

PROJEKTINFORMATIONSNOTAT TIL MILJØUNDERSØGELSER

Projektnavn **Als-Fyn Anlægsteknisk Forundersøgelse**
 Projektnr. **1100052138**
 Modtager **Sund & Bælt Holding A/S**
 Dokumenttype **Rapport**
 Version **7.0**
 Dato **2024/08/07**
 Udarbejdet af **ACA/HENM/MDA/JEH**
 Kontrolleret af **SMG/HENM/MDA/JEH**
 Godkendt af **LRP**
 Beskrivelse **Projektinformationsnotat til miljøundersøgelser**

INDHOLD

1.	Indledning	4
2.	Behandlede emner	5
2.1	Geologi og Geoteknik	7
3.	Korridorer på Als-Fyn forbindelsen for kyst-kyst projekt (+A__)	8
3.1	Korridorer på Als (+AAA)	9
3.2	Korridorer på Fyn (+AFA)	9
3.3	Korridorer i Lillebælt (+ALA)	9
4.	Bygværksanvendelse - Trafikanlæg (%CA_)	10
4.1	Bro (%CAA)	10
4.1.1	Interimskonstruktioner	11
4.1.2	Bjælkebro (%CAA01)	12
4.1.3	Skråstagsbro (%CAA02)	13
4.1.4	Klapbro (%CAA03)	13
4.1.5	Svingbro (%CAA04)	13
4.2	Tunnel (%CAB)	13
4.2.1	Sænketunnel (%CAB01)	14
4.2.2	Boret tunnel (%CAB02)	14
4.2.3	Cut-and-Cover (%CAB03)	15
4.2.4	Rampe (%CAB04)	16
4.3	Kunstig ø	16
5.	Teknisk system	18
5.1	Terræn konstruktion (%BA)	23
5.1.1	Direkte funderet tunnel (%BA01)	24
5.1.2	Boret Tunnel (%BA02)	27
5.1.3	Dæmning (%BA03)	29
5.2	Fundaments konstruktioner (%BB_)	30
5.2.1	Direkte funderet - Bro (%BB01)	30
5.2.2	Højt pæleværk - Bro (%BB02)	33
5.3	Dækkonstruktion (%BC_)	35
5.3.1	Beton dæk (%BC01)	35

5.3.2	Komposit dæk (%BC02)	36
6.	Komponent	37
6.1	Jordforbedring (%UV_)	37
6.1.1	Dybdekomprimering (%UVA)	37
6.1.2	Jordblanding (%UVB)	38
6.1.3	Sætningsreducerende pæle (%UVC)	38
6.1.4	Vibrationskomprimering (%UVD)	39
7.	Kombinationer	41
7.1	Løsning 1.1: Fynshav Vest – Horne Vest (Sænketunnel, helt nedgravet)	41
7.2	Løsning 1.2: Fynshav Vest – Horne Vest (Sænketunnel, delvist nedgravet) (Løsning ønskes ikke miljøvurderet)	42
7.3	Løsning 2.1: Fynshav – Horne Syd (Skråstagsbro/betonbjælkebro, sænkekasse)	42
7.4	Løsning 2.2: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/betonbjælkebro, in-situ fundament)	43
7.5	Løsning 2.3: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, sænkekasse)	44
7.6	Løsning 2.4: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)	45
7.7	Løsning 2.5: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)	45
7.8	Løsning 2.6: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)	46
7.9	Løsning 2.7: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)	46
7.10	Løsning 2.8: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)	47
7.11	Løsning 2.9: Fynshav Vest – Horne Syd (Klapbro)	47
7.12	Løsning 2.10: Fynshav Vest – Horne Syd (Svingbro)	47
7.13	Løsning 2.11: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)	47
7.14	Løsning 2.12: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)	48
7.15	Løsning 2.13: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)	48
7.16	Løsning 2.14: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)	49
7.17	Løsning 3.1: Fynshav Vest – Horne Syd (Boret tunnel)	50
7.18	Løsning 4.1: Fynshav Vest – Horne Øst (Sænketunnel, helt nedgravet)	50
7.19	Løsning 4.2: Fynshav Vest – Horne Øst (Sænketunnel, delvist nedgravet)	51
7.20	Løsning 5.1: Fynshav – Horne syd (Sænketunnel/beton bjælkebro)	52
7.21	Løsning 7.1: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/betonbjælkebro, sænkekasse)	52
7.22	Løsning 7.2: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/betonbjælkebro, in-situ fundament)	53
7.23	Løsning 7.3: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, sænkekasse)	54
7.24	Løsning 7.4: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)	54

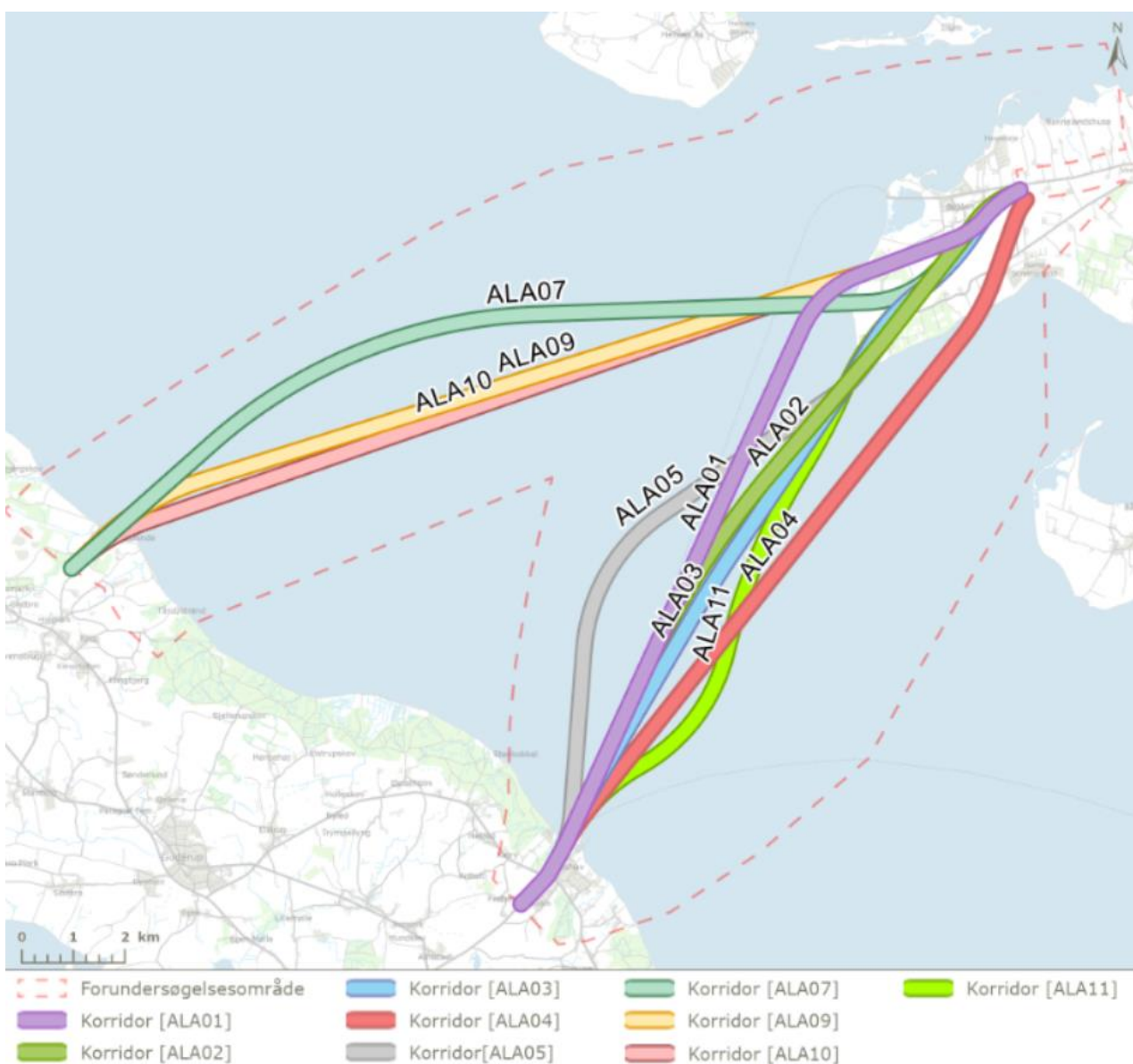
7.25	Løsning 7.5: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)	55
7.26	Løsning 7.6: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)	55
7.27	Løsning 7.7: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)	56
7.28	Løsning 7.8: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)	57
7.29	Løsning 9.1: Tranerodde – Horne nord (Sænketunnel)	57
7.30	Løsning 10.1: Fynshav – Horne syd (Boret Tunnel)	58
	Bilag 1 – Klassifikationssystemets opbygning	60
	Bilag 2 – Udgravningsmængder for sænketunnelløsninger	65
	Bilag 3 – Sedimentspild ALA02 og ALA07	70

1. Indledning

Dette notat indeholder anlægsteknisk information til brug for miljøundersøgelser for kyst-kyst for en fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Geologisk information og fysiske egenskaber af jordbunden er kun til rådighed i meget begrænset form i nuværende fase. Projektudformningen er udarbejdet efter bedste skøn, og vil muligvis ændres som følge af et uddybet kendskab til jordbundsforholdene. Korridorerne, som ønskes undersøgt, er primært valgt med udgangspunkt i placering af ilandføringspunkterne, sejlads-mæssige bindinger samt ønske om at opnå den kortest mulige forbindelse.

Undersøgelsesområdet samt korridorerne, der undersøges på nuværende tidspunkt, er vist nedenfor.



Figur 1-1 - Undersøgelsesområdet med mulige korridorer.

Der er undersøgt følgende anlægstekniske løsninger i korridorerne:

- ALA01 – Sænketunnel
- ALA02 – Broløsning
- ALA03 – Boret Tunnel
- ALA04 – Sænketunnel
- ALA05 – Kombineret bro & Tunnel
- ALA07 – Broløsning
- ALA09 – Sænketunnel
- ALA10 – Boret tunnel
- ALA11 – Boret tunnel

Da de forskellige mulige løsninger ikke er gennemarbejdet på nuværende tidspunkt, vides det ikke med sikkerhed hvilke anlægstekniske metoder som endeligt vil benyttes. Dette notat beskriver derfor mulige, men ikke udtømmende, de anlægstekniske løsninger, som kan blive anvendt.

I forbindelse med frigivelse af revision 3.0 af dokumentet har Sund og Bælt valgt at reducere i antallet af mulige anlægstekniske løsninger. Det er derfor angivet hvilke løsninger, som ikke ønskes miljøvurderet.

I forbindelse med frigivelse af revision 4.0 af dokumentet er dokumentet blevet justeret i forhold til opdateret geoteknisk grundlag, som projektet modtog i sommeren 2023, se afsnit 2.1.

I forbindelse med frigivelse af revision 5.0 af dokumentet er dokumentet blevet justeret i forhold til at inkludere løsningerne (ALA07, ALA09 og ALA10) indenfor det udvidede undersøgelsesområde. Det samlede undersøgelsesområde inkl. det nye undersøgelsesområde fremgår af Figur 1-1 med stiplede linje.

I forbindelse med frigivelse af revision 6.0 er dokumentet blevet justeret i forhold til kommentarer modtaget fra Sund & Bælt 31. januar 2024.

I forbindelse med frigivelse af revision 7.0 er dokumentet blevet justeret til at inkludere den borede tunnel løsning, ALA11.

2. Behandlede emner

De nuværende mulige løsninger for en fast forbindelse, kan anses som en perlekæde, som består af forskellige "byggerier", som f.eks.:

- Korridor
- Type af konstruktion
- Type af funderingsmetode
- Type af brodæk
- Type af jordforstærkning

For at opnå en præcis og veldefineret struktur til behandling af projektets forskellige løsninger benyttes et klassifikationssystem, som gennem projektet kan udvikles. Klassifikationssystemet er velkendt fra andre projekter og er sat op i samarbejde med Sund & Bælt. Klassifikationssystemets opbygning kan findes i Bilag 1.

De forskellige byggesten præsenteres i dette dokument, med specielt fokus på nedenstående emner som er vurderet at være relevante for miljøundersøgelserne.

- "Generelt vedr. projektbeskrivelsen" - Første fase særligt vigtigt med en beskrivelse af projektets fysiske karakteristika – dimensioner og udformning.
- "Barrierevirkning, arealinddragelse" – Vil fremgå af de forskellige konstruktionstyper og funderingsmetoder.
- "Ressourcer" – Nuværende mængder fremgår af dette notat, men som projektet udvikler sig, vil mængderne givet i dette notat kunne ændres. Genbrug og indbygning af materiale anses som et emne "planlægning" og håndteres derfor ikke specifik i denne note
- "Gener, anlægsfase" – primært forhold som vil have indflydelse på påvirkning fra sedimentspild, støj og lys fremgår af dette notat.
- "Gener, driftsfase" – primært forhold som vil have indflydelse på påvirkning fra støj og lys fremgår af dette notat.

2.1 Geologi og Geoteknik

Dette informationsnotat er oprindeligt udarbejdet på baggrund af meget få og overordnede geofysiske og geotekniske informationer.

Ved projektets opstart var der ikke gennemført hverken geofysiske eller geotekniske undersøgelser i undersøgelsesområdet for den fast forbindelse mellem Als og Fyn. Men i 2014 gennemførte Energinet en undersøgelse for en kabelrute mellem Fynshav og Horne syd. Undersøgelsen omfattede en geofysisk undersøgelse af en ca. 200 m bred korridor samt 16 stk. 3-5m dybe virbrocore (prøvetagning). Denne undersøgelse dannede i første omgang grundlag for tolkning/vurdering af geologi og lagfølge i hele undersøgelsesområdet. Vurdering af geotekniske styrke og stivhedsparametre blev understøttet af geotekniske undersøgere udført for vindmølleparken Lillebælt syd, som er placeret nord for undersøgelsesområdet. I 2022 og 2023 er der gennemført geotekniske undersøgelser for et oprensingsprojekt ved Himmarn Stand, dvs. syd for ilandføringen ved Tranerodde. Der er gennemført geotekniske borer og CPTu-forsøg på Als og i Lillebælt indtil knap 200 m fra kysten.

I marts 2023 gennemførte GEUS for Sund & Bælt en indledende geofysisk undersøgelse af forundersøgelsesområdet for den faste forbindelse mellem Als og Fyn. Primo juli 2023 modtog Rambøll den geologiske model i form af fladefiler for tolkede jordlag. Den endelige geologiske model/rapport blev modtaget primo september 2023. Det ses af de geofysiske undersøgelser at vanddybden på størstedelen af strækningen mellem Hornenæs og Fynshav er mellem 35 m og 42 m. På strækningen mellem Horne og Tranerodde er vanddybden ca. 30 m.

Øverst træffes mellem 5 og 10 m postglaciale (Holocæne) marine sedimenter, primært bestående af gytje. Enkelte steder er tykkelsen op til ca. 15 m. Under gytjen træffes postglaciale (Holocæne) brakvandssedimenter som primært består af organiskrige kohæsive (lerede) sedimenter. Tykkelsen af brakvandssedimenterne er maksimalt 5 m.

Under de postglaciale (holocæne) sedimenter træffes generelt senglaciale aflejringer. Disse består øverst af lerede søaflejringer (ferskvandsler/smeltevandsler). Under den senglaciale ler træffes i store dele af forundersøgelsesområdet senglaciale smeltevandssand. Under de senglaciale aflejringer træffes glaciale aflejringer primært bestående af moræneler. Dog træffes der på en strækning ca. 3 til 5 km øst for Als, ved Sdr. Stenrøn, prækvartære aflejringer i form af Lillebæltssler under de glaciale aflejringer. Lillebæltssleret træffes mellem 10 m og 20 m under havbunden. Der er kun truffet Lillebæltssler ved de fem sydlige korridorer, dvs. ALA1 – ALA5.

For en mere udbydende beskrivelse af geologi og geoteknik henvises til Design Basis og den Geotekniske Vurderingsrapport

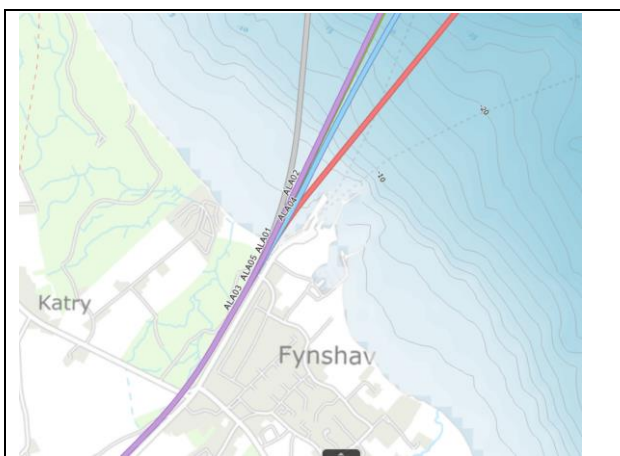
Det ses af ovenstående, at den overordnede geologi er ændret som følge af de udførte geofysiske undersøgelser. Mest markant er det, at de oprindelige meget tykke lag af organisk holdige postglaciale sandaflejringer truffet øst for Als i den seneste geofysiske undersøgelse er tolket som senglaciale aflejringer der øverst består af ferskvandsler og/eller smeltevandsler som underlejres af senglaciale smeltevandssand. Herunder træffes intakt moræneler.

3. Korridorer på Als-Fyn forbindelsen for kyst-kyst projekt (+A__)

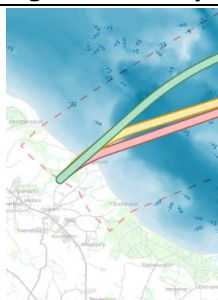
Der defineres korridorer for strækninger på Als, Fyn og i Lillebælt. Grænsefladen mellem korridoren på fastlandet og Lillebælt er i overgangen mellem vej og bro/tunnel konstruktion, hvor stationeringen er 1.000 m. Kyst-Kyst stationerer (kilometerer) fra nord mod syd. Startpunkt er fra nord og slutpunkt er mod syd. Startpunkt og slutpunkt er en reference til et geografisk punkt og de betegnelser, der kan benyttes, er defineret i listerne under hhv. "Startpunkt" og "Slutpunkt".

Table 3-1 - Geografiske punkter som kan anvendes som "startpunkt" og "slutpunkt".

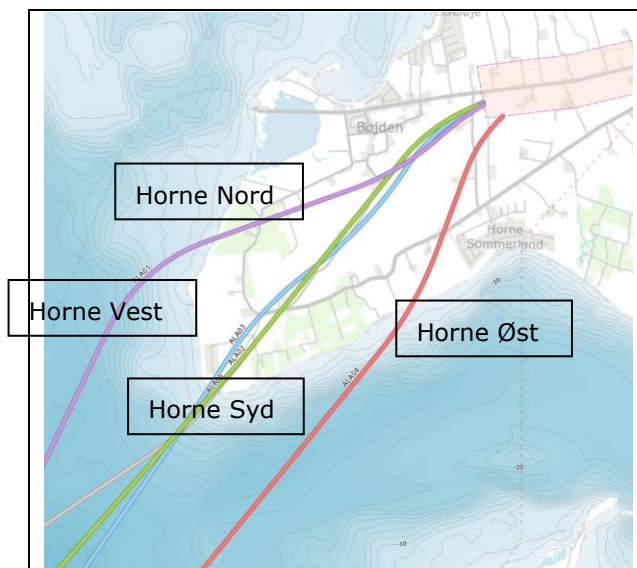
Startpunkter	Beskrivelse	Slutpunkter	Beskrivelse
Horne Syd	Dette startpunkt er en ilandføring på spidsen af Horne	Fynshav Vest	Dette slutpunkt er en ilandføring vest for den eksisterende færgehavn
Horne Nord	Dette startpunkt er en ilandføring nord for spidsen af Horne	Fynshav Øst	Dette slutpunkt er en ilandføring øst for den eksisterende færgehavn
Horne Øst	Dette startpunkt er en ilandføring øst for spidsen af Horne	Tranerodde	Dette slutpunkt er en ilandføring nord for Tranerodde
Horne Vest	Dette startpunkt er en ilandføring vest for spidsen af Horne		



Figur 3-1 – Slutpunktet "Fynshav Vest".



Figur 3-2 – Slutpunktet "Tranerodde".



Figur 3-3 – Kort som viser geografiske punkter, som kan benyttes som startpunkter.

3.1 Korridorer på Als (+AAA)

Se Baggrundsrapporten (RDK2022N00489-RAM-RP-00010).

3.2 Korridorer på Fyn (+AFA)

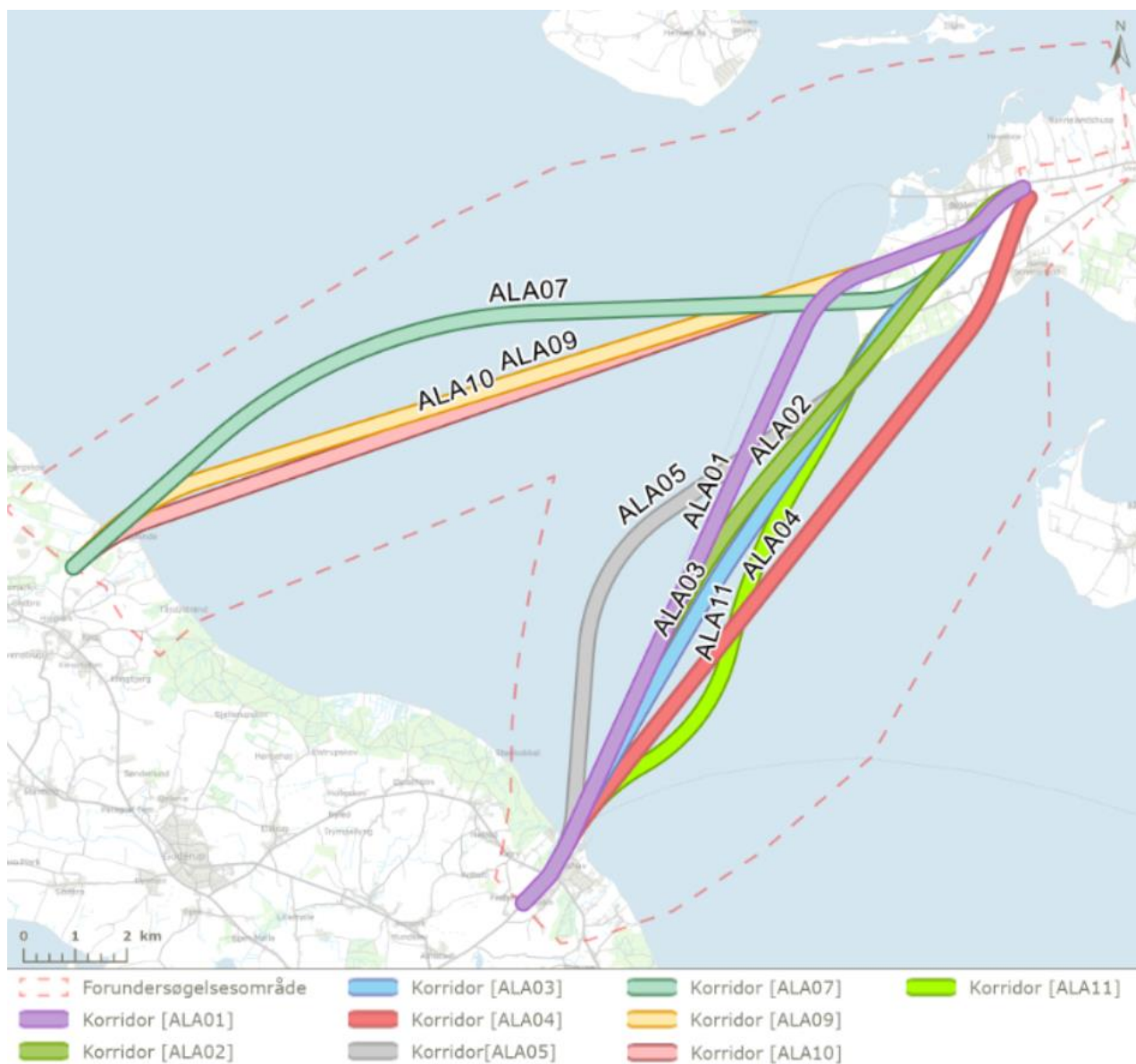
Se Baggrundsrapporten (RDK2022N00489-RAM-RP-00010).

3.3 Korridorer i Lillebælt (+ALA)

På nuværende tidspunkt undersøges i alt seks forskellige korridorer i Lillebælt, som er vist i Tabel 3-2 og Figur 3-4.

Tabel 3-2 - Korridorer i Lillebælt.

+ALA_	Korridor	Beskrivelse
01	Korridor fra Horne Nord til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
02	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt broløsning
03	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt boret tunnel
04	Korridor fra Horne Øst til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
05	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt kombineret bro/tunnel
06		Korridor anvendt til analyse af mulige korridorer undersøgt i forbindelse med påvirkningen fra sejladsforhold og risiko for skibskollisioner. Korridor ikke fundet egnet til viderebearbejdning i projektet.
07	Korridor fra Tranerodde til Horne vest	Korridor primært tiltænkt broløsning
08		Korridor anvendt til analyse af mulige korridorer undersøgt i forbindelse med påvirkningen fra sejladsforhold og risiko for skibskollisioner. Korridor ikke fundet egnet til viderebearbejdning i projektet.
09	Korridor fra Tranerodde til Horne Nord	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
10	Korridor fra Tranerodde til Horne Nord	Korridor primært tiltænkt boret tunnel
11	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt boret tunnel. (Korridor er identisk med ALA03 ved tilslutningspunkterne, men passerer ikke område med Lillebæltsbær)



Figur 3-4 – Korridorer i Lillebælt.

4. Bygværksanvendelse - Trafikanlæg (%CA_)

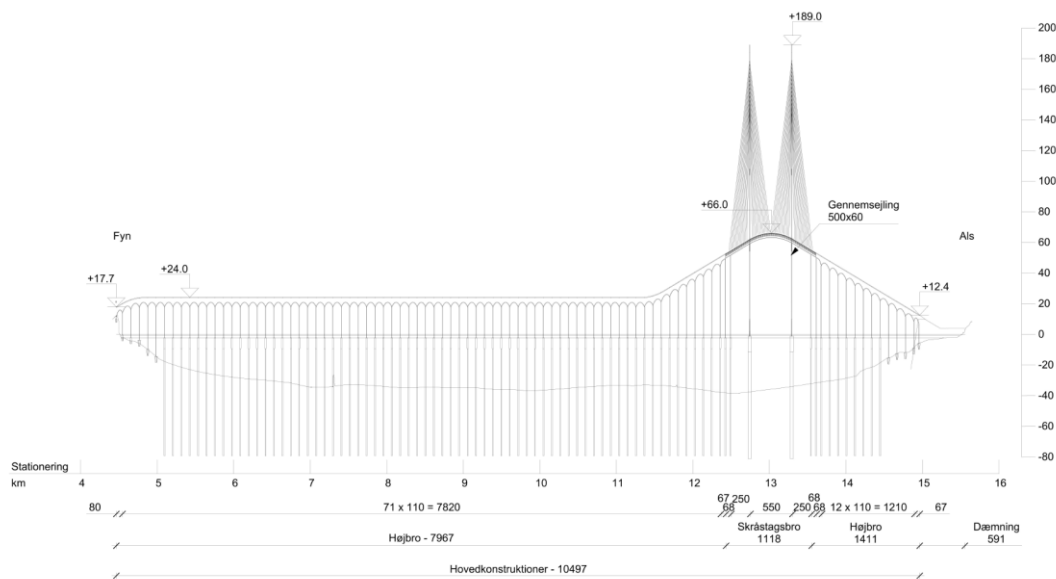
På nuværende tidspunkt, betragtes overordnet to forskellige typer bygværker,

- en bro (%CAA)
- en tunnel (%CAB)

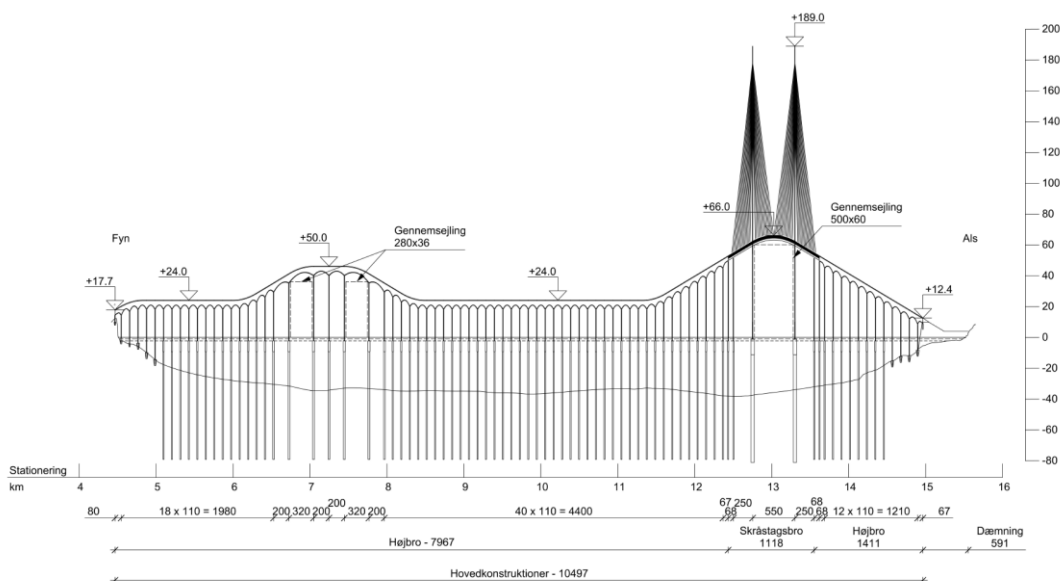
Disse bygværker præsenteres i de følgende afsnit.

4.1 Bro (%CAA)

En broløsning, vil bestå af en kombination af gennemsejlingsfag og tilslutningsfag, som vist i Figur 4-1.



(a)



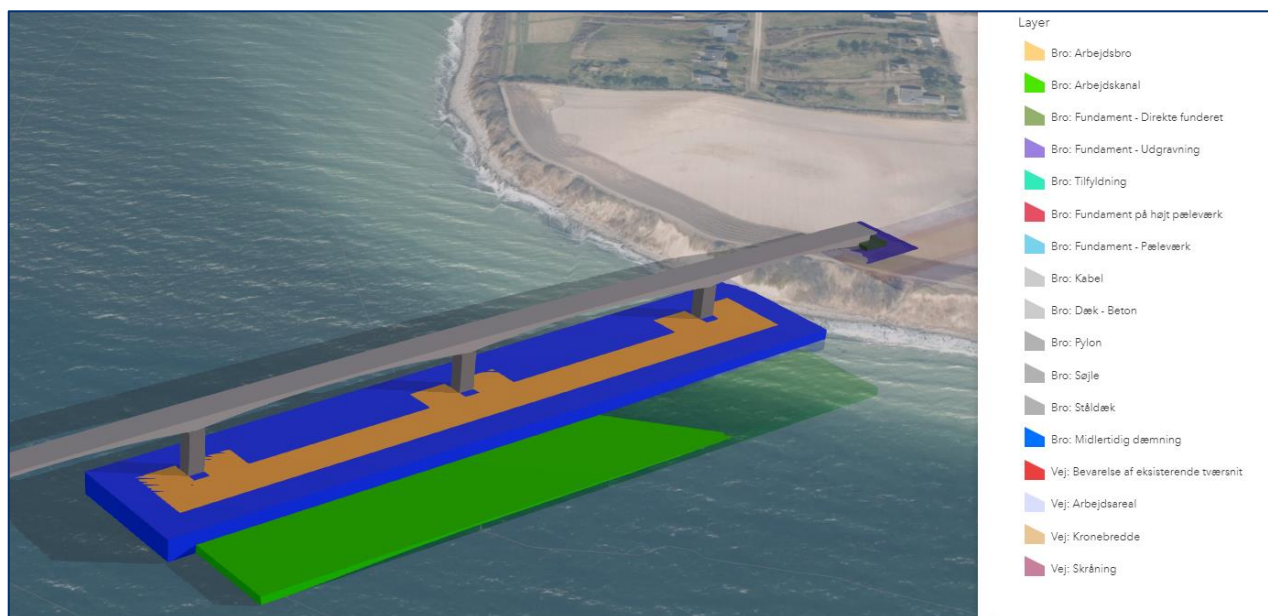
(b)

Figur 4-1 - Mulige broløsninger (a) Basisløsning. (b) Broløsning med ekstra gennemsejlingsfag.

Byggestenene, som vil indgå i de forskellige broløsninger, beskrives nedenfor.

4.1.1 Interimskonstruktioner

Ved Fyn vil det være nødvendigt med interimskonstruktioner ved anlæg af tilslutningsbroen. Her er muligheden for interimbro, interimsdæmning eller arbejdskanal undersøgt. Data er givet i WebGIS, se Figur 4-2. Arbejdskanalerne kan set fra et broperspektiv godt være permanente, da de ingen påvirkning har af den permanente konstruktion. Miljøundersøgelser samt evt. krav fra interessenter kan stille krav om opfyndning af arbejdskanalerne.

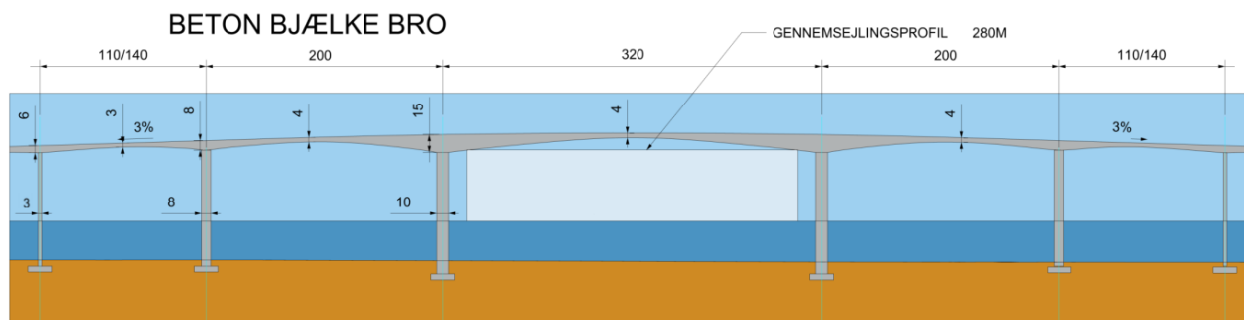


Figur 4-2 – Koncept/område for interimsbro, interimsdæmning og arbejdskanal i WebGIS.

4.1.2 Bjælkebro (%CAA01)

4.1.2.1 Gennemsejlingsfag (%CAA01.01)

Såfremt, der indføres restriktioner for sejlads for de største skibe kan en betonbjælkebro benyttes for gennemsejlingsbredder op til 280 m. En sådan bjælkebro kan placeres ved de viste gennemsejlingsfag på strækning B og D i Figur 4-1.

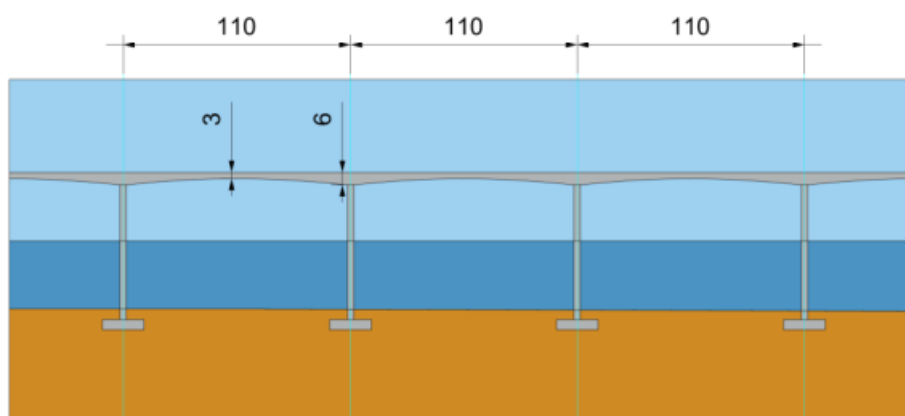


Figur 4-3 - Illustration af beton bjælke bro.

4.1.2.2 Tilslutningsfag (%CAA01.02)

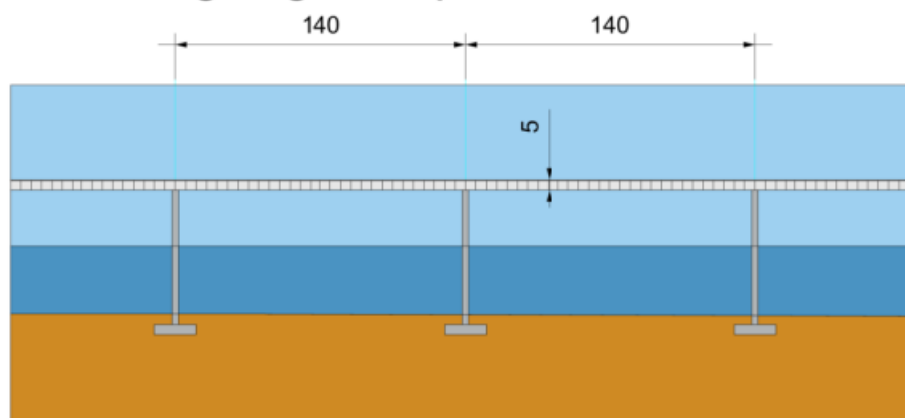
Tilslutningsfagene mellem broerne ved gennemsejlingsfagene og fra disse til ilandføringspunkter kan udføres som betonbjælkebroer (se afsnit 5.3.1) eller kompositbroer (se afsnit 5.3.2) med ståltrug og betondæk, se Figur 4-4 og Figur 4-5 herunder. Løsning med kompositbro ønskes ikke miljøvurderet.

Tilslutningsfag: Beton



Figur 4-4 - Illustration af tilslutningsfag i beton.

Tilslutningsfag: Komposit



Figur 4-5 - Illustration af tilslutningsfag i komposit.

4.1.3 Skråstagsbro (%CAA02)

En skråstagsbro vil kunne blive brugt som det store gennemsejlingsfag, som vist i Figur 4-1.

4.1.4 Klapbro (%CAA03)

En klapbro ønskes ikke miljøvurderet.

4.1.5 Svingbro (%CAA04)

En svingbro ønskes ikke miljøvurderet.

4.2 Tunnel (%CAB)

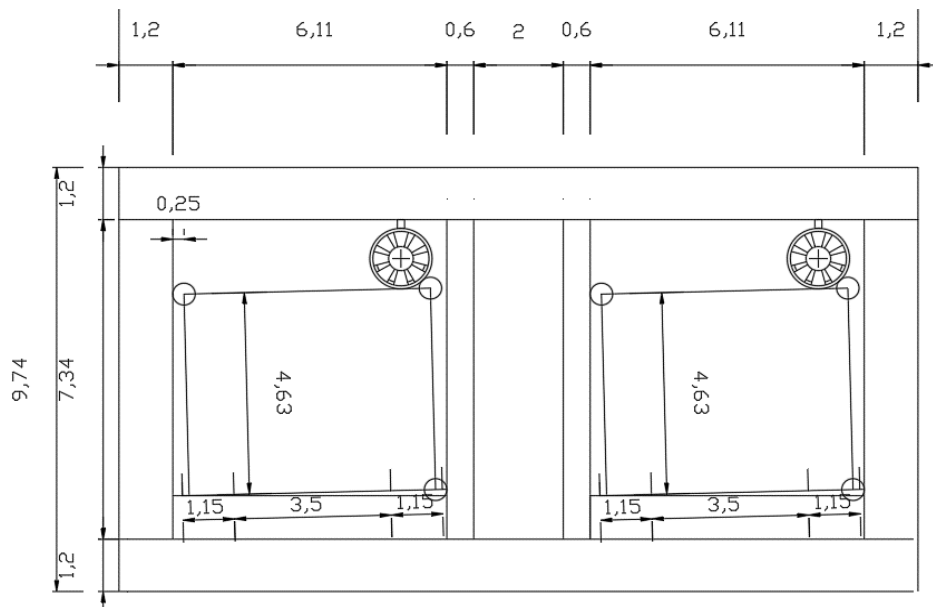
To forskellige typer tunneler betragtes på nuværende tidspunkt,

- En sænketunnel (%CAB01)
- En boret tunnel (%CAB02)

4.2.1 Sænketunnel (%CAB01)

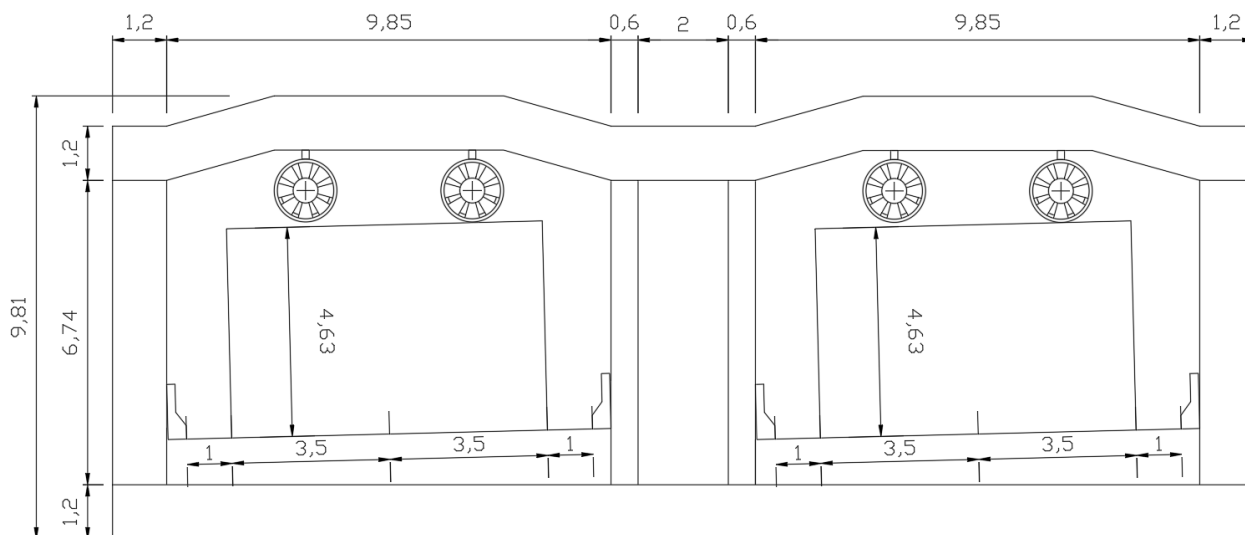
Den ene type tunnel som betragtes, er en sænketunnel. Den antages at kunne være af samme type som for Femernprojektet, dog i mindre dimensioner. Det påtænkes at benytte elementfabrikken for Femernprojektet i Rødby.

På nuværende tidspunkt indeholder projektet en basisløsning, som består af det mindst mulige tværsnit, se Figur 4-6, samt to alternative tværsnitsløsninger som er større.



Figur 4-6 - Tværsnit for basisløsningen.

Korridorerne vist på GIS kortet er baserede på tværsnittet vist i Figur 4-7, som er for en 2+2 vejløsning. Dette skyldes at udgravningsmængderne, blokerings-effekten, og arealinddragelsen vil være mest kritisk for denne løsning.



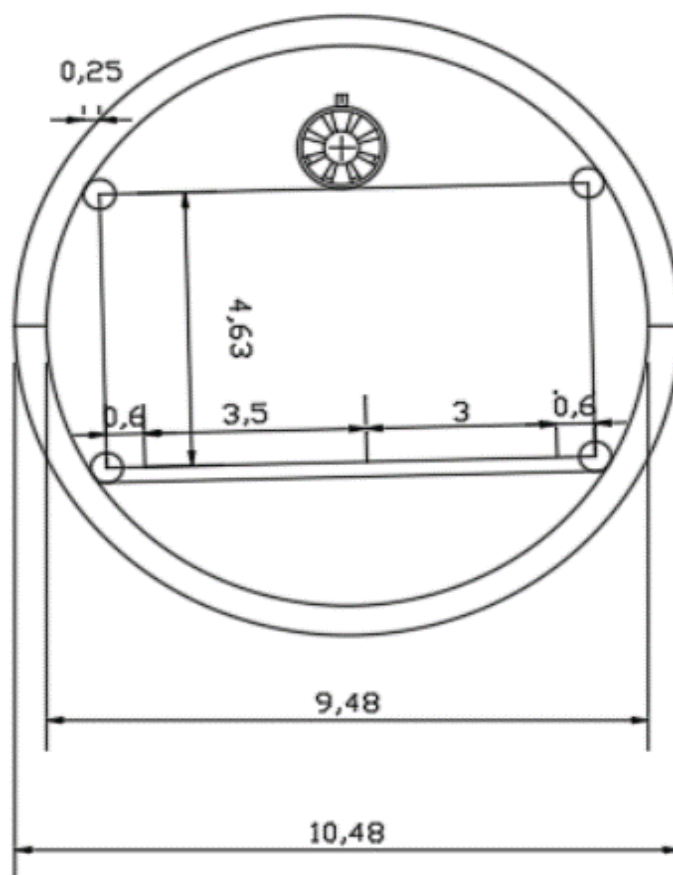
Figur 4-7 – Tværsnit af en sænketunnel med en 2+2 vejløsning som er vist på GIS kortet.

4.2.2 Boret tunnel (%CAB02)

Den anden af de to mulige tunnelloesninger der undersøges, er en boret tunnel.

Miljøpåvirkning fra en boret tunnel vil primært udgå fra aktiviteterne fra byggepladser fra startskakte på den ene eller begge sider. Vurderingen af nævnte miljøpåvirkning foretages af projektet/teamet, som håndterer miljøundersøgelser for kyst-kyst projektet, og er derfor ikke medtaget i nærværende notat.

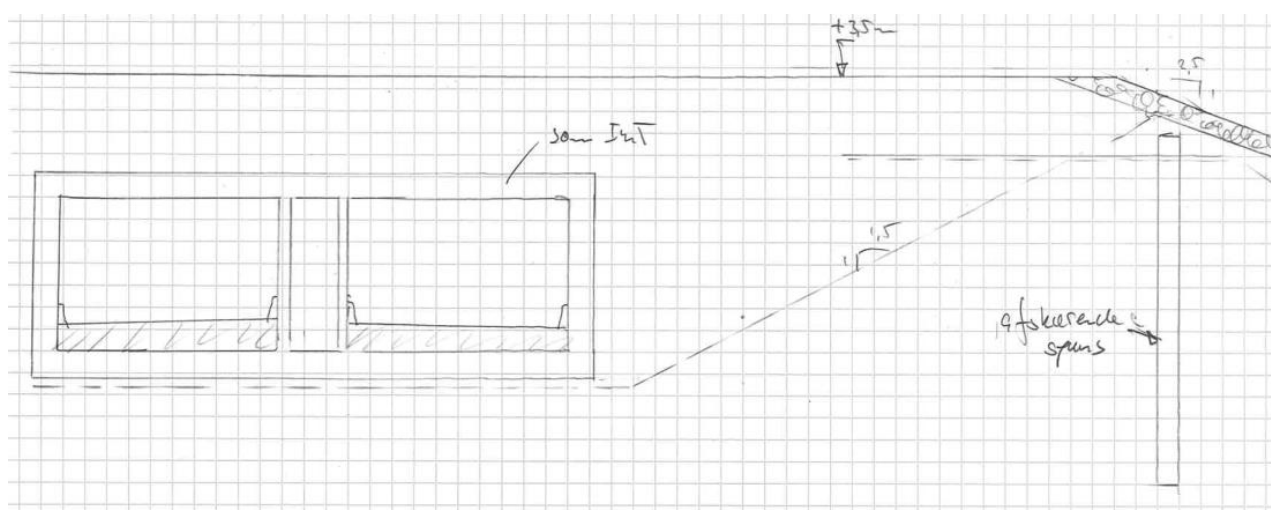
På GIS kortet kan korridoren ses for basisløsningen med tværsnittet vist nedenfor i Figur 4-8.



Figur 4-8 - Tværsnit for ét ud af to rør for basisløsningen.

4.2.3 Cut-and-Cover (%CAB03)

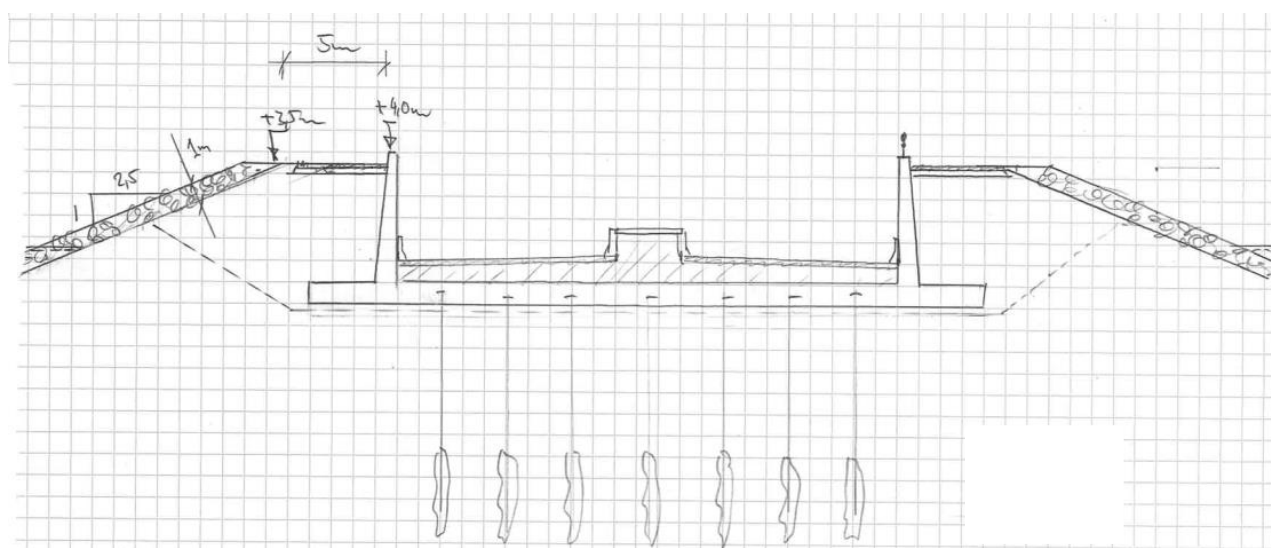
I begge ender af såvel boret tunnel som sænketunnel vil der være en strækning med in-situ støbt tunnel, disse vil blive etableret i en byggegrube på land eller på en dæmning. En skitse af en Cut-and-Cover konstruktion er vist i Figur 4-9.



Figur 4-9 - Skitse af en Cut-and-Cover.

4.2.4 Rampe (%CAB04)

I begge ender af såvel boret tunnel som sænketunnel vil der være en in-situ støbt rampestrækninger, disse vil blive etableret i byggegruber på land eller på en dæmning i forlængelse af Cut and cover tunnelerne. En skitse af en rampekonstruktion er vist i Figur 4-10.



Figur 4-10 - Skitse af en rampe.

4.3 Kunstig ø

Løsninger med kombineret bro og sænketunnel inkluderer en kunstig ø ved overgang fra tunnel til bro. En sådan ø kendes fra Danmark, med Sprogø på Storebælt og Peberholmen på Øresund. For kunstig ø er følgende oplysninger efterspurgt af miljø teamet:

Placering

Den kunstige ø forventes placeret ved den sydlige del af Søndre stenrøn som vist på Figur 4-11 og i WEB-GIS. Denne placering er delvis fleksibel, idet den kunstige ø kan flyttes lidt mod nord, hvis dette forbedrer de miljømæssige forhold.



Figur 4-11 - Placering af kunstig ø.

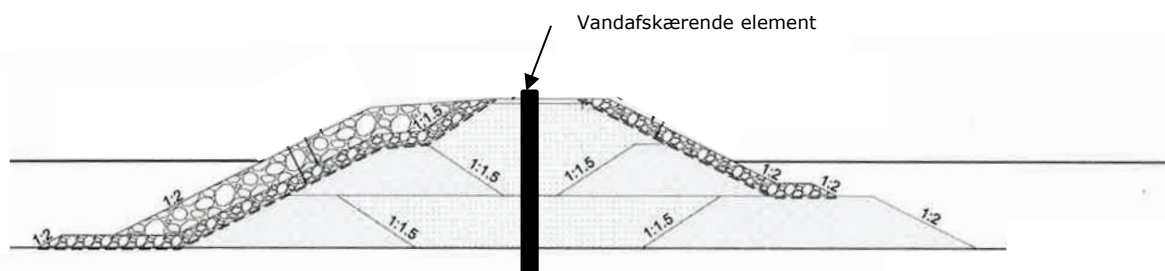
Dimensioner af øen

Den kunstige ø er ca. 1 km lang, og har til formål at danne overgangen mellem en sænketunnel og bro. Dens længde er primært bestemt af den maksimale stigning af vejen på 3 %. Mere præcise dimensioner kan ses i WEB-GIS.

Hvordan den konstrueres og forventet anlægstid

Øen opbygges på et område af havbunden, der ligger noget højere end de generelle dybder i bro/tunnel traceerne. Det ses af det geologiske længdesnit, at vanddybden ved den kunstige ø er mellem 15 m og 25 m. Ved denne vanddybde forventes ikke signifikante postglaciale marine aflejringer, gytje, ved havbunden og dette bekræftes af det geologiske længdesnit. Det ses at ved den kunstige ø træffes ca. 20 m glacialt moræneler som underlejres af prækvartære aflejringer i form af Lillebæltsler.

Perimeteren af den kunstige ø konstrueres på samme måde som dæmningerne. Den anlægges i lag af ydre stendiger med indre opfyld af grus eller ler. For at reducere vandindstrømningen kan der enten efter anlæggelsen af dæmningerne rammes/vibreres en perimeterspuns ned i midten af dæmningen eller der kan etableres en lermembran i midten af dæmningen. Herefter "opfyldes" øen til det ønskede niveau med bæredygtige aflejringer. Principperne for opbygningen er vist i Figur 4-12.



Figur 4-12 - Skitse af opbygningen af dæmningen som forventes at danne perimeteren af den kunstige ø.

Der forventes ikke at skulle rammes spuns i vandsøjlen, da den afskærmende spuns installeres i midten af dæmningerne, som udgør perimeteren af den kunstige ø. Der forventes ikke støj i vandet fra rammeaktivitet, da opbygningen af dæmningerne forventes at "isolere" for støjen.

Alle de ovennævnte materialer er relativt rene, og uden et større indhold af silt og ler, det forventes derfor at sedimentspildet ved øens etablering er relativt lavt.

Det vurderes, at det vil tage ca. 3 år at anlægge en kunstig ø.

5. Teknisk system

I dette afsnit præsenteres de forskellige tekniske systemer som:

- Terræn konstruktioner (%BA)
- Fundaments konstruktioner (%BB)
- Dækkonstruktioner (%BC)

Overordnede emner som er relevante for miljøundersøgelserne og fælles for de tekniske systemer beskrives nedenfor.

Marine udgravningsmetoder

Som beskrevet ovenfor skal renden for sænketunnelen primært udgraves i postglaciale marine aflejringer, gytje og organiskholdig ler. Men som det ses af de geologiske længdesnit skal der ligeledes graves betydelige mængder i både senglaciale og glaciale aflejringer. Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at angive hvilken/hvilke udgravningsmetode(r) der vil blive anvendt. Ligeledes for en eventuelt senere VVM-undersøgelse vil man heller ikke kunne angive præcise metoder, men nærmere forventes det at kunne påvise mulige miljøpåvirkninger ved forskellige udgravningsmetoder, som entreprenøren tænkes anvende.

Således er det heller ikke muligt på nuværende grundlag af komme med angivelser for præcis fremdrift og præcise spildprocenter. Den præcise fremdrift og aktuelle spildprocent vil afhænge af projektets kravspecifikation, entreprenørens valgte udstyr og planlægning. For en optimal udførelse er det af overordnet vigtighed, at metodevalget i videst muligt omfang tages af entreprenøren på baggrund af projektets krav og myndighedstilladelser. På nuværende tidspunkt er det ikke vurderet, hvorvidt der er behov for mellemdepoter for udgravet materiale. Det forventes at udgravet materiale transporteres til endeligt/midlertidigt deponi, hvor det placeres enten ved klappning eller indbygges i nye inddæmmede

landområder. Det vurderes, at senglaciale og glacielle aflejringer vil kunne anvendes som fyldmaterialer til en kunstig ø. Postglaciale sedimenter og Lillebæltsler vurderes som uegnede som fyldmaterialer til en kunstig ø.

Alle disse parametre er tæt knyttet til de givne jordbundsforhold, vanddybde, strømforhold, afstand til områder underlagt habitatregulativet (Natura 2000) og anden følsom natur, som derfor kræver langt højere vidensniveau før, der kan gives mere præcis information om valg af udførselsmetode og de deraf ønskede specifikke fremdriftsrater samt mulige specifikke spildprocenter.

Nedenstående er en ikke udtømmende liste af mulige metoder, der kan blive benyttet til udgravning:

- > Back-hoe dredgers (*¹)
- > Clamshell dredger (*¹)
- > Trailing suction hopper dredger

(*¹) Split hopper barges kan benyttes til at transportere udgravede materiale til det valgte depot.

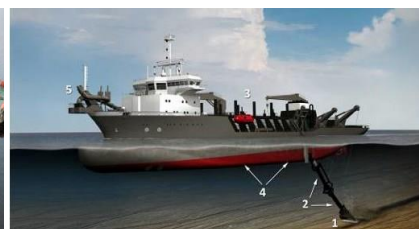
Nedenfor, er billeder af skibe/udstyr vist.



Figur 5-1 - Clamshell dredger.



Figur 5-2 - Backhoe dredgers.



Figur 5-3 - Trailer suction hopper dredger.

Det forventes at clamshell dredger benyttes ved de store vanddybder. Denne maskine kan benyttes på vanddybder ned til 50 m.

Backhoe dredgers forventes anvendt i de kystnære områder ved mindre vanddybder og i mere hårde materialer som kan indeholde større sten. Maksimum udgravningsdybde er mellem 4 m til 24 m.

Det forventes at trailer suction hopper dredger primært benyttes ved de store vanddybder og til udgravning af blødere materialer. Denne maskine kan benyttes på vanddybder op til 45 m.

Det er højst sandsynligt, at der vil blive benyttet flere forskellige metoder og samtidig afhængigt af ovennævnte parametre eventuel i modificeret til at minimere spild f.eks. med øko-grab og/eller tilsvarende.

Tilbagefyldning, klapning og landopfyldning

Opgravet materiale både til tunnel og broer kan som hovedregel ikke tilbagefyldes omkring konstruktionerne, da der er behov for velgraderede grus materialer. Opgravet materiale kan muligvis udnyttes ved en del af tilbagefyldningen omkring en sænk tunnel. Det er endnu ikke besluttet, hvorvidt midlertidige arbejdskanaler skal tilbagefyldes. Vi antager at det ikke vil være acceptabelt at deponere opgravet materiale på havbunden i umiddelbar nærhed af udgravningerne. Derfor antages det, at der vil være behov for at bortskaffe materiale, og konservativt ansat vil det være hele den opgravede mængde (Se specifikke mængder i Afsnit 5).

Vi undersøger ikke hvor landindvinding vil kunne finde sted. Vi anser dette for at være et planforhold.

Spildmængder

I dette notat, er spildprocenten antaget at være fra materialet udgraves i åben udgravning eller oprenset fra rammede pælegrupper og indtil det placeres på en pram.

Krav til maksimale spildmængder vil blive baseret på en afvejning af tekniske forhold, økonomi og miljøhensyn. Nogle forhold vil være givne og andre kan der justeres på jf. Tabel 5-1.

I dette afsnit, er spildmængder kvantificeret på det meget usikre grundlag der er til stede.

Tabel 5-1 - Grænsefladeinformation om spild.

Grundlag inkl. krav, der ikke ændres på	Antagelser man kunne justere	Konsekvens
Jordbundsforhold	Byggemetoder og udstyr	Myndighedsgodkendelse (ja/nej)
Vand og strømforhold	Byggesekvens og fremdrift	Aktuelle spildprocenter
Habitat-direktiv	Acceptable spildprocenter	Aktuelt byggeprogram
N2000 områder	Planlagt byggeprogram	Aktuel anlægspris
Beskyttelse af dyr og planter	Budgetteret anlægspris	
Korridor (som analyseres)	Risikotillæg	

Et præcist estimat for spildprocent vil være afhængigt af en lang række parametre, hvoraf ingen i den præcise sammensætning er til rådighed på nuværende tidspunkt og vil formodentlig fortsat ikke være til rådighed langt ind i udviklingen af projektet.

Baseret på krav til udgravning af Øresundsforbindelsen og Femernforbindelsen, forventes det at man for en planlagt Als-Fyn sænketunnelprojekt vil skulle stille et endeligt krav til begrænsning af gennemsnitsspild i størrelsesorden: 3,5% – 5,0% (bemærk jo lavere denne spildværdi er, jo højere bliver anlægsprisen og at sammenhængen er ikke lineær).

I tillæg til acceptkravet skal spildet monitoreres og entreprenøren skal som en del af sit tilbud vedlægge dokumentation for opfyldelse af kravet, herunder angive hvilke tiltag der kan iværksættes hvis acceptkriteriet (mod forventning) overskrides under udførelse.

I miljøfølsomme områder tæt på Natura 2000 områder og/eller langs med kysten forventes det at kravet til spild skærpes således, at der tillades mindre spild end gennemsnittet, hvilket er særligt aktuelt for nærværende projekt idet alle områder langt fra kysten er Natura 2000 område inden for forundersøgelingsområdet. Disse forhold forventes undersøgt, som en del af miljøundersøgelserne i denne fase.

Arbejdspladsarealer

Det vurderes, at der ikke er mulighed for at etablere store sænketunnel eller bro elementproduktionspladser i umiddelbar nærhed af korridorerne. Elementer forudsættes derfor produceret på miljøgodkendt produktionsplads andetsteds. For sænketunnelementerne vil det være ved udnyttelse af elementproduktionspladsen for Femernprojektet i Rødby. Dette kan også være en mulighed for broelementerne. Ligeledes forventes betonsegmenter for boret tunnel at blive støbt andetsteds og sejlet/kørt til arbejdspladsen, hvor boremaskinerne starter fra.

Der vil dog for alle tre teknologier (bro, sænketunnel og boret tunnel) være behov for arbejdspladsarealer tæt ved ilandføringspunkterne, dels af hensyn til opførelsen af konstruktionerne på land (endevederlag, tunnelportaler og -ramper), dels såfremt bropillerne nærmest kysten udføres in situ fra midlertidig arbejdsdæmning eller arbejdsbro og dels for servicering af de marine aktiviteter i brolinjen. På Als antages der for broløsningerne på ALA02 anlagt en permanent dæmning, frem til vanddybder på +6m til +8m. Herefter vil broelementer kunne flådes og løftes på plads. For ALA07 forudsættes broen ved Als afsluttet på land, for at minimere arbejde i de kystnære Natura 2000 beskyttede sandbanker. Tilsvarende gør sig gældende på Fyn for både ALA02, ALA05 og ALA07, grundet ønske om at minimere arbejde i kystskrænterne. I disse områder vil der være behov for enten arbejdsbro, arbejdsdæmning eller arbejdskanaler for anlæg broen. For nu forudsættes brug af arbejdsdæmning ved Fyn og arbejdsbro ved Als, hvorfor kun disse løsninger ønskes miljøvurderet for broløsningerne.

Som en konservativ antagelse vil disse arbejdspladsarealer indeholde blandestation til fremstilling af in-situ beton for udførelse af anlæggene på land og in-situ dele på vand; men betonen vil også kunne fremstilles hos eksisterende betonleverandører og føres til pladsen eller til flåde med lastbiler. I begge tilfælde må der forventes støbninger med anvendelse af betonpumper og stavvibratorer. Blandestationen har et anslået vandforbrug på 100 m³/døgn med basis i værdi fra Storstrømsbroen.

I det nuværende stade har vi ikke tilstrækkelig detaljeret information til at kunne kvantificere ovenstående. Det er dog antaget at arbejdsdæmning vil være opbygget med perimeterdæmning som for kunstig ø og fyld er sand/grus uden nævneværdigt spild. Ved brug af arbejdsbro vil en sådan kunne etableres med pælefunderede dækelementer, der transporteres frem i faglange elementer.

Efter udførelse antages det at områderne anvendt til midlertidige arbejdspladser reetableres i henhold til overordnede lokalplaner for arealfunktion og landskab.

Skibstrafik

Den nuværende kommercielle skibstrafik forventes i store træk uændret i anlægsperioden; dog må mindre ruteomlægninger og tidsmæssige begrænsninger forventes under udførelsen af særligt kritiske broarbejder. Efter byggeriet må det antages, at færgefart mellem Bøjden og Fyns hav nedlægges.

I anlægsperioden vil der være ekstra sejlads omkring bro- og tunnellinjen af skibe som tilfører materialer til byggepladserne, samt af slæbebåde som bugserer pramme, broelementer eller tunnelementer samt nogle mindre fartøjer til transport af mandskab samt udførelse af miljøovervågning.

Transport af sænketunnelementer og store sænkekasser til brofundamenter udføres ved hjælp af store slæbebåde normalt brugt til store containerskibe og tilsvarende.

I tilfælde af at pillefundamenter og -skafter præfabrikeres på en produktionsplads udenfor arbejdsområdet, skal disse transporteres f.eks. på pram og placeres i brolinjen med flydekran eller et specialdesignet montagefartøj. Det samme gør sig gældende for brodragerer, hvis disse ligeledes som forventet præfabrikeres. Derfor vil der som minimum være sejlads af 1 stk. pillefundament eller sænkekasse, 1 stk. pilleskaft og 1 stk. brodrager for hvert brospænd. Derudover kommer transport af andre materialer, udstyr og mandskab, som er nødvendige for montagen.

Flydekraner og evt. specialdesignet montagefartøj vil sandsynligvis være selvdrevne, altså uden behov for bugserbåde, dog vil der være behov for fartøjer til udlægning af ankre m.m. Broelementer på pram og sænkerig til sænketunnelementer kræver et antal slæbebåde til transport og positionering. Antal og kapacitet vil afhænge af dimensioner på elementerne.

Afhængig af byggehastighed vil denne sejlads blive mere eller mindre frekvent, men hvis det antages, at der monteres et fag per uge, vil den ekstra sejlads være 1 stk. pillefundament, 1 stk. pilleskift samt 1 stk. brodrager per uge, samt nødvendig sejlads af hjælpefartøjer. For sænketunnel kan det antages at der sænkes 2-3 tunnelelementer per måned over en periode på 2 år.

Fri udgravning og dæmninger

Skråningsanlægget i udgravninger under vand er afhængigt af det udgravede materiales beskaffenhed. For sænketunnel er antaget et gennemsnitligt skråningsanlæg på 1:4 (se afsnit 5.1.1). For brofundamenter ved vanddybder < 15 m antages en væsentlig mindre dybde af afgravningerne, og der er valgt et gennemsnitligt skråningsanlæg på 1:2 på Als siden, hvor der primært forventes at udgraves i moræneler, mens der for Fyn siden, hvor der forekommer gytje lag, er valgt et gennemsnitligt skråningsanlæg på 1:3

Ved etablering af bro på vanddybder under 4 m kan der, hvis etablering af interimisdæmning eller arbejdsbro bliver for omfattende, være behov for at udgrave 40-50 m brede arbejdskanaler parallelt med brolinjen for at sikre adgang for arbejdsfartøjer. Se afsnit 4.1.1.

Afgravning til brofundamenter og arbejdskanal er beregnet uafhængigt af hinanden og der er således ikke taget hensyn til overlap. Dette er berettiget med de grove antagelser, der er gjort.

I forbindelse med etableringen af en sænketunnel, forventes der ikke at være behov for arbejdskanaler. Udgravningen til selve sænketunnelen vil være tilstrækkelig stor til at der vil være plads til de arbejder der skal udføres fra arbejdsfartøjer.

Installation af pæle

Rammede præfabrikerede betonpæle kan anvendes på flere måde i forbindelse med fundering af både sænketunnel og brofundamenter:

- Alm. pælefundering (hvor pæle og fundament støbes samme)
- Sætningsreducerende pæle under præfabrikerede brofundamenter
- Sætningsreducerende pæle som jordforbedring under f.eks. sænketunnel (vurderes på baggrund af geofysik udført i 2023 ikke længere relevant)

På nuværende tidspunkt findes der kun begrænsede informationer om geotekniske forhold langs korridoren og derfor tages der udgangspunkt i installation af standard præfabrikerede betonpæle med dimensionerne: 0,4 m x 0,4 m x 18 m for broløsningerne og 0,4 m x 0,4 m x 12 m for sænketunnelløsningerne. Antal og indbyrdes afstand vil variere afhængig af anvendelsesmåder og belastning.

Det vurderes, at selve rammearbejdet for installation af en standard pæl kan gennemføres på ca. 3 timer, svarende en gennemsnitlig installationshastighed på ca. 10 min pr meter. Ud over selve rammearbejdet skal der medtages tid til flytning af fartøjer, rammegrej samt at løfte og klargøre pælene til installation. Der kan være op til 4 rammemaskiner i gang på samme tid. 2 maskiner pr. fundament.

For informationer om borede betonpæle eller rammede stålrørspæle henvises til afsnit 5.2.2 Højt pæleværk – Bro (%BB02).

For informationer om sætningsreducerende pæle henvises til afsnit 6.1.3 Sætningsreducerende pæle (%UVC).

Støj- og lysgener

Elementmontage og sænkning af tunnelelementer antages at foregå i dagslys; men vil kunne trække ud, og for ikke at afbryde en operation kan det komme på tale at fortsætte ind i aftenen og natten. Det antages at der af hensyn til selve udførelsen vil være et ønske om at støbning af bropiller kan foregå i døgndrift, hvorfor der vil være støj og projektørlys i arbejdsområdet.

For sænketunnel etableres der ramper og portaler ved de to tunnelender disse udføres som in-situ støbte konstruktioner i åben udgravning, rampen ved Fynshav planlægges anlagt i en dæmning langs færgehavnen, mens der ved Fyn etableres midlertidige dæmninger til etablering af cut & cover, men selve rampen anlægges umiddelbart bag kystlinjen. Den første af disse byggepladser vil skulle etableres tidligt for at kunne modtage de første sænketunnelelementer og arbejdet vil derfor sandsynligvis foregå i døgndrift og der vil således være belysning i denne fase, spunsramning og tilsvarende støjende arbejder vil kunne begrænses til dagtimerne.

Grundet det store antal bro- og tunnelelementer må det antages, at montage af broelementer vil foregå i døgndrift for at begrænse den totale byggetid, hvorfor arbejdspladsen vil være belyst som nødvendigt. Dette gælder for montage af broelementer til lavbroerne og for montage af en eventuel skråstagsbro i særdeleshed.

Sænkning af tunnelelementer forventes at kunne foretages på alle tider af året. Det må dog forventes at sænkning indstilles i perioder med kraftig blæst eller tåge jf. risiko for sejlads.

Boret tunnel forventes udført fra en arbejdsplads på den ene side, med en TBM per rør, så i alt to maskiner. Antaget fremdrift til byggetid er ca. 280-315 m per måned. Tunnelboring vil foregå i døgndrift året rundt.

Dobbelt boble gardin og Hydro Sound Damper

I forbindelse med nedramning af stålør til højt pæleværk, spuns og jordforstærkning kan det forventelig være en mulighed at anvende hhv. dobbelt boble gardin og/eller Hydro Sound Damper til reduktion af støjdbredelse.

Fra offentligt tilgængeligt materiale, er det fundet, at det er muligt at benytte dobbelt boble gardin og Hydro Sound Damper på vanddybder op til 40 m. Projektet har ikke undersøgt i detaljer om nævnte tiltag kan benyttes under de aktuelle forhold på lokaliteten. Dette skal undersøges nærmere i en kommende fase af projektet såfremt miljøundersøgelserne vurderer, at støjreducerende tiltag er nødvendige.

5.1 Terræn konstruktion (%BA)

I dette afsnit beskrives de forskellige ydre rammer for en tunnelløsning, som kan bestå af:

- Direkte funderet tunnel (%BA01)
- Boret tunnel
- Dæmning

For både en sænketunnel og en boret tunnel etableres der cut & cover tunneler og åbne ramper i begge ender. Disse udføres i åben udgravning eventuelt suppleret med sekantpælevægge, slidsevægge eller spunsvægge. For sænketunnel graves tunnelrenden efterfølgende frem til cut and covertunnelen hvorefter første sænketunnelelement sænkes og tilsluttes til cut and covertunnelen. Nødvendighed og omfang af eventuelle afværgeforanstaltninger imod støj forventes at kunne blive indarbejdet i de fleste løsninger, men vil afhænge af de specifikke forhold omkring løsningen.

5.1.1 Direkte funderet tunnel (%BA01)

Forskellige forhold for en direkte funderet tunnel med henblik på miljøundersøgelserne præsenteres i dette afsnit.

Fysisk udformning af renden til sænketunnel elementer (tværsnitsareal)

Inden sænketunnel elementerne nedsænkes, udgraves en rende hvori elementerne kan placeres. Renden kan enten designes til at hele sænketunnelen nedgraves, så den endelig havbundskote over sænketunnelen er uændret eller den kan designes til at sænketunnelen kun nedgraves delvist. Fra et miljøteknisk perspektiv, vil løsningen hvor sænketunnelen nedgraves helt, være værst for udgravningsmængden, mens løsningen hvor sænketunnelen kun nedgraves delvist vil være værst for blokeringen af gennemstrømningen. På nuværende tidspunkt er det antaget at sænketunnelen nedgraves helt, da det er mest kritisk for udgravningsmængden og dermed omfanget af sedimentspild. Korridoren vil dog kunne optimeres for at reducere udgravningsmængderne, ved at ændre placeringen af specialelementer og ved at lade tunnelen være delvis nedgravet. Sænketunnelen antages at skulle funderes på intakte senglaciale eller ældre aflejringer og derfor vurderes en delvis nedgravet sænketunnel kun at kunne blive aktuel ved ilandføringerne hvor vanddybden, og derved også mængden af postglaciale aflejringer, er mindst.

Den endelige udformning af renden til sænketunnelen afhænger også af den valgte vejløsning. På GIS kortet er udgravningsprofilen for en 2+2 vejløsning vist, da det betragtes som det mest konservative valg for både udgravningsmængder og blokeringseffekten. Afgravningsmængder for basistværsnittet samt de to lidt større tværsnit er vist i Bilag 2.

Udgravningsprofil anlægges med skråningsanlæg 1:4 og skal anses som en gennemsnitsantagelse. I de øverste jordlag, omkring havbunden, forventes det at blødere jordlag vil forefindes, og anlægget derved skulle være fladere. I den dybe del af renden kunne anlægget i de forventelige stivere jordlag, i den endelige udformning, være stejlere. Det forudsatte trapezformede tværsnit med anlæg på 1:4 forventes at give et rimeligt centralestimat på den samlede udgravningsmængde. For løsningen hvor sænketunnelen nedgraves delvist, antages anlægget af fyldmaterialer over eksisterende havbund at være 1:3.

Udgravet materiale fra renden forventes, set ud fra et bæredygtighedsperspektiv genanvendt i størst muligt omfang, hvor dette er muligt, rentabelt og/eller ønskeligt. Det antages at dele af udgravet materiale fra rende til sænketunnel vil kunne indbygges i evt. kunstig ø hvis en kombineret bro/tunnelløsning vælges.

Udgravningen af tunnelrenden udføres med store fartøjer og udføres derfor som én samlet operation, såfremt dele af det opgravede materiale skal genanvendes som fyld, vil det skulle placeres i et mellemdepot. Placeringen og muligheden af et sådant er ikke undersøgt.

Sænkning af elementet og tilbagefyldning

Tilbagefyldning under, omkring og over tunnelen skal bl.a. sikre tunnelen imod skibsstød og ankerkræfter fra skibsankre. Tilbagefyldning kan opdeles i 2 grupper:

"Locking fill" (fyld for sikring mod opdrift) som har til formål at sikre tunnelens position og stabilitet. Tilbagefyldsmaterialet omkring sænketunnel vil bestå af normal forekommende velgraderet grus materialer eller stenmaterialer, der placeres med grab eller gravemaskine omkring sænketunnelen uden komprimering. Operationen vil blive skånsomt udført, da man ikke vil beskadige tunnelementerne.

"Protective material" (stenbeskyttelse) som har til formål at beskytte tunnelen imod påvirkninger fra skibsankre, skibsstød, fisketrawl og lignende. Tunnelbeskyttelsen bygges op over tilbagefyldsmaterialet placeret i renden med tilstrækkeligt dimensioneret filterlag imod den øverste beskyttelse, hvis stenstørrelse vil afhænge af strøm og bølgeforhold, vanddybde og muligheden for erosion fra skibes propeller.

Ovenstående tager udgangspunkt i erfaringer fra lignende sænketunnelprojekter. Locking fill forventes at bestå af materiale, som ikke giver anledning til større spild, såsom sand, grus eller ral, samt sten. Tilbagefyldning vil foregå successivt og umiddelbart efter installation af det enkelte tunnelement.

Tilbagefyldsoperationer vil varetages parallelt med sænketunneloperationer over en periode på 3 år.

Geologisk information for området

Som beskrevet tidligere træffes der ved havbunden 10 m til 15 m postglaciale marine aflejringer, primært gytje og ler. Under de postglaciale aflejringer træffes funderings egnede aflejringer af enten sen-glacialt ler eller moræne aflejring. Der er truffet plastisk Lillebæltsler syd for Søndre stenrøn.

Fysiske egenskaber for bund langs korridoren

Som beskrevet ovenfor er der ikke udført geotekniske undersøgelser for den fast forbindelse og derfor er materiale parameter for de aktuelle jordarter vurderet på baggrund af data fra andre projekter i det sydlige Lillebælt. For nærmere information om de ingeniørmæssige vurderinger udført for at fastlægge foreløbig styrke og stivhedsparametre henvises til den geotekniske vurderingsrapport.

Udgravning

På Femern tunnel er det antaget at udgravning af rende til sænketunnelen foretages over en periode på 18 måneder. Præcisionsudgravning kan forventes lige inden placering af gruslag og tunnelementer.

Udgravning af renden må ikke planlægges til at vare i en alt for kort eller i en alt lang for tidsperiode, herved kunne produktionen ende med at påvirke enhedsprisen for udgravning. Udgravning af rende til sænketunnel udføres programmæssigt tidligere og uafhængigt af sænkning og tilbagefyldning af tunnel elementer, herved opnås optimal udnyttelse af udgravningsmateriel. Det kan ikke udelukkes at en finafgravning (på 1-2m) tidsmæssigt lige før placering af funderingslag og sænkning af tunnel elementer, vil være nødvendig bl.a. på grund af naturlig sedimentation og/eller præcision af udgravningsmateriel.

Udgravning forventes at blive udført alene eller i en kombination af trailing suction hopper dredgers for produktionsudgravning i blødere aflejringer tæt på havbund, back-hoe dredgers og clamshell dredgers til produktions- og præcisionsudgravning af dybere og stivere aflejringer og mindre produktive grab- og/eller gravemaskiner ved kystnære og/eller i mere miljøfølsomme områder.

For al udgravning antages der skånsom udgravning hvor det er nødvendigt, ellers billigst og hurtigst i denne prioritetsrækkefølge og naturligvis indenfor budget og tidsplan.

Det forventes at der skal anvendes meget stort udgravningsudstyr (dredging vessels), dvs. udstyr med kraft installeret (power installed) omkring 20.000-25.000 kW. Denne type udstyr forventes at påvirke med et støvniveau (source level) i størrelsesorden 120-180 dB (dette støjniveau bør blive verificeret).

Støj fra den marine arbejdspladstrafik (dvs. slæbebåde, transport af diverse materialer og personer, pramme osv.) vil være af væsentlig mindre karakter end støj fra udgravningsudstyr (dredging).

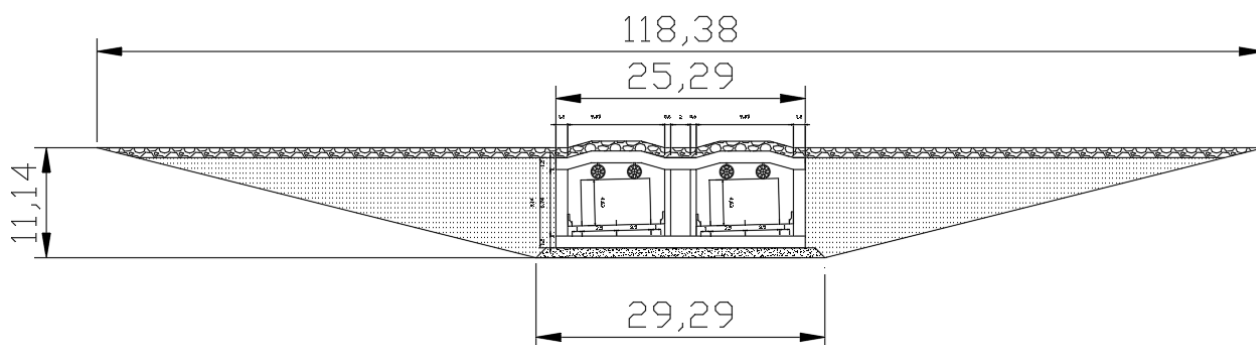
Der vil være byggepladser omkring tunnel portaler for alle tunnel løsninger på alle landfæster.

Side-cast

Anvendelse af side-cast kan være en muligvis være mulighed for at reducere mængden af materiale der skal transporteres væk. Rambøll har på nuværende tidspunkt ikke kendskab til andre projekter i Danmark, hvor side-cast er anvendt.

5.1.1.1 Helt nedgravet (%BA01.01)

Sænketunnelen kan vælges helt nedgravet, hvis der fx er udfordringer med blokerings-effekten, eller hvis man herved opnår tilstrækkelig god fundering. Et muligt tværsnit af en helt nedgravet løsning for en 2+2 vejløsning er vist i Figur 5-4.



Figur 5-4 - Udgravnings rende for løsningen hvor sænketunnelen nedgraves helt. Denne løsning er for en 2+2 vejløsning.

Volumener for afgravningsmængden og tilbagefyldning for tværsnittet i Figur 5-4 er givet i Tabel 5-2. Spildmængden for den åbne udgravning og til det udgravede materiale er placeret på prammen antages at være 5 %. Materialet som anvendes ved tilbagefyldning forventes at være uden et større indhold af silt og ler, det forventes derfor at sedimentspildet er relativt lavt.

Tabel 5-2 - Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

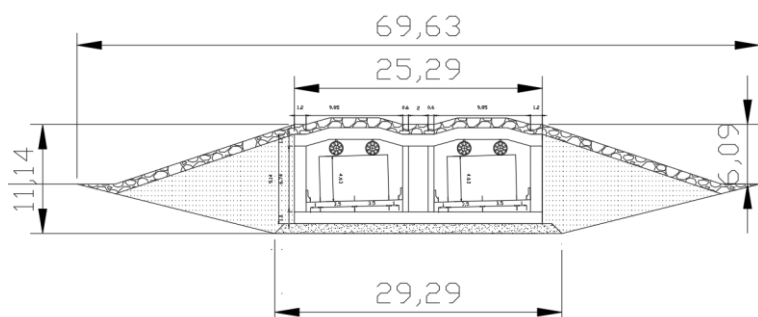
Afgravningsmængde	Spildmængde (5 %)	Tunnel volumen	Tilbagefyldning til oprindeligt havbunds niveau
Per km	Per km	Per km	Per km
m ³	m ³	m ³	m ³
822.700	41.140	231.151	591.600

Da der er flere geometriske krav til den vertikale korridor, vil det sjældent være muligt at placere sænketunnelelementerne således at de kun akkurat er helt nedgravet. Udgravningsmængderne som er bestemt ud fra de reelle vertikale korridorer for de tre forskellige horisontale korridorer ALA01, ALA04 og ALA05 er givet i Bilag 2.

5.1.1.2 Delvist nedgravet (%BA01.02)

Det har i løbet af forundersøgelsen vist sig, at det ikke er relevant at undersøge løsningsvarianten af sænketunnelløsningen, hvor sænketunnellen er delvist nedgravet. Dette skyldes at de bæredygtige aflejringer i store dele af undersøgelsesområdet er beliggende typisk 5-10 m og op til 15 m under havbunden.

Det kan vælges at etablere sænketunnelen delvist nedgravet. Ved denne løsning reduceres udgravningsmængderne, men blokerings-effekten vil være større. Der kan dog være behov for ekstra fundering på dele af strækningen, grundet sætningsgivende lag. Et eksempel på et tværsnit af en delvist nedgravet løsning er vist i Figur 5-5.



Figur 5-5 – Udgravningsrende for løsningen hvor sænketunnelen kun nedgraves delvist. Denne løsning er for en 2+2 vejløsning.

Volumener for afgravningsmængden og tilbagefyldning for tværsnittet vist ovenfor er givet i Tabel 5-3. Spildmængden for den åbne udgravning og til det udgravede materiale er placeret på prammen antages at være 5 %.

Tabel 5-3 – Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

Afgravningsmængde	Spildmængde (5 %)	Tunnel volumen	Tilbagefyldning	Volumen over havbund
Per km	Per km	Per km	Per km	Per km
m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
287.250	14.400	231.151	290.040	234.000

5.1.2 Boret Tunnel (%BA02)

Boret tunnel forventes udført fra en arbejdsplads på den ene side, med en TBM per rør, så i alt to maskiner. Antaget fremdrift til byggetid er 280-315 m per måned. Tunnelboring vil foregå i døgndrift året rundt.

Cut & cover tunnel vil grundet dybden af den borede tunnel være længere end cut & cover tunnel i forbindelse med en sænketunnel.

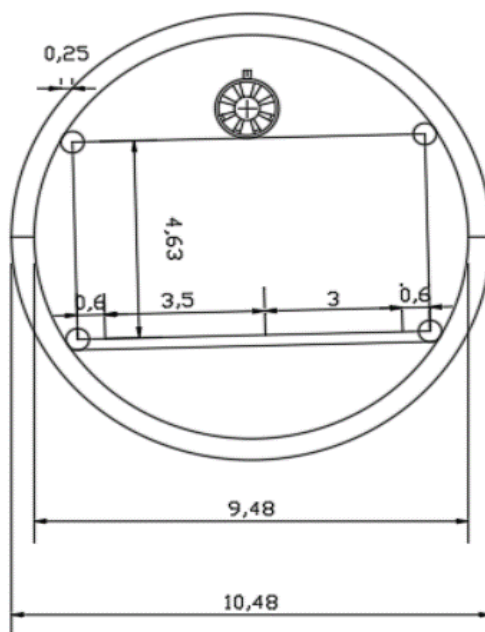
Det må antages at byggeplads for boret tunnel og cut & cover tunnel vil have påvirkning på støj og lys i og omkring byggepladsen.

Udgravning, armerings-, formarbejder, støbning og afsluttende arbejder af cut & cover tunnel og ramper tænkes udført over en periode på 2-3 år. Cut & cover tunnel på den side, hvor der bores fra, forventes at ligge på tidsplanens kritiske sti, og vil derfor være en af projektets første aktiviteter. Der vil være adgang til tunnelen fra denne side indtil åbning dvs. i stort set hele byggeperioden på ca. 7 år.

For den borede tunnel forventes der ikke at være noget sedimentspild, da der ikke udføres nogen udgravning under vand. Der forventes heller ikke sedimentspild ved transport af tunnelmuck, da der på land vil anvendes lukkede lastbiler til transport og på vand lukkede pramme fra tunnelarbejdspladsen til det endelige deponi.

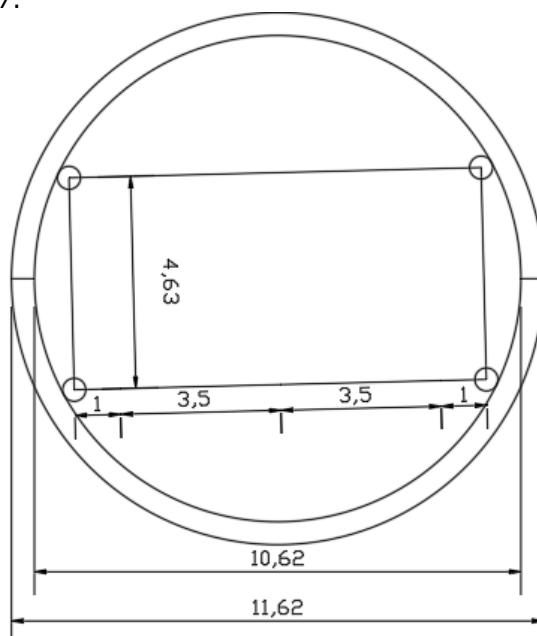
Elementer for foring af tunnelen vil blive produceret på en fabrik og fragtet til borebyggepladsen, tunnelmuck vil skulle håndteres fra borebyggepladsen.

Et tværsnit af et ud af to rør for en boret tunnel for basistværsnittet er vist i Figur 5-6.



Figur 5-6 - Tværsnit, for et ud af to rør, af en mulig tunnelløsning for basistværsnittet.

Alternativt til basistværsnittet undersøges yderligere to større tværsnit. Det største af de to tværsnit, Alternativ 2, er vist i Figur 5-7.



Figur 5-7 - Tværsnit, for et ud af to rør, af en mulig tunnelløsning for tværsnittet for Alternativ 2.

De boret volumener er givet i Tabel 5-4 for en 2+2 vejløsning for to rør.

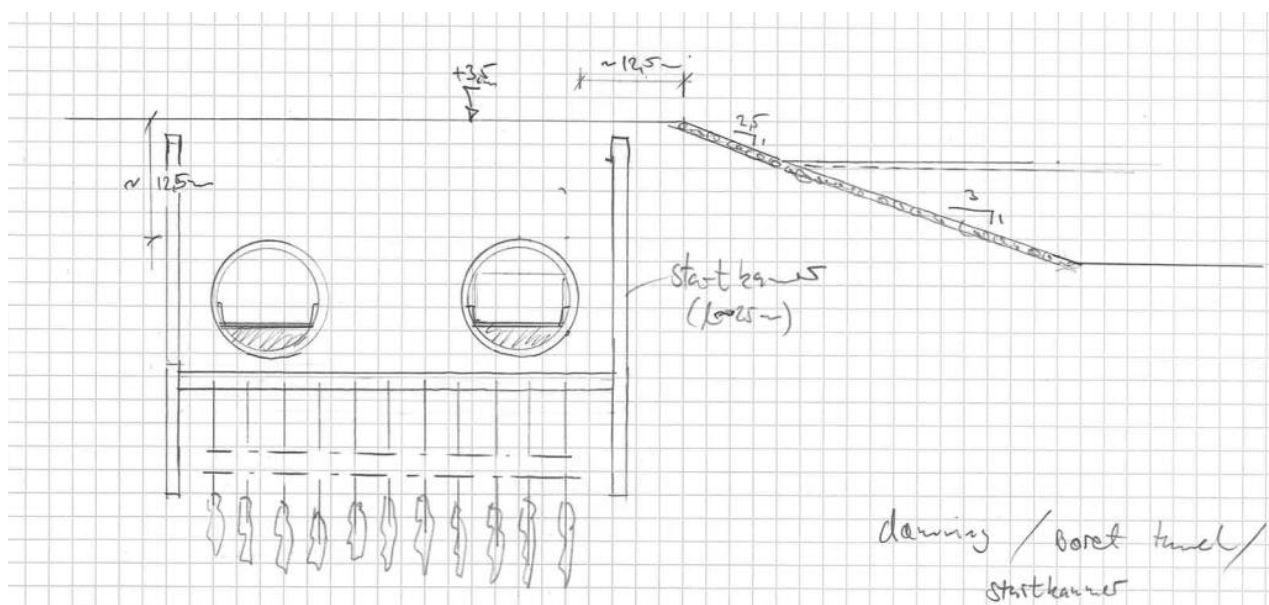
Tabel 5-4 - Boret volumener for en 2+2 vejløsning.

Boret volumen [m ³ /km]	
Basistværsnit	Tværsnit for Alternativ 2
172.600	212.100

5.1.3 Dæmning (%BA03)

Der anlægges dæmninger i en række af løsningerne, disse anlægges som ydre stendiger med indre opfyld af grus eller lerfyld, der etableres efterfølgende byggegrube for rampe og cut and cover tunnel i dæmningerne. Der anvendes også dæmninger under vand ved overdækning eller ballastering af tunnelkonstruktioner. Ved den kombinerede bro-tunnel etableres øen ved overgangen også som en dæmning som beskrevet i afsnit 4.3.

En skitse af en dæmning, som i dette tilfælde etableres inden startgruben for den boret tunnelloøsning etableres, er vist i Figur 5-8.



Figur 5-8 - Skitse af en startgrube for en boret tunnelloøsning.

Placeringen og dimensioner af dæmningerne for alle tunnel- og broløsninger fremgår af WEB-GIS kortet.

Dæmningerne ud for Als forventes at konstrueres på samme måde som resten af dæmningerne som beskrevet i starten af afsnittet og som vist i Figur 4-12.

Der forventes ikke at skulle rammes spuns i vandsøjlen, da den afskærmende spuns installeres i midten af dæmningerne. Der forventes ikke støj i vandet fra rammeaktivitet, da opbygningen af dæmningerne forventes at "isolere" for støjen.

Alle de ovennævnte materialer er relativt rene, og uden et større indhold af silt og ler, det forventes derfor at sedimentpildet ved dæmningernes etablering er relativt lavt.

5.1.3.1 Over vand (%BA03.01)

Dæmninger etableres med ydre stendiger med top i kote +4m og med sidehældning på 1:2,5. Før etablering af byggegrube inde i diget kan der rammes/vibreres en perimeterspuns for at reducere vandindstrømning til byggegruben.

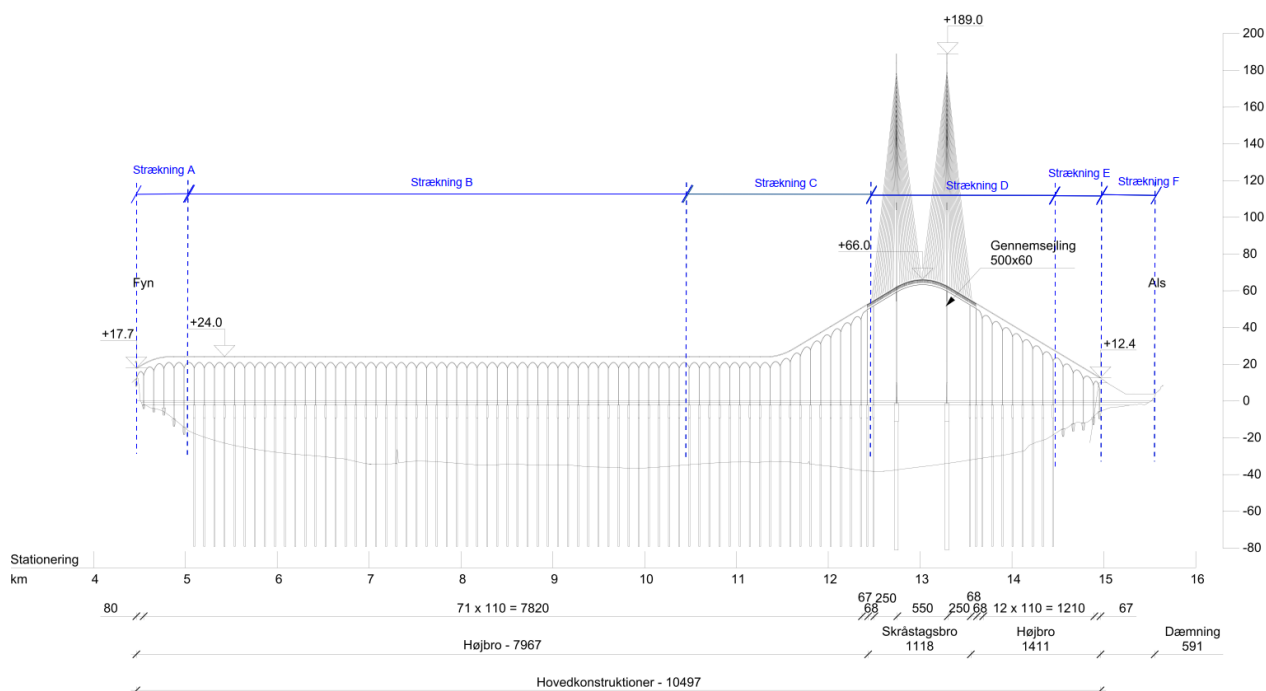
5.1.3.2 Under vand (%BA03.02)

Under vand etableres dæmningen tilsvarende som for delvist nedgravet sænketunnel idet kernen i dæmningen enten kan være en sænketunnel eller fyldjord som ballast for en boret tunnel løsning. Der anvendes sidehældning 1:3, højden og bredden af dæmninger vil variere.

5.2 Fundaments konstruktioner (%BB_)

På nuværende tidspunkt vurderes det, at en broløsning vil omfatte følgende funderingsmetoder:

1. Direkte fundering (ingen pæle)
2. Direkte fundering m. jordforstærkning
3. Højt pæleværk



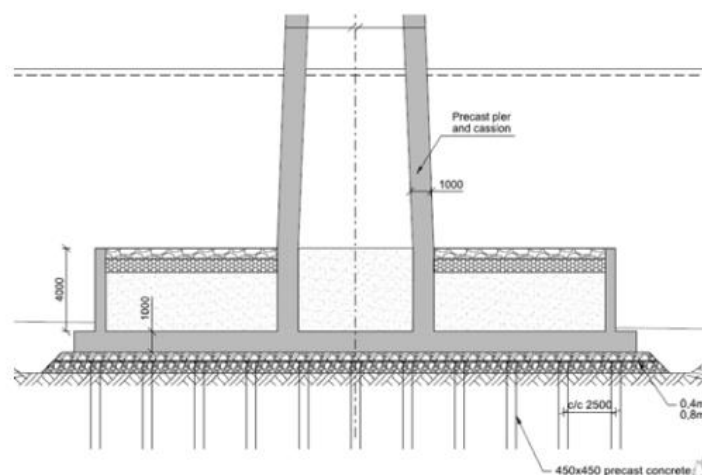
Figur 5-9 - Strækninger for de forskellige funderingsmetoder. Strækning C gælder kun ALA02 og ALA05. Strækning F gælder kun ALA02.

5.2.1 Direkte funderet - Bro (%BB01)

Nærmest land ved Fyn (strækning A Figur 5-9) forventes det for ALA02, at broen kan funderes direkte på moræne. Dette betyder, at der ikke skal installeres pæle i dette tilfælde. For ALA07 vil nogle af fundamentene kunne anlægges direkte på moræne. Fundamenter og pillerkafter vil i dette område sandsynligvis skulle etableres, som enten in situ støbte konstruktioner fra midlertidig dæmning eller interimsbro, eller ved etablering af en arbejdskanal med en vanddybde på ~6m således at præfabrikerede fundamenter (caissoner+pillerkaft) kan fås på plads. Hvis fundamentene in-situ støbes betyder dette, at der vil skulle etableres en vandtæt og tør spuncelle (kofferdam). Det vurderes, at det tager ca. 3 døgn

at installeres én spuncelle. Ramme- og/eller vibrationsarbejdet vurderes at kunne udføres på ca. 25 timer (ca. 4 lbm. pr time).

Ved Als (strækning E Figur 5-9) forventes broen tilsvarende at kunne funderes direkte på moræne for ALA02. For ALA07 vil nogle af fundamentene kunne anlægges direkte på moræne. Ved Als forventes det at der for ALA02 etableres en permanent dæmning (Strækning F Figur 5-9) indtil vanddybder på +6 m opnås. Dette betyder at præfabrikerede fundamenter (caissoner+pilleskaft) kan flådes på plads. For ALA07 vil fundamenter og pilleskafter sandsynligvis skulle etableres, som enten in situ støbte konstruktioner fra midlertidig dæmning eller interimsbro, eller ved etablering af en arbejdskanal med en vanddybde på ~6m således at præfabrikerede fundamenter (caissoner+pilleskaft) kan flådes på plads.



Figur 5-11 - Direkte fundering med jordforstærkning og præfabrikerede elementer eller in situ støbning.

5.2.2 Højt pæleværk – Bro (%BB02)

Højt pæleværk – Funderingstype 2

Den overordnede geologi langs de udvalgte korridorer er bestemt på baggrund af den indledende geofysiske undersøgelser udført i 2023, se afsnit 2.1. Hvor vanddybden er mere end 15 m ved strækning B, C og dele af D forventes det at broens underbygning kommer til at bestå af enten borede betonpæle eller rammede stålørspæle, eller en kombination af disse, begge med diameter i størrelsesordenen 2 til 3 meter.

På størstedelen af strækningen B, C og D træffes der ved havbunden postglaciale marine sedimenter, primært gytje og organiskholdet ler. Under de postglaciale aflejringer træffes generelt intakt senglaciale eller glaciale aflejringer. For ALA02 træffes der Syd for Sdr. Stenrøn (Strækning C) Lillebæltsler ca. 10 m under havbunden.

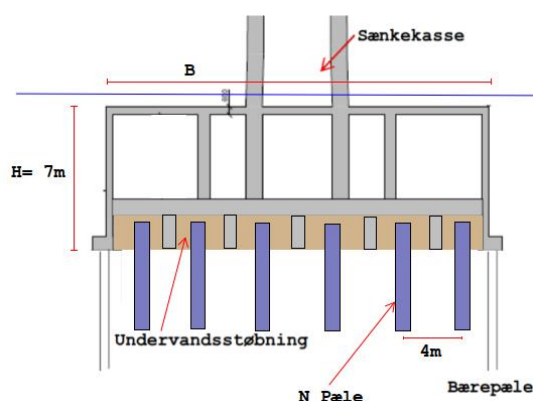
Da der ikke er udført geotekniske undersøgelser til bestemmelse af styrke- og stivhedsparametre for de intakte aflejringer er det på nuværende tidspunkt ikke muligt endeligt at bestemme hvilken funderingsmetoder der er mest optimal, udførelsesmæssigt, økonomisk eller miljømæssigt. På nuværende tidspunkt antages det at pælene installeres som borede betonpæle, dog med stål-casing til arbejdsplatformen over vandoverfladen.

Det vurderes på nuværende tidspunkt, at der kan installeres ca. 2 stålørspæle/casing pr. døgn, inkl. udpumpning. Heraf vurderes det, at der vil være støj/vibrationer i ca. 5 timer pr. pæl.

Da der langs hovedparten af strækningen er vanddybder > 28 m er den mest sandsynlige fundering for størstedelen af broen et højt pæleværk med stålpæle.

5.2.2.1 Sænkekasse (%BB02.01)

På pæleværket kan der placeres en sænkekasse på etablerede bærepæle, hvor pæletoppe indstøbes i sænkekassen. Sænkekassen flådes på plads ved hjælp af slæbebåde. Konceptet er vist på Figur 5-12.



Figur 5-12 – Illustration af en sænkekasse.

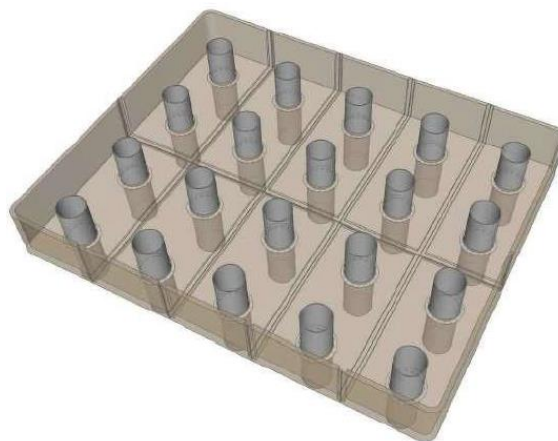
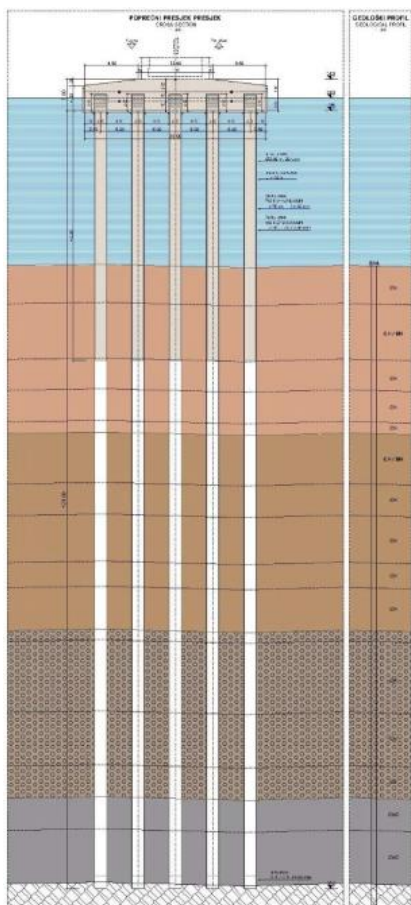
Der er ved mængdeberegninger for afgravninger (oprensning) af pæle antaget de mulige pælekonfigurationer, som er vist i Tabel 5-5.

Tabel 5-5 – Mulige pælekonfigurationer med højt pæleværk for forskellige fundamenter afhængig af placering. N giver antal pæle pr fundament. n x m er pæle mønsteret, hvor n er antal pæle i bredderetningen og m antal pæle i længderetningen. B er bredden af fundament i planen, og defineres ved dimensionen af fundamentet i broens længderetning. L er længden af fundamentet i planen, og defineres ved dimensionen af fundamentet på tværs af broens længderetning. I bilag 3 fremgår stationeringen af hver pælegruppe.

Højt pæleværk	Antal Pæle pr. fundament N	Pælediameter [m]	n x m mønster B x L		B [m]	L [m]	A [m ²]
			n	m			
Bjælkebro (Strækning B)	9	2	3	3	15,5	15,5	240
Bjælkebro (Strækning C)	16	2	4	4	21,5	21,5	462
Bjælkebro (Strækning D)	9	2	3	3	15,5	15,5	240
Skråstagsbro (Gennemsejling syd) – Pylon (Strækning D) - ALA02	42	3	7	6	59,4	50,4	2994
Skråstagsbro (Gennemsejling syd) – Pylon (Strækning D) - ALA07	28	3	7	4	59,4	32,4	1925
Skråstagsbro (Gennemsejling syd) – Ankerpille (Strækning D)	9	2	3	3	15,5	15,5	240
Fri-frembygget bro (Tilvalg) – Monolitisk bropille ved hovedfag	15	3	5	3	34,4	19,4	667
Frit-frembygget bro (Tilvalg) – Bropille ved nabofag	16	2	4	4	21,5	21,5	462

5.2.2.2 In-situ støbt fundament (%BB02.02)

På pæleværket kan der etableres en kofferdam for in-situ støbt base for piller eller pylon. Konceptet er vist på Figur 5-13.



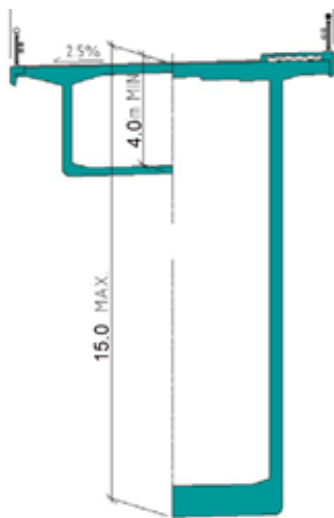
Figur 5-13 – Illustration af et høje pæleværk med in-situ støbt base.

Den in situ støbte base kan være med overkant over eller lige under vandet.

5.3 Dækkonstruktion (%BC_)

5.3.1 Beton dæk (%BC01)

Betonkassedrager vil for de valgte spændvidder typisk være med variabel højde, se figur 4-2 og 4-3 med ensformigt eller tagformet tværfald, se Figur 5-14 herunder samt Figur 5-15.

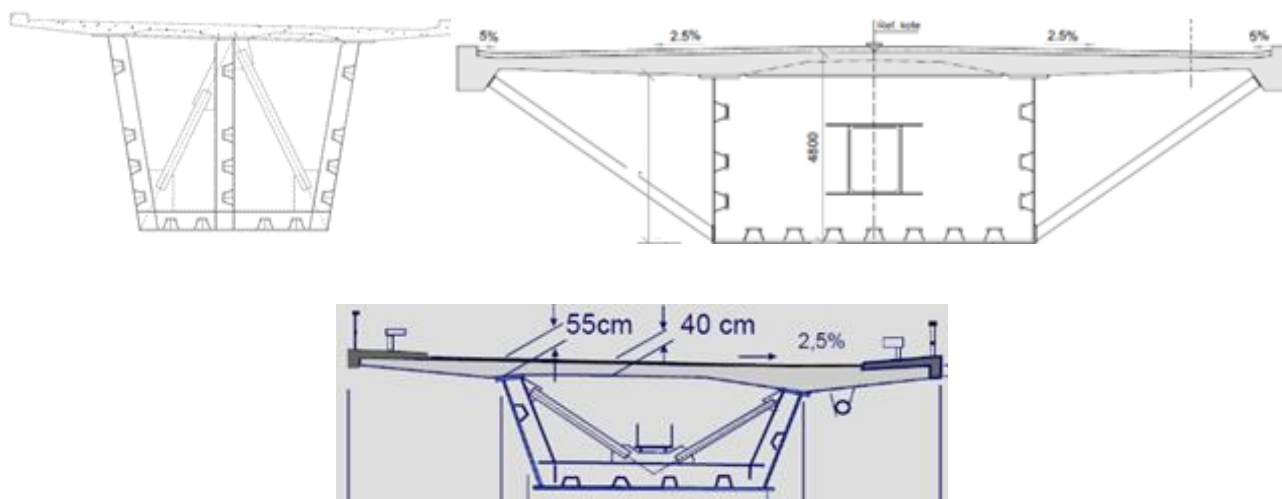


Figur 5-14 – Typisk tværsnit for bjælkebro ved gennemsejlingsfag.

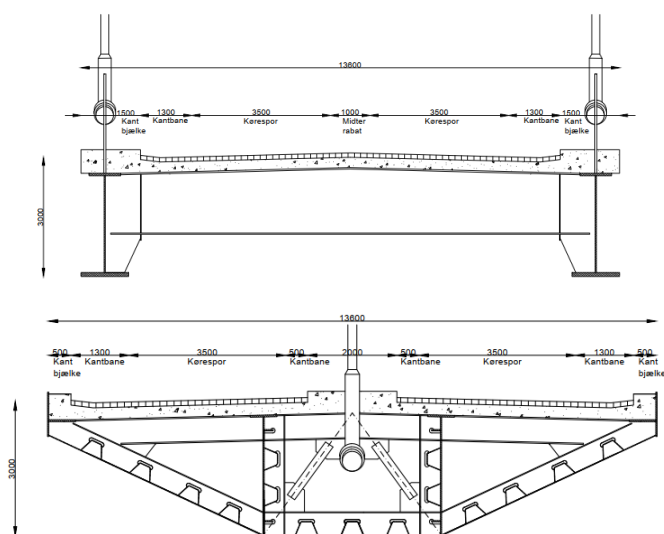
5.3.2 Komposit dæk (%BC02)

Kompositkassedrager vil for de valgte spændvidder typisk være med konstant højde, se figur Figur 4-4 med ensformigt eller tagformet tværfald, se Figur 5-15. Tværsnittet vil være med et ståltrug med påstøbt betondæk, med eller uden tværafstivningsstag afhængig af den nødvendige tværsnitsbredde, se Figur 5-15 herunder.

Tværsnit for skråstagsbro løsningen vil være kompliceret af behovet for indfæstning af skråstagene i et eller to kabelplaner afhængig af kørebaneconfigurationen. Haves to ydre kabelplaner forudsættes et tværsnit opbygget af to langsgående ståldragere forbundet af tværbjælker og et betondæk, hvorimod haves der kun et enkelt centralt kabelplan bør tværsnittet opbygges af et ståltrug med et betondæk, se Figur 5-16



Figur 5-15 – Typiske tværsnit ved kompositbjælkebroer



Figur 5-16 – Typiske tværsnit skråstagsbro

6. Komponent

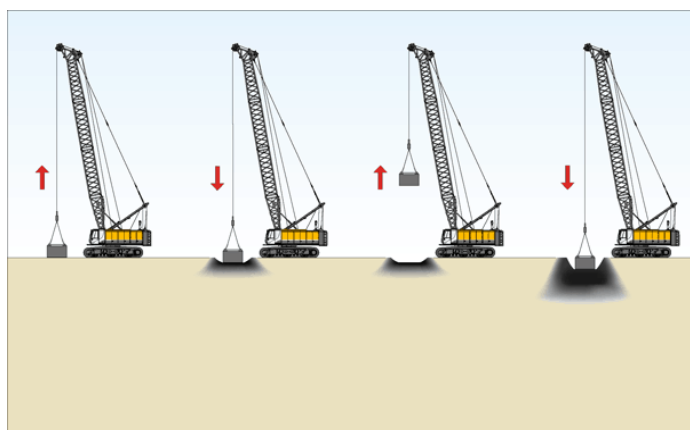
6.1 Jordforbedring (%UV_)

I tilfælde af at jorden ikke har den nødvendige styrke og/eller egenskaber, er det vurderet at nedenstående metoder kan benyttes til jordforbedring.

- Vibrationskomprimering (%UVD)
- Dybdekomprimering (%UVA)
- Sætningsreducerende pæle (%UVC)
- Jordblanding (%UVB)

6.1.1 Dybdekomprimering (%UVA)

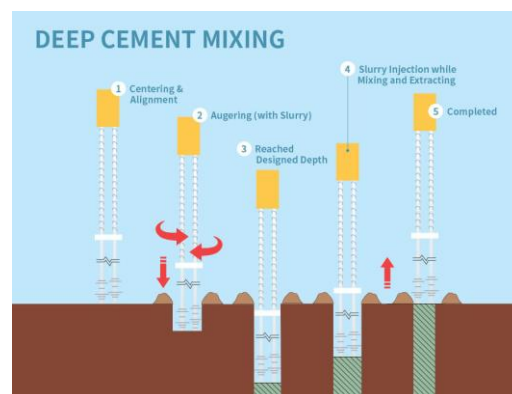
Dybdekomprimering består af en dynamisk jordkomprimering, som bruges til at forbedre lejringstætheden af ikke-kohæsiv jord (sand og grus). En tung, faldende vægt lades gentagne gange falde fra stor højde på den jord, der ønskes forbedret. Denne metode er kun anvendelig over vandspejlsniveau og vil derfor evt. kunne benyttes i kystnæreområder hvor der fyldes optil over til over vandspejlsniveau i Lillebælt.



Figur 6-1 - Illustration af dybdekomprimering.

6.1.2 Jordblanding (%UVB)

Hvis jorden ikke har de ønskede egenskaber, kan den blandes med et bindemiddel, som tilpasses afhængig af geologien. Forbedringen kan udføres ved at en roterende snegl føres ned i jorden som ønskes forbedret, samtidig med at der iblandes et bindemiddel. For kohæsive jordarter (ler) anvendes ofte kalk som bindemiddel og for ikke kohæsive jordarter (sand/grus) anvendes ofte cement som bindemiddel.



Figur 6-2 - Illustration af jordblanding.

6.1.3 Sætningsreducerende pæle (%UVC)

Nedenfor er det beskrevet at præfabrikerede rammede betonpæle anvendes som jordforstrækning på en ca. 2 km strækning øst for Als. Iht. den oprindelige geologiske tolkning træffes der under op til 10 m marine postglacial havbunds sedimenter, primært gytje, op til 20 m organistholdig postglacialt sand.

Som beskrevet i afsnit 2.1 viser den indledende geofysiske undersøgelser gennemført i 2023 at der i dette område under 5 m - 10 m marine postglacial havbunds sedimenter træffes 10 m - 20 m senglaciale aflejringer som underlejres af intakt glaciale moræne aflejringer. Dog træffes der Lillebæltssler syd for Sdr. Stenrøn. Det vurderes at sænketunnelen kan funderes på de intakte senglaciale aflejringer og derfor er forstærkningsprojektet beskrevet nedenfor ikke længere relevant. Beskrivelsen slettes ikke med gennemstreges og markeres med gråt (for at indikere at det ikke længere er relevant). Henvisninger til Design Basis og Zoner på det geologiske længdesnit referer til tidligere version.

Hvor der øverst træffes svage og sætningsgivende jordlag, kan bæreevnen øges og sætninger reduceres ved at installeres sætningsreducerende. Først bortgraves bløde organiske marine aflejringer, som fx gytje, hvorefter der udlægges et gruslag, som pælene så rammes ned igennem. Enten sænkes pælene til under toppen af gruslaget eller der lægges et nyt gruslag (som er helt jævnt), som elementerne sættes ovenpå, uden direkte konstruktionsmæssig forbindelse.

Hvis pælene skal anvendes som jordforstærkning for en sænketunnelløsning, antages det på nuværende tidspunkt at der kan anvendes pæle med dimensionerne 0,4 m x 0,4 m x 12 m. Præfabrikerede pæle som installeres under sænketunnelen anvendes udelukkende som sætningsreducerende.

Hvis præfabrikerede rammede pæle skal anvendes for en broløsning, forventes det, at de skal være længere end for en tunnelløsning, da de i denne løsning skal bære hele brokonstruktionen. Længden af pælene for en broløsning afhænger af udformning af broen og de geotekniske forhold, men det kan blive nødvendigt med væsentlige længere pæle som sagtens kan blive op til 20 m lange.

I området for den faste forbindelse er der gennemført en begrænset geofysisk undersøgelse for et højspændingskabel mellem Fynshoved og Horne Næs. Der er ikke gennemført geotekniske undersøgelser for den faste forbindelse. Kendskabet til informationer som jordbundsforhold, jordarter, lag tykkelser og materiale egenskaber der derfor meget begrænset.

På baggrund af de tilgængelige geofysiske og geotekniske informationer er der udarbejdet et foreløbigt geologisk længdeprofil (vedlagt Design Basis). Profilet viser, at der på store dele af tunnelstrækningen

træffes blød marine aflejringer (gytje) ved havbunden. Der kan ikke funderes på disse aflejringer og derfor forudsættes disse bortgravet. På størstedelen af strækningen forventes det at der under de bløde havbundsaflejringer træffes glaciale aflejringer hvorpå tunnelen kan funderes direkte. Men på en ca. 2 km strækning ca. 1,5 km fra kysten på Als (zone 8, 9 og 10 på det geologiske længdeprofil) forventes det, at der under havbundsaflejringerne træffes løst lejrede postglaciale sandaflejringer, som forventeligt også indeholder organiske aflejringer. På denne strækning vurderes det, at det er nødvendigt at forstærke undergrunden under tunnelelementerne og brofundamenterne.

Indledningsvist vurderes det, at der under tunnelelementerne skal installeres sætningsreducerende pæle i et net på 3 m x 3m. For et 20 m bredt tunnelelement installeres der 6 pæle pr tværs. På begge sider af tunnelelementerne fyldes der op med intakte sten og grus materialer og for at sikre, at disse materialer ikke sætter sig (og evt. trække tunnelen med ned). Yderligere vurderes det, at det også er nødvendigt med pæle under fylden. På dette indledende tidspunkt vurderes det, at der skal installeres 4 rækker pæle på hver side af tunnelelementerne. Pælene installeres i et net på 1,5 m x 1,5 m

Antallet af rammede pæle for en sænketunnelløsning bliver således:

Under tunnel:

$$6 \text{ stk} \times \left(\frac{2000 \text{ m}}{3 \text{ m}} \right) = 4000 \text{ stk}$$

Under locking fill:

$$2 \times 4 \text{ stk} \times \left(\frac{2000 \text{ m}}{1,5 \text{ m}} \right) = 21300 \text{ stk}$$

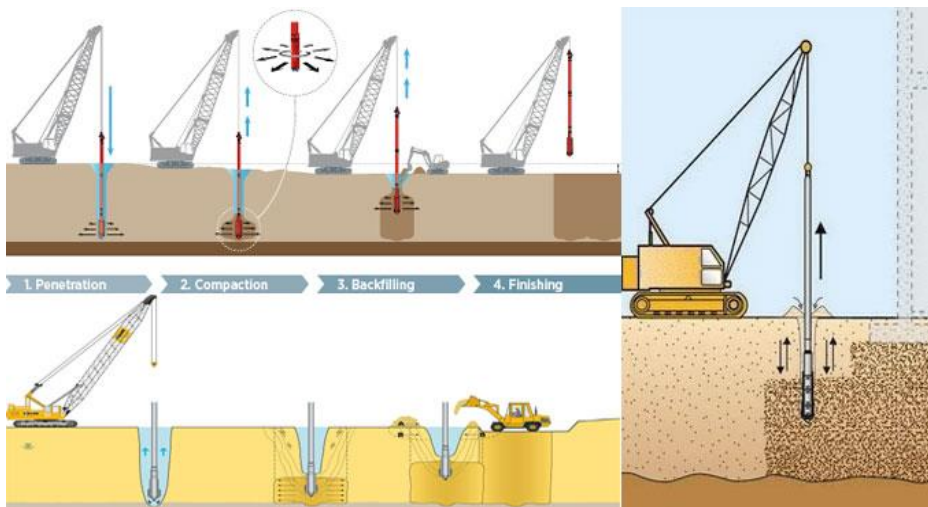
Dette resulterer i ca. 25.000 pæle totalt.

For en sænketunnelløsning forventes det, at der kan rammes 4-6 pæle per maskine per døgn under forudsætning af, at der er 24 timers drift. Hvis det antages at arbejdet maks. må tage 1,5 år vil der skulle installeres ca. 60 pæle pr. dag. Det må forventes at alle maskiner arbejder inden for ca. 0,5 km og at der derfor reelt er 4 sektioner på hele forstærkningslængden

Et groft skøn resulterer i en følgende antagelse; at det kræver 4-500 slag pr pæl (under forudsætning af nedsynkning grundet egenvægten og løst lejret sand — så i størrelsesorden 15-20 slag pr. 20 cm for mellem halvdelen og 2/3 af længden). Det kan antages, at en maskine af typen Junttan PMx 27 eller SHK 110, som er en almindelig onshore hammer kan benyttes, da det vurderes at dette set up har tilstrækkelig kapacitet — det skal selvfølgelig tilpasses til den store vanddybde og en meget lang forlænger/dykker skal benyttes da der rammes fra flåde og udgravede havbund forventes at være ca. i kote -50 m.

6.1.4 Vibrationskomprimering (%UVD)

Vibrationskomprimering benyttes i jord med ingen eller lav kohæsion, hvor en vibrator føres ned til ønsket dybde og komprimerer den omkringværende jord. Efter vibratoren er fjernet, vil der være sket en volumenreduktion af den nu forbedrede jord.



Figur 6-3 - Illustration af vibrationskomprimering.

7. Kombinationer

I dette afsnit præsenteres de forskellige kombinationer af "byggesten", samt deres udstrækning, som udgør nogle af de mulige løsninger for en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Udgravningsmængder også givet for hver løsning. Det er på nuværende tidspunkt, ikke specificeret, hvor det er nødvendigt med jordforbedring.

Definitionen på begreber som benyttes i nedenstående tabeller angives herunder.

Afgravningsmængden: Mængden som forventes at skulle graves væk fra havbunden.

Spildmængden: Den procentvise andel af afgravningsmængden som forventes, "tabt" under udgravningen og således ikke vil ende på en pram.

7.1 Løsning 1.1: Fynshav Vest – Horne Vest (Sænketunnel, helt nedgravet)

Denne løsning består af en helt nedgravet sænketunnel som følger korridor ALA01, hvor rampekonstruktionen starter på land.

Table 7-1 - Beskrivelse af Løsning 1.1.

Korridor	CCI Type ID bygværksanvendelse		CCI Type ID Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terræn-konstruktion	Stationering
+ALA01	%CAB04 - Rampe	3.840 – 4.200	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	4.200 – 4.550	%BA03.01	4.200 - 4.600
	%CAB01 - Sænketunnel	4.550 – 16.575	%BA01.01	7.300 – 19.700
	%CAB03 - Cut&Cover	16.575 – 16.710	%BA03.01	16.370 – 17.000
	%CAB04 - Rampe	16.710 – 17.000	-	-

Sænketunnellens længde er 12,4 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneler på land, som ikke bidrager til marint spild.

Udgravningsmængderne for selve sænketunnelen for basistværsnittet, Alternativ 1 og Alternativ 2 er vist i Bilag 2.

7.2 Løsning 1.2: Fynshav Vest – Horne Vest (Sænketunnel, delvist nedgravet) (Løsning ønskes ikke miljøvurderet)

Dette afsnit er ikke opdateret efter de nye geotekniske informationer som blev fremsendt i juni 2023. Denne løsning består af en delvist nedgravet sænketunnel som følger korridor ALA01, hvor rampekonstruktionen starter i vandet.

Tabel 7-2 - Beskrivelse af Løsning 1.2.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Funderings-type	Stationering
+ALA01	%CAB04 - Rampe	7.300 - 7.900	%BA03.02	7.300 - 7.500
	%CAB03 - Cut&Cover	7.900 - 8.100	%BA03.01	7.500 - 8.100
	%CAB01 - Sænketunnel	8.100 - 19.700	%BA01.02	8.100 - 19.700
	%CAB03 - Cut&Cover	19.700 - 19.950	%BA03.01	19.700 - 20.300
	%CAB04 - Rampe	19.950 - 20.300		

Sænketunnellens længde er 11,6 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneller på land, som ikke bidrager til marint spild. Volumener for afgravningsmængden og tilbagefyldning er givet i Tabel 7-3 for en 2+2 vejløsning.

Tabel 7-3 - Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

Afgravningsmængde		Spildmængde (5 %)	Tunnel volumen	Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
Per km	Total	Total	Total	Per km	Total	Per km	Total
m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
287.250	3.332.000	166.600	2.681.000	290.040	3.364.000	234.000	2.714.000

7.3 Løsning 2.1: Fynshav – Horne Syd (Skråstagsbro/betonbjælkebro, sænkekasse)

Denne løsning er en del af basis løsningen. Der er alene tale om en mindre udførelsesmæssig forskel, som vurderes ikke at have indflydelse på de miljømæssige vurderinger. Løsningen består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-4 - Beskrivelse af Løsning 2.1.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.428	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.428
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545	%BB02.01	6.100-15.560	BC02	13.428-13.545
		13.545-15.960			BC01	

	%CAA01.02 - Bjælkebro		%BB01.01	15.560- 15.960		13.545- 15.960
	%BA03 – Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild er givet af WeGIS, samt Bilag 3. I Tabel 7-5 er et resumé givet. De givende totalværdier i tabellen repræsenterer totalværdien for den givende funderingstype på strækningen. På strækningen haves to funderingstyper, direkte fundering og højt pæleværk, hvorfor totalen af den fulde strækning er den akkumulerede værdi af de to totaler.

Tabel 7-5 - Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

Afgravningsmængde		Spildmængde (5 %)		Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
Per Funderings- type	Per km	Total	Total	Per km	Total	Per km	Total
		Gytje	Ler				
Direkte fundering	m³	m³	m³	m³	m³	[m³/m]	[m³/m]
%BB01.01	49808	1649	816	40111	39710	436	432
Total m ³	49310	1649	816		39710		432
Højt Pæleværk (fra pæle)	m ³	Spildmængde (3,5 %)		Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
		Gytje	Ler	m ³	m ³	[m ³ /m]	[m ³ /m]
%BB02.01	-	314	1258				
Total m ³	-	314	1258			*	*

*Volumen over havbund af højt pæleværk kan findes i WebGIS

7.4 Løsning 2.2: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/betonbjælkebro, in-situ fundament)

Denne løsning er en del af basis løsningen. Der er alene tale om en mindre udførelsesmæssig forskel, som vurderes ikke at have indflydelse på de miljømæssige vurderinger. Løsningen består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ støbt fundament.

Tabel 7-6 - Beskrivelse af Løsning 2.2.

Linje- føring	CCI Type ID- bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.428	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.428
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545	%BB02.01	6.100-15.560	BC02	13.428- 13.545
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960	%BB01.01	15.560- 15.960	BC01	13.545- 15.960
	%BA03 – Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.5 Løsning 2.3: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og et gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-7 - Beskrivelse af Løsning 2.3.

Linje- føring	CCI Type ID- bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.428	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-13.428
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545	%BB02.01	6.100-15.560	BC02	13.428- 13.545
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960	%BB01.01	15.560- 15.960	BC02	13.545- 15.960
	%BA03 – Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.6 Løsning 2.4: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og et gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-8 - Beskrivelse af Løsning 2.4.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.428	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-13.428
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545	%BB02.01	6.100-15.560	BC02	13.428-13.545
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960			%BB01.01	15.560-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.7 Løsning 2.5: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-9 - Beskrivelse af Løsning 2.5.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.360	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.360
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	13.360-14.820	%BB02.01	6.100-15.560		
	%CAA01.02 - Bjælkebro	14.820-15.960			%BB01.01	15.560-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.8 Løsning 2.6: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-10 - Beskrivelse af Løsning 2.6.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.360	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.360
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	13.360-14.820	%BB02.01	6.100-15.560		
	%CAA01.02 - Bjælkebro	14.820-15.960	%BB01.01	15.560-15.960	BC01	14.820-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.9 Løsning 2.7: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-11 - Beskrivelse af Løsning 2.7.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.360	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-13.360
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	13.360-14.820	%BB02.01	6.100-15.560		
	%CAA01.02 - Bjælkebro	14.820-15.960	%BB01.01	15.560-15.960	BC02	14.820-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.10 Løsning 2.8: Fynshav Vest – Horne Syd (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-12 - Beskrivelse af Løsning 2.8.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-13.360	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-13.360
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	13.360-14.820	%BB02.01	6.100-15.560		
	%CAA01.02 - Bjælkebro	14.820-15.960			%BB01.01	15.560-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.11 Løsning 2.9: Fynshav Vest – Horne Syd (Klapbro)

Løsningen er på et tidligt tidspunkt afskrevet, og ønskes derfor ikke miljøvurderet.

7.12 Løsning 2.10: Fynshav Vest – Horne Syd (Svingbro)

Løsningen er på et tidligt tidspunkt afskrevet, og ønskes derfor ikke miljøvurderet.

7.13 Løsning 2.11: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med et kompositdæk, med et gennemsejlingsfag på 550 m. Østligt haves en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-13 - Beskrivelse af Løsning 2.11.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-7.420	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.428
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	7.420-8.970	%BB02.01	6.100-15.560		

	%CAA01.02 - Bjælkebro	8.970-13.428				
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545			BC02	13.428-13.545
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960	%BB01.01	15.560-15.960	BC01	13.545-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.14 Løsning 2.12: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med et kompositdæk, med et gennemsejlingsfag på 550 m. Østligt haves en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-14 - Beskrivelse af Løsning 2.12.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-7.420	%BB01.01	5.470-6.100	BC01	5.470-13.428
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	7.420-8.970	%BB02.01	6.100-15.560		
	%CAA01.02 - Bjælkebro	8.970-13.428				
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545			BC02	13.428-13.545
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960	%BB01.01	15.560-15.960	BC01	13.545-15.960
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.15 Løsning 2.13: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med et kompositdæk, med et gennemsejlingsfag på 550 m. Østligt haves en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m.

Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-15 - Beskrivelse af Løsning 2.13.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-7.420	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-7.420
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	7.420-8.970	%BB02.01	6.100-15.560		BC01
	%CAA01.02 - Bjælkebro	8.970-13.428			BC02	8.970-15.960
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545				
	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545-15.960	%BB01.01	15.560-15.960		
	%BA03 - Dæmning	15.960-16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.16 Løsning 2.14: Fynshav Vest – Horne Syd (Skråstagsbro/Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med et kompositdæk, med et gennemsejlingsfag på 550 m. Østligt haves en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-16 - Beskrivelse af Løsning 2.14.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA02	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-7.420	%BB01.01	5.470-6.100	BC02	5.470-7.420
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	7.420-8.970	%BB02.01	6.100-15.560		BC01
	%CAA01.02 - Bjælkebro	8.970-13.428			BC02	8.970-15.960
	%CAA02 - Skråstagsbro	13.428-13.545				

	%CAA01.02 - Bjælkebro	13.545- 15.960	%BB01.01	15.560- 15.960		
	%BA03 – Dæmning	15.960- 16.470	-	-	-	-

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.17 Løsning 3.1: Fynshav Vest – Horne Syd (Boret tunnel)

Denne løsning består af en boret tunnel langs korridor ALA03.

Tabel 7-17 - Beskrivelse af Løsning 3.1.

Linje- føring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terrænkonstruktion	Stationering
+ALA03	%CAB04 - Rampe	3.800 – 4.050	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	4.050 – 4.125	-	-
	%CAB02 - Boret tunnel	4.125 – 15.850	%BA03.02	14.680 – 15.850
	%CAB03 - Cut&Cover	15.850 – 16.225	%BA03.01	15.850 – 16.455
	%CAB04 - Rampe	16.225 – 16.525		

Den boret tunnels længde er 11,9 km. De boret volumener er givet i Tabel 7-18 **Error! Reference source not found.** for det mindste og størst tværsnit som undersøges på nuværende tidspunkt.

Tabel 7-18 - Boret volumener for to forskellige tværsnit for begge tunnelrør.

Boret volumen		
Tværsnit	Per km	Total
	m ³	m ³
Basistværsnit	172.600	2.053.940
Alternativ 2	212.100	2.523.990

7.18 Løsning 4.1: Fynshav Vest – Horne Øst (Sænketunnel, helt nedgravet)

Denne løsning består af en helt nedgravet sænketunnel som følger korridor ALA04.

Tabel 7-19 - Beskrivelse af Løsning 4.1.

Korridor	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terræn- konstruktion	Stationering
+ALA04	%CAB04 - Rampe	2.880 – 3.230	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	3.230 – 3.380	%BA03.01	3.230 - 3.600
	%CAB01 - Sænketunnel	3.380 – 15.835	%BA01.01	6.850 – 19.450
	%CAB03 - Cut&Cover	15.835 – 15.985	%BA03.01	15.755 – 16.325
	%CAB04 - Rampe	15.985 – 16.385	-	-

Sænketunnellens længde er 12,3 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneller på land, som ikke bidrager til marint spild.

Udgravningsmængderne for selve sænketunnelen for basistværsnittet, Alternativ 1 og Alternativ 2 er vist i Bilag 2.

7.19 Løsning 4.2: Fynshav Vest – Horne Øst (Sænketunnel, delvist nedgravet)

Dette afsnit er ikke opdateret efter de nye geotekniske informationer som blev fremsendt i juni 2023. Denne løsning består af en delvist nedgravet sænketunnel som følger korridor ALA04.

Tabel 7-20 - Beskrivelse af Løsning 4.2.

Korridor	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering
+ALA04	%CAB04 - Rampe	6.470 – 6.850	%BA01.02	6.470 – 6.850
	%CAB03 - Cut&Cover	6.850 – 7.200	%BA01.02	6.850 – 19.450
	%CAB01 - Sænketunnel	7.200 – 19.200		
	%CAB03 - Cut&Cover	19.200 – 19.450		
	%CAB04 - Rampe	19.450 – 19.800	%BA03.01	19.450 – 19.800

Sænketunnellens længde er 12 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneller på land, som ikke bidrager til marint spild. Volumenerne givet i Tabel 7-21 er for en 2+2 vejløsning.

Tabel 7-21 - Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

Afgravningsmængde		Spildmængde (5 %)	Tunnel volumen	Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
Per km	Total	Total	Total	Per km	Total	Per km	Total
m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
287.250	3.447.000	172.300	2.774.000	290.040	3.480.000	234.000	2.807.000

7.20 Løsning 5.1: Fynshav – Horne syd (Sænketunnel/beton bjælkebro)

Denne løsning består af en kombineret sænketunnel- og broløsning som følger korridor ALA05.

Tunnelen er ca. 3,8 km lang og ender ved en overgang sø syd for stenrevet, herefter forsættes løsning med en ca. 7 km lang bro.

Tunneldelen består af en helt nedgravet sænketunnel på de første ca. 1,9 km, hvorefter tunnel stiger op mod øen og herved kommer over havbunden. Rampekonstruktionen starter på land ved Fynshav, som de øvrige sænketunnelløsninger og den østlige rampe anlægges i den nye ø.

Løsningen kan ses i WEB-GIS. Der er ikke givet sedimentspildmængder for broen for denne løsning.

Sænketunnellens længde er 3,8 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneller på land, som ikke bidrager til marint spild.

Tabel 7-22 - Beskrivelse af Løsning 5.1.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA05	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.470-12.600	%BB01.01	1.000-1.617	BC01	5.470-12.600
			%BB02.01	1.617-7.777		
			%BB01.01	7.777-8.034		
	%CAB04 - Rampe	12.600-12.900	%BA03.01	12.400-13.155		
	%CAB03 - Cut&Cover	12.900-13.050				
	%CAB01 - Sænketunnel	13.050-16.890	%BA03.02	13.155-13.800		
			%BA01.02	13.800-15.000		
			%BA01.01	15.000-15.645		
			%BA01.02	15.645-16.675		
	%CAB03 - Cut&Cover	16.890-17.020	%BA03.01	16.675-17.335		
%CAB04 - Rampe	17.020-17.400	-	-			

Udgravningsmængderne for selve sænketunnelen for basistværsnittet, Alternativ 1 og Alternativ 2 er vist i Bilag 2.

7.21 Løsning 7.1: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/betonbjælkebro, sænkekasse)

Denne løsning er en del af basis løsningen. Der er alene tale om en mindre udførelsesmæssig forskel, som vurderes ikke at have indflydelse på de miljømæssige vurderinger. Løsningen består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige

brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-23 - Beskrivelse af Løsning 7.1.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC01	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA02 - Skråstagsbro	17.648-18.833	%BB02.01	5.700-19.450	BC02	17.648-18.833
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC01	18.833-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild er givet af WebGIS, samt Bilag 3. I Tabel 7-24 er et resumé givet. De givende totalværdier i tabellen repræsenterer totalværdien for den givende funderingstype på strækningen. På strækningen haves to funderingstyper, direkte fundering og højt pæleværk, hvorfor totalen af den fulde strækning er den akkumulerede værdi af de to totaler.

Tabel 7-24 - Afgravnings- og tilbagefyldvolumener.

Afgravningsmængde		Spildmængde (5 %)		Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
Per Funderingstype	Per km	Total	Total	Per km	Total	Per km	Total
		Gytje	Ler				
Direkte fundering	m³	m³	m³	m³	m³	[m³/m]	[m³/m]
%BB01.01	28640	177	9	21255	2763	35	5
%BB01.02	17850	1615	0	8834	15989	167	302
Total m ³	36032	1792	9		18752		307
Højt Pæleværk (fra pæle)	m ³	Spildmængde (3,5 %)		Tilbagefyldning		Volumen over havbund	
		Gytje	Ler	m ³	m ³	[m ³ /m]	[m ³ /m]
%BB02.01	-	447	1789	0	0	*	*
Total m ³	-	447	1789			*	*

*Volumen over havbund af højt pæleværk kan findes i WebGIS

7.22 Løsning 7.2: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/betonbjælkebro, in-situ fundament)

Denne løsning er en del af basis løsningen. Der er alene tale om en mindre udførelsesmæssig forskel, som vurderes ikke at have indflydelse på de miljømæssige vurderinger. Løsningen består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ støbt fundament.

Tabel 7-25 - Beskrivelse af Løsning 7.2.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC01	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA02 - Skråstagsbro	17.648-18.833	%BB02.01	5.700-19.450	BC02	17.648-18.833
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC01	18.833-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.23 Løsning 7.3: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og et gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-26 - Beskrivelse af Løsning 7.3.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC02	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA02 - Skråstagsbro	17.648-18.833	%BB02.01	5.700-19.450	BC02	17.648-18.833
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC02	18.833-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.24 Løsning 7.4: Tranerodde – Horne Vest (Skråstagsbro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en skråstagsbro med komposittværnsnit og et gennemsejlingsfag på 550 m. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-27 - Beskrivelse af Løsning 7.4.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC02	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA02 - Skråstagsbro	17.648-18.833	%BB02.01	5.700-19.450	BC02	17.648-18.833
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC02	18.833-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.25 Løsning 7.5: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-28 - Beskrivelse af Løsning 7.5.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC01	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	17.440-19.100	%BB02.01	5.700-19.450	BC01	17.440-19.100
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC01	19.100-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.26 Løsning 7.6: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/betonbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er betonbjælkebro med en faglængde på 110 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-29 - Beskrivelse af Løsning 7.6.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC01	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	17.440-19.100	%BB02.01	5.700-19.450	BC01	17.440-19.100
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC01	19.100-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.27 Løsning 7.7: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, sænkekasse)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med en sænkekasse.

Tabel 7-30 - Beskrivelse af Løsning 7.7.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC02	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	17.440-19.100	%BB02.01	5.700-19.450	BC01	17.440-19.100
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC02	19.100-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.28 Løsning 7.8: Tranerodde – Horne Vest (Frit-frembygget bro/kompositbjælkebro, in-situ fundament)

I denne løsning består det vestlige gennemsejlingsfag af en frit-frembygget bro med to gennemsejlingsfag på 320 m hver. Øvrige brodæk er kompositbjælkebro med en faglængde på 140 m. I denne løsning er funderingstypen ved det dybe område højt pæleværk med et in-situ fundament.

Tabel 7-31 - Beskrivelse af Løsning 7.8.

Linjeføring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system			
	CCI Type ID	Stationering	Funderingstype	Stationering	Brodæk	Stationering
+ALA07	%CAA01.02 - Bjælkebro	5.150-17.648	%BB01.01	5.150-5.210	BC02	5.150-17.468
			%BB01.02	5.210-5.700		
	%CAA01.01 - Frit frembygget bro	17.440-19.100	%BB02.01	5.700-19.450	BC01	17.440-19.100
	%CAA01.02 - Bjælkebro	18.833-20.840	%BB01.02	19.450-20.770	BC02	19.100-20.840
			%BB01.01	20.770-20.840		

Afgravnings- og tilbagefyldvolumener, samt sedimentspild og gennemstrømning er ikke undersøgt for denne løsning.

7.29 Løsning 9.1: Tranerodde – Horne nord (Sænketunnel)

Denne løsning består af en helt nedgravet sænketunnel som følger korridor ALA09, hvor rampekonstruktionen starter på land.

Tabel 7-32 - Beskrivelse af Løsning 9.1.

Korridor	CCI Type ID bygværksanvendelse		CCI Type ID Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terræn-konstruktion	Stationering
+ALA09	%CAB04 - Rampe	4.550 – 4.880	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	4.880 – 5.030	%BA03.01	4.880 – 5.170
	%CAB01 - Sænketunnel	5.030 – 20.640	%BA01.01	5.170 – 20.450
	%CAB03 - Cut&Cover	20.640 – 20.790	%BA03.01	20.450 – 20.790
	%CAB04 - Rampe	20.790 – 21.120	-	-

Sænketunnellens længde er 15,6 km eksklusive længden på tilstødende cut & cover tunneler på land, som ikke bidrager til marint spild.

Udgravningsmængderne for selve sænketunnelen for basistværsnittet, Alternativ 1 og Alternativ 2 er vist i Bilag 2.

7.30 Løsning 10.1: Fynshav – Horne nord (Boret Tunnel)

Denne løsning består af en boret tunnel langs korridor ALA10.

Tabel 7-33 - Beskrivelse af Løsning 10.1.

Linje-føring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terrænkonstruktion	Stationering
+ALA10	%CAB04 - Rampe	3.635 – 3.725	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	3.725 – 3.775	-	-
	%CAB02 - Boret tunnel	3.775 – 19.840	-	-
	%CAB03 - Cut&Cover	19.840 – 20.225	-	-
	%CAB04 - Rampe	20.225 – 20.560	-	-

Den boret tunnels længde er 16,65 km. De boret volumener er givet i Tabel 7-34 for det mindste og størst tværsnit som undersøges på nuværende tidspunkt.

Tabel 7-34 - Boret volumener for to forskellige tværsnit for begge tunnelrør.

Tværsnit	Boret volumen	
	Per km	Total
	m ³	m ³
Basistværsnit	172.600	2.772.800
Alternativ 2	212.100	3.407.400

7.31 Løsning 11.1: Fynshav – Horne Syd (Boret Tunnel)

Denne løsning består af en boret tunnel langs korridor ALA11. Løsningen er identisk med ALA03 ved tilslutningspunkterne, mens korridoren passerer syd om området med lokaliseret lillebæltsler og er derfor marginalt længere end ALA03.

Tabel 7-35 - Beskrivelse af Løsning 11.1.

Linje-føring	CCI Type ID-bygværksanvendelse		CCI Type ID-Teknisk system	
	CCI Type ID	Stationering	Terrænkonstruktion	Stationering
+ALA011	%CAB04 - Rampe	3.670 – 3.990	%CAB04	3.670 – 3.990
	%CAB03 - Cut&Cover	3.990 – 4.060	%BA03.01	3.990 – 4.060
	%CAB02 - Boret tunnel	4.060 – 16.150	%BA03.02	4.060 – 16.150
	%CAB03 - Cut&Cover	16.150 – 16.470	%BA03.01	16.150 – 16.470
	%CAB04 - Rampe	16.470 – 16.770	%CAB04	16.470 – 16.770

Den boret tunnels længde er 12 km. De borede volumener er givet i Tabel 7-36 for det mindste og størst tværsnit som undersøges på nuværende tidspunkt.

Tabel 7-36 - Boret volumener for to forskellige tværsnit for begge tunnelrør.

Boret volumen		
Tværsnit	Per km	Total
	m³	m³
Basistværsnit	172.600	2.053.940
Alternativ 2	212.100	2.523.990

Bilag 1 – Klassifikationssystemets opbygning

Tabel med projektspecifikke områder og korridorer - Placerings-ID (præfix +)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Definition (EN)	Note
		<i>CCLevel2ParentLocationID</i>		<i>MainLocationIDName</i>	
A__				Als-Fyn connection	
	AL_			Lillebælt inkl. ilandføringszoner	
		ALA		Alignment	
			01	Korridor fra Horne Vest til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
			02	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt broløsning
			03	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt boret tunnel
			04	Korridor fra Horne Øst til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
			05	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt kombineret bro/tunnel
			06	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt broløsning
			07	Korridor fra Tranerodde til Horne Vest	Korridor primært tiltænkt broløsning
			08	Udgået korridor	
			09	Korridor fra Tranerodde til Horne Nord	Korridor primært tiltænkt sænketunnelløsning
			10	Korridor fra Tranerodde til Horne Nord	Korridor primært tiltænkt boret tunnel
			11	Korridor fra Horne Syd til Fynshav Vest	Korridor primært tiltænkt boret tunnel

**Tablet med projektspecifikke type af bygværker, tekniske systemer og komponenter - Type-ID (præfix %)
Bygværksanvendelse**

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5		Term (DK)	Definition (DK)
		<i>CCIMainTypeID</i>	<i>CCTypeID</i>	<i>CCISubTypeID</i>	<i>CCIdentification</i>	<i>CCIMainTypeName</i>	<i>CCISubTypeName</i>
C__						Infrastrukturanlæg	bygværk beregnet til at skabe fysisk eller teknisk sammenhæng
	CA_					Trafikanlæg	infrastrukturanlæg beregnet til føring af trafik i et bestemt område
		CAA				Bro	trafikanlæg beregnet til trafik hen over en forhindring
			01		%CAA01	Bjælkebro	<i>Bjælkebroer har som bærende hovedelementer et system af bjælker.</i>
				01	%CAA01.01	Gennemsejlingsfag	
				02	%CAA01.02	Tilslutningsfag	
			02		%CAA02	Skråstagsbro	
			03		%CAA03	Klapbro	
			04		%CAA04	Svingbro	
		CAB				Tunnel	trafikanlæg beregnet til trafik under en forhindring
			01		%CAB01	Sænketunnel	
			02		%CAB02	Boret tunnel	
			03		%CAB03	Cut&Cover	
			04		%CAB04	Rampe	

Teknisk system

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Classification	Term (EN)	Definition (EN)
	<i>CCLevel1ParentTypeID</i>				<i>CCLevel1ParentTypeIDName</i>	
B_					Konstruktivt system	teknisk system der danner konstruktionsmæssig opbygning
	BA				Terrænkonstruktion	konstruktivt system der danner et reguleret volumen af undergrund
		01		%BA01	<i>Direkte funderet - Tunnel</i>	
			01	%BA01.01	<i>Helt nedgravet</i>	
			02	%BA01.02	<i>Delvist nedgravet</i>	
		02		%BA02	<i>Boret Tunnel</i>	
			01	%BA02.01	<i>TBM boret tunnel</i>	
		03		%BA03	<i>Dæmning</i>	
			01	%BA03.01	<i>Undervand</i>	
			02	%BA03.02	<i>Over vand</i>	
	BB				Fundamentskonstruktion	konstruktivt system der forbinder et bygværk med undergrunden
		01		%BB01	<i>Direkte funderet - Bro</i>	
			01	%BB01.01	<i>Helt nedgravet</i>	
			02	%BB01.02	<i>Delvist nedgravet</i>	
		02		%BB02	<i>Højt pæleværk - Bro</i>	
			01	%BB02.01	<i>Sænkekasse</i>	
			02	%BB02.02	<i>Insitu</i>	
	BC				Dækkonstruktion	konstruktivt system i en horisontal adskillelse
		01		%BC01	<i>Beton dæk</i>	
		02		%BC02	<i>Komposit</i>	

Komponent

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5		Level 6	Term (EN)	Definition (EN)
		<i>CCIMainTypeID</i>	<i>CCIDTypeID</i>	<i>CCISubTypeID</i>	<i>CCIdentification</i>	<i>CCISingleLevelID</i>	<i>CCIMainTypeName</i>	<i>CCISubTypeName</i>
U__							Holding object	object for localising other objects
	UV_						Jordforbedring	
		%UVA					Dybdekomprimering	
		%UVB					Jordblanding	
		%UVC					Sætningsreducerende pæle	
		%UVD					Vibrationskomprimering	

Bilag 2 – Udgravningsmængder for sænketunnelløsninger

Vurdering af afgravningsmængder for linjeføring ALA-01
Helt nedgravet sænketunnel

Basisløsning

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	4.400	16.600	12.200	Sænketunnel	8,1	5,4	13,5	73%	27%	1.061	13.200.000	9.600.000	3.600.000
3				Trug og C&C									

Alternativ 1

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	4.400	16.600	12.200	Sænketunnel	8,1	5,4	13,5	72%	28%	1.127	14.000.000	10.100.000	3.900.000
3				Trug og C&C									

Alternativ 2

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	4.400	16.600	12.200	Sænketunnel	8,1	5,4	13,5	72%	28%	1.155	14.400.000	10.300.000	4.100.000
3				Trug og C&C									

Maks. 14.400.000 10.300.000 4.100.000

Geologi bestemt på baggrund af tegning
 AF-A-TG-ALA01-001 (Foreløbig 07-08-2023)

Tunnelgeometri bestemt på baggrund af tegning
 AF-A-TT-ALA01-001 (Foreløbig 22-08-2023)

Holocæne sedimenter

- Holocæne sedimenter består primært at gytje men indeholde også de holocæne brakvandsaflejringer der består af organiskholdige lerede aflejringer

Senglaciale og glaciæle aflejringer (Sg eller Gc)

- Senglaciale aflejringer i udgravningsniveau består primært af senglacialt (smeltevands) ler. De glaciæle aflejringer består primært af moræneler.

- På en kort strækning nærmest Als træffes der smeltevandssand i afgravningsniveau. Der er i denne vurdering set bort fra dette. Området er inkluderet i senglaciæle/glaciæle mængder.

GAS

- I områder hvor der i den geofysiske undersøgelse er truffet gas vurderes tykkelse af de holocæne aflejringer som værende en konservativ, dvs. tolket som maksimal tykkelse.

Tunneltværsnit

For Basisløsningen antages bunden af udgravningen at være 21,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 1 antages bunden af udgravningen at være 26,73 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 2 antages bunden af udgravningen at være 28,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

Udgravning

- Udgravningsmængder er bestemt for udgravning med anlæg a=4 (14 grader) i alle jordlag.

**Vurdering af afgravningsmængder for linjeføring ALA-04
Helt nedgravet sænketunnel**

Basisløsning

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	3.400	15.800	12.400	Sænketunnel	8,9	5,9	14,9	74%	26%	1.219	15.900.000	11.800.000	4.100.000
3				Trug og C&C									

Alternativ 1

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	3.400	15.800	12.400	Sænketunnel	8,9	5,9	14,9	73%	27%	1.290	16.800.000	12.400.000	4.500.000
3				Trug og C&C									

Alternativ 2

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1				Trug og C&C									
2	3.400	15.800	12.400	Sænketunnel	8,9	5,9	14,9	73%	27%	1.321	17.200.000	12.600.000	4.700.000
3				Trug og C&C									

Maks. 17.200.000 12.600.000 4.700.000

Geologi bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TG-ALA04-001 (Foreløbig 07-08-2023)

Tunnelgeometri bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TT-ALA04-001 (Foreløbig 22-08-2023)

Holocæne sedimenter

- Holocæne sedimenter består primært af gytje men indeholde også de holocæne brakvandsaflejringer der består af organiskholdige lerede aflejringer

Senglaciale og glaciale aflejringer (Sg eller Gc)

- Senglaciale aflejringer i udgravningsniveau består primært af senglaciale (smeltevands) ler. De glaciale aflejringer består primært af moræneler.

- På en kort strækning nærmest Als træffes der smeltevandssand i afgravningsniveau. Der er i denne vurdering set bort fra dette. Området er inkluderet i senglaciale/glaciale mængder.

GAS

- I områder hvor der i den geofysiske undersøgelse er truffet gas vurderes tykkelse af de holocæne aflejringer som værende en konservativ, dvs. tolket som maksimal tykkelse.

Tunneltværsnit

For Basisløsningen antages bunden af udgravningen at være 21,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 1 antages bunden af udgravningen at være 26,73 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 2 antages bunden af udgravningen at være 28,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

Udgravning

- Udgravningsmængder er bestemt for udgravning med anlæg a=4 (14 grader) i alle jordlag.

Vurdering af afgravningsmængder for linjeføring ALA-05

Helt nedgravet sænketunnel

Basisløsning

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m³/m]	Total [m³]	Holocæne [m³]	Sg eller Gc [m³]
1	12.600	13.050		Trug og C&C									
2	13.050	13.800		Opfyldning									
3	13.800	16.900	3.100	Sænketunnel	5,2	3,4	8,6	69%	31%	540	1.850.000	1.275.000	575.000
4	16.900	17.400		Trug og C&C									

Alternativ 1

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m³/m]	Total [m³]	Holocæne [m³]	Sg eller Gc [m³]
1	12.600	13.050		Trug og C&C									
2	13.050	13.800		Opfyldning									
3	13.800	16.900	3.100	Sænketunnel	5,2	3,4	8,6	69%	31%	582	2.000.000	1.375.000	625.000
4	16.900	17.400		Trug og C&C									

Alternativ 2

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m³/m]	Total [m³]	Holocæne [m³]	Sg eller Gc [m³]
1	12.600	13.050		Trug og C&C									
2	13.050	13.800		Opfyldning									
3	13.800	16.900	3.100	Sænketunnel	5,2	3,4	8,6	69%	31%	600	2.050.000	1.400.000	650.000
4	16.900	17.400		Trug og C&C									

Maks. 2.050.000 1.400.000 650.000

Geologi bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TG-ALA05-001 (Foreløbig 07-08-2023)

Tunnelgeometri bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TT-ALA05-001 (Foreløbig 22-08-2023)

Holocæne sedimenter

- Holocæne sedimenter består primært af gytje men indeholde også de holocæne brakvandsaflejringer der består af organiskholdige lerede aflejringer

Senglaciale og glacialle aflejringer (Sg eller Gc)

- Senglaciale aflejringer i udgravningsniveau består primært af senglacialt (smeltevands) ler. De glacialle aflejringer består primært af moræneler.

- På en kort strækning nærmest Als træffes der smeltevandssand i afgravningsniveau. Der er i denne vurdering set bort fra dette. Området er inkluderet i senglaciale/glacialle mængder.

GAS

- I områder hvor der i den geofysiske undersøgelse er truffet gas vurderes tykkelse af de holocæne aflejringer som værende en konservativ, dvs. tolket som maksimal tykkelse.

Tunneltværsnit

For Basisløsningen antages bunden af udgravningen at være 21,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 1 antages bunden af udgravningen at være 26,73 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

For Alternativ 2 antages bunden af udgravningen at være 28,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelementet.

Udgravning

- Udgravningsmængder er bestemt for udgravning med anlæg a=4 (14 grader) i alle jordlag.

Vurdering af afgravningsmængder for linjeføring ALA-09

Helt nedgravet sænketunnel

Basisløsning

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen (Baseret på data fra st. 5800 til 17800)		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1	3.970	4.447		Trug og C&C									
3	4.447	20.060	15.613	Sænketunnel	9,3	6,0	15,0	73%	27%	1.265	20.000.000	14.576.900	5.423.200
4	20.060	20.542		Trug og C&C									

Alternativ 1

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen (Baseret på data fra st. 5800 til 17800)		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1	3.970	4.447		Trug og C&C									
3	4.447	20.060	15.613	Sænketunnel	9,3	6,0	15,0	72%	28%	1.338	21.100.000	15.243.400	5.856.700
4	20.060	20.542		Trug og C&C									

Alternativ 2

Nr.	St.		Længde [m]	Beskrivelse [-]	Afgravning, tykkelse			Afgravning, Volumen (Baseret på data fra st. 5800 til 17800)		Afgravning			
	Start [m]	Slut [m]			Holocæne [m]	Sg eller Gc [m]	Total [m]	Holocæne [% af udgravning]	Sg eller Gc [% af udgravning]	Total/m [m ³ /m]	Total [m ³]	Holocæne [m ³]	Sg eller Gc [m ³]
1	3.970	4.447		Trug og C&C									
3	4.447	20.060	15.613	Sænketunnel	9,3	6,0	15,0	72%	28%	1.370	21.600.000	15.549.800	6.050.300
4	20.060	20.542		Trug og C&C									

Maks. 21.600.000 15.549.800 6.050.300

Geologi bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TG-ALA09-001 (Foreløbig 04-01-2024)

Tunnelgeometri bestemt på baggrund af tegning
AF-A-TT-ALA09-001 (Foreløbig 04-01-2024)

Tunneltværsnit

For Basisløsningen antages bunden af udgravningen at være 21,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelelementet.

For Alternativ 1 antages bunden af udgravningen at være 26,73 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelelementet.

For Alternativ 2 antages bunden af udgravningen at være 28,8 m bred svarende til 2 m på hver side af tunnelelementet.

Udgravning

- Udgravningsmængder er bestemt for udgravning med anlæg a=4 (14 grader) i alle jordlag.

Bilag 3 – Sedimentspild ALA02 og ALA07

Sedimentspild ALA02

Fyn

Modulinje	Funderingstype	Stationering [m]	Antal pæle [-]	Sediment-spildmængde, ler ^(1,2) [m ³]	Sediment-spildmængde, gyttje ^(1,2) [m ³]	Installationstid [døgn]	Udgravningstid ¹⁾ [døgn]
1	Endevevlerlag	5467	-	-	-	-	-
2	Direkte	5547	-	81,6	17,0	-	1
3	Direkte	5657	-	81,6	23,1	-	2
4	Direkte	5767	-	81,6	172,3	-	5
5	Direkte	5877	-	81,6	590,7	-	13
6	Direkte	5987	-	81,6	694,4	-	15
7	Direkte	6097	-	81,6	151,7	-	5
8	Højt pæleværk	6207	9	14,4	3,6	4,5	3
9	Højt pæleværk	6317	9	14,4	3,6	4,5	3
10	Højt pæleværk	6427	9	14,4	3,6	4,5	3
11	Højt pæleværk	6537	9	14,4	3,6	4,5	3
12	Højt pæleværk	6647	9	14,4	3,6	4,5	3
13	Højt pæleværk	6757	9	14,4	3,6	4,5	3
14	Højt pæleværk	6867	9	14,4	3,6	4,5	3
15	Højt pæleværk	6977	9	14,4	3,6	4,5	3
16	Højt pæleværk	7087	9	14,4	3,6	4,5	3
17	Højt pæleværk	7197	9	14,4	3,6	4,5	3
18	Højt pæleværk	7307	9	14,4	3,6	4,5	3
19	Højt pæleværk	7417	9	14,4	3,6	4,5	3
20	Højt pæleværk	7527	9	14,4	3,6	4,5	3
21	Højt pæleværk	7637	9	14,4	3,6	4,5	3
22	Højt pæleværk	7747	9	14,4	3,6	4,5	3
23	Højt pæleværk	7857	9	14,4	3,6	4,5	3
24	Højt pæleværk	7967	9	14,4	3,6	4,5	3
25	Højt pæleværk	8077	9	14,4	3,6	4,5	3
26	Højt pæleværk	8187	9	14,4	3,6	4,5	3
27	Højt pæleværk	8297	9	14,4	3,6	4,5	3
28	Højt pæleværk	8407	9	14,4	3,6	4,5	3
29	Højt pæleværk	8517	9	14,4	3,6	4,5	3
30	Højt pæleværk	8627	9	14,4	3,6	4,5	3
31	Højt pæleværk	8737	9	14,4	3,6	4,5	3
32	Højt pæleværk	8847	9	14,4	3,6	4,5	3
33	Højt pæleværk	8957	9	14,4	3,6	4,5	3
34	Højt pæleværk	9067	9	14,4	3,6	4,5	3
35	Højt pæleværk	9177	9	14,4	3,6	4,5	3
36	Højt pæleværk	9287	9	14,4	3,6	4,5	3
37	Højt pæleværk	9397	9	14,4	3,6	4,5	3
38	Højt pæleværk	9507	9	14,4	3,6	4,5	3
39	Højt pæleværk	9617	9	14,4	3,6	4,5	3
40	Højt pæleværk	9727	9	14,4	3,6	4,5	3
41	Højt pæleværk	9837	9	14,4	3,6	4,5	3
42	Højt pæleværk	9947	9	14,4	3,6	4,5	3
43	Højt pæleværk	10057	9	14,4	3,6	4,5	3
44	Højt pæleværk	10167	9	14,4	3,6	4,5	3
45	Højt pæleværk	10277	9	14,4	3,6	4,5	3
46	Højt pæleværk	10387	9	14,4	3,6	4,5	3
47	Højt pæleværk	10497	9	14,4	3,6	4,5	3
48	Højt pæleværk	10607	9	14,4	3,6	4,5	3
49	Højt pæleværk	10717	9	14,4	3,6	4,5	3
50	Højt pæleværk	10827	9	14,4	3,6	4,5	3
51	Højt pæleværk	10937	9	14,4	3,6	4,5	3
52	Højt pæleværk	11047	9	14,4	3,6	4,5	3
53	Højt pæleværk	11157	9	14,4	3,6	4,5	3
54	Højt pæleværk	11267	9	14,4	3,6	4,5	3
55	Højt pæleværk	11377	9	14,4	3,6	4,5	3
56	Højt pæleværk	11487	9	14,4	3,6	4,5	3
57	Højt pæleværk	11597	9	14,4	3,6	4,5	3
58	Højt pæleværk	11707	9	14,4	3,6	4,5	3
59	Højt pæleværk	11817	9	14,4	3,6	4,5	3
60	Højt pæleværk	11927	9	14,4	3,6	4,5	3
61	Højt pæleværk	12037	9	14,4	3,6	4,5	3
62	Højt pæleværk	12147	9	14,4	3,6	4,5	3
63	Højt pæleværk	12257	9	14,4	3,6	4,5	3
64	Højt pæleværk	12367	9	14,4	3,6	4,5	3
65	Højt pæleværk	12477	9	14,4	3,6	4,5	3
66	Højt pæleværk	12587	9	14,4	3,6	4,5	3
67	Højt pæleværk	12697	9	14,4	3,6	4,5	3
68	Højt pæleværk	12807	9	14,4	3,6	4,5	3
69	Højt pæleværk	12917	9	14,4	3,6	4,5	3
70	Højt pæleværk	13027	9	14,4	3,6	4,5	3
71	Højt pæleværk	13137	9	14,4	3,6	4,5	3
72	Højt pæleværk	13247	9	14,4	3,6	4,5	3
73	Højt pæleværk	13357	9	14,4	3,6	4,5	3
74	Højt pæleværk	13424,5	9	14,4	3,6	4,5	3
75	Højt pæleværk	13492	9	14,4	3,6	4,5	3
76	Højt pæleværk (Pylon)	13742	42	67,2	16,8	21	14
77	Højt pæleværk (Pylon)	14292	42	67,2	16,8	21	14
78	Højt pæleværk	14542	9	14,4	3,6	4,5	3
79	Højt pæleværk	14609,5	9	14,4	3,6	4,5	3

	B0	Højt pæleværk	14677	9	14,4	3,6	4,5	3
	B1	Højt pæleværk	14787	9	14,4	3,6	4,5	3
	B2	Højt pæleværk	14897	9	14,4	3,6	4,5	3
	B3	Højt pæleværk	15007	9	14,4	3,6	4,5	3
	B4	Højt pæleværk	15117	9	14,4	3,6	4,5	3
	B5	Højt pæleværk	15227	9	14,4	3,6	4,5	3
	B6	Højt pæleværk	15337	9	14,4	3,6	4,5	3
	B7	Højt pæleværk	15447	9	14,4	3,6	4,5	3
	B8	Direkte	15557	-	81,6	0,0	-	2
	B9	Direkte	15667	-	81,6	0,0	-	2
	B0	Direkte	15777	-	81,6	0,0	-	2
	B1	Direkte	15887	-	81,6	0,0	-	2
Als	B2	Endevederlag	15954	-	-	-	-	-

¹⁾ 2 m³ sedimentspild antaget for hver pæl, med en fordeling på 80% ler og 20% gytje.

²⁾ 5% sedimentspild antaget for udgravning til direkte fundering.

Sedimentspild ALA07

Fyn

Modullinje	Funderingstype	Stationering [m]	Antal pæle [-]	Sediment-spildmængde, ler ⁽¹⁾²⁾ [m ³]	Sediment-spildmængde, gytje ⁽¹⁾²⁾ [m ³]	Installationstid ³⁾ [døgn]	Udgravningstid ⁴⁾⁵⁾ [døgn]
1	Endevederlag	5150	-	-	-	-	-
2	Pælefunderet (Rammet)/Fuldt nedgravet	5210	-	0.0	186.0	15	4
3	Pælefunderet (Rammet)/Fuldt nedgravet	5290	-	0.0	186.0	15	4
4	Pælefunderet (Rammet)/Fuldt nedgravet	5370	-	0.0	186.0	15	4
5	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	5480	-	0.0	57.1	15	2
6	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	5590	-	0.0	57.1	15	2
7	Højt pæleværk	5700	9	14.4	3.6	4.5	3
8	Højt pæleværk	5810	9	14.4	3.6	4.5	3
9	Højt pæleværk	5920	9	14.4	3.6	4.5	3
10	Højt pæleværk	6030	9	14.4	3.6	4.5	3
11	Højt pæleværk	6140	9	14.4	3.6	4.5	3
12	Højt pæleværk	6250	9	14.4	3.6	4.5	3
13	Højt pæleværk	6360	9	14.4	3.6	4.5	3
14	Højt pæleværk	6470	9	14.4	3.6	4.5	3
15	Højt pæleværk	6580	9	14.4	3.6	4.5	3
16	Højt pæleværk	6690	9	14.4	3.6	4.5	3
17	Højt pæleværk	6800	9	14.4	3.6	4.5	3
18	Højt pæleværk	6910	9	14.4	3.6	4.5	3
19	Højt pæleværk	7020	9	14.4	3.6	4.5	3
20	Højt pæleværk	7130	9	14.4	3.6	4.5	3
21	Højt pæleværk	7240	9	14.4	3.6	4.5	3
22	Højt pæleværk	7350	9	14.4	3.6	4.5	3
23	Højt pæleværk	7460	9	14.4	3.6	4.5	3
24	Højt pæleværk	7570	9	14.4	3.6	4.5	3
25	Højt pæleværk	7680	9	14.4	3.6	4.5	3
26	Højt pæleværk	7790	9	14.4	3.6	4.5	3
27	Højt pæleværk	7900	9	14.4	3.6	4.5	3
28	Højt pæleværk	8010	9	14.4	3.6	4.5	3
29	Højt pæleværk	8120	9	14.4	3.6	4.5	3
30	Højt pæleværk	8230	9	14.4	3.6	4.5	3
31	Højt pæleværk	8340	9	14.4	3.6	4.5	3
32	Højt pæleværk	8450	9	14.4	3.6	4.5	3
33	Højt pæleværk	8560	9	14.4	3.6	4.5	3
34	Højt pæleværk	8670	9	14.4	3.6	4.5	3
35	Højt pæleværk	8780	9	14.4	3.6	4.5	3
36	Højt pæleværk	8890	9	14.4	3.6	4.5	3
37	Højt pæleværk	9000	9	14.4	3.6	4.5	3
38	Højt pæleværk	9110	9	14.4	3.6	4.5	3
39	Højt pæleværk	9220	9	14.4	3.6	4.5	3
40	Højt pæleværk	9330	9	14.4	3.6	4.5	3
41	Højt pæleværk	9440	9	14.4	3.6	4.5	3
42	Højt pæleværk	9550	9	14.4	3.6	4.5	3
43	Højt pæleværk	9660	9	14.4	3.6	4.5	3
44	Højt pæleværk	9770	9	14.4	3.6	4.5	3
45	Højt pæleværk	9880	9	14.4	3.6	4.5	3
46	Højt pæleværk	9990	9	14.4	3.6	4.5	3
47	Højt pæleværk	10100	9	14.4	3.6	4.5	3
48	Højt pæleværk	10210	9	14.4	3.6	4.5	3
49	Højt pæleværk	10320	9	14.4	3.6	4.5	3
50	Højt pæleværk	10430	9	14.4	3.6	4.5	3
51	Højt pæleværk	10540	9	14.4	3.6	4.5	3
52	Højt pæleværk	10650	9	14.4	3.6	4.5	3
53	Højt pæleværk	10760	9	14.4	3.6	4.5	3
54	Højt pæleværk	10870	9	14.4	3.6	4.5	3
55	Højt pæleværk	10980	9	14.4	3.6	4.5	3
56	Højt pæleværk	11090	9	14.4	3.6	4.5	3
57	Højt pæleværk	11200	9	14.4	3.6	4.5	3
58	Højt pæleværk	11310	9	14.4	3.6	4.5	3
59	Højt pæleværk	11420	9	14.4	3.6	4.5	3
60	Højt pæleværk	11530	9	14.4	3.6	4.5	3
61	Højt pæleværk	11640	9	14.4	3.6	4.5	3
62	Højt pæleværk	11750	9	14.4	3.6	4.5	3
63	Højt pæleværk	11860	9	14.4	3.6	4.5	3
64	Højt pæleværk	11970	9	14.4	3.6	4.5	3
65	Højt pæleværk	12080	9	14.4	3.6	4.5	3
66	Højt pæleværk	12190	9	14.4	3.6	4.5	3
67	Højt pæleværk	12300	9	14.4	3.6	4.5	3
68	Højt pæleværk	12410	9	14.4	3.6	4.5	3
69	Højt pæleværk	12520	9	14.4	3.6	4.5	3
70	Højt pæleværk	12630	9	14.4	3.6	4.5	3
71	Højt pæleværk	12740	9	14.4	3.6	4.5	3
72	Højt pæleværk	12850	9	14.4	3.6	4.5	3
73	Højt pæleværk	12960	9	14.4	3.6	4.5	3
74	Højt pæleværk	13070	9	14.4	3.6	4.5	3
75	Højt pæleværk	13180	9	14.4	3.6	4.5	3
76	Højt pæleværk	13290	9	14.4	3.6	4.5	3
77	Højt pæleværk	13400	9	14.4	3.6	4.5	3
78	Højt pæleværk	13510	9	14.4	3.6	4.5	3
79	Højt pæleværk	13620	9	14.4	3.6	4.5	3

80	Højt pæleværk	13730	9	14.4	3.6	4.5	3
81	Højt pæleværk	13840	9	14.4	3.6	4.5	3
82	Højt pæleværk	13950	9	14.4	3.6	4.5	3
83	Højt pæleværk	14060	9	14.4	3.6	4.5	3
84	Højt pæleværk	14170	9	14.4	3.6	4.5	3
85	Højt pæleværk	14280	9	14.4	3.6	4.5	3
86	Højt pæleværk	14390	9	14.4	3.6	4.5	3
87	Højt pæleværk	14500	9	14.4	3.6	4.5	3
88	Højt pæleværk	14610	9	14.4	3.6	4.5	3
89	Højt pæleværk	14720	9	14.4	3.6	4.5	3
90	Højt pæleværk	14830	9	14.4	3.6	4.5	3
91	Højt pæleværk	14940	9	14.4	3.6	4.5	3
92	Højt pæleværk	15050	9	14.4	3.6	4.5	3
93	Højt pæleværk	15160	9	14.4	3.6	4.5	3
94	Højt pæleværk	15270	9	14.4	3.6	4.5	3
95	Højt pæleværk	15380	9	14.4	3.6	4.5	3
96	Højt pæleværk	15490	9	14.4	3.6	4.5	3
97	Højt pæleværk	15600	9	14.4	3.6	4.5	3
98	Højt pæleværk	15710	9	14.4	3.6	4.5	3
99	Højt pæleværk	15820	9	14.4	3.6	4.5	3
100	Højt pæleværk	15930	9	14.4	3.6	4.5	3
101	Højt pæleværk	16040	9	14.4	3.6	4.5	3
102	Højt pæleværk	16150	9	14.4	3.6	4.5	3
103	Højt pæleværk	16260	9	14.4	3.6	4.5	3
104	Højt pæleværk	16370	9	14.4	3.6	4.5	3
105	Højt pæleværk	16480	9	14.4	3.6	4.5	3
106	Højt pæleværk	16590	9	14.4	3.6	4.5	3
107	Højt pæleværk	16700	9	14.4	3.6	4.5	3
108	Højt pæleværk	16810	9	14.4	3.6	4.5	3
109	Højt pæleværk	16920	9	14.4	3.6	4.5	3
110	Højt pæleværk	17030	9	14.4	3.6	4.5	3
111	Højt pæleværk	17140	9	14.4	3.6	4.5	3
112	Højt pæleværk	17250	9	14.4	3.6	4.5	3
113	Højt pæleværk	17360	9	14.4	3.6	4.5	3
114	Højt pæleværk	17470	9	14.4	3.6	4.5	3
115	Højt pæleværk	17580	9	14.4	3.6	4.5	3
116	Højt pæleværk	17647.5	9	14.4	3.6	4.5	3
117	Højt pæleværk	17715	9	14.4	3.6	4.5	3
118	Højt pæleværk (Pylon)	17965	28	44.8	11.2	14	9
119	Højt pæleværk (Pylon)	18515	28	44.8	11.2	14	9
120	Højt pæleværk	18765	9	14.4	3.6	4.5	3
121	Højt pæleværk	18832.5	9	14.4	3.6	4.5	3
122	Højt pæleværk	18900	9	14.4	3.6	4.5	3
123	Højt pæleværk	19010	9	14.4	3.6	4.5	3
124	Højt pæleværk	19120	9	14.4	3.6	4.5	3
125	Højt pæleværk	19230	9	14.4	3.6	4.5	3
126	Højt pæleværk	19340	9	14.4	3.6	4.5	3
127	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	19450	-	0.0	57.1	15	2
128	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	19560	-	0.0	57.1	15	2
129	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	19670	-	0.0	57.1	15	2
130	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	19780	-	0.0	57.1	15	2
131	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	19890	-	0.0	57.1	15	2
132	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	20000	-	0.0	57.1	15	2
133	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	20110	-	0.0	57.1	15	2
134	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	20220	-	0.0	57.1	15	2
135	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	20330	-	0.0	57.1	15	2
136	Pælefunderet (Rammet)/Delvist nedgravet	20440	-	0.0	57.1	15	2
137	Pælefunderet (Rammet)/Fuldt nedgravet	20550	-	0.0	186.0	15	4
138	Pælefunderet (Rammet)/Fuldt nedgravet	20660	-	0.0	186.0	15	4
139	Direkte	20770	-	9.1	177.0	0	4
Als	Endevederlag	20840	-	-	-	-	-

¹⁾ 2 m³ sedimentspild antaget for hver pæl, med en fordeling på 80% ler og 20% gytje.

²⁾ 5% sedimentspild antaget for udgravning til direkte fundering.

³⁾ Det antages at en rammet pæl kan installeres på 2 timer, og at der arbejdes i to holdskift af 8 timer hver dag.

⁴⁾ Det antages at 3 pæle kan udgraves/pumpes per døgn

⁵⁾ Det antages at der kan udgraves 2250 m³ per døgn