorsegmentet flere små fredskovområder
- Giberå, som er omfattet af § 3.

11.1.3.5 Landskab og kulturarv

I korridoren er kortlagt følgende analyseparametre af betydning:

- Bevaringsværdigt landskab nord for Ravnholt.

Der er relativt gode muligheder for at udlægge infrastruktur i dette område uden store landskabelige konsekvenser.

11.1.3.6 Befolkning og erhverv

I korridoren er kortlagt følgende analyseparametre af betydning:

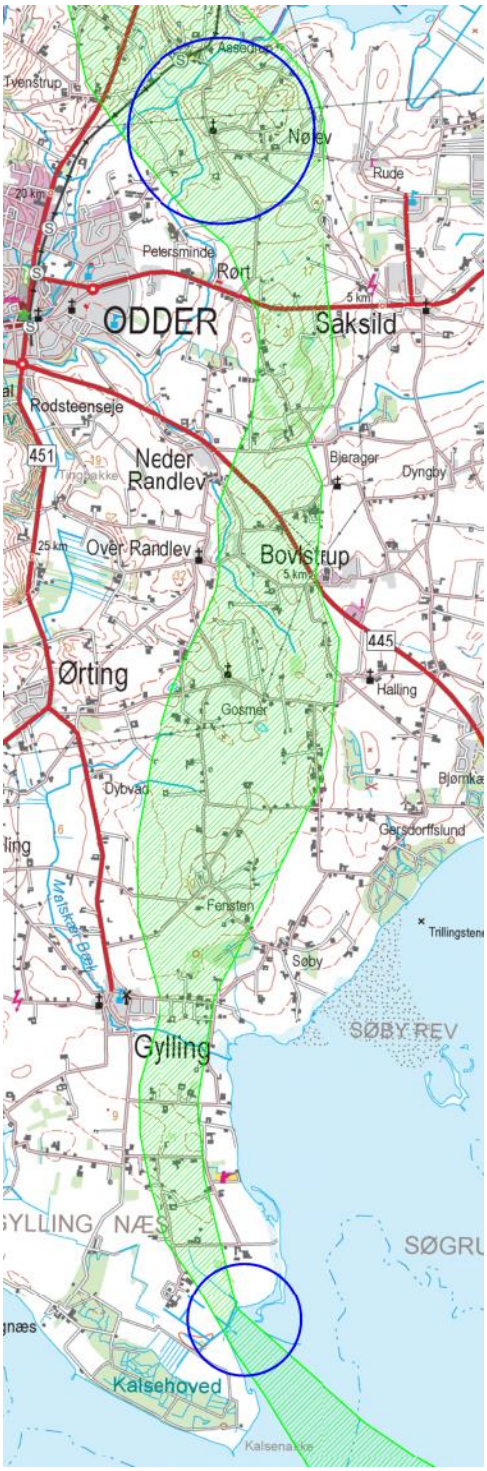
- Kommuneplanramme for blandet bolig og erhverv i landzone ved Ravnholt og Testrup.

Der er fire større samlede bebyggelser, som er placeret i eller tæt på korridorsegmentet: Mårslet, Testrup, Ravnholt og Tranbjerg.

Ved en linjeføring i midten eller i den sydvestlige side af korridorsegmentet vil der kunne optræde små afstande til Testrup og Ravnholt ned til ca. 200-300 m. Hvis vejen føres over i den nuværende Bering – Beder vej vil der være ret korte afstand til bebyggelserne i Mårslet og Tranbjerg.

Hvis den vedtagne Bering – Beder vej ombygges helt eller delvist til motorvej, vil forudsætningen for den trafikale betjening ændre sig væsentligt og trafikmængden vil øges væsentlig ved en motorvejsløsning, hvilket naturligt vil kunne give udfordringer i forhold til beboerne i de nærtliggende beboelsesområder.

11.1.4 Gylling Næs – Odder



Figur 11-5 Korridorsegment Gylling Næs - Odder

11.1.4.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er tænkt som både vej- og baneforbindelse, men kan naturligvis etableres uden en baneforbindelse.

Korridorsegment er en del af korridorerne mod nord fra tilslutningspunktet for den sydlige kyst-kyst forbindelse på Gylling Næs til afgreningspunktet øst for

Odder, hvorfra forbindelsen kan fortsættes mod henholdsvis Århus Syd / Hasselager, Stilling og Skanderborg. Korridorsegmentet er ca. 16,5 km langt og løber øst om Gylling, mellem Ørting og Bovlstrup og videre øst om Odder.

Korridoren for vejforbindelsen mod Gedved nord for Horsens drejer fra dette korridorsegment ca. 1,5 km fra kysten og er beskrevet i afsnit 11.2.4.

Der er også set på placering af et korridorsegment vest om Odder, men en sådan placering er på det foreliggende grundlag vurderet til at ville have en væsentlig påvirkning af natur og miljø i de områder, som den ville skulle passere, herunder Ørting Mose i den over 500 meter brede og op til 40 meter dybe smeltevandsdal, samt de mange tilløb til Odder Å. Derfor er et sådan vestlig placeret korridorsegment ikke beskrevet nærmere.

11.1.4.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet forløber fra kysten på Gylling Næs til området øst for Odder. Korridorsegmentet giver mulighed for flere linjeføringsforløb i området mellem Ørting og Bovlstrup ligesom der også vil være flere muligheder for krydsning af Odder Ådal i tilfælde af fortsættelse i korridorerne mod nord til henholdsvis Århus Syd / Hasselager, Stilling eller Skanderborg.

Der er tænkt etableret et tilslutningsanlæg ved Ørting – Hou vejen, men det kan også overvejes at etablere en form for tilslutningsanlæg tæt på knudepunktet på kysten ved Gylling Næs.

I de næstfølgende korridorsegmenter (Odder – Solbjerg eller Odder – Skanderborg) er der tænkt placeret et tilslutningsanlæg ved skæringen af rute 451 nord for Odder.

For banen forventes det, at der skal placeres en transversal med tilhørende adgangsvej.

11.1.4.3 Tracering

Dette korridorsegment er forudsat benyttet som både bane- og vejforbindelse, hvilket skulle muliggøre indplacering af linjeføringer med minimum horisontal radius på 4.425 m på den strækning, hvor bane og vej forventes at kunne placeres i samme forløb.

De topografiske udfordringer forventes ikke større end, at de kan løses indenfor kravene til vertikalgeometrien for såvel vej som bane. Den allersydligste strækning ved passage af kystlinjen skal placeres på en dæmning (ca. 1 km) af hensyn til det meget lavtliggende område (inddæmmet havbund).

Udover tilslutningsanlægget ved Ørting – Hou vejen etableres der krydsninger for to større og ni mindre veje af hensyn til barriereeffekten ved etablering af den højklassede trafikkorridor og adgangen til kystområdet.

Hertil kommer en eventuel etablering af en dalbro på ca. 100 m ved Revså, hvis dette senere bedømmes at kunne afhjælpe de miljømæssige og landskabelige problemer i dette område.

Banens transversaler kan placeres omkring Bovlstrup, en strækning på 2,5 km, med tilhørende adgangsvej.

11.1.4.4 Natur

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i denne del af korridoren:

- Natura 2000-område nr. 56 er primært beliggende på havet, men omfatter også en del af kyststrækningen på land. Placeringen er valgt for at undgå en berøring af de nordligere beliggende laguner, som er en prioriteret naturtype, og strandengsarealer. Korridorsegmentet ved knudepunktet på kysten er derfor særlig smalt på dette sted. Korridorsegmentet har sammenfald med smalt område udpeget som strandeng, men ikke med den prioriterede naturtype lagune. Se evt. Figur 6-21 i afsnit 6 om plan- og miljøforhold i projektområdet. Korridoren kommer tæt på yngleområde for klyde øst for Gylling.
- Langs kysten er der desuden § 3-beskyttede naturtyper, herunder mose, strandeng og søer, desuden er der talrige beskyttede naturtyper i Odder Ådal.
- Odder Å, Revså og Malskær Bæk er omfattet af § 3. Skæringen af Malskær Bæk kan med en mindre landskabelig påvirkning til følge etableres på en lav dæmning. En egentlig vurdering af landskabspåvirkningen vil dog bero på konkret landskabsvurdering. Krydsningen af Revså og Odder Å kan give nogle udfordringer, der må imødegås med en fornuftig placering af linjeføringen og anvendelse af dalbroer.
- Fredskovområder ved Odder og ved Gylling.

11.1.4.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i dette korridorsegment:

- Korridorsegmentet grænser op til to landskabsfredninger, Kalsehoved (på Spidsen af Gylling Næs) og Horskær (laguner på østsiden af Gylling Næs)
- Odder Ådal og hele Gylling Næs er bevaringsværdigt landskab
- Fredede fortidsminder ved Gylling.

Området på Gylling Næs er inddæmmet og lavtliggende, og der må forventes udgifter til klimasikring af et anlæg her. Landskabet stiger så forholdsvis roligt op til området ved Fensten for så at være forholdsvis jævnt faldende og stigende resten af vejen i korridoren, dog afbrudt af nogle dalforløb omkring vandløb Næsset er i øvrigt relativt uberørt af tekniske anlæg, da området er landbrugsområde uden store trafikkorridorer.

Det flade landskab og strandengene er følsomme over for anlæg, der ligger højt placeret, da de vil kunne ses og høres over store afstande. Placeringen af knudepunktet på kysten afspejler dog et forsøg på at minimere påvirkningen af det

nye anlæg, da punktet er placeret på en strækning med en eksisterende dæmning mod et inddæmmet areal.

11.1.4.6 Befolkning og erhverv

Der er kortlagt følgende analyseparametre i denne del af korridoren:

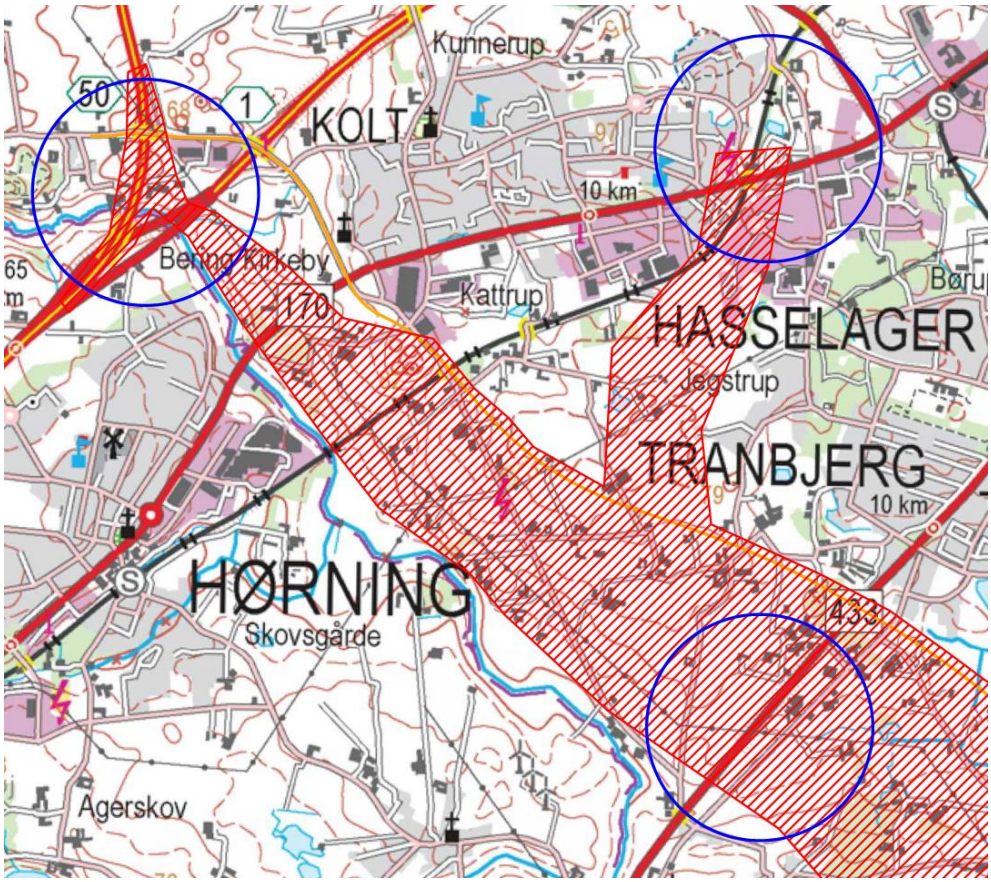
- Fensten, Over Randlev, Nølev og Assendrup er udlagt med en kommuneplanramme for blandet bolig og erhverv i landzone.

Gylling Næs halvøen er præget af enkeltstående huse. Korridorsegmentet passerer forbi små byer som Gylling, Ørting og Bovlstrup. De mindre byer Fensten og Gosmer er omfattet af segmentet, men der er plads til at føre en linjeføring forbi byerne i en passende afstand.

Ved både Fensten og Gosmer, men også til en vis grad ved Gylling, Fensten og Halling må der forventes udfordringer i forhold til at placere en linjeføring i en sådan afstand fra de samlede bebyggelser, at det må forventes, at der skal etableres foranstaltninger til imødegåelse af f.eks. støj.

11.2 Korridorsegmenter for ren vejforbindelse

11.2.1 Tranbjerg – Århus S



Figur 11-6 Korridorsegment Tranbjerg – Århus Syd (vej)
(Bering – Beder vej er vist med orange)

11.2.1.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er ca. 5,5 km langt og løber mellem afgreningen af en eventuel bane mod Hasselager og den nuværende motorvejsforgrening ved Århus S og giver derved en direkte forbindelse til E45 mod nord uden om Århus. Dette segment er tænkt som en ren vejforbindelse.

11.2.1.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet løber mellem Århus Å og den fremtidige Bering – Beder vej nogenlunde parallelt med en eksisterende højspændingsledning.

Der er tænkt etableret et tilslutningsanlæg ved den nuværende rute 433 mellem Tranbjerg og Solbjerg og en forgrening ved motorvej E45 fra nord således, at nord-syd trafikken fra Kattegatforbindelsen til og fra E45 (nord) kan foregå ad direkte ramper placeret i området nord for Århus Å ved den nuværende motorvejsafgrening mod Århus S.

Den nye vejforbindelse er primært tænkt anlagt i eget tracé på strækningen, men kan også etableres som en ombygning af den kommende Bering – Beder vej til motorvejsstandard. Denne sidste løsning kræver dog en nærmere vurdering af konsekvenserne ved en ombygning af vejen, da den er placeret forholdsvis bynært.

Trafikken til og fra Århus via Århus S motorvejen forløber via et sæt direkte ramper til den fremtidige Bering – Beder vej omkring ca. 1,5 km sydøst for dennes krydsning med rute 170 mellem Hasselager og Hørning. Bering – Beder vejen skal så udbygges til fire spor på strækningen frem til rute 170. Fra rute 170 og frem til tilslutningsanlæg <1> ved rute 501 bliver vejen allerede anlagt som 4-sporet vej.

Den fremtidige trafik mod Århus C/S vil eventuelt medføre en mindre ombygning af tilslutningsanlæg <1>, Hasselager V, for bedre afvikling af trafikken.

Fordelen ved korridorsegmentet mod Århus Syd og brugen af den vestligste del af den fremtidige Bering – Beder vej er, at trafikken på den nuværende E45 ikke "forstyrres" af en ekstra trafik til og fra E45 nord/vest for Århus, og at ekstra trafik fra Kattegatforbindelsen mod Århus C via Viby føres via det eksisterende tilslutningsanlæg <1> og dermed forenkler Kattegatforbindelsens tilslutning til motorvej E45.

Derudover vil anvendelsen af den eksisterende Bering – Beder vej og tilslutningsanlæg <1> muliggøre trafik til og fra syd fra den nye Kattegatforbindelse uden etablering af komplicerede ramper i et nyt forbindelsesanlæg ved motorvejen.

I løsningen med en udbygning af Bering – Beder vejen til motorvejsstandard føres trafikken mod Århus S ad direkte ramper til den planlagte forbindelse fra rute 170 til TSA <1>, mens korridorsegmentet føres videre mod den nuværende motorvejsafgrening ved Århus Å. På en del af strækningen vil der kunne blive

tale om en reduceret hastighed, da det nuværende tracé for vejen ikke er planlagt for en hastighed på 130 km/t, som motorvejen planlægges for.

11.2.1.3 Tracering

Korridorsegmentet muliggør placering af linjeføringer med horisontale radier på 1.700 m eller mere og med overholdelse af kravene til vertikalgeometrien. Dog vil geometrien i forbindelsesanlægget til den nuværende E45 ved Århus S fragreningen kræve anvendelse af mindre radier for at sikre tilstrækkelig oversigt alternativt nedsætte hastigheden til 90 km/t.

Der vil skulle ske en forlægning af de eksisterende nordgående spor på E45 (ca. 1,5 km) for etablering af en afgrening fra nord mod den nye Kattegatforbindelse ligesom tilslutningsanlæg <50>, Hørning, på E45 skal ombygges i mindre omfang for tilpasning til den nye geometri.

Forbindelsen fra den nuværende E45 forventes at skulle passere over den nuværende rute 501 mod Århus S forholdsvis tæt på Århus, hvilket formentlig betyder, at det skal foregå på broer af ca. 200 m's længde.

Krydsning med den nuværende hovedbane mellem Skanderborg og Århus kan enten ske som en underføring under banen i den sydvestlige del af korridoren (banen ligger på dæmning) eller som overføring i den nordøstlige del af korridoren (banen ligger i afgravning).

Ved den kommende Bering – Beder vej skal der etableres en rampeforbindelse over vejen, ligesom der skal ske udvidelse af et antal vejbroer over eksisterende veje og banen mellem Skanderborg og Århus.

Ved rute 433 mellem Tranbjerg og Solbjerg etableres et tilslutningsanlæg med tilhørende rampekryds.

Udover de nævnte krydsninger foreslås etableret krydsninger af tre mindre veje og én større.

11.2.1.4 Natur

Der er registreret følgende udvalgte analyseparameter for natur i korridoren:

- Århus Å er et § 3-beskyttet vandløb.

11.2.1.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridoren:

- Langs Århus Å er der udlagt bevaringsværdigt landskab, som tangeres af korridorsegmentet
- En del fredede fortidsminder er spredt i korridoren.

Der er ikke de store landskabelige udfordringer i størsteparten af dette korridorsegment, da den er præget af en forholdsvis jævn topografi. Dog er området langs med og tæt på Århus Å følsomt med hensyn til landskabelig påvirkning, og

det vil alt andet lige være en fordel at placere forbindelsen fra ca. midt i og mod nord indenfor korridoren for ikke at påvirke landskabet langs åen unødigt.

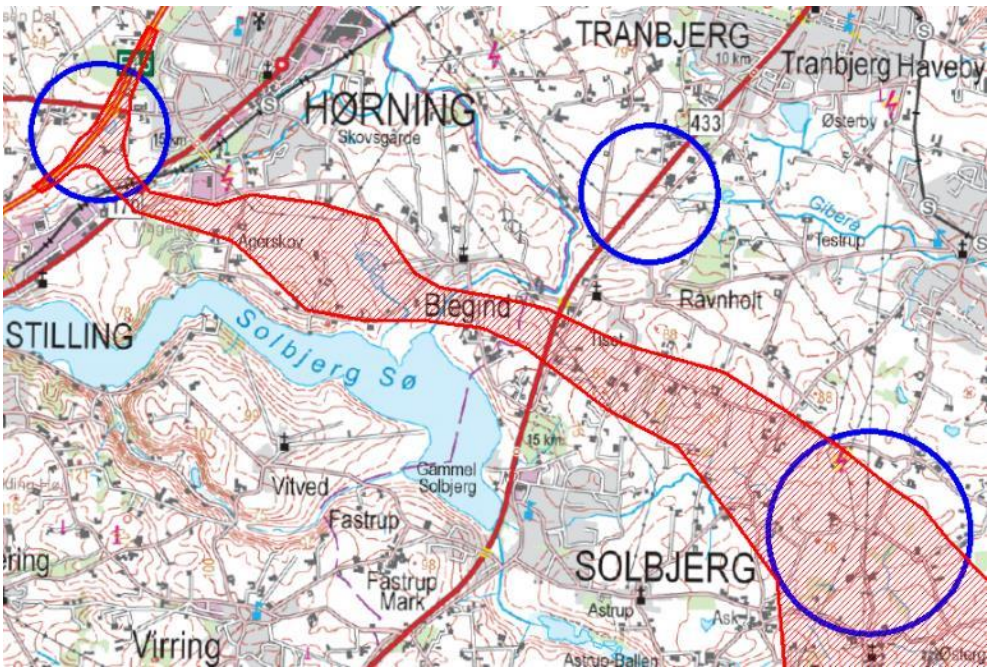
Området omkring tilslutningen til E45 er ret kuperet og påvirket af store vejdæmninger, hvilket kan tale for at placere den nye forbindelse på landskabeligt tilpassede broer.

11.2.1.6 Befolkning og erhverv

Der er ikke sammenhængende bymæssig bebyggelses hindringer i denne del af korridoren, dog slutter den nordligste del af korridoren mod Hasselager ved et erhvervsområde. Der ligger en del enkeltstående huse, som man i videst muligt omfang bør forsøge at undgå ved placering af linjeføringen.

Hvis den fremtidige Bering – Beder vej udbygges til motorvejsstandard og anvendes som led i Kattegatforbindelsen, vil man komme forholdsvis tæt på samlede bebyggelser i Tranbjerg og Jegstrup med deraf følgende behov for håndtering af følgerne af støjgener fra motorvejen. Hvis forbindelsen placeres sydligere i korridoren, kan den placeres, så de støjmæssige gener for større bebyggelser bliver begrænset mest muligt. I området ved tilslutningen til E45 vil der kunne forekomme støjmæssige udfordringer, som skal håndteres for den nordlige del af Hørning og den vestlige del af Kolt, da begge områder vil ligge indenfor en afstand af 300-500 m fra den nye vejforbindelse.

11.2.2 Solbjerg – Stilling



Figur 11-7 Korridorsegment Tranbjerg - Stilling (vej)

11.2.2.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er en del af korridorerne mod Stilling med en længde på ca. 10 km og omfatter alene en ren vejforbindelse. Den strækker sig fra fragreningen på ved Solbjerg til tilslutningen til E45 ved Stilling og passerer nord om Solbjerg sø. Dette segment giver ca. 3 km længere kørestrækning end via Solbjerg - Århus Syd ligesom den også vil medføre forøget trafik på den eksisterende E45 mellem Stilling og Århus S.

11.2.2.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet går fra området nord for Tulstrup i øst, nord om Solbjerg, syd om Blegind til tilslutning med E45 mellem Stilling og Hørning i vest.

Der tænkes etableret et fuldt tilslutningsanlæg ved den nuværende rute 433 nord for Solbjerg. Korridorsegmentet medfører ikke ombygning af den nuværende forgrening ved Århus S, men til gengæld kræver den, at der etableres et fuldt forbindelsesanlæg med direkte ramper i alle retninger ved Stilling. Der vil således være mulighed for trafik i alle retninger til og fra den nye Kattegatforbindelse.

Dette giver nogle udfordringer i forhold til anlægget ved forgreningen til Århus S samt tilslutningsanlæg <51>, Skanderborg Nord, da de nye ramper kun kan placeres ca. 1.300-1.500 m fra ramperne ved de nuværende anlæg. Dette kan medføre, at der bliver behov for at udvide den eksisterende motorvej med et ekstra spor i hver retning på strækningerne nord og syd for den nye tilslutning. Dette er dog ikke vurderet nærmere i denne undersøgelse, men udgør en projektrisiko.

Der er ikke tænkt etableret tilslutningsanlæg ved rute 170 ved Stilling, da trafik til og fra denne vej er tænkt afviklet gennem de nuværende tilslutningsanlæg <51>, Skanderborg Nord, eller <1>, Hasselager V.

11.2.2.3 Tracering

Korridorsegmentet muliggør placering af linjer med horisontale radier på 1.700 m eller mere og med overholdelse af kravene til vertikalgeometrien for vej. Dog vil geometrien i forbindelsesanlægget til den nuværende E45 ved Stilling medføre anvendelse af noget mindre radier i de nordvendte ramper. De sydvendte ramper må anlægges med væsentlig mindre radier a.ht. det nuværende tilslutningsanlæg <51>. Hastighederne i ramperne må således forventes at være noget lavere end i et traditionelt forbindelsesanlæg mellem to motorveje.

I forbindelse med det nye forbindelsesanlæg ved E45 skal der etableres ny bro for en direkte rampe over den eksisterende motorvej og en underføring af en direkte rampe under motorvejen. Derudover skal der etableres et par overføringer af de nye ramper over en eksisterende større vej.

Krydsning med den nuværende hovedbane mellem Skanderborg og Århus sker i sammenhæng med skæring af rute 170, og sker som overføringer af de direkte

ramper over både bane og vej i form af dæmninger og korte broer over bane og vej (banen ligger i terræn eller på dæmning, vej ligger på dæmning).

Ved rute 433 nord for Solbjerg etableres et fuldt tilslutningsanlæg med tilhørende rampekryds.

Udover de nævnte krydsninger foreslås etableret krydsninger af seks mindre veje.

Ved krydsning af Århus Å syd for Blegind må der forventes etablering af en dalbro med en længde på ca. 250 m.

11.2.2.4 Natur

Området, hvor det nye forbindelsesanlæg til den nuværende motorvej, er udlagt til:

- Møgelhøj Skov er fredskov og er delvist beliggende i korridoren
- Århus Å krydser korridoren og er et § 3-vandløb.

11.2.2.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre:

- Korridorsegmentet berører fredningen Solbjerg Sø Nord, der er en del af en række fredninger.
- Nogle fredede fortidsminder er spredt i korridoren.

Korridorsegmentet er præget af en forholdsvis jævn topografi dog med enkelte markante bakker og lave områder. Derudover er der en markant ådal ved krydsning med Århus Å og en højderyg langs nordsiden af Solbjerg sø. Af hensyn til de landskabelige værdier forekommer det på det foreliggende grundlag derfor at være hensigtsmæssigt at placere forbindelsen ca. midt i korridorsegmentet på strækningen nord for Solbjerg Sø.

11.2.2.6 Befolkning og erhverv

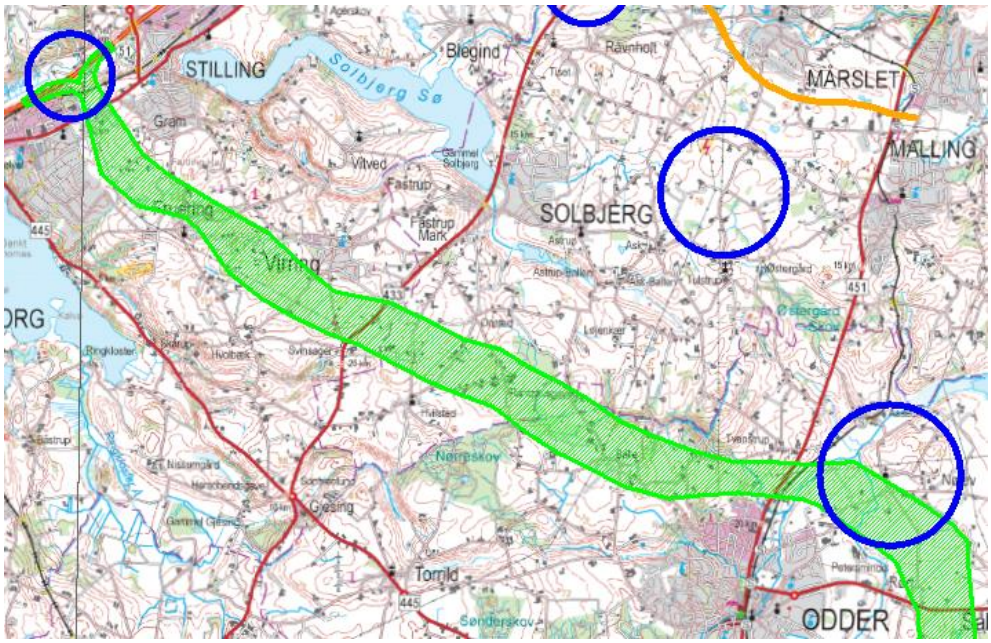
Der er kortlagt følgende analyseparametre i korridoren:

- Korridorsegmentet passerer ved Hørning et kommuneplanlagt og delvist udbygget erhvervsområde. Der er i forvejen udbygget langs stort set hele strækningen fra Århus S afgreningen til Skanderborg. Der må forventes at skulle pålægges begrænsninger på anvendelsen af området eller ekspropriereres til den nye forbindelse ved en senere lejlighed.
- Ved Blegind er en kommuneplanramme for blandet bolig og erhverv i landzone.

Der er ikke de store bebyggelsesmæssige hindringer fra samlede bebyggelser i denne del af korridorsegmentet, men der ligger en del spredt bebyggelse, som man i videst muligt omfang bør forsøge at undgå.

I området ved Tiset, Blegind og Hørning kan der forekomme støjmæssige udfordringer, da korridoren her ligger indenfor en afstand af ned til 50-250 m fra de samlede bebyggelser. De endelige støjmæssige konsekvenser afhænger af forbindelsens endelige placering horisontalt og vertikalt indenfor korridoren.

11.2.3 Odder – Skanderborg



Figur 11-8 Korridorsegment Odder - Skanderborg (vej)

11.2.3.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er en del af korridorerne mod Skanderborg med en længde på ca. 16 km. Det omfatter en ren vejforbindelse og strækker sig fra fragreningen nordøst for Odder til tilslutningen til E45 ved Skanderborg og passerer mellem Solbjerg sø og Skanderborg sø. Dette korridorsegment giver ca. 8 km længere kørestrækning til Århus Syd end korridorsegmentet Odder - Århus Syd ligesom dette også vil medføre forøget trafik på den eksisterende E45 mellem Skanderborg og Århus S med tilføjelse af den ekstra trafik fra Kattegatforbindelsen.

11.2.3.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet går mod vest fra området nordøst for Odder, syd om Virring, nord om Fruering til tilslutning med E45 mellem Skanderborg og Stilling.

Der tænkes etableret et fuldt tilslutningsanlæg ved den nuværende rute 451 nord for Odder og ved rute 433 ca. 3 km syd for Solbjerg samt et komplet forbindelsesanlæg ved E45 lige nord for Skanderborg med direkte ramper i alle retninger, så trafik både fra nord og syd til den nye Kattegatforbindelse er mulig.

Grundet de snævre muligheder for placering af forbindelsesanlægget ved E45 kommer man forholdsvis tæt på det nuværende tilslutningsanlæg <51>, Skanderborg Nord, hvilket kan medføre behov for at etablere et ekstra spor langs

den nuværende E45 og eventuelt en tilpasning af TSA <51>. Dette er dog ikke vurderet nærmere i denne undersøgelse, men udgør en projektrisiko.

Der er ikke tænkt etableret tilslutningsanlæg til rute 170 ved Stilling-Skanderborg, da trafikken her forventes at kunne afvikles ved benyttelse af de nuværende tilslutningsanlæg <50> og <51> på E45.

11.2.3.3 Tracering

Det vil være muligt at placere linjeføringer for forbindelsen i korridorsegmentet med anvendelse af minimum horisontale radier på 1.700-2.000 m og med overholdelse af krav til vertikalgeometri for vej. For størsteparten af strækningens vedkommende vil en linjeføring kunne etableres med anvendelse af væsentligt større horisontalradier.

Forbindelsens nøjagtige placering i starten af korridorsegmentet afhænger af, hvordan linjeføringen omkring Odder i korridorerne mod henholdsvis Århus Syd og Stilling er placeret, og om der er tale om en forbindelse til korridoren mod Hou eller mod Gylling Næs.

Ramperne i forbindelsesanlægget til E45 vil have væsentligt mindre radier pga. den begrænsede plads, der er til rådighed, og især de sydvendte ramper må forventes at skulle anlægges med små radier, men her vil trafikken formentlig også være mindst. Hastigheden i anlægget må som følge heraf forventes at være nedsat i forhold til et normalt forbindelsesanlæg med ramper med store radier.

Da anlægget ligger tæt på det nuværende tilslutningsanlæg <51> må det forventes, at den eksisterende motorvej og ramper skal ombygges over en strækning på ca. 1,5-2 km.

Der skal etableres to ny rampebroer over den nuværende motorvej til forbindelse til den nye Kattegatforbindelse ligesom der skal etableres broer i forbindelse med de traditionelle tilslutningsanlæg ved rute 451 og 433.

Den nuværende bane mellem Skanderborg og Århus krydses umiddelbart før placeringen af det nye forbindelsesanlæg til E45 og påvirker derfor traceringen af ramperne i anlægget kraftigt. Da banen ligger på en høj dæmning forventes det at være muligt at føre i det mindste visse af ramperne i underføringer under banen.

Udover de nævnte krydsninger foreslås etableret krydsninger af 10 mindre veje.

Ved krydsning af Odder Å nordøst for Odder foreslås etableret en dalbro med en længde på ca. 500 m. Denne dalbro vil også skabe en krydsning med Letbanen Århus – Odder. Det vil også kunne overvejes om krydsningen med Asbæk nord for Odder vil skulle ske på en dalbro på ca. 150-200 m længde.

11.2.3.4 Natur

Korridorsegmentet er præget af følgende udvalgte naturmæssige analyseparametre:

- Talrige § 3-beskyttede søer og enge, særligt mellem Skanderborg og Stilling
- Odder Å og Asbæk/Hads Bæk er § 3-vandløb
- Fredskovsområder langs Hads Bæk og ved Virring og Fruering.

11.2.3.5 Landskab og kulturarv

Korridorsegmentet berører:

- Et stort bevaringsværdigt landskab mellem Skanderborg og Solbjerg søer omkring Virring og Fruering (dødislandskab), flere bevaringsværdige landskaber omkring Hads Bæk, som omfatter Balle-Findal
- En del fredede fortidsminder er spredt i korridoren.

Strækningen, som korridorsegmentet gennemløber, er meget kuperet i den østlige ende med flere dalstrækninger omkring vandløbene i området. Den midterste del af korridorsegmentet er forholdsvis jævn kuperet indtil området omkring Virring og Fruering, som igen er ret kuperet. Længere mod vest har området igen en mere moderat topografi indtil området ved tilslutningen til E45, hvor der igen optræder større terrænforskelle i korridoren.

Det vil derfor kræve et mere detaljeret studium af terrænforholdene for at få fastlagt en fornuftig placering af forbindelsen indenfor den foreslåede korridor, ligesom det endeligt skal besluttes, hvorledes området ved Skanderborg – Stilling skal passeres.

11.2.3.6 Befolkning og erhverv

Følgende planmæssige rammer gælder for denne del af korridorsegmentet:

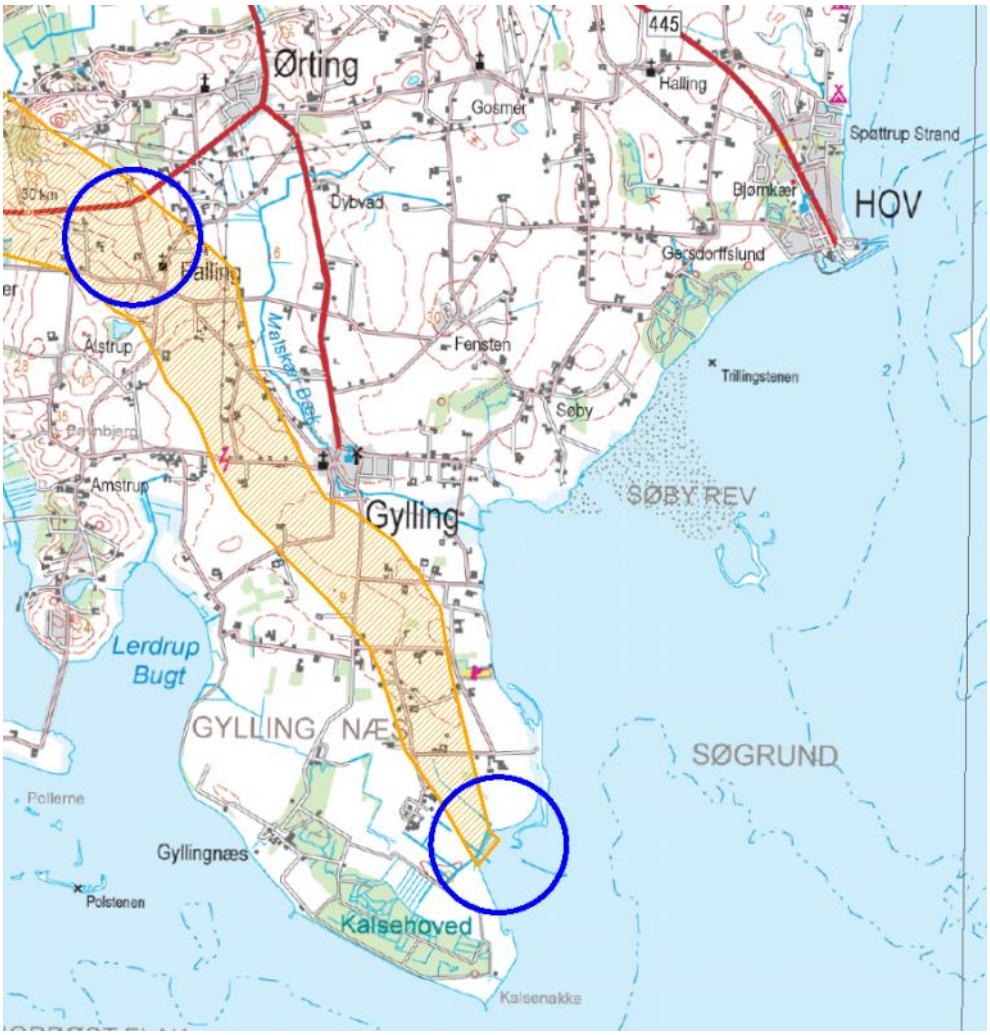
- Kommuneplanramme for boliger, som endnu ikke er overført til byzone ved lokalplan, syd for Virring og nord for Odder
- Kommuneplanramme for erhverv nord for Odder.

Korridorsegmentet passerer tæt på de samlede bebyggelser ved Balle, Virring og Fruering samt områderne ved Skanderborg / Stilling. Især omkring Balle og Fruering kan afstanden til en fremtidig forbindelse komme ned på ca. 100-200 m, men ellers vil afstanden formentlig ligge på ca. 400-500 afhængig af, hvordan linjeføringen placeres i korridorsegmentet.

Udover de samlede bebyggelser er der en del spredt bebyggelse, som kan blive berørt undervejs, men afhængig af placeringen af den endelige linjeføring kan man forsøge at mindske disse gener mest muligt.

Korridorsegmentet går ved Skanderborg – Stilling gennem et område, som er udlagt til skovrejsningsområde, en væsentlig del af området er derudover omfattet af en rekreativ ramme med en specifik anvendelse til nærrekreativt område for Højvang, Gram og Fruering. Området er udlagt for at skabe sammenhæng mellem Skanderborg og Stilling byer. Dette vurderes på det foreliggende grundlag at ville blive påvirket kraftigt af den nye Kattegatforbindelse, hvis denne korridor anvendes.

11.2.4 Gylling Næs – Falling



Figur 11-9 Korridorsegment Gylling Næs - Falling (vej)

11.2.4.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er en del af korridoren mod Gedved nord for Horsens, og har en længde på ca. 8 km. Korridoren mod Gedved nord for Horsens er tænkt som en ren vejforbindelse og som en ekstra forbindelse mod E45 i sydlig retning i tillæg til den mere direkte vejforbindelse mod Århus sammen med en eventuel baneforbindelse i korridoren fra Gylling Næs mod Århus.

11.2.4.2 Teknisk vurdering

Dette korridorsegment strækker sig fra knudepunktet på kysten ved Gylling Næs og til Falling lidt nordvest herfor.

Der tænkes etableret et tilslutningsanlæg ved den nuværende rute 451 ved Falling og derudover etableres en fragrening af motorvejen fra korridoren mod Odder og Århus, som placeres ca. 1,5-2 km fra tilslutningspunktet til kyst-kyst forbindelsen.

11.2.4.3 Tracering

Det vil være muligt at placere en linjeføring med horisontale radier på 1.700-2.000 m eller mere indenfor korridorsegmentet. Terrænet er ganske fladt i den sydlige del, men selvom terrænet stiger omkring Falling, vurderes der ikke at være problemer med opretholdelse af krav til vertikalgeometrien for vej.

Tilslutningsanlægget til rute 451 Horsens – Odder vejen kan formentlig etableres ved at føre motorvejen under den eksisterende vej og dermed mindske påvirkningen på omgivelserne.

Udover tilslutningsanlægget etableres der krydsninger for fire mindre veje.

11.2.4.4 Natur

Der er følgende udvalgte naturmæssige analyseparametre i korridorsegmentet:

- Natura 2000-område nr. 56 er beliggende i korridorsegmentet med bl.a. laguner, som er en prioriteret naturtype, og strandeng. Korridorsegmentet er derfor særlig smalt på dette sted for at undgå laguner og passere strandenge på et smalt stykke af habitatnaturen
- Langs kysten er der § 3-beskyttede naturtyper, herunder mose, strandeng og søer.

11.2.4.5 Landskab og kulturarv

Der er kortlagt følgende udvalgte analyseparametre i korridorsegmentet:

- Korridorsegmentet berører to landskabsfredninger, Kalsehoved (på Spidsen af Gylling Næs) og Horskær (laguner på østsiden af Gylling Næs)
- I Falling er en Exner-fredning.

Den sydligste del af korridorsegmentet er fladt og forholdsvist lavt beliggende og landskabsmæssigt set relativt ukompliceret. Terrænet stiger forholdsvis brat op mod Falling og topografien heromkring er lidt mere bakket end i den sydlige ende af korridorsegmentet. I forhold til de landskabsmæssige forhold stiger kompleksiteten mod nordvest, og når Ellemose / Hestehave nås, bør passagen nøje overvejes i forhold til den endelig placering i landskabet, særligt hvor og hvordan Åkær Å dal skal krydses.

Område er i dag landbrugsområde uden store trafikkorridorer.

Det flade landskab og strandengene er meget følsomme over for anlæg, der ligger højt placeret. Placeringen af knudepunktet på kysten afspejler dog et forsøg på at minimere påvirkningen af det nye anlæg, da punktet er placeret på en strækning med en eksisterende dæmning mod et inddæmmet areal, hvor der ikke er strandengsarealer langs kysten.

Passagen ved kysten, hvor broen vil komme ind, vil kunne ses over store afstande, da hele kyststrækningen er lav, hvilket stiller store krav til broelementernes udformning. En dæmning vil fremstå tydeligt i landskabet.

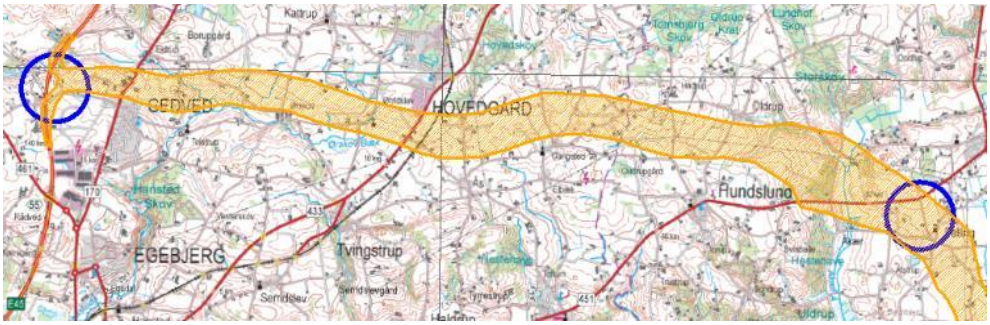
11.2.4.6 Befolkning og erhverv

Der er følgende analyseparameter i korridorsegmentet:

- Ved Falling er en kommuneplanramme for blandet bolig og erhverv samt erhverv i landzone.

Korridorsegmentet er præget af meget spredt bebyggelse, men forløber forbi (200-500 m) Gylling landsby. Falling landsby ligger inde i korridorsegmentet og vil som følge deraf kunne blive udsat for en støjmæssig påvirkning. Dette afhænger dog af, hvorledes selve linjeføringen vil blive placeret indenfor korridorsegmentet.

11.2.5 Falling – Gedved



Figur 11-10 Korridorsegment Falling - Gedved (vej)

11.2.5.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er ca. 20 km langt, går cirka øst – vest og strækker sig fra Falling til Gedved nord for Horsens, hvor den tilsluttes til E45. Den er som nævnt ovenfor en ekstra forbindelse mellem den direkte korridor mod Århus og den nuværende E45 ved Horsens til brug for den del af trafikken, der skal mod Horsens / Vejle eller den sydlige del af Midtjylland. Dette korridorsegment er tænkt som en ren vejforbindelse.

11.2.5.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet strækker sig fra Falling i øst til Gedved / E45 i vest og forløber nord om Hundslund, syd for Hovedgård og nord om Gedved. Det er vurderet, at tilslutningen til E45 ikke kan placeres længere mod syd pga. bebyggelse og natur (Hansted Å og skov).

Det er tanken, at der etableres tilslutningsanlæg ved rute 433 syd for Hovedgård (udover tilslutningsanlægget ved Falling omtalt i foregående afsnit). Der skal også etableres et forbindelsesanlæg til motorvej E45 med direkte ramper i alle retninger.

Da placeringen af forbindelsesanlægget må forventes at være rimelig givet grundet bebyggelse og natur kommer man tæt på det nuværende tilslutningsanlæg <55>, Horsens Nord, hvilket kan medføre behov for at etablere et ekstra spor langs den nuværende E45 og eventuelt udføre en tilpasning af TSA <55>.

11.2.5.3 Tracering

En forbindelse vil kunne udføres med store horisontalradier (R>2.500/3.000 m) for størsteparten af strækningens vedkommende, men i den vestligste ende af korridorsegmentet vil det formentlig være nødvendigt at benytte de mindst tilladelige radier.

Ved forbindelsesanlægget til E45 vil man på grund af topografi og bebyggelse skulle anvende væsentligt mindre radier, især i de nordvendte forbindelser, og hastigheden vil naturligt skulle afpasses efter dette.

I dette anlæg vil man skulle etablere et par overføringer for ramper samt en underføring af en rampe under den nuværende motorvej. Det har ikke været tanken, at rute 170 skal forbindes til en ny Kattegatforbindelse, da denne trafik forventes at kunne afvikles via det eksisterende tilslutningsanlæg <55> på E45.

Den nuværende rute 433 vil skulle tilsluttes den nye forbindelse via et traditionelt ruderanlæg lige syd for Hovedgård.

Udover disse anlæg forventes der etableret krydsninger for 10 mindre veje og én større. Der vil ligeledes skulle etableres en overføring over den nuværende hovedbane mellem Horsens og Skanderborg. Denne overføring vil også påvirke tilslutningsanlægget ved rute 433, da de vil være forholdsvis tætbeliggende.

Terrænet er forholdsvis jævnt, om end lidt kuperet ind i mellem. Dog er der nogle områder, især omkring vandløb, hvor der optræder forholdsvis store højdeforskelle over korte strækninger.

Kravene til vertikalgeometrien burde kunne overholdes uden problemer, men det må forventes, at der skal etableres dalbroer ved krydsning af store vandløb eller landskabeligt følsomme områder.

Dette forventes at gælde ved krydsning af Åkær Å ved Åkær/Falling (ca. 500-1.000 m afhængig af krydsningspunkt), ved krydsning af Åkær Å nordøst for Hundslund (ca. 100-150 m), ved krydsning af Ørskov Bæk sydvest for Hundslund (ca. 100 m) og ved krydsning af Gedved Mølleå øst for Gedved (ca. 100 m).

11.2.5.4 Natur

I korridorsegmentet er der følgende udvalgte naturmæssige analyseparametre:

- Åkær Å, Ørskov Bæk og Gedved Mølleå er § 3-vandløb
- Langs vandløbene er § 3-beskyttede naturtyper
- Fredskov ved Hundslund.

11.2.5.5 Landskab og kulturarv

Følgende udvalgte analyseparametre er kortlagt:

- Bevaringsværdige landskaber gennemskæres ved Åkær og ved Gedved øst for E45
- Få fredede fortidsminder ved Hundslund
- En Exner-fredning ved Ørridslev Kirke sydvest for Hovedgård.

Området ved Åkær Å i den østligste ende er kuperet og præget af den markante ådal øst for Hundslund. Der vil her skulle tages et stort hensyn til den landskabelige påvirkning fra en fremtidig forbindelse.

Herefter passerer korridorsegmentet et forholdsvis jævnt terræn indtil området omkring Ravnbjerg, hvor terrænet er rimelig kuperet. Strækningen syd om Hovedgård og forbi Ørskov er igen forholdsvis jævnt, indtil man møder et meget kuperet område nord og øst for Gedved, der strækker helt mod vest indtil den nuværende E45. På denne strækning burde en forbindelse kunne indpasses i landskabet uden de store problemer.

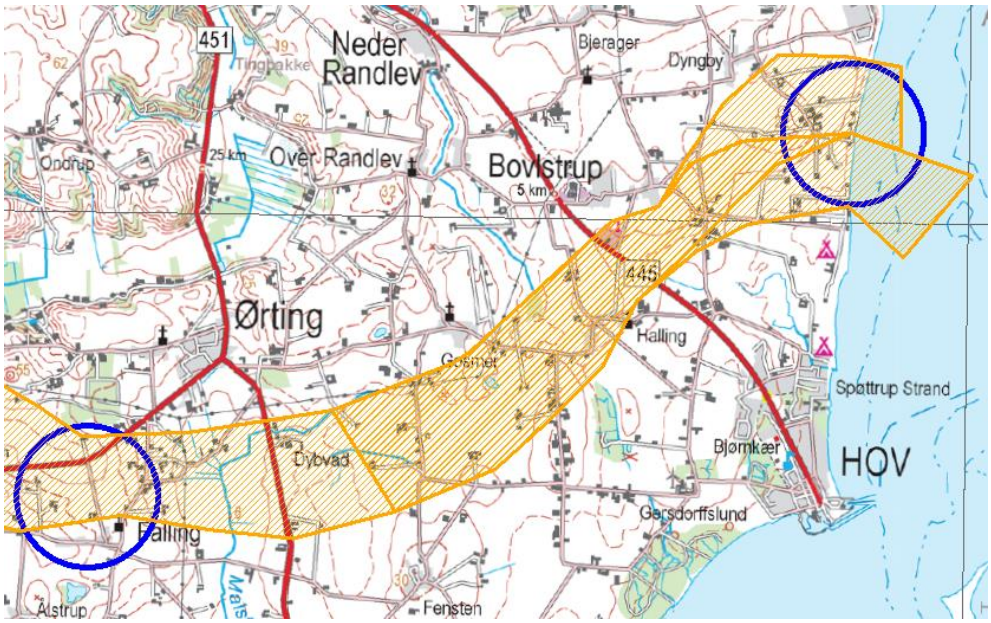
Der vil derfor også i den vestlige ende skulle tages hensyn til landskabet ved fastlæggelse af tracéet for den fremtidige forbindelse.

11.2.5.6 Befolkning og erhverv

Korridorsegmentet passerer samlede bebyggelser forholdsvis tæt på ved Oldrup, Gangsted, Ørridslev og Gedved. Her forventes en placering af linjeføring at kunne skabe behov for, at der etableres foranstaltninger til imødegåelse af støjgener. Specielt ved Gedved vil dette forhold gøre sig gældende.

I den øvrige del af strækningen passeres mere spredt bebyggelse og enkeltstående ejendomme, som man gennem placering af en fremtidig linjeføring må forsøge at berøre i mindst muligt omfang.

11.2.6 Hou – Falling



Figur 11-11 Korridorsegment Hou - Falling (vej)

11.2.6.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment på ca. 9 km forbinder korridorerne mod nord med korridorsegmentet mod Gedved nord for Horsens, hvis tilslutningspunktet til kyst-kyst forbindelsen er placeret ved Hou i stedet for ved Gylling Næs. Korridorsegmentet indeholder en ren vejforbindelse, da banen forløber direkte mod nord fra Hou.

11.2.6.2 Teknisk vurdering

Korridorsegmentet går fra kysttilslutningen ved Hou i øst til Falling i vest og går syd om Bovlstrup og syd om Ørting.

Det har ikke været tanken at placere et tilslutningsanlæg ved rute 445 mellem Odder og Hov, da forbindelsen til det lokale vejnet kan ske via tilslutningsanlægget, der tænkes etableret i korridor 1/2 ved Odder – Saksild vejen.

Da forbindelsen mod Horsens er tænkt som ekstra forbindelse mod Jylland Syd og Midt, vil det være nødvendigt at etablere en motorvejsforgrening/forbindelsesanlæg fra korridorerne, der fører mod nord, umiddelbart ved kysten.

Der er tænkt etableret et tilslutningsanlæg ved rute 451 ved Falling som beskrevet under Gylling – Falling delkorridoren i afsnit 11.2.4. Derudover anslås det, at der etableres krydsninger for fem mindre veje.

11.2.6.3 Tracering

Placeringen af fragreningen fra de nordgående korridorer kan medføre, at der i dette anlæg må anvendes kurver, der er en del mindre end de normale minimums horisontale radier på ca. 1.700 m med en dertil hørende hastighedsnedsættelse.

På resten af strækningen mod Falling forventes der ingen problemer med at fastlægge en linjeføring, der overholder de minimale horisontale radier. Der forventes ligeledes heller ingen problemer med at overholde kravene til den vertikale geometri.

Der skal etableres rampekrydsning over korridor 1/2 ved kysten, og det kan overvejes at etablere en dalbro ved Malskær Bæk krydsningen i den vestlige ende. Dette afhænger dog af den detaljerede udformning af den vertikale geometri og ønsket om bevarelse af det landskabelige indtryk på dette sted.

11.2.6.4 Natur

På denne strækning, der går gennem landbrugsområder, er der følgende udvalgte analyseparametre i forhold til natur:

- Krydsning af § 3-vandløb (Malskær Bæk).

11.2.6.5 Landskab og kulturarv

Der er følgende udvalgte analyseparametre i korridoren:

- Krydsning af bevaringsværdigt landskab ved de foreløbige korridorers passage af kysterne (ca. 2-3 km bredt)
- Exner-fredninger ved Halling og Gosmer kirker (nordvest for Hov).

Den østligste strækning er lettere kuperet med et antal bakker og lavere liggende områder ind i mellem. Terrænet bliver mere jævnt i den vestlige del, men da området ikke i dag rummer en højklasset vejforbindelse, og der vil kunne opstå en vis barriere effekt, bør en fremtidig forbindelse indpasses under hensyntagen til disse forhold.

Da kysten er lavt liggende i terrænet, vil et brofæste kunne ses over store strækninger, hvilket vil stille krav til vertikal linjeføring og selve udformningen af broelementerne, mens en dæmning vurderes at ville fremstå som et teknisk anlæg i landskabet.

Længere inde i landet er passagen ved Majskær Bæk landskabsmæssigt set det mest følsomme sted for passagen.

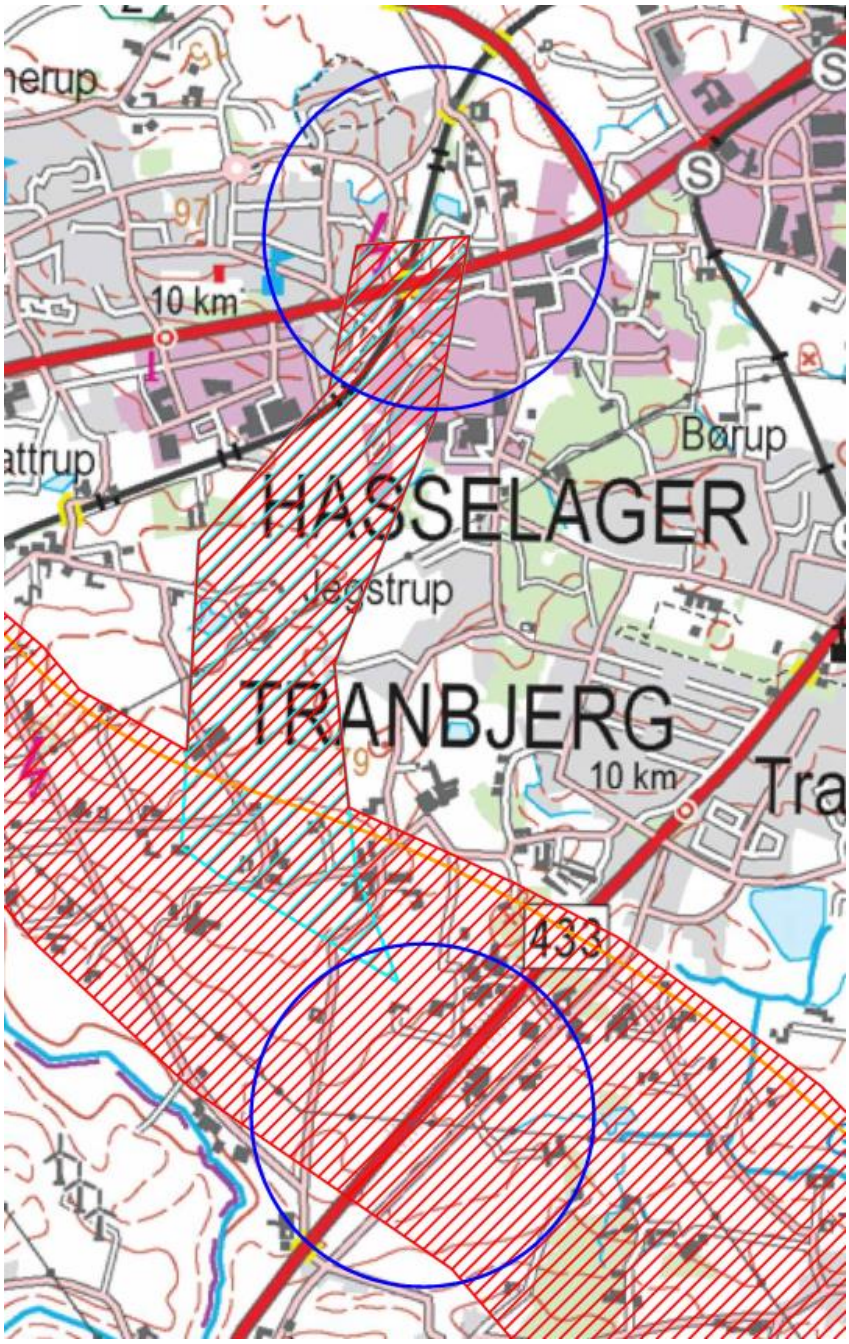
11.2.6.6 Befolkning og erhverv

Korridorsegmentet passerer de samlede bebyggelser Dyngby, Bovlstrup, Halling og Gosmer i afstande, hvor det må forventes, at der skal etableres foranstaltninger til imødegåelse af støjgener. Både Dyngby, Halling og Gosmer ligger indenfor korridorsegmentet. De er alle tre byer som ikke er planlagt for, og dermed falder de heller ikke ind under definitionen af sammenhængende bymæssig bebyggelse som analyseparameter. Landsbyernes beliggenhed indenfor korridorerne bør dog være et opmærksomhedspunkt i de videre undersøgelser. Bovlstrup er en planlagt by med rammer for erhverv, bolig og blandet bolig og erhverv. Bovlstrup ligger i hovedtræk uden for korridorsegmentet.

I den øvrige del af korridorsegmentet passeres mere spredt bebyggelse, som man gennem placering af en fremtidig linjeføring må forsøge at berøre i mindst muligt omfang.

11.3 Ny bane

11.3.1 Tranbjerg – Hasselager



Figur 11-12 Korridorsegment Tranbjerg - Hasselager (bane)
(Bering – Beder vej er vist med orange)

11.3.1.1 Beskrivelse

Dette korridorsegment er på ca. 4 km, hvor den første del af korridorsegmentet er fælles med vej, se afsnit 11.2.1, frem til Ingerslev, hvor banen løber i sin egen korridor, vest om Jegstrup frem mod tilslutningen i Hasselager, syd for Århus.

11.3.1.2 Teknisk vurdering

I dette segment er terrænet udfordrende på den første del, med højdeforskelle op til 27 m, for derefter at flade ud til et jævnt terræn frem mod Hasselager.

Der forventes skæringer med 3 større veje (inkl. den fremtidige Berring - Beder vej) og 2 mindre veje.

I Hasselager anlægges en niveaufri udfletning med eksisterende bane, hvis løsning allerede findes i projekt Hovedgård-Hasselager, hvor den totale længde er på 2.000 m.

11.3.1.3 Tracering

For den horisontale geometri er det muligt at opnå en hastighed på 300 km/t. Der er dog ved udfletningen, til eksisterende bane, regnet med en hastighed på 250 km/t, da denne er fastlagt i Banedanmarks VVM-analyse af projektet Hovedgård-Hasselager.

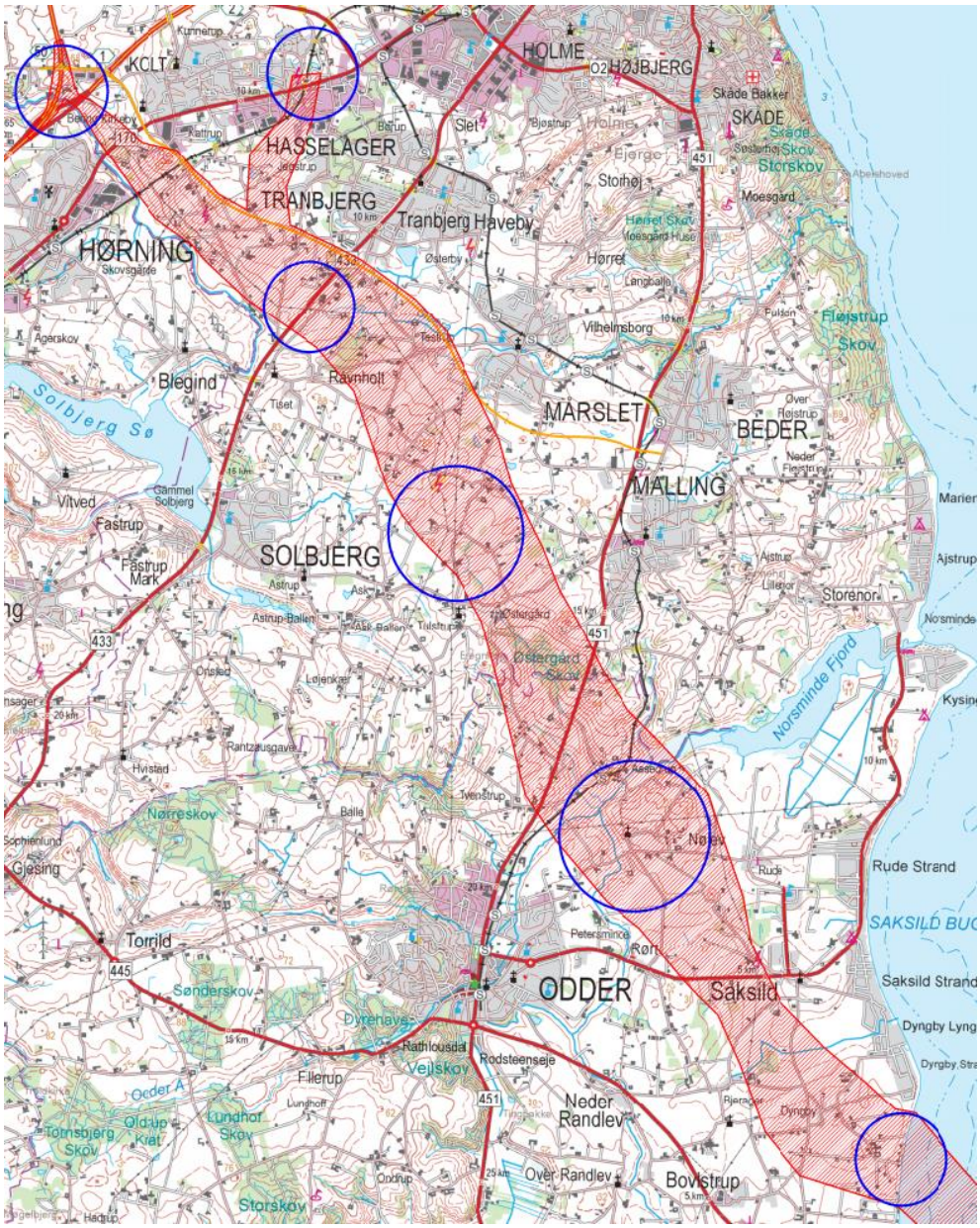
For den vertikale geometri er der ingen problemer med at opnå den ønskede hastighed på 250 km/t for kurve forholdene, hvorimod for længdegradienterne, skal anvendes undtagelsesbestemmelserne nogle få steder med stigninger/fald op til 16,5 promille.

11.4 Sammenfatning Jylland

Herunder er opsamlet faktuelle karakteristika for de foreløbige korridorer i Jylland. For et samlet overblik henvises til A3 kort i bilagsmappen (Bilag 3-1 og Bilag 11-1).

Korridorernes endelige påvirkning af omgivelserne afhænger af, hvor de endelige korridorer placeres, samt i sidste instans, hvor de enkelte linjeføringer placeres inden for korridorerne. Der arbejdes videre med en optimering af de enkelte korridorvalg med tilhørende linjeføringer i den næste fase af forundersøgelsen.

11.4.1 Hou - Århus Syd / Hasselager



Figur 11-13 Korridor Hou - Århus Syd/Hasselager
(Bering – Beder vej er vist med orange)

Den foreløbige korridor fra Hou til Århus Syd (vej) er ca. 22,5 km lang, og banestrækningen fra Hou til Hasselager er ca. 21,5 km lang.

Vej og bane forløber sammen fra Hou til Tranbjerg, hvor banen drejer mod nord til Hasselager, og vejen fortsætter mod Århus Syd, hvor den tilsluttes motorvej E45 ved det eksisterende forgreningsanlæg Århus Syd. Dette forgreningsanlæg skal ombygges, så det giver mulighed for direkte forbindelse videre mod nord, men trafikken mod Århus skal ledes mod det eksisterende tilslutningsanlæg <1> ved Hasselager.

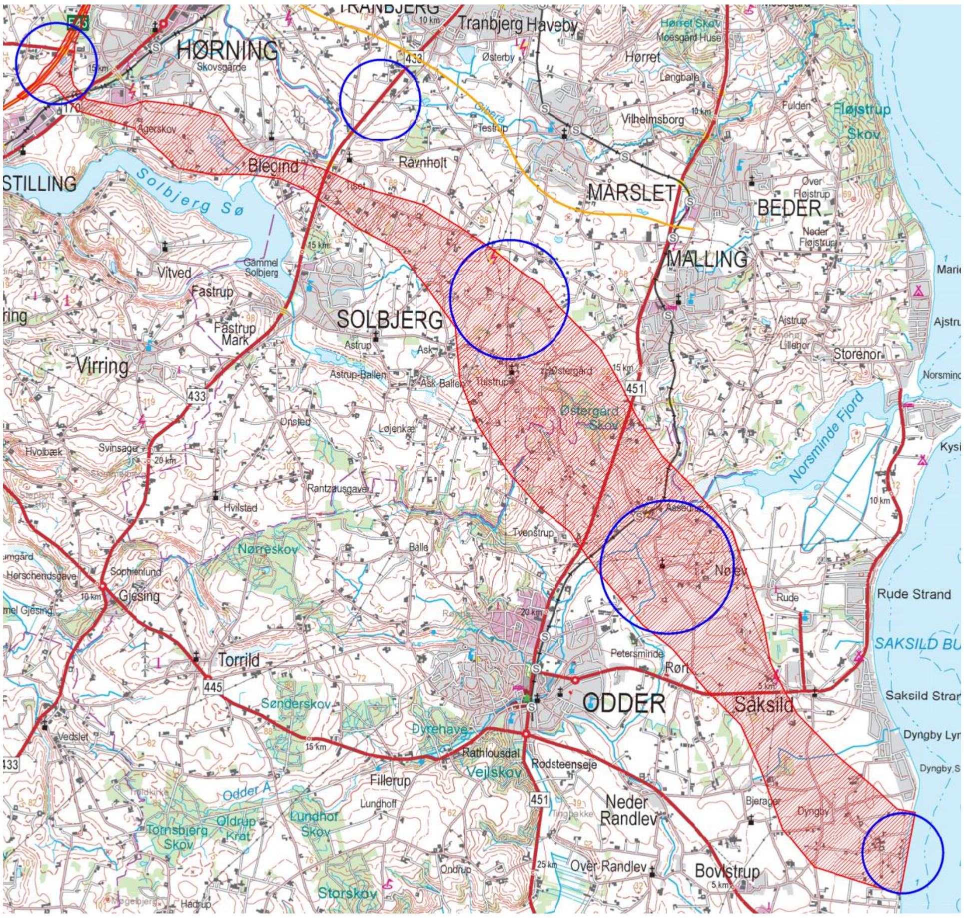
Der foreslås anlagt 3 tilslutningsanlæg på strækningen udover forbindelsen ved E45, samt krydsninger for 15 skærende veje. Hertil kommer 2 dalbroer ved krydsning af markante ådale.

Korridoren passerer 17 samlede bebyggelser primært i den sydlige del, hvor også sommerhusområderne ved kysten ligger tæt på korridoren. Påvirkningen af bebyggelserne afhænger meget af, hvor i korridoren den endelige linjeføring placeres.

Der er 4 større skovområder i korridoren udover en del mindre. Korridoren passerer 2 større vandløb/ådale og forløber tæt på/parallelt med to andre, men dog uden at komme ud i disse.

Landskabs- og naturmæssigt er der primært i denne korridor udfordringer ved kysten og ved passage af ådalene ved Odder, der har forbindelse til Natura 2000-området ved Norsminde Fjord (fuglebeskyttelse). Derudover er strækningen med overgangen fra det lavereliggende kystlandskab og det højereliggende terræn nord for Odder Ådal udfordrende for placering af den endelige linjeføring. Området omkring tilslutningen til E45 kan også give lidt problemer med placering i kuperet terræn og nærheden til Århus Å.

11.4.2 Hou – Stilling



Figur 11-14 Korridor Hou – Stilling
(Bering – Beder vej er vist med orange)

Denne vejkorridor er ca. 22,5 km lang og er fælles med korridoren fra Hou til Århus Syd på strækningen fra Hou til Solbjerg, hvor en evt. bane også forløber.

Korridoren tilsluttes den eksisterende motorvej E45 ved Stilling, hvor der p.t. er et åbent område langs motorvejen. Der skal anlægges et fuldt forbindelsesanlæg til den nuværende motorvej, hvilket kan medføre, at der skal ske en udvidelse af den nuværende motorvej pga. tætliggende tilslutningsanlæg både syd og nord for det nye anlæg.

Totalt set medfører denne korridor ca. 3,5 km ekstra kørsel imellem Hou og Århus Syd i sammenligning med korridoren Hou – Århus Syd, og den vil medføre ekstra trafik på den nuværende motorvej fra Stilling til Århus Syd.

Der forudses anlagt tre tilslutningsanlæg i korridoren udover forbindelsesanlægget ved E45. Herudover anlægges 14 krydsninger med eksisterende veje og 3 større dalbroer ved skæring med markante ådale.

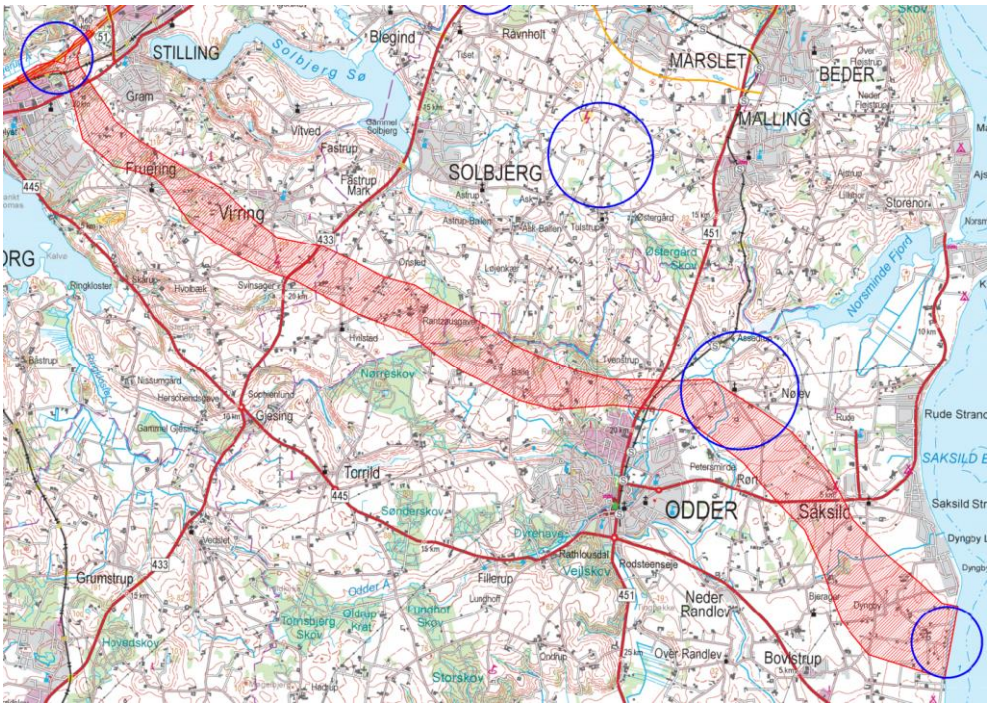
Der er 14 samlede bebyggelser i eller tæt på korridoren, og disse er primært samlet i den sydøstligste del. Afhængig af den endelige placering af linjeføringen vil disse bebyggelser blive påvirket i større eller mindre grad.

Placeringen af tilslutningen til E45 medfører begrænsninger i området, der p.t. er udlagt til erhvervsområde, så der ikke kan bebygges i det omfang, der er planlagt med i dag. Etablering af dette erhvervsområde er allerede påbegyndt.

Korridoren indeholder 4 større skovområder og passerer 4 større ådale/vådområder. Den passerer desuden tæt på området ved Solbjerg Sø, men dog uden for fredningen.

Udover de landskabsmæssige udfordringer ved kysten og krydsning af ådalene ved Odder og området nord for vil der skulle tages hensyn til landskabet ved krydsning af Århus Å og i området langs Solbjerg Sø. Terrænet er forholdsvis jævnt varierende og præget af landbrugsarealer.

11.4.3 Hou – Skanderborg



Figur 11-15 Korridor Hou -Skanderborg
(Bering – Beder vej er vist med orange)

Denne foreløbige korridor er ca. 23 km lang og er fælles med korridoren Hou – Århus Syd på strækningen fra Hou til Odder. En evt. bane løber kun i den fælles strækning ellers er resten af korridoren en ren vejkorridor.

Tilslutningen til den eksisterende motorvej E45 sker tæt på det nuværende tilslutningsanlæg <51>, hvilket udover anlæg af ramper og broer i forbindelsesanlægget også vil medføre udvidelse af den nuværende motorvej over en strækning på 1,5-2 km.

Den samlede kørestrækning fra Hou til Århus Syd via denne korridor vil være ca. 8 km længere end for den direkte korridor Hou – Århus Syd, og der vil genereres mere trafik på den eksisterende motorvej på strækningen fra Stilling (<51>) til Århus Syd.

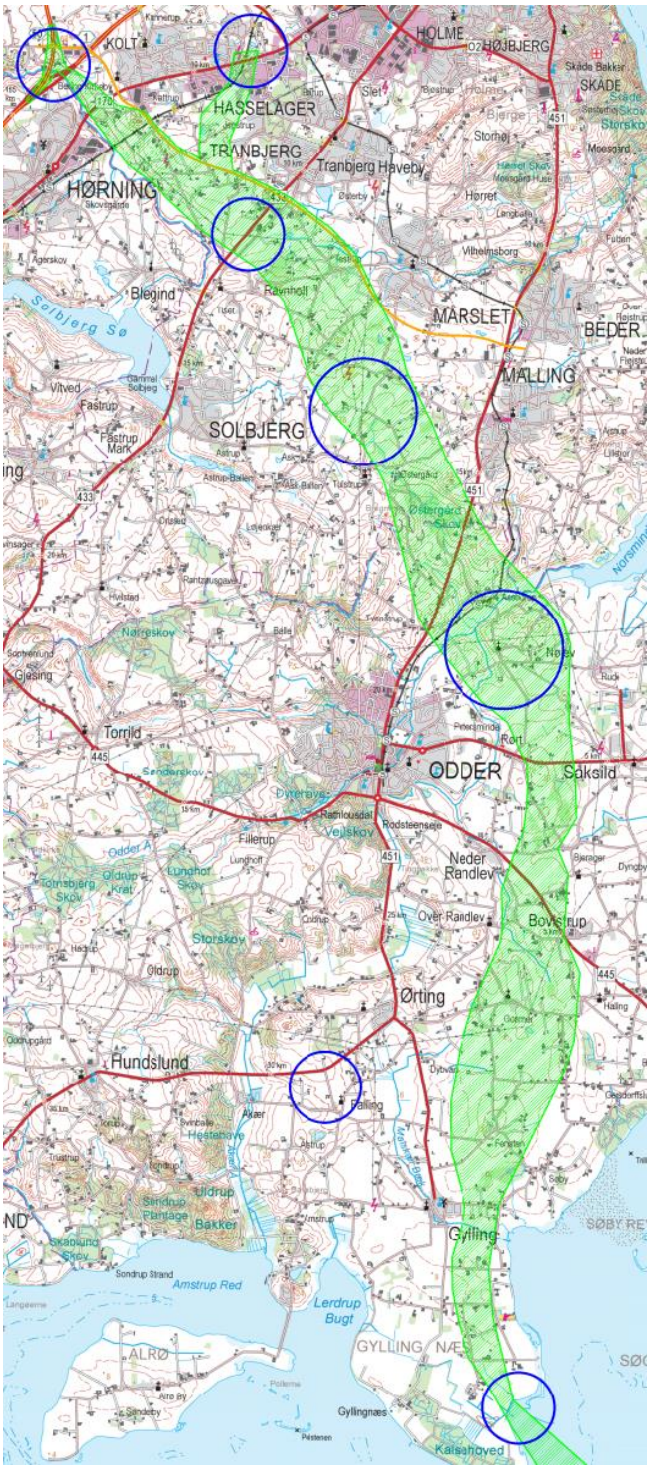
I denne korridor planlægges etableret 3 tilslutningsanlæg til det lokale vejnet samt krydsninger for 10 eksisterende veje. Hertil kommer 2 større dalbroer ved krydsning med ådale.

Korridoren passerer tæt eller forholdsvis tæt på 10 samlede bebyggelser med de fleste bebyggelser i den østligste del. Dog er der to lokaliteter på strækningen fra Odder til Skanderborg, hvor man kan risikere at komme ret tæt på de samlede bebyggelser afhængig af, hvor den fremtidige linjeføring placeres i korridoren.

Der er 9-10 skovområder indeholdt i korridoren sammen med 2 større ådale. Korridoren forløber ligeledes langs med markante ådale på strækningen umiddelbart vest for Odder.

Landskabeligt er der udfordrende områder ved kysten og ved ådalene omkring Odder som i de ovenfor beskrevne korridorer. Herudover er der landskabeligt værdifulde områder 3 steder på strækningen Odder – Skanderborg, hvor især området mellem Skanderborg og Stilling er problematisk, da det er udlagt til ny skovrejsning og rekreativt område med søer og beplantning, samt til at virke som bindeled mellem byerne og til beskyttelse af grundvand.

11.4.4 Gylling Næs – Århus Syd/Hasselager



Figur 11-16 Korridor Gylling Næs - Århus Syd/Hasselager (Bering – Beder vej er vist med orange)

Denne foreløbige korridor er ca. 32,5 km lang og kan på strækningen fra Gylling Næs til Tranbjerg også indeholde en bane. Banen vil som for de tidligere beskrevne korridorer dreje fra ved Tranbjerg og føres mod Hasselager.

Korridoren er identisk med den i afsnit 11.4.1 beskrevne korridor på strækningen fra Odder til Århus syd/Hasselager. Tilslutningen til E45 sker ved det nuværende motorvejskryds Århus Syd.

Der foreslås anlagt 3 tilslutningsanlæg på strækningen udover forbindelsen ved E45 samt krydsninger for 21 skærende veje. Hertil kommer 3-4 dalbroer ved krydsning af markante ådale.

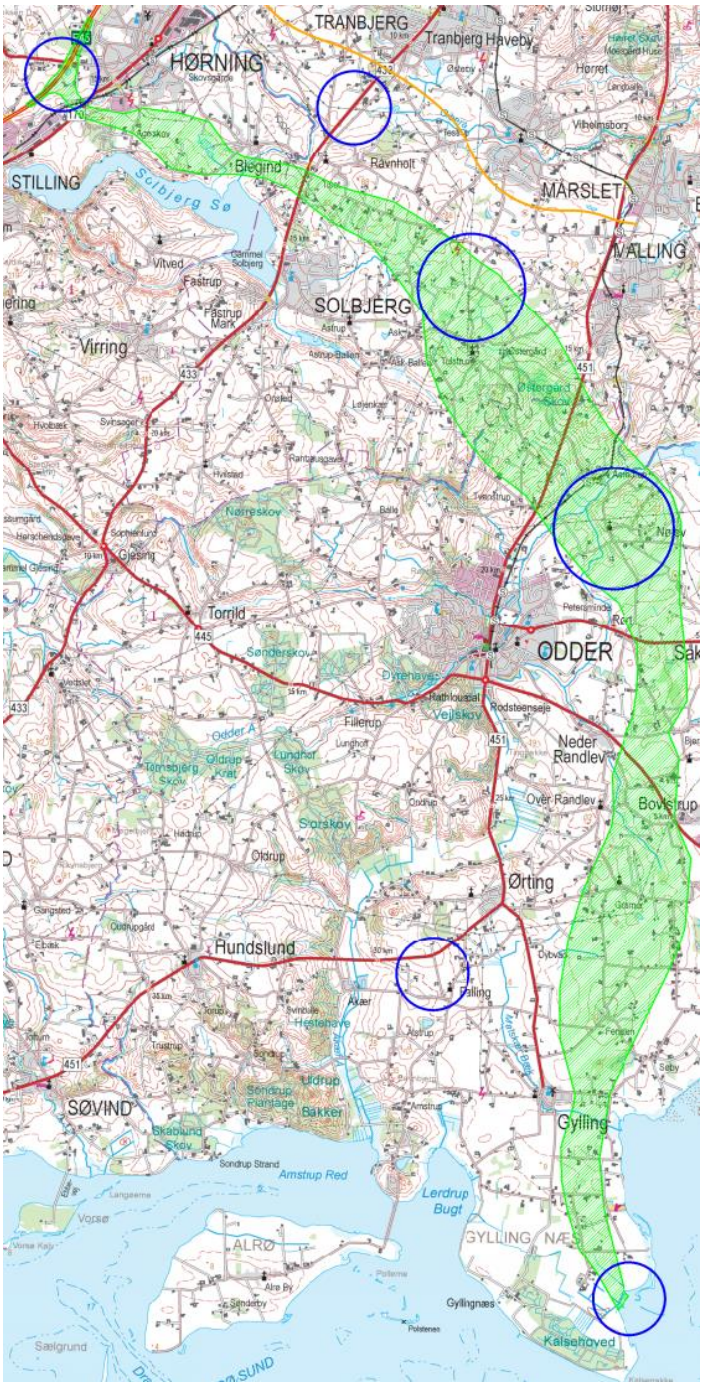
Korridoren passerer 15 samlede bebyggelser primært i den sydlige del (dog ikke på Gylling Næs, hvor der kun er spredt bebyggelse). Påvirkningen af bebyggelserne afhænger meget af, hvor i korridoren den endelige linjeføring placeres.

Der er 5 større eller mindre skovområder i korridoren. Korridoren passerer 3 større vandløb/ådale og forløber tæt på/parallelt med to andre, men dog uden at komme ud i disse.

Den sydlige del af korridoren (Gylling Næs) er et landskabeligt følsomt område pga. nærheden til kysten og Natura 2000-område samt hele områdets karakter af uberørt og forholdsvis fladt landbrugsområde. Knudepunktet på kysten er placeret så hensigtsmæssigt som muligt ved en dæmning mod et tidligere inddæmmet område med strandeng og i nogen afstand af de prioriterede laguner.

Derudover er områderne ved krydsning af ådalene samt området nord for Odder udfordrende på grund af terrænforskellene og de karakteristiske landskabsformer. Området ved tilslutning til E45 og ved Århus Å kan ligeledes være problematisk for placeringen af den endelige linjeføring.

11.4.5 Gylling Næs – Stilling



Figur 11-17 Korridor Gylling Næs – Stilling
(Bering – Beder vej er vist med orange)

Denne foreløbige korridor er fælles med korridoren i afsnit 11.4.2 fra Odder til Stilling. Længden er totalt ca. 32,5 km og kan indeholde en bane på strækningen fra Gylling Næs til Solbjerg. Resten af strækningen er en ren vejkorridor mod Stilling, mens banen føres videre mod Hasselager.

Denne korridor giver ca. 3,5 km længere kørestrækning end korridoren direkte fra Gylling Næs til Århus syd samt ekstra trafik på den eksisterende motorvej idet trafik fra Kattegatforbindelsen tilføjes.

Udover forbindelsesanlægget ved motorvej E45 etableres 3 tilslutningsanlæg på strækningen fra Gylling Næs til Stilling sammen med krydsninger for 20 skærende veje og 3-4 større dalbroer.

Der er 14 samlede bebyggelser i eller tæt på korridoren, og disse er primært samlet i området omkring Odder og Hou. Afhængig af den endelige placering af linjeføringen vil disse bebyggelser blive påvirket i større eller mindre grad.

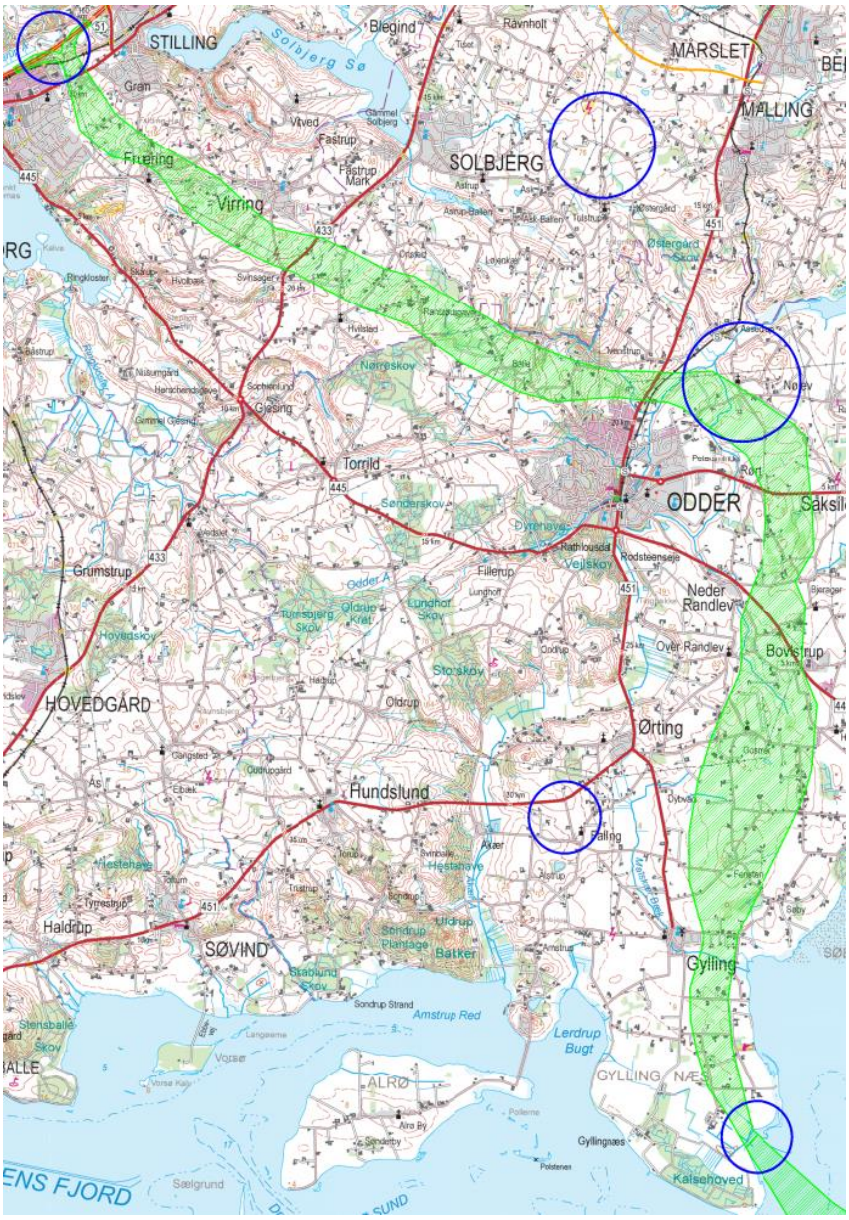
Placeringen af tilslutningen til E45 medfører begrænsninger i området, der p.t. er udlagt til erhvervsområde, så der ikke kan bebygges i det omfang, der er planlagt med i dag.

Korridoren indeholder 5 større skovområder og passerer 4 større ådale/vådområder. Den passerer desuden tæt på området ved Solbjerg sø, men dog uden for fredningsområdet.

Den sydlige del af korridoren (Gylling Næs) er et landskabeligt følsomt område pga. nærheden til kysten og Natura 2000-område samt hele områdets karakter af uberørt og forholdsvis fladt landbrugsområde. Knudepunktet på kysten er placeret så hensigtsmæssigt som muligt ved en dæmning mod et tidligere inddæmmet område med strandeng og i nogen afstand af de prioriterede laguner.

Udover de landskabsmæssige udfordringer ved krydsning af ådalene ved Odder og området nord for vil der skulle tages hensyn til landskabet ved krydsning af Århus Å og i området langs Solbjerg Sø. Men ellers er landskabet forholdsvis jævnt varierende og præget af landbrugsarealer.

11.4.6 Gylling Næs – Skanderborg



Figur 11-18 Korridor Gylling Næs – Skanderborg
(Bering – Beder vej er vist med orange)

Længden på denne foreløbige korridor er ca. 32,5 km. Korridoren er fælles med korridoren Hou – Skanderborg på strækningen fra Odder til Skanderborg. En evt. bane forløber kun i strækningen Gylling Næs – Odder, hvor banen fortsætter mod Hasselager ved Århus. Strækningen Odder -Skanderborg er en ren vejkorridor.

Tilslutningen til den eksisterende motorvej E45 sker tæt på det nuværende tilslutningsanlæg <51>, hvilket udover anlæg af ramper og broer i forbindelsesanlægget også vil medføre udvidelse af den nuværende motorvej over en strækning på 1,5-2 km.

Den samlede kørestrækning fra Gylling til Århus Syd via denne korridor vil være ca. 8 km længere end ved den direkte korridor Gylling Næs – Århus Syd, og der

vil genereres mere trafik på den eksisterende motorvej på strækningen fra Stilling (<51>) til Århus Syd, idet den ekstra trafik fra Kattegatforbindelsen tilføjes.

Også i denne korridor vil der skulle etableres 3 tilslutningsanlæg til det lokale vejnet samt krydsninger for 21 eksisterende veje. Hertil kommer 3 større dalbroer ved krydsning med ådale.

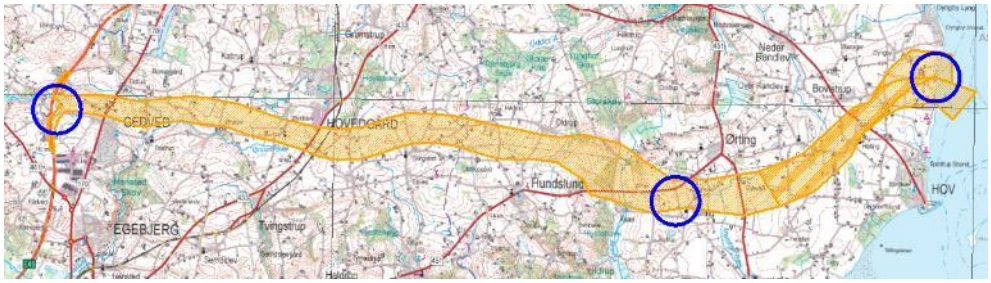
Korridoren passerer forholdsvis tæt på 8 samlede bebyggelser med de fleste bebyggelser i den østligste del omkring Odder og Hou. Dog er der to lokaliteter på strækningen imellem Odder og Skanderborg, hvor man kan risikere at komme ret tæt på de samlede bebyggelser afhængig af, hvor den fremtidige linjeføring placeres i korridoren.

Der er 10 skovområder indeholdt i korridoren eller tæt på denne sammen med 4 større ådale. Korridoren forløber ligeledes langs med markante ådale på strækningen umiddelbart vest for Odder.

Den sydlige del af korridoren (Gylling Næs) er et landskabeligt følsomt område pga. nærheden til kysten og Natura 2000-område samt hele områdets karakter af uberørt og forholdsvis fladt landbrugsområde. Knudepunktet på kysten er placeret så hensigtsmæssigt som muligt ved en dæmning mod et tidligere inddæmmet område med strandeng og i nogen afstand af de prioriterede laguner.

Landskabeligt er der udfordrende områder ved kysten og ved ådalene omkring Odder som i de ovenfor beskrevne korridorer. Herudover er der landskabeligt værdifulde områder 3 steder på strækningen Odder – Skanderborg, hvor især området mellem Skanderborg og Stilling er problematisk, da det er udlagt til ny skovrejsning og rekreativt område med søer og beplantning samt til at virke som bindeled mellem byerne.

11.4.7 Hou -Gedved



Figur 11-19 Korridor Hou - Gedved

Denne foreløbige korridor er en ren vejkorridor og er en ekstra forbindelse fra knudepunktet på kysten ved Hou til motorvej E45 nord for Horsens.

Korridoren er ca. 29 km lang, og der etableres 2 tilslutningsanlæg til de lokale veje samt forbindelsesanlæg til korridoren mod Århus samt til den nuværende motorvej E45 ved Gedved nord for Horsens. I forbindelse med anlægget ved E45 vil det være nødvendigt at udvide motorvejen over en strækning pga. den tætte beliggenhed til det nuværende tilslutningsanlæg <55>, Horsens Nord.

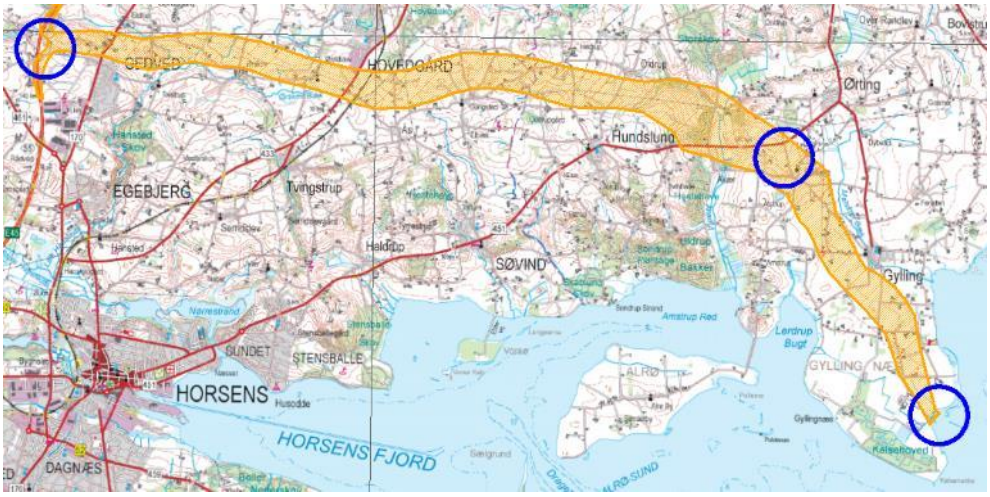
Udover de ovennævnte krydsninger etableres krydsninger for 16 veje og 5 dalbroer.

Korridoren er udformet ud fra designkriterierne for en motorvej, men hvis det besluttes at anvende en lavere vejstandard, vil dette kunne medføre en anden udformning af korridoren, da den fremtidige linjeføring evt. vil kunne tilpasses omgivelserne bedre. Anlægsoverslaget er baseret på motorvejsstandard.

8 samlede bebyggelser er placeret i eller tæt på korridoren (primært i den østlige ende), der også indeholder 3 skovområder. Korridoren passerer 3 vandløb og løber parallelt med flere i den vestlige ende.

Landskabsmæssigt passerer korridoren følsomme områder ved kysten og markante ådale omkring vandløbene.

11.4.8 Gylling Næs – Gedved



Figur 11-20 Korridor Gylling Næs - Gedved

Denne foreløbige korridor er identisk med den foregående korridor (afsnit 11.2.5) på strækningen fra Falling til Gedved.

Længden af korridoren er ca. 28 km. Der etableres 2 tilslutningsanlæg samt et forbindelsesanlæg ved tilslutningen til E45 ved Gedved. Herudover skal der etableres en motorvejsforgrening fra den direkte korridor fra Gylling Næs mod Odder og videre mod nord.

Nærværende korridor er en ren vejkorridor udlagt ud fra designkriterierne for en motorvej, men hvis det besluttes, at vejstandarden kan være lavere, kan udformningen af korridoren blive påvirket heraf. Anlægsoverslaget er baseret på motorvejsstandard.

Der etableres krydsninger for 15 skærende veje samt 4 dalbroer ved skæring af markante ådale.

Korridoren passerer 6 samlede bebyggelser, 3 skovområder og 3 vandløb.

Landskabeligt er der udfordrende områder især ved kysten og det flade af større trafikanlæg uberørte område på Gylling Næs. Herudover er der landskabeligt værdifulde områder, hvor de markante ådale passeres på strækningen mellem Falling og Gedved (3 steder). Også området ved Gedved og tilslutningen til E45 er landskabeligt følsomt.

11.4.9 Foreløbig samlet vurdering

Nedenfor opsamles den samlede vurdering af fordele og ulemper ved de forskellige foreløbige korridorer ud fra den viden, som det på nuværende tidspunkt har været muligt at indsamle som led i denne indledende del af forundersøgelsen.

Korridorerne i Jylland er karakteriseret ved, at banekorridorerne i alle tilfælde går fra knudepunktet på kysten for kyst-kyst forbindelsen og til Hasselager ved Århus.

Den primære vejkorridor for trafikken mod Århus og videre mod nord løber langs banekorridoren i større eller mindre omfang afhængig af, hvor tilslutningspunktet til eksisterende motorvej E45 placeres.

Dette medfører så, at jo længere mod syd, tilslutningen til E45 vælges, jo mindre fælles strækning med banekorridoren (og dermed længere korridorer gennem landskabet). Desuden vil de sydligere vejkorridorer være mindre attraktive pga. omvejskørsel og forøget trafik på den nuværende motorvej med tilføjelsen af den ekstra trafik fra Kattegatforbindelsen.

Når der alene ud fra de valgte analyseparametre ses på landanlæg i Jylland – og ikke den samlede forbindelse - vil en foreløbig samlet vurdering baseret på det eksisterende vidensgrundlag pege på en korridor fra *Hou til Århus Syd / Hasselager.* Denne korridor har flg. fordele:

- Korteste løsning.
- Længst mulig strækning med fælles korridor vej / bane.
- Tilsyneladende mindste påvirkning på følsomme naturområder (vurderet på det foreliggende grundlag og baseret på, at strækningen er kortest).
- Mindst mulig påvirkning af områder, der ikke er påvirket af trafikale anlæg i dag.
- Mindste ombygning/påvirkning af nuværende motorvej E45 ved tilslutningen.
- Anvendelse af Bering-Beder vej (under anlæg) for tilslutning til Århus syd motorvej og for trafik mod syd ad nuværende E45, dvs. anvendelse af eksisterende trafikkorridor.

Ulemper ved denne korridor optræder også ved de øvrige korridorer, og disse har yderligere ulemper på strækningerne mod Stilling eller Skanderborg:

- Bevaringsværdigt landskab ved knudepunktet på kysten for kyst-kyst forbindelsen med markante bro- eller tunnelkonstruktioner ved en flad kyststrækning.
- Nogen påvirkning af følsomme landskabs- og naturområder ved Odder Ådal og umiddelbart nord herfor.
- Nogen påvirkning af samlede bebyggelser især ved Hou – Odder.

Korridorsegmentet på strækningen fra Gylling Næs til syd for Odder (hvor den tilsluttes korridoren fra Hou mod Århus) vil medføre en forlængelse af den samlede korridor på Jylland og dermed en øget arealpåvirkning heraf. Til gengæld muliggør samme strækning af korridorsegment fra Gylling Næs en kortere længde af korridoren på Samsø og dermed en reduktion af påvirkningerne der. Fra Gylling Næs til syd for Odder går korridorsegmentet igennem et område, som i dag er uforstyrret af store trafikkorridorer, og det passerer ved knudepunktet på kysten et smalt Natura 2000-område med strandeng.

Korridoren mod Gedved (Horsens) er en ren vejkorridor for trafik primært rettet mod Midt- og Østjylland. Denne korridor kan fungere som en aflastning af forbindelsen over Fyn, så dens relevans afhænger af, hvor meget trafik det forudses, at den vil tiltrække. Der er nogle udfordringer i form af passage af flere ådale mellem Gylling og Gedved samt udfordring med anlæg af forbindelse til nuværende motorvej E45 ved Gedved pga. topografi og natur samt tætliggende eksisterende tilslutningsanlæg.

12 Anlægsoverslag

12.1 Indledning

I det følgende er overordnet beskrevet, hvordan nærværende anlægsoverslag for Kattegatforbindelsen er udarbejdet.

12.2 Metode

Generelt er principperne i ny anlægsbudgettering forsøgt fulgt.

Basis i ny anlægsbudgettering er et fysikoverslag baseret på mængder og kendte enhedspriser. Dette er dog ikke muligt at implementere detaljeret i denne tidlige fase af forundersøgelsen med den begrænsede tid, der har været til rådighed.

Det er derfor – som på mange andre store anlægsprojekter – valgt at skele til erfaringstal for lignende projekter hvor dette måtte være mere relevant.

Den anvendte metode er derfor afhængig af anlægsmetoden. Overordnet er følgende metodik anvendt.

Tabel 12-1 Metodik for fremskaffelse af enhedspriser baseret på anlægsmetode

Anlægsmetode	Metodik
Vejanlæg	Enhedspriser fremfundet af Ordregiver baseret på erfaringspriser opdelt geografisk efter Sjælland, Samsø og Jylland
Jernbaneanlæg	Enhedspriser fremfundet af Ordregiver baseret på erfaringspriser opdelt geografisk efter Sjælland, Samsø og Jylland
Brokonstruktioner (lav og høj)	Enhedspriser kalibreret mod erfaringspriser og justeret til Kattegat projektets forudsætninger.
Sænketunneler	Enhedspriser kalibreret mod erfaringspriser og fysikoverslag og justeret til Kattegat projektets forudsætninger.
Cut & Cover og Trug	Enhedspriser kalibreret mod erfaringspriser og fysikoverslag og justeret til Kattegat projektets forudsætninger.
Borede tunneler	Enhedspriser baseret på High Speed 2 projektets pris guide for borede tunneler og justeret til Kattegat projektets forudsætninger.
Kunstige øer og dæmninger	Enhedspriser er baseret på seneste erfaringspriser og en konkret skitseret løsning.
Betalingsanlæg	Betalingsanlæg er ikke inkluderet i anlægsoverslaget

12.2.1 Referencepriser

Kattegat-projektet er et unikt projekt, og der foreligger derfor ikke direkte sammenlignelige priser. Der er derfor for de enkelte deleelementer (vej, bane, bro tunnel etc.) anvendt forskellig strategi.

Overordnet set gælder det, at anlægsomkostningerne til et projekt af denne størrelse og kompleksitet i væsentlig grad afhænger af projektspecifikke forhold, som f.eks. geotekniske forhold, tracering, vanddybder på hav, anlægsmetoder, omfanget af miljømæssige afværgeforanstaltninger m.v.

Idet de anvendte enhedspriser baserer sig på sammenlignelige referenceprojekter, vil enhedspriserne give en god indikation af den samlede anlægsomkostning, som dog vil være behæftet med ikke ubetydelig usikkerhed, da enhedspriserne på dette stadie ikke er tilpasset det konkrete projekt.

Denne usikkerhed bør løbende søges nedbragt i den efterfølgende fase af forundersøgelsen i takt med, at detaljeringsgraden af projektet stiger.

Der henvises til de efterfølgende afsnit pr. delelement for en oversigt over, hvordan referencepriser er fremkommet.

12.2.2 Tillæg for Projektering, Tilsyn og Administration (PTA)

I tillæg til Enterprisearbejderne for en given strækning er der tillagt et beløb til dækning af bygherreomkostninger til PTA. Ordregiver har informeret om at der skal regnes med to forskellige PTA-tillæg:

Tabel 12-2 Oversigt over anvendte PTA-tillæg til Enterprisearbejder

Lokation	PTA-tillæg til enterprisearbejder	Kommentarer
Sjælland, Jylland	19%	Baseret på 16% af total (Enterprisearbejder + PTA)
KKØ, Samsø, KKV	12%	

12.2.3 Korrektionstillæg

Der er ved fastsættelsen af korrektionstillæg taget hensyn til Transportministeriets Journal nr. 2019-1887 af 19 september 2019, hvormed der besluttes at anvende en differentiering af korrektionstillægget i relation til anlægstype.

Følgende korrektionstillæg er anvendt:

Tabel 12-3 Oversigt over anvendte korrektionstillæg

Anlægstype	Korrektionstillæg
Vej i terræn	40%
Bane i terræn	50%
Bro (høj og lav)	50%
Tunnel (sænke, cut & cover og boret)	50%

Indledende anlægsoverslag = Enterprisearbejder + PTA + korrektionstillæg

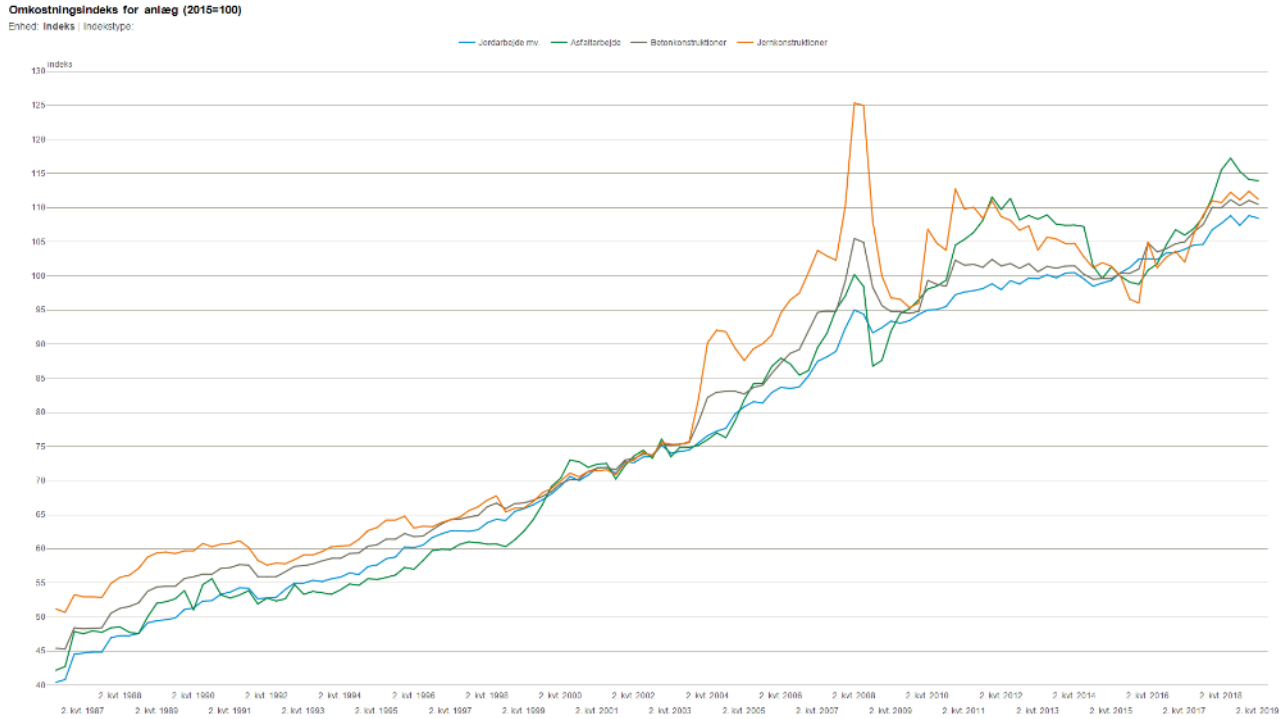
12.2.4 Prisindeks

For broer og tunneler er anvendt prisindeks fra Danmarks Statistik (DST). Omkostningsindeks BYG61 for anlæg (2015=100) efter indekstype og enhed (1986K3-2019K2) er anvendt.

Dette indeks indeholder følgende indekstyper:

- Anlæg af veje
- Jordarbejde mv.
- Asfaltarbejde
- Betonkonstruktioner
- Jernkonstruktioner (efterfølgende benævnt stålkonstruktioner)

Indekstype "anlæg af veje" er et vægtet gennemsnit af de øvrige undtagen jernkonstruktioner. De forskellige indekstyper er illustreret i Figur 12-1.



Figur 12-1 BYG61 indeks

Seneste indeks er 2019K2 (15-06-2019). Enhedspriser for referenceprojekter omregnes derfor til 2019K2 ved formlen:

$Pris_{2019K2} = Pris_i \times Indeks_{2019K2} / Indeks_i$

hvor i refererer til kvartal for, hvor prisen er oplyst. Dette vil typisk være ved indgåelse af kontrakt eller ved åbning af vej, bane, bro eller tunnel.

For vej og bane er anvendt prisindeks 2019 FFL. (192,17 svarende til 109,97 i basisår 2015)

12.3 Vej

For vej er der udvalgt en række anlægselementer for korridorsegmenterne, som er optalt/estimeret ved gennemgangen af de foreløbige segmenter. Disse elementer danner baggrund for fysikoverslaget.

12.3.1 Metode

Fysikoverslaget for vej på land er bygget op ud fra en liste af anlægselementer, som er udvalgt til at skabe et grundlag for en foreløbig prissætning af vejene og som kunne optælles i denne meget foreløbige fase af undersøgelsen:

- Motorvej MV, 4-sporet m. nødspor, jævnt terræn (pr. km)
- Motorvej MV, 4-sporet m. nødspor, i kuperet terræn (tillæg i % pr. km)

- Tilslutningsanlæg TSA, fuldt anlæg inkl. ramper (stk.)
  - Alle TSA regnes som fulde anlæg
  - Hvis halve anlæg ganges med 0,5
  - Der forudsættes anlagt et TSA hvor sekundær rute krydses (større vej 8 m)
  - Pris for et "typisk" anlæg, som udgangspunkt ruderanlæg
  - Bygværkspriser er inkl. i TSA prisen
- Ombygning af eksisterende motorvej (stk.)
  - Evt. udvidelse af eksisterende motorvej i forbindelse med tilslutning af ny motorvej (f.eks. ekstra spor på en strækning)
- Skærende veje (større): (stk.)
  - Baseres på en kørebanebredde på 8 m og en samlet længde på ca. 550 m
  - Der skelnes ikke mellem OF hhv. UF
  - Bygværkspris er inkl. i stk. pris, OF/UF på 50 x 12 m²
- Skærende veje (mindre): (stk.)
  - Baseres på en kørebanebredde på 6 m og en samlet længde på ca. 450 m
  - Der skelnes ikke mellem overføring (OF) hhv. underføring (UF)
  - Bygværkspris er inkl. i stk. pris, OF/UF på 50 x 9 m²
- Dalbroer: (stk.)
  - Baseres på bredde af 2 x 13 m og en skønnet længde på 250 m.
  - Længde "ganges op", hvis det skønnes nødvendigt for specifikke steder.
- Faunabro OF ("vejtunnel") (stk.)
  - Antages udført som "tunnel" med to rør for vejen á 13 m bredde og en længde på 50 m
  - Der skønnes et antal pr. delstrækning
- Faunapassage UF ("vejbro") (stk.)
  - Antages udført som vejbro med 3 m frihøjde, 5 m bred og en længde på ca. 35 m
  - Der skønnes et antal pr. delstrækning
- Vandløbspassage inkl. banketter (stk.)
  - Antages udført som UF ("vejbro") med 2 m frihøjde, 5 m bred og en længde på ca. 35 m
  - Der skønnes et antal pr. delstrækning

- Faunarør (stk.)
  - Antages udført som Ø1500 med en længde på ca. 35 m
  - Der skønnes et antal pr. delstrækning

Der er ikke lavet en detaljeret analyse i forhold til støj på dette indledende stadie, men som en antagelse er der medregnet støjskærme i begge sider langs 10% af motorvejen på land.

12.3.2 Referencepriser

Referencepriserne for vej på land er for størstepartens vedkommende udarbejdet af Vejdirektoratet med udgangspunkt i erfaringspriser fra allerede udførte eller planlagte projekter. Alle priser er reguleret til FFL 19 fra DST-indeks. Prisoverslagene er beregnet i DST indeks 192,75/110,31.

Der er anvendt følgende referenceprojekter som grundlag for prissætning. Nummer på projekterne er relateret til interne projektnumre i Vejdirektoratet.

6630.20, .21 og 30 Aarhus - Låsby
6780.20 og .21 Ølholm - Lindved - Hornstrup
1120.20, .21 og .30 Tuse N - Herrestrup
1130.20 Herrestrup - Vig

For bygværker på land er anvendt erfaringspriser fra Silkeborgmotorvejen 6620 og 6625 og for Herning - Holstebromotorvejen 6714 og 6717.

For så vidt angår enhedspriser for omkostninger til byggeplads er disse indeholdt i enhedspriserne.

Der er en større usikkerhed for enhedsprisen pr. km motorvej og bane, Der er ikke i denne indledende fase optegnet længdeprofiler. Der er derfor foretaget et overordnet skøn i forhold til terrænets beskaffenhed (kuperet eller ej) og tillagt 20% for kuperet terræn. I de kommende faser vil dette (jordarbejde) kunne detaljeres yderligere på baggrund af optimering af linje- og længdeprofiler for vej- og baneanlæg på land.

I forhold til enhedspriserne for arkæologi og arealerhvervelse er disse baseret på en vurdering fra Vejdirektoratet, der blev gennemført i forbindelse med projektet ”strategisk analyse af en ren vejforbindelse samt en kombineret vej- og jernbaneforbindelse – 2018”.

Tabel 12-4 Enhedspriser fysikoverslag vej (FFL – 19, 192,17/109,97

Motorveje MV, 4-sporet m. nødspor, jævnt terræn (0-4 m)	20,0	mio.kr. pr. km MV
Motorveje MV, 4-sporet m. nødspor, kuperet terræn (4 - 10 m)	20%	tillæg for kuperet terræn
Tilslutningsanlæg TSA, fuldt anlæg som ruderanlæg (8 m bred krydsende vej):		
Jord- og belægningsarbejder	8,0	mio.kr. pr. stk.
Bygværk 16 x 78	15,0	mio.kr. pr. stk.
I alt fuldt TSA	23,0	mio.kr. pr. stk.
Skærende veje (større veje) 550 m vej	2,2	mio.kr. pr. stk.
Bygværk skærende veje 50 x 12	8,5	mio.kr. pr. stk.
I alt større skærende vej	10,7	mio.kr. pr. stk.
Skærende veje (mindre veje) 450 m vej	1,2	mio.kr. pr. stk.
Bygværk skærende veje 50 x 9	6,3	mio.kr. pr. stk.
I alt mindre skærende vej	7,5	mio.kr. pr. stk.
Dalbroer 250 m	77,8	mio.kr. pr. stk.
Faunabro OF 2 x 13 m x 50 m	40,0	mio.kr. pr. stk.
Faunabro UF	3,3	mio.kr. pr. stk.
Vandløbspassage UF inkl. banketter	3,8	mio.kr. pr. stk.
Faunarør Ø1500, længde 35 m	0,6	mio.kr. pr. stk.
Andre forhold for vej:		
Ledningsomlægninger for vej	0,6	mio.kr. pr. km
Arkæologi	1,6	mio.kr. pr. km
Arealerhvervelse	10,4	mio.kr. pr. km
Afværgeforanstaltninger for miljø	0,7	mio.kr. pr. km
I alt, andre forhold for vej	13,3	mio.kr. pr. km
Støjskærme	10,0	mio.kr. pr. m skærm

I praksis vil anlægspriser på Samsø nok være lidt dyrere grundet øgede transportomkostninger m.m., men det er ikke tilpasset i denne indledende fase.

12.4 Bane

Da der er tale om en undersøgelse på et overordnet niveau, er der en stor usikkerhed forbundet med det opstillede overslag for de viste korridorer. Muligheden for at gennemføre forundersøgelser i marken, i næste fase, af forundersøgelsen vil gøre estimaterne mere detaljeret og retvisende.

Anlægsomkostningerne for ny bane baseres på en dobbeltsporet bane, der kan benyttes med en hastighed op til 250 km/t til passagertog.

Anlægsomkostningerne for en opgraderet bane, baseres på en udbygning til dobbeltsporet bane, der kan benyttes med en hastighed op til 200 km/t.

12.4.1 Metode

Fysikoverslaget for bane er bygget op ud fra en liste af anlægselementer, som er udvalgt for skabe et grundlag for en foreløbig prissætning af banen og som kunne optælles i denne meget foreløbige fase af undersøgelsen:

- Udfletningsanlæg, mellem eksisterende og ny bane (stk.)
  - Det forudsættes anlagt som en niveaufri skæring som betyder at der skal bygges en bro
  -
- Opgradering af eksisterende bane (kilometer)
  - En udvidelse af eksisterende bane til 2 spor
- Skærende veje (større): (stk.)
  - Er vurderet ud fra ortofoto planernes brune farve på kortet
  - Der skelnes ikke mellem OF hhv. UF
- Skærende veje (mindre): (stk.)
  - Er vurderet ud fra ortofoto planernes hvide farve på kortet
  - Der skelnes ikke mellem OF hhv. UF
- Dalbroer: (meter)
  - Baseres på en meter pris, da banen har en fast bredde

12.4.2 Referencepriser

Følgende referencepriser er modtaget fra Vejdirektoratet. Der henvises til separat baggrundsnotat.

Tabel 12-5 Enhedspriser for fysikoverslag bane (FFL-19, 192,17/109,97)

Ny bane opbygget i terræn, kat 1 - store højdeforskelle	20,6	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Ny bane opbygget i terræn, kat 2 - små højdeforskelle	19,4	mio.kr. pr. km dobbelt spor
ny bane - Udfletningsanlæg fra nuværende bane (som niveaufrit anlæg på 1000m)	184,0	mio.kr. pr. stk.
ny bane - Station, 2 ekstra spor + sporskifter + perroner	66,4	mio.kr. pr. stk.
2 transversaler (sporskifter 1:27,5), inkl. adgangsveje	17,0	mio.kr. pr. sæt
ny bane - Skærende Motorvej. underforudsætning af at der ikke er behov for arbejder på eksisterende MV udover evt. trafikomlægning	18,0	mio.kr. pr. stk.
ny bane - Skærende større vej	10,7	mio.kr. pr. stk.
ny bane - Skærende mindre vej, medregnes som bro, selvom en forbindelsesvej vælges	7,5	mio.kr. pr. stk.
ny bane - Skæring med vandløb	3,0	mio.kr. pr. stk.
ny bane - Dalbro	0,3	mio.kr. pr. m
ny bane - Skæring med anden jernbane under forudsætning af at der ikke er behov for forlægning/ombygning på den skærende bane	62,1	mio.kr. pr. stk.
Elektrificering - Ny bane	5,8	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Elektrificering - Nyt 2. spor til eksisterende bane	5,8	mio.kr. pr. km spor
Elektrificering - 2 transversaler (4 sporskifter 1:27,5), inkl. adgangsvej	1,2	mio.kr. pr. stk.
Elektrificering - Fordelingsstation, hver 60 km og ½ hver 20 km	68,8	mio.kr. pr. stk.
Elektrificering - Helt ny Station, 2 ekstra spor + sporskifter	3,5	mio.kr. pr. stk.
Signaler - Ny bane	3,7	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Signaler - Nyt 2. spor til eksisterende bane	2,6	mio.kr. pr. km
Signaler - 2 transversaler (4 sporskifter 1:27,5), inkl. adgangsvej	16,1	mio.kr. pr. sæt
Signaler - Helt ny Station, 2 ekstra spor + sporskifter	8,1	mio.kr. pr. stk.
Opgradering - Enkelt sporet bane udbygget til 2 spor	17,9	mio.kr. pr. km
Opgradering - Station, inkl. ny side perron, aptering og adgangsveje	48,5	mio.kr. pr. stk.
Opgradering - 2 transversaler (sporskifter 1:27,5), inkl. adgangsvej	17,0	mio.kr. pr. sæt
Opgradering – skæring med motorvej. underforudsætning af at der ikke er behov for arbejder på eksisterende MV udover evt. trafikomlægning	18,0	mio.kr. pr. stk.
Opgradering - skæring med større vej	10,7	mio.kr. pr. stk.
Opgradering - skæring med mindre vej	7,5	mio.kr. pr. stk.
Opgradering - Skæring med vandløb	3,0	mio.kr. pr. stk.

Større ledninger	1,0	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Arkæologi	1,7	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Afværgeforanstaltninger	0,7	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Støjafskærmning, placeres på 10%	10,0	mio.kr. pr. km
Arealerhvervelse på Sjælland, opgradering	14,5	mio.kr. pr. km spor
Arealerhvervelse på Sjælland, nyanlæg	13,4	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Arealerhvervelse på Samsø, nyanlæg	12,0	mio.kr. pr. km dobbelt spor
Arealerhvervelse på Jylland, nyanlæg	9,2	mio.kr. pr. km dobbelt spor

12.4.2.1 Bane Kyst-kyst

I tillæg til anlægsaktiviteterne for kyst-kyst-strækningerne (bro og tunnel) skal der også afsættes penge til jernbaneinstallationer.

På baggrund af information modtaget fra Vejdirektoratet er der i overslaget afsat følgende:

- To sporet bane på bro eller tunnel: 20 mio kr/km
- Enkeltsporet bane på bro eller i tunnel: 10 mio kr/km

Dette indeholder følgende delelementer (for to spor):

Tabel 12-6 Delelementer til opbygning af spor på bro, tunnel og trug

Element	Pris for to spor [mio kr/km]	Kommentarer
Elektrificering	5,8	
Signaler	3,7	
Bane opbygning	8-10	Estimeret baseret på samlet pris i terræn
Telekommunikation	1-2	Estimeret
I alt	20	

Der henvises til Vejdirektoratets baggrundsnotat for enhedspriser.

12.5 Kombineret bane og vej

Anlægsoverslaget for kombineret bane og vej er en sum af priserne for banedelen og vejdelen.

Det i denne fase antaget, at selvom bane og vej ligger forholdsvis tæt sammen i én sammenhængende korridor, så er de alligevel fysisk placeret så langt fra hinanden, at de vil blive anlagt mere eller mindre uafhængigt af hinanden, og at man dermed kan fastsætte den samlede pris sum som summen af de to anlæg.

Hvis bane og vej af topografiske eller praktiske årsager ligger mere adskilt, er ovenstående antagelse endnu mere retvisende, da der i dette tilfælde vil være tale to separate projekter udført mere uafhængigt af hinanden.

Såfremt anlægsarbejderne for vej og bane udbydes i samme entreprise, er det muligt, at der kan indhentes nogle attraktive priser for primært jordarbejdet grundet størrelsen af entreprisen, hvorved der kan opnås en mindre besparelse.

En mere detaljeret beregning for en kombineret løsning vil kræve en mere detaljeret undersøgelse end det har været muligt at foretage i denne fase.

12.6 Broer (kyst-kyst)

Broer inkluderer alle marine broer samt udfletningsanlæg på land for adskillelse af vej og jernbane ved broløsninger i 2 etager.

12.6.1 Metode

Anlægsoverslag for broer er i nuværende fase baseret på erfaringspriser for sammenlignelige referenceprojekter.

Prisen på en bro afhænger i høj grad af, hvilken trafik og intensiteten af trafik som skal føres over. Dette afspejles i bredde af kørebaneareal samt antal jernbanespor. Da dette varierer meget for referenceprojekterne, omregnes priser derfor til pris per broareal. Dette resulterer i enhedspriser i kr. pr m². Disse enhedspriser er derefter anvendt for Kattegat til udarbejdelse af fysikestimat og anlægsoverslag.

Beregning af enhedspriser er afrapporteret i et særskilt fagnotat A126115-2-02 og sammenfattet herunder.

Priser på broer i referenceprojekter kan være baseret på følgende:

- Fysikestimat ved ikke byggede broer eller broer under opførsel
- Kontraktsum
- Endelig pris ved afsluttet byggeri

De store broprojekter indsamlet som referenceprojekter er typisk totalentrepriser, hvor pris inkluderer detailprojektering men ikke bygherreorganisation og tilsyn.

Et fysikestimat er en detaljeret beregning baseret på mængdelister. Dette refereres også til som "bottom up", da man bryder projektet op i mange dele og anvender erfaringspriser for forskellige materialer og komponenter. Hertil lægges en %-sats for detailprojektering. Det er normalt rådgiver, som udarbejder fysikestimatet.

Kontraktsum er entreprenørens bud på pris og svarer til et fysikestimat med et detaljeret estimat af anlægsomkostninger (inkl. detailprojektering hvis udbudt

som totalentreprise) baseret på den valgte byggemetode evt. med tillæg for risiko eller fradrag, hvis projektet vurderes strategisk vigtigt for den bydende.

Endelig pris ved afsluttet byggeri indeholder udover kontraktsum også tillægsarbejder og accepterede ekstrakrav.

For at have sammenlignelige referencer anvendes som udgangspunkt kun fysikestimater og kontraktsummer. Evt. tillæg håndteres efterfølgende ved korrektionsfaktor.

Priser for de forskellige broprojekter er totalpriser. Indledende er andel af beton- og stålkonstruktioner estimeret og et vægtet beton- og stålindeks beregnet for alle referenceprojekterne. Denne vægtning resulterede i at enhedspriser 2019K2 afviger med op til +1.8% eller -3.3% sammenlignet med enhedspriser baseret udelukkende på betonindeks. Denne effekt er forsvindende, og derfor er der udelukkende anvendt betonindeks (BYG61) ved fremskrivning af priser til aktuelt prisniveau. For 2019K2 er betonindekset 110,5.

Der korrigeres som udgangspunkt ikke for landeindeks, da de meget store broprojekter i høj grad er drevet af internationale priser. For broer i lande, hvor meget billige enhedspriser observeres er dog anvendt landeindeks.

Kriterier og prioritering for udvælgelse af referenceprojekter er:

- Sammenlignelig med forventede broløsninger på Kattegat
- Af "nyere" dato (Storebælt med åbning i 1998 er et af de ældste projekter medtaget)
- Kabelbårne broer med ét stort eller to mindre gennemsejlingsfag (sidstnævnte for separeret skibstrafik)
- Bjælkebro med mange moderate fag (lange krydsninger med stor gentagelse)
- Geografisk nærhed
- COWI kendskab gennem design eller uafhængig kontrollant-opgave
- Oplysninger til offentlig rådighed

Enhedspriser for vejbroer (4+0) er estimeret, som følger:

- Kabelbårne broer baseret på få udvalgte referenceprojekter (Storebælt Østbro, Femernbælt konceptdesign og Osman Gazi broen i Tyrkiet) sammenholdt med trendlinje for 10 referenceprojekter;
- Bjælkebroer baseret på trendlinje for 10 referenceprojekter.

Enhedspriser for kombineret vej/bane (4+2 og 4+1) er taget som enhedspris for ren vejbro (4+0) med 10% tillæg for jernbane med passagertog. Dette moderate tillæg dækker over skærpede stivhedskrav ved jernbane. Der er ikke regnet med tillæg pga. tungere trafiklast, da undersøgelse har vist, at toglast for kun passagertog er sammenlignelig med last fra vejtrafik, se afsnit 5.3.2.2.

12.6.2 Referencepriser

For broerne på en ny Kattegatforbindelse lægges enhedspriser i Tabel 12-7 til grund for fysikoverslagene.

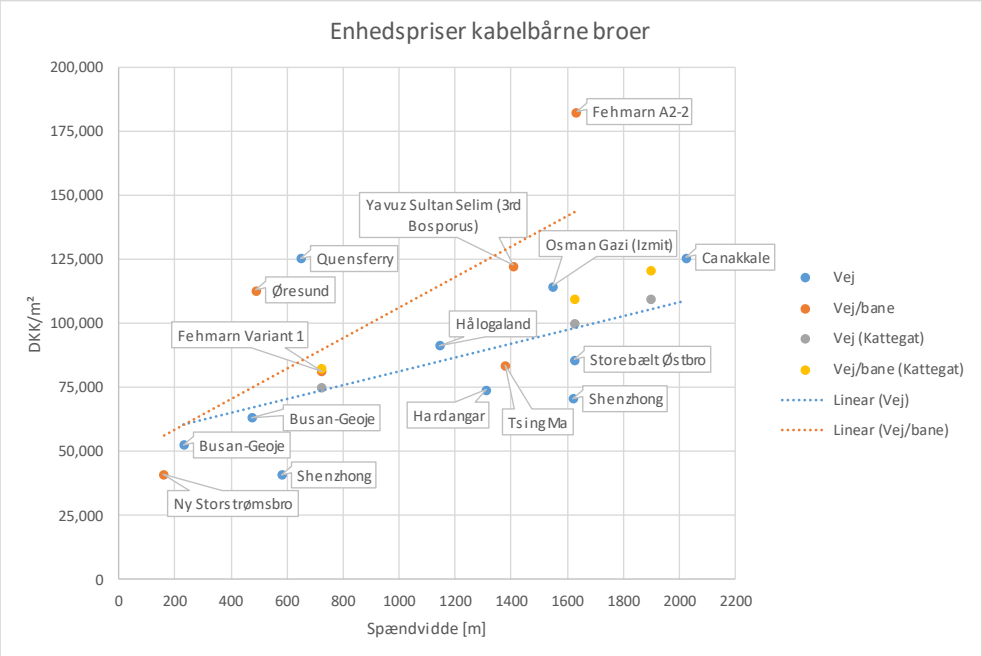
Tabel 12-7 Enhedspriser fysikoverslag Kattegatbroer (DST omkostningsindeks BYG61 for anlæg, 2019K2)

Bro	Spændvidde	Enhedspris vej	Enhedspris vej/bane
	[m]	[kr/m²]	[kr/m²]
Skråstagsbro	2 × 750	75.000	82.500
Hængebro	1630	100.000	110.000
Hængebro	1900	110.000	121.000
Bjælkebro, højbro	200	38.000	41.800
Bjælkebro, lavbro	100	26.000	28.600
Bjælkebro, lavbro	60	21.000	23.100
Udfletningsanlæg	60	21.000	23.100

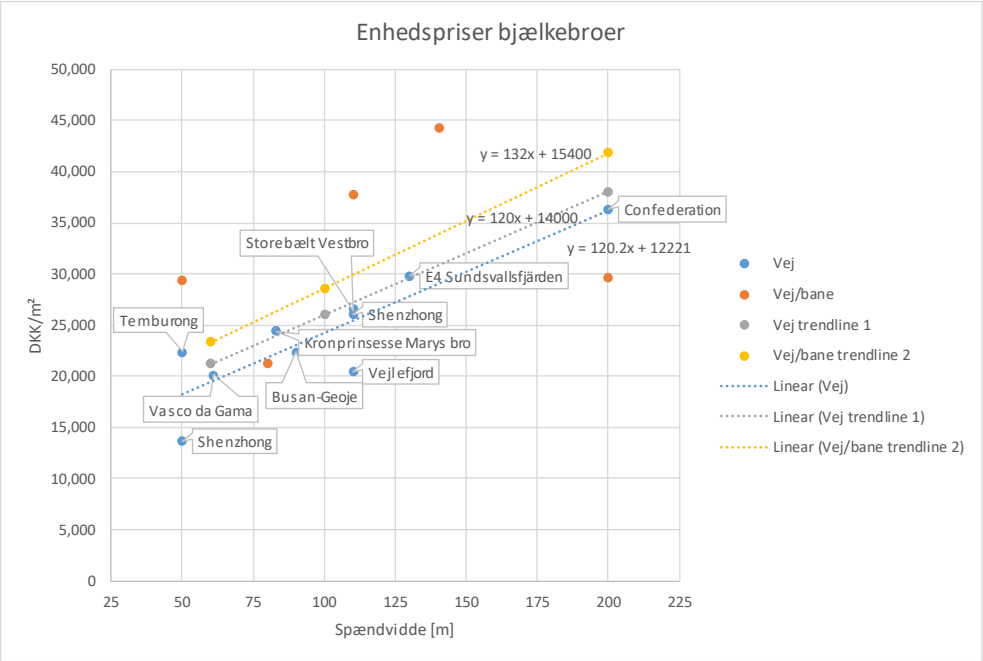
Disse enhedspriser er optegnet sammen med enhedspriser for anvendte referenceprojekter i Figur 12-2 og Figur 12-3.

Den anvendte lineære model for fastlæggelse af enhedspriser er en simplificeret model for estimering af enhedspriser, som vurderes at være retvisende for de indledende linjeføringsovervejelser, om end den er forbundet med ikke uvæsentlig usikkerhed.

Derudover er jernbaneinstallationer lagt til jf. afsnit 12.4.2.1.



Figur 12-2 Enhedspriser for kabelbårne broer



Figur 12-3 Enhedspriser for bjælkebroer

12.7 Sænketunneler

12.7.1 Metode

Anlægspriserne er baseret på et datagrundlag udarbejdet af Sund & Bælt. Justeringer er foretaget af COWI baseret på længde og størrelsen af tværsnittet alt efter om der ses på 4+2, 4+1, eller 4+0. Priserne inkluderer følgende poster:

- Sænketunnel
- Tunnel fabrik
- Tunnel udgravning og landopfyld
- Arbejdshavn
- Tunnel portaler og ramper dog ekskl. Cut & Cover
- E&M installationer
- Jernbaneinstallationer

Da længden af cut & cover er meget varierende er prisen for denne udtrukket af estimatet og lagt til separat efterfølgende.

Det har resulteret i følgende fysikoverslagspriser for Kattegat:

Tabel 12-8 Anvendte sænketunnel priser pr. løbende m tunnel inkl. portal og installationer (DST Omkostningsindeks BYG61 for anlæg, 2019K2)

Korridor	Længde på sænketunnel [km]	4+2 [mia pr km]	4+1 [mia pr km]	4+0 [mia pr km]
KKØ-K02-SJ01SØ01	18,0	2,11	1,82	1,34
KKØ-K03-SJ03SØ04	15,6	2,22	1,91	1,42
KKV-K01-SV03JY01	11,2	2,50	2,17	1,64

Kilometerpriserne kan umiddelbart vurderes som relativt høje, men her skal det tages med i betragtning at portaler er inkluderede i km prisen ligesom diverse installationer, arbejdshavne mm.

Den potentielle besparelse ved genanvendelse af Femern tunnelfabrikken er ikke indregnet i ovenstående.

Ved anlæg af både en sænketunnel på KKV og KKØ vil der kunne opnås en besparelse på tunnelfabrikken, hvis tunnelelementerne kan støbes efter hinanden. Femerns produktionsanlæg er etableret for at støbe 17,5 km tunnel. I tilfælde af at både KKØ og KKV anlægges som sænketunnel vil den samlede længde variere mellem 27 og 29 km, hvilket kan have indvirkning på længden af anlægsfasen, hvis ikke produktionskapaciteten er tilpasset herefter.

12.7.2 Referencepriser

Ovennævnte priser er baseret på referencepriser modtaget af Sund & Bælt.

12.8 Borede tunneler

For de borede tunneler er der på dette projektstadie anvendt samme tværsnit, som blev udviklet i forbindelse med konceptevalueringer for Femern. Her er konceptet baseret på 3 autonome rør uden tværtunneller.

Figur 12-4 Boret tunnel layout 3 uafhængige rør (koncept fra Femern)

12.8.1 Metode

Prisen for boret tunnel er regnet som en samlet enhedspris pr løbende meter ud fra en given anlægsplanlægning, herunder:

- Hvor lang en total strækning skal der bores af den enkelte TBM
- Hvor mange delstrækninger skal der bores med den enkelte TBM
- Bores der med to TBM parallelt eller en TBM til begge parallelle rør

Det skal noteres at estimering af prisen på de borede tunnelløsninger er behæftet med en del usikkerhed, da der ikke er etableret mange store lange TBM-tunneler af den kompleksitet som vi har at gøre med på Kattegat.

Ud over omregning af enhedspriser fra 2011 i England til 2019 i Danmark skal der også justeres for at de borede tunneler under Kattegat er en anden type tunnel end i High Speed 2. Forskellene er opsamlet i Tabel 12-9

Det er ikke entydigt beskrevet i HS2 guiden om f.eks. PTA er indeholdt. Det er her vurderet at det ikke er indeholdt.

Forskellene er opsamlet i følgende skema, Tabel 12-9.

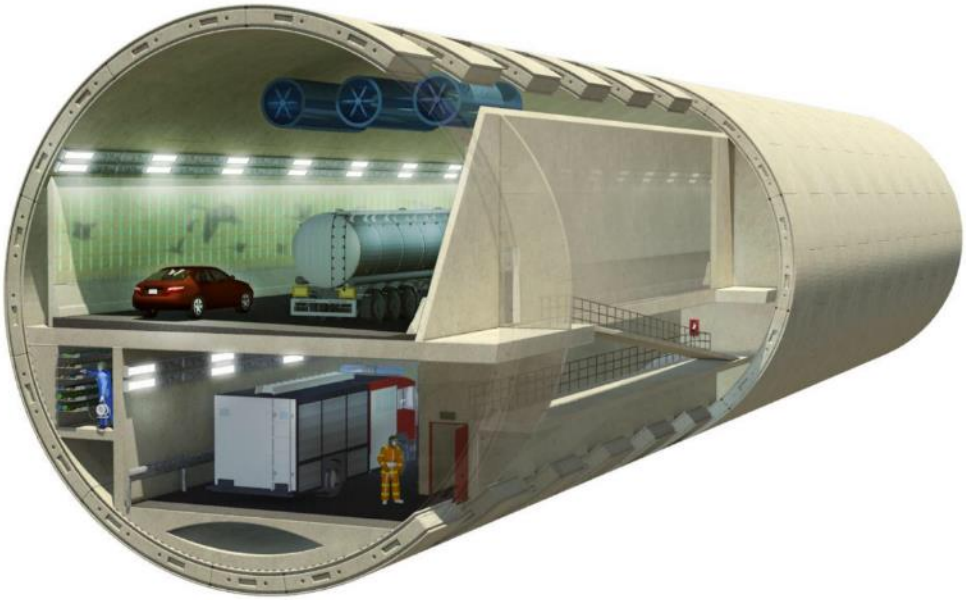
Tabel 12-9 Forskel imellem boret tunneller angivet i HS2 og Kattegat

Forskelle	HS2	Kattegat Vej	Kattegat jernbane
Funktion	Jernbane – et spor pr. rør	Vej – 2 spor pr. rør	Jernbane – to spor pr rør
Dimensioner	Passer til fritrums-profil for Jernbane	Passer til fritrums-profil til vej samt plads til føringsveje	Passer til fritrums-profil for jernbane inkl. servicegalleri under banen
Indre opbygning	Ingen væsentlig	Har underliggende intern bærende konstruktion	Har underliggende intern bærende konstruktion
Genanvendelse af TBM	Ikke genanvendt	Ikke genanvendt	Ikke genanvendt
Deponering af jord	Engelske forhold	Delvist kendte danske forhold	Delvist kendte danske forhold

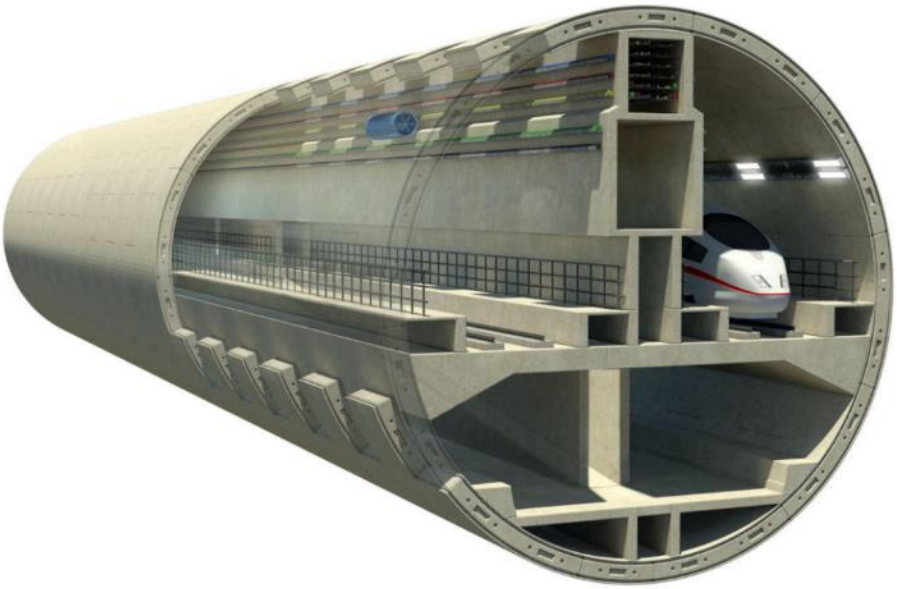
Hvordan ovennævnte forskelle er beskrevet er gennemgået i de følgende afsnit.

12.8.1.1 Vej og Banetværsnit

Tværsnit for vej henholdsvis jernbane er vist på Figur 12-5 og Figur 12-6.



Figur 12-5 Boret tunnel tværsnitsprofil for vejtunnel D_y = 15,94 m (eksempel fra Femern)



Figur 12-6 Boret tunnel tværsnits for jernbanetunnel D_y = 16,94 m (eksempel fra Femern)

En sammenligning af geometrien for HS2 og Kattegat er givet i Tabel 12-10, hvor man kan se at Kattegatforbindelsen er væsentligt større målt på den ydre diameter af TBM. Dette er vurderet indenfor en rimelig margen til at kunne anvende guiden for HS2.

Tabel 12-10 Sammenligning af HS2 og Kattegat Vej/Bane

	HS2	Kattegat	
		Vej	Bane
Indre Diameter [m]	8,80	14,2	15,2
Segment tykkelse [m]	0,60	0,70	0,70
Over ekskavering på grund af TBM skjold [m]	0,17	0,17	0,17
TBM ydre diameter [m]	10,34	15,94	16,94
Størrelsesskalering	100%	154%	164%

12.8.1.2 M&E installationer og vej-/baneopbygning

M&E installationer er ikke medtaget baseret på HS2 beregningen. Der er generelt medtaget følgende tillæg:

Tabel 12-11 Tillæg for M&E installationer samt vej-/baneopbygning (DST Omkostningsindeks BYG61 for anlæg, 2019K2)

	Vej 2 rør	Bane 1 rør
Mekaniske og elektriske installationer	50 mio kr/km	30 mio kr/km
Vej-/bane opbygning	5 mio kr/km	20 mio kr/km
Vandtågeanlæg	15 mio kr/km	15 mio kr/km
I alt	70 mio kr/km	65 mio kr/km

12.8.2 Referencepriser

TBM-priserne er baseret på en analyse foretaget på High Speed Rail 2 "*A Guide to Tunnelling Costs*" som omhandler priselementer ved anlæg af store borede tunneler. Pris elementerne fra HS2 er efterfølgende korrigeret for størrelsesforskellige i diameter baseret på en dialog mellem Metroselskabet, COWI og Vejdirektoratet.

For de 2 undersøgte korridorer giver dette anledning til følgende priser som ligger til grund for fysikoverslaget.

For de borede tunneler er alene analyseret 4+0 og 4+2. Dette skyldes at etablering af kun et jernbanespor vil være overordentligt komplekst eller kostbart. Årsagen er at de borede tunneler ikke er anlagt med tværtunneler så flugt og evakuering af et stort antal togpassagerer skal kunne håndteres via et andet sikkert område.

Tabel 12-12 Priser for boret tunnel (ekskl. Cut & Cover og ramper) (DST Omkostningsindeks BYG61 for anlæg, 2019K2)

Boret Tunnel	Enhed	Vej	Tillæg bane	Vej+bane
Tunnel 14,4 km:				
Samlet pris	[mia. kr]	24,8	14,3	39,1
Løbende pris	[mia. kr/km]	1,725	0,992	2,718
Tunnel 23,6 km:				
Samlet pris	[mia. kr]	38,0	22,0	60,0
Løbende pris	[mia. kr/km]	1,611	0,931	2,542

12.9 Cut & Cover tunneler

12.9.1 Metode

For cut & cover tunneler er priserne baseret på prisinformation pr. m fra Femern. Disse priser er relevante for 4+2 løsningen for sænketunnel på Kattegat også og er efterfølgende skaleret for 4+1 og 4+0 også

For Cut & Cover tunnelen for den borede tunnel er tillagt 50% i og med den gennemsnitlige dybde og brede er væsentligt større.

Tabel 12-13 Anvendte priser pr. løbende m cut & cover tunnel (DST Omkostningsindeks BYG61 for anlæg, 2019K2)

I forbindelse med	4+2 [mia pr km]	4+1 [mia pr km]	4+0 [mia pr km]
Sænketunnel	1,24	1,08	0,87
Boret tunnel	1,86	1,62	1,30

12.9.2 Referencepriser

Ovennævnte priser er baseret på referencepriser for Femern modtaget af Sund & Bælt.

12.10 Vandbygningskonstruktioner

12.10.1 Metode

Der er udarbejdet referencepriser for følgende konstruktionselementer:

- Kunstig ø
- Kunstigt rev

Foreløbige løsninger er skitseret, og mængder samt priser er beregnet, se afsnit 5.3.12.

Den østlige ø (se bilag 8-7 og 8-8 samt Figur 8-2) er mere udsat end den vestlige ø (se bilag 10-3 samt Figur 10-2). Der er p.t. kun udført snit i øen, og på dette grundlag, og under benyttelse af estimerede enhedspriser udregnet et overslag over materialeprisen inkl. udførelse. En sådan ø er estimeret til at koste ca. 500.000 kr. per m perimeterdæmning. Her er regnet med 100 DKK/m³ for indbygning af tunnelmateriale, men ikke for udgravning mm. inde på øen eller for det nødvendige drænsystem på øen. Der er endvidere ikke regnet med entreprenørens omkostninger til mobilisering og demobilisering mm.

For kunstigt rev (se Figur 5-15) er der foretaget en vurdering af materialemængder, og med de samme enhedspriser som for øen findes et omkostningsoverslag på ca. 270.000 kr./m. Dertil kommer, at der i enderne af revet skal udføres hoveder med samme profil som den lige strækning.

12.10.2 Referencepriser

Der er anvendt følgende referencepriser:

- Kunstig ø perimeterdæmning 500.000 kr./m
- Kunstigt rev 270.000 kr./m

12.11 Mængder for kyst-kyst korridorer

12.11.1 Vej og bane

Kyst-kyst korridorer for kombineret vej/bane indeholder følgende hovedkonstruktionselementer:

- Skråstagsbro
- Hængebro
  - 1.630 m spændvidde
  - 1.900 m spændvidde
- Højbro
- Lavbro
  - 100 m spændvidde
  - 60 m spændvidde
- Sænketunnel
- Boret tunnel
- Landanlæg
  - Cut & cover tunnel
  - Trug
- Kunstig ø

Længder af disse konstruktionselementer er vist på længdeprofiler i afsnit 8 og 10 (samt bilag 8-3 til 8-9 og bilag 10-3 til 10-5 i bilagsmappen) for kombineret vej/bane løsninger og sammenfattet i tabel i bilag 12-11.1 i bilagsmappen. For korridorer, hvor længdeprofiler ikke er optegnet, er tillæg eller fradrag anvendt, som anført i tabel i bilag 12-11.1 i bilagsmappen.

For kunstig ø er længden beregnet fra brolandfæste til overgang mellem tunnel og cut & cover tunnel. Hertil er lagt tillæg i begge ender for overlap mellem ø og bro hhv. tunnel. For boret tunnel med vej/bane er øen 50 m bredere i ende med tunnel pga. nødvendig afstand mellem de 3 tunnelrør. Derfor er der i gennemsnit lagt 25 m til øens længde.

Den kunstige ø består af følgende delelementer:

- Perimeterdæmning
- Vej/bane dæmning
- Trug
- Cut & cover tunnel

Længden af perimeterdæmning er beregnet ud fra øens længde og bredde med halvcirkel i hver ende, som anført i tabel i bilag 12-11.1 i bilagsmappen.

Længde af cut & cover tunnel er beregnet ud fra 3% langsgående gradient mellem startstationering ved overgang tunnel til cut & cover tunnel og slutstationering ved portal, defineret hvor koten er -3,0 m, som følger:

- Længde L = (slut kote – start kote) / gradient
- Sænketunnel: L = (-3,0 – (-8,0)) / 0,03 = 167 m
- Boret tunnel: L = (-3,0 – (-21,0)) / 0,03 = 600 m

Længde af trug tunnel er beregnet ud fra 3% langsgående gradient mellem startstationering ved afslutning af cut & cover tunnel og slutstationering ved kote +2,0 m, som følger:

- Længde L = (slut kote – start kote) / gradient = (2,0 – (-3,0)) / 0,03 = 167 m

Længde af vej/bane dæmning er den resterende længde defineret som længde af kunstig ø mellem brolandfæste og tunnel portal minus trug. Dette giver ca. 725 m. Dæmningen starter i kote +3.0 m og slutter i kote +15.0 m, dvs. 12 m højdeforskel. Kronebredden er 40 m og hældning af skrænter 1:2. Herved bliver maksimal bredde af skrå skrænter 2 x 12 m = 24 m til hver side. Rumfang af prisme er V = (24 m / 2 + 40 m / 2) x 12 m x L. Med enhedspris på 100 kr./m³ er gennemsnitsprisen per meter 38.400 kr./m.

Endelig haves følgende øvrige konstruktioner:

- Udfletningsanlæg på land ved kombineret vej/bane broløsning i to etager med længde 600 m per landfæste;
- Tunnel beskyttelse af sænketunnel på lavt vand over havbund med længde 550 m for KKV-K01 og 350 m for KKØ-K03
- Kunstigt rev for skibsstødsbeskyttelse med længde 2.500 m.

Der er ikke udarbejde enhedspris for tunnelbeskyttelse i nuværende fase. Det er vurderet, at der skal være 30 m bred dæmning til hver side af tunnel for at beskytte mod skibsstød. Det er derfor vurderet rimeligt at anvende perimeterdæmning på begge side af tunnelen, hvorfor længder ovenfor er ganget med to og enhedspris for perimeterdæmning anvendt.

Korridoren KKØ-K02 med sænketunnel er på dybeste sted over havbund, hvorfor der er behov for undersøisk dæmning. Her er dog så dybt at beskyttelse mod skibsstød ikke er nødvendig. Derfor er tilnærmelsesvist anvendt enhedspris for rev og længde 800 m.

For konstruktionselementer, hvor referencepriser er per m², er anvendt følgende bredder:

- 4+2: Bredde = 23,6 m + 12,3 m = 35,9 m
- 4+1: Bredde = 23,6 m + 8,0 m = 31,6 m

12.11.2 Vej

Konstruktionselementer for løsningen med kun vej er som for kombineret vej/bane med undtagelse af følgende:

- Hængebroer KKØ-K01 og KKØ-K02 er 450 m hhv. 390 m kortere og højbro tilsvarende længere, da der ikke er behov for kort hængebrosfag ved ekspansionsfuger;
- Udfletningsanlæg på land er ikke nødvendige;
- Kunstige øer er 200 m kortere grundet lempeligere vertikal radius, og lavbro er tilsvarende 200 m længere. Den del af øen, som er afkortet, er vejdæmning, som herved bliver ca. 525 m lang.

Længder for alle konstruktions elementer er sammenfattet i bilag 12-11.2 i bilagsmappen.

Vejdæmning har mindre kronebredden end vej/bane dæmning, og har derfor mindre mængder. Kronebredden er ca. 30 m. Rumfang af prisme er derfor V = (24 m / 2 + 30 m / 2) x 12 m x L. Med enhedspris på 100 kr./m³ er gennemsnitsprisen per meter 32.400 kr./m.

For konstruktionselementer, hvor referencepriser er per m², er anvendt følgende bredde:

- 4+0: Bredde = 23,6 m

12.12 Anlægsoverslag for de samlede korridorer (fra Sjælland til Jylland)

Anlægsoverslaget er opdelt i de 5 korridorer (Sjælland, KKØ, Samsø, KKV, Jylland). Det vil sige at for at vurdere det samlede anlægsoverslag skal relevante kombinationer af de 5 korridorer lægges sammen. Det skal i den forbindelse sikres at knudepunkterne på kysterne passer imellem de forskellige korridorer. I Jylland er der yderligere muligheden med/uden vej mod Gedved (Horsens).

Det er i fællesskab med Ordregiver vurderet at antallet af mulige kombinationer vil være for stort til at give et fornuftigt overblik i nærværende dokument, hvorfor anlægsoverslaget for de 5 korridorer er afrapporteret adskilt.

Alle anlægsoverslag baserer sig på nogle foreløbige antagelser om konstruktiv udformning af broer og tunneler og nogle simplificerede modeller for prissætning baseret på relevante referenceprojekter, men som på dette stadie ikke er tilpasset de projektspecifikke forhold som vil gøre sig gældende for Kattegatforbindelsen.

Resultaterne er i tabellerne vist opdelt for vej og bane og samlet. I figurerne er vist de samlede resultater.

For Sjælland, Samsø og Jylland er resultater vist for:

- vej (4 spor) + bane (2 spor)
- vej (4 spor)

For KKØ, og KKV er resultater vist for:

- vej (4 spor) + bane (2 spor).
- vej (4 spor) + bane (1 spor)
- vej (4 spor)

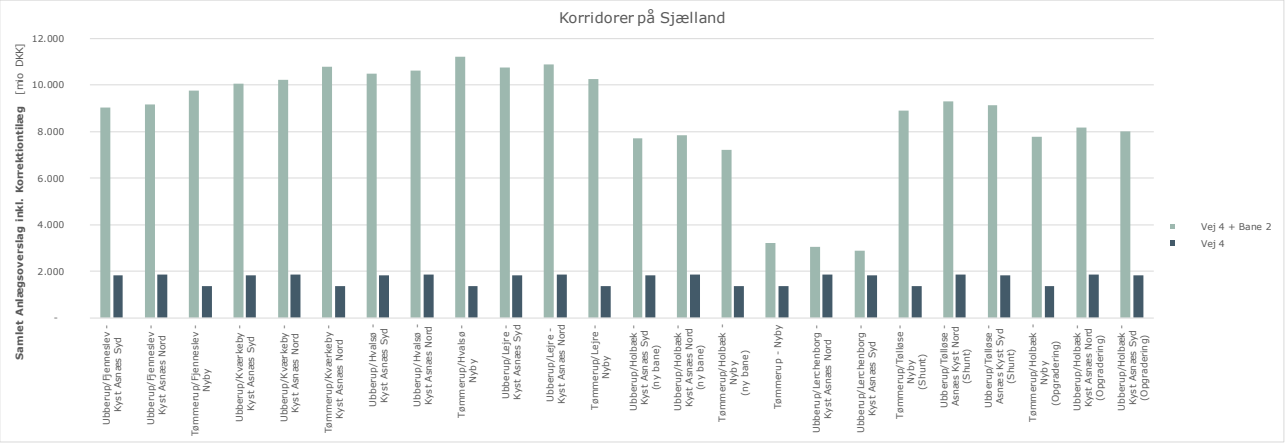
Tabel 12-14 Oversigt over mulige kombinationer

Kombination	Sjælland, Jylland, Samsø	KKØ	KKV
A	Motorvej 4 spor		
B	Motorvej 4 spor + bane 2 spor		
C	Motorvej 4 spor + bane 2 spor	Motorvej 4 spor + bane 1 spor	
D	Motorvej 4 spor + bane 2 spor	Motorvej 4 spor + bane 1 spor	Motorvej 4 spor + bane 2 spor

Kombination D i Tabel 12-14 kunne for eksempel være interessant såfremt det var muligt alene at bygge en bjælkebro som i eksempel KKV-2.1. Her ville man ved et relativt billigt dobbeltspor mod Jylland reducere strækningen hvor der kun er et spor til KKØ og derved øge kapaciteten og fleksibiliteten på banen, f.eks. til regionaltrafik mellem Samsø og Aarhus.

12.12.1 Sjælland

Basissituationen er en fuldt udbygget motorvej til Kalundborg i et separat projekt. Den væsentlige omkostning på Sjælland er derfor banen.



Figur 12-7 Anlægsoverslag Sjælland (inkl. differentieret korrektionstillæg)

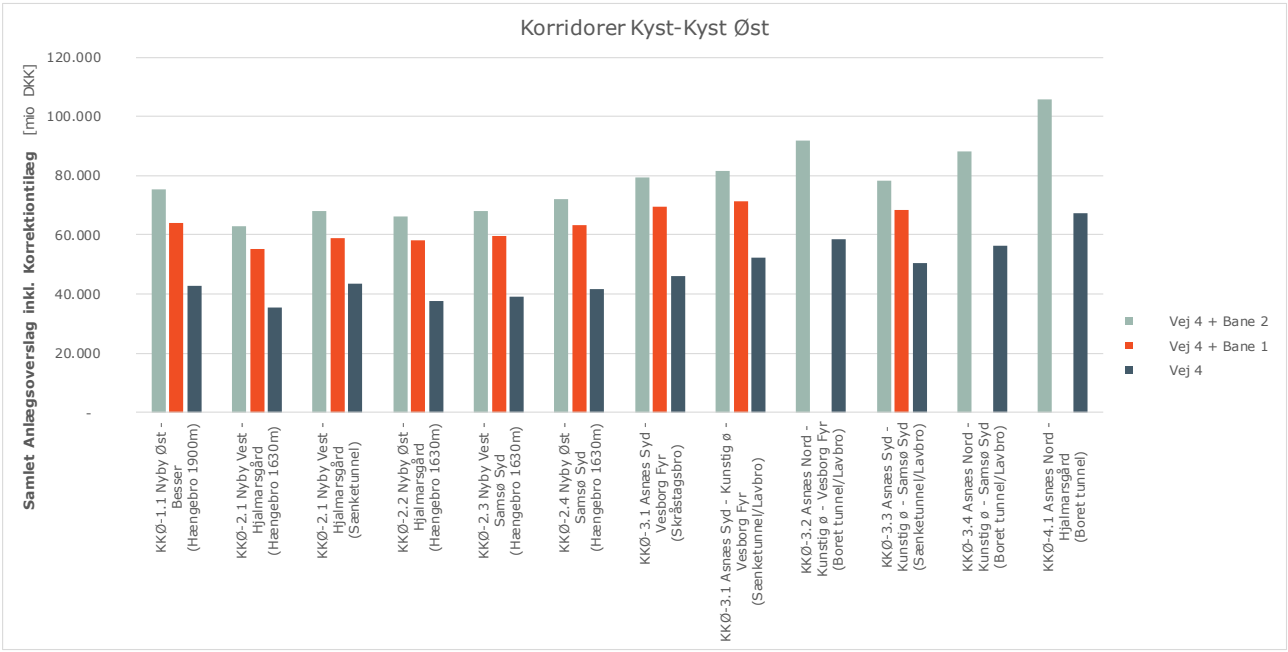
Tabel 12-15 Anlægsoverslag Sjælland (1/2)

Korridor ID		KSJ01	KSJ02	KSJ03	KSJ04	KSJ05	KSJ06	KSJ07	KSJ08	KSJ09	KSJ10	KSJ11	KSJ12
Korridor navn		Ubberup/Fjenneslev - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Fjenneslev - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Fjenneslev - Nyby	Ubberup/Kværkeby - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Kværkeby - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Kværkeby - Kyst Asnæs Nord	Ubberup/Hvalsø - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Hvalsø - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Hvalsø - Nyby	Ubberup/Lejre - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Lejre - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Lejre - Nyby
Længde													
Vej	[km]	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	12,70
Bane	[km]	56,90	57,90	62,40	66,10	67,10	71,60	64,20	65,20	69,70	70,00	70,00	70,30
Entreprisearbejder på strækningen													
Vej 4	[mio DKK]	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822
Bane 2	[mio DKK]	4.044	4.098	4.694	4.623	4.677	5.274	4.857	4.911	5.508	5.005	5.059	4.970
PTA (16% af total)													
Vej 4	[mio DKK]	206	213	157	206	213	157	206	213	157	206	213	157
Bane 2	[mio DKK]	770	781	894	881	891	1.005	925	935	1.049	953	964	947
Samlet anlægsoverslag													
Vej 4	[mio DKK]	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979
Bane 2	[mio DKK]	4.814	4.878	5.589	5.504	5.568	6.278	5.782	5.847	6.557	5.958	6.023	5.917
Korrektionstillæg													
Vej 4	40%	516	533	392	516	533	392	516	533	392	516	533	392
Bane 2	50%	2.407	2.439	2.794	2.752	2.784	3.139	2.891	2.923	3.278	2.979	3.011	2.959
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg													
Vej 4	[mio DKK]	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**
Bane 2	[mio DKK]	**7.221**	**7.317**	**8.383**	**8.255**	**8.352**	**9.418**	**8.673**	**8.770**	**9.835**	**8.937**	**9.034**	**8.876**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**9.027**	**9.183**	**9.753**	**10.062**	**10.217**	**10.788**	**10.480**	**10.635**	**11.206**	**10.744**	**10.899**	**10.246**

Tabel 12-16 Anlægsoverslag Sjælland (2/2)

Korridor ID		KSJ01	KSJ02	KSJ03	KSJ04	KSJ05	KSJ06	KSJ07	KSJ08	KSJ09	KSJ10	KSJ11	KSJ12	KSJ13	KSJ14	KSJ15	KSJ16	KSJ17	KSJ18	KSJ19	KSJ20	KSJ21	KSJ22	KSJ23	KSJ24
Korridor navn		Ubberup/Fjenneslev - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Fjenneslev - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Fjenneslev - Nyby	Ubberup/Kværkeby - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Kværkeby - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Kværkeby - Kyst Asnæs Nord	Ubberup/Hvalsø - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Hvalsø - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Hvalsø - Nyby	Ubberup/Lejre - Kyst Asnæs Syd	Ubberup/Lejre - Kyst Asnæs Nord	Tømmerup/Lejre - Nyby	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Syd (Hybrid)	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Nord (Hybrid)	Tømmerup/Ndbæk - Nyby (Hybrid)	Tømmerup - Nyby	Ubberup/Lyndelse - Kyst Asnæs Nord	Ubberup/Lyndelse - Kyst Asnæs Syd	Tømmerup/Ndbæk - Nyby (Skunk)	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Nord (Skunk)	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Syd (Skunk)	Tømmerup/Ndbæk - Nyby (Skunk)	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Nord (Opgradering)	Ubberup/Ndbæk - Kyst Asnæs Syd (Opgradering)
Længde																									
Vej	[km]	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	12,70	17,00	18,00	12,70	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00	17,00	18,00	17,00
Bane	[km]	56,90	57,90	62,40	66,10	67,10	71,60	64,20	65,20	69,70	69,00	70,00	70,30	49,60	50,60	50,90	17,00	11,50	10,50	57,30	55,80	54,80	56,40	54,90	53,90
Entreprisearbejder på strækningen																									
Vej 4	[mio DKK]	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	1.084	1.119	822	822	1.119	1.084	822	1.119	1.084	822	1.119	1.084
Bane 2	[mio DKK]	4.044	4.098	4.694	4.623	4.677	5.274	4.857	4.911	5.508	5.005	5.059	4.970	3.300	3.354	3.265	1.038	664	610	4.210	4.158	4.104	3.585	3.534	3.480
PTA (16% af total)																									
Vej 4	[mio DKK]	206	213	157	206	213	157	206	213	157	206	213	157	206	213	157	157	213	206	157	213	206	157	213	206
Bane 2	[mio DKK]	770	781	894	881	891	1.005	925	935	1.049	953	964	947	629	639	622	198	126	116	802	792	782	683	673	663
Samlet anlægsoverslag																									
Vej 4	[mio DKK]	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	1.290	1.332	979	979	1.332	1.290	979	1.332	1.290	979	1.332	1.290
Bane 2	[mio DKK]	4.814	4.878	5.589	5.504	5.568	6.278	5.782	5.847	6.557	5.958	6.023	5.917	3.929	3.993	3.887	1.236	791	726	5.012	4.950	4.886	4.268	4.207	4.142
Korrektionstillæg																									
Vej 4	40%	516	533	392	516	533	392	516	533	392	516	533	392	516	533	392	392	533	516	392	533	516	392	533	516
Bane 2	50%	2.407	2.439	2.794	2.752	2.784	3.139	2.891	2.923	3.278	2.979	3.011	2.959	1.964	1.996	1.944	618	395	363	2.506	2.475	2.443	2.134	2.101	2.071
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg																									
Vej 4	[mio DKK]	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.806**	**1.865**	**1.370**	**1.370**	**1.865**	**1.806**	**1.370**	**1.865**	**1.806**	**1.370**	**1.865**	**1.806**
Bane 2	[mio DKK]	**7.221**	**7.317**	**8.383**	**8.255**	**8.352**	**9.418**	**8.673**	**8.770**	**9.835**	**8.937**	**9.034**	**8.876**	**5.893**	**5.989**	**5.831**	**1.854**	**1.186**	**1.089**	**7.518**	**7.425**	**7.329**	**6.403**	**6.310**	**6.213**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**9.027**	**9.183**	**9.753**	**10.062**	**10.217**	**10.788**	**10.480**	**10.635**	**11.206**	**10.744**	**10.899**	**10.246**	**7.699**	**7.855**	**7.201**	**3.225**	**3.051**	**2.896**	**8.888**	**9.290**	**9.135**	**7.773**	**8.175**	**8.020**

12.12.2 Kyst – Kyst Øst

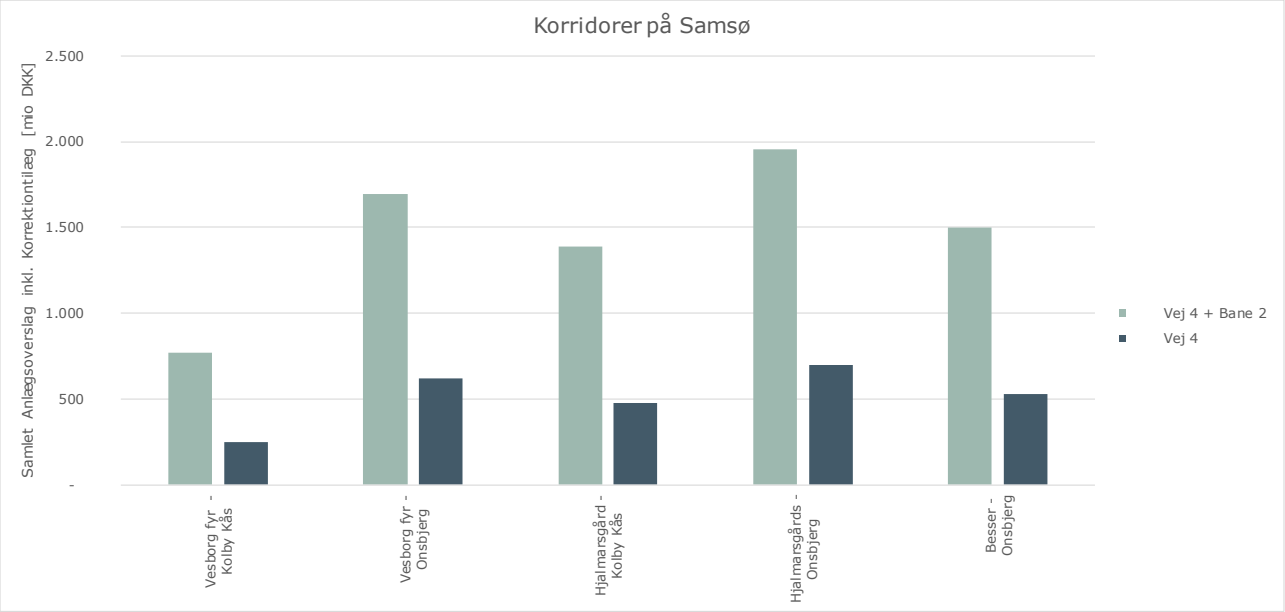


Figur 12-8 Anlægsoverslag Kyst – Kyst Øst (inkl. 50% korrektionstillæg)

Tabel 12-17 Anlægsoverslag Kyst – Kyst Øst

Korridor navn		KKØ1-1.1 Nyby Øst - Kolby Kås (Hængebro 1900m)	KKØ2-2.1 Nyby Vest - Hjalmarsgård (Hængebro 1630m)	KKØ2-2.1 Nyby Vest - Hjalmarsgård (Sænketunnel)	KKØ2-2.2 Nyby Øst - Hjalmarsgård (Hængebro 1630m)	KKØ2-2.3 Nyby Vest - Samsø Syd (Hængebro 1630m)	KKØ2-2.4 Nyby Øst - Samsø Syd (Hængebro 1630m)	KKØ3-3.1 Aasøs Syd - Vesborg Fyr (Skråtbæsbro)	KKØ3-3.1 Aasøs Syd - Kunstig ø - Vesborg Fyr (Sænketunnel/Lavbro)	KKØ3-3.2 Aasøs Nord - Kunstig ø - Vesborg Fyr (Boret tunnel/Lavbro)	KKØ3-3.2 Aasøs Syd - Kunstig ø - Samsø Syd (Sænketunnel/Lavbro)	KKØ3-3.4 Aasøs Nord - Kunstig ø - Samsø Syd (Boret tunnel/Lavbro)	KKØ5-4.1 Aasøs Nord - Hjelm Ø (Boret tunnel)
Længde													
Vej	[km]	21,60	18,49	20,70	19,85	20,81	22,45	27,50	28,75	27,70	26,83	25,58	26,00
Bane	[km]	22,80	19,69	20,70	21,05	21,41	23,05	28,70	28,75	27,70	26,83	25,58	26,00
Entreprisearbejder på strækningen													
Vej 4	[mio DKK]	25.398	21.207	25.962	22.427	23.288	24.759	27.520	31.198	34.813	30.020	33.512	40.103
Bane 2	[mio DKK]	19.377	16.168	14.487	17.017	17.106	18.129	19.644	17.467	19.785	16.635	18.867	22.864
Bane 1	[mio DKK]	12.670	11.623	9.036	12.213	12.186	12.898	13.857	11.229	-	10.653	-	-
PTA (12% add on)													
Vej 4	[mio DKK]	3.048	2.545	3.115	2.691	2.795	2.971	3.302	3.744	4.178	3.602	4.021	4.812
Bane 2	[mio DKK]	2.325	1.940	1.738	2.042	2.053	2.176	2.357	2.096	2.374	1.996	2.264	2.744
Bane 1	[mio DKK]	1.520	1.395	1.084	1.466	1.462	1.548	1.663	1.347	-	1.278	-	-
Samlet anlægsoverslag													
Vej 4	[mio DKK]	28.446	23.752	29.077	25.118	26.083	27.730	30.822	34.942	38.991	33.622	37.534	44.915
Bane 2	[mio DKK]	21.702	18.109	16.226	19.059	19.159	20.305	22.001	19.563	22.159	18.632	21.131	25.608
Bane 1	[mio DKK]	14.190	13.018	10.120	13.679	13.648	14.445	15.520	12.576	-	11.931	-	-
Korrektionstillæg													
Vej 4	50%	14.223	11.876	14.539	12.559	13.041	13.865	15.411	17.471	19.495	16.811	18.767	22.458
Bane 2	50%	10.851	9.054	8.113	9.529	9.579	10.152	11.001	9.782	11.080	9.316	10.565	12.804
Bane 1	50%	7.095	6.509	5.060	6.839	6.824	7.223	7.760	6.288	-	5.965	-	-
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg													
Vej 4	[mio DKK]	**42.669**	**35.629**	**43.616**	**37.678**	**39.124**	**41.595**	**46.234**	**52.413**	**58.486**	**50.434**	**56.300**	**67.373**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**75.223**	**62.792**	**67.954**	**66.266**	**67.862**	**72.052**	**79.236**	**81.757**	**91.724**	**78.381**	**87.996**	**105.785**
Vej 4 + Bane 1	[mio DKK]	**63.955**	**55.155**	**58.796**	**58.196**	**59.596**	**63.263**	**69.514**	**71.277**	-	**68.330**	-	-

12.12.3 Samsø

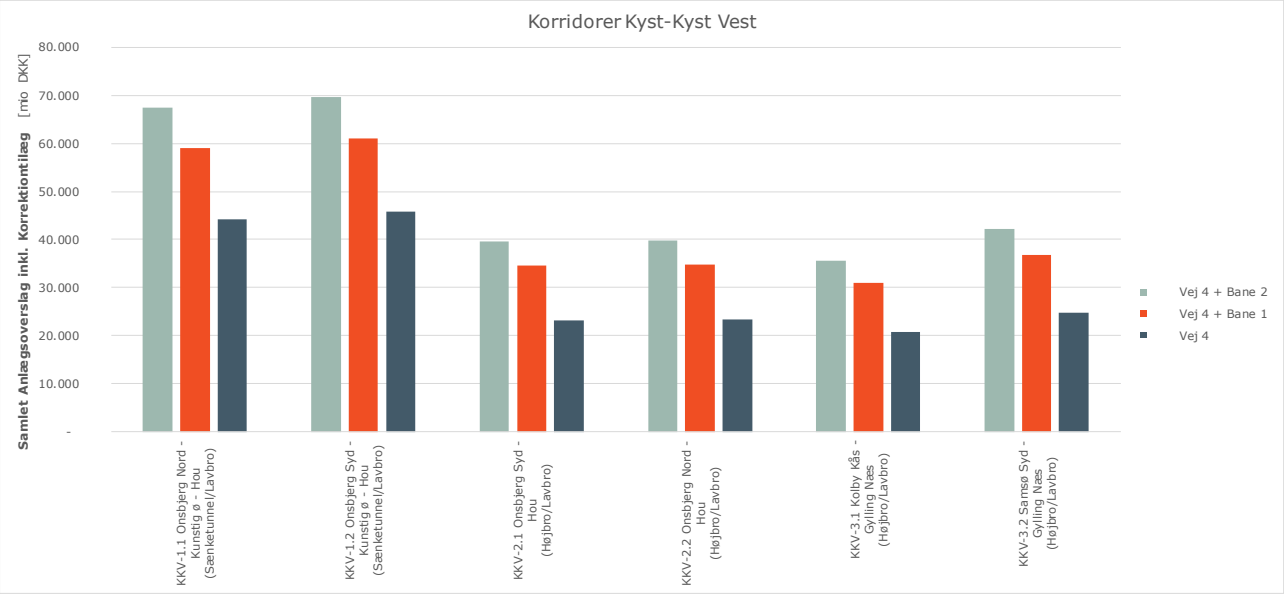


Figur 12-9 Anlægsoverslag Samsø (inkl. differentieret korrektionstillæg)

Tabel 12-18 Anlægsoverslag Samsø

Korridor ID		**KSØ01**	**KSØ02**	**KSØ03**	**KSØ04**	**KSØ05**
Korridor navn		Vesborg fyr - Kolby Kås	Vesborg fyr - Onsbjerg	Hjalmarsgård - Kolby Kås	Hjalmarsgårds - Onsbjerg	Besser - Onsbjerg
Længde						
Vej	[km]	3,00	9,00	7,00	10,50	7,50
Bane	[km]	3,00	9,00	7,00	10,50	7,50
Entreprisearbejder på strækningen						
Vej 4	[mio DKK]	158	394	306	444	337
Bane 2	[mio DKK]	309	641	539	749	578
PTA (12% add on)						
Vej 4	[mio DKK]	19	47	37	53	40
Bane 2	[mio DKK]	37	77	65	90	69
Samlet anlægsoverslag						
Vej 4	[mio DKK]	177	442	343	498	377
Bane 2	[mio DKK]	347	718	604	839	647
Korrektionstilæg						
Vej 4	40%	71	177	137	199	151
Bane 2	50%	173	359	302	420	324
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg						
Vej 4	[mio DKK]	**247**	**618**	**480**	**697**	**528**
Bane 2	[mio DKK]	**520**	**1.077**	**906**	**1.259**	**971**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**767**	**1.695**	**1.386**	**1.956**	**1.499**

12.12.4 Kyst – Kyst Vest

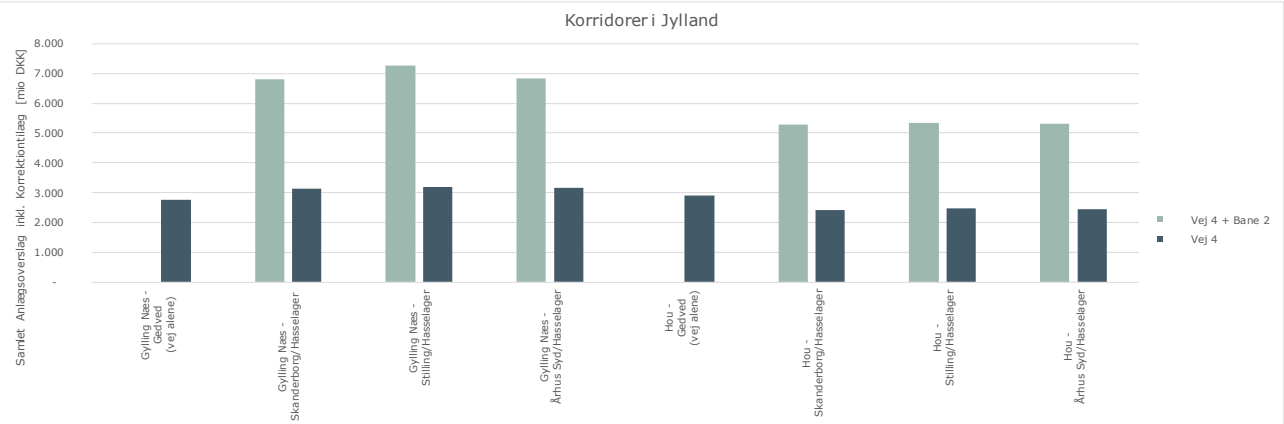


Figur 12-10 Anlægsoverslag Kyst-Kyst Vest (inkl. 50% korrektionstillæg)

Tabel 12-19 Anlægsoverslag Kyst-Kyst Vest

Korridor navn		KKV-1.1 Onsbjerg Nord - Kunstig ø - Hou (Sænketunnel/Lavbro)	KKV-1.2 Onsbjerg Syd - Kunstig ø - Hou (Sænketunnel/Lavbro)	KKV-2.1 Onsbjerg Syd - Hou (Højbro/Lavbro)	KKV-2.2 Onsbjerg Nord - Hou (Højbro/Lavbro)	KKV-3.1 Kolby Kås - Gylling Næs (Højbro/Lavbro)	KKV-3.2 Samsø Syd - Gylling Næs (Højbro/Lavbro)
Længde							
Vej	[km]	22,45	23,00	20,20	20,40	22,98	27,73
Bane	[km]	22,45	23,00	20,20	20,40	22,98	27,73
Entreprisearbejder på strækningen							
Vej 4	[mio DKK]	26.313	27.216	13.811	13.933	12.352	14.706
Bane 2	[mio DKK]	13.806	14.275	9.703	9.789	8.776	10.456
Bane 1	[mio DKK]	8.832	9.121	6.733	6.793	6.071	7.231
PTA (12% add on)							
Vej 4	[mio DKK]	3.158	3.266	1.657	1.672	1.482	1.765
Bane 2	[mio DKK]	1.657	1.713	1.164	1.175	1.053	1.255
Bane 1	[mio DKK]	1.060	1.095	808	815	728	868
Samlet anlægsoverslag							
Vej 4	[mio DKK]	29.470	30.482	15.468	15.605	13.834	16.471
Bane 2	[mio DKK]	15.463	15.988	10.867	10.964	9.829	11.711
Bane 1	[mio DKK]	9.892	10.216	7.541	7.608	6.799	8.099
Korrektionstilæg							
Vej 4	50%	14.735	15.241	7.734	7.803	6.917	8.235
Bane 2	50%	7.732	7.994	5.434	5.482	4.915	5.855
Bane 1	50%	4.946	5.108	3.770	3.804	3.400	4.050
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg							
Vej 4	[mio DKK]	**44.205**	**45.723**	**23.202**	**23.408**	**20.751**	**24.706**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**67.400**	**69.705**	**39.503**	**39.854**	**35.495**	**42.272**
Vej 4 + Bane 1	[mio DKK]	**59.043**	**61.047**	**34.513**	**34.820**	**30.950**	**36.855**

12.12.5 Jylland



Figur 12-11 Anlægsoverslag Jylland (inkl. differentieret korrektionstillæg)

Tabel 12-20 Anlægsoverslag Jylland

Korridor ID		KJY01	KJY02b	KJY03	KJY04	KJY05	KJY06b	KJY07	KJY08
Korridor navn		Gylling Næs - Gedved (vej alene)	Gylling Næs - Skanderborg/Hasselager	Gylling Næs - Stilling/Hasselager	Gylling Næs - Århus Syd/Hasselager	Hou - Gedved (vej alene)	Hou - Skanderborg/Hasselager	Hou - Stilling/Hasselager	Hou - Århus Syd/Hasselager
Længde									
Vej	[km]	28,00	32,50	37,50	32,50	29,00	23,00	28,00	23,00
Bane	[km]	-	31,10	31,60	31,10	-	21,60	21,60	21,60
Entreprisearbejder på strækningen									
Vej 4	[mio DKK]	1.653	1.876	1.911	1.892	1.751	1.453	1.487	1.468
Bane 2	[mio DKK]	-	2.063	2.278	2.063	-	1.605	1.605	1.605
PTA (16% af total)									
Vej 4	[mio DKK]	315	357	364	360	333	277	283	280
Bane 2	[mio DKK]	-	393	434	393	-	306	306	306
Samlet anlægsoverslag									
Vej 4	[mio DKK]	1.968	2.234	2.275	2.252	2.084	1.729	1.770	1.748
Bane 2	[mio DKK]	-	2.456	2.712	2.456	-	1.911	1.911	1.911
Korrektionstilæg									
Vej 4	40%	787	894	910	901	834	692	708	699
Bane 2	50%	-	1.228	1.356	1.228	-	956	956	956
Samlet Anlægsoverslag inkl. Korrektiontilæg									
Vej 4	[mio DKK]	**2.755**	**3.127**	**3.185**	**3.153**	**2.918**	**2.421**	**2.479**	**2.447**
Bane 2	[mio DKK]	**-**	**3.683**	**4.067**	**3.683**	**-**	**2.867**	**2.867**	**2.867**
Vej 4 + Bane 2	[mio DKK]	**-**	**6.811**	**7.252**	**6.837**	**-**	**5.288**	**5.345**	**5.314**

13 Referencer

[1] »Sund & Bælt, Vurdering af Gennemsejlingsfag vest om Samsø, Sejladsanalyse,« August 2019.

[2] O. D. Larsen, »Ship Collision With Bridges, The Interaction between Vessel Traffic and Bridge Structures,« IABSE, Structural Engineering Documents No 4, 1993.

[3] DOF, »DOFbasen,« December 2019. [Online]. Available: https://dofbasen.dk/ART/.

BEK nr. 14007 af 04/11/1994 Bekendtgørelse om Kalundborg Vildtreservat

BEK nr. 661 af 31/05/1999. Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Stavns Fjord, på Bosserne og Lindholm samt tilgrænsende søterritorium

BEK nr. 858 af 27/06/2016.Bekendtgørelse om Endelave Vildtreservat

BEK nr. 17821 af 08/11/1994. Bekendtgørelse om Hou Røn Vildtreservat

BEK nr. 14011 af 22/03/1995. Bekendtgørelse om Møllegrunden og Svanegrunden Vildtreservat

BEK nr. 14002 af 29/03/1976. Bekendtgørelse om Søby Rev vildtreservat

Clausen, P. Petersen, LK, Bregnballe T & Nielsen, R.D. (2019). Trækfuglebestande i de danske fuglebeskyttelsesområder 2004 til 2017. Aarhus Universitet. DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi 308s. teknisk rapport nr. 148. http://dce2.au.dk/pub/TR148.pdf.

GEUS (2019). Marin råstofdatabase (MARTA). De Nationale Undersøgelser for Danmark og Grønland. https://data.geus.dk.

Miljøstyrelsen (2016). Habitatbeskrivelser, årgang 2016 Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (Natura 2000-typer).

Miljøstyrelsen (2018a). Sortand (*Melanitta nigra*). https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/fugle/sortand/

Miljøstyrelsen. (2018b). Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 550-HC Paludans Flak Vest og 550-HB Paludans Flak Sydvest. J. nr. MST-865-00441. Miljø- og Fødevareministeriet.

Miljøstyrelsen. (2019). Status for indvinding i fællesområder pr. d. 30. juni 2019. Hentet fra MST.dk: https://mst.dk/media/180528/status-indv-i-fa-ellesomr-2kv-2019_hjside.pdf

Naturhistorisk museum (2018a). Marsvin. Naturhistorisk museum Aarhus- https://www.naturhistoriskmuseum.dk/viden/naturlex/pattedyr/marsvin

Naturhistorisk museum (2018b). Edderfugl. Naturhistorisk museum Aarhus. https://www.naturhistoriskmuseum.dk/viden/naturlex/fugle/edderfugl

Naturstyrelsen (2013a). Natura 2000-basisanalyse 2015-2021 for Hatter Barn Natura 2000-område nr. 198. Habitatområde nr. 174.

Naturstyrelsen (2013b) Natura 2000-basisanalyse 2015-2021 for Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede Natura 2000-område nr. 55 Habitatområde nr. 51 Fuglebeskyttelsesområde nr. 31.

Naturstyrelsen (2013c). Natura 2000-basisanalyse 2015-2021 for Mejl Flak. Natura 2000-område nr. 194. Habitatområde nr. 170.

Naturstyrelsen (2013d). Natura 2000-basisanalyse for Horsens Fjord, havet øst for og Endelave Natura 2000-område nr. 56. Habitatområde H52 Fuglebeskyttelsesområde F36.

Naturstyrelsen (2014a). Natura 2000-basisanalyse 2016-2021. Revideret udgave. Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord. Natura 2000-område nr. 166. Habitatområde H195.

Naturstyrelsen (2014b). Natura 2000-basisanalyse 2016-2021. Revideret udgave. Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken. Natura 2000-område nr. 157. Habitatområde H138. Fuglebeskyttelsesområde F100.

Naturstyrelsen (2016a). Natura 2000-plan 2016-2021 Røsnæs, Røsnæs Rev og Kalundborg Fjord Natura 2000-område nr. 166. Habitatområde H195.

Naturstyrelsen (2016b). Natura 2000-plan 2016-2021 for Hatter Barn Natura 2000-område nr. 198 Habitatområde nr. 174.

Naturstyrelsen (2016c). Natura 2000-plan 2016-2021. Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede Natura 2000-område nr. 55. Habitatområde H51, Fuglebeskyttelsesområde F31

Naturstyrelsen (2016d). Natura 2000-plan 2015-2021 for Mejl Flak Natura 2000-område nr. 194 Habitatområde H170

Naturstyrelsen (2016e). Natura 2000-plan 2015-2021 Horsens Fjord, havet øst for og Endelave Natura 2000-område nr. 56. Habitatområde H52. Fuglebeskyttelsesområde F36

Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J. & Teilmann, J. (2018). Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 36 s. - Videnskabelig rapport nr. 284 http://dce2.au.dk/pub/SR284.pdf

Therkildsen, O.R., Andersen, S.M., Clausen, P., Bregnballe, T., Laursen, K. & Teilmann, J. (2013). Vurdering af forstyrrelsestrusler i Natura 2000-områderne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 52 http://www.dmu.dk/Pub/SR52.pdf.

Dansk Pattedyrsatlas. Red. Hans Baagøe og Thomas Secher Jensen.