



4

SÆNKETUNNEL – BESKRIVELSE AF DEN TEKNISKE LØSNING

VVM-REDEGØRELSE FOR DEN FASTE
FORBINDELSE OVER FEMERN BÆLT (KYST-KYST)

Femern
Sund ≈ Bælt

INDHOLD

4	SÆNKETUNNEL – BESKRIVELSE AF DEN TEKNISKE LØSNING	48
4.1	Tunneldesign	49
4.1.1	Tunnelportal	49
4.1.2	Tunnelementerne	49
4.1.3	Tekniske installationer og sikkerhedsmæssige forhold	53
4.2	Linjeføring	57
4.3	Permanente anlæg på land	59
4.3.1	Permanente anlæg på Lolland	59
4.3.2	Permanente anlæg på Fehmarn	71
4.4	Nye landområder	74
4.4.1	Nyt landområde ved Lolland	75
4.4.2	Nyt landområde ved Fehmarn	82
4.5	Midlertidige anlæg og anlægsarbejder	84
4.5.1	Tidsplan	84
4.5.2	Mandskabskrav	85
4.5.3	Produktionsanlæg ved Rødbyhavn	86
4.5.4	Støbeprocessen	88
4.5.5	Materialer til tunnelementer	89
4.5.6	Arbejdsplads ved portal og rampe på Lolland	90
4.5.7	Øvrige arbejdspladsarealer	91
4.5.8	Adgangsveje i kyst-kyst projektets anlægsperiode	92
4.5.9	Udgravning af tunnelrende	93
4.5.10	Anlæg af motorvej, jernbane, lokale veje mv. – Lolland	97
4.5.11	Etablering af landområde og produktionsområde på Lolland	100
4.5.12	Midlertidigt oplag af opgravede materialer	103
4.5.13	Anvendelse af havbundsmaterialer	103
4.5.14	Nedsenkning og montering af tunnelementerne	104
4.5.15	Arbejdshavne	105
4.5.16	Udgravninger på land	106
4.5.17	Boliger til mandskab – camp	107
4.6	Forsynings- og ledningsarbejder	108
4.6.1	Vand	109
4.6.2	El	113
4.6.3	Fjernvarme	113
4.6.4	Spildevand	113
4.7	Ressourceforbrug og affald	114
4.7.1	Ressourceforbrug	114
4.7.2	Affald	115

4 SÆNKETUNNEL – BESKRIVELSE AF DEN TEKNISKE LØSNING

Dette kapitel beskriver den tekniske løsning for sænketunnelen. Beskrivelsen er baseret på et forslag, der i sine hovedtræk blev offentliggjort i november 2010.

I projektet indgår både permanente og midlertidige anlæg.

De permanente anlæg består hovedsageligt af selve Femern Bælt-forbindelsen (sænketunnel, cut-and-cover-tunneler og portalbygninger), vej- og jernbanerammer i tilslutning til tunnelen, vej- og jernbane på henholdsvis dansk og tysk side, som forbinder tunnelen til den eksisterende infrastruktur, et betalingsanlæg placeret på dansk side, faciliteter til drift og vedligehold, som også omfatter faciliteter til told- og beredskabsmyndigheder, samt nye landområder ved begge kyster.

De midlertidige anlæg består hovedsageligt af et produktionsområde på Lolland, hvor der skal produceres tunnelelementer samt arbejdshavne og arbejdsområder på både Lolland og Fehmarn, der anvendes af entreprenørerne.

Det skal anføres, at der i forbindelse med viderebearbejdning af projektet, først til et udbudsprojekt, senere i form af entreprenørens detailprojekt, vil kunne ske ændringer af det beskrevne. Ændringer vil eksempelvis kunne omfatte dimensioner på de forskellige konstruktionselementer, og særligt hvad angår de beskrevne udførelsesmetoder og indretning af midlertidige arbejdspladser, vil entreprenørernes forslag kunne være forskelligt fra det her gengivne.

Tekstboks Hovedelementerne i løsningen med en sænketunnel

Hovedelementerne i løsningen med en sænketunnel er:

- En firesporet motorvejsforbindelse med nødspor i begge retninger og en tosporet jernbaneforbindelse placeret i en sænketunnel
- Cut-and-cover-tunneler, der er placeret ved ilandføringen på henholdsvis dansk og tysk side, og som forbinder sænketunnelen med portalbygningerne
- Portalbygning ved begge tunnelmundinger
- Vej- og jernbanerammer i tilslutning til tunnelen
- Vej- og jernbane på henholdsvis dansk og tysk side, som forbinder tunnelen til den eksisterende infrastruktur
- Landområder ved henholdsvis Lollands og Fehmarns kyst
- Betalingsanlæg placeret på dansk side
- Faciliteter til drift og vedligehold, som også omfatter faciliteter til politi- og toldkontrol
- Ændringer i det omgivende, sekundære vejnet, herunder anlæg af nye lokalveje mv.

Tunnelen projekteres til følgende hastigheder:

- Passagertogtrafik: max. 200 km/t
- Godstogtrafik: max. 140 km/t
- Vejtrafik: max. 130 km/t

4.1 TUNNELDESIGN

4.1.1 Tunnelportal

Den første del af tunnelen (tunnelportalen) består af en cut-and-cover-tunnel og en portalbygning, som indeholder plads til tekniske installationer, der anvendes ved tunnelens drift.

Cut-and-cover-tunnelene udgør overgangen fra rampeanlæggene til sænketunnelen og er nødvendig for at kunne installere det første tunnelement, da installation af sænketunnelementer kræver en vanddybde på mindst 10 m. På den danske side er cut-and-cover-

tunnelen ca. 0,2 km, og på den tyske side er cut-and-cover-tunnelen ca. 0,6 km.

Ved etablering af cut-and-cover-tunnelen foretages der først en udgravning, derefter støbes en tunnel på stedet, og endelig tildækkes tunnelen. De to cut-and-cover-tunneler har det samme indvendige tværsnit som sænketunnelen, forskellen består kun i, hvordan de bygges. Oven på cut-and-cover-tunnelene bygges portalbygninger.

Under etablering af tunnelen har tunnelportalen til formål at sikre, at der ikke løber vand ind i tunnelen. Derfor etableres tunnelportalen med et midlertidigt stålskot i hver ende. Når tunnelportalen er etableret, flådes det første tunnelement ind og sænkes ned, så det slutter tæt til tunnelportalen. Derefter kan man fjerne de to stålskotter.

4.1.2 Tunnelementerne

Sænketunnelen udføres som præfabrikerede tunnelementer, der støbes på en fabrik. Derefter bugseres tunnelementerne fra produktionsstedet ad vandvejen til linjeføringen, hvor de bliver sænket ned og installeret i en tunnelrende, der er udgravet på forhånd.

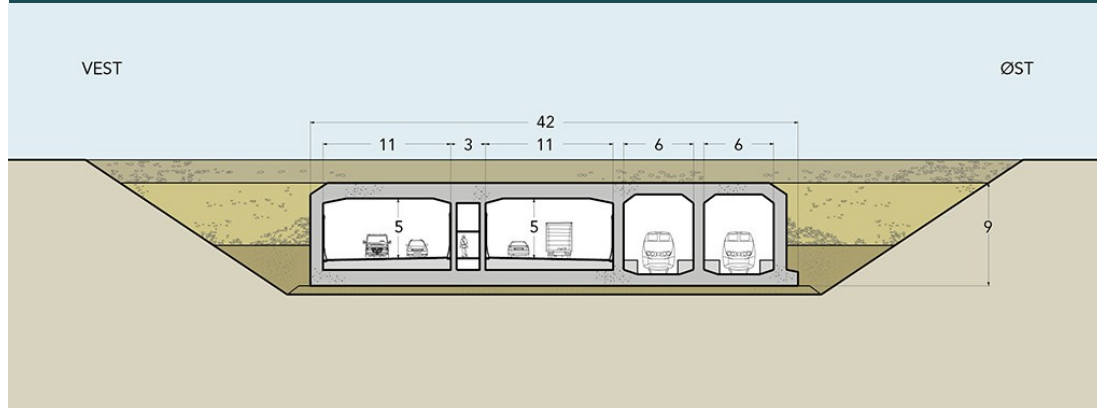
Projektet indeholder to typer af tunnelementer: Standardelementer og specialelementer. Tunnelen består af to vejrør med hver to vejbaner med nødspor og to jernbanerør med hver et jernbanespor.

En ca. 2 m bred central gang placeres mellem de to vejrør. Gangen anvendes til tekniske installationer i forbindelse med drift samt som midlertidigt tilflugtssted i tilfælde af evakuering fra det ene vejør til det andet. I hvert jernbanerør placeres nødfortove på begge sider af sporet.

I projektet består sænketunnelen af 79 standardelementer. Standardelementerne (ca. 9 x 42 x 217 m) har alle samme geometriske udformning. Den endelige dimension af tunnelementer vil afhænge af entreprenørens detaljerede design og valgte udførelsesmetoder, da det må forventes, at især længden og dermed antallet af elementer kan variere.

Standardelementerne udføres i beton.

FIGUR 4.1 Principskitse af tværsnit af standardelement – sænketunnel



Note: Cirkamål angivet i m

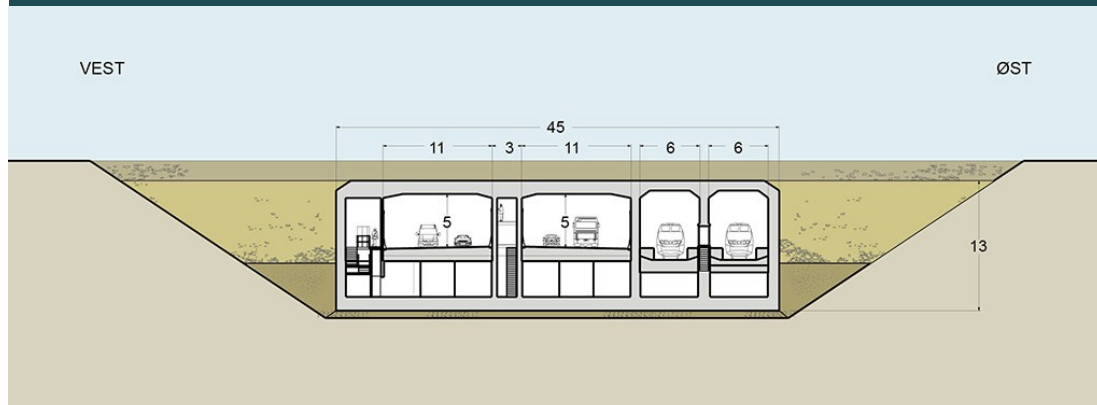
Ud over standardelementerne består projektet af op til 10 specialelementer, der placeres for hver ca. 1,8 km. I specialelementerne anbringes det mekaniske og elektriske udstyr, f.eks. transformere og pumpe-sumpe, der skal bruges i forbindelse med tunnelens driftssystemer.

Specialelementerne (ca. 13 x 45 x 39 m) er højere og bredere end standardelementerne, da de udføres i to niveauer. Det øverste niveau indeholder de to vejår og de to jernbanerår, mens det nederste niveau indeholder et antal rum til de tekniske installationer.

Specialelementerne udføres også bredere end standardelementerne, så der i det vestlige vejår bliver mulighed for at parkere vedligeholdelseskøretøjer uden for nødsporet. Fra parkeringsarealet i det vestlige vejår er der adgang til det nedre niveau. Fra det nedre niveau kan vedligeholdelsespersonale uafhængigt af trafikken få adgang til alle vej- og jernbanerår.

Specialelementerne kan enten udføres i beton, svarende til standardelementerne eller som et stålskelet, der fyldes med beton (sandwichmetoden). Såfremt specialelementerne udføres efter sandwichmetoden, vil der være et lidt større forbrug af armeringsstål, hvilket er indregnet i det angivne ressourceforbrug i tabel 4.10. Produktionsprocesserne ved de to metoder er ens.

FIGUR 4.2 Principskitse af tværsnit af specialelement – sænketunnel



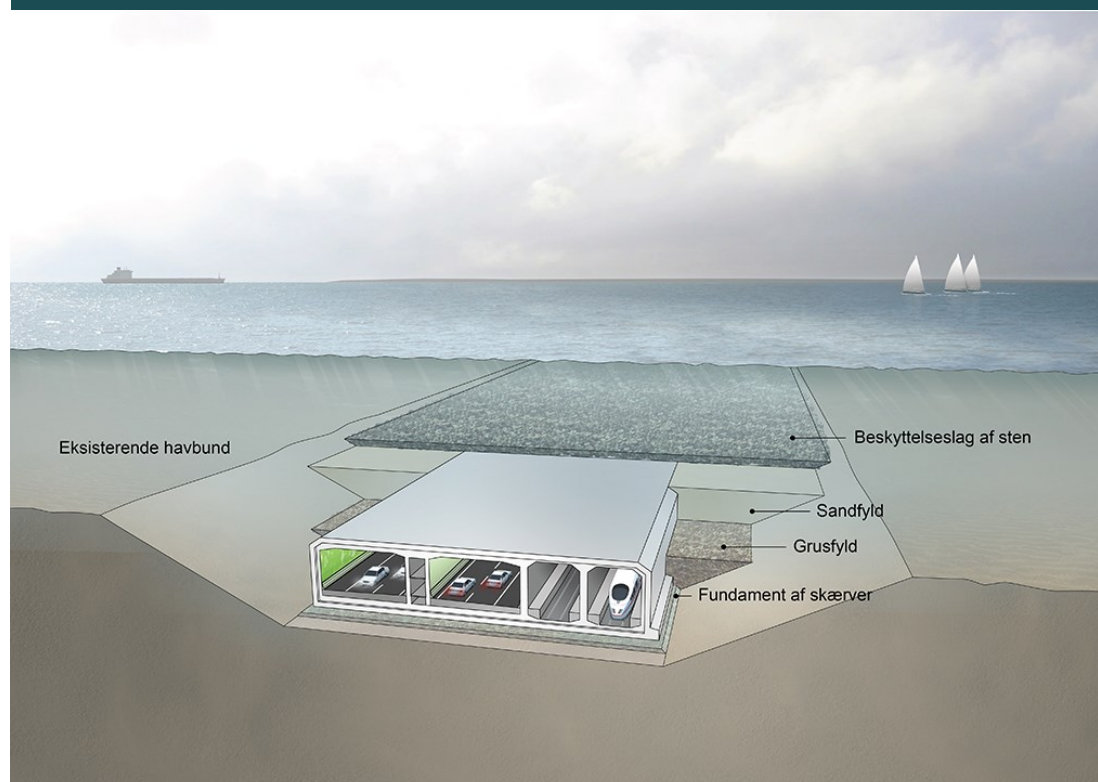
Note: Cirkamål angivet i m

Tunnelementerne placeres under havbunden i en gravet rende. Et lag skærver lægges i bunden af renden for at udgøre fundamentet for elementerne. Når tunnelementerne er placeret, opfyldes langs siderne med sand og grus, mens der øverst placeres et beskyttelseslag af sten på

ca. 1 m's tykkelse. Den nederste del af sand- og grusfyldet har som funktion at "låse" tunnel-elementet fast i renden og forhindre eventuelle bevægelser som følge af hydrauliske belastninger eller placeringen af det resterende sandfyld. Beskyttelseslaget øverst sikrer tunnel-elementerne mod eventuelle synkende skibe og skibsankre, der trækkes over havbunden, eller tabes af et skib.

Tunnelen vil blive designet til at kunne modstå de jordskælvskræfter, der vil kunne forekomme i regionen.

FIGUR 4.3 Perspektivtegning af gravet tunnelrende med tunnel-element – sænketunnel



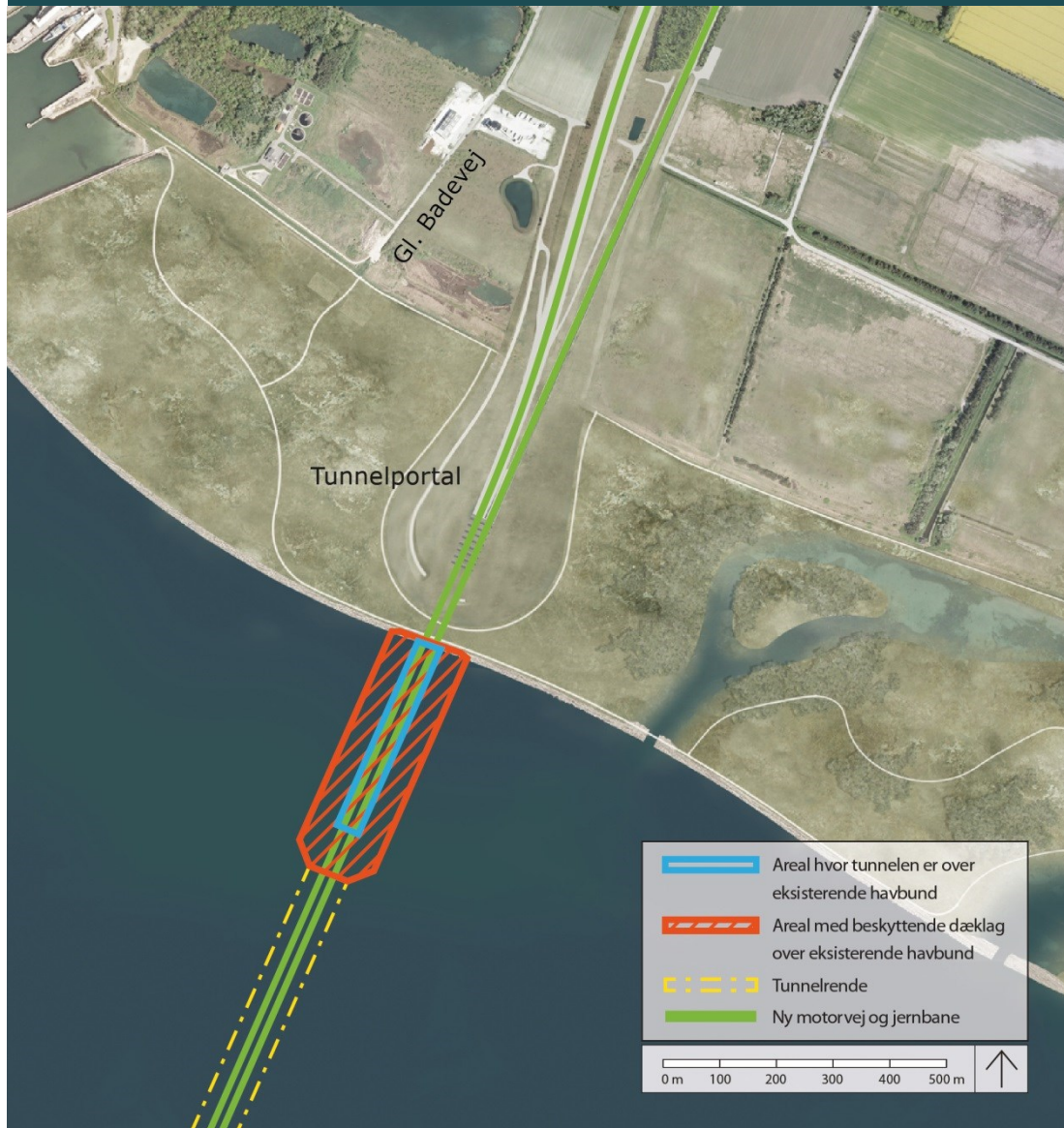
Tunnelen er placeret så dybt, at beskyttelseslaget af sten er under det eksisterende havbunds-niveau, dog ikke i områderne tættest på kysten ved Lolland og Fehmarn.

Tæt på kysten på såvel dansk som tysk side af Femern Bælt ligger oversiden af tunnelen over eksisterende havbund. For beskyttelse af tunnelen udlægges et stenrev oven på tunnelen samt ca. 50 m på hver side af tunnelen.

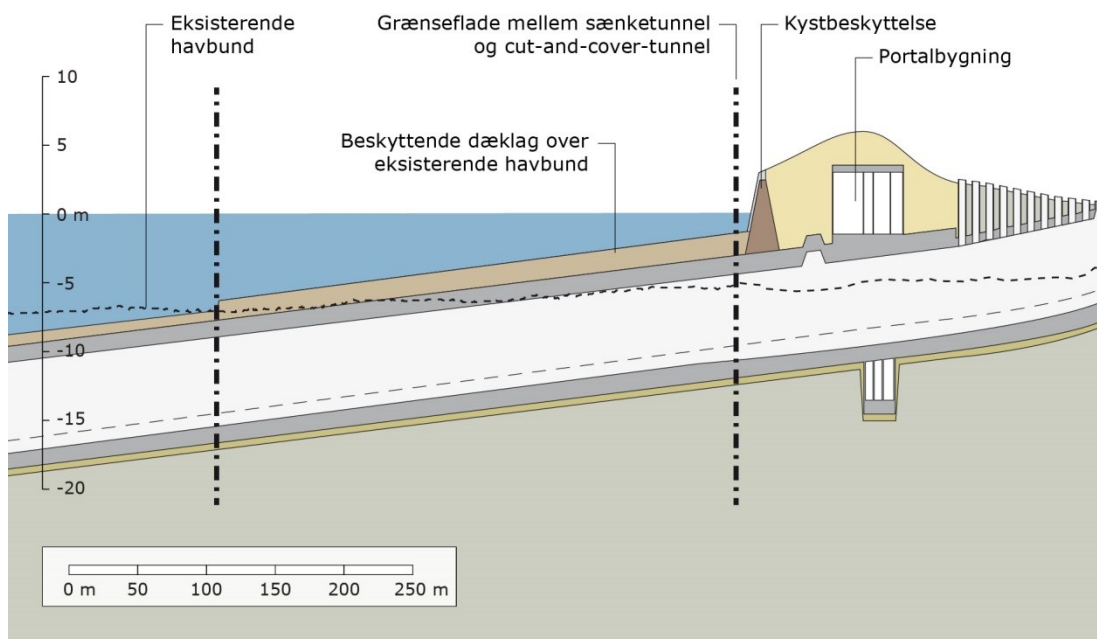
Tættest på den fremrykkede kystlinje vil oversiden af stenrevet være mellem kote -1,0 og -2,0 m, hvilket svarer til 3 - 4 m over eksisterende havbund ved Lolland og 4 - 5 m over eksisterende havbund ved Fehmarn.

Stenrevets højde over eksisterende havbund reduceres gradvist over en strækning på ca. 400 m fra den fremrykkede kystlinje svarende til, at oversiden af stenrevet vil flugte med den eksisterende havbund i ca. kote -6,5 m ved Lolland og ca. i kote -8 ved Fehmarn.

FIGUR 4.4 Illustration af område hvor dæklag og/eller dele af tunnel er over eksisterende havbund – Lolland



FIGUR 4.5 Principskitse af længdeprofil af tunnel område hvor dæklag og/eller dele af tunnel er over eksisterende havbund – Lolland



4.1.3 Tekniske installationer og sikkerhedsmæssige forhold

Luftudskiftning i tunnelen

Under normal drift vil luftudskiftningen i tunnelen ske ved langsgående ventilation igennem hele tunnelen fra tunnelportal til tunnelportal. Denne udskiftning sker primært ved, at biler og tog kører igennem tunnelen og trækker luft med igennem (stempeleffekt).

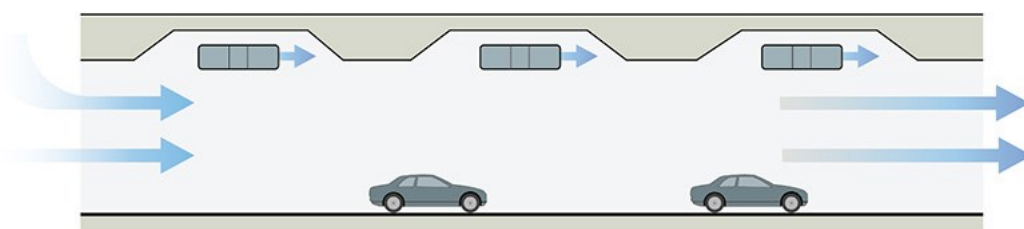
Vej- og jernbanerørene forsynes med et system af impulsventilatorer for at give ekstra ventilation, når det er nødvendigt. Ventilatorerne er placeret i nicher i loftet, og i hvert vej-tunnelrør kan der sidde i alt 123 ventilatorer.

Af helbreds- og sikkerhedsmæssige årsager skal det sikres, at luftkvaliteten har en acceptabel kvalitet for trafikanterne og for tunnelens drifts- og vedligeholdelsespersonale.

Fra bilernes udstødning udledes der CO og NO₂. Emissioner fra køretøjerne overvåges løbende, og koncentrationen af bl.a. CO, NO₂ og sigtbarhed (støvkonzentration) registreres.

Koncentrationen af disse stoffer er med til at afgøre, hvornår impulsventilatorerne startes.

FIGUR 4.6 Principskitse af ventilation med impulsventilatorer på langs i vej-tunnelen – sænketunnel

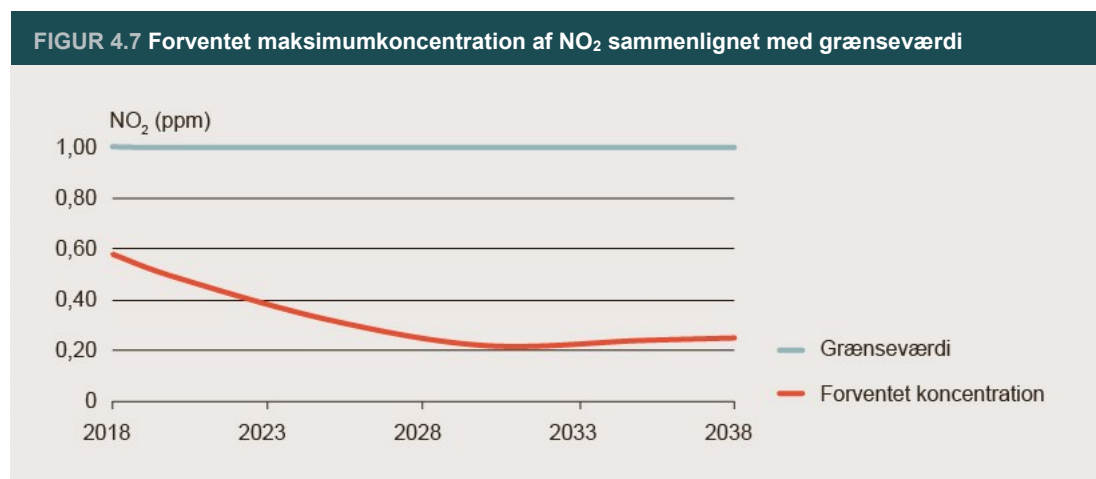


Generelt gør det sig gældende, at emissioner fra både diesel- og benzindrevne køretøjer falder, jo nyere køretøjet er. Dette er en konsekvens af EU-standarderne for emissioner. Denne udvikling forventes at forsætte i de kommende år. Om en type af emission er et problem afhænger af kombinationen af størrelsen af den pågældende emission og størrelsen af den tilhørende grænseværdi.

Udviklingen i emissionstandarder har betydet, at alene NO₂ er blevet det afgørende parameter i forhold til sundhedsrisiko.

Internationalt anvendes ofte en grænseværdi for NO₂ på 1 PPM (Parts Per Million) som gennemsnit over tunnellængden. I projektet er denne grænseværdi anvendt som maksimal værdi målt ved tunnelportalen.

Trafikkens sammensætning vil ændre sig i takt med, at de mere forurenende biler bliver skrottet, og trafikmængden stiger. På grundlag af EU-data for emissioner og sammensætningen af bilparken, er det beregnet, hvordan koncentrationen af NO₂ vil være de første 20 år i tunnelen (figur 4.7).



Note: Beregningerne af driftsfasen. Ventilation i fuld drift

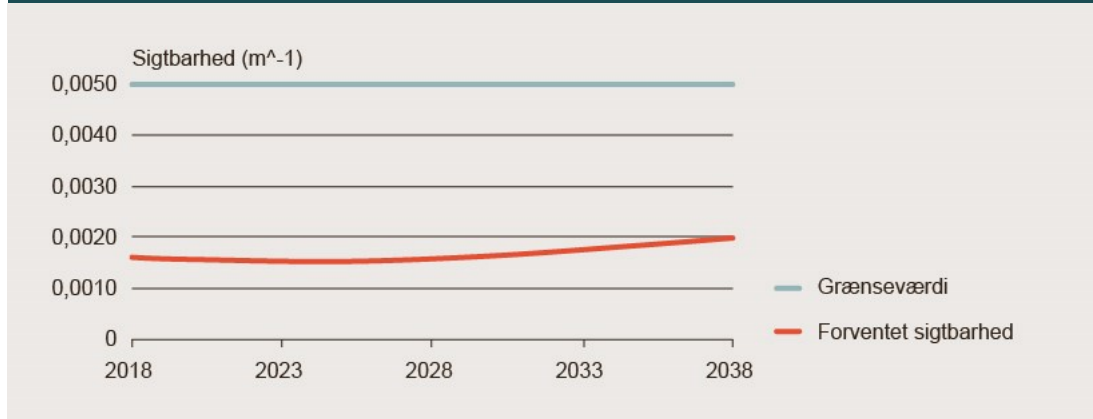
Som det fremgår af figur 4.7, er koncentrationen for NO₂ under grænseværdien.

For at sikre, at NO₂ koncentrationen til stadighed er under 1 PPM i tunnelen, kan det være nødvendigt at anvende nogle af tunnelens impulsventilatorer i spidsbelastningerne, hvilket vurderes til at være i under 1 pct. af tiden.

Partikler i luften er en anden nøgleparameter, som anvendes til at måle luftkvaliteten i tunnelen. Antallet af partikler i tunnelluften måles ikke i koncentration, men i sigtbarhedstab. For at sikre trafikanterne en tilstrækkelig sigtbarhed sætter man ofte en grænseværdi for dette parameter til 0,005 m⁻¹, svarende til 200 m, inde i tunnelen.

Sigtbarheden i tunnelen er estimeret for de første 20 år (figur 4.8).

FIGUR 4.8 Forventet sigtbarhed sammenlignet med grænseværdi



Note: Beregningerne af forventet sigtbarhed er baseret trafikprognosen for driftsfasen. Figuren viser den maksimale værdi af sigtbarheden i den 30. største time for hvert af årene. Ventilation i fuld drift

Som det fremgår af figur 4.8, ligger sigtbarhedstabet på ca. halvdelen af den fastsatte grænseværdi, hvilket er et udtryk for, at luften er renere end påkrævet.

Der er lavet sensitivitetsanalyser af NO₂ og sigtbarheden, som samlet set viser, at tunnelen forventes at kunne anvendes i alle trafiksituationer, som kan forudses i tunnelen. I projektet indgår, at der etableres moderne trafikledelsessystemer, som overvåger trafikken i tunnelen og reducerer den tilkørende trafikintensitet ved f.eks. uheld, således at længere køer igennem selve tunnelen undgås. Derved sikres, at maksimumkoncentration af NO₂ og begrænsningen i sigtbarheden holder sig under de fastsatte grænseværdier.

Strømforsyning og lys

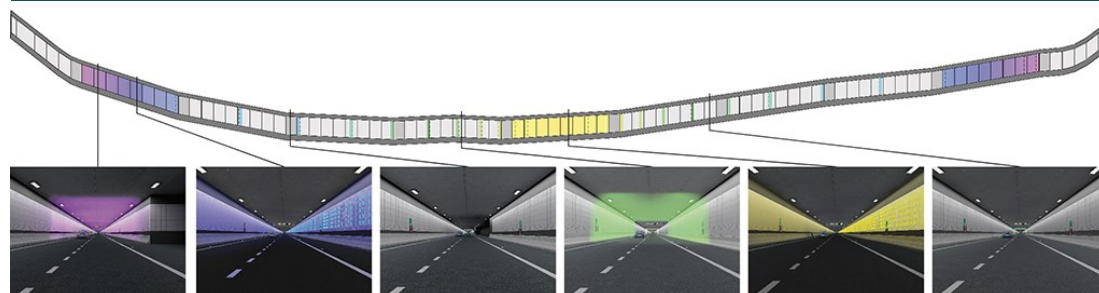
Højspændingskabler med tilhørende transformere vil blive installeret i tunnelen, så der kan leveres strøm til hele tunnelens infrastruktur fra både danske og tyske forsyningskilder.

Vejdelen i tunnelen er oplyst 24 timer i døgnet. Jernbanerørene vil ikke have permanent belysning, men vil blive forsynet med nødbelysning til brug ved en eventuel evakuering.

I tilfælde af en strømafbrydelse vil en del af belysningssystemet få strøm fra en nødstrømsforsyning.

Overvejelser vedrørende belysning med forskellige farvenuancer og udsmykning på tunnelvæggene i vejdelene vil indgå i detailprojekteringen. Dette princip er illustreret i figur 4.9. Formålet er at bryde monotonien for trafikanterne og dermed forbedre sikkerheden.

FIGUR 4.9 Principskitse af belysning med farvenuancer – sænketunnel



Afvanding

Tunnelen bliver forsynet med et afvandingsystem, der opsamler den mængde regnvand, der kommer ned i tunnelen, vand fra rengøring af tunnelen og vand anvendt i forbindelse med eventuel brandslukning.

Vandet opsamles i pumpe-sumpe, som er placeret i specialelementerne, og herfra pumpes det til en større pumpe-sump placeret ved hver portalbygning. Fra denne pumpe-sump pumpes vandet til eksisterende renseanlæg i henholdsvis Rødbyhavn og Puttgården. Disse vandmængder skønnes at udgøre i størrelsesordenen op til 3.500 m³ årligt, bl.a. afhængig af hyppigheden for rengøring af tunnelen.

Renseanlægget i Rødbyhavn opgraderes som følge af kyst-kyst projektets anlægsfase og vil herefter have en kapacitet, så det kan modtage vejvand mv. fra tunnelens driftsfase. For yderligere oplysninger om opgradering af Rødbyhavn Renseanlæg henvises til afsnit 4.6.4 Spildevand. Renseanlægget i Puttgården har i dag en kapacitet, så det kan modtage dette vand.

Kommunikation og overvågning

Kommunikationssystemerne i tunnelen består af en række forskellige systemer, der skal anvendes ved normal drift og i nødsituationer. I nødsituationer kan bilisterne ringe fra en af nødstationerne i tunnelen, og tunnelpersonalet kan fra kontrolcentret henvende sig til personer i tunnelen via et højttaleranlæg. I jernbanetunnelerne kan togpersonale og passagerer få kontakt med Banedanmarks fjernstyringscenter i København.

Et styrings-, regulerings- og overvågningsanlæg overvåger og styrer alle tekniske systemer i tunnelen og portalbygningerne.

Vejtrafikken overvåges i et kontrol- og overvågningscenter placeret ved betalingsanlægget på den danske side. Der etableres bomanlæg for vejtrafikken ved portalbygningerne i Danmark og Tyskland, så trafik til tunnelen kan standses i tilfælde af nødsituationer.

Jernbanesystemet overvåges af den danske og tyske jernbanetrafikledelse. Jernbanetrafikken vil blive styret fra Banedanmarks fjernstyringscenter i København.



4.2 LINJEFØRING

Linjeføringen og ilandføringspunkterne er i første omgang fastlagt efter en proces, der har inkluderet miljømæssige, tekniske og økonomiske forhold (kapitel 5 Alternative løsninger).

Efter offentliggørelsen af første linjeføringsforslag i december 2010 har Femern A/S optimeret linjeføringen over Lolland bl.a. på baggrund af drøftelser med myndigheder og lodsejere.

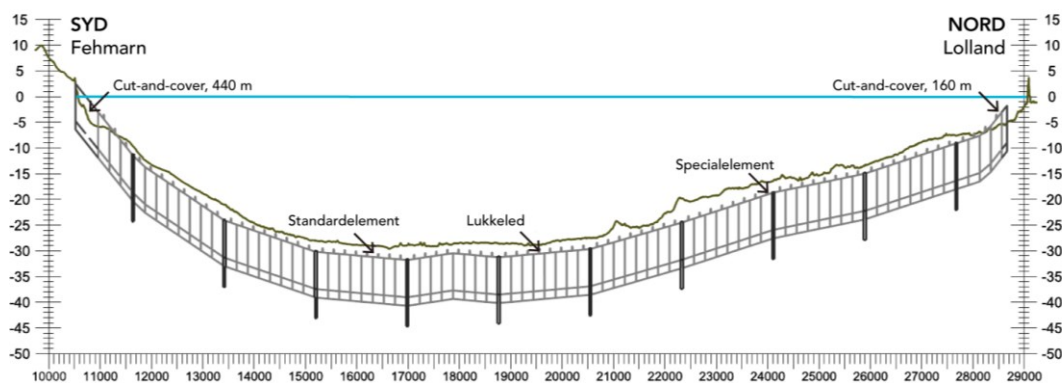
Længden af sænketunnelens hovedelementer er følgende:

- Sænketunnel, kyst-kyst (Ca. 17,6 km)
- Cut-and-cover-tunnel - Lolland (Ca. 0,2 km)
- Cut-and-cover-tunnel - Fehmarn (Ca. 0,4 km)
- Anlæg på land - Lolland (Vej: Ca. 5 km og bane: Ca. 5 km)
- Anlæg på land - Fehmarn (Vej: Ca. 3,5 km og bane: Ca. 3,5 km)

Figur 4.10 illustrerer længdeprofilet af cut-and-cover-tunnelerne og sænketunnelen og viser, at der jævnt fordelt gennem hele tunnelen vil være specialelementer mellem standardelementerne.

De ovenfor angivne længder af de enkelte elementer vil kunne variere. Det kan medføre, at placering af portalerne vil kunne flyttes op til 20 m mod Femern Bælt eller op til 80 m ind i landet.

FIGUR 4.10 Principskitse af linjeføringens længdeprofil (forstørret vertikal skala) – sænketunnel



FIGUR 4.11 Forslag til linjeføring for den faste forbindelse over Femern Bælt – sænketunnel



Note: EEZ = Eksklusiv økonomisk zone. En eksklusiv økonomisk zone er det havområde, hvor en kyststat har eneret til at efterforske i havet og på havbunden, til at udnytte de naturressourcer, der er i havet, på havbunden og i undergrunden samt til enhver anden økonomisk udnyttelse. Kyststaterne har også ret til at håndhæve deres respektive miljølovgivning inden for zonen. En territorial vandlinje er grænsen for det ydre territorialfarvand. Mellem kysten og territorialvandlinjen har kyststaten fuld jurisdiktion

4.3 PERMANENTE ANLÆG PÅ LAND

Kyst-kyst projektet indeholder udover selve tunnelen også permanente anlæg på land, herunder nyanlagt motorvej og jernbane på både Lolland og Fehmarn frem til eksisterende motorvej og jernbane.

Denne VVM-redegørelse anvendes alene i den danske godkendelsesproces for kyst-kyst projektet. I VVM-redegørelsen beskrives de tekniske anlæg på dansk side derfor mere detaljeret end forholdene på tysk side. En mere detaljeret beskrivelse af nye veje og anlæg samt anlægsarbejder på Fehmarn indgår i ansøgningsmaterialet til de tyske myndigheder.

4.3.1 Permanente anlæg på Lolland

Tunnelens ilandføringspunkt planlægges at være ca. 1 km øst for Rødbyhavn Færgehavn.

De samlede anlæg på Lolland udgør:

- Cut-and-cover-tunnel med portalbygning samt ramper
- Ca. 5 km firesporet motorvej og ca. 5 km tosporet, elektrificeret jernbanespor
- Kontrol- og overvågningscenter samt betalingsanlæg med tilhørende arealer til politi- og toldkontrol
- Tilslutningsanlæg til motorvej
- Omlægning eller ændring af enkelte lokalveje samt nye broer
- Transformerstation

Endvidere etableres som følge af projektet et nyt landområde ud for Rødbyhavn og et mindre landområde ved Puttgården. Disse nye landområder beskrives i afsnit 4.4.



FIGUR 4.12 Forslag til linjeføring og anlæg – Lolland



Portalbygning

Portalbygningen etableres oven på cut-and-cover-tunnelen på det opfyldte område uden for den eksisterende kystlinje. Adgang til portalbygningen vil ske fra Gl. Badevej.



Som kystsikring etableres der rundt om portalens og rampens ydergrænse diger (figur 4.14), der med en højde på 5,75 m generelt og 6,25 m ud mod havet, beskytter portalen mod oversvømmelse i tilfælde af ekstreme højvands- og bølgesituationer.

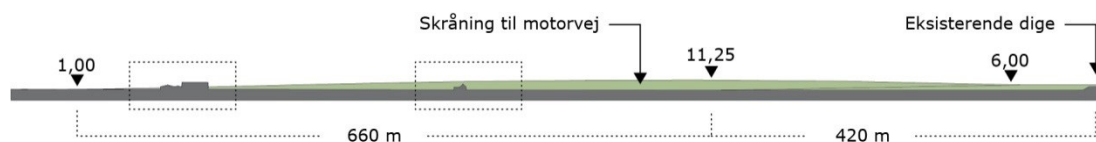
FIGUR 4.14 Principskitse af portalbygning set fra sydvest – Lolland



Ny motorvej og jernbane

Motorvej og jernbane forløber i terræn eller på lav dæmning som eksisterende motorvej og jernbane fra grænsefladen til landanlæg til betalingsanlægget. Efter betalingsanlægget og krydsning af Færgevej hæves motorvejen på en dæmning inden nedkørsel til portal og tunnel. Motorvejsdæmningen udføres dels for, at brugere af forbindelsen får udsigt over tunnelportalen og Femern Bælt inden nedkørsel til tunnelen, dels for at sikre tunnelen i tilfælde af ekstreme højvandsituationer.

FIGUR 4.14A Principskitse af ny motorvejsstrækning på dæmning – set fra Gl. Badevej mod øst



Med etableringen af kyst-kyst projektet vil den del af den eksisterende motorvej, som ligger syd for det nye tilslutningsanlæg, blive nedlagt som motorvej, men vejadgangen til Rødbyhavn og havnen kan opretholdes. Vejdirektoratet er i dag vejbestyrer for denne del af motorvejen, og status herfor forudsættes aftalt mellem Lolland Kommune og Vejdirektoratet.

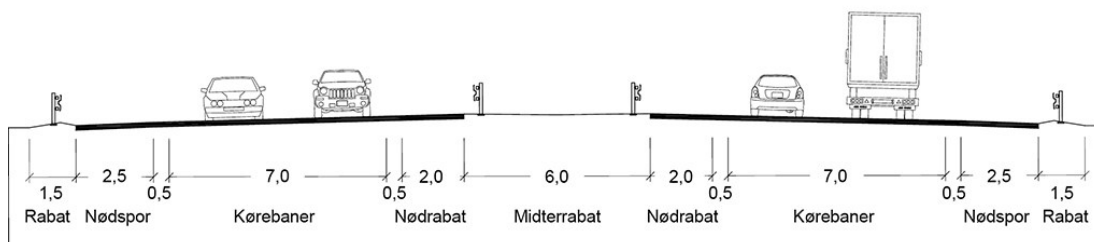
Den nye motorvej krydser eksisterende jernbane i terræn, og der er således ikke mulighed for fortsat jernbanedrift til Rødbyhavn efter forbindelsens etablering. Ændringer i det eksisterende baneterræn i øvrigt er ikke indeholdt i kyst-kyst projektet. I Banedanmarks miljøredegørelse "Femern Bælt – danske jernbanelandanlæg" er behandlet en ny nødperron syd for Holeby på Lolland som erstatning for Rødby Færge Station, som forudsættes nedlagt. For yderligere oplysninger herom henvises til www.bane.dk.

Tilslutningen til eksisterende motorvej planlægges at ske ca. 250 m syd for krydsningen mellem Lundegårdsvej og eksisterende motorvej.

Tilslutningen til eksisterende jernbane planlægges at ske ca. 600 m sydvest for krydsningen mellem Ladhavevej og eksisterende jernbane.

I figur 4.15 ses en skitse af den nye motorvejs tværprofil.

FIGUR 4.15 Tværprofil af den nye motorvej på Lolland

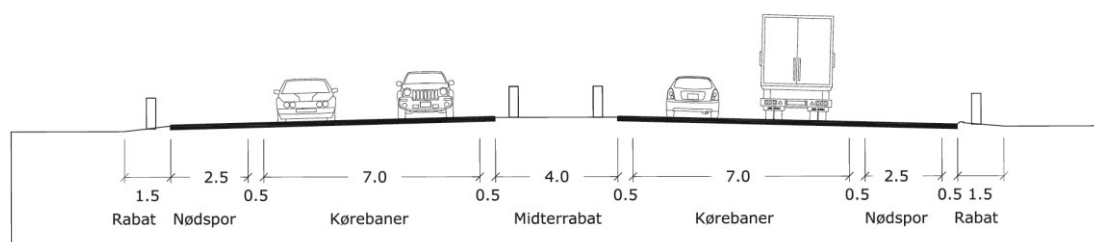


Tværprofilet vil bestå af følgende elementer:

- To kørebane på 7 m, hver med to vognbane med en bredde på 3,5 m samt to kantbaner á 0,5 m i hver side
- 6 m bred midterrabat med græs, der indeholder dobbeltsidet stålautoværn og brosjøjer
- To nødrabatter á 2 m
- To nødspor á 2,5 m
- To yderrabatter á 1,5 m
- Autoværn

Den nye motorvejsstrækning på Fehmarn, der er indeholdt i kyst-kyst projektet, planlægges udført med samme bredde på kørebanen som den danske motorvej, men midterrabat og nødrabat vil være anderledes, da det følger de tyske vejregler.

FIGUR 4.16 Tværprofil af den nye motorvej på Fehmarn



Betalingsanlæg mv.

Betalingsanlæg placeres på dansk side. Betalingsanlæg, administrationsbygning og arealer til f.eks. politi- og toldkontrol etableres umiddelbart nord for Færgevej. Adgang til betalingsanlægget vil ske fra Færgevej.

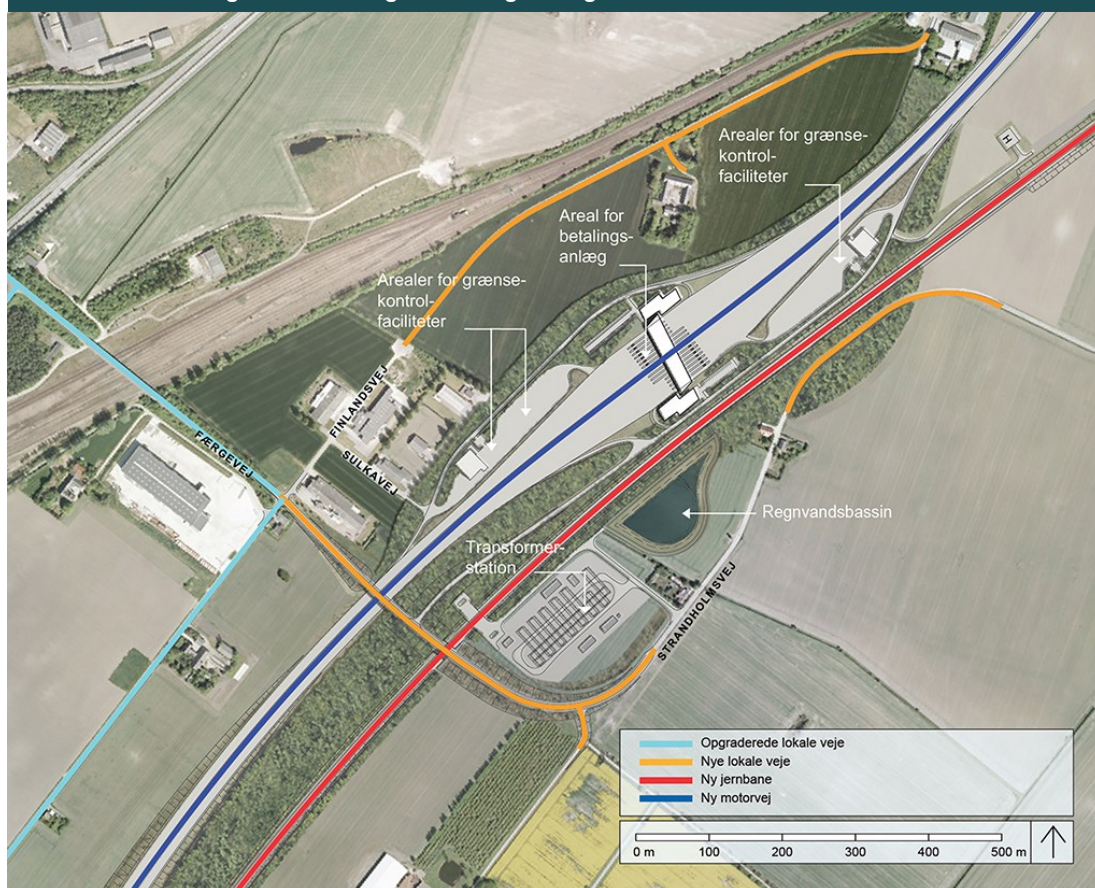
Betalingsanlægget er baseret på samme betalingsteknologi, som anvendes på Øresundsforbindelsen og Storebæltsforbindelsen. I detailprojekteringen af betalingsanlægget vil der blive taget højde for fremtidens betalingsteknologier, og betalingsanlægget vil muligvis kunne blive mindre. Området med betalingsanlægget vil endvidere indeholde kontrol- og overvågningcenter for tunnelen samt faciliteter for drift og vedligeholdelse.

De fleste drifts- og vedligeholdelsesaktiviteter forventes at blive styret i området ved betalingsanlægget. Der vil være personale døgnet rundt til at overvåge driften af tunnelen og dens systemer.

FIGUR 4.17 Illustration af betalingsanlæg set fra nord mod syd



FIGUR 4.18 Forslag til udformning af betalingsanlæg – Lolland

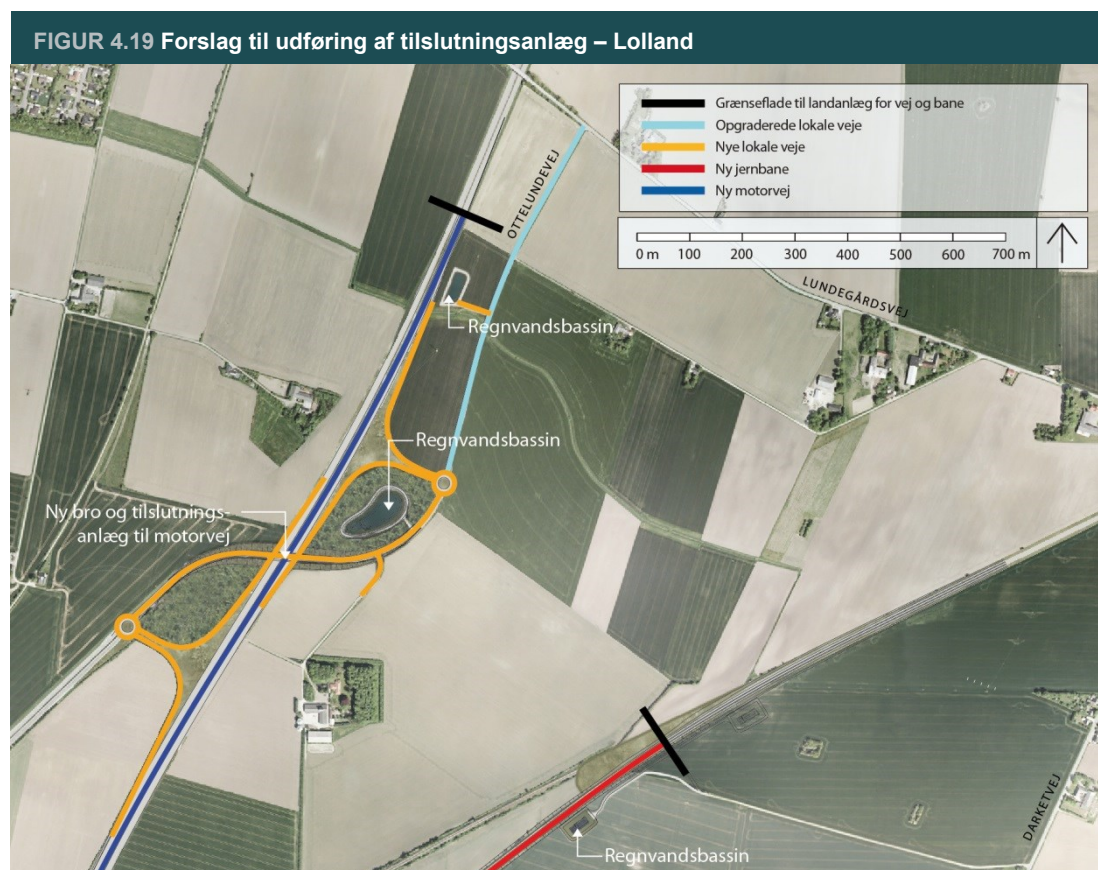


Nyt tilslutningsanlæg til motorvejen

Det nye tilslutningsanlæg til motorvejen etableres tæt på tilslutningen til eksisterende motorvej mellem Ottelundevej og eksisterende motorvej.

Tilslutningsanlægget er projekteret som et sløjfeformet anlæg med en bro over den nye motorvej.

Motorvejen etableres i terræn i ca. kote +4 m, og broen over motorvejen etableres i ca. kote +11 m. Trafik til Rødbyhavn ledes efter frakørsel ind på den eksisterende motorvej, mens trafik mod Rødby føres mod nord ad udvidet Ottelundevej og ind på Lundegårdsvej.



FIGUR 4.20 Illustration af ny bro ved tilslutningsanlægget – Lolland



Ændring af lokale veje

Anlæg af motorvej vil kræve omlægning eller ændring af enkelte lokalveje, ligesom der vil skulle etableres nye broer på Færgevej over den nyanlagte motorvej og jernbane samt over nye motorvej i forbindelse med tilslutningsanlægget.

FIGUR 4.21 Ændringer af eksisterende veje – Lolland



For nogle ejendomme vil adgangsforholdene blive ændret som følge af projektet, men alle ejendomme vil bevare vejadgang til offentlig vej. Femern A/S vil vurdere, om der fortsat opretholdes vejadgang til de ejendomme, selskabet har overtaget ved forlods ekspropriationer.

Østersøvej

Østersøvej vil blive nedlagt, da Femern Bælt-forbindelsens linjeføring og produktionsanlægget for tunnelelementer optager hele vejens længde. Retablering af Østersøvej øst for den nye jernbane afhænger af den fremtidige anvendelse af disse arealer og er endnu ikke fastlagt.

Strandholmsvej

Strandholmsvej afbrydes, hvor motorvej og jernbane gennemskærer denne. Der etableres et nyt sving, der muliggør fortsat forbindelse mellem Strandholmsvej og Humlegårdsvej. Der vil fortsat være adgang fra Rødbyhavn til Humlegårdsvej ad Færgevej og Strandholmsvej. Som erstatning for en del af Strandholmsvej kan der etableres ny adgang fra Færgevej vest for betalingsanlægget til den nordlige del af Strandholmsvej. Den nye adgangsvej kan etableres i forlængelse af Finlandsvej langs eksisterende jernbaneterræn. Det antages, at denne vej primært bruges som adgangsvej for de berørte ejendomme, og vejen vil derfor kun blive etableret, såfremt der er behov for den.

Syd for Strandholmsvej mellem Strandholmgården og Østersøvej er i dag en markvej. Vejstykket skal fremover fungere som adgangsvej til den nyetablerede Strandholm Pumpestation, og derfor bliver vejen udvidet og asfalteret. Forlængelsen af Strandholmsvej vil som udgangspunkt blive tosporet med kørebaner på hver 4,5 m og med en fællessti.

Færgevej

Ændringerne af Færgevej beskrives fra krydset Jøncksvej/Færgevej i vest mod øst.

Der anlægges en permanent fællessti for cyklister og fodgængere på hele nordsiden af Færgevej (fra Jøncksvej mod øst) på nær over broerne over eksisterende motorvej og eksisterende jernbane, hvor den etablerede fællessti alene vil blive etableret i forbindelse med anlægsfasen og fjernet efterfølgende.

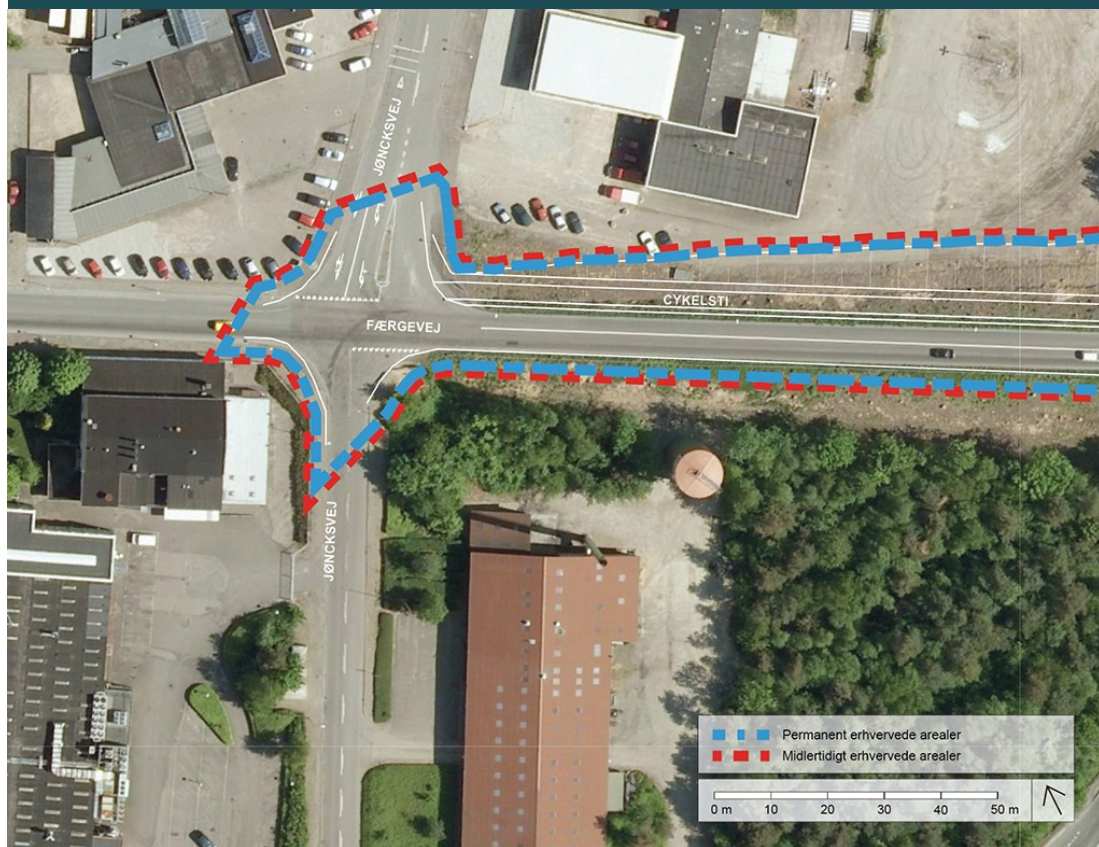
Krydset Jøncksvej/Færgevej ombygges, så de to baner, der kommer fra motorvejsafkørslen, ændres til én bane til højresvingende og ligeud kørende og én bane til venstresvingende trafik. Derudover signalreguleres krydset. Denne signalregulering samordnes med krydset Færgevej/Færgestationsvej.

Færgevej, øst for Jøncksvej, ligger på en dæmning, og det er derfor nødvendigt at udvide bredden af dæmningen for at få plads til en ny fællessti langs Færgevej. På figur 4.22 er skråningerne på dæmningen angivet ved de hvide linjer, der ligger nord for cykelstien.

På Færgevej i østgående retning etableres en ny højresvingbane vest for krydset Færgevej/Færgestationsvej på en strækning på ca. 35 m. Vejen udvides dermed med 3,5 m for, at trafik, der skal på motorvejen E47 i retning mod København, ikke blokerer for trafik, der skal videre ligeud ad Færgevej mod produktionsområdet og arbejdspladsen ved tunnelportalen.

På Færgevej umiddelbart øst for Færgestationsvej etableres en ekstra vejbane på 3,5 m i vestgående retning, så der på Færgevej er to spor frem mod krydset Færgevej/Færgestationsvej. Det ene spor er et venstresvingsspor, og det andet er et kombineret venstre- og ligeud kørende spor. Det forbedrer forholdene for trafikken, der skal på motorvejen E47 i spidstimebelastningerne. Det ekstra vejspor på østsiden af krydset med Færgestationsvej fortsætter gennem krydset, og der foretages en sammenfletning på vestsiden af krydset.

FIGUR 4.22 Skitse af opgradering af krydset Jøncksvej/Færgevej



Da både Færgevej og Færgestationsvej på den strækning ligger på dæmninger, er det nødvendigt at anlægge bredere dæmninger end de eksisterende, for at der er plads til at etablere de ekstra svingspor samt fællesstien. Udbredelsen af dæmningernes skråninger er angivet på figur 4.23.

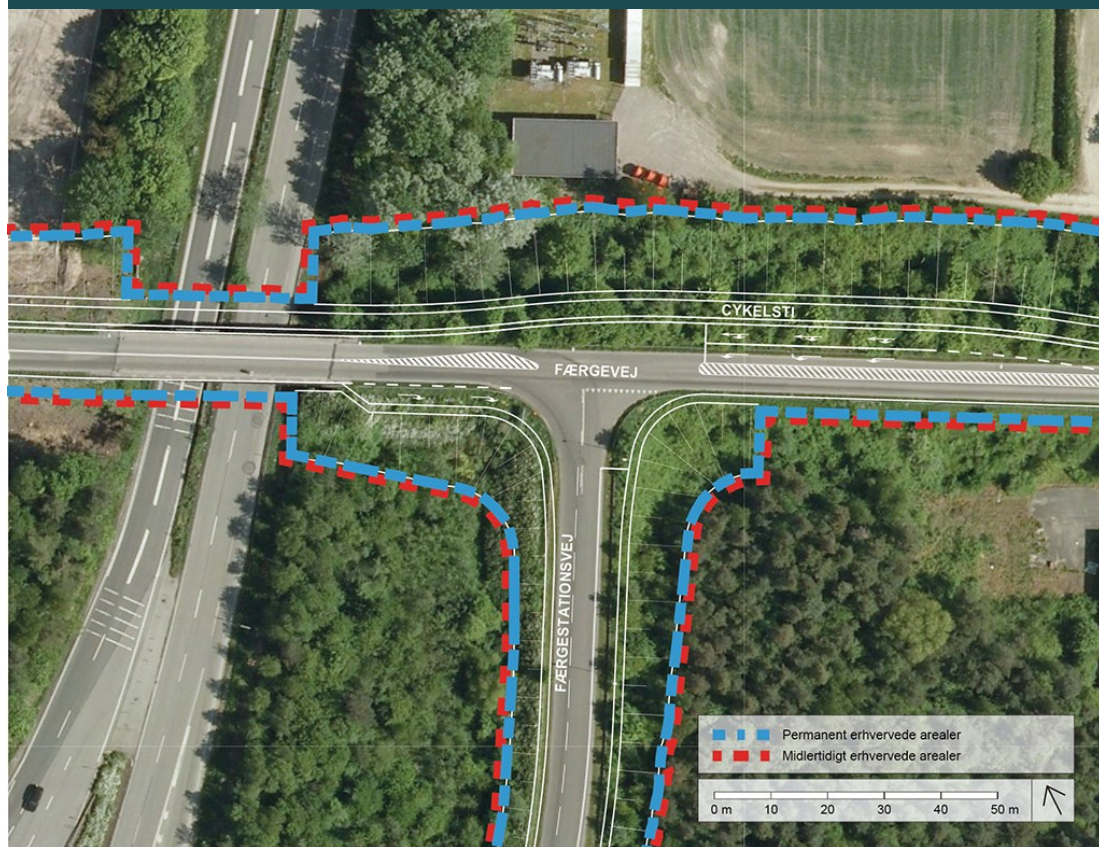
Færgestationsvej udbygges med en ekstra vejbane. Der er således to vejbaner, så de to venstresvingende vejbaner fra Færgevej kan komme ned på Færgestationsvej. De to baner på Færgestationsvej flettes sammen til én bane umiddelbart før afkørslen til motorvejen.

Færgevejs krydsning af ny motorvej og jernbane udføres ca. 20 m mod syd i forhold til nuværende beliggenhed af Færgevej. Der, hvor Færgevej føres over ny motorvej og jernbane, etableres en bro i kote +11.

Færgevej opgraderes fra Gl. Badevej mod øst forbi Ferd. Jensens vej, hvorefter der mod syd etableres en adgangsvej til tunnelelementfabrikken.

Færgevej vil som udgangspunkt blive tosporet med kørebaner på hver 4,5 m.

FIGUR 4.23 Skitse af opgradering af krydset Færgevej/Færgestationsvej



Gl. Badevej

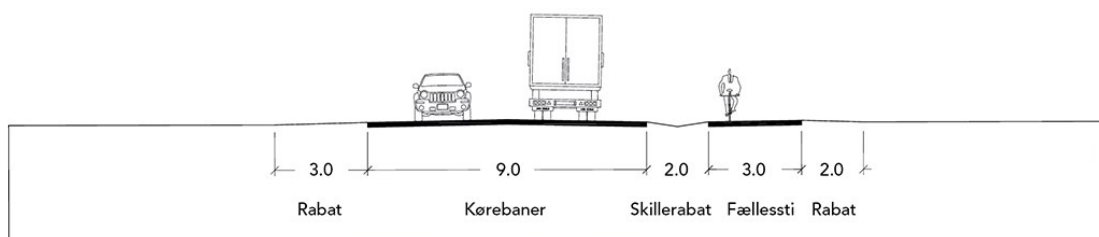
Gl. Badevej bliver udvidet på strækningen fra Færgevej til vendepladsen ved det eksisterende dige. Udvidelsen af vejen foretages under hensyntagen til søen ud for Østersøvej, da vejen generelt udvides mod vest undtagen ved søen, hvor vejen udvides mod øst.

Gl. Badevej vil som udgangspunkt blive tosporet med kørebaner på hver 4,5 m.

Desuden anlægges en fællessti for cyklister og fodgængere langs hele Gl. Badevej.

Figur 4.24 viser en skitse af tværprofilen for opgraderede lokale veje på Lolland. Alle vejene vil som udgangspunkt blive tosporet med kørebaner på hver 4,5 m. Endvidere vil der blive etableret fællessti til cyklister og fodgængere langs vejene.

FIGUR 4.24 Tværprofil for de ændrede lokale veje på Lolland



Fællesstier

Der vil blive etableret fællessti til cyklister og fodgængere langs Færgevej (5,35 km) og Gl. Badevej (1,2 km).

Fællesstier anlægges for at sikre, at cyklister og fodgængere bliver adskilt fra biltrafikken for dermed at minimere risikoen for ulykker.

Ændring af ledninger, afvandingsgrøfter og vandløb

I forbindelse med etablering af anlæggene på land vil der ske en omlægning af en del af de eksisterende vandløb og afvandingsgrøfter. Omlægningen vil sikre, at den eksisterende afvandsstruktur opretholdes. Eksisterende afvandingsgrøfter og vandløb, der krydser motorvej og jernbane, vil blive ført under disse anlæg, mens eksisterende afvandingsgrøfter og vandløb, der krydser området, hvor produktionsanlægget etableres, vil blive omlagt, så vandløbene føres uden om området.

Strandholm Pumpestation vil blive fjernet og nyetableret ca. 600 m mod vest. Det påregnes, at der lægges en rørledning fra pumpestationen og igennem det nye forland. Årsagen hertil er, at afledningen af vand skal ske igennem hele anlægsfasen, og således før forlandet er endelig etableret. Det er muligt, at der vælges et alternativ til en rørledning i form af udledning til den kommende naturlagune øst for portalen eller som et åbent vandløb/en kanal igennem forlandet.

Udløbet fra Rødbyhavn Renseanlæg vil blive flyttet fra den eksisterende kystlinje til den nye kystlinje, da vandet fra renseanlægget via ledninger vil blive ført igennem det nye landområde. Udledningen vil ske 200 – 500 m fra den nye kystlinje.

Der etableres et afvandingsystem for motorvej, jernbane, betalingsanlæg mv. Det opsamlede vand ledes til seks nyetablerede, åbne regnvandsbassiner, som forsynes med olieudskiller og sandfang, med henblik på behandling af afløbsvand og tilbageholdelse af eventuelle forurenende udslip. Regnvandsbassinerne etableres i henhold til gældende regler og vejledninger, og det sikres, at opholdstiden i bassinet kun et par gange om året bliver mindre end tre døgn.

Det opsamlede vand afledes til eksisterende eller de nye vandløb, som leder vandet til den nyetablerede Strandholm Pumpestation, der placeres tæt ved diget (figur 4.25). Pumpestationen kan alternativt i den linjeføring, der angives med den tilknyttede afvandingskanal blive placeret ca. 100 m mod nord. Der etableres separat afvandingsystem i sænketunnelen, som afleder vand til renseanlæg som beskrevet i afsnit 4.1.3.

I afsnit 4.5.3 beskrives det midlertidige afvandingsystem for produktionsområdet i kyst-kyst projektets anlægsfase.

Figur 4.25 illustrerer omlægningen af eksisterende afvandingsgrøfter, nye vandløb, ledninger og nye regnvandsbassiner.

FIGUR 4.25 Eksisterende påvirkede vandløb og nye vandløb – Lolland



4.3.2 Permanente anlæg på Fehmarn

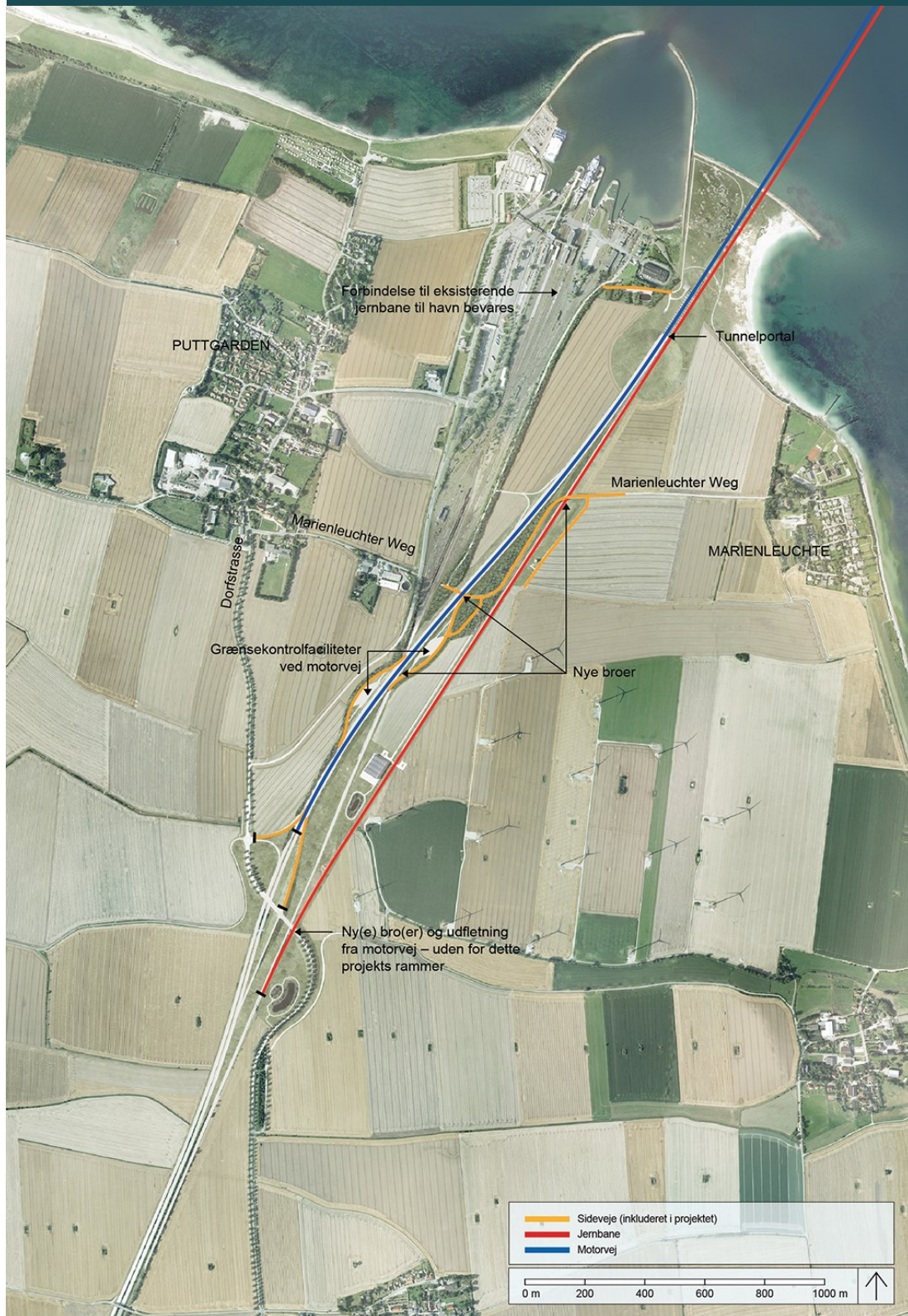
Tunnelens ilandføringspunkt på tysk side er forudsat at være umiddelbart øst for Puttgarden havn.

De samlede arbejder på Fehmarn udgør:

- Cut-and-cover-tunnel med portalbygning samt ramper
- Ca. 3,5 km firesporet motorvej og ca. 3,5 km tosporet, elektrificeret jernbanespor
- Omlægning eller ændring af enkelte lokalveje

Endvidere etableres som følge af kyst-kyst projektet et nyt, mindre landområde øst for Puttgarden. Landområdet beskrives i afsnit 4.4.2.

FIGUR 4.26 Skitseforslag til anlæg på land – Fehmarn

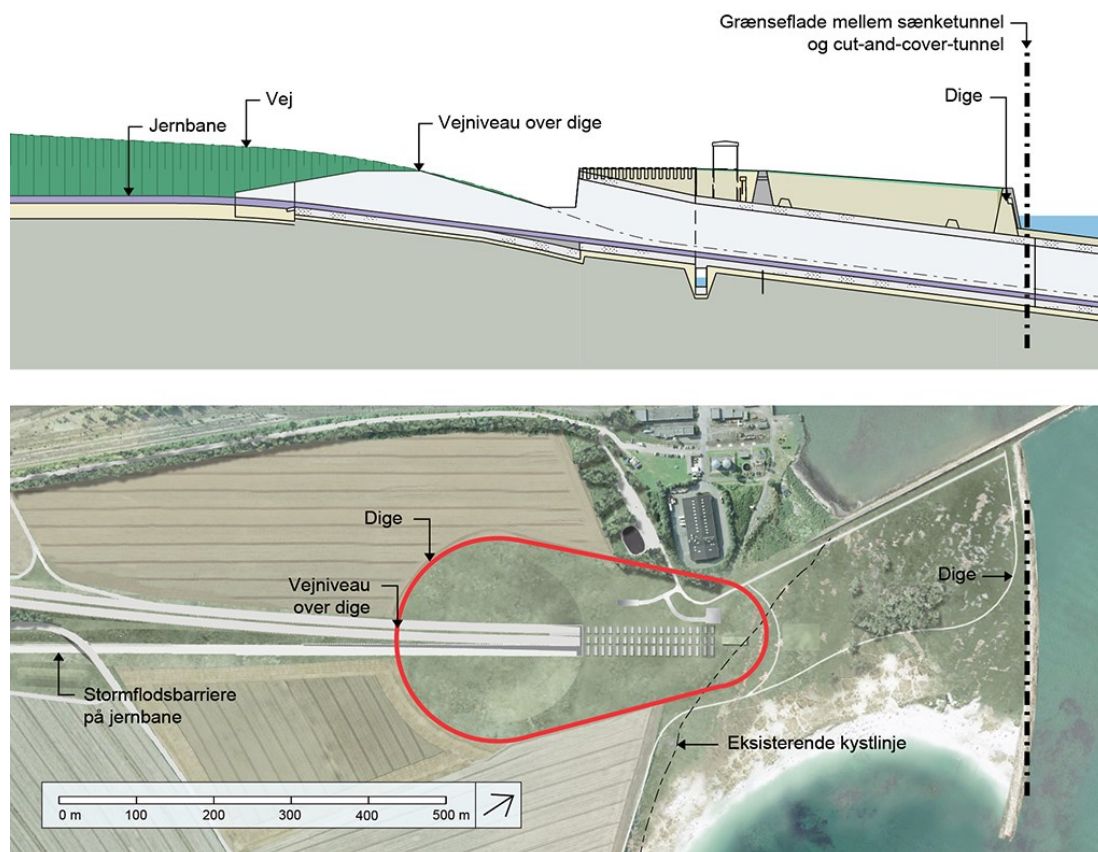


Portalbygning

Tunnelportalen på Fehmarn planlægges anbragt bag den eksisterende kystlinje og vil ligge i en dalsænkning i landskabet. På Fehmarn består tunnelens sikring mod oversvømmelse af en lukket ring af diger, der omkranser portal- og rampeanlæggene.

Jernbanen gennemskærer diget omkring portal- og rampeanlægget og i tilfælde af, at der skulle opstå en ekstrem stormflod, kan der installeres stormflodsbarrierer på tværs af jernbanen.

FIGUR 4.27 Principskitse af digegrænse og kystsikring – Fehmarn



Ny motorvej og jernbane

En ny firesporet motorvej anlægges på Fehmarn på et ca. 3,5 km langt stykke syd for tunnelportalen som forbindelse til de tyske landanlæg.

Fra tunnelen går den nye motorvej op over en dæmning, som bygges over den eksisterende jernbane til havnen. Mod den sydlige ende af motorvejen anlægges et nyt tilslutningsanlæg, der giver forbindelse til det lokale vejsystem. Tilslutningsanlægget er en del af det tyske landanlæg for vejdelen, som ikke indgår i denne VVM-redegørelse.

En ny, elektrificeret, tosporet jernbane anlægges på Fehmarn på et ca. 3,5 km langt stykke syd for tunnelportalen. Den nye, tosporede jernbane tilsluttes den eksisterende jernbane mellem Burg og Puttgarden via et sporskifte i det eksisterende spor og en direkte tilslutning til et nyanlagt parallelspor. Anlæg af nyt parallelspor og sporskifte er en del af det tyske landanlæg, som ikke behandles i denne VVM-redegørelse.

Ændring af lokale veje

Anlæg af motorvejen og jernbanen på landsiden vil kræve omlægning eller ændring af nogle af sidevejene på Fehmarn. Det gælder bl.a. Marienleuchter Weg og Rethen mellem Puttgarden og Marienleuchte og Dorfstrasse syd for Puttgarden. Andre veje vil skulle ændres i mindre grad.

Øvrige forhold

Der vil blive etableret et afvandingssystem omkring portalen på Fehmarn, og der vil blive anlagt bassiner til opsamling og sedimentering efter behov med henblik på behandling af afløbsvand og tilbageholdelse af eventuelle forurenende udslip.

Der vil være behov for separate afløbssystemer inden for diget til stormflodsbeskyttelse, hvor området i sig selv er et opsamlingsbassin, og til området uden for diget. Ved den nordlige del af linjeføringen tættest på portalen, men uden for diget, vil afløbsvandet blive udledt i Femern Bælt. Derfor anlægges der også her opsamlings- og sedimentationsbassiner med henblik på behandling af afløbsvand og tilbageholdelse af eventuelle forurenende udslip.

4.4 NYE LANDOMRÅDER

Som en del af projektet indgår etableringen af nye landområder ved både Lolland og Fehmarn.

Formålet med landopfyldningen er at nyttiggøre de opgravede havbundsmaterialer til bl.a. at skabe et nyt naturområde ved at anvende overskydende materialer fra udgravningen af tunnelrenden og produktionshavnen tæt på tunnelrenden. Landopfyldningen har også den fordel, at transport af materialerne begrænses. Landopfyldningerne er en præmis for projektet, som sikrer projektet fremdrift og en økonomisk forsvarlig løsning vedrørende havbundsmaterialerne.

Landområdet ved Lolland bliver det største af de to nye landområder, og i udformningen er der lagt vægt på at tilføre lokalområdet naturmæssig og rekreativ værdi. Endvidere anvendes landområdet ved Lolland til placering af en del af den erstatningsnatur, Femern A/S skal etablere som følge af, at der tabes natur på Lolland på grund af projektet.

Beregningerne viser, at udgravninger i forbindelse med projektet indebærer en samlet uddybningsmængde på ca. 19 mio. m³. Udgravning af tunnelrende, cut-and-cover-tunnel og ramper forventes at omfatte en uddybningsmængde på ca. 15 mio. m³, og udgravning til produktionsfacilitet og arbejdshavn inkl. sejlrende ved Rødbyhavn forventes at omfatte en uddybningsmængde på ca. 4 mio. m³. Da de faktisk opgravede mængder kan blive større eller mindre end 19 mio. m³, indrettes landområderne, så denne variation kan indeholdes uden, at funktionaliteten af områderne ændres.

Der planlægges med, at den samlede mængde uddybningsmateriale, som skal håndteres i løbet af anlægsfasen på Lolland, udgør ca. 17 mio. m³ og på Fehmarn ca. 2 mio. m³.

De forskellige materialetyper, hvori der skal foretages uddybning, fremgår af tabel 4.1.

TABEL 4.1 Estimerede mængder til opgravning fordelt på materialetyper

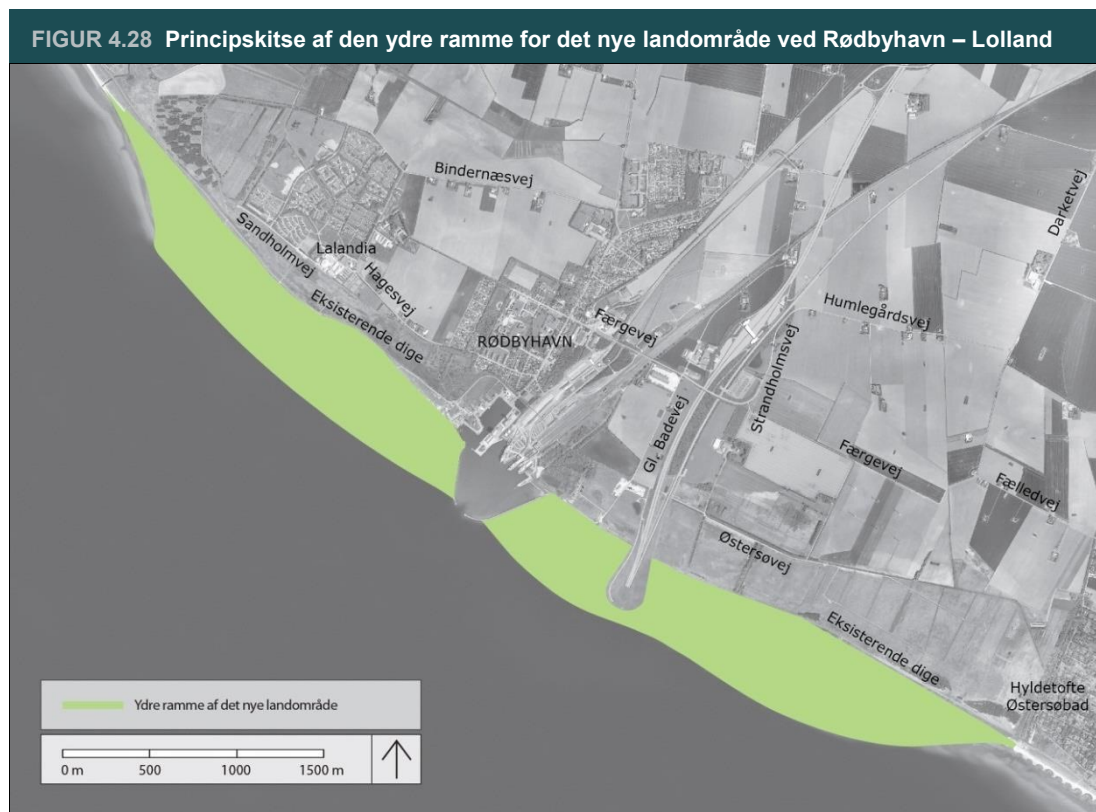
Materialetype	Forventede mængder (m ³)
Sand	700.000
Silt/sand	1.400.000
Gytje	700.000
Smeltevandssand	100.000
Ler	3.200.000
Moræneler	12.400.000
Palæogent ler	500.000
Total	19.000.000

4.4.1 Nyt landområde ved Lolland

Det nye landområde ved Lolland er udformet som et strømlinet areal, der strækker sig parallelt med den eksisterende kyst. Opfyldningen går som udgangspunkt ca. 500 m ud i Femern Bælt til omtrent samme afstand fra kysten, som dækmolerne til den eksisterende færgehavn ved Rødbyhavn. Et enkelt sted går landområdet ca. 700 m ud fra kysten, og andre steder er afstanden til kysten mindre end 500 m. Når der tages højde for afslutningerne af landområderne i begge ender, er den gennemsnitlige bredde for hele området ca. 430 m. Landområdet er projekteret på hver sin side af havnen og strækker sig herfra henholdsvis ca. 3,5 km mod vest og ca. 3,7 km mod øst.

Det samlede areal udgør ca. 330 ha. Arealer af landområderne er opgjort som beslaglagt havbundsareal. Arealerne er inkl. eksisterende vandarealer inden for landområderne.

Det østlige område indeholder portalbygning og tilkørslen til tunnelen og afgrænses længst mod øst af kyststrækningen ud for sommerhusområdet Hyldtofte Østersøbad. Det eksisterende dige vil på hovedparten af strækningen forblive intakt, men der hvor motorvej og jernbane krydser det eksisterende dige, vil det være nødvendigt at gennembryde diget. Der bygges nyt dige uden om tunnelportalen.

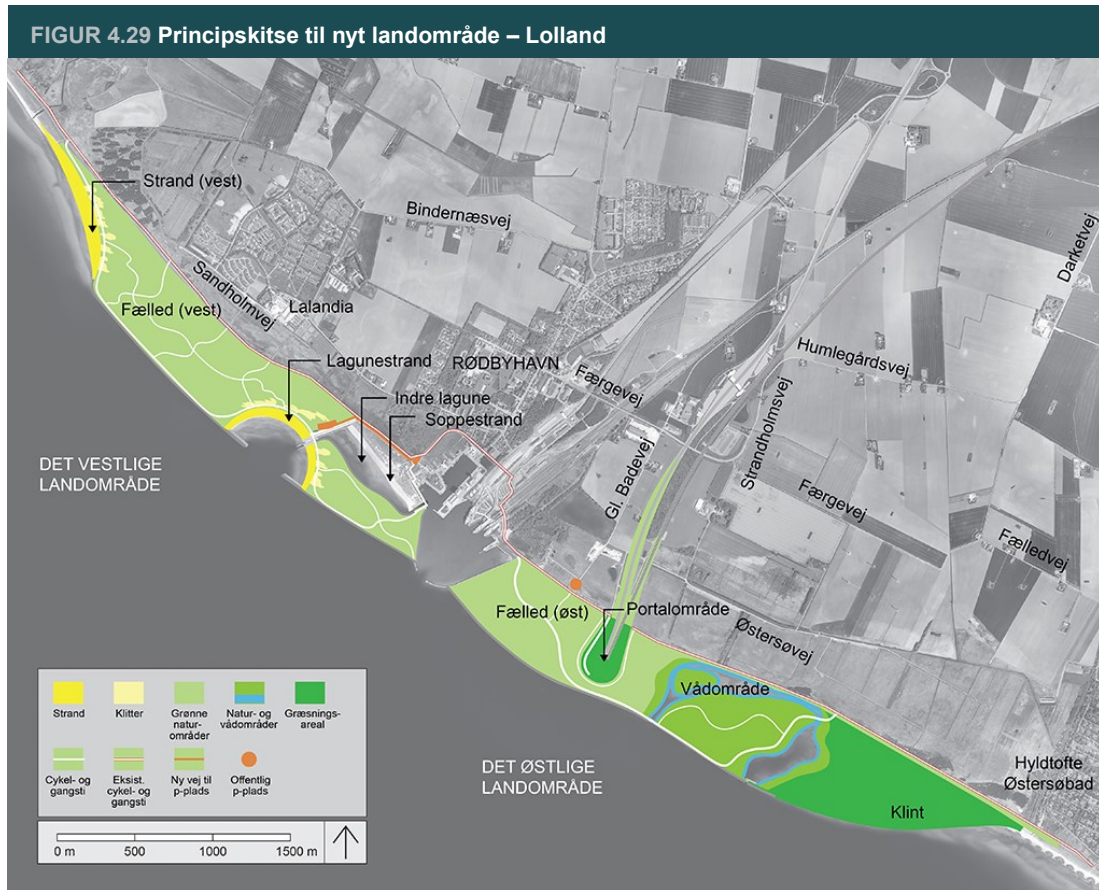


I forslaget til det nye landområdes udformning indgår:

- Vest for Rødbyhavn havn: Naturområde med strandenge/overdrev, vandhuller og rekreativt område med sandstrande
- Øst for Rødbyhavn havn: Naturområde med lagune, græsningsarealer og strandenge/overdrev
- At strækninger omkring tunnelrampen sikres med stenkastninger
- At tilstødende kyststrækninger, som ønskes sikret mod havets påvirkninger, sikres med stenkastninger

- At området mod øst afsluttes af en morænelers klint, hvor erosion tillades, således at der frigives sand til strækningen øst for landområdet. Denne strækning overgår i et jævnt forløb til den eksisterende strand ved Hyldtofte Østersøbad

Da det eksisterende dige langs kystlinjen vil blive bevaret og retableret, hvor det midlertidig har været fjernet, vil det fortsat fungere som stormflodsidge.



Udover området omkring tunnelportalen består det nye landområde af forskellige landskabstyper, heriblandt rekreative grønne områder, våd- og naturområder og græsningsområder. Hvert enkelt område er defineret ved dets særegne natur og brug.

Kysttyper

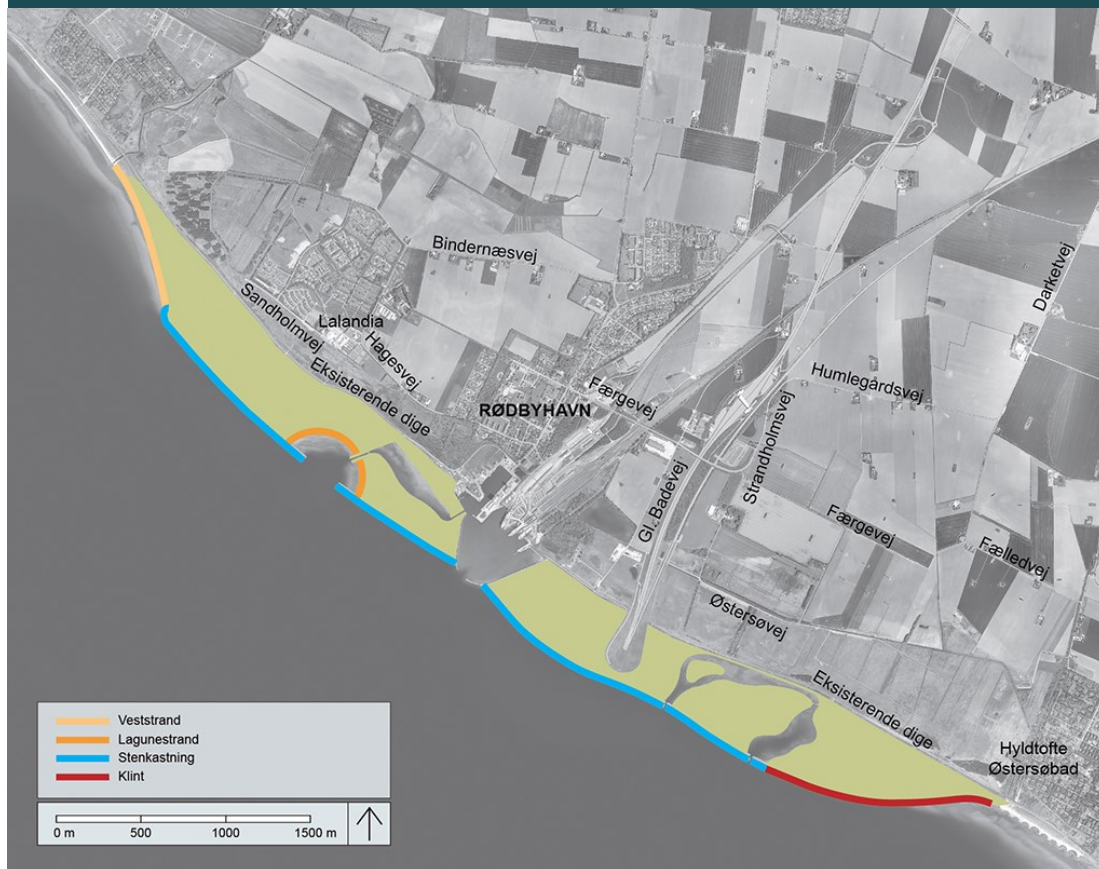
For at beskytte det nye landområde mod havets påvirkninger vil der flere steder blive etableret stenkastninger. Endvidere vil der blive etableret områder med strand og klint (figur 4.30).

Stenkastningerne etableres med sten fra granitbrud og vil blive sejlet til Rødbyhavn. Størrelsen af stenene er ca. 1 - 3 t (diameter op til ca. 1 m). Eksempel på et typisk tværsnit er vist på figur 4.31.

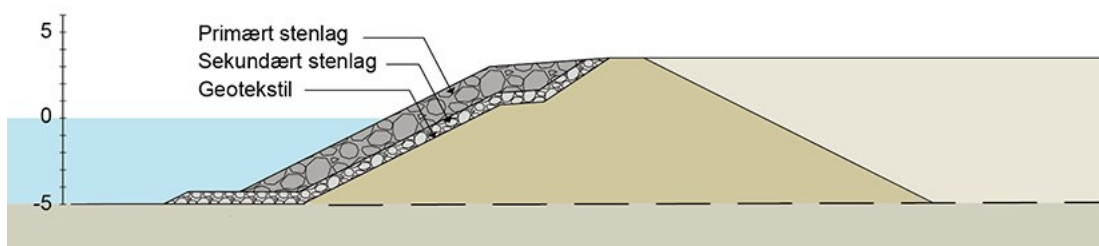
TABEL 4.2 Omfang af forskellige kysttyper

Kysttype	Længde ca.
Strand (vest)	1.100 m
Lagunestrand	500 m
Stenkastninger	4.900 m
Klint	1.600 m

FIGUR 4.30 Principskitse for kysttyper – nyt landområde, Lolland



FIGUR 4.31 Principskitse af snit igennem stenkastning



Note: Størrelsesforhold i ca. mål

Terræn

Et gennemgående terræntræk på det østlige og vestlige landområde er det eksisterende dige, der løber som et let genkendeligt landskabselement gennem hele projektets udstrækning. I det område, hvor det midlertidigt nedrives på grund af produktionsanlægget, reetableres det efterfølgende til dets nuværende kote ca. +3,8 m. Ved reetablering vil overjorden fra det eksisterende dige så vidt muligt blive genudlagt på diget.

Det nye landområde planlægges udført med et varieret terræn. Hvor det støder op til det eksisterende dige, vil landområdet ikke overstige kote +3,8 m med undtagelse af portalområdet, hvor der etableres højere diger omkring nedkørslen til tunnelen. Dermed vil diget også kunne ses tydeligt fra landområdet. Generelt udformes terrænet, så der dannes mulighed for områder, der både er udsat for vindpåvirkning samt områder med læ og med tilstrækkelig stor variation til, at der naturligt kan dannes mindre regnvandssøer.

Området mod vest planlægges udført som et småkuperet terræn, der har en landskabelig reference til de eksisterende tilgroede kystklitter vest for Rødbyhavn. Højden for dette område varierer mellem kote ca. +3 m og op til +5 m, med enkelte toppe i områderne tæt ved stranden længst mod vest og lagunestrand med en højde op til +7 m. Høje områder undgås i arealerne ud for havnen, ud for Lalandia og op mod det eksisterende dige.

Området mod øst fremstår, ligesom området mod vest, også som et kuperet terræn, men med en blødere karakter. Dette landskabstræk gør sig specielt gældende for kystkanten længst mod øst, der gradvist rejser sig fra kote ca. +2,5 m ved det eksisterende dige op til kote +7 m ud mod Femern Bælt.

De beskrevne niveauer og terrænet (figur 4.32) er baseret på Femern A/S' projekt og er behæftet med en vis usikkerhed. Denne usikkerhed er bl.a. relateret til faktisk gravede mængder, materialernes udvidelsesfaktor (bulking), eksisterende havbundsniveau i opfyldningsområderne samt hvor stor en del af de gravede mængder, der kan anvendes på Lolland og Fehmarn til motorvejs- og jernbanedæmning.

Koteangivelserne anses for at være maksimumkoter, og terrænet kan blive lavere, hvis uddybningsmængden reduceres, eller hvis en mindre del af de uddybede materialer anvendes til andre formål. Hvis niveauet i hele landområdet reduceres med 1 m, svarer det til, at fyldmængden er reduceret med ca. 3 mio. m³. Det vurderes, at usikkerheden i fyldmængde vil kunne betyde, at niveauerne reduceres maksimalt 2 m.

Højden af stensætningen vil blive justeret ned, såfremt det viser sig, at terrænkoterne bliver lavere end illustreret på figur 4.32, således at stensætningen ikke bliver højere end det landområde, der skal beskyttes.

Våd- og naturområdet lige øst for portalen udformes med relativt flade kystområder, så den naturlige vandgennemstrømning og tidevand kan interagere med landskabet og vegetation.

FIGUR 4.32 Principskitse af terrænplan og højder til nyt landområde – Lolland



Adgangsforhold

I forbindelse med retablering af diget øst for Rødbyhavn vil den eksisterende gang- og cykelsti ligeledes blive retableret. Vejen, der fører til portalbygningen, er tilgængelig for offentlig gang- og cykeltrafik, og der er dermed uhindret adgang rundt om portalområdet.

Der planlægges et netværk af gang- og cykelstier samt mindre stier, som gennemkrydser landområdet (figur 4.29). Princippet for stiernes placering er, at der etableres sti langs kysten, sti mellem kysten og diget, samt at der på det vestlige landområde etableres et mindre antal stier i nord-sydgående retning. Stiernes placering vil bl.a. afhænge af den endelige terrænuformning. Dette stisystem vil blive integreret med de eksisterende gang- og cykelstier og offentlige parkeringspladser i lokalområdet.

Gang- og cykelstier vil blive udført i en bredde af minimum 3 m og med en overflade af grus, hvorved kørsel i forbindelse med vedligeholdelse og drift af områderne også er mulig.

I tilknytning til lagunestranden vil der blive etableret et parkeringsareal med tilhørende handicap-parkingspladser samt handicapadgang fra parkeringsplads til lagunestranden. Forslag til parkeringsareal ved lagunestranden og adgangsvej til parkeringsarealet er illustreret i figur 4.29. Der er udlagt et areal til parkering på ca. 2.000 m² svarende til ca. 100 biler. Adgangsvej til parkeringsarealet forløber fra enden af Søvavillonvej over eksisterende dige og inden for arealet for det nye landområde frem til parkeringsarealet.

Endvidere vil der blive etableret adgangsvej til stranden længst mod vest. Endelig placering og uformning af adgangsveje og parkeringsplads forventes fastlagt i dialog med Lolland Kommune.

Ud over parkeringsarealet i tilknytning til lagunestranden er der to eksisterende parkeringsarealer: Ved den eksisterende strand ved Rødbyhavn og for enden af Gl. Badevej. Disse parkeringsarealer vil kunne give adgang til henholdsvis soppestranden, den indre lagune og det østlige landområde, særlig Fælled (øst).

Rekreative grønne områder

I forslaget indgår, at landområdet vest for Rødbyhavn udlægges som naturområde og rekreativt område. Der etableres to nye sandstrande: Én mod vest og én i en halvcirkelformet lagune mod havet. Omkring den eksisterende sandstrand ved Rødbyhavn anlægges en indre lagune, der bl.a. kan bruges til rekreative formål og som soppestrand. Strandene udformes på en sådan måde, at de er stabile i forhold til de kystmorfologiske forhold i området, således at det hverken er nødvendigt at kystsikre eller tilføre strandene nyt sand efter etablering. På grund af den naturlige aflejring af sand vil den vestlige strand naturligt blive vedligeholdt.

Området mellem sandstrandene anlægges som naturområder, der ud mod Femern Bælt beskyttes med stenkastningen. Området mellem Rødbyhavn og tunnelportalen udføres som et grønt område beskyttet med stenkastning.

Direkte bag lagunestranden etableres en zone med klitter. Klitterne fungerer både som en naturlig overgang mellem de enkelte landskabselementer, samtidig med at de udgør et område med mulighed for en særegen vegetation og læ for besøgende.

Lagunestranden er placeret øst for midten af det vestlige landområde, hvilket fremgår af illustrationerne af det nye landområde. Der er dog teknisk og miljømæssigt set ikke noget til hinder for, at lagunestranden f.eks. flyttes mod vest i det endelige projekt. Sammenhængen mellem lagunestranden og den indre lagune gør, at en flytning mod vest vil øge længden på forbindelseskanalen eller den indre lagune.

FIGUR 4.33 Illustration af snit igennem strand og klitter – Lolland



FIGUR 4.34 Visualisering af ny lagunestrand set fra vest – Lolland



Det indgår ikke i kyst-kyst projektet at etablere bygninger på landområdet til brug for servicering af gæster, der benytter de rekreative områder. Såfremt der er andre aktører, som ønsker at etablere og drive sådanne bygninger på landområdet er der i arealmæssig forstand mulighed for det.

Visualiseringer af bl.a. landområdet i stor størrelse fremgår af Visualiseringer af kyst-kyst projektet (bilag 1).

Vådområde

I forslaget til landområdet øst for tunnelportalen indgår en kystlagune med to åbninger mod havet, hvorigennem vandet har mulighed for at strømme hele vejen ind til og langs det eksisterende dige. Kystlagunen er udformet med vådområder i overgangen mellem vand og land, og der er herudover planlagt to øer i lagunen.

Den ene af disse øer planlægges udlagt som et naturområde uden adgang for offentlig færdsel, så øen vil kunne blive attraktiv for fugle. Den anden ø, som er den største af de to, er forbundet til de nærliggende områder via to broer og indgår i det overordnede stisystem. For at tiltrække ynglende fugle planlægges det at lukke for offentlig adgang til øen i perioden 1. april - 15. juli.

Det er hensigten at lade vegetationen udvikle sig naturligt i våd- og naturområderne til fremme for biodiversiteten – både for området som selvstændig biotop, men også set i en større lokal sammenhæng.

FIGUR 4.35 Illustration af snit igennem vådområde – Lolland



Bevoksning

I forslaget til det nye landområde indgår bevoksning, der trives i et kystnært miljø, og som kan genfindes i naturen i lokalområdet og i de naturtyper, der skabes. Disse er kystklitter, strangenge, overdrev, vådområder og kulturpåvirkede græsområder.

Områder med græsser dominerer landområdet – både for arealer, der er udlagt til rekreative formål og for arealer, der med tiden vil fremstå som natur. I den østligste del af landområdet etableres et græsningsområde for kreaturer. Alternativt vil der skulle ske høslet i passende omfang. Dette område vil i udgangspunktet ikke være offentligt tilgængeligt.

Arealer med klitbeplantning etableres primært i tilknytning til de nye strande.

Vegetation som er karakteristisk for vådområderne, etableres primært i forbindelse med lagunen i den østlige del af landområdet.

Der sigtes som udgangspunkt imod et meget lavt vedligeholdelsesniveau. Vegetation i landområderne skal i videst muligt omfang udvikle og klare sig selv.



Landområdet vil blive etableret løbende i takt med, at havbundsmaterialerne fra udgravningerne indbygges. Efter etablering af arbejdshavn på det østlige landområde etableres det samlede landområde i udgangspunktet fra vest mod øst.

Der forventes at gå op til to badesæsoner fra, at den eksisterende strand vest for Rødbyhavn lukkes for offentlig adgang til, at offentligheden kan benytte stranden længst mod vest som badestrand.

Det øvrige landområde vest og øst for Rødbyhavn (inkl. lagunestranden og soppestranden) forventes at blive frigivet til offentlig adgang omkring åbningen af Femern Bælt-forbindelsen.

I kapitel 13 Lolland kan der læses om, hvordan udviklingen af naturen på landområderne forventes at forløbe.

4.4.2 Nyt landområde ved Fehmarn

Den planlagte landopfyldning på Fehmarns kyst vil ikke gå længere ud i Femern Bælt end dækmolerne til den eksisterende færgehavn ved Puttgarden og vil ikke komme i kontakt med det beskyttede område ved Grüner Brink eller kysten ved Marienleuchte mod sydøst.

FIGUR 4.37 Forslag til nyt landområde – Fehmarn



Landområdet strækker sig ca. 500 m langs den eksisterende kyst fra færgehavnen mod øst og op til ca. 500 m ud fra eksisterende kyst. Det samlede areal udgør ca. 32 ha. Arealer af landområderne er opgjort som beslaglagt havbundsareal. Arealerne er inkl. eksisterende vandarealer inden for landområderne.

Der planlægges med henblik på, at landområdets udformning skal gøre plads til en ny strand tæt ved Marienleuchte.

For at beskytte det nye landområde mod havets påvirkninger vil der blive etableret stenkastninger på den nordlige side af landområdet. Længden af stenkastningen er vist i tabel 4.3.

TABEL 4.3 Omfang af forskellige kysttyper

Kysttype	Længde ca.
Strand	700 m
Stenkastninger	500 m

Det nye landområde planlægges anlagt som et område med græsningsarealer. Landområdet planlægges udført generelt mellem kote +3 - 5 m.

4.5 MIDLERTIDIGE ANLÆG OG ANLÆGSARBEJDER

I anlægsfasen etableres der anlæg, hvis varighed vil være begrænset til anlægsfasen. Det gælder hovedsageligt tunnelementfabrikken, arbejdshavne, arbejdsområder på både Lolland og Fehmarn, der anvendes af entreprenørerne samt beboelsesområde til medarbejderne (camp) på Lolland. Efter anlægsfasens ophør fjernes de midlertidige anlæg.

Sænketunnelen består af præfabrikerede betonelementer, der i denne VVM-redegørelse er forudsat produceret på en tunnelementfabrik ved Rødbyhavn. Elementerne præfabrikeres af armeret beton.

I det følgende præsenteres det produktionsanlæg, der indgår i projektet. Ændringer vil kunne komme i forbindelse med viderebearbejdning af projektet, særligt hvad angår de beskrevne udførelsesmetoder og indretning af produktionsanlæg og midlertidige arbejdspladser.

Arbejdshavnen på Lolland indgår som en del af produktionsanlægget. Derudover planlægges der etableret en særskilt midlertidig arbejdshavn på Fehmarn.

Anlægsarbejdet indledes med etablering af beboelsesfaciliteter (camp), produktionsområdet til konstruktion af tunnelementerne og de tidlige faser af udgravninger, herunder anlæg af anlægshavnene.

4.5.1 Tidsplan

Nedenfor redegøres for den forventede tidsplan for anlægsfasens enkelte hovedaktiviteter, der ligger til grund for gældende tidsplan for kyst-kyst projektet (april 2012). Størstedelen af anlægsaktiviteterne forudsættes at finde sted samtidig. Det skal understreges, at det er op til entreprenørerne at tilrettelægge deres arbejde og de faktiske arbejder derfor kan afvige fra nedenstående.

Den forudsatte tidsplan for kyst-kyst projektets anlægsfase er baseret på en samlet anlægsperiode på ca. 6,5 år. Tidsplanen i tabel 4.4 viser aktiviteter fra år 0 - 6. År 0 er opstartsåret, hvor projektet forventes startet i årets sidste halvdel. År 1 er første fulde år efter anlægsstart.

TABEL 4.4 Forventet tidsplan for anlægsfasen af sænketunnel

	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6
Kontraktindgåelse	■						
Mobilisering	■						
Detailprojektering	■	■	■				
Etablering af campsite og tunnelementfabrik	■	■	■				
Udgravninger (tunnelrende mv.)	■	■	■	■			
Støbning af tunnelementer			■	■	■		
Nedsækning af tunnelementer			■	■	■		
Nedtagning af tunnelementfabrik og arbejdshavn						■	■
Etablering af landområder	■	■	■	■	■	■	■
Anlægsarbejder, Lolland	■	■	■	■	■	■	■
Anlægsarbejder, Fehmarn	■	■	■	■	■	■	■
Tekniske installationer i tunnel				■	■	■	■
Test og afprøvninger				■	■	■	■
Forventet åbning							■

Noter: 1. År 0 er opstartsåret, hvor projektet forventes startet i årets sidste halvdel. År 1 er første fulde år efter anlægsstart. 2. Tidsplanen viser det forventede forløb for projektets hovedelementer. Den endelige tidsplan fastlægges først i kyst-kyst projektets detailprojekteringsfase

Umiddelbart efter kontraktindgåelse igangsætter entreprenørkonsortierne en detailprojektering. Detailprojekteringen vil starte med de aktiviteter, der ligger først i anlægsfasen:

- Design af tunnel
- Portalbygninger og tilslutningsanlæg (civil works)
- Etablering af tunnelementfabrik
- Udgravning af arbejdshavn og tunnelrende
- Etablering af nye landområder
- Design af tunnel (tekniske installationer mv.)

Samtidig hermed vil der være en periode, hvor entreprenørkonsortierne mobiliserer arbejdsstyrkerne med særligt fokus på civil works-arbejderne.

Som det første etableres camp og tunnelementfabrikken ved Rødbyhavn. Støbningen af tunnel-elementerne ventes at tage ca. 2,5 år.

Den entreprenør, der har ansvar for udgravningerne i Femern Bælt, ventes i første omgang at foretage udgravninger til arbejdshavnene på henholdsvis Lolland og Fehmarn. Dernæst følger udgravningen af tunnelrenden, der ventes at tage ca. 1,5 år.

Nedsækning af tunnelementerne ventes at tage ca. 2 - 2,5 år.

Inden udgravningerne starter, etableres de nødvendige stenkastninger omkring de dele af landområdet, hvor havbundsmaterialerne skal indbygges. Etableringen af det østlige landområde på Lolland vil først kunne afsluttes, når sidste tunnelement er produceret, og tunnelementfabrikken er nedtaget. Den samlede periode for etablering af landområderne ventes derfor at tage ca. 6,5 år.

Etableringen af tekniske installationer forventes at kunne påbegyndes i slutningen af anlægsfasens 2. år og ventes at tage ca. tre år. Der vil sideløbende med etableringen af de tekniske installationer blive foretaget test heraf. Det sidste halvår vil primært blive brugt til prøvedrift.

På Lolland og Fehmarn ventes anlægsarbejderne at starte med de anlæg, der er nærmest kysten (portalbygninger og cut-and-cover-tunnel). Herfra arbejdes der ind i landet frem mod tilslutningspunkterne til eksisterende motorvej og jernbane samtidig med, at de øvrige nødvendige anlæg udføres, herunder nye lokalveje, betalingsanlægget, regnvandsbassiner mv.

Det forudsættes generelt, at anlægsarbejdet vil foregå i døgndrift. En række aktiviteter støjer dog så meget, at det er valgt alene at gennemføre disse aktiviteter i dagtimerne. En liste over aktiviteter, og inden for hvilket tidsrum de gennemføres, kan findes i afsnit 13.7.2 Ekstern støj på land i anlægsfasen.

4.5.2 Mandskabskrav

Det anslås, at det samlede antal årsværk i opførelsen af Femern Bælt-forbindelsen er ca. 28.500 i hele projektperioden fra 2009 - 2021. Dette estimat dækker over samtlige årsværk, herunder forberedende arbejder, projektledelse, design, anlægsarbejder mv.

I selve anlægsfasen anslås, at omkring 19.700 årsværk vil være beskæftiget med at etablere projektet. Dette estimat indeholder således årsværk beskæftiget med projektledelse, design og anlægsarbejder mv., men uden forberedende arbejder.

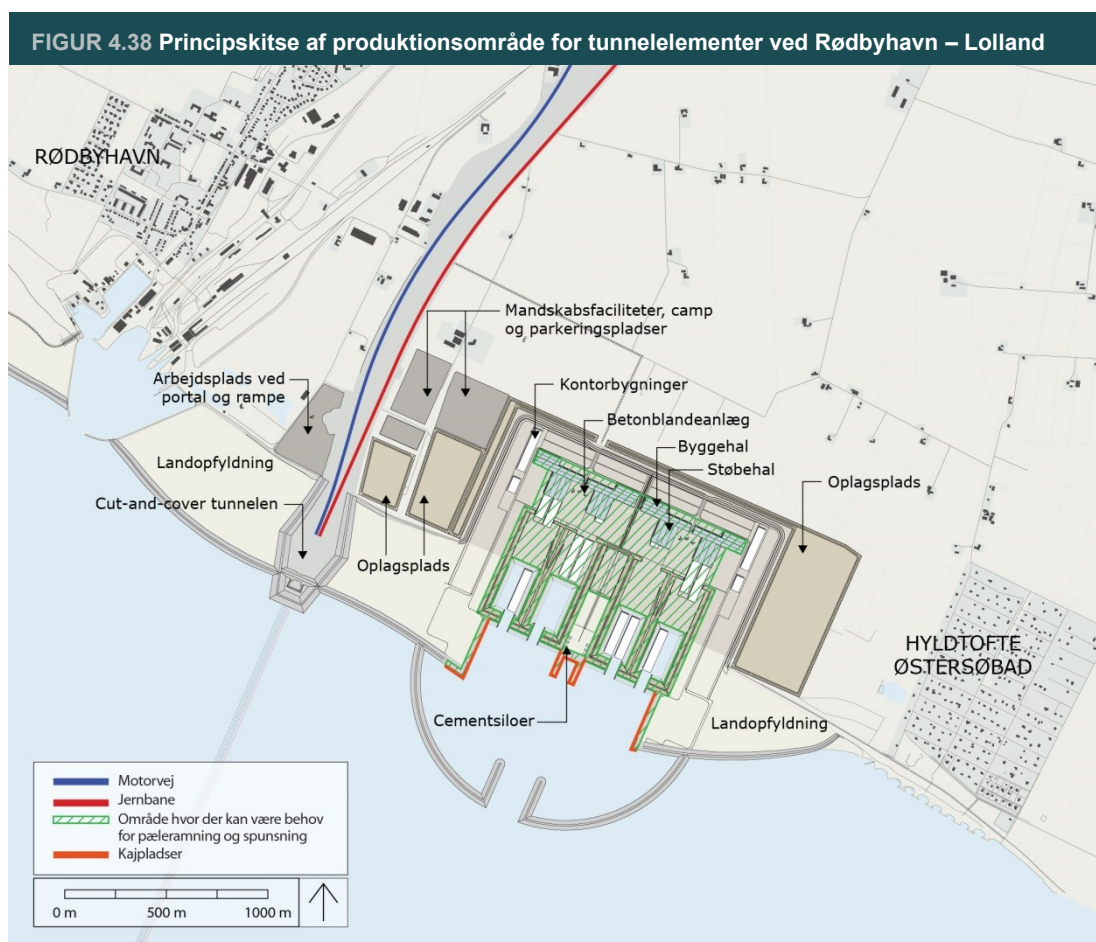
Flertallet af de ansatte, som skal arbejde på projektet, vil arbejde på Lolland enten på tunnelementfabrikken, på tunnelportalarbejdspladsen eller de øvrige mindre arbejdspladser. Det anslås, at der i spidsperioderne vil arbejde op til 3.000 mand på Lolland, hvilket arbejdspladserne og campen er dimensioneret efter. Dette estimat dækker hverken ansatte til forberedende arbejder, projektledelse eller design, men udelukkende anlægsarbejder mv.

4.5.3 Produktionsanlæg ved Rødbyhavn

Femern A/S har udpeget et område øst for Rødbyhavn, hvor tunnelementerne skal produceres i et specialbygget produktionsanlæg. Produktionsanlægget er til dels placeret på land og til dels uden for den eksisterende kystlinje.

Produktionsområdet, der indeholder tunnelementfabrikken, oplagspladser og camp, udgør ca. 187 ha. Oplagspladserne anvendes til midlertidig placering af en del af de opgravede havbundsmaterialer samt oplag af mindre bunker af rømmet muld fra diget. De opgravede havbundsmaterialer vil fungere som midlertidig kystsikringsdige til sikring af det bagvedliggende Lolland. Diget vil blive etableret i kote +7,5 – 10. Oplagspladserne fungerer endvidere som støjvolde og mellemdeponi inden anden anvendelse i projektet.

Materialerne, der midlertidigt oplagres på land, vil være afvandet for overskudsvand gennem den generelle håndtering heraf, hvorfor der ikke afgives havvand fra jorddepoterne til omgivelserne. Omkring jorddepoterne etableres endvidere et afvandingsystem til håndtering af overfladevand.



Produktionsanlægget er dimensioneret til at kunne producere både standardelementer og specialelementer til sænketunnelen.

Standardelementerne er planlagt produceret på otte ens produktionslinjer, mens specialelementer kan produceres på en særskilt produktionslinje.

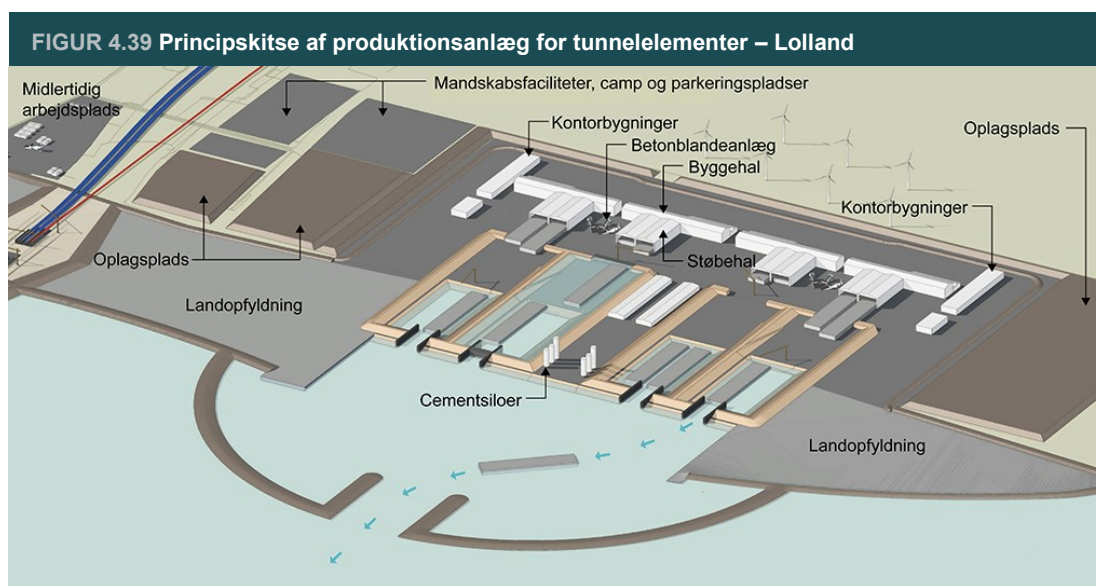
I forbindelse med etablering af produktionsanlægget skal der opføres følgende bygninger og anlæg:

- Kontorbygninger

- Parkeringspladser
- Mandskabsfaciliteter
- Haller til præfabrikation af armering (en for hver produktionslinje)
- Haller hvor betonelementerne støbes (en for hver anden produktionslinje)
- Betonblandeanlæg (en for hver anden produktionslinje)
- Cementsiloer
- Lagerhaller
- Oplag af afrømmet muld fra diget
- Elforsyning fra eksisterende transformerstation i Rødbyhavn

På produktionsområdet forventes det, at der etableres bygninger og belægnings på i alt ca. 40 pct. af arealet. Produktionslinjer, haller og betonblandeanlæg i området kan være op til 30 m høje, mens cementsiloerne kan være op til 50 m høje.

Der vil i forbindelse med anlægsarbejderne på land være behov for oplag af brændstof til entreprenørmateriel. Det forventes, at der vil være et antal mobile brændstoftanke til påfyldning af entreprenørmateriel. I forbindelse med sådanne brændstoftanke vil der blive anvendt spildbakker for at forhindre en eventuel forurening af omgivelserne.



Foran støbehallerne skal der etableres lave søsætningsbassiner, hvorfra der er adgang til Femern Bælt gennem flydeporte.

Foran de ydre søsætningsbassiner skal der etableres moler, der beskytter arbejdshavnen og søsætningsbassinerne mod bølgepåvirkninger. I forbindelse med arbejdshavnen etableres ca. 1.000 m kajstrækning til de skibe, der leverer byggematerialer samt de fartøjer, der anvendes i forbindelse med de marine operationer (figur 4.38).

Der er en mulighed for, at specialelementerne ikke produceres på produktionsområdet ved Rødbyhavn. I det tilfælde vil de op til 10 specialelementer skulle sejles til produktionsområdet ved Rødbyhavn, hvor der vil kunne foregå afsluttende arbejder, før specialelementet sejles ud til tunnelrenden. Anvendes sandwichmetoden er det en mulighed, at alene stålskelettet sejles til produktionsområdet ved Rødbyhavn, hvor det vil kunne fyldes med beton, før det sejles ud til tunnelrenden. Specialelementerne har dimensioner, der muliggør, at de kan produceres i en eksisterende tørdok eller flydedok. Såfremt specialelementerne ikke produceres ved Rødbyhavn,

kan produktionsområde og arbejdshavn optimeres, f.eks. vil uddybningsmængden i adgangs-kanal og arbejdshavn kunne reduceres, da standardelementer har en mindre højde sammenlignet med specialelementer.

Terræn

I forbindelse med etablering af produktionsområdet vil terrænet blive hævet til et niveau over daglig vande. Hævning af terrænet foretages med opgravede havbundsmaterialer eller sand.

Midlertidig grundvandssenkning

I forbindelse med etablering af produktionsområdet er der behov for at placere betonbjælker (skidding beams), som tunnelelementerne hviler på, når de skubbes fra produktionshallerne til de øvre søsætningsbassiner. På grund af tunnelelementernes vægt og krav til minimale deformationer under produktionen af elementerne, vil det være nødvendigt at fundere betonbjælkerne direkte på intakt moræneler, hvilket kræver grundvandssenkning. En anden mulighed er at udføre pælefundering under betonbjælkerne.

Ved en direkte fundering kan der blive behov for at etablere en midlertidig grundvandssenkning i et område på ca. 1.000 m x 350 m. En sådan grundvandssenkning forventes at have en varighed på op til et år.

Pæleramning/spunsning

Hvis de oven for beskrevne betonbjælker udføres med pælefundering, vil der være behov for at nedramme et stort antal betonpæle.

I forbindelse med arbejdshavnen vil der være behov for at etablere kajstrækninger, så materialer til produktionen kan leveres fra søsiden. Disse kajstrækninger vil eventuelt blive etableret med nedrammede spuns vægge. Af figur 4.38 og 4.54 fremgår det, hvor der kan være behov for at foretage pæleramning i anlægsfasen på henholdsvis Lolland og Fehmarn.

Arbejderne med nedramning af pæle og spuns vægge forventes at kunne have en varighed på op til et år og vil blive begrænset til at foregå i dagtimerne.

Pæleramning og spunsning er beskrevet yderligere i afsnit 13.7.2 Ekstern støj på land i anlægsfasen.

Midlertidigt afvandingssystem

Som beskrevet ovenfor etableres der bygninger og overfladebelægninger på en stor del af produktionsområdet. Derfor er det nødvendigt at opsamle regnvand i et afvandingssystem. Det opsamlede vand ledes til et midlertidigt regnvandsbassin, som forsynes med olieudskillere og sandfang, med henblik på behandling af overfladevand og tilbageholdelse af eventuelle forurenende udslip. Derefter udledes det opsamlede regnvand i Femern Bælt.

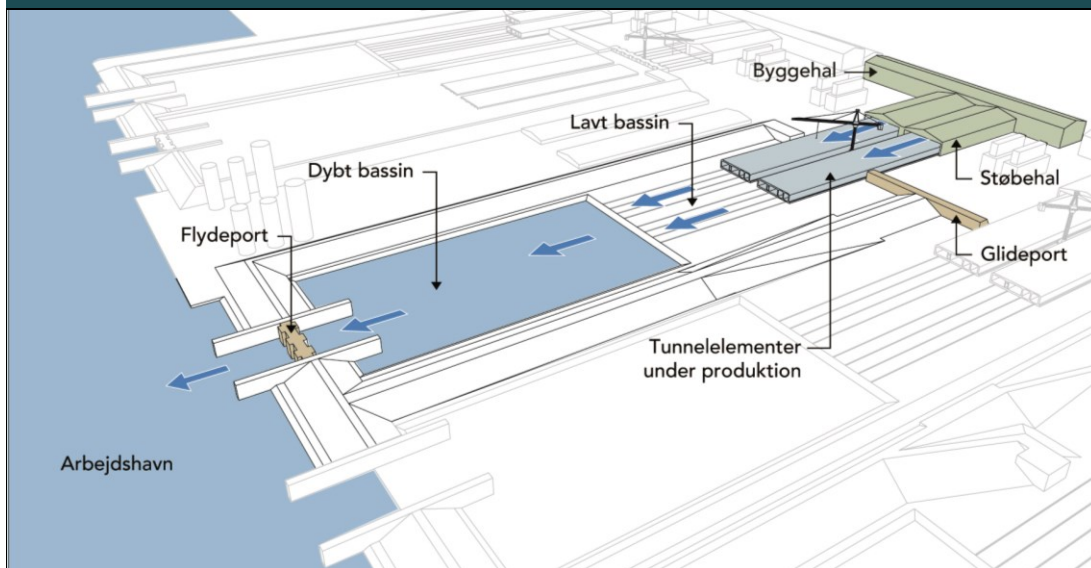
4.5.4 Støbeprocessen

Hvert tunnelelement produceres i korte sektioner, der kaldes segmenter. Hvert element består af ca. ni segmenter. Det forventes, at der støbes et segment på hver produktionslinje hver 7. - 8. dag.

Armeringsnet til segmenterne præfabrikeres i haller. Når armeringen er bundet sammen og færdiggjort, skubbes den ind i støbehallen i en forskallingsform på et fast støbeunderlag. Segmentet støbes, og efter en kort hærdeperiode fjernes forskallingen, og segmentet gøres fri af støbeunderlaget (flyttes vandret) med hydrauliske donkrafte for at tillade støbning af det næste segment. Denne proces gentages, indtil et helt tunnelelement er færdigstøbt.

Når et helt tunnelelement er færdigt, skubbes det ud i det lave søsætningsbassin, der herefter afskæres fra produktionsområdet med en glideport og fra havet med en flydeport. Her forberedes elementet til transport og forsynes med vandtætte skotter i hver ende.

FIGUR 4.40 Principskitse af produktion af tunnelelementer ved hjælp af en industriel produktionsmetode – Lolland



Dernæst fyldes både de dybe og lave søsætningsbassiner, der er omgivet af diger og porte, med vand, indtil tunnelelementerne flyder. Tunnelelementerne trækkes derefter ind i de dybe søsætningsbassiner og fortøjes, hvorefter vandspejlet igen sænkes til samme niveau som Femern Bælt ved at pumpe vand ud af bassinet. Fra de dybe bassiner bugseres elementerne herefter til en fastlagt venteplads ved siden af tunnelrenden, hvorfra de er klar til nedsænkning i tunnelrenden.

Der kan bruges andre metoder til søsætning af tunnelelementerne, eksempelvis kan det færdige tunnelelement skubbes ud på en specialbygget pram, som med tunnelelementet kan nedsænkes under vand, indtil elementet flyder. Det vil være entreprenørens produktionsmetode, der afgør, hvordan elementerne produceres og søsættes.

Produktionen af tunnelelementer forventes at generere støv fra byggepladsveje og håndtering af materialer. Generne begrænses ved at udføre belægninger på en stor del af arealet på produktionsanlægget, ved renholdelse og ved vanding i tørre perioder.

Produktionen af tunnelelementer forventes ligeledes at generere støj. Oplagene af havbunds-materialer vil med en højde på op til 10 m fungere som støjskærm mellem produktionsanlægget og omgivelserne.

Produktionen af tunnelelementer forventes at pågå 24 timer i døgnet, og produktionsanlægget vil derfor være oplyst i denne periode. For at begrænse generne vil der blive udført afskærmning af belysningen, hvor det er nødvendigt.

4.5.5 Materialer til tunnelelementer

Materialer, der er nødvendige til produktionen, vil blive leveret med skibe og lastbiler. En buffer af materialer vil blive oplagret på produktionsanlægget for at sikre, at produktionen kan opretholdes i en given periode. Af tabel 4.5 fremgår materialernes forventede opbevaring.

TABEL 4.5 Forventet opbevaring af materialer til betonproduktion

Materialer	Opbevaring
Cement og flyveaske	Siloer
Mikrosilicaslurry	Tanke
Sand og sten	Overdækket
Armeringsstål	Uoverdækket lager
Plastificeringsmiddel og retarder	Containere

Håndtering af materialer forventes at kunne generere støv, ligesom der kan genereres støv fra oplagrede materialer. Generne begrænses ved at opbevare hovedparten af materialerne overdækkede.

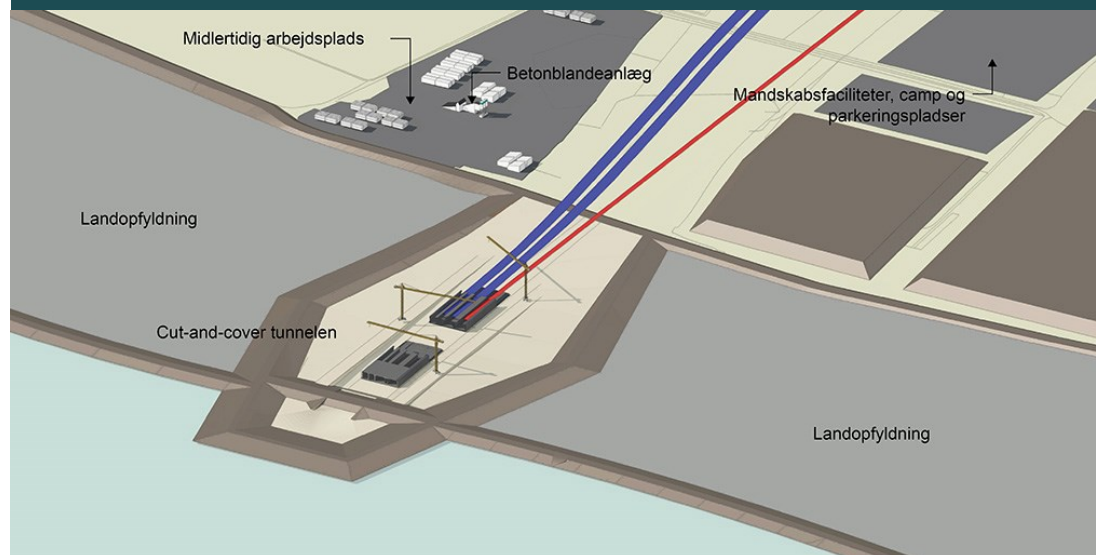
Håndtering af materialer forventes ligeledes at generere støj i forbindelse med aflæsning og losning. Støj beskrives i afsnit 13.7.

4.5.6 Arbejdsplads ved portal og rampe på Lolland

Cut-and-cover-tunnelen på Lolland skal bygges på et inddæmmet areal umiddelbart syd for den eksisterende kystlinje.

Først etableres der midlertidige vandtætte diger omkring området, hvor cut-and-cover-tunnelen og rampen fra cut-and-cover-tunnelen etableres. Det inddæmmede område tømmes for vand ved at pumpe vandet ud i Femern Bælt. Denne grundvandssænkning forventes at have en varighed på op til to år. Området har en størrelse på ca. 500 x 250 m.

FIGUR 4.41 Principskitse af midlertidig arbejdsplads og cut-and-cover-tunnelen – Lolland



Centrum for pumpningen i forbindelse med den midlertidige grundvandssænkning sker syd for det eksisterende dige. Det vil være nødvendigt at sænke grundvandet ned til ca. kote -20, og beregninger viser, at der vil ske en bortpumpning af ca. 16 m³ vand i timen svarende til 140.000 m³ pr. år. Grundvandet vil blive ledt igennem sandfang og herefter iltet før udledning til recipient, der forventes at være Femern Bælt. Herudover vil der være en række andre delarbejder, f.eks. etablering af jordankre, hvor grundvandssænkning i mindre omfang kan komme på tale.

Når området er tørlagt, graves der ud til niveau for undersiden af cut-and-cover-tunnelen. Herefter støbes cut-and-cover-tunnelen på stedet, og den vandtætte dæmning for enden af tunnelen flyttes, så det første sænketunnelelement kan installeres i forlængelse af cut-and-cover-tunnelen.

Endelig etableres portalbygningen og den permanente kystbeskyttelse, cut-and-cover-tunnelen tildækkes og det endelige terræn formes.

I forbindelse med disse anlægsarbejder vil der blive etableret en arbejdsplads, hvor der bl.a. opføres følgende:

- Kontorbygninger
- Parkeringspladser
- Mandskabsfaciliteter
- Betonblandeanlæg til produktion af portal, ramper og cut-and-cover-tunnel
- Oplag af materialer til betonproduktion som beskrevet i afsnit 4.5.5
- Elforsyning fra eksisterende transformerstation i Rødbyhavn

Mandskabet på denne arbejdsplads vil bo i campen ligesom mandskabet på tunnelelement-fabrikken. Campen er beskrevet i afsnit 4.5.16.

Der er placeret midlertidige arbejdspladsarealer på begge sider af linjeføringen.

Der vil skulle etableres forsyning til arbejdspladsen i form af vand, el, telefon og kloak.

Der vil blive anlagt en midlertidig adgangsvej fra arbejdshavnen til arbejdspladsen for at etablere en transportvej for byggematerialer, der leveres med skibe til arbejdshavnen. Adgangsvejen anlægges på landområderne samt arealerne udlagt til arbejdsplads.

Arbejdspladsen vil fungere adskilt fra arbejdspladsen ved produktionsområdet, da det forventes at være forskellige entreprenører, der opererer de to arbejdspladser.

Arbejderne forventes at pågå 24 timer i døgnet, og arbejdspladsen vil derfor være oplyst i denne periode. For at begrænse generne, vil der blive udført afskærmning af belysningen, hvor det er nødvendigt.

4.5.7 Øvrige arbejdspladsarealer

Ud over arbejdspladsarealerne ved produktionsområdet, portaler og ramper, vil der blive etableret et antal mindre arbejdspladsarealer. Disse arbejdspladser vil primært være beliggende inden for det permanente anlægs udstrækning, men visse steder tillige på arealer i umiddelbart tilknytning hertil. Med udgangspunkt i den planlagte linjeføring vurderes det, at der skal anvendes ca. 3 m på hver side af henholdsvis motorvej og jernbane til midlertidige arbejdsarealer.

I forbindelse med etablering af betalingsanlægget vil der blive etableret en arbejdsplads. Denne arbejdsplads forventes at indeholde mandskabsfaciliteter evt. kontorbygninger, materialeoplæg parkeringsarealer mv.

I forbindelse med etablering af broen ved tilslutningsanlægget og broerne ved Færgevejs overføring samt underføringen mellem betalingsanlæg og portal forventes etableret tilsvarende mindre arbejdspladser.

I forbindelse med det vestlige landområde forventes etableret et mindre arbejdspladsareal med mandskabsfaciliteter.

Der vil også blive etableret arbejdspladser i forbindelse med etablering af de elektriske og mekaniske installationer i tunnelen samt i forbindelse med de jernbanetekniske installationer.

På Fehmarn vil der inden for det udpegede footprint blive udlagt arealer til midlertidige arbejdspladser i størrelsesordenen 200 personer.

Arbejdspladserne vil blive anvendt i hele anlægsperioden.

4.5.8 Adgangsveje i kyst-kyst projektets anlægsperiode

I dette afsnit beskrives etablering af adgangsveje til byggepladsarealer for portal og ramper, tunnelementfabrik og til campen. Øvrige byggepladsveje er ikke indeholdt, da disse afhænger af entreprenørernes indretning af arealerne.

Arbejdet indebærer anlæg og opgradering af i alt ca. 5 km asfalteret vej med tilhørende fællessti til tunnelementfabrikken, camp samt byggepladsen for portal og ramper.

Vejene planlægges som udgangspunkt udført som tværprofilet vist i figur 4.24, hvilket vil sige tosporet med kørebaner på hver 4,5 m samt fællessti til cyklister og fodgængere.

I projektet indgår, at der etableres fællesstier langs vejene Gl. Badevej og Færgevej samt adgangsvejene til indkvarteringsfaciliteter og produktionsområde for tunnelementer. Fællesstierne anlægges for at sikre, at cyklister og fodgængere bliver adskilt fra biltrafikken for dermed at minimere risikoen for ulykker. Det forventes endvidere, at en del af arbejderne, der bor i indkvarteringsfaciliteterne, vil benytte sig af stierne som transport til og fra byggepladserne og eventuelt til og fra Rødbyhavn.

Vej til byggeplads ved Gl. Badevej

Trafik til og fra byggepladsen ved portalområdet ledes via Gl. Badevej, og som følge heraf planlægges vejen udvidet i bredden fra Færgevej til vendepladsen ved det eksisterende dige.

Nyt vejanlæg til camp

Der etableres en adgangsvej til campen. Vejen er en sidevej til Færgevej og løber øst om Strandholmsgården, hvorefter den tilsluttes campen.

Vejen er midlertidig og benyttes derfor kun i anlægsfasen, hvorefter den fjernes sammen med de øvrige produktionsfaciliteter. Dog bibeholdes den del af vejen, der ligger i umiddelbar forlængelse af Strandholmsgården med henblik på fremtidig adgang til pumpestationen.

Nyt vejanlæg til tunnelementfabrik

Der etableres en adgangsvej til tunnelementfabrikken, som løber i samme tracé som en del af den eksisterende ikke-asfalterede Færgevej, hvorefter den drejer 90° sydpå mod produktionsområdet.

Hvor vejen følger Færgevej udføres den tosporet, mens den på de sidste ca. 400 m før porten til entreprenørernes område, etableres med tre spor. Dette giver mulighed for parkering af ca. 20 lastbiler.

Ved indgangen til produktionsområdet vil diget, bestående af havbundsmaterialer, blive krydset. Vejen, der gennemskærer diget, hæves på begge sider op mod diget med højdepunkt heri. I tilfælde af ekstraordinær vandstandsstigning, der er højere end vejen, kan der foretages yderligere højvandsikring med de havbundsmaterialer, der ligger i depoter inden for produktionsområdet. Det entreprenørmateriel, der i forvejen anvendes til projektet, vil kunne anvendes til dette formål. Endelig fastlæggelse af kote for vejen, der gennemskærer diget, og beredskab i tilfælde af ekstraordinær vandstandsstigning vil ske i samarbejde med Det Lollandske Digelag.

Adgangsvejen fra Færgevej til produktionsområdet er midlertidig og vil blive fjernet sammen med de øvrige produktionsfaciliteter. Den del af adgangsvejen, der ligger i samme tracé som Færgevej, bibeholdes.

Forlægning af Færgevej

Den eksisterende Færgevej forlægges i en periode i anlægsfasen i sydlig retning fra krydset Færgevej/Gl. Badevej til krydset Strandholmsvej/Færgevej (figur 4.42). I den forbindelse opgraderes vejen i henhold til det generelle tværprofil for lokale veje (figur 4.24). Forlægningen sker for at bygge den permanente broforbindelse over den nye motorvej og jernbane.

FIGUR 4.42 Skitseforslag til lokale veje med fællesstier i kyst-kyst projektets anlægsfase – Lolland



4.5.9 Udgravning af tunnelrende

I forbindelse med kyst-kyst projektet skal der udgraves en rende, hvori elementerne til tunnelen kan anbringes.

Planlægning af uddybningerne skal foretages under hensyntagen til:

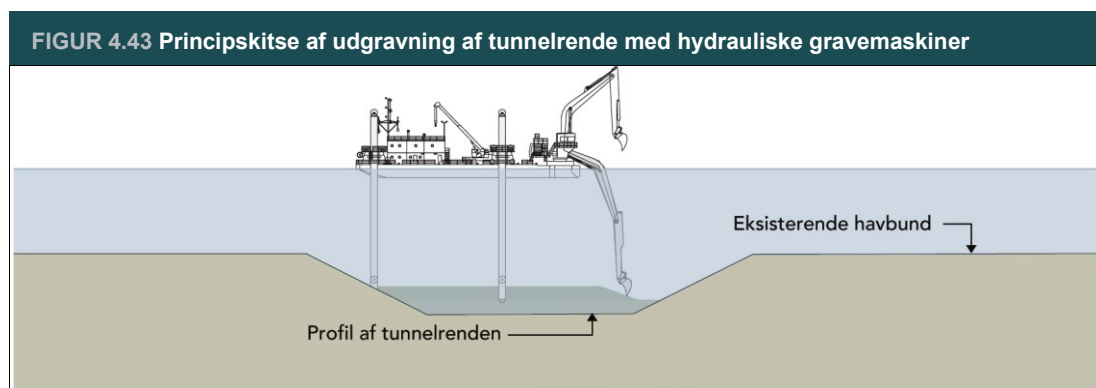
- De geologiske forhold, idet der skal uddybes i forskellige materialer herunder hårdt moræneler
- Dybdemæssige forhold, idet uddybning skal foretages ned til ca. 46 m under havoverflade
- De eksisterende sejladmæssige forhold, idet anlægsarbejderne skal tilrettelægges under hensyntagen til trafik i den internationale sejlrende
- Placering og udformning af indbygningsområderne
- Begrænsning af de miljømæssige forhold, idet sedimentspild fra graveoperationer skal begrænses

Femern A/S har udarbejdet et gravescenarie, der tager hensyn til ovennævnte forhold.

I gravescenariet udføres hovedparten af udgravningen ved hjælp af hydrauliske gravemaskiner og grabmaskiner. Hydrauliske gravemaskiner er monteret på pramme forsynet med forankringspæle samt ankre og læsser det opgravede materiale over på transportpramme, der er fortøjet langs siden. En hydraulisk gravemaskine benytter en hydraulisk styret dybdeskovl med en størrelse på op til ca. 20 m³.

Grabmaskiner er tilsvarende normalt monteret på pramme forsynet med forankringspæle eller ankre og læsser tilsvarende det opgravede materiale over på transportpramme, der er fortøjet langs siden. Grabmaskiner benytter en wiretrukket grab med en forventelig skovlstørrelse på op til 10 m³.

Hydrauliske gravemaskiner forventes at afgrave alt materialet ned til 25 m under havets overflade, mens grabmaskinerne afgraver hovedparten af al havbundsmaterialet under dette niveau. Nogle af de dybereliggende havbundslag vil blive forbehandlet ved at rive i det hårdeste jordlag med en sandsuger. Denne vil være udstyret med et slæbehoved, der pløjer og dermed løsner de øverste havbundslag i 30 - 40 cm's dybde, hvorefter jorden kan afgraves mekanisk med grabmaskinerne.

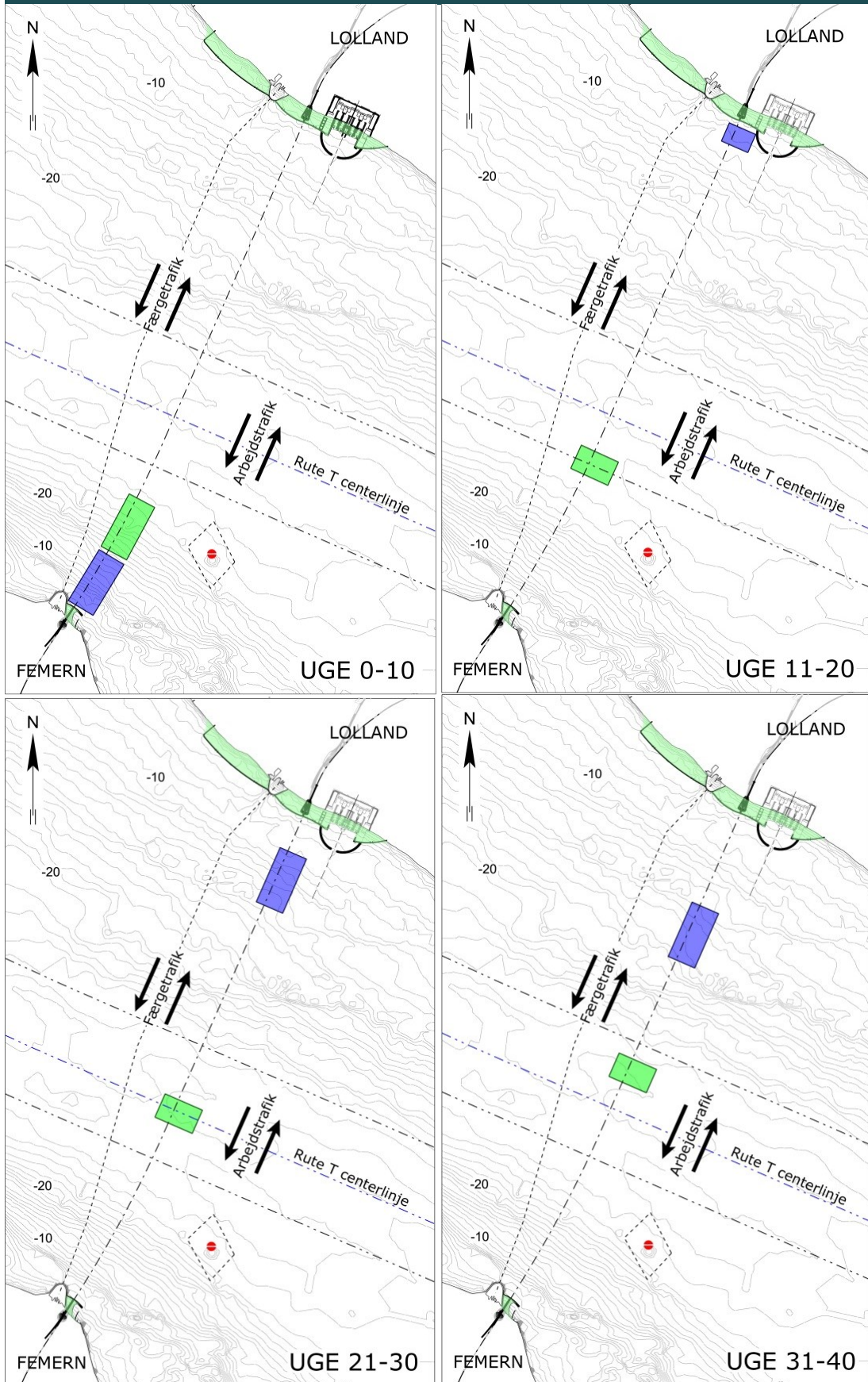


Under udførelse af udgravningsarbejde i Femern Bælt vil der løbende skulle defineres arbejdsområder i Femern Bælt. Principperne herfor beskrives i kapitel 8 Sejladsforhold.

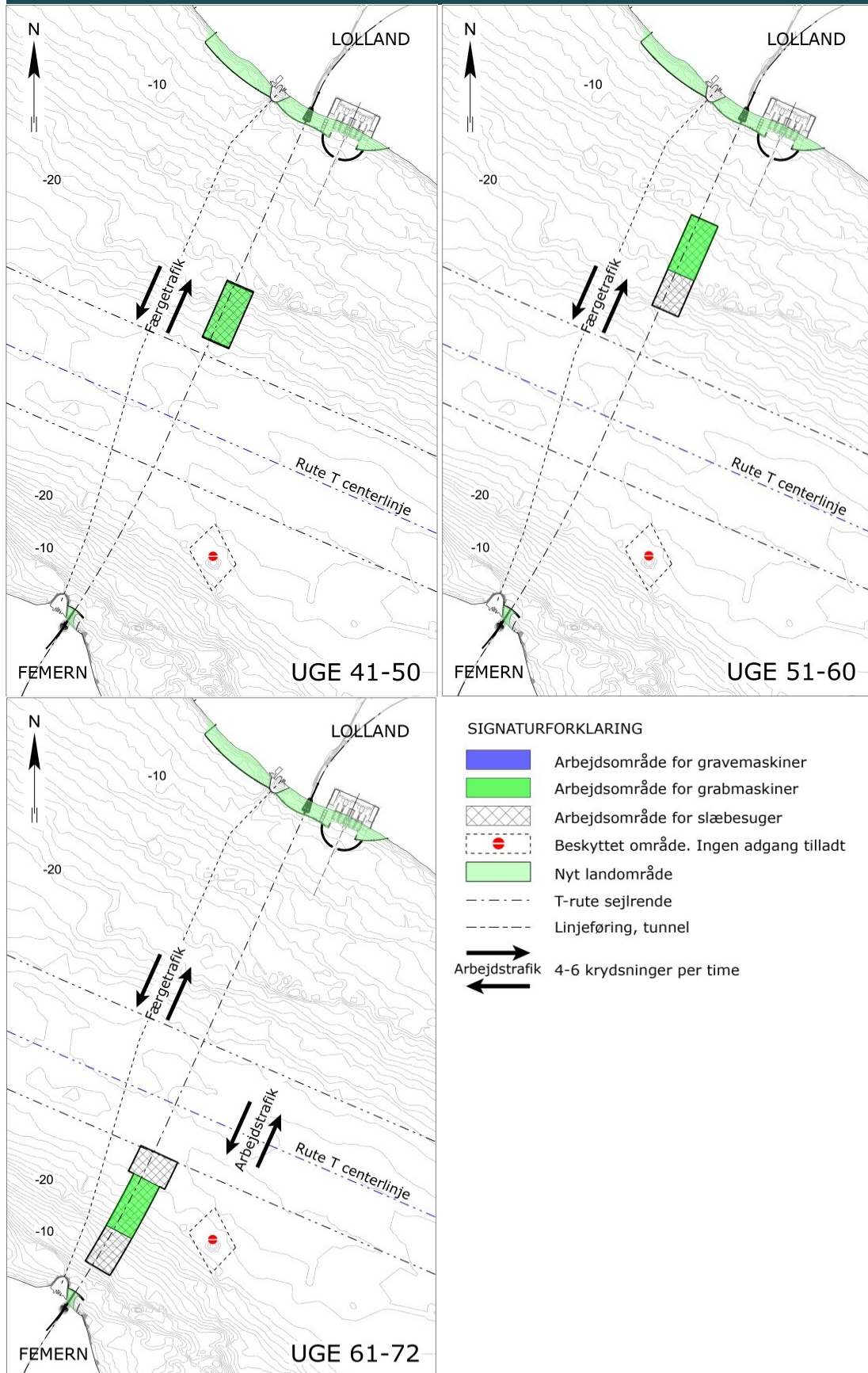
Pramme med opgravede havbundsmaterialer vil sejle mellem arbejdsområderne i Femern Bælt og de enkelte opfyldningsområder i både Danmark og Tyskland.

I Femern A/S' gravescenarie er det antaget, at der til uddybningerne skal anvendes to store hydrauliske gravemaskiner, fem store grabmaskiner og en stor slæbesuger. Til transport af materialerne anvendes ca. 25 pramme og seks slæbebåde. Herudover vil der være fartøjer til at udføre opmåling af havbunden, transport af mandskab og service af uddybningsfartøjerne. I alt forventes der at skulle foretages i størrelsesordenen 50 sejlads tur-retur pr. døgn med materialer til landopfyldningerne fra tunnelrenden. Antallet af sejlads vil afhænge af den anvendte gravemetode, størrelse af pramme, aktuel produktion mv. Det udarbejdede gravescenarie er illustreret på figur 4.44.

FIGUR 4.44 Principskitse for udgravning af tunnelrende



FIGUR 4.44 Principskitse for udgravning af tunnelrende



Femern A/S planlægger at foretage udgravningen af tunnelrenden og transport af havbunds-materialer til Rødbyhavn og Puttgarden i døgndrift og fartøjerne vil være oplyste.

4.5.10 Anlæg af motorvej, jernbane, lokale veje mv. – Lolland

Anlæg af motorvej, jernbane, lokale veje, betalingsanlæg og broer på Lolland udføres løbende gennem hele anlægsfasen.

Arealerne hvor anlægsarbejderne skal udføres på Lolland er i projekteringen inddelt i tre områder med hver sin tidsmæssige angivelse af, hvornår området planlægges overdraget til entreprenørerne:

- 1 Arealer syd for Færgevej overdrages senest tre måneder efter kontraktindgåelsen
- 2 Arealer nord for Færgevej og syd/øst for den eksisterende jernbane overdrages senest ni måneder efter kontraktindgåelse
- 3 Arealer nord/vest for den eksisterende jernbane overdrages senest 22 måneder efter kontraktindgåelsen

Det er forudsat, at anlægsaktiviteterne vil kunne påbegyndes umiddelbart efter overdragelse af arealerne til entreprenøren.



FIGUR 4.45 Planlagt overdragelse af arealer til anlægsentreprenørerne – Lolland



Arbejder ved etablering af motorvej

Indledningsvis vil overjorden blive afrømmet og oplagt i depoter langs linjeføringen med en højde på maksimalt 2 - 3 m. Arbejdet udføres med bulldozere og dumpers. Afrømmet jord anvendes

senere i projektet. Enten i forbindelse med etablering af motorvej og jernbaneanlæg på land eller ved etablering af det nye landområde.

Når jorden er afrømmet opbygges vejunderbygningen med egnet jord fra udgravning af tunnelrenden og fra områder på land, hvor der forefindes egnede materialer. Dette arbejde udføres også med bulldozere og dumpers.

Til sikring af afvanding etableres regnvandsbassiner langs vejføringen, hvorfra vandet tilledes de eksisterende afvandingskanaler.

Når opbygningen af vejunderbygningen er udført, vil de områder, hvor der er størst opbygning, skulle ligge uberørt i minimum 0,5 - 1 år, for at opbygningen kan sætte sig. Herefter udlægges bundsikringslag og stabilt gruslag samt udføres dræn og afvandingsinstallationer langs vejens linjeføring.

Materialet til udførelse af bundsikringslag og stabilt gruslag tilføres udefra og forventes leveret ad søvejen via arbejdshavnen. Materialet tilføres med dumpers, udlægges og komprimeres med normalt vejbygningsmateriel.

Endelig udlægges asfalt på hele strækningen. Ved dette arbejde anvendes lastbiler og tromler.

Det forventes, at anlægsarbejderne foregår inden for normal arbejdstid (det vil sige mellem kl. 7 - 18 på hverdage).

Arbejder ved etablering af jernbane

Indledningsvis vil al jord blive afrømmet og oplagt i depoter langs linjeføringen og nær kysten med en højde på maksimalt 2 - 3 m. Arbejdet udføres med bulldozere og dumpers.

Når jorden er afrømmet opbygges sporunderbygningen med egnet jord fra opgravningsarbejderne for tunnelrenden og fra områder, hvor der skal udføres afgravning på land. Dette arbejde udføres ligeledes med bulldozere og dumpers.

Til sikring af afvanding etableres regnvandsbassiner langs jernbanens linjeføring, hvorfra vandet tilledes de eksisterende afvandingskanaler.

Anlægsarbejder, der specifik vedrører jernbanedelen (master, sporarbejder mv.), forventes igangsat ca. 3,5 år efter kontraktindgåelse.

Indledningsvis etableres fundamenter for kørestrømsmaster samt opsætning af kørestrømsmaster og lægning af kabelrender langs jernbanens linjeføring.

Dernæst udlægges underballasten. Underballast udlægges for første spor med dumpers, som får adgang til jernbanetracéet via det offentlige vejnet.

Alt efterfølgende arbejde udføres med sporbåret udstyr med adgang fra den eksisterende jernbane.

På første spors underballast udlægges spor som benyttes ved udførelse af underballast for det resterende spor. Derefter vil det andet spor blive etableret og den resterende ballast udlagt – også fra spor.

Afslutningsvis trækkes kabler, etableres udstyr og opsættes kørestrøm langs linjeføringen.

Det forventes, at anlægsarbejderne foregår inden for normal arbejdstid. Etablering af spor, sker med specielt sporbåret udstyr, og planlægges udført uden tidsmæssige begrænsninger.

Arbejder ved etablering af lokale veje

Indledningsvis vil al råjorden blive afrømmet og oplagt i depoter for senere udlægning på skrånninger og beplantede arealer. Råjorden udlægges i depoter inden for udlagte arbejdsarealer med en højde på maksimalt 2 - 3 m. Arbejdet udføres med bulldozere og dumpers.

Når råjorden er afrømmet opbygges vejunderbygningen. Samtidig udføres tilslutning til de ejendomme, som får adgang til de lokale veje og der etableres omlægning af ledninger (el, vand og kloak), som berøres af anlægsarbejderne. Arbejdet udføres med bulldozere og dumpers.

Materialet til udførelse af bundsikringslag og stabilt gruslag tilføres udefra og forventes leveret via havneanlægget ved produktionsstedet for tunnelelementerne. Materialet tilføres med dumpers, udlægges og komprimeres med normalt vejbygningsmateriel.

Endelig udlægges asfalt på hele strækningen kort tid inden færdiggørelsen. Ved dette arbejde anvendes lastbiler og tromler.

Tidsmæssigt regnes med, at arbejderne udføres mellem 9 - 20 måneder fra kontraktindgåelsen.

Det forventes, at anlægsarbejderne foregår inden for normal arbejdstid.

Arbejder ved etablering af broer

Der skal etableres fire broer fordelt over strækningen fra portalen til tilslutningen til den eksisterende vej- og jernbane. Alle udføres i beton støbt på stedet.

Der udføres en byggeplads ved hver krydsning, og arbejderne forventes at tage op mod et år pr. bro.

Tæt på tunnelportalen udføres en brunderføring under både vej og jernbane. Opstart af denne bro forventes at ske ca. 1 - 2 år efter kontraktindgåelsen. Arbejderne omfatter forskallingsarbejder, armeringsarbejder og betonstøbearbejder. Afslutningsvis udføres aptering med opfyldning og vejbelægning.

Ved Færgevej udføres to broer. Én over den kommende motorvej og én over den kommende jernbane. Arbejderne starter med opfyldning af dæmninger på begge sider af broerne. Dette arbejde forventes opstartet ca. 1,5 - 2 år efter kontraktindgåelsen og det samlede arbejde forventes at tage ca. 1,5 år. Arbejderne omfatter ud over jordarbejder forskallingsarbejder, armeringsarbejder og betonstøbearbejder. Afslutningsvis udføres aptering med rækværker og vejbelægning.

Ved det nye tilslutningsanlæg ved Ottelundevej udføres en bro over den kommende motorvej. Arbejderne starter med opfyldning af dæmninger på begge sider af broen. Dette arbejde forventes opstartet ca. 2,5 år efter kontraktindgåelsen og det samlede arbejde forventes at tage ca. et år. Arbejderne omfatter ud over jordarbejder forskallingsarbejder, armeringsarbejder og betonstøbearbejder. Afslutningsvis udføres aptering med rækværker og vejbelægning.

Det forventes, at anlægsarbejderne foregår inden for normal arbejdstid.

Arbejder ved etablering af betalingsanlæg mv.

På arealet ved betalingsanlægget etableres bygninger for at huse administrative og tekniske funktioner til brug for driftsorganisationen samt bygninger til politi- og toldkontrol. Desuden etableres betalingsbåse og overdækning samt belægning for udfletning af kørebanen til de forskellige betalingssteder.

Arbejderne forventes igangsat ca. tre år efter kontraktindgåelsen og forventes at tage ca. 2,5 år og består af almindelige bygningsarbejder såsom fundering og kælderkonstruktion med pladsstøbt beton, opbygning af bygninger med facader, tag og installationer. Derudover etableres en tværgående tunnel under betalingsbåsene samt en overdækning over alle båsene. Disse udføres af lette konstruktioner i metal og glas.

Desuden skal der etableres belægning og adgangsveje samt belysning og afløb fra alle belagte arealer. Dette medfører en del jordflytning og asfaltarbejder.

Det forventes, at anlægsarbejderne foregår inden for normal arbejdstid.

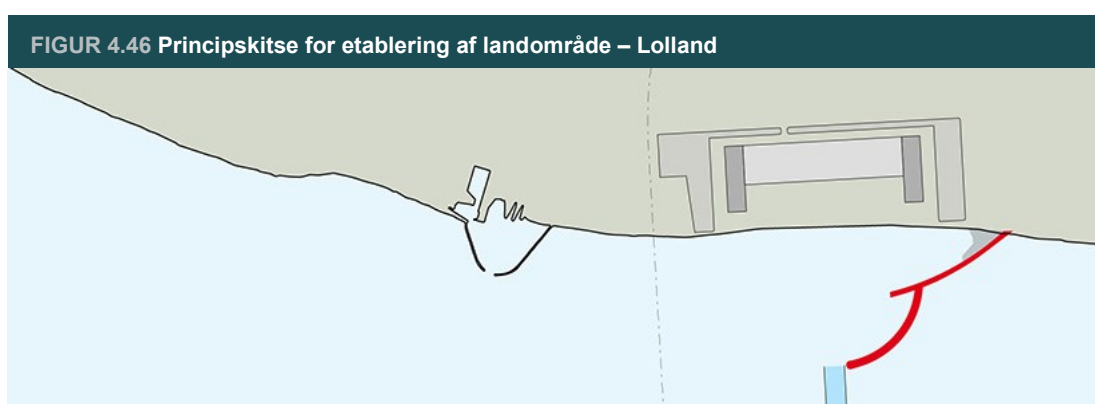
4.5.11 Etablering af landområde og produktionsområde på Lolland

Materialer, der udgraves fra tunnelrenden, vil blive indbygget i de nye landområder i både Danmark og Tyskland.

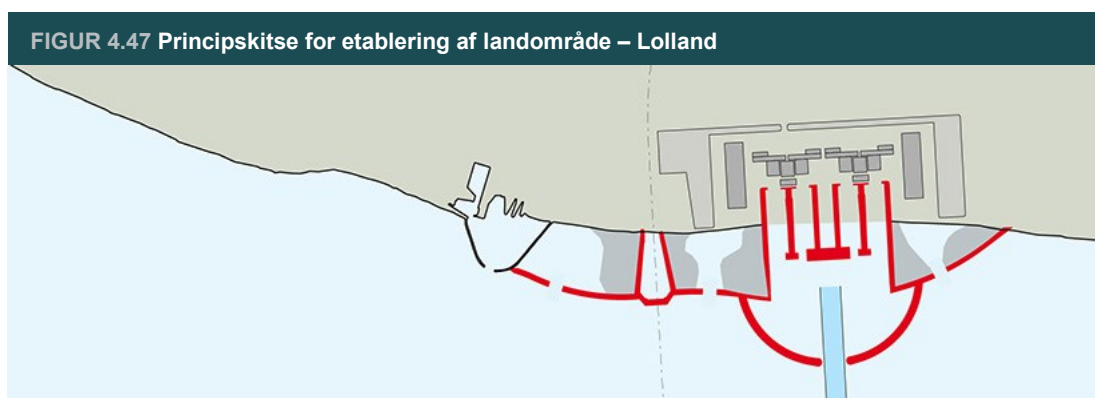
Etablering af det nye landområde begynder med, at der etableres et inddæmningsdige omkring opfyldningsområderne. Inddæmningsdiget bygges af udvalgte dele af havbundsmaterialerne og beskyttes mod Femern Bælt med en stensætning for at undgå erosion. Når inddæmningsdiget omkring et delområde er etableret, begynder indbygningen af materialer bag inddæmningsdiget. På denne måde begrænses spildet fra indbygning af materialer mest muligt. Der vil være en mindre åbning i diget for, at pramme med de opgravede materialer kan sejle ind og ud af området.

Hvis entreprenøren vælger en hydraulisk gravemetode, hvor materialerne opgraves med en cutter suction dredger eller sandsuger, vil de gravede materialer sammen med vand blive pumpet ind i indbygningsområdet. Indbygningsområdet vil i så fald være helt lukket af inddæmningsdiget, og overskudsvand vil blive pumpet ud i Femern Bælt, hvorved sediment i vandet kontrolleres og begrænses.

I figurene 5.46 - 5.51 er princippet for etableringen af landområdet på Lolland illustreret.

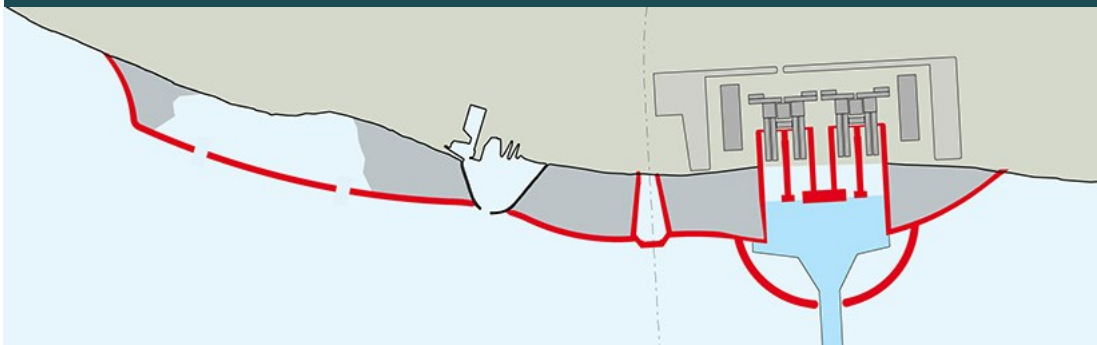


Note: Anlægsfasens år 0: Etablering af produktionsanlæg for tunnelelementer opstarter. Etablering af midlertidige inddæmningsdiger (inkl. stensætning) omkring landområde og arbejdshavn opstarter. Landopfyldning opstarter. Sejlrunde til arbejdshavnene uddybes



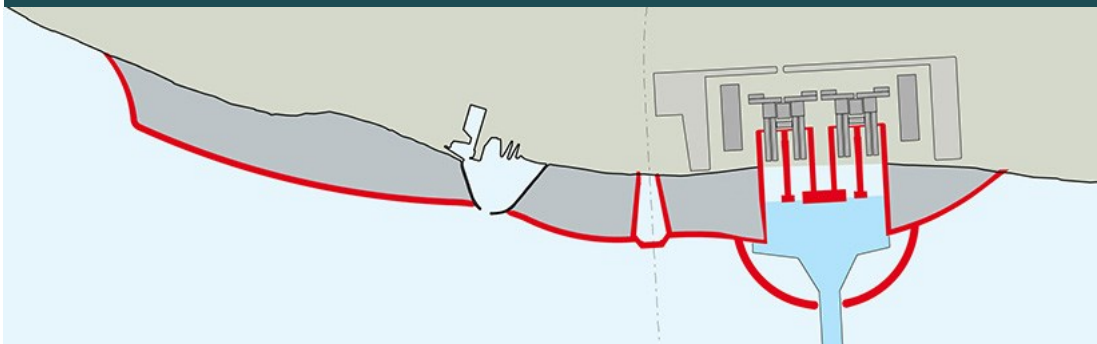
Note: Anlægsfasens år 1: Etablering af produktionsanlæg for tunnelelementer færdiggøres. Etablering af midlertidige inddæmningsdiger (inkl. stensætning) omkring landområdet pågår. Uddybning af arbejdshavn færdiggøres. Landopfyldning pågår. Etablering af midlertidige inddæmningsdiger omkring arbejdshavn færdiggøres

FIGUR 4.48 Principskitse for etablering af landområde – Lolland



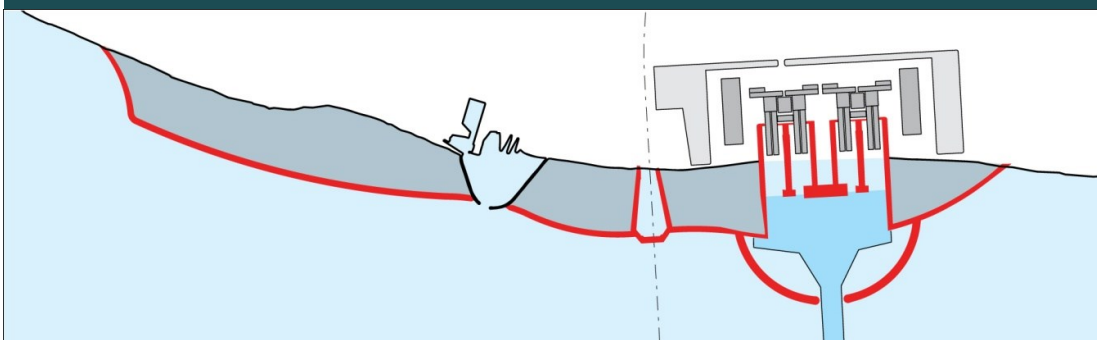
Note: Anlægsfasens år 1: Etablering af midlertidige inddæmningsdiger (inkl. stensætning) til landområdet færdiggøres. Uddybning af tunnelrende og landopfyldning pågår. Materialer fra uddybning sejles til landopfyldningen gennem åbninger i inddæmningsdigerne

FIGUR 4.49 Principskitse for etablering af landområde – Lolland



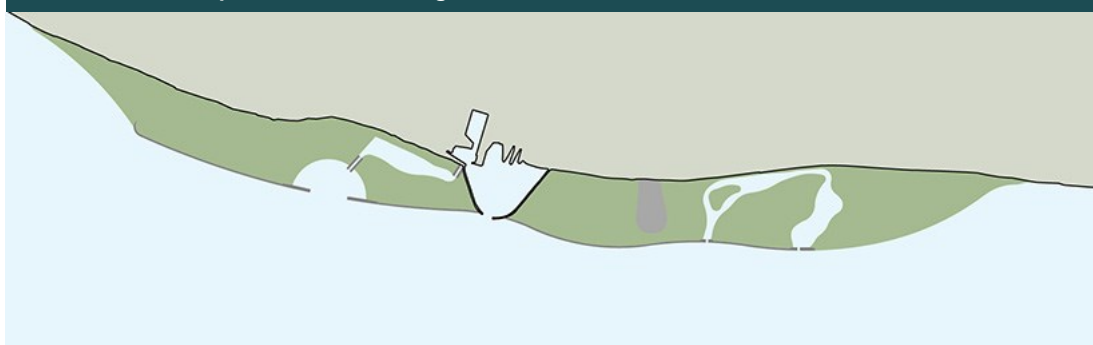
Note: Anlægsfasens år 2: Produktion af tunnelelementer opstarter. Uddybning af tunnelrende og landopfyldning afsluttes

FIGUR 4.50 Principskitse for etablering af landområde – Lolland



Note: Anlægsfasens år 3 - 4: Produktion af tunnelelementer pågår

FIGUR 4.51 Principskitse for etablering af landområde – Lolland



Note: Anlægsfasens to sidste år: Produktionsfacilitet og arbejdshavn nedtages. De midlertidige moler ved arbejdshavnen fjernes. Landområdet og stensætninger etableres i deres endelige udformning, og stensætningen mellem naturlagunen og Hyldetoftes Østersøbad på det østlige landområde fjernes, så klinten kan frigive materialer til kysten øst herfor. Den indre lagune etableres undervejs i opfyldningen, idet der ikke opfyldes materialer ind til den eksisterende strand umiddelbart vest for Rødbyhavn. Lagunestranden i det vestlige landområde og naturlagunen i det østlige landområde kan etableres ved udgravninger i de opfyldte materialer

Indbygningsmetode og anvendelse af det opgravede materiale sker med henblik på at reducere omfanget af sedimentspild under indbygning.

Som det fremgår af figur 4.46 - 4.51, vil landområdet blive etableret løbende i takt med, at havbundsmaterialerne fra udgravningerne indbygges. Der planlægges dog efter, at gytje indbygges under havniveau.

Ved etablering af de to nye strande tilføjes sand, der i forhold til type og sortering vil være af en kvalitet, der er velegnet til badestrand.

I anlægsfasens år 1 vil der blive lukket for adgang til badning vest for Rødbyhavn. Herefter forventes der at gå 1 - 2 badesæsoner, før offentligheden kan benytte stranden længst mod vest som badestrand.

Det øvrige landområde vest og øst for Rødbyhavn forventes at blive frigivet til offentlig adgang omkring åbningen af Femern Bælt-forbindelsen.

4.5.12 Midlertidigt oplag af opgravede materialer

Da produktionsanlægget er placeret inden for det område, der indgår i den østlige del af det nye landområde, vil denne del af landområdet ikke kunne etableres, før tunnelementproduktionen er færdiggjort, og produktionsanlægget er fjernet.

Derfor er det nødvendigt midlertidigt at oplagre dele af havbundsmaterialerne, som skal anvendes til opfyldning af arbejdshavnen samt til anden anvendelse i projektet. En del af dette placeres omkring produktionsanlægget og langs den sydlige side af mandskabsfaciliteter, camp og parkeringspladser (figur 4.38 og 4.39), hvilket inden for produktionsområdet giver anledning til jorddepoter i op til ca. 10 m's højde og op til ca. 100 m bredde visse steder. Den øvrige del placeres på landområdet omkring arbejdshavnen eller på landområdet vest for færgehavnen.

4.5.13 Anvendelse af havbundsmaterialer

Hovedparten af det opgravede havbundsmateriale vil blive anvendt til at opbygge landområdet på Lolland, men materialet skal også anvendes til andre formål i forbindelse med anlægsarbejdet, som vist i tabel 4.6.

TABEL 4.6 Anslået jordbalance – sænketunnel

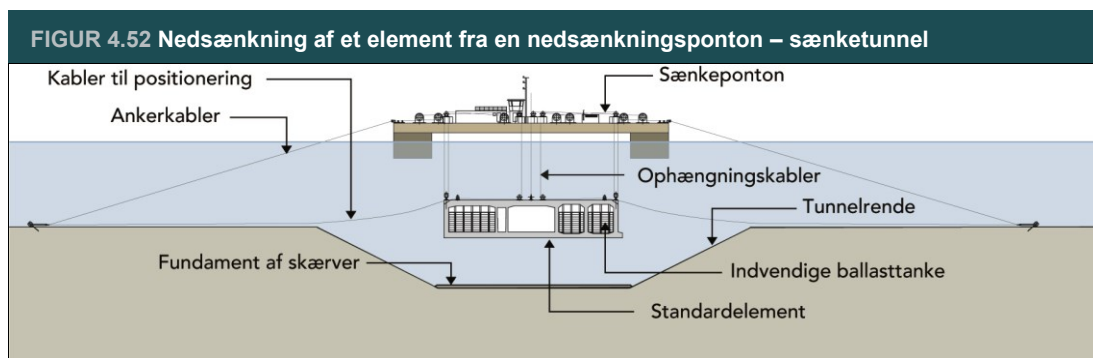
Element	Mængde (mio. m ³)
Udgravning, tunnelrende og cut-and-cover-tunnel	15
Udgravning, havnebassin, dybe søsætningsbassiner samt indsejlingskanal	4
Udgravning i alt	19
Etablering af diger omkring landområder - Lolland	1
Ramper og tilbagefyldning omkring konstruktioner - Lolland	1
Landopfyldning - Lolland øst for færgehavnen	9
Landopfyldning - Lolland vest for færgehavnen	6
Ramper og tilbagefyldning omkring konstruktioner - Fehmarn	1
Landopfyldning - Fehmarn	1
Opfyldning i alt	19

Note: Alle mængder er angivet som in-situ opgravningsmængder. Materialerne kan udvide sig, når de håndteres

4.5.14 Nedsækning og montering af tunnelelementerne

Nedsækningen af tunnelelementerne sker ved, at der placeres nedsækningspontoner på hvert elementet, og elementet positioneres over tunnelrenden og fastgøres til ankre. Ankrene er i omfang ca. 3 x 3 m og vejer ca. 1 - 3 t.

Nedsækningen begynder med, at ballasttankene fyldes med vand for at få elementet til at synke. Under nedsækningsoperationen styres tunnelelementet af de to nedsækningspontoner ved hjælp af ophængningswirer.



Note: Tværsnit gennem elementets midte

Grus-materialerne til "låsning" af elementer i tunnelrenden anbringes fra en pram via et faldrør. Det øvrige fyld på siderne af elementerne vil være sand, der via en sandsuger placeres på siderne af elementerne.

Beskyttelseslaget af sten over tunnelelementerne udlægges med grab. Materialerne til "låsning" af elementer, fyld og beskyttelseslag vil blive sejlet til stedet og vil blive håndteret uden mellemdeponi.

Når elementets position er fastlagt, pumpes der vand ud af ballasttankene i tunnelelementet. Herefter fjernes ballasttankene og de stålskot, der adskiller tunnelelementerne samtidig med, at

der udstøbes permanent ballastbeton. Samlingerne mellem tunnelelementerne færdiggøres, og ballastbeton støbes langs hele tunnelgulvets længde, så elementerne sikres mod opdrift.

Ballastbeton forventes at blive transporteret gennem de forudgående installerede tunnelelementer, men der er en mulighed for, at entreprenøren vælger at pumpe ballastbetonen ned i det netop installerede tunnelelement fra en nærliggende pram.



4.5.15 Arbejdshavne

Der er planlagt to midlertidige arbejdshavne – én ved Rødbyhavn og én ved Puttgården. Arbejdshavnen ved Rødbyhavn indgår som en del af produktionsområdet med tunnelelementfabrikken og fremgår af figur 4.38.

Sejlrunden til arbejdshavnen ved produktionsområdet og havnebassinet skal uddybes, så tunnelelementerne kan sejles fra produktionsområdet til tunnelrenden, hvor de skal installeres, og så materialer til betonproduktion kan sejles til produktionsområdet. Havnens dybde bestemmes af tunnelelementernes størrelse og planlægges til en dybde på gennemsnitlig -12 m.

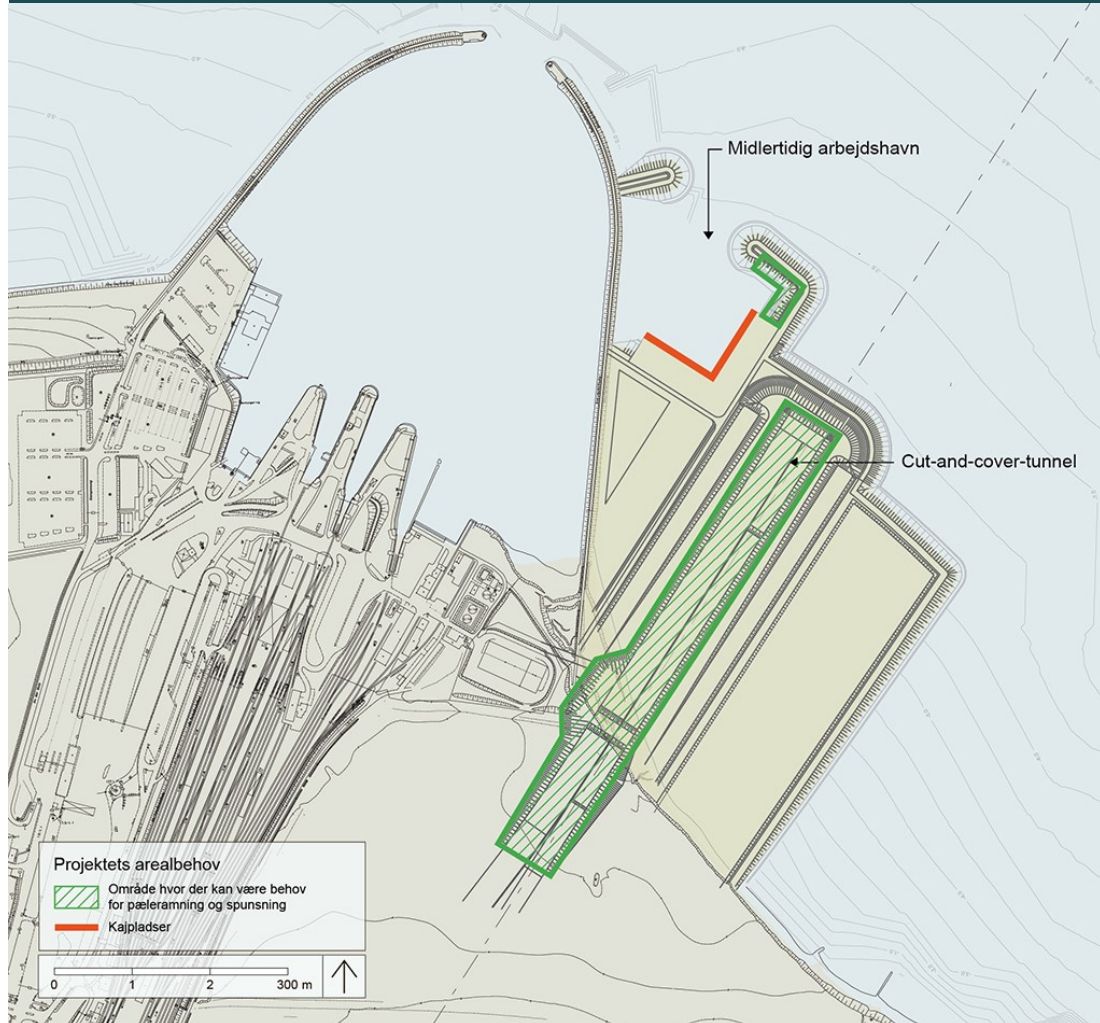
Havnen uddybes efter samme principper som tunnelrenden.

Hovedparten af byggematerialerne til projektet vil blive leveret fra søsiden. De byggematerialer, som skal anvendes på arbejdspladserne på land, vil blive losset og transporteret fra de to havne til arbejdspladserne. Grus og sten vil blive transporteret på lukket transportbånd eller kørt i lastbiler/dumpers til betonblandestationerne. Cement vil enten blive blæst fra siloer ved kaj eller transporteret i lukkede beholdere til betonblandestationerne.

I arbejdshavnene forventes der at være brændstofstanke til optankning af mindre fartøjer. Brændstof til de større marine fartøjer forventes at komme fra søsiden med skib.

Den forventede placering af arbejdshavnen på Fehmarn fremgår af figur 4.54.

FIGUR 4.54 Principskitse af midlertidig arbejdshavn – Fehmarn



Femern A/S planlægger at fjerne arbejdshavnene, når tunnelanlægsarbejdet er færdigt. Arbejdshavnen på Lolland vil blive genopfyldt og indgår i det planlagte nye landområde. Arbejdshavnen på Fehmarn etableres i et område, hvor der ikke er behov for uddybning og efterfølgende tilbagefyldning.

Skibstrafik i anlægsfasen

I anlægsfasen forventes antallet af skibstrafik, der leverer materiale mv. til produktionsområdet ved Rødbyhavn at udgøre:

- 15 skibe (5.000 t) pr. uge
- Fem skibe (2.000 t) pr. uge

Derudover forventes trafikken med arbejdsfartøjer til og fra arbejdsområder at udgøre omkring 130.000 bevægelser i løbet af de fire år de marine arbejder foregår svarende til en gennemsnitlig trafikintensitet på niveau med den nuværende færgetrafik mellem Rødbyhavn og Puttgarden.

4.5.16 Udgravninger på land

I forbindelse med etablering af anlæg på land skal der foretages udgravninger.

Hovedparten af udgravningerne forventes udført ved hjælp af hydrauliske gravemaskiner.

De opgravede materialer vil blive læsset på dumpere og kørt til andre dele af arbejdsområderne og til landområderne. De opgravede materialer vil så vidt muligt blive genanvendt omkring konstruktionerne. Overskydende materialer vil blive indbygget i landområderne. Havbundsmaterialer vil inden for projektområdet så vidt muligt blive anvendt på land til opbygning af vej- og jernbandedæmninger.

Arealer til oplag af opgravede materialer fremgår af figur 4.38 og figur 4.39.

Forurennet jord

En del af kyst-kyst projektet vil på Lolland skulle placeres inden for et område, der af Lolland Kommune er områdeklassificeret som lettere forurennet jord. Der vil blive udført for-klassificering efter nærmere aftale med Lolland Kommune. Eventuel flytning af forurennet jord vil blive anmeldt til Lolland Kommune i henhold til gældende regler.

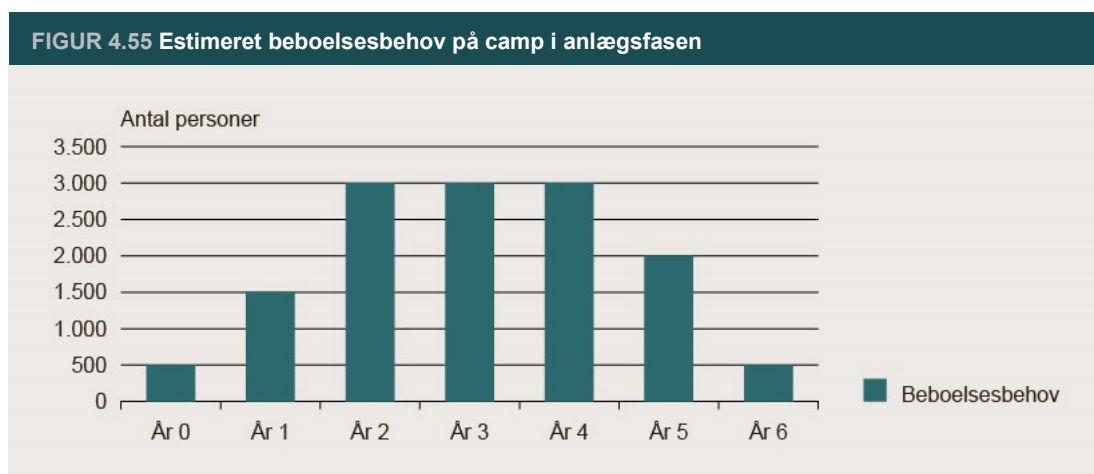
4.5.17 Boliger til mandskab – camp

I tilknytning til produktionsområdet planlægges etableret en camp, der skal fungere som beboelse for op til ca. 3.000 personer i kyst-kyst projektets anlægsfase. Beliggenheden fremgår af figur 4.38 og 4.39. Campen vil blive indrettet og drevet med det formål at bidrage positivt til beboernes sundhed, arbejdssikkerhed, arbejds effektivitet, sociale miljø, privatliv og oplevelse af livskvalitet.

Femern A/S har udlagt et areal på ca. 16 ha til campen. Udover beboelsesfaciliteter planlægges campen at bestå af fællesfaciliteter, inden- og udendørs rekreative faciliteter, faciliteter til camp-personale, parkering og veje, stier og anden befæstning.

Fællesfaciliteternes kapacitet kan udformes således, at de kan klare en spidsbelastning på 3.000 personer med udgangspunkt i, at skifteholdsarbejderne vil variere mellem to- og treholdsskift afhængig af de forskellige typer produktion i den samlede fabrikskæde.

Campen forventes at skulle benyttes i hele anlægsperioden. Beboelsesbehovet vil variere fra år til år med en forventet spidsbelastning i år 2 - 4, hvor tunnelelementerne støbes og nedsænkes i tunnelrenden (figur 4.55).



Campen planlægges primært opbygget af præfabrikerede moduler, da dette bevirker billig og fleksibel udbygning og afvikling af indkvarteringen. Camp designes endvidere således, at den løbende udvikling og afvikling vil kunne ske med så få gener som muligt i form af støj og støv for campens beboere.

Campen vil kunne bestå af boligkvarterer i to planer samt fællesbygning i to eller tre plan med en maksimalhøjde på 15 m. Denne kan f.eks. rumme kantine, caféer, træningsfaciliteter og biograf. Udendørs planlægges grønne områder med belyste stisystemer samt baner til løb og cykling for

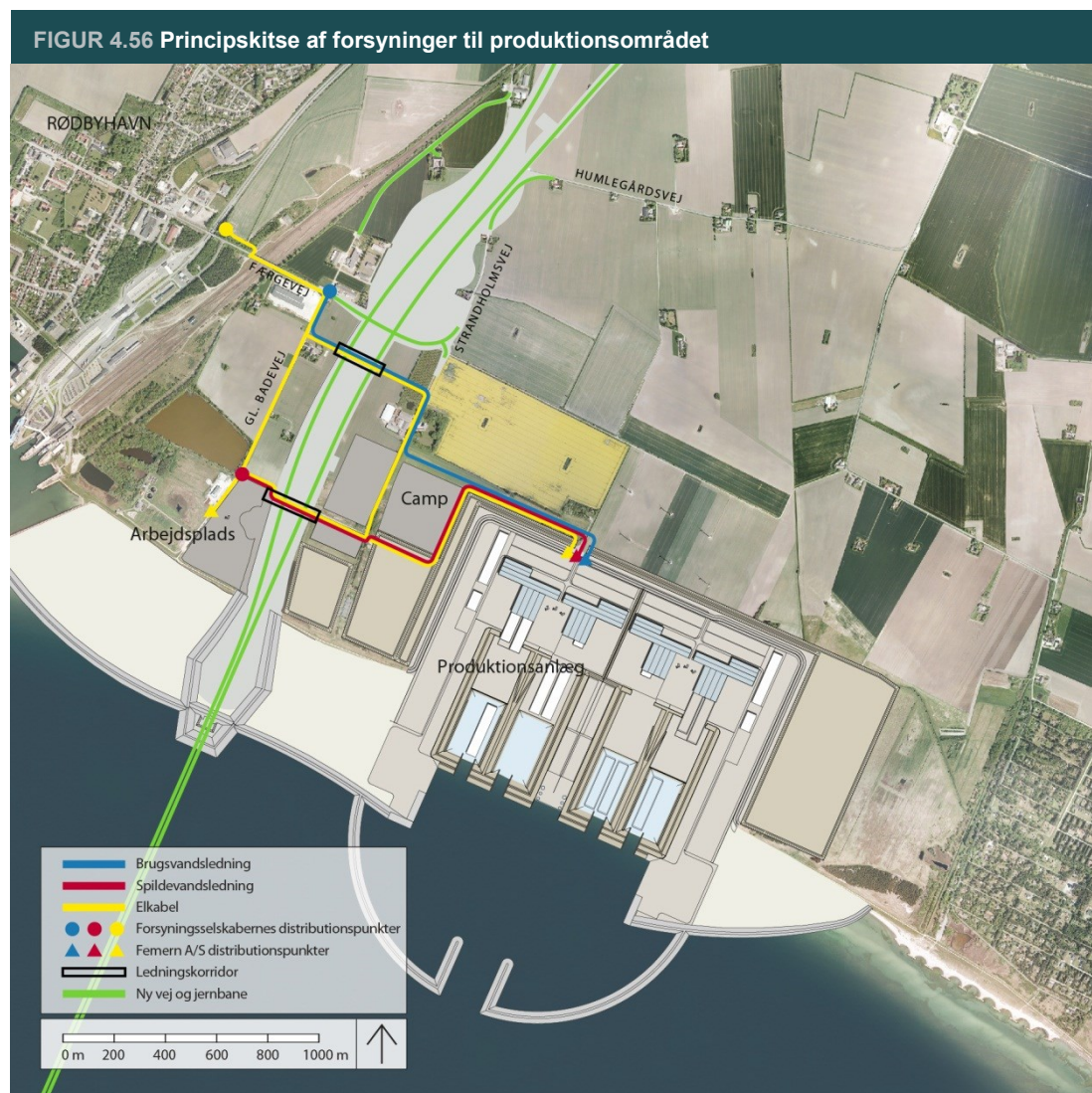
at give beboerne mulighed for at restituere i fritiden på campen. Endvidere kan der som supplement til det lokale nødberedskab etableres mulighed for konsultation hos læge eller sygeplejerske, som på stedet kan tilse patienter og udstede recepter.

På campen planlægges etableret en parkeringsplads, der kan rumme de tilkørende biler. Parkeringspladsen er planlagt at fungere både som parkeringsplads for personalet, der varetager den daglige drift af campen, og som langtidsparkering for beboere, der eventuelt kan komme kørende i egen bil.

4.6 FORSYNINGS- OG LEDNINGSARBEJDER

Kyst-kyst projektet skal forbindes med forskellig infrastruktur af teknisk karakter, og der skal i forbindelse med etablering af produktionsområdet, føres ledninger til disse typer af infrastruktur. Det drejer sig om følgende: Vand, el, fjernvarme og spildevand.

Figur 4.56 illustrerer forsyningsvejene i anlægsfasen.



4.6.1 Vand

I kyst-kyst projektets anlægsfase er der beregnet et maksimalt vandbehov på ca. 450.000 m³ pr. år til henholdsvis støbning af beton og mandskabsfaciliteter/sanitære formål. Det største vandforbrug vil ske i de år, hvor støbning af tunnelelementer finder sted.

Vandforbruget planlægges leveret fra Lolland Forsyning A/S.

I forbindelse med betonproduktionen er der behov for buffertanke, der vedvarende tilføres vand. I vandforbrugets spidsbelastningsperioder f.eks. ved produktion af beton i forbindelse med støbning, anvendes vandet fra buffertankene. Størrelsen af buffertankene fastlægges af de entreprenører, der skal udføre opgaven. Dette sker ud fra den enkelte entreprenørs produktionslogistik: Størrelse på støbninger, afstand i tid mellem støbninger, tilførelsen af materialer og entreprenørens risikoanalyse.

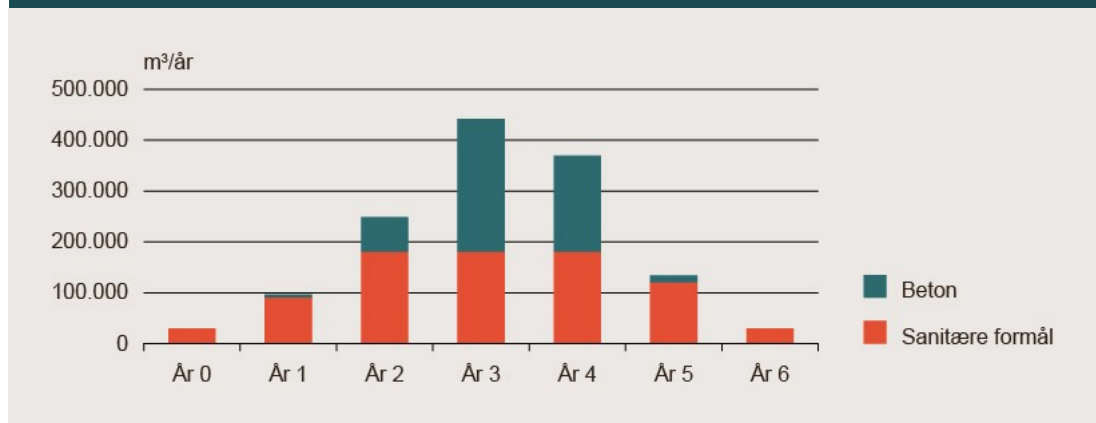
Vandbehovet til betonproduktion fordeler sig på to lokaliteter: Støbning af tunnelelementer, portal og ramper. Det forventede behov for vand fremgår af tabel 4.7. Vand til mandskab vil fysisk blive fordelt mellem vand i campen og vand til sanitære formål på byggepladserne og på kyst-kyst projektets øvrige arbejdspladser på Lolland.

TABEL 4.7 Estimeret maksimalt behov for vand til kyst-kyst projektets anlægsfase

	Beton (m ³ pr. år)	Mandskab/sanitære formål (m ³ pr. år)	Total (m ³ pr. år)
Støbning af elementer	257.000	165.000	422.000
Portaler og ramper	13.000	15.000	28.000
Total	270.000	180.000	450.000

Samlet set forventes det, at der skal bruges ca. 1.350.000 m³ vand i anlægsfasen. Fordelingen af vandforbruget fremgår af figur 4.57.

FIGUR 4.57 Fordeling af det forventede vandforbrug til beton og mandskab pr. anlægs-år



Vandforsyningen der ledes frem til camp, produktionsfaciliteter og arbejdspladsen ved portal og ramper, vil være af drikkevandskvalitet. Vand af drikkevandskvalitet vil også leve op til de krav, der stilles til betonproduktionen.

I miljøvurderingen i denne VVM-redegørelse undersøges en løsning, hvor alt vand leveres fra grundvand og et alternativ, hvor vand til betonproduktion leveres som afsaltet havvand.

Beskrivelsen af de nødvendige tekniske installationer forbundet med at forsyne kyst-kyst projektet med grundvand fremgår af kapitel 26 Vandindvinding til projektformål sammen med miljøvurderingen af vandindvindingen.

Nedenfor beskrives de tekniske forhold, der er forbundet med kyst-kyst projektet, såfremt en del af vandforsyningen vil ske ved afsaltning af havvand.

Afsaltning af havvand

Afsaltning af havvand forventes at foregå ved en membranfiltrering kaldet omvendt osmose, hvor stort set alle andre molekyler end vand tilbageholdes. Der kræves et betydeligt pumpetryk for at presse vandet igennem membranerne afhængigt af vandets indhold af salte. Det er vurderet, at saltindholdet i Femern Bælt kræver 30 - 35 bar foran membranerne.

For at undgå at membranen stopper til af de stoffer, der hober op foran membranen, ledes vandet hen over membranen, og kun en del af vandet passerer membranen. Det vand, der passerer igennem membranen, kaldet permeat, udgør det afsaltede vand. Resten af vandet, kaldet rejekt, indeholder de tilbageholdte salte.

De præcise mængder af henholdsvis rejekt og afsaltet havvand afgøres i nogen grad af leverandørens valg af membraner og anlæg og i høj grad af, hvor mange salte, der er i vandet. Afsaltning af vand fra Femern Bælt vurderes at give ca. 40 pct. afsaltet havvand og ca. 60 pct. rejekt, når der skal produceres vand af drikkevandskvalitet.

For at forhindre belægninger i at lukke hullerne i membranerne tilsættes antiscalingsmidler, der sikrer, at f.eks. kalk og magnesium ikke udfælder men forbliver i opløsning, så de kan ledes ud med rejktet.

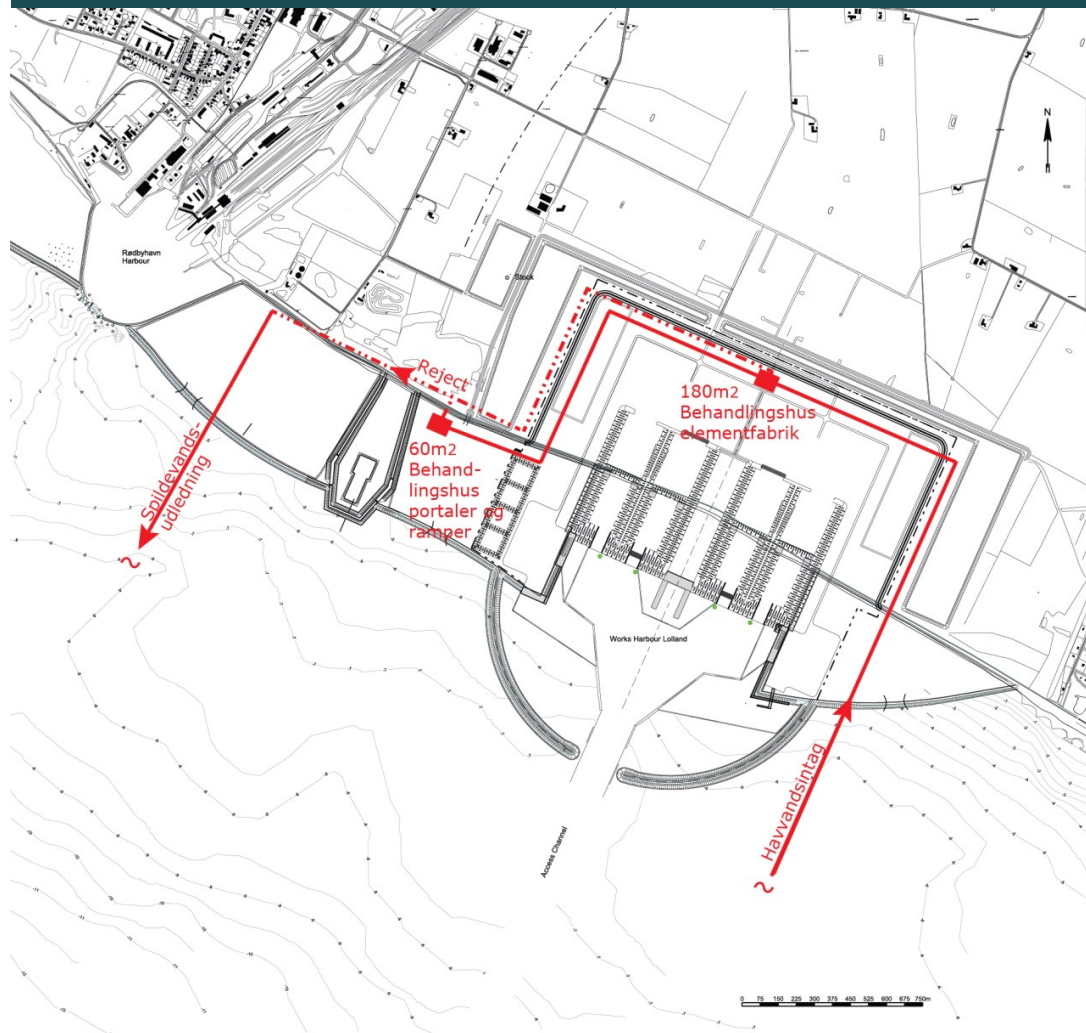
Antiscalingsmidler kan f.eks. bestå af fosfonsyrekomponenter, men den præcise kemiske sammensætning tilbageholdes af producenterne. Antiscalingsmidler skal håndteres og opbevares forskriftsmæssigt. Antiscalingsmidlerne er i den form og koncentration, de udledes i, miljømæssigt harmløse og udledes direkte sammen med rejktvandet.

Det er op til den enkelte entreprenør, der skal drive afsaltningsanlæggene at vælge antiscalingsmiddel og indhente de fornødne tilladelser/accepter til anvendelse af midlet. Tilsvarende vælger entreprenøren renseprocedure for membranerne som led i driften af afsaltningsanlæggene.



I overensstemmelse med de kontrakter Femern A/S udbyder i forbindelse med kyst-kyst projektet forventes afsaltning af havvand at blive fordelt på tre anlæg, som vist på figur 4.58.

FIGUR 4.58 Principskitse af placering af afsaltningsanlæg, indtag af havvand og udledning af rejeftvand



På ét anlæg behandles vand til produktion af portaler og ramper, og på de to øvrige anlæg behandles vand til produktion af tunnelelementer. Indtag af havvand til de tre anlæg vil ske fra ét fælles indtag. Tilsvarende vil afledning af rejeftvand fra de tre anlæg ske fælles via det eksisterende spildevandsudløb til Femern Bælt.

Hvert af de tre afsaltningsanlæg vil omfatte følgende elementer: Omvendt osmoseanlæg, forfilter, typisk et sandfilter, tankanlæg til dosering af antiscalant, anlæg til rensning og vedligehold af membraner, lagerplads til antiscalingsmiddel og buffertank til afsaltet havvand.

Det forventes, at afsaltningsanlægget til produktion af vand til portal og ramper vil kræve et areal på ca. 60 m², mens de to afsaltningsanlæg til produktion af vand til tunnelelementer vil kræve et areal på 80 - 100 m² hver.

Indtaget af havvand pr. time vil variere. Anlæggene kører ikke kontinuert, men kører med pauser og fylder buffertanke op løbende.

Vandforbruget til betonproduktion vil variere i løbet af anlægsfasen. Det forventede vandforbrug pr. år fremgår af tabel 4.8. Tabellen viser endvidere, hvor meget havvand der skal afsaltes for at opnå den nødvendige mængde, og hvilken mængde spildevand (rejeft) det vil medføre. Rejeftvandet vil blive udledt til Femern Bælt.

TABEL 4.8 Forventet forbrug af havvand, energi og antiscalant til afsaltningsanlæg

År	Havvand til afsaltning (m ³)	Vandforbrug til beton (permeat) m ³	Spildevand (rejekt) m ³	Effektforbrug (kWh)	Antiscalant (kg/år)
1	17.500	7.000	10.500	25.200	15
2	175.000	70.000	105.000	252.000	151
3	655.000	262.000	393.000	943.200	565
4	475.000	190.000	285.000	684.000	409
5	35.000	14.000	21.000	50.400	30
I alt	1.357.500	543.000	814.500	1.954.800	1.170

Afsaltningsprocessen kræver et effektforbrug på ca. 3,6 kW pr. produceret m³ afsaltet vand. Effektforbruget pr. år fremgår af tabel 4.8. I alt i anlægsfasen svarer det til et effektforbrug på ca. 2 mio. kW.

Det er vurderet, at det vil være nødvendigt at tilsætte antiscalingsmidler til afsaltningsanlægget svarende til en koncentration på 1,4 g antiscalant pr. m³ rejekt. Mængden af antiscalant, der vil blive udledt med rejktvandet til Femern Bælt pr. år i anlægsfasen, fremgår af tabel 4.8.

I tabel 4.9 ses det forventede indhold af udvalgte stoffer i henholdsvis havvand, afsaltet vand og rejktvand.

TABEL 4.9 Indhold i havvand, afsaltet vand og rejktvand (anslåede mængder)

Stoffer	Indhold i havvand fra Femern Bælt (mg/l)	Indhold i afsaltet vand (mg/l)	Indhold i rejktvand (mg/l)
NH4	0	0	0
K	260	<1	436
Na	7.100	17	12.000
Mg	850	<1	1.400
Ca	2.800	2	4.500
Cl	18.000	32	29.200
SO4	1.200	<1	2.000
TDS	30.000	50	50.000
pH	8,10	8,10	8,10

I afsnit 13.1 Det marine område er udledningen af rejktvand til Femern Bælt vurderet i forhold til indhold af antiscalingsmiddel og forhøjet indhold af salte.

Energiforbruget til afsaltningsanlæg vil indgå i beregningen af CO₂-udledning i kapitel 19 Klimapåvirkninger og klimaændringer.

4.6.2 El

Kyst-kyst projektet skal elforsynes såvel i anlægsfasen som i driftsfasen. Elforsyning på dansk side sker fra elforsyningsselskabet SEAS-NVE.

I projektets anlægsfase skal følgende områder elforsynes: Arbejdsområder for tunnel, portal og ramper, tunnelelementfabrik og camp.

Elforsyningen sker primært til produktionsanlæg og pladsbelysning. Opvarmning af mandskabsfaciliteter, camp og andre bygninger i anlægsfasen er også baseret på el.

Elforsyningen vil ske fra den eksisterende transformerstation ved Rødbyhavn med 10 kV kabler til tre forsyningspunkter ved henholdsvis byggepladsen for portalbygningen, for tunnelelementer og til camp. Ved forsyningspunkterne opstilles et 10 kV fordeleranlæg, hvor entreprenørerne kan tilkoble sig. For hvert af disse forsyningspunkter reserveres et areal på ca. 250 m². Endvidere må entreprenørerne forventes at få behov for at opstille en række undertransformerstationer af en størrelse på ca. 10 m².

Der planlægges ligeledes anlagt et kabel mellem tunnelelementfabrikken og byggepladsen for portalbygningen for dermed at skabe en ringforbindelse for større forsyningssikkerhed.

I kyst-kyst projektets driftsfasen skal der etableres elforsyning til jernbanens kørestrømsystem og til tunnelens elektriske og mekaniske installationer. Der anlægges til dette formål en ny transformerstation i umiddelbar nærhed af den danske tunnelportal. Transformerstationens placering og omfang fremgår af figur 4.18. SEAS-NVE vil ved anlæg af transformerstationen etablere transformere til forsyning af oplandets øvrige brugere. Femern A/S udlægger et areal på ca. 30.000 m² til transformerstationen, idet den præcise størrelse ikke er kendt i dag. Transformerstationen vil kunne deles mellem Femern A/S, Banedanmark, SEAS-NVE og Energinet, der kan få hver deres delareal.

SEAS-NVE og Energinet.dk leverer energi til transformerstationen på 132 kV. På transformerstationen nedtransformeres energien til 25 kV til brug for kørestrømforsyning. Endvidere nedtransformeres energien til 10 kV, alternativt 20 kV til brug for elforsyning i tunnelen (lys, ventilation, pumper mv.). SEAS-NVE har oplyst, at forstærkning af el-nettet frem til transformerstationen kan ske fra hovedstation Nakskov og hovedstation Saksøbing (Radsted-station). Endvidere kan en tilslutning til den fremtidige vindmøllepark Rødsand II give ekstra forsyningsikkerhed.

Med henblik på at kunne foretage testkørsler på jernbaneforbindelsen, forventes etablering af transformerstationen at foregå i – anlægsår 2 - 3. Test af tunnelens installationer og den elektrificerede jernbane forventes indledt primo anlægsår 4.

Til kyst-kyst projektets øvrige drift planlægges etableret to mindre transformerstationer inde i planlagte bygninger: Én ved betalingsområdet (placeres i bygning sammen med øvrig teknik) og én i portalbygningens teknikområde.

4.6.3 Fjernvarme

Femern A/S planlægger ud fra, at tunnelportalen og bygninger forsynes med fjernvarme i kyst-kyst projektets driftsfasen.

4.6.4 Spildevand

I kyst-kyst projektets anlægsfase vil der være behov for at lede spildevand fra mandskabsfaciliteter og camp til rensning på Rødbyhavn Renseanlæg. Af den årsag etableres et kloaksystem på produktionsanlægget, som planlægges tilsluttet til det eksisterende kloaksystem i området. Spildevand fra øvrige mandskabsfaciliteter i anlægsfasen vil ligeledes blive ført til eksisterende rensning.

Overskudsvand fra betonproduktion og fra afvanding planlægges udledt til havet efter at have været igennem olieudskiller, sandfang og pH-justering.

Det nye landområde etableres, hvor spildevandsledningen fra renseanlægget i dag har sit udløb i Femern Bælt. Denne flyttes længere ud i Femern Bælt, så den fremover ligger ud for det nye landområde.

Der kan blive behov for, at Femern A/S etablerer et forbassin/sparrebassin som en del af Femern A/S' håndtering af spildevand. Bassinet etableres inden for det areal, der er udlagt til produktionsområde, og kun såfremt Lolland Forsyning måtte ønske det. Bassinet vil i givet fald skulle være i størrelsesordenen 1.000 m³.

I kapitel 12 Det marine område vurderes konsekvensen for Femern Bælt af at udlede spildevandet fra det opgraderede renseanlæg.

4.7 RESSOURCEFORBRUG OG AFFALD

I dette afsnit redegøres for størrelsesordenerne af ressourceforbrug og affaldsmængder i kyst-kyst projektets anlægs- og driftsfase.

4.7.1 Ressourceforbrug

Tabel 4.10 angiver et overslag over det vigtigste ressourceforbrug i kyst-kyst projektets anlægsfase.

TABEL 4.10 Ressourceforbrug i kyst-kyst projektets anlægsfase	
Anlæg og materiel	Estimerede mængder pr år/i alt
Produktion af tunnel:	
Beton til tunnelelementer (sand til betonproduktion indvindes evt. på Rønne Banke)	2.500.000 m ³ i alt
Armeringsstål	300.000 t i alt
Ballastbeton (sand til betonproduktion indvindes evt. på Rønne Banke)	400.000 m ³ i alt
Beton til portal, ramper og cut-and-cover (sand til betonproduktion indvindes evt. på Rønne Banke)	200.000 m ³ i alt
Skærver til fundering af tunnelelementer	800.000 m ³ i alt
Sand og grusfyld omkring tunnelelementer (indvindes evt. på Kriegers Flak)	3.600.000 m ³ i alt
Sten i beskyttelseslag over tunnelelementer	2.000.000 m ³ i alt
Etablering af nye landområder, DK og DE:	
Opgravede havbundsmaterialer fra tunnelrenden, adgangskanal og arbejdshavn	Ca. 19. mio. m ³ i alt
Sten i kystindfatninger	400.000 m ³ i alt
Sand til etablering af strandene (indvindes evt. på Kriegers Flak)	500.000 m ³ i alt
Sandfyld til midlertidige anlæg (indvindes evt. på Kriegers Flak)	1.000.000 m ³ i alt
Produktion af anlæg på land:	
Grus til jernbane og vejbygning	200.000 m ³ i alt
Beton til jernbane	75.000 m ³ i alt
Jern til jernbane	10.000 t i alt
Granit til jernbane	80.000 t i alt
Asfalt til veje	200.000 t i alt

TABEL 4.10 Ressourceforbrug i kyst-kyst projektets anlægsfase

Anlæg og materiel	Estimerede mængder pr år/i alt
Forsyninger:	
Vand (betonproduktion og mandskabsfaciliteter)	1.350.000 m ³ i alt
El (strøm og opvarmning i anlægsfasen)	130 mio kWh i alt
Spildevand fra mandskabsfaciliteter	4.500 PE pr. år i spidsbelastningen
Evt. afledning af rejktvand fra afsaltning af havvand	410.000 m ³ pr. år

Note: Sandfyld til midlertidige anlæg anvendes primært til at hæve terræn under produktionsfacilitet, men også til øvrige arbejdsområder, hvor der er brug for materialer med højere kvalitet end havbundsmaterialerne

Ud over de i tabel 4.10 nævnte ressourcer forventes der i projektets anlægsfase at blive anvendt ca. 100.000 m³ brændstof. Hovedparten vil blive anvendt i forbindelse med arbejderne på det marine område og vil blive sejlet direkte til arbejdsområderne i det marine område.

Af tabel 4.11 fremgår det forventede ressourceforbrug i kyst-kyst projektets driftsfase.

TABEL 4.11 Ressourceforbrug i kyst-kyst projektets driftsfase

Anlæg og materiel	Estimerede mængder
Forsyninger	
El, drift af tunnel, belysning	15 mio. kWh pr. år
Fjernvarme (opvarmning af bygninger)	3 mio. kWh pr. år
Afledning af vaskevand mv. fra tunnelen til renseanlæg (Lolland/Fehmarn)	3.500 m ³ pr. år
Afledning af spildevand fra mandskabsfaciliteter	Fra ca. 50 - 100 ansatte

Ressourceforbrug i driftsfasen

I kyst-kyst projektets driftsfase vil der hovedsageligt være materialeforbrug til vedligeholdelse af vejbaner og jernbanelegemet samt vedligeholdelse af tunnelen. Det samlede materialeforbrug i driftsfasen vil være yderst beskedent sammenlignet med anlægsfasen.

4.7.2 Affald

I dette afsnit gives et overslag over de forventede affaldsmængder primært som følge af kyst-kyst projektets anlægsfase. I afsnittet beskrives størrelsesordenen af erhvervsaffald genereret i forbindelse med produktionen af tunnelelementerne, dagrenovationslignende affald genereret i anlægsfasen, affald fra nedtagning af bl.a. produktionsanlægget samt affald genereret i driftsfasen.

Affald omtalt i dette afsnit genereret i forbindelse med anlæg og drift af sænketunnelen vil blive bortskaffet i henhold til den gældende lovgivning. Håndteringen af bygge- og anlægsaffald skal således overholde bestemmelserne om genanvendeligt bygge- og anlægsaffald i bekendtgørelse nr. 1632 om affald (Affaldsbekendtgørelsen) og bestemmelserne i bekendtgørelse nr. 1662 om anvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder og om anvendelse af sorteret, uforurenset bygge- og anlægsaffald. Håndteringen vil desuden overholde lokale bestemmelser i

affaldsregulativer fra kommunale myndigheder f.eks. for Lolland Kommune, der er trådt i kraft den 30. marts 2012.

Bygge- og anlægsaffald under produktion af tunnel (år 1 - 4)

Under produktion af sænketunnelen genereres bygge- og anlægsaffald. Byggeaffaldet består i denne forbindelse hovedsageligt af spild og kassering af forskellige byggematerialer. De forventede affaldsmængder fra beton og armeringsstål er estimeret til henholdsvis 1,5 pct. og 0,5 - 1,5 pct., hvilket er baseret på erfaringer fra anlæg af Øresundsforbindelsen. Resultaterne af disse opgørelser fremgår af tabel 4.12. Det forventes, at entreprenøren opstiller og benytter en betonknuser på produktionsanlægget imens tunnelelementerne produceres, så overskydende betonkonstruktioner kan nedknuses og så vidt muligt genanvendes i projektet.

TABEL 4.12 Estimerede mængder bygge- og anlægsaffald under produktion af sænketunnelen

Beton	Affaldsmængde	Behandlingsform
Beton i tunnelelementer	40.000 m ³	Nyttiggørelse
Ballast beton, total	6.000 m ³	Nyttiggørelse
Beton til portalbygninger, ramper samt cut-and-cover	3.000 m ³	Nyttiggørelse
Stål	150 t	Nyttiggørelse
Armeringsstål	2.000 - 5.000 t	Nyttiggørelse

Byggeaffaldet består derudover også af kabelskrot fra elektriske installationer, emballageaffald, træaffald fra forskalling og andet brændbart affald. Herudover genereres der affald fra service og reparationer af maskiner og andet udstyr på byggepladsen.

En lille andel af affaldet forventes at bestå af farligt affald, som skal håndteres efter de særskilte regler for farligt affald i henhold til Lolland Kommunes regulativ for erhvervsaffald af 1. juli 2011. Dette gælder f.eks. olieaffald, lim, fugemasse, tjæreasfalt og malingsrester.

Betonaffaldet håndteres primært ved nedknusning og genanvendelse i projektet. Stål og øvrigt bygge- og anlægsaffald fjernes enten som returlast med de skibe, som ankommer med materialer til produktionen, eller køres på lastbiler til Køge Havn, hvorfra det vil kunne afsættes og udskibes. Det forventes, at bortskaffelsen vil kunne medføre en trafik på op til i alt 1.000 lastbiler over perioden år 1 - 4. Transporten er miljøvurderet i forhold til affaldsmodtagere på Sjælland.

Dagrenovationslignende affald i anlægsfasen

Foruden egentligt erhvervsaffald genereres der i anlægsfasen dagrenovationslignende affald. Denne type affald må ikke blandes med f.eks.:

- Affald til genanvendelse, f.eks. rent papir og pap, plast og glas eller øvrige affaldstyper
- Øvrigt brændbart affald
- Øvrigt ikke-brændbart affald
- Affald til specialbehandling, f.eks. el-skrot, elektrisk og elektronisk udstyr; farligt affald som olie- og kemikalieaffald, klinisk risikoaffald og vævsaffald
- Kød-, fiske- og slagteriaffald fra produktionsvirksomheder i større mængder

Disse krav betyder, at affaldet skal kildesorteres og i øvrigt leve op til kravene i Lollands Kommunes affaldsregulativ.

Dagrenovationen antages hovedsageligt at blive genereret fra arbejdspladser og i campen. For en redegørelse af antagelsen af den samlede beskæftigelse i anlægsfasen henvises til afsnit 4.5.2. Den gennemsnitlige produktion af dagrenovation i Danmark var i 2009 ca. 301

kg/person/år. En konservativ betragtning, hvor det antages, at alle ansatte producerer samme enhedsmængde af dagrenovationslignende affald fremgår af tabel 4.13.

TABEL 4.13 Dagrenovation i spidsbelastningen af kyst-kyst projektets anlægsfase, år 2 - 4

Husholdningsaffald	Estimerede affaldsmængder	Behandlingsform
Dagrenovation - Lolland	1.200 t pr. år	Forbrænding
Dagrenovation - Fehmarn	60 t pr. år	Forbrænding

De 1.200 t dagrenovationslignende erhvervsaffald pr. år udgør ca. 1 pct. af den samlede mængde affald, der blev sendt til forbrænding på det lokale affalds- og energiselskab REFA I/S i 2010. Denne mængde svarer til omkring 23 t pr. uge, eller af størrelsesordenen to til fire indsamlingsrunder med komprimatorlastbiler pr. uge. Det forventes, at der vil skulle op til 200 komprimatorlastbiler (2-akslede, med en kapacitet på ca. 6 t) eller ca. 100 komprimatorlastbiler (3-akslede, med en kapacitet på ca. 12 t) til afhentning af dagrenovationslignende erhvervsaffald pr. år i spidsbelastningen (år 2 - 4).

Nedtagning af produktionsanlæg (år 5 - 6)

Når alle tunnelelementer er færdiggjort og placeret i tunnelrenden, nedtages produktionsanlægget ved, at bygninger, siloer, lagerhaller, belægninger og andre konstruktioner fjernes.

Installationer som betonblandeanlæg, siloer, bygninger mv. vil være entreprenørens ejendom, som forventes at blive anvendt på andre projekter. Bygninger der ikke kan genbruges andet sted, nedbrydes og bortskaffes til godkendt modtagested. Det forventes at dreje sig om stål-, træ eller betonkonstruktioner.

Betonfundamenter og glidebjælker nedkneses og bortskaffes til godkendt modtagested. Generelt kan betonkonstruktionerne nedkneses og oparbejdes på stedet eller transporteres til et eksisterende knuseanlæg. Der er i miljøvurderingen lagt til grund, at betonkonstruktionerne nedkneses på stedet.

Eventuelle pæle til fundering under glidebjælker vil blive afskåret mindst 1 m under fremtidig terræn.

Arbejdshavnen foran produktionsanlægget og søsætningsbassinerne vil blive fyldt op med den del af havbundsmaterialerne, der har ligget rundt om produktionsanlægget og det øvrige landområde.

På land vil terrænregulering som følge af kyst-kyst projektet blive fjernet. Efter nedtagning af produktionsanlægget vil det oprindelige terrænniveau blive reetableret, og der vil blive etableret dræning i nødvendigt omfang.

TABEL 4.14 Estimerede mængder affald fra nedtagning af produktionsområdet og midlertidige veje – Lolland

Nedrivning af tunnelelementfabrik	Affaldsmængde	Behandlingsform
Stål, armeringsjern	6.000 t	Genanvendelse
Stål og metal, skelet i overbygninger	7.000 t	Genanvendelse
Betonkonstruktioner	225.000 t	Genanvendelse
Asfalt	25.000 t	Genanvendelse

Herudover vil der forekomme andre typer affald fra isoleringsmaterialer fra bygninger.

Affald fra nedtagning af produktionsområdet og midlertidige veje vil blive afhændet til godkendt aftager. Det forventes, at der vil skulle op til 9.000 lastbiler eller 55 skibe (5.000 t) til at transportere affaldet væk fra området. Transporten er miljøvurderet i forhold til affaldsmottagere på Sjælland.

Nedtagning af vindmøller

Syltholm Vindmøllepark, der ligger øst for Strandholm Sø og vest for sommerhusområdet Hyldtofte Østersøbad, består af 38 vindmøller. Produktionsområdet vil i stor udstrækning komme til at dække dette areal, og derfor er det nødvendigt at nedtage 31 af de 38 vindmøller, inden produktionsanlægget kan etableres.

Møllerne er af typen NEG-MICON 750 kW med en tårnhøjde på 45 m og en vingediameter på 44 m.

Møllerne blev etableret i 1997 - 1998 og vil ved starttidspunktet for produktionen af tunnelelementer være 17 - 18 år gamle. Såfremt det ikke er muligt at genbruge vindmøllerne andet steds, vil materialerne fra dem blive håndteret som affald.

Møllerne er af typen NEG-MICON 750 kW med en tårnhøjde på 45 m og en vingediameter på 44 m.

Demontering og bortkørsel af vindmøllerne forventes at kunne udføres på 1 - 2 dage pr. vindmølle ekskl. fjernelse af fundamenter, og vindmøllerne forventes demonteret med mobilkraner. Stål fra kranerne vil blive genanvendt, mens vingerne forventes at blive destrueret på et særligt godkendt anlæg.

Det forventes, at mængden af genanvendeligt stål udgør ca. 100 t pr. vindmølle, mens ca. 25 t pr. vindmølle udgøres af komposit materiale fra vinger og kabine mv.

Fundamenter sprænges forud for fjernelsen og kabler i jord opgraves og fjernes. Dette forventes at kunne udføres inden for 2 - 3 dage pr. fundament.

Samlet tid for at demontere vindmøller ved anvendelse af normal bemanning og arbejde i normal arbejdstid anslås at andrage 3 - 3,5 måneders arbejde. Det forventes, at arbejdet vil finde sted i anlægsfasens første år.

TABEL 4.15 Estimerede mængder affald fra nedtagning af vindmøller

Nedrivning af vindmøller på Lolland	Affaldsmængde	Behandlingsform
Stål	3.100 t	Genanvendelse
Kompositmaterialer fra vinger, kabine mv.	775 t	Bortskaffelse
Betonfundamenter	2.600 m ³	Genanvendelse

Stål og betonfundamenter forventes afhændet til godkendt modtager. Begge dele forventes transporteret på op til 200 lastbiler. Transporten er miljøvurderet i forhold til affaldsmottagere på Sjælland.

Kompositmaterialer fra vinger mv. forventes kørt til kraftvarmeværk eller fabrik for cementproduktion. Det indgår i miljøvurderingen, at affaldet køres på op til 30 lastbiler til affaldsmottagere beliggende i Danmark. Det vil ikke være nødvendigt med særtransporter.

På Fehmarn skal der nedtages 4 vindmøller. Vindmøllerne forventes nedtaget og håndteres på samme måde som vindmøllerne på Lolland.

Nedtagning af fiskeopdrætsanlæg

Produktionsområdet vil dække hele fabriksanlægget Dansk Klimatisk Fiskeavl, der ikke er i brug i dag. Dette anlæg vil blive taget ned i forbindelse med etableringen af produktionsanlægget.

Stålkonstruktioner, der udgør overbygningen, vil blive fjernet og betonfundamenter nedknares. Begge dele forventes afhændet til godkendt modtager. Transport vil foregå på op til 600 lastbiler. Transporten er miljøvurderet i forhold til affaldsmottagere på Sjælland.

TABEL 4.16 Estimerede mængder affald fra nedtagning af fiskeopdrætsanlæg

Nedrivning af fiskeopdrætsanlæg	Affaldsmængde	Behandlingsform
Stål og metal, overbygninger	400 t	Genanvendelse
Betonfundamenter	17.000 t	Genanvendelse
Asfalt	10.000 t	Genanvendelse

Nedtagning af jordbehandlingsanlæg

Produktionsområdet vil også dække over et jordbehandlingsanlæg som RGS 90 driver på Østersøvej. Dette vil blive nedlagt og eventuelt flyttet til en anden placering (jf. separat VVM-redegørelse "Genplacering af RGS 90's anlæg i Rødbyhavn" – maj 2012). Anlægget består i dag af fem mindre administrationsbygninger, en værksteds- og maskinhal samt tre overdækkede haller til oplag af jord og andre materialer, der modtages. Arealerne, hvor der modtages jord og byggeaffald samt arealer til opbevaring af forurenede materialer, er belagt med asfalt.

De totale affaldsmængder kan transporteres på op til 2.200 lastbiler.

Forurenede jord på anlægget forudsættes forud for overtagelsen af Femern A/S flyttet af RGS 90 til andet anlæg og færdigrenset der.

TABEL 4.17 Estimerede mængder affald fra nedtagning af jordbehandlingsanlæg

Nedrivning af jordbehandlingsanlæg	Affaldsmængde	Behandlingsform
Stål og metal, overbygninger	2.700 t	Genanvendelse
Betonfundamenter	600 t	Genanvendelse
Træ og øvrige materialer	180 t	Bortskaffelse
Asfalt	25.000 t	Genanvendelse
Grus	35.000 t	Genanvendelse

Fjernelse af eksisterende motorvej

I forbindelse med sammenslutningen af motorvej E47 (strækningen mellem Sakskøbing og Rødbyhavn) til den fremtidige linjeføring vil en del af den eksisterende motorvej blive fjernet. Dette er et stykke på ca. 400 meter. Motorvejens asfaltlag brydes op og køres til affaldshåndtering. Grus fra vejopbygning graves ligeledes op og køres til jordbehandlingsanlæg, hvis ikke det kan genbruges i projektet.

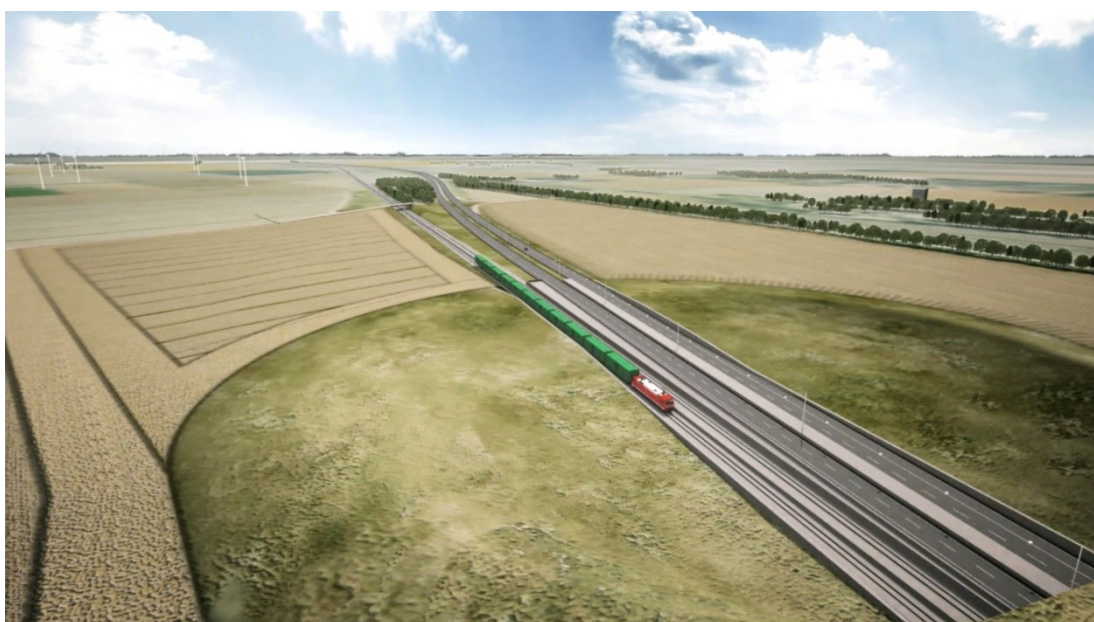
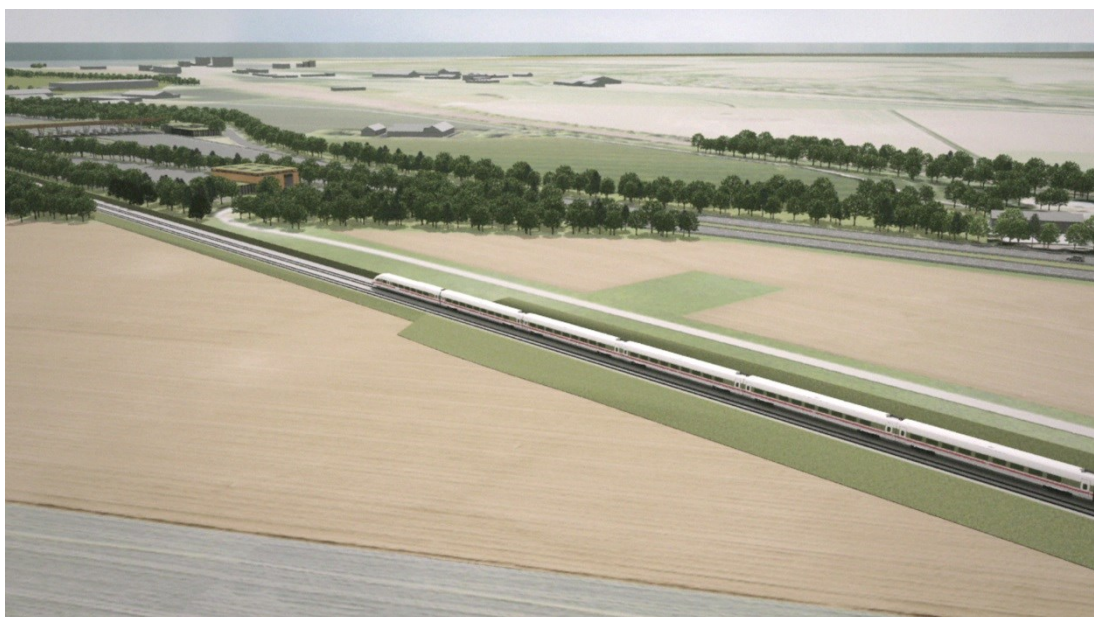
Affaldsmængderne, både grus og asfalt, kan transporteres på op til 300 lastbiler.

TABEL 4.18 Estimerede mængder affald fra fjernelse af motorvej

Fjernelse af motorvej	Affaldsmængde	Behandlingsform
Asfalt	5.000 t	Genanvendelse
Grus	3.000 t	Genanvendelse

Affald genereret i driftsfase

I kyst-kyst projektets driftsfase må der hovedsageligt forventes at blive produceret dagrenovationslignende affald og mindre mængder papir- og papaffald fra betalingsanlægget og toldområdet.





29



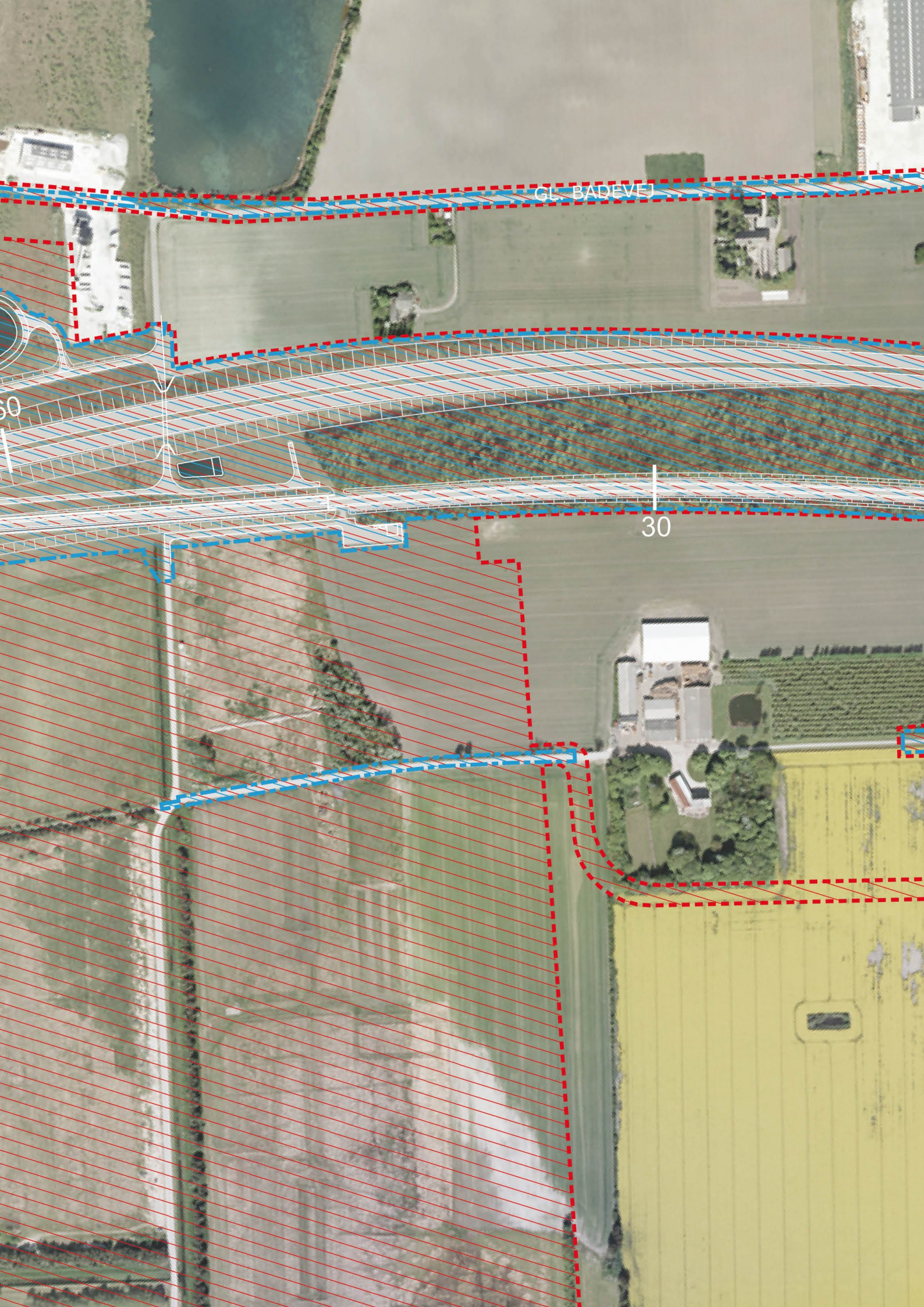
Permanent erhvervede arealer



Midlertidigt erhvervede arealer

0 m 50 100 150 200 250 m





GI. BADEVJE

50

30



FÆRGEVEJ

159

31

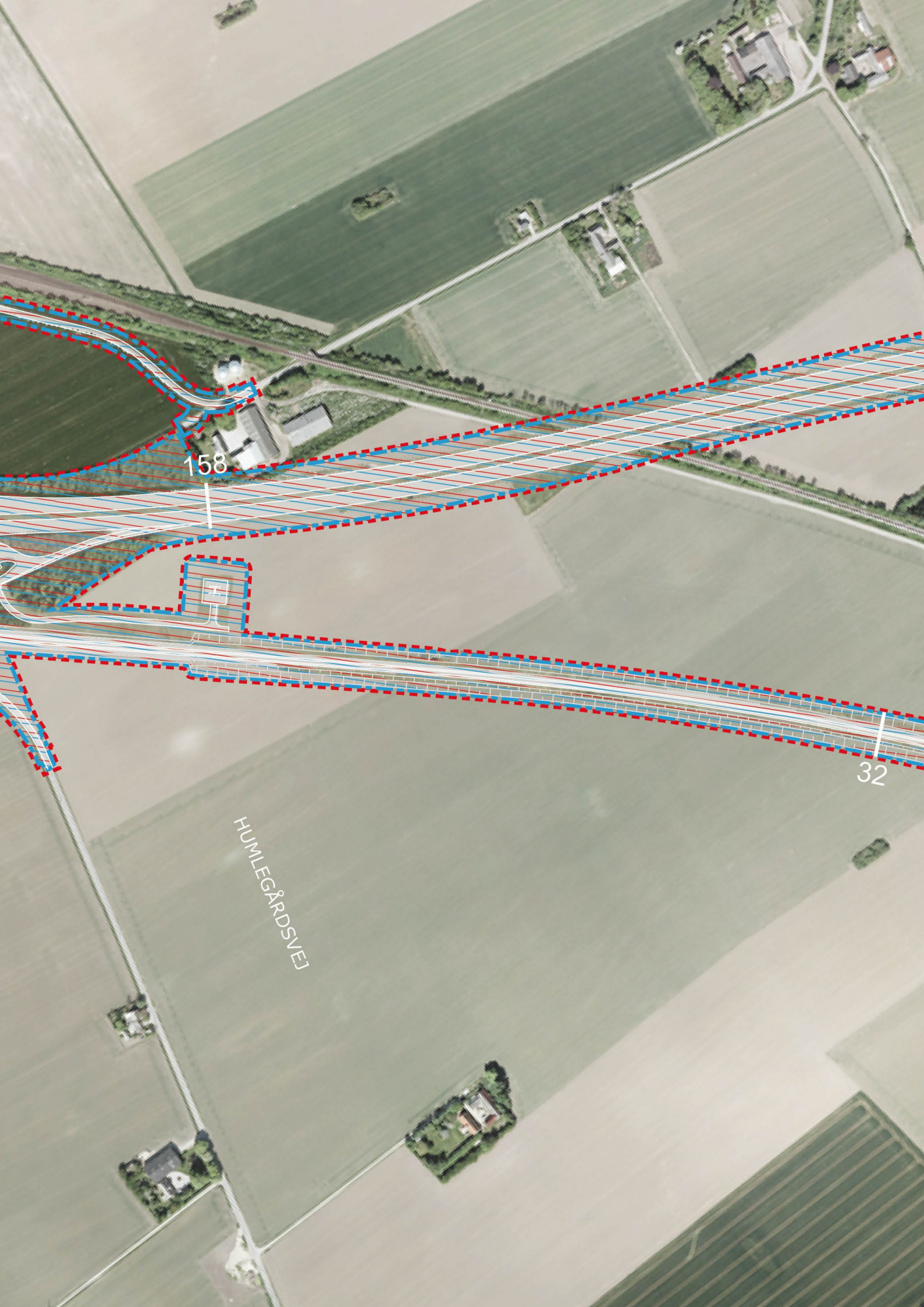
STRANDHOLMSVEJ



 Permanent erhvervede arealer
 Midlertidigt erhvervede arealer

0 m 50 100 150 200 250 m






158

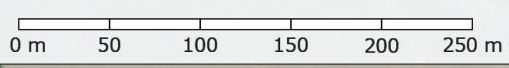
32

HUMLEGÅRDSVEJ



157

 Permanent erhvervede arealer
 Midlertidigt erhvervede arealer





156

33

34



LUNDEGÅRDSVEJ

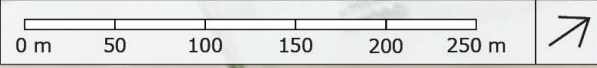
LUNDEGÅRDSVEJ

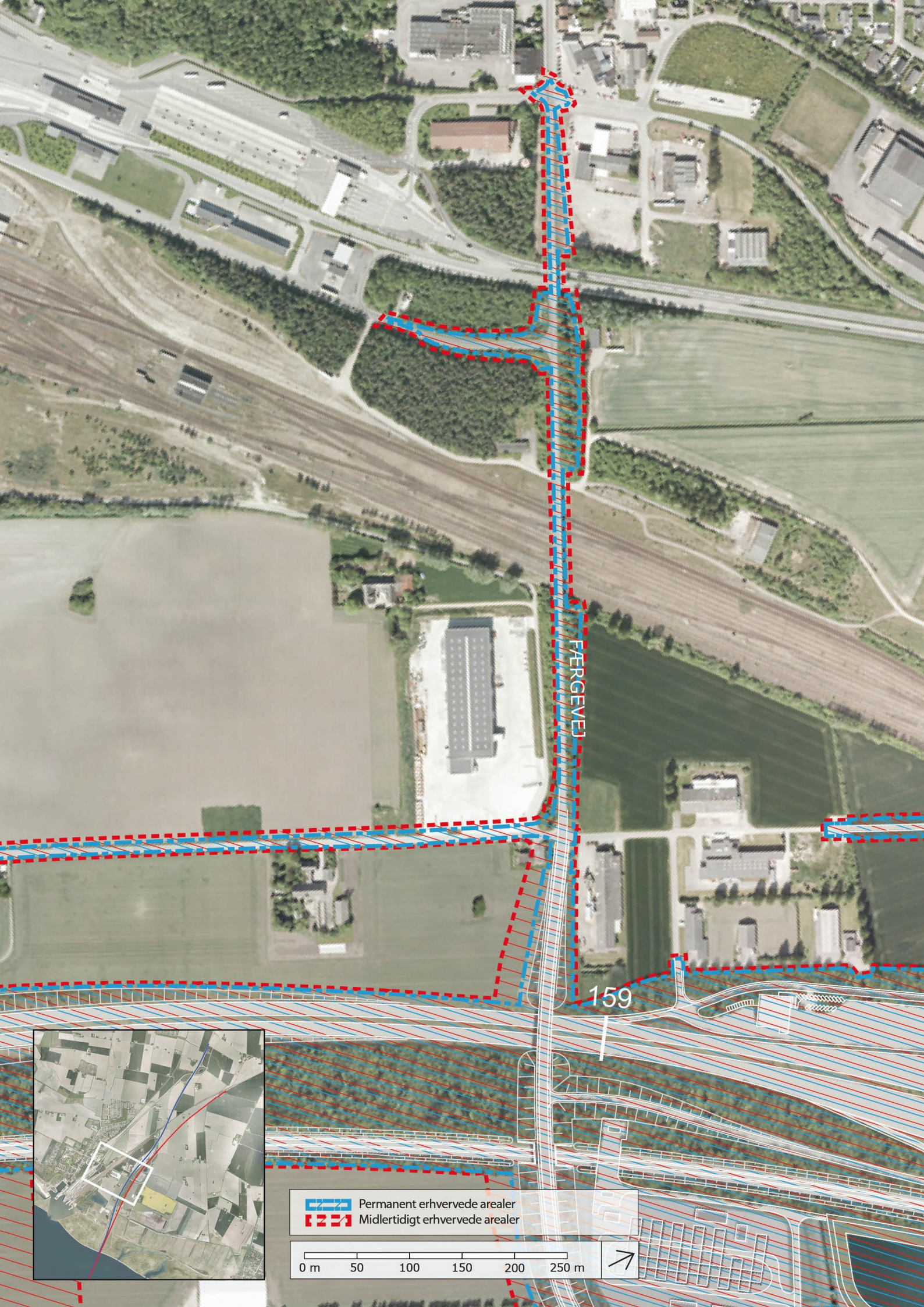
156

OTTELUNDEVEJ



-  Permanent erhvervede arealer
-  Midlertidigt erhvervede arealer







FERGEBVEJ

159



-  Permanent erhvervede arealer
-  Midlertidigt erhvervede arealer

