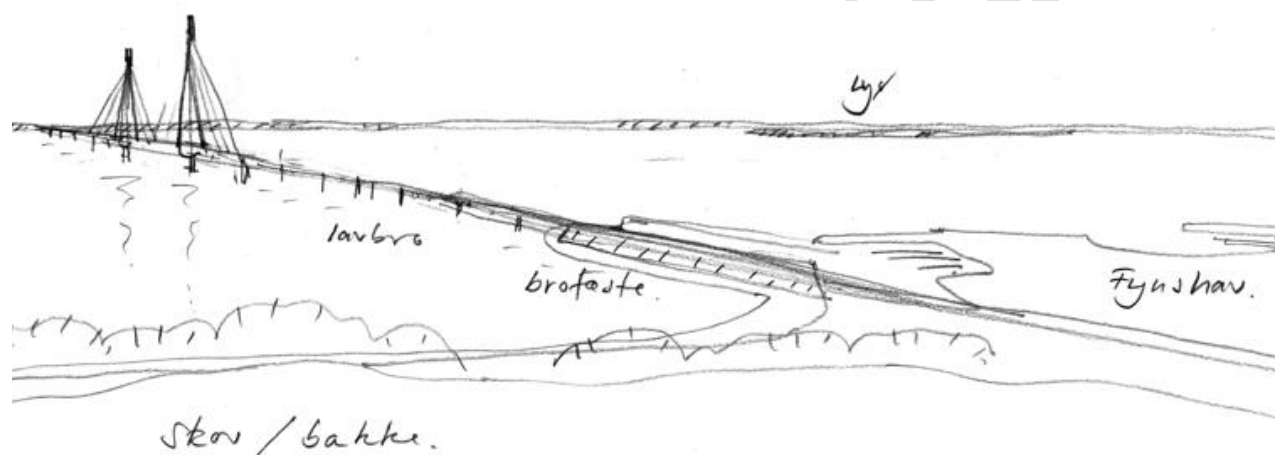


En fast forbindelse mellem Als og Fyn

Bæredygtighedsanalyse



Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	6
1. Indledning	14
2. Beskrivelse af den faste forbindelse	16
3. Virkninger på natur, miljø og klima	18
3.1 Virkninger på land	18
3.2 Virkninger på havet	28
3.3 Virkninger på klimaet	29
3.4 Miljø- og naturtiltag	32
4. Virkninger på økonomien	40
5. Litteraturliste	45

FORELØBIGH

Forord

Danmark har behov for infrastruktur, der kan bidrage til vækst og udvikling. Hidtil har alle analyser peget på, at en fast forbindelse mellem Fyn og Als kan bringe os i den retning blandt andet ved at binde arbejdsmarkeder og erhvervsklynger bedre sammen.

Men kan man også bygge infrastruktur på en måde, så vi ikke ødelægger natur og klima? Det spørgsmål har vi stillet os selv i AlsFynForbindelsen.

Vi anerkender fuldt ud, at analysen kun er et første skridt. Men vi er positivt overraskede. Meget tyder nemlig på, at man kan kombinere infrastruktur med det at passe på natur og klima, vel at mærke uden, at det koster alverden. Formentlig kan man komme helt i nul med hensyn til klima. Og med hensyn til natur og miljø kan man komme langt og endda skabe helt nye naturområder, blandt andet i Svanninge Bakker og ved Bøjden Nor.

Samtidig har analysen været en unik lejlighed til at få inputs fra et bredt spektrum af interessenter. De skal selvfølgelig ikke tages til indtægt for analysens konklusioner. Men vi har lyttet, og vi er blevet klogere af, at folk med vidt forskellige baggrunde og holdninger har været med i arbejdet.

Jeg håber derfor, at analysen kan være et relevant bidrag til, hvordan vi fremad bør gå til opgaven, når vi planlægger infrastruktur. På en måde hvor borgerinddragelse, klima, natur og vækst går hånd i hånd.

Kraka Economics er ansvarlig for indholdet i denne rapport. Vi vil gerne takke professorerne Jacob Ladenburg, Carsten Rahbek, Karen Timmermann og Henrik Wenzel for værdifuld sparring undervejs i projektet. Også en stor tak til Søren Have fra CONCITO, Mathilde Mammen fra Tænk tanken HAV, Birgitte Marcussen fra Danmarks Naturfredningsforening, Poul-Erik Olsen fra Dansk Infrastruktur, Ninette Pilegaard fra DTU, Lasse Schelde fra Ingeniørforeningen i Danmark (IDA) og Lars Briggs fra Amphi Consult for væsentlige inputs.

Sidst men ikke mindst er vi utroligt taknemmelige for, at Cyklistforbundet, Danmarks Jægerforbund, Danmarks Sportsfiskerforbund, Danmarks Fiskeriforening, Dansk Cykelturisme, Dansk Ornitologisk Forening, Dansk Skovforening, Fynsland, Fugleværnsfonden, Landbrug & Fødevarer, Sydfyns Fremtid og Sønderborg Landsbyforum hele vejen igennem har været med og leveret væsentlige bidrag.

Rigtig god læselyst.

Om Kraka Economics

Kraka Economics er en samfundsøkonomisk konsulentvirksomhed, der er ejet af Maj Invest. Vores formål er at oplyse samfundsdebatten og kvalificere beslutninger med økonomfaglige analyser. Kraka Economics består af økonomer på højeste faglige niveau, herunder anerkendte forskere.

Derudover benytter vi vores politiske indsigt til at forstå kundens strategiske behov for derefter at kunne levere et forståeligt materiale, som er direkte anvendeligt i beslutningsprocessen. Kraka Economics er udsprunget af tænketanken Kraka og udgør et stærkt økonomfagligt fællesskab under samme tag.

Adresse: Kraka Economics, Rigersgade 11, 3. sal, 1316 København K

E-mail: admin@kraka-advisory.com

Hjemmeside: www.kraka-economics.dk



Sammenfatning

Dette er en bæredygtighedsanalyse af en fast forbindelse mellem Als og Fyn

Denne rapport er en bæredygtighedsanalyse af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Den faste forbindelse, vi har analyseret, indebærer opførelsen af en bro over Lillebælt mellem Fynshav på Als og Horne Næs på Fyn samt opgradering af landeveje til 2+1-landeveje på udvalgte strækninger på Als og Fyn. Forbindelsen er illustreret i figur 1 nedenfor.

Figur 1 Illustration af det analyserede forslag til en fast forbindelse mellem Als og Fyn



Kilde: Egen tilvirkning.

Fokus på økonomi og miljø i anlæg og drift

Bæredygtighedsanalysen består af en identifikation og værdisætning af effekterne på samfundsøkonomien og miljøet af den faste forbindelse i anlægsfasen og i driftsfasen. Der vil være negative virkninger på natur, naboer og brugere af rekreative områder i nærheden af projektet, og analysen vurderer omkostninger og gevinster ved tiltag til at afværge sådanne negative virkninger eller til at skabe positive virkninger.

Supplement til myndighedernes arbejde

Bæredygtighedsanalysen skal ses som et supplement til en større analyse af den faste forbindelse, som Transportministeriet, Sund&Bælt og Vejdirektoratet gennemfører i øjeblikket. Bidraget fra vores analyse er, at vi inddrager effekter på rekreative værdier, at vi ser på

nogle natur- og klimatiltag, der går længere end dem, der typisk indgår i infrastrukturprojekter, og at vi værdisætter fordele og omkostninger ved tiltagene.

Behov for indsats for at sikre bæredygtighed

Anlæg og drift af en fast Als-Fyn-forbindelse vil medføre skader på natur, miljø og klima, hvis ikke der gennemføres indsats for at forhindre skaderne. Anlægsarbejde i Lillebælt kan fx skabe undervandsstøj, der er skadeligt for marsvin, og det kan føre til spild af sediment, der fx kan skabe iltsvind. Desuden fører materialeproduktionen til udslip af drivhusgasser, og vejudvidelsen tager plads fra naturen.

En ekstra indsats for bæredygtighed

Vi foreslår en række tiltag, der rækker ud over den indsats, der normalt gennemføres, når man gennemfører store anlægsprojekter i Danmark. De tiltag, vi foreslår, er fx:

- Genopretning af Bøjden Nor og udtagning af ca. 153 ha landbrugsjord i vandoplandet til noret
- Nedgravning og overdækning af hele eller dele af en strækning på 1,5 km vej gennem Svanninge Bakker og udtagning af ca. 900 ha landbrugsjord for at skabe et unikt og stort sammenhængende naturområde bestående af Svanninge Bakker og Bjerge
- Anvendelse af klimaneutrale materialer eller materialer, der samlet set optager CO₂ fra atmosfæren
- Midlertidig pause for bundtrawl i projektområdet, mens der graves

Tiltagene er tilpasset udfordringerne

Tiltagene udspringer fra analyser af situationen for natur, miljø, klima og rekreative værdier i udgangspunktet. Fx lever der en række truede, sjældne og beskyttede arter, og der er en række beskyttede naturtyper i Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge. Vejen gennem området er i dag en presfaktor, og den bliver forværret med øget trafik. Derfor er nedgravning og overdækning af vejen på hele eller dele af strækningen gennem Svanninge Bakker en fordel for miljø og natur såvel som for trafikken.

Tiltagene har synergier med andre naturindsatser

Tiltagene supplerer en række større miljøindsatser, fx den grønne treparts aftale. Genopretning af Bøjden Nor vil understøtte den grønne treparts aftale ved at skabe flere muligheder for naturen i forbindelse med, at vandmiljøet forbedres. Nedgravning af vejen vil understøtte skabelsen af større sammenhængende naturområder i Danmark og dermed indsatsen for den biologiske mangfoldighed.

Uden færgedrift kan naturpotentialet i Bøjden Nor udfoldes

Bøjden Nor er allerede i dag et vigtigt naturområde, men med en fast forbindelse og et ophør af færgedriften opstår der nye muligheder. For det første kan dæmningen, der i dag er nødvendig for, at biler kan komme til færgen, nedlægges. Det vil gavne vandkvaliteten i den nordlige del af noret, fordi vandgennemstrømningen forbedres. For det andet kan færgehavnen anvendes til rekreative formål samtidig med, at færgehavnens kulturhistoriske værdi bevares. Vi foreslår en nænsom genopretning af norets natur, som illustreret i figur 2, hvor det eneste større greb er, at dæmningen fjernes og en del af materialerne bruges til etablering af fugleøer. Hertil kommer nogle diskrete stiforløb ved noret, så besøgende kan færdes uden at forstyrre fuglene. Endelig anlægges shelters på molen, som sejlere og andre kan benytte.

Figur 2 Bøjden Nor – før og efter naturgenopretning

Figur 2.a Bøjden Nor, nuværende forhold



Figur 2.b Bøjden Nor efter naturgenopretning og ophør af færgedrift



Kilde: Egen tilvirkning pba. materiale fra Schønherr.

Udtagning bidrager til bedre vandmiljø i noret

I forbindelse med naturgenopretning af Bøjden Nor vil det være naturligt at reducere kvælstoftilførslen til noret ved at udtage de ca. 153 ha landbrugsjord, der udgør norets vandopland.

Etablering af et stort sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker

Linjeføringen gennem Svanninge Bakker indebærer, at der vil komme stigende mængder trafik gennem området med risiko for skader på natur og rekreative værdier. Allerede i dag har vejen og trafikken negative konsekvenser for naturen og de rekreative værdier i området. Vi foreslår, at vejen gennem Svanninge Bakker nedgraves og overdækkes som led i opførelsen af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Vi foreslår to alternativer for nedgravning og overdækning: Det første alternativ er, at vejen graves ned og overdækkes i en såkaldt 'cut and cover' tunnel på en ca. 1.500 meter strækning. Det andet alternativ er, at der etableres cut and cover tunnel på ca. 500 meter strækning ved Tyveknep, og på de sidste ca. 1.000 meter mod nord graves vejen ned i en let overdækning. På den måde fjerner vi den presfaktor, som den eksisterende vej udgør for naturen. Vi skaber også et stort sammenhængende naturområde i Svanninge Bakker, som vil være til gavn for biodiversiteten og de sjældne, truede og beskyttede arter og naturtyper i området. Hertil kommer, at områdets rekreative værdi øges, fordi trafikken og støjen forsvinder eller reduceres markant. Det er vores vurdering, at en nedgravning af vejen gennem Svanninge Bakker vil være et naturgenopretningsprojekt i international klasse. I figur 3 har vi illustreret, hvordan nedgravningen kunne se ud.

Figur 3 Svanninge Bakker ved Tyveknap - i dag og efter nedgravning af vej

Figur 3.a Svanninge Bakker i dag



Figur 3.b Svanninge Bakker efter nedgravning af vej



Kilde: Egen tilvirkning pba. materiale fra Schönherr.

Opgradering af infrastruktur ved Augustenborg

Der er behov for opgradering af vejinfrastruktur ved Augustenborg i forbindelse med etablering af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Vi vurderer ikke, at den nuværende rundkørsel øst for Augustenborg ved Mjang Dam kan håndtere den trafik, der kommer. Vi vurderer heller ikke, at erstatning af rundkørslen med et signalanlæg vil kunne håndtere den kommende trafik. Vi foreslår, at der etableres en løsning med en større rundkørsel længere øst for Augustenborg kombineret med en grøn korridor ved Augustenborg, hvor Skakkenborg Skov og Mjang Dam forbindes, så der opstår et sammenhængende naturområde, der også sikrer passager, der øger den rekreative værdi af området.

Anvend klimaneutrale materialer til anlægget

Anvendelse af klimaneutrale materialer er et vigtigt skridt mod at sikre, at forbindelsen bliver så bæredygtig som muligt. Sidst i 2030'erne, når vi forventer, den faste forbindelse kan anlægges, vil der være kommercielt tilgængelige klimaneutrale materialer på markedet. Allerede i dag findes der fx klimaneutral cement produceret ved anvendelse af carbon capture, og cementproducenter, fx Aalborg Portland, har planer om at opnå klimaneutralitet ved anvendelse af biobrændsler, alternative bindemidler og carbon capture. Inden for produktion af jern og stål er der samme muligheder, og flere værker har planer for en fuld decarbonisering frem mod 2035.

Negative udledninger

Hvis der fx anvendes bæredygtig biomasse som brændsel, fx biogas til produktion af cement, stål og asfalt samtidig med, at der anvendes carbon capture i produktionen, er det principielt muligt at opnå en netto-fjernelse af CO₂ ved materialeproduktionen. Det forudsætter, at de bæredygtige materialer, der anvendes i produktionen af materialerne, ikke fragår andre anvendelser. For at sikre dette, er det nødvendigt med en tilstrækkeligt høj merbetaling. Eksempelvis vil det ikke være tilstrækkeligt, at en cementproduktion sker med brug af støttet biogas (biometan), derimod vil det for biogaseksemplet være nødvendigt at anvende ustøttet biogas til en endnu højere merpris end støttet biogas.

Forudsætninger for negative udledninger

Vi ser, at der samlet set er tre forudsætninger for, at det kan lykkes at opføre forbindelsen klimaneutralt.

- Klimavenlige fremstillingsteknologier for materialer er tilgængelige i kommerciel skala
- Der er tilstrækkelige mængder biogas eller andre bæredygtige brændsler på markedet, og at materialekøbet til anlægsarbejdet sker med en tilstrækkelig merbetaling til at sikre en merproduktion af bæredygtige brændsler (princippet om additionalitet)

- Det er praktisk/juridisk muligt at udbyde anlægsarbejdet således, at klimaneutralitet eller negative udledninger fra materialerne er et krav

Midlertidig pause for bundtrawl i projektområdet

En midlertidig pause for fiskeri med bundtrawl i projektområdet, mens der arbejdes på havbunden, vil være et vigtigt bidrag til at sikre havmiljøet. Vi lægger til grund, at pausen varer tre år. Lillebælt er i dårlig økologisk tilstand. Fx er havbunden i projektområdet dækket af et metertykt lag af kvælstofrigt slam, der kan forårsage iltsvind, hvis det hvirvles op i vand-søjlen. Bundtrawl hvirvler også bundmateriale op, og den kombinerede effekt fra bundtrawl og anlægsarbejde på havbunden kan være alvorlig. Derfor foreslår vi, at der ikke anvendes fiskeri med bundtrawl samtidig med, at der anlægges på havbunden.

Den ekstra indsats bygger videre på en stor indsats

Vi lægger til grund, at etableringen af en Als-Fyn-forbindelse vil kræve en omfattende og grundlæggende indsats for at minimere skader på miljø og natur, svarende til de indsatser, der fx kendes fra etableringen af Øresundsforbindelsen. De ekstra tiltag, vi foreslår, går ud over de gængse standarder og de forventelige grundlæggende tiltag. Vi lægger til grund, at de gængse standarder og tiltag bl.a. omfatter:

- Faunaunderføringer, paddehegn, afværgeforanstaltninger ved vandløb, erstatningsbiotoper samt støjafskærmning. Disse tiltag afværger eller kompenserer for støjgener og skader på natur og miljø på land i anlægs- og driftsfasen
- Evt. afgravning af materialer, hvis dette måtte vise sig nødvendigt for at undgå negativ effekt på vandudskiftningen i den vestlige del af Østersøen
- Dobbelt boblegardin og hydro sound damper. Disse tiltag beskytter havpattedyr mod skader fra undervandsstøj i anlægsfasen
- En indsats mod sedimentspredning ved anlægget af bro over Lillebælt. Indsatsen holder sedimentspildet under 5 pct. og minimerer skadevirkningerne af sedimentspild i anlægsfasen

Begrænset meromkostning ved bæredygtigheds-tiltag

Der vil være en samfundsøkonomisk merpris ved at gennemføre de ekstra tiltag, vi foreslår ovenfor. I alt vurderer vi, at tiltagene vedrørende Bøjden Nor vil koste ca. 45 mio. kr., tiltagene vedrørende nedgravning af vej ved Svanninge Bakker vil koste i størrelsesordenen 1,1-2,7 mia. kr., og udtagning af 880 ha landbrugsjord omkring Svanninge Bakker vil koste ca. 114 mio. kr. Den midlertidige pause for bundtrawl vil koste op til 17 mio. kr. i alt i de tre år, pausen varer. Det er usikkert, hvad klimaneutrale materialer vil koste sidst i 2030'erne, hvor vi lægger til grund, at forbindelsen skal opføres. I alt vurderer vi, at den ekstra indsats kan gennemføres for en samfundsøkonomisk merpris i størrelsesordenen 1,3-2,9 mia. kr. Set i forhold til den samlede anlægsinvestering på ca. 22 mia. kr., er meromkostningen ca. 6-13 pct. Til sammenligning afsætter man en reserve på 40 pct. af anlægsomkostningen for at dække generel usikkerhed i budgetteringen.

Omkostning til nedgravet vej afhænger af alternativ

Omkostningsspændet på 1,1-2,7 mia. kr. for nedgravning af vej ved Svanninge Bakker afspejler et nedre og øvre estimat for de to foreslåede alternativer. Alternativet med en cut and cover tunnel på 1.500 meter har en forventet anlægsomkostning i størrelsesordenen 1,6-2,7 mia. kr. Alternativet med en cut and cover på 500 meter og let overdækning på 1.000 meter har en forventet anlægsomkostning i størrelsesordenen 1,1-1,6 mia. kr. Anlægsomkostningerne er korrigeret med nettoafgiftsfaktoren på 28 pct. og et korrektionstillæg på 40 pct.

Overordnet vurdering

Overordnet vurderer vi, at det med den ekstra indsats er muligt at anlægge en Als-Fyn-forbindelse uden at skade klimaet, og sådan at rammerne for naturen flere steder bliver bedre

efter anlægget, end de er nu. Vi vurderer også, at meromkostningen ved den ekstra indsats vil være forholdsvis begrænset. Der knytter sig dog usikkerhed til effekterne på havmiljøet af anlægget af en bro. Havmiljøet i Lillebælt er under pres, og selvom bygge- og anlægsmetoder i havmiljøet er blevet forbedret, kan det ikke udelukkes, at anlægget vil påvirke havmiljøet negativt.

Den ekstra indsats giver også fordele

Den ekstra indsats giver også fordele. Vi har opgjort værdier ved rekreation og drivhusgasreduktion. Vi vurderer disse gevinster til at være i størrelsesordenen 760 mio. kr. Hertil kommer, at udtagningen af landbrugsjord fører til mindre kvælstofbelastning af vandmiljøet, og at dannelsen af et stort sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker vil gavne naturen og biodiversiteten i området. Disse fordele har vi dog ikke opgjort i kr. og øre. Sammenholder vi de gevinster og omkostninger, som vi har haft mulighed for at værdisætte, giver de ekstra tiltag en netto-omkostning mellem 0,5 og 2,2 mia. kr. Skønnene er gengivet i tabel 1 nedenfor.

Tabel 1 Samfundets gevinster og omkostninger ved ekstra tiltag ved en fast Als-Fyn forbindelse (nutidsværdi i mio. kr. i 2024-priser)

Naturløft af Bøjden Nor	Gevinster	Omkostninger
<i>Rekreative naturværdier</i>	46	
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø, klima</i>	Ikke beregnet	
<i>Naturgenopretning</i>		29
<i>Udtagning af 153 ha landbrugsjord</i>		16
Større sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker		
<i>Rekreative naturværdier</i>	291	
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø, klima</i>	Ikke beregnet	
<i>Nedgravning og overdækning af vej (0,5 km med cut and cover og 1 km med let overdækning)</i>		1.098 – 1.623
<i>Nedgravning og overdækning af vej (1,5 km med cut and cover)</i>		1.642 – 2.736
<i>Udtagning af 880 ha landbrugsjord</i>		114
Anvendelse af klimaneutrale materialer		
<i>Gevinster for klima</i>	423	
<i>Brug af klimaneutrale materialer</i>		Ikke beregnet
Midlertidig pause for bundtrawl i projektorrådet, mens der graves		
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø</i>	Ikke beregnet	
<i>Midlertidig pause for bundtrawl</i>		17

Anm.: Vi har valgt ikke at vise skøn for gevinster ved bedre biodiversitet, fordi opgørelsesmetoderne er omdiskuteret og usikre. Vi har i Bilag 2 udført beregningen med metoder, der bl.a. anvendes i Grønt BNP. Opgjort med denne metode bliver resultatet, at gevinsten ved at undgå skader på biodiversiteten er et sted mellem 70 mio. kr. og 325 mio. kr. Meromkostninger ved klimaneutrale materialer kan ikke vurderes ud fra tilgængelige data og metoder – der er ikke erfaringer nok med omkostningerne ved materialerne endnu, og der er ikke data nok til at fremskrive dem. Der findes ikke en enhedspris, der gør det muligt at beregne værdien af fordelene ved lavere kvælstofudslipning til vandmiljøet.

Kilde: Egne beregninger.

Samfundsmæssige fordele ved en fast forbindelse

Sammenknytningen af Fyn og Als ved en fast forbindelse vil styrke arbejdsmarkedet og erhvervslivet på Fyn og Als og generelt spare tid ved rejser mellem de to områder. Det samfundsøkonomiske overskud ved at knytte Als og Fyn sammen med en fast forbindelse blev i 2019 beregnet til at være i størrelsesordenen 11 mia. kr. I 2018 viste beregninger, at de

såkaldte agglomerationseffekter var godt 5 mia. kr. Alle tidligere analyser har også vist betydelige samfundsmæssige overskud. De tidligere analyser er imidlertid baseret på en anden linjeføring end den, vi har lagt til grund, så det er usikkert, om de tal kan overføres fuldt ud til vores analyse.

Synergi mellem Als-Fyn-forbindelsen og mere natur

Nogle af tiltagene kan gennemføres uafhængigt af, om der opføres en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Det er fx nedgravning af vejen gennem Svanninge Bakker og etablering af ny natur. I princippet kan Bøjden færgehavn også flyttes, uden at det er nødvendigt at opføre en fast forbindelse. Der er dog et potentiale i at medtænke disse naturtiltag som led i opførelsen af en Als-Fyn-forbindelse. Naturgenopretning af Bøjden Nor lægger sig naturligt op ad projektet, da færgedriften ved Bøjden Nor vil ophøre med en fast forbindelse mellem Als og Fyn, hvilket giver mulighed for at udvikle naturområdet. Nedgravning og overdækning af vejen gennem Svanninge Bakker er desuden naturlig at gennemføre i forbindelse med et større anlægsarbejde.

Nogle tiltag kan blive gennemført med grøn trepart

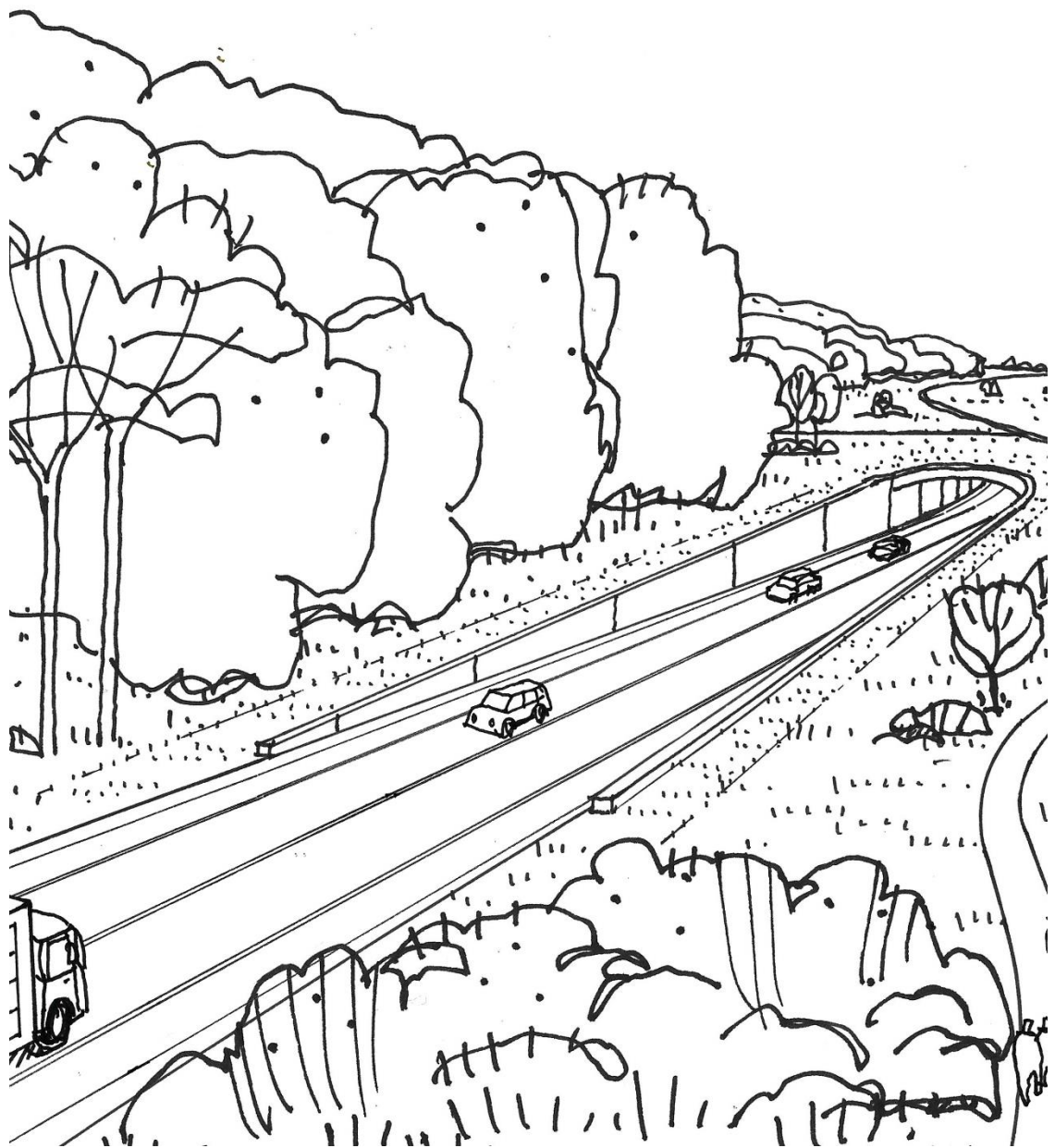
Nogle af tiltagene i forbindelse med udtagning af landbrugsjord kan blive gennemført som led i grøn treparts aftale. Hvis det sker, kan gevinster og omkostninger ved udtagningen ikke tilskrives Als-Fyn-forbindelsen. Det vil være nødvendigt for bæredygtigheden af Als-Fyn-projektet, at der skabes natur til kompensation for den natur, der lider skade ved at føre vej ind gennem Horne Næs, og hvis ikke kompensationsnaturen kan findes ved Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger, må den findes andre steder. Det samme gælder for de rekreative erstatningsområder, som skal etableres for at kompensere for tabet af rekreative værdier langs linjeføringen. Hvis landbrugsjorden omkring Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger udtages som led i grøn treparts aftale, så skal erstatningsområderne ligeledes etableres andetsteds.

Behov for mobilitetsstrategi

Selvom der er gode argumenter for en fast forbindelse mellem Fyn og Als, kan det ikke udelukkes, at en national mobilitetsstrategi og -plan vil pege på andre og bedre løsninger for Danmark. For eksempel peger hidtidige analyser fra COWI (2020) på, at hurtigere og hyppigere færger mellem Bøjden og Fynshav vil have et højt samfundsøkonomisk afkast.

Behov for flere analyser

I denne rapport vurderer vi, at det for en begrænset meromkostning er muligt at anlægge en Als-Fyn-forbindelse med ingen eller begrænsede effekter på klimaet og således at rammerne for naturen forbedres flere steder. Der er dog behov for yderligere belysning af fordele og omkostninger ved ekstra tiltag til gavn for natur og klima, evt. i en miljøkonsekvensvurdering. Det er desuden behov for at undersøge, hvordan der kan komme cykler på Als-Fyn-forbindelsen, så cykelturismen på Fyn og Als kan fortsætte og evt. forbedres.



1. Indledning

Als-Fyn-forbindelse binder Sønderjylland og Fyn sammen

En fast forbindelse mellem Fyn og Als er af strategisk relevans, nationalt og regionalt. To hidtil adskilte arbejdskraftoplunde bindes sammen, idet pendlingsafstanden mellem store dele af Fyn og Als vil blive reduceret til omkring en time eller mindre (mod i dag 1½-3 timer afhængig af ruten). Den reducerede rejsetid er også relevant for varemarkedene (herunder eksport fra Fyn til Tyskland), for SDU's campusser i Odense og Sønderborg, og for patienttransporter mellem Sønderjylland og OUH Odense. En fast forbindelse vil med andre ord bidrage til regional udvikling og et Danmark i balance.

Forbindelsen supplerer fremtidig roadpricing

Med en forventet indførelse af en eller anden model for roadpricing i Danmark, vil en genvejsrute over det sydlige Lillebælt mellem Horne Land og Als, hvor man sparer i størrelsesordenen 50-80 km i forhold til turen over Middelfart, blive yderligere relevant. Det skyldes, at forbindelsen er et transportalternativ, der gør det muligt at undgå stærkt trafikerede strækninger i Trekantsområdet og på Vestfyn. Endelig vil en fast forbindelse bidrage til at gøre Danmarks øst-vest infrastruktur betydelig mere robust i forhold til trængsel, ulykker og sikkerhedstrusler.

Vi belyser effekter for økonomi og miljø

Der er flere analyser af en mulig fast forbindelse mellem Fyn og Als. I øjeblikket gennemfører Transportministeriet, Sund&Bælt og Vejdirektoratet en forundersøgelse af forbindelsen. Forundersøgelsen består i en mere detaljeret undersøgelse af anlægsteknik, natur- og miljøforhold, økonomi mv. Forundersøgelsen omfatter således alle kendte relevante typer analyser på et forholdsvis tilbundsående niveau. Nærværende analyse supplerer forundersøgelsen med analyser af forslag til supplerende tiltag for at sikre miljø, natur, klima og rekreative værdier. Nærværende rapport omfatter:

- Analyse af rekreative naturværdier
- Analyse af biodiversitetspåvirkning på land
- Analyse af biodiversitetspåvirkning i havet
- Analyse af klimapåvirkning i anlægsfasen
- Konkrete forslag til afværge- og kompensationsforanstaltninger for at sikre bæredygtigheden i projektet
- Omfattende inddragelse af interessenter

Indhold i rapporten

I det efterfølgende beskriver vi linjeføring og anlægstype i kapitel 2. I kapitel 3 beskriver vi virkninger på natur, miljø og klima og de tiltag, vi foreslår for at modvirke skader. I kapitel 4 beskriver vi, hvordan tiltagene påvirker økonomien i en fast forbindelse.



2. Beskrivelse af den faste forbindelse

Primært vejudvidelse af eksisterende veje ...

Analyserne i denne rapport tager udgangspunkt i den linjeføring som Vejdirektoratet (2023a) anvender i deres forundersøgelse. På linjeføringen kommer der primært vejudvidelser af eksisterende veje. Det betyder, at nuværende landevej på både Als og Fyn opgraderes til 2+1-landevej med en hastighedsgrænse på 90 km/t. Der er dog foreslået strækninger, hvor der ikke foretages vejudvidelser. Det gælder bl.a. gennem Svanninge Bakker. Dertil er der enkelte steder, hvor der også etableres ny vej. Det gælder bl.a. ved Horne Næs, hvor kyst-til-kyst anlægget går i land, og ved flere omfartsveje langs linjeføringen.

... til 2+1-landevej med hastighedsgrænse på 90 km/t

På Fyn starter linjeføringen ved afkørslen fra Svendborgmotorvejen i Lumbygyde, hvor der vil blive etableret et nyt stykke vej, der forbinder afkørslen med Eskevej (rute 43). Herfra følger linjeføringen rute 43 indtil rundkørslen ved Faaborg, hvor rute 43 og rute 8 krydser. Denne strækning opgraderes til en 2+1-landevej med en hastighedsgrænse på 90 km/t de fleste steder. Stykket, der går gennem Svanninge Bakker, er en nedgravet og overdækket 2+1-vej, og fartgrænsen bliver 90 km/t. Langs strækningen vil der blive etableret omfartsveje ved rundkørslen mellem Albanivej og Eskevej, ved Heden, omkring Odensevej 193, hvor den eksisterende vej nedlægges og ved rundkørslen, der forbinder Odensevej (rute 43) og Nyborgvej (rute 8).

Der bliver etableret ny vej til Horne Næs

Fra omfartsvejen ved rundkørslen, der forbinder rute 43 og rute 8, følger linjeføringen rute 8 indtil kort efter Horne. Herfra vil et nyt stykke vej blive etableret, som forbinder rute 8 med kyst-til-kyst anlægget ved Horne Næs. Denne strækning vil ligeledes blive en 2+1-landevej med en hastighedsgrænse på 90 km/t. Stykket, der går gennem industrikvarteret af Faaborg, udvides ikke. Der bliver etableret en omfartsvej uden om Horne.

På Als følger linjeføringen rute 8

På Als går kyst-til-kyst anlægget i land ved Færgevej, og linjeføringen følger rute 8 indtil Vestermark, hvor projektets linjeføring stopper. Den eksisterende vej udvides til en 2+1-landevej med en hastighedsgrænse på 90 km/t indtil rundkørslen ved Bro og Augustenborg, hvorefter resten af linjeføringen udvides til en 4-sporet vej med hastighedsgrænse mellem 70 og 90 km/t. Der vil blive etableret en omfartsvej syd om Asserballe Station.

Kyst-til-kyst anlæg

Denne rapport tager udgangspunkt i et kyst-til-kyst anlæg, hvor linjeføringen går i en lige linje fra Horne Næs til Fynshav. Kyst-til-kyst anlægget bliver dermed 11 km langt. Vi lægger til grund, at der anlægges en skråstagsbro med 2+2-sporet motorvej. Der har været forskellige forslag fremme, hvoraf nogle beskriver en motorvejsbro og andre beskriver en bro med landevej. Vejdirektoratets (2019) rapport indeholder anlægsskøn baseret på en motorvejsbro. Derfor vælger vi som en analytisk forudsætning, at der kommer motorvejsbro mellem Fyn og Als.



3. Virkninger på natur, miljø og klima

3.1 Virkninger på land

Påvirkning af natur og rekreative værdier

Als-Fyn-forbindelsen påvirker både natur og rekreative værdier på Fyn og på Als i såvel anlægs- som driftsfasen. Naturen påvirkes i anlægsfasen af arealinddragelse og forstyrrelse, og i driftsfasen påvirkes den af stigende trafikmængder. Rekreative værdier påvirkes også af arealinddragelse og forstyrrelser i anlægsfasen og af stigende trafikmængder i driftsfasen. Konsekvenserne af påvirkningerne i anlægs- og driftsfaserne minder om hinanden kvalitativt, og derfor beskrives virkningerne på land i de to faser samlet i det efterfølgende.

3.1.1 Rekreative værdier og støj

Mere trafik og mere vejareal

Als-Fyn-forbindelsen omfatter opgradering af vej fra nuværende landevej til 2+1 landevej og stigende trafikmængder. Det indebærer, at der inddrages arealer med rekreativ værdi, at der skabes mere støj i boligområder og rekreative naturområder, og at der opstår fysiske og visuelle barrierer.

Flere populære rekreative områder nær vejen

Naturområder som fx Svanninge Bakker og Fredskov ved Fynshav er populære besøgsmaal i projektområdet. Det viser en kortlægning af danskernes brug af ca. 2.500 rekreative naturområder. De rekreative naturområder i projektområdet er vist i figur 3.1. På figuren er linjeføringen på land også vist, og det ses, at forbindelsen går gennem flere rekreative områder omkring Svanninge Bakker. Det ses også, at Bøjden Nor, som er et vigtigt rekreativt område, vil blive udsat for mindre trafik. Kortlægningen er udarbejdet af Bjørner og Termansen (2014), og en mere dybdegående gennemgang af denne kan ses i Bilag 1.

Ny geopark på UNESCO-liste i projektområdet ...

Desuden er et større sammenhængende naturområde i projektområdet med bl.a. Bøjden Nor, Svanninge Bakker, Svanninge Bjerger og Arreskov Sø udpeget som en ny geopark på UNESCOs liste (Geopark Det Sydfynske Øhav, 2024). For at blive godkendt som global geopark skal landskabet og geologien i området være kategoriseret som enestående (Undervisningsministeriet, 2019). Geoparkerne er ikke tænkt som fredninger (VisitOdsherred, n/d), men udpegningen illustrerer, at naturen i og omkring projektområdet har høj landskabelig værdi.

Mere natur i kommunerne fremadrettet

I både Faaborg-Midtfyn Kommune og Sønderborg Kommune er der blevet etableret mere natur i løbet af de seneste år (Danmarks Statistik, 2021). Begge kommuner planlægger også i deres kommuneplaner, at naturen skal udvikles fremadrettet (Sønderborg Kommune, 2023; Faaborg-Midtfyn Kommune, 2019). Dette er bl.a. med et fokus på, hvordan naturudvikling kan bidrage til mere turisme i kommunerne.

Figur 3.1 Linjeføring og rekreative områder på Als og Fyn



Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014).

Vurdering af påvirkninger i fremtiden er nødvendig

En fast Als-Fyn-forbindelse ventes først at blive anlagt i sidste halvdel af 2030'erne. Stigende velstand frem mod anlægstidspunktet vil medføre en øget betalingsvillighed for naturbesøg. Desuden vil befolkningen vokse, og dermed også den rekreative værdi, idet den rekreative værdi af naturområderne afhænger af antallet, der besøger området, og besøgsantallet må, alt andet lige, forventes at stige i takt med et stigende befolkningstal.

Rekreative værdier vil være større i fremtiden

Disse forhold, styrkelse af naturen i projektområdet, stigende velstand og stigende befolkning, vil alle trække i retning af, at større rekreative værdier risikerer at gå tabt som følge af vejudvidelsen. Vi tager højde for disse forhold i vurderingen af effekten på rekreative værdier, som beskrevet i Bilag 1.

Effekten på støj vurderet ud fra Odsherredvejen

Vi vurderer tabet af rekreative værdier med Rute 21 som en referencesituation til at forudsige, hvordan støjniveauet kan forventes at udvikle sig med en vejudvidelse i projektområdet. Rute 21, også kendt som Odsherredvejen, er en 2+1-motortrafikvej og adskiller sig på visse områder fra en 2+1-landevej. Trods disse forskelle vurderer vi, at der er tilstrækkelige ligheder mellem de to vejstrækninger og vejtyper til, at støjniveauet og karakteren af støj kan betragtes som en fornuftig reference.¹

¹ Der er på nuværende tidspunkt ikke lavet støjregninger af den foreslåede linjeføring. Derfor bruger vi støjkortet fra en lignende vej som reference.

Tab af rekreative værdier vurderet ud fra spørgeskemaundersøgelse

Vi har analyseret effekten af Als-Fyn-forbindelsen på rekreative værdier på Fyn og Als ved hjælp af et datasæt indsamlet af Bjørner og Termansen (2014) i en analyse for De Økonomiske Råd. Datasættet indeholder beregnede rekreative værdier for ca. 2.500 danske naturområder beregnet ud fra resultaterne af en spørgeskemaundersøgelse, hvor et repræsentativt udsnit af den danske befolkning er spurgt om, hvor langt de kører for at besøge naturområderne. Vi har kortlagt de rekreative naturområder på Als og Fyn, der bliver påvirket af arealinddragelse og øget støjudsættelse som følge af Als-Fyn-forbindelsen. På baggrund af dataene fra Bjørner og Termansen (2014) har vi beregnet, hvor stort tabet ville være, hvis områdets rekreative værdi forsvinder i en zone på 500 meter fra vejmidten som følge af støj og arealinddragelse fra Als-Fyn-forbindelsen. Størrelsen på tabet skal ses som et overkantsskøn, da naturområderne allerede i dag bliver udsat for trafikstøj.

Årligt tab af rekreative værdier på ca. 8 mio. kr.

Vi vurderer, at tabet af rekreative værdier som følge af øget støjudsættelse af rekreative naturområder nær den udvidede vej er ca. 8 mio. kr. årligt. Tabet fordeler sig på en række områder på Als og Fyn som vist nedenfor i tabel 3.1. Fx er det årlige tab af rekreative værdier i Svanninge Bjerger ca. 4 mio. kr.

Tabel 3.1 Tabt rekreativ værdi (kr./år) ved øget støjpåvirkning, hvis en nationalpark realiseres (500m zone på hver side af linjeføringen)

Område	Areal påvirket af støj	Rekreativ værdi pr. hektar pr. år	Tabt rekreativ værdi pr. år
	Hektar	Tusinde kr. (2024-priser justeret med real BNP og befolkningsudvikling)	Tusinde kr. (2024-priser)
Svanninge Bjerger	206	20	4.029
Kistrup Skov	30	20	581
Svanninge Bakker (Tyveknap)	76	20	1.479
Gammel Skov	77	20	1.513
Område Nordvest for Arreskov Sø	41	20	799
Køllenbjerg	1	5	7
Område ved Sallinge Å	1	7	5
Fredskov (Fynshav)	25	16	390
Område ved Mjang Dam	3	8	20
I alt	460	.	8.824

Anm.: Ved Svanninge Bakker og Bjerger forventes vejen ikke at blive udvidet, men disse områder vil stadig opleve øget støjpåvirkning på grund af den større trafikmængde. I beregningen har vi antaget, at Svanninge Bjerger, Kistrup Skov, Gammel Skov og området ved Arreskov Sø, som vil blive en del af en mulig nationalpark, vil opnå samme rekreative værdi, som den værdi Svanninge Bakker har i dag.

Kilde: Egne beregninger, Bjørner og Termansen (2014), Danmarks Statistik: tabel NAN1, PRIS116 og BEFOLK2.

Over 50 år er tabet af rekreative værdier i alt ca. 200 mio. kr.

Resultaterne af vores analyse tyder på, at Als-Fyn-forbindelsen, i fravær af afværgeforanstaltninger, kan medføre væsentlige tab af rekreative værdier. Vi vurderer det årlige tab til at være ca. 8,8 mio. kr. Nutidsværdien af de tabte rekreative værdier over en 50-årig periode er ca. **220 mio. kr.**, som vist i tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nutidsværdi af tabte rekreative værdier i to forskellige scenarier

Case	Nutidsværdi af tabte rekreative værdier (mio. kr. i 2024-priser)
Rekreative værdier 500m fra vejmidte i et scenarie med en naturnationalpark	218

Anm.: Nutidsværdien er beregnet med en tidshorisont på 50 år og følger vejledningen fra Finansministeriet (2023). De årlige tab af rekreative værdier tilbagediskonteres med en diskonteringsrente på 3,5 pct. i år 0-35 og 2,5 pct. i år 36-50.
Kilde: Egne beregninger.

Stigende støjmængder hvis der ikke gøres noget for at forhindre tab

En række boligområder nær forbindelsen på Fyn og Als vil blive udsat for større støjmængder, end de er i dag, medmindre der etableres afværgeforanstaltninger. Stigningen i støj skyldes først og fremmest stigningen i trafik og højere hastigheder på vejstrækningen. Øget støj vil først og fremmest komme på rute 43 og på rute 8 mellem Faaborg og Horne, mens der vil komme mindre trafikstøj på rute 8 mellem Horne og Bøjden.

Støj før og efter en Als-Fyn-forbindelse

Støjniveauet i situationen før en Als-Fyn-forbindelse opføres er vurderet med udgangspunkt i støjen fra Rute 43 i dag. Støjniveauet efter en Als-Fyn-forbindelse er beregnet med udgangspunkt i støjen langs Odsherredvejen, Rute 21.^{2,3} Støjniveauet er baseret på støjkortet fra MiljøGIS (2022).

Vi medregner husstande under grænseværdien

Den vejledende grænseværdi for, hvornår en husstand er støjbelastet er sat til 58 dB, jf. Miljøstyrelsen (2023). De vejledende støjgrænser er et udtryk for en støjbelastning som Miljøstyrelsen (2023) vurderer er miljømæssigt og sundhedsmæssig acceptabel. I vores vurdering af geneomkostningen ved øget støj som følge af en vejudvidelse medtager vi også støjgenen for de husstande, hvor støjen muligvis er under denne grænseværdi. Normalt ville man i en samfundsøkonomisk analyse ikke medtage disse husstande, men da vi ikke kender det faktiske støjniveau, vælger vi at følge et forsigtighedsprincip og medregne genen for disse husstande.

Opmærksomhedspunkter ift. støjantagelse

Vi tager udgangspunkt i, at støjbilledet fra Rute 21 vil angive den støjændring en vejudvidelse vil give i projektområdet. Der er dog et par opmærksomhedspunkter ift. den antagelse. Stigningen i støj vil være mindre på Rute 43, da der i dag er relativ meget trafik. Samtidig vil ændringen i støj være størst mellem Horne Næs og Faaborg, da mængden af trafik er begrænset i dag. I beregningen bruger vi, som tidligere antydte, en gennemsnitsbetragtning med samme ændring i støjniveau langs hele linjeføringen.

Beregning af omkostning ved støjudsættelse af boliger

Omkostning ved øget støjudsættelse af boliger langs den udvidede vej er beregnet ved at kombinere de beregnede stigninger med støj for et antal husstande med et såkaldt 'støjbelastningstal', der er beregnet ud fra stigningen i trafikstøj. Vi finder, at den samlede geneomkostning ved øget støj er 4,01 mio. kr./år. Vi udregner nutidsværdien af den årlige geneomkostning med en tidshorisont på 50 år. Nutidsværdien af den årlige geneomkostning er ca. 99 mio. kr. Beregningen er beskrevet i Bilag 1.

Barriereeffekter kan blive værre

Forbindelsen vil også indebære barriereeffekter af forskellig art. Visuelle barriereeffekter opstår de steder, hvor vejudvidelsen betyder, at udsigten forringes, eller hvor støjafskærmning forringer udsigten. Fysiske barriereeffekter opstår i det omfang, den udvidede vej

² Vi bruger støjniveauet fra Rute 43 som basisscenarie for støjniveauet langs hele linjeføringen. Støjniveauet påvirkes af mange forskellige faktorer, bl.a. hastighed, trafikmængde og det omkringliggende landskab og kan derfor afvige fra denne antagelse.

³ Det faktiske støjniveau fra en vejudvidelse i projektområdet kan variere fra støjniveauet på Rute 21. Mens Rute 21 er en 2+1 motortrafikvej, er linjeføringen i dette projekt en 2+1 landevej, hvilket bl.a. betyder, at vi har en lavere forventet hastighed sammenlignet med hastigheden på Rute 21. Desuden påvirker trafikmængden også støjniveauet, hvilket også kan være forskelligt mellem de to veje. Vi vurderer dog, at Rute 21 er et fornuftigt bud på, hvordan støjbilledet kan forventes at se ud med en vejudvidelse langs linjeføringen. Faktiske støjberegninger, som ikke er tilgængelige på nuværende tidspunkt, vil dog give et mere retvisende billede.

afholder mennesker fra at krydse vejen. Det er ikke muligt at værdisætte barriereeffekterne på en måde, så de kan adskilles fra støjffekterne. Den tilgængelige forskning tyder på, at den samlede værdi af støjgener og barriereeffekter er i størrelsesordenen 6 pct. af prisen for boliger, der ligger tæt på støjende veje.

3.1.2 Natur og biodiversitet

Vejen vil påvirke naturen

Både beskyttet natur, beskyttede arter og sjældne og truede arter kan blive påvirket af anlæg og drift af Als-Fyn-forbindelsen. Anlægget ligger tæt på beskyttet natur og gennemløber områder med truede og sjældne arter. I anlægsfasen kan der ske skader på beskyttet natur og truede og sjældne arter kan få ødelagt levesteder og økologiske forbindelser kan blive forstyrret. I driftsfasen kan stigende trafikmængder skræmme dyr fra at krydse vejen og sjældne og truede arter har større risiko for at blive dræbt i trafikken.

Vejen berører områder med stor artsrigdom

Området på Fyn, hvor vejudvidelsen forudsættes at være, er blandt de mest artsrige på Fyn. Særligt området ved Svanninge Bakker og Bjerge har en stor artsrigdom, som det fremgår af figur 3.2. Vi fokuserer på de sjældne og truede arter, fordi vi mener, det er dem, der bør fokuseres på i forhold til at sikre biodiversiteten i Danmark.

Natura 2000-områder i projektområdet

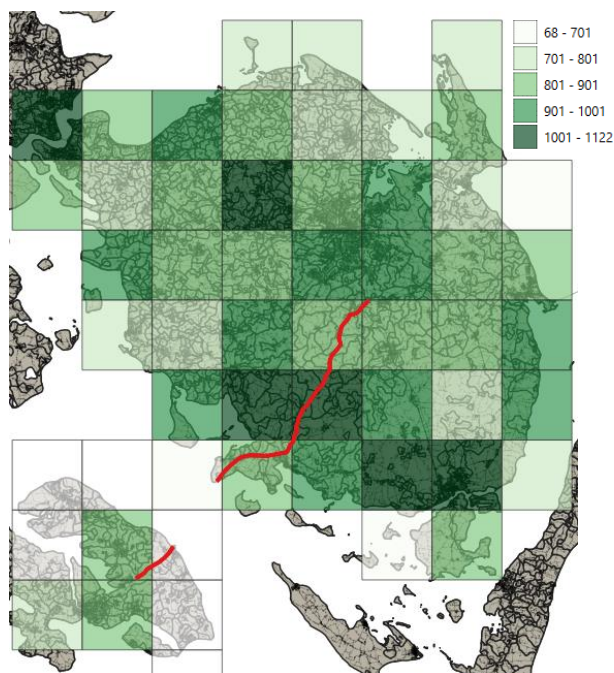
Der er fire Natura 2000-områder i projektområdet på land, som man skal være særlig opmærksomme på i forbindelse med landanlægget af Als-Fyn-forbindelsen. Det er *Svanninge Bakker*, *Arreskov Sø*, *Odense Å med Hågerup Å*, *Sallinge Å* og *Lindved Å* og *Bøjden Nor*. De fire Natura 2000-områder er illustreret i figur 3.2.b. I forbindelse med vejanlægget må udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne ikke lide skade.

Først beskriver i truede og sjældne arter, dernæst beskyttet natur

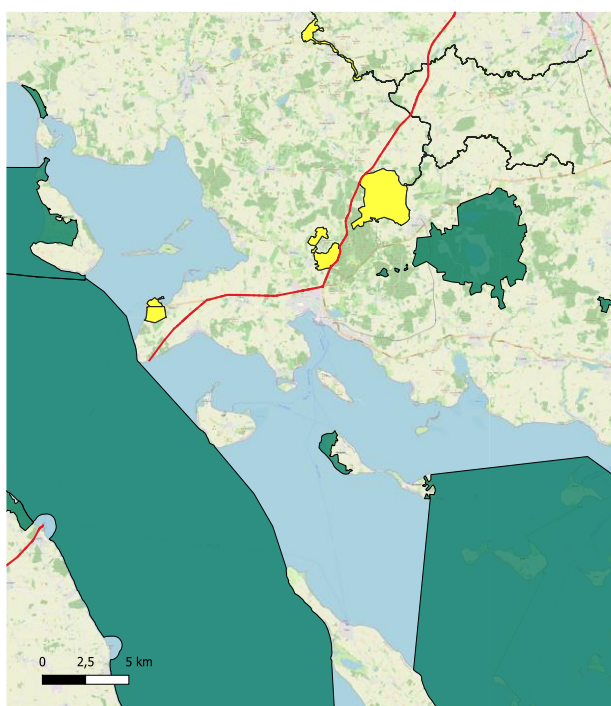
I det efterfølgende beskriver vi først, hvilke sjældne og truede arter, der lever i projektområdet, og hvilke alternative levesteder de har, hvis de skulle blive påvirket af vejen. Dernæst beskriver vi beskyttet natur og beskyttede arter og hvilke alternative levesteder, de har, hvis de skulle blive påvirket af vejen.

Figur 3.2 Artsrigdom og beskyttet natur på Fyn og Als

Figur 3.2.a Artsrigdom på Fyn og Als



Figur 3.2.b Natura 2000-områder i projektområdet



Anm.: Vedr. panel a: Jo grønnere et kvadrat er markeret, jo større er artsrigdommen. Vedr. panel b: De grønne områder er Natura 2000-områder. De gule områder er Natura 2000-områder i projektområdet, som man skal være særlig opmærksomme på i forbindelse med landanlægget af Als-Fyn-forbindelsen.

Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024) og MiljøGIS.

Øget trafik og arealinddragelse

Truede og sjældne arter

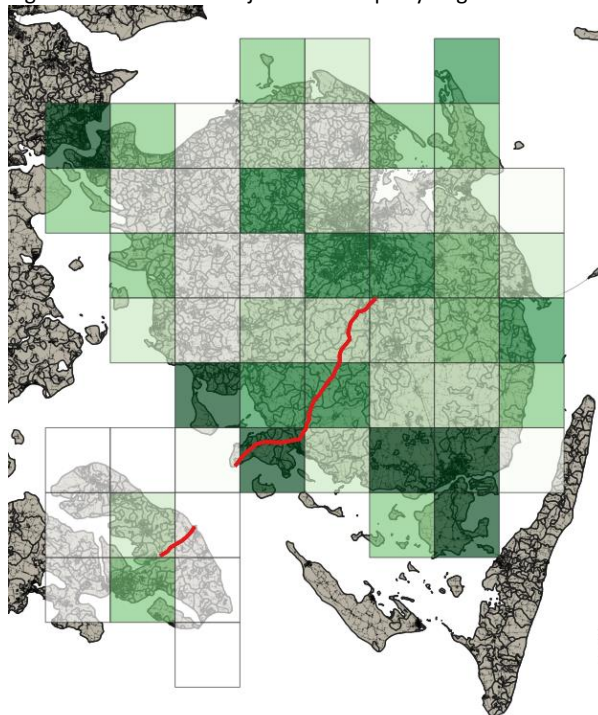
Forbindelsen krydser gennem en række landområder, der er bosted for vigtige sjældne og truede arter. Vi har kortlagt arterne og områderne ved hjælp af et unikt datasæt indsamlet af Københavns Universitet. Kortlægningen er illustreret i figur 3.3. Mørkegrønne områder har et højt antal sjældne eller truede arter. Lysere toner af grønt indikerer lavere antal sjældne eller truede arter.

Sjældne arter ved Horne, truede arter ved Svanninge

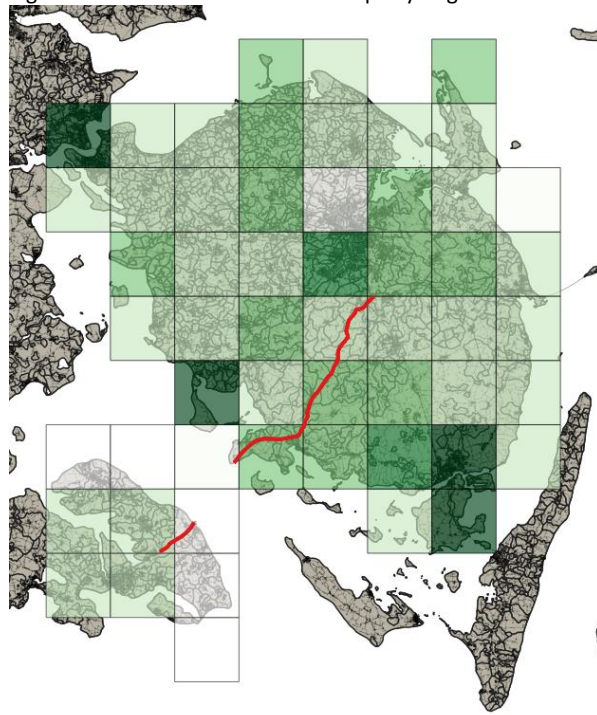
Det fremgår af figur 3.3, at især området omkring Horne Næs er hjemsted for relativt mange sjældne arter, mens både områderne ved Horne Næs og Svanninge Bakker og omegn er hjemsted for mange truede arter.

Figur 3.3 Sjældne og truede arter på Fyn og Als

Figur 3.3.a Antal sjældne arter på Fyn og Als



Figur 3.3.b Antal truede arter på Fyn og Als



Kilde: Egen tilvirkning baseret på Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Arter der både er sjældne og truede

Der er flere truede og sjældne arter i projektområdet. Baseret på vores datasæt ser vi, at der i hele projektområdet samlet set er 47 forskellige sjældne arter og 71 truede arter. Ud af disse er der 18 arter, som både er sjældne og truede.⁴ Det gælder for en række karplanter, herunder vejbred-vandaks, langstillet filt-rose, eng-ensian, knudearve, seksradet stenurt og spidshale. Der findes derudover enkelte arter under artsgrupperne pattedyr, svampe, natsommerfugle, svirreflugt og tæger i projektområdet, som både er sjældne og truede. Det gælder bl.a. hasselmus, der har levested i flere af de kvadrater, som er i projektområdet. Slutteligt findes der en række sjældne og truede fugle, der har levesteder i projektområdet. Fuglearterne er lille flagspætte, hvinand, drosselrørsanger, kirkeugle⁵, sorthalset lappedykker, lærkefalk og pungmejsje.

Alternative levesteder

Størstedelen af de sjældne og truede arter har alternative levesteder tæt på, men uden for projektområdet. Hvis der er alternative levesteder i nærheden, er der et bedre potentiale for at sikre arterne, end hvis der ingen alternative levesteder er. Vi har fundet fem arter, der både er sjældne og truede, og som ikke lever i andre nærliggende områder til de kvadrater, som vil blive berørt af forbindelsen. Det drejer sig om drosselrørsanger, lille flagspætte, lysskællet parasolhat, smuk løgsvirreflugt, sorthalset lappedykker. Tilsvarende har vi fundet en sjælden og truet art på Als, der kun har et levested på Als, og det er pungmejsjen.

⁴ Vi nævner de arter, der er observeret i de 10x10 km kvadrater, som linjeføringen passerer igennem. Om en specifik art har levested direkte langs linjeføringen, kræver en konkret vurdering. Derfor kan der være arter, vi nævner, som ikke findes direkte langs linjeføringen, men som er observeret inden for det samme kvadratfelt, som linjeføringen passerer.

⁵ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

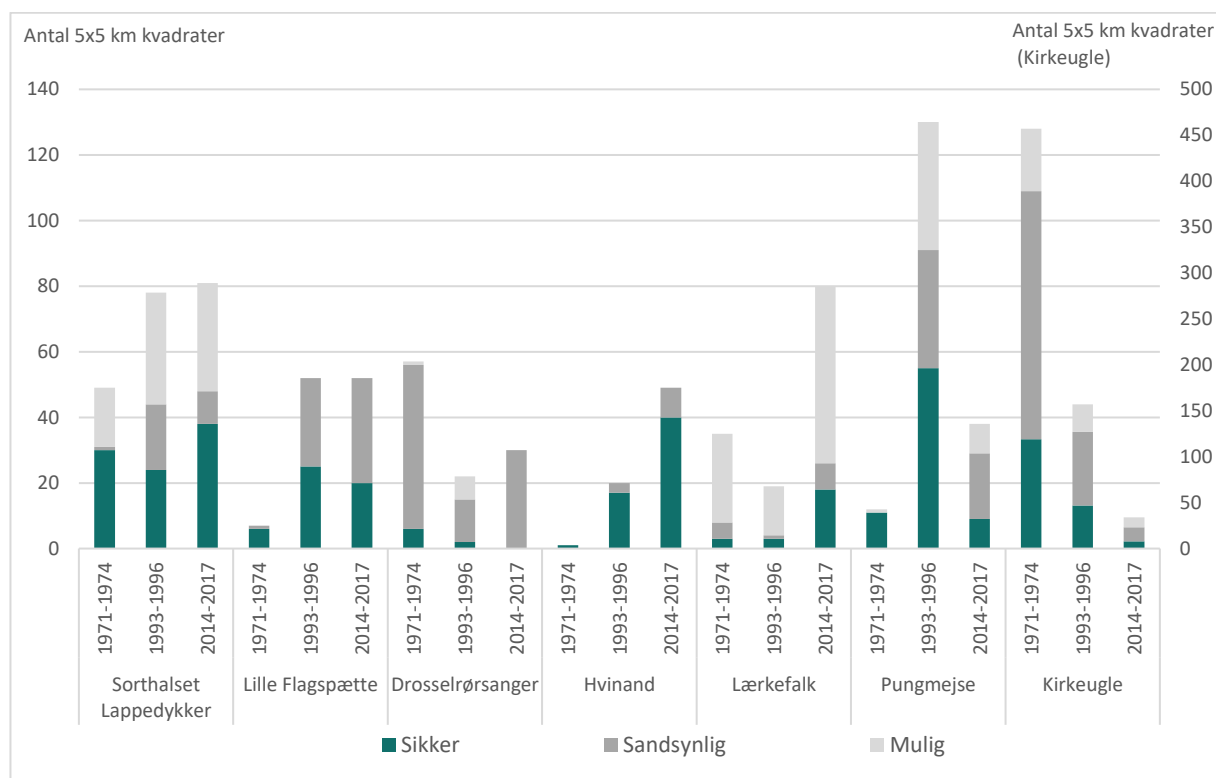
Vi viser trenden i udviklingen for relevante fuglearter

Det er relevant at vurdere, om de sjældne og truede arters tilstand vil være bedre eller dårligere i fremtiden, når en Als-Fyn-forbindelse i givet fald skal anlægges. Til det formål inddrager vi udviklingstendenserne for arterne. Det er dog kun for fugle, at vi har adgang til længere tidsserier. Derfor fokuserer vi på fugle, når vi skal vurdere udviklingstendensen for arternes tilstand. Udviklingstrenden for de fuglearter, der er observeret i projektområdet, og som både er sjældne og truede, er vist i figur 3.4. Optællingerne af antal ynglende levesteder i Danmark er baseret på 5x5 km kvadrater, og DOF (2024) markerer optællingerne som enten sikker, sandsynlig eller mulig. Mulig (ynglende) repræsenterer en observation, hvor fuglearten er set i området. Sandsynlig (ynglende) repræsenterer en observation, hvor fuglearten udviser ynglende adfærd i området. Slutteligt repræsenterer sikker (ynglende) en observation, hvor fuglearten er set ynglende i området.

Fremgang i udbredelsen af levesteder for flere fuglearter

De fleste truede og sjældne arter, vi har data for, har været i fremgang. Siden optællingen i 1990'erne har udbredelsen af levesteder for fem ud af seks truede og sjældne fuglearter i projektområdet været i fremgang. Vi medregner her ikke kirkeuglen, da den i dag ikke lever i området. Hvis den generelle udviklingstrend fortsætter, og tilstanden frem mod 2035 kommer op på et tilstrækkeligt niveau, forventer vi, at de sjældne og truede fuglearter vil være mere robuste over for forstyrrelser sammenlignet med i dag.

Figur 3.4 Udviklingstrend for fuglearter i projektområdet, der både er sjældne og truede



Kilde: Egen tilvirkning baseret på DOF (2024).

**Med vejudvidelse:
Natura 2000-
områderne påvirkes**

Linjeføringen går igennem tre Natura 2000-områder: Svanninge Bakker, Arreskov Sø samt Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Vejudvidelsen eller forstyrrelser under anlægsfasen kan have negativ påvirkning på disse områder. Det gælder især ved arealinddragelse og forringelse af mulighederne for at opretholde gunstig bevaringsstatus for de naturtyper og arter, der er på udpegningsgrundlaget.

**Streng betingelser
for at fravige Natura
2000-områdernes
beskyttelse**

En fravigelse af beskyttelsen i Natura 2000-områder kan kun ske under strenge betingelser, jf. habitatvejledningen fra Miljøstyrelsen (2020). Der skal foreligge bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser, og der skal være et bevis på, at der ikke findes bedre alternative løsninger, hvor bl.a. skader på et Natura 2000-områdes integritet undersøges og sammenlignes for de forskellige løsninger (Miljøstyrelsen, 2020).

**Gunstig bevarings-
status: arealet skal
være i god eller høj
tilstand**

For at opfylde kravene til gunstig bevaringsstatus gælder det generelt, at størstedelen af en naturtypes areal som minimum skal være i god økologisk tilstand (Ejrnæs m.fl., 2020). Størstedelen af de prioriterede naturtyper i de fire Natura 2000-områder er på nuværende tidspunkt i enten moderat eller god økologisk tilstand (Miljøstyrelsen, 2023a,b,c,d). I tabel 3.3 præsenterer vi en opsummering af tilstandsniveauerne for de prioriterede naturtyper i de fire Natura 2000-områder, som man skal være særlig opmærksom på. Fordelingen mellem de prioriterede naturtyperes areal og tilstandsniveau kan ses i Miljøstyrelsen (2023a,b,c,d).

FORELØB

Tabel 3.3 Naturtilstand for Natura 2000-områdernes prioriterede naturtyper

Svanninge Bakker	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	God
Surt overdrev	God
Kildevæld	Moderat
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Arreskov Sø	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	Moderat
Kildevæld	God
Skovbevokset tørvemose	Ej vurderet
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	God
Surt overdrev	Moderat/god
Kildevæld	Moderat/god
Skovbevokset tørvemose	Ej vurderet
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Bøjden Nor	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	Moderat
Surt overdrev	Moderat
Kildevæld	God
Lagune	Ej vurderet

Anm.: Moderat/god indikerer, at omkring halvdelen af arealet er i moderat tilstand, og den anden halvdel af arealet er i god tilstand. Ej vurderet indikerer, at naturtypen ikke har været igennem Miljøstyrelsens tilstandsvurderingssystem.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023a,b,c,d).

På landsplan er de prioriterede naturtyper presset

Nygaard m.fl. (2024) har i NOVANA-programmet overvåget 43 habitatnaturtyper og undersøgt naturtypernes tilstand i Danmark baseret på en række indikatorer, fx vegetationshøjde, antallet af bestemte arter, og hvor belastet jorden er af gødning. De vurderer, at der i perioden 2004-2022 har været tydelige tegn på forværring for kalkoverdrev og surt overdrev. I det lys er det vigtigt at bevare en god tilstand for naturtyperne i projektområdet.

Beskyttede arter i projektområdet

Der er en række arter, der beskyttet af det europæiske habitatsdirektivs bilag 4, i projektområdet. Vi har fundet 15 arter i projektområdet, 14 af disse arter har levesteder på Fyn, og 8 af arterne har levesteder på Als. Hasselmusen og dværgflagermusen er blandt de 15 arter. Alle disse arter har alternative levesteder i nærheden af projektområdet. Projektområdet er dog et nationalt vigtigt levested for en række arter, der både er sjældne og truede. Det drejer sig om smuk løgsvirreflue, langstilket filt-rose, lysskællet parasolhat, vejbredvandaks, hasselmus, da Fyn udgør mere end 30 pct. af deres levesteder i Danmark.

3.2 Virkninger på havet

Forbindelsen skal krydse Lillebælt på et sted med meget beskyttet natur

Natur- og miljømæssige påvirkninger i havet

Forbindelsen skal krydse Lillebælt, som er et beskyttet naturområde (Natura2000). Der må ikke gennemføres anlæg, der beskadiger udpegningsgrundlaget for Natura2000-områder, medmindre det er strengt samfundsmæssigt nødvendigt. De naturtyper, der er på udpegningsgrundlaget for Natura2000-området i projektområdet er vist i figur 3.5 nedenfor. Vi mener, det er muligt at etablere en bro, der forbinder Fyn og Als, uden at broen går direkte igennem de markerede områder. Forbindelsen skal gå fra Fynshav til Horne Næs og er illustreret i figuren nedenfor sammen med udpegningsgrundlaget til havs, der er markeret med blå.

Balance mellem hensyn til natur og mennesker

Der er flere forskellige steder, at broen kan gå i land på Horne Næs afhængigt af, hvilke hensyn, man lægger mest vægt på. Det er en balance mellem hensyn til mennesker, natur, anlægstekniske forhold og praktiske forhold ift. eventuelle ekspropriationer. Vi vægter hensyn til natur i den forbindelse, som er vist i figur 3.5, idet vi undgår områder med beskyttet natur i og omkring Lillebælt.

Figur 3.5 Beskyttet natur i projektområdet



Kilde: Egen tilvirkning pba. materiale fra MiljøGIS.

Påvirkningerne størst i anlægsfasen

Anlæg og drift af broen vil påvirke Natura2000-områdets udpegningsgrundlag, selvom broen ikke går igennem det. I anlægsfasen vil støj og sediment spredes i vandet og potentielt skade beskyttede arter, der lever eller færdes i området omkring broen. I driftsfasen vil miljøpåvirkningerne være meget mindre. Der er otte arter i projektområdet, der er beskyttet kystnært og til havs ifølge EU's habitatsdirektiv bilag 4: marsvin, edderfugl, hvinand, bjergand, havterne, klyde, stor vandsalamander og skæv vindelsnegl. Hertil kommer en række arter, som er i dårlig tilstand, men som ikke er beskyttet af habitatsdirektivet, fx torsken og stenbideren.

**Særligt støj og
sedimentspredning**

Vi har identificeret 13 potentielle påvirkninger af havmiljøet i anlægsfasen og 9 potentielle påvirkninger i driftsfasen. De alvorligste påvirkninger er sandsynligvis undervandsstøj og sedimentspild. Undervandsstøj opstår både i anlægs- og driftsfasen, men de potentielle skadevirkninger er størst i anlægsfasen. Støj fra nedramning af pæle kan være livsfarlig for marsvin, der er en beskyttet art, der lever i projektområdet. Sedimentspild har en række skadevirkninger, fx bidrager det til iltsvind, fordi fotosyntesen i undervandsplanter forhindres, når planterne dækkes til af sediment. En særlig problemstilling knytter sig til det øverste lag af sediment i projektområdet, der består af en meter kvælstofrig slam, der kan bidrage til iltsvind, hvis det hvirvles op i vandsøjlen.

**Naturen er i
tilbagegang i
Lillebælt**

Udviklingstendenserne for de beskyttede naturtyper og arter, der findes i projektområdet, er meget forskellige, afhængigt af om de findes over vand eller under vand. De naturtyper over vand i projektområdet, fx strandvold med flerårige planter, vi har data for, tenderer at være i fremgang. Omvendt tenderer der at være tilbagegang for naturtyper og arter der lever på eller under vand. Der er også blevet mere udbredt iltsvind i projektområdet siden 2011. Vores vurdering er overordnet, at havmiljøet vil være mindre robust over for anlæg af en bro, medmindre der gennemføres effektive tidlige indsatser for at forbedre vandmiljøet. Ifølge Vandrammedirektivet skal der være god økologisk tilstand i danske farvande i 2027. Hvis det opnås, vil der være bedre miljømæssige forudsætninger for anlægget.

3.3 Virkninger på klimaet

3.3.1 Virkninger i anlægsfasen

Klima og ressourcer

**Vurdering ud fra
slut 2030'erne**

Vores vurdering af, hvordan en Als-Fyn-forbindelse bliver mest bæredygtig, tager udgangspunkt i en vurdering af produktionen og udvindingen af materialer sidst i 2030'erne.

**Anlægget kræver
store materiale-
mængder**

Anlægget af en bro over Lillebælt, opgradering af vejnettet på Fyn og Als og nedgravning af vej gennem Svanninge Bakker kræver store mængder materialer, noget transportarbejde og noget procesenergi. Vores vurdering er, at produktionen af materialer er den overvejende kilde til udledning af klimagasser, mens forbruget af procesenergi kun udgør en mindre del. Procesenergien er desuden overvejende elektricitet, som i slutningen af 2030'erne næsten udelukkende vil komme fra vind og sol. Transportarbejdet er beskedent i forhold til materialerne og kan ligeledes være elektrificeret i slutningen af 2030'erne. Derfor fokuserer vi på bæredygtighedsaspekter ved materialeforbruget til broforbindelsen. Størstedelen af materialeforbruget målt i mængder udgøres af cement, sand, grus, stål og armeringsjern og asfalt. Det er cement, stål og armeringsjern, der i dag også udleder mest CO₂ per ton materiale. Cement, stål, armeringsjern og asfalt produceres, mens sand og grus udvindes. Vi har ikke fokus på materialeforbruget fra selve vejanlægget eller nedgravning og overdækning af vejen gennem Svanninge Bakker.

**Skøn på
materielemængder**

Vi har vurderet behovet for materialer til opførelse af en bro over Lillebælt mellem Fynshav og Horne. Materialebehovet fremgår af tabel 3.4. Behovet tager udgangspunkt i de skønnede materielemængder til Lindholmlinjen og Østforbindelsen, som er estimeret i forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen af den 3. Limfjordsforbindelse. Der er betydelig usikkerhed om skønnene.

Tabel 3.4 Forventet materialeforbrug og emission for en bro mellem Fynshav og Horne vurderet ud fra materialeskøn for Lindholmlinjen og Østforbindelsen

	Beton	Armering	Spuns mv.	I alt
Forventet materialeforbrug (ton)	1.521.706	107.891	12.271	.
Emissionskoefficient (tCO ₂ /t)	0,195	1,057	2,333	.
Emission (ton CO ₂)	296.276	114.084	28.629	438.989
CO ₂ kvotepris i 2035 (kr. pr ton)	964	964	964	964
Samlet omkostninger (mio. kr. 2024-priser)	286	110	28	423

Kilde: Egne beregninger på baggrund af Vejdirektoratet (2011), Finansministeriets nøgletalskatalog og CO₂e beregningsværktøj E2-E4 - E2

Mulighed for klimaneutrale materialer ...

Samlet vurderer vi, at det er teknisk muligt at producere cement, stål og asfalt med negative drivhusgasudledninger sidst i 2030'erne, så de negative udledninger fra materialerne overgår eventuelle drivhusgasudledninger fra transport og procesenergi til anlægsarbejdet.

... er baseret på analyser og ekspertvurderinger

Vurderingen af muligheden for klimaneutralitet er baseret på et omfattende analyse- og dataindsamlingsarbejde, hvor fx industrien er blevet interviewet om deres forventninger til udviklingen i produktionsprocesser.

Forudsætninger for klimaneutralitet

Vi ser, at der samlet set er tre forudsætninger for, at det kan lykkes at opføre forbindelsen klimaneutralt.

- Klimavenlige fremstillingsteknologier for materialer er tilgængelige i kommerciel skala
- Der er tilstrækkelige mængder biogas eller andre bæredygtige brændsler på markedet, og at materialekøbet til anlægsarbejdet sker med en tilstrækkelig merbetaling til at sikre en merproduktion af bæredygtige brændsler (princippet om additionalitet)
- Det er praktisk/juridisk muligt at udbyde anlægsarbejdet således, at klimaneutralitet eller negative udledninger fra materialerne er et krav

Mulighed for negative emissioner i produktionsfasen

Teknisk kan negativ emission opnås ved flere tiltag, der hver for sig kan sikre eller bidrage til negativ emission:

- at materialet, fx cementen, er produceret vha. brændsler der helt eller delvist består af bæredygtig biomasse, herunder fx biogas, der under visse omstændigheder i sig selv er fremstillet med negativ emission til følge
- at brændslet udgøres af e-metan, dvs. metangas fremstillet af CO₂ og brint fra elektrolyse af vand vha. elektricitet fra vind eller sol
- at CO₂'en fra afbrænding af denne biomasse i fremstillingsprocessen fanges og lagres i undergrunden

Beton kan optage beton er anlægget er færdigt

Desuden bidrager det til negativ emission, at betonen over broens levetid genoptager CO₂ fra atmosfæren, fordi binderen/calciumhydroxiden i betonen over tid binder CO₂ ved kontakt med luften. Dette genoptag kan yderligere forstærkes, når man til sin tid skal demontere broen efter endt levetid, idet betonen formentlig vil blive knust til såkaldte aggregater (små partikler af størrelse som småsten/grus) for at blive genanvendt i fremstilling af ny beton. Såfremt man ved denne knusning til aggregater sikrer god eksponering for luften, vurderes det, at så meget som 85 % af procesemissionen fra råvaren kalk kan genabsorberes.

Også muligheder for stål og jernproduktion	Fremstillingen af stål, armeringsjern og asfalt kan på samme måde som cement ske med negativ CO ₂ -udledning sidst i 2030'erne ved brug af en kombination af bæredygtig biomasse, herunder biogas eller e-metan, kombineret med fangst og lagring af CO ₂ i produktionen. Vores analyser tyder på, at flere stålværker i Europa allerede er i gang med implementering af CO ₂ -fangst.
Forudsætninger for klimaneutralitet	Det er afgørende, at materialet ikke blot tages fra anden anvendelse. Ellers kan materialerne til Als-Fyn-forbindelsen ikke tilskrives negative emission fra ovenstående tiltag. Det kræver, at Als-Fyn-forbindelsen betaler den reelle merpris som en merproduktion af materiale med negativ udledning koster. Eksempelvis sikrer det ikke merproduktion af biogas, hvis den blot er købt med statslige subsidier. En merproduktion af biogas vil kræve, at den er købt uden subsidier, men til den merpris en merproduktion af biogas koster. Det er typisk tilfældet i dag ved køb af biogas på certifikater.
Begrænsede meromkostninger sidst i 2030'erne	Det er usikkert, hvad meromkostningen ved anvendelse af klimaneutrale materialer forventes at være. Det er vores vurdering, at meromkostningen vil være begrænset sidst i 2030'erne. Det skyldes dels, at materialeforbruget udgør en begrænset del af anlægskostningerne, og dels at meromkostningen ved produktion af klimaneutrale materialer ventes at være begrænset i fremtiden.
Usikkerhed om forsynings-situationen for sand og grus	Der er usikkerhed om forsynings-situationen for sand og grus, fordi forskellige miljøhensyn gør det vanskeligere at åbne for nye indvindinger på land eller til havs. Indvinding af sand til havs bliver vanskeligere og dyrere, fordi havmiljøet vanskeligt kan tåle flere belastninger. Indvinding af sand og grus på land møder i stigende grad modstand fra naboerne. Problemet er ikke mangel på indvindingstilladelser. Det bør undersøges nærmere, om forsynings-situationen kan forbedres ved brug af genbrugsmaterialer, og miljøvirkningerne ved indvinding af materialer bør indgå i miljøkonsekvensvurderinger fremover.
Ingen data om brug af klimaneutrale materialer	Det har ikke været muligt at belyse omfanget, hvormed der i dag anvendes klimaneutrale materialer til infrastrukturprojekter. Derfor er det heller ikke muligt at vurdere, hvilken brug af klimaneutrale materialer der er standard, og hvilken der er ekstra tiltag. Derfor lægger vi i det efterfølgende til grund, at brugen af klimaneutrale materialer er et ekstra tiltag.
3.3.2 Virkninger i driftsfasen	
CO₂ i driftsfasen afhænger af to ting	Virkningerne på klimaet i driftsfasen afhænger af, hvordan transportomfanget påvirkes og transportens klimaaftryk sidst i 2030'erne og derefter.
Trafiksprung betyder mere end kortere rejseafstand	Vejdirektoratet (2019) analyserer effekten af en fast forbindelse mellem Als og Fyn på CO ₂ -udledningerne. De finder, at forbindelsen samlet set medfører en lille stigning i CO ₂ -udledningerne. Det skyldes, at samlet set vil væksten i antal ture mellem Fyn og Als medføre så mange transportkilometer, at det overstiger besparelsen i antal kørte kilometer som følge af den kortere rejseafstand. Effekten er dog begrænset. Vejdirektoratet (2019) finder en omkostning ved øget CO ₂ -udledning på ca. 21 mio. kr.
Transportens klimaaftryk sidst i 2030'erne	Transportens klimaaftryk ventes at være faldet betydeligt, når en Als-Fyn-forbindelse tages i brug. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024) venter, at transportens samlede CO ₂ -udledninger vil være faldet med ca. 32 pct. i 2030, sammenlignet med 2020. Det skyldes, at eldrevne køretøjer i stort omfang vil erstatte køretøjer drevet af fossile brændstoffer. Faldet ventes at fortsætte efter 2030, og det er sandsynligt, at vejtransport vil have et begrænset klimaaftryk i 2040.

3.4 Miljø- og naturtiltag

Forslag baseret på dialog og analyse

I dette afsnit foreslår vi en række tiltag for at forbedre miljø, natur og klima og afværge skader i anlægs- og driftsfasen. Forslagene er baseret på dialog med eksperter og interessenter og en række analyser, som er beskrevet ovenfor og i Bilag 1-4.

Ekstra tiltag og tiltag der forudsættes gennemført

Vi beskriver både nye tiltag, som vi ikke har set foreslået for Als-Fyn-forbindelsen tidligere, og tiltag, som vi forventer vil være en del af den 'standard-pakke' af tiltag, som man vil typisk vil vælge at gennemføre ved denne type projekter. Sidstnævnte tiltag er baseret på Vejdirektoratet (2019).

3.4.1 Tiltag rettet mod natur og miljø på land

Tiltag der går videre end almindelig praksis

Problemer for natur og rekreation i Svanninge Bakker allerede i dag

Analyserne ovenfor viste, at området ved Svanninge Bakker er levested for flere arter, der enten er truede og sjældne eller beskyttede, fx hasselmus. Den eksisterende vej fører meget trafik, og vejen er en presfaktor for naturen i området. Interview med lokale interessenter peger på, at vejstøj allerede i dag begrænser de rekreative værdier i området. Disse problemer vil blive forstærket, hvis der kommer mere trafik på den eksisterende vej.

Vi foreslår nedgravning og overdækning af vejen

Vi foreslår, at vejen gennem Svanninge Bakker graves ned og overdækkes i forbindelse med etablering af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Ved at fjerne vejen helt fra jordoverfladen fjernes en presfaktor for naturen, og støjgener fjernes. Endelig skabes et stort sammenhængende naturområde omfattende både Svanninge Bjerger og Svanninge Bakker. I det sammenhængende naturområde kan dyr og mennesker færdes uden den begrænsning, vejen udgør i dag. Det gavner biodiversitet og de rekreative værdier. Det er et forholdsvis enkelt greb, der skal til for at skabe et stort sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker. I figur 3.6 nedenfor har vi illustreret, hvordan Svanninge Bakker ser ud med vejen på nuværende tidspunkt, og hvordan det kan komme til at se ud.

Figur 3.6 Svanninge Bakker ved Tyveknop, i dag og efter nedgravning af vej

Figur 3.6.a Svanninge Bakker i dag



Figur 3.6.b Svanninge Bakker efter nedgravning af vej



Kilde: Egen tilvirkning pba. materiale fra Schønher.

Varianter af nedgravning og overdækning

Vi foreslår to alternativer for nedgravning og overdækning: Det første alternativ er, at vejen graves ned, og der etableres betonvægge og betonloft over vejen på en ca. 1.500 meter strækning – en såkaldt 'cut and cover' tunnel. Det andet alternativ er, at der etableres en cut and cover tunnel på ca. 500 meter strækning ved Tyveknop, og på de sidste ca. 1.000 meter mod nord graves vejen ned, og der etableres vægge og loft i en lettere konstruktion, der ikke muliggør færdsel ovenpå tunnelen. Det første alternativ vil udnytte det fulde

potentiale for biodiversitet og rekreation i Svanninge Bakker og Bjerge. Det andet alternativ vil have mindre effekt end det første alternativ, fordi menneskers og større dyrs færdsel vil være lidt begrænset i forhold til det første alternativ, men begge alternativer vil dog være en markant forbedring for mennesker og dyr i forhold til dagens situation.

1+1- vej med smalt vigespor i begge sider og midterautoværn

I begge alternativer er den nedgravede vej en 1+1-vej med smalt vigespor i begge sider og midterautoværn. Nedgravningen af vejen og etablering af midterautoværn gør det muligt at holde en hastighedsgrænse på 90 km/t gennem Svanninge Bakker. Det vil bidrage positivt til at opnå samfundsøkonomiske gevinster ved sparet rejsetid mellem Sønderborg og Odense.

Nedgravning og overdækning har synergi til Als-Fyn forbindelse

Forslaget om nedgravning af vejen som beskrevet ovenfor er værdifuld i forbindelse med etablering af en Als-Fyn-forbindelse, hvor det meste af vejstrækningen på land opgraderes til 2+1-vej. Det skyldes, at en højere hastighedsgrænse gennem Svanninge Bakker er mest værdifuld, hvis hastighedsgrænsen også øges på resten af strækningen mellem Sønderborg og Odense.

Skabelse af et stort naturområde ved udtag af landbrugsjord

I forbindelse med nedgravningen og overdækningen af vejen foreslår vi, at der udtages landbrugsjord omkring Svanninge Bakker og Bjerge. Mod nord foreslås arealer syd og vest for Arreskov Sø udtaget, så de forlænger naturområdet Svanninge Bakker-Bjerge mod nord og kobler den værdifulde natur i og ved søen sammen med Svanninge Bakker og Bjerges natur. Mod syd og i forlængelse af Svanninge Bjerge foreslås det undersøgt, om det er muligt at udtage landbrugsjord til skabelse af ny natur. Samlet foreslår vi, at der udtages ca. 900 ha landbrugsjord i forbindelse med Svanninge Bakker og Bjerge.

Potentiale for natur og rekreation i Bøjden Nor

Ved etablering af en fast forbindelse mellem Als og Fyn ophører færgedriften mellem Fynshav og Bøjden. Det betyder, at der ikke længere er behov for biltrafik til færgelejet, og dæmningen gennem noret kan fjernes. Fjernelse af dæmningen vil forbedre vandgennemstrømningen til den nordlige del af noret (området til højre for dæmningen i figur 3.7.a). Materiale fra dæmningen anvendes til at etablere fugleøer i noret. Desuden foreslår vi, at asfalten fjernes fra den asfalterede parkeringsplads, så området kan blive til natur, og der etableres stier gennem rørskoven på nord-øst siden af noret og rundt om nordsiden. Vi foreslår også, at der etableres faciliteter for friluftsliv på den gamle færgeterminal, så lystsejlere kan lægge til, og der kan overnattes i shelters. I figur 3.7 har vi vist et foto af noret i dag og en skitse af, hvordan det kunne blive.

Figur 3.7 Bøjden Nor – før og efter genopretning

Figur 3.7.a Bøjden Nor, nuværende forhold



Figur 3.7.b Bøjden Nor efter genopretning og ophør af færgedrift

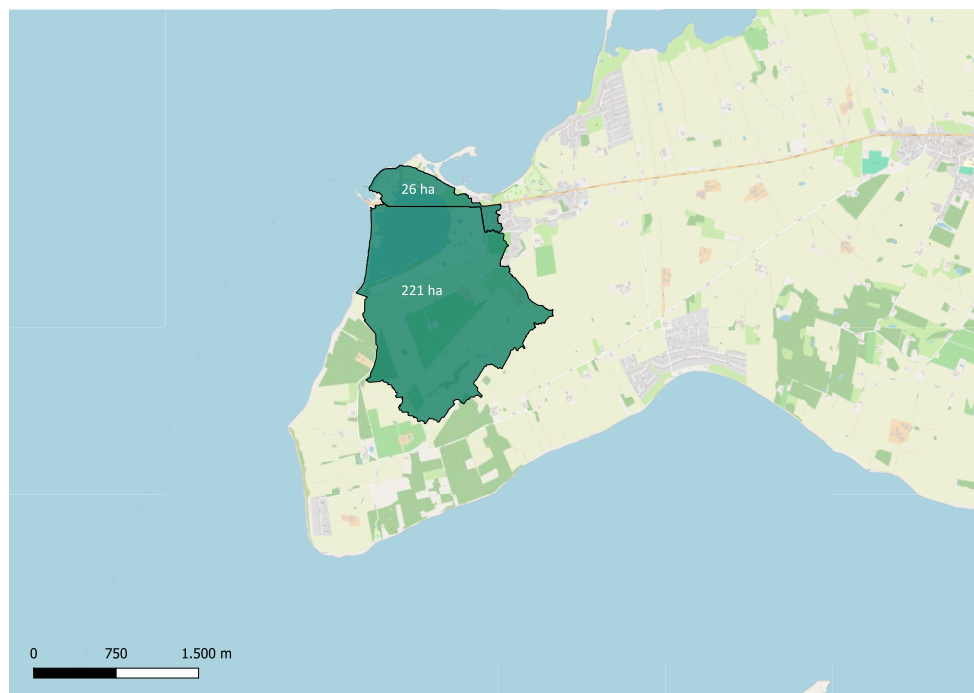


Kilde: Egen tilvirkning pba. materiale fra Schønherr.

Udtagning af landbrugsjord ved noret

For at mindske kvælstoftilførslen til noret og forbedre vandkvaliteten, foreslår vi, at der udtages ca. 153 ha landbrugsjord fra vandoplandet umiddelbart ved noret. Vandoplandet er vist i figur 3.8. Vi vurderer, at kombinationen af bedre vandgennemstrømning i noret og reduceret kvælstoftilførsel vil forbedre naturtilstanden i noret. Udtagning af landbrugsjord i vandoplandet kan blive gennemført som led i grøn treparts aftale. Hvis det sker, kan gevinster og omkostninger ved udtagningen ikke tilskrives Als-Fyn-forbindelsen. Det vil være nødvendigt for bæredygtigheden af Als-Fyn-projektet, at der skabes natur til compensation. Er landbrugsjorden omkring Bøjden Nor udtaget i grøn treparts aftale, skal landbrugsjord udtages og natur skabes andetsteds.

Figur 3.8 Kort over vandopland til Bøjden Nor



Anm.: I den sydlige del af Bøjden Nor udgør vandoplandet 181 ha, hvoraf 31 ha er Fugleværnsfondens afgrænsede arealer, og resten er i omdrift. I den nordlige del af Bøjden Nor udgør dyrket oplandet til Bøjden Nor 2,6 ha. Samlet set er der dermed 152,6 ha dyrket opland til Bøjden Nor.

Kilde: Egen tilvirkning pba. Scalgo-kort fra Fugleværnsfondens.

Opgradering af infrastruktur ved Augustenborg

Der er behov for opgradering af vejinfrastruktur ved Augustenborg i forbindelse med etablering af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Vi vurderer ikke, at den nuværende rundkørsel øst for Augustenborg ved Mjang Dam kan håndtere den trafik, der kommer. Vi vurderer heller ikke, at erstatning af rundkørslen med et signalanlæg vil kunne håndtere den kommende trafik. Vi foreslår, at der etableres en løsning med en større rundkørsel længere øst for Augustenborg kombineret med en grøn korridor ved Augustenborg, hvor Skakkenborg Skov og Mjang Dam forbindes, så der opstår et sammenhængende naturområde, der også sikrer passager, der øger den rekreative værdi af området.

Potentiale for cykelturisme

Man bør undersøge nærmere, hvordan cykeltrafik mellem Als og Fyn kan styrkes i forbindelse med anlæg af en Als-Fyn-forbindelse. Der er potentiale for vækst i cykelturisme på Als og Fyn. I dag benytter cyklister færgen mellem Bøjden og Fynshav, men færgedriften vil ophøre ved opførelsen af en fast forbindelse. Det skaber et behov for alternative transportmuligheder for cyklister, der vil krydse Lillebælt.

Mange afværgeforanstaltninger er standard

Tiltag der forudsættes gennemført som led i almindelig praksis

Det er almindelig praksis, at der gennemføres en lang række af tiltag til at beskytte miljø, natur, klima og borgere mod gener og skader i forbindelse med større infrastrukturprojekter. Vi lægger til grund, at nedenstående tiltag vil blive gennemført ved et eventuelt anlæg af en Als-Fyn-forbindelse.

- Faunaunderføringer, paddehegn, afværgeforanstaltninger ved vandløb, erstatningsbiotoper samt støjafskærmning. Disse tiltag afværger eller kompenserer for støjgener og skader på natur og miljø på land i anlægs- og driftsfasen

Ekstra indsatser og afværgeforanstaltninger

3.4.2 Tiltag rettet mod natur og miljø til havs

Vi foreslår en række afværgeforanstaltninger under anlægsarbejdet for skabe de bedste forudsætninger for, at anlæg og drift af forbindelsen kan ske på den miljømæssigt mest forsvarlige måde. Afværgeforanstaltningerne og de ekstra indsatser løser ikke miljøproblemerne i Lillebælt. Afværgeforanstaltningerne kan ikke fuldstændigt eliminere de negative miljøeffekter i anlægsfasen. Vi forventer dog, at de ekstra indsatser til en vis grad kan kompensere for anlægsfasens negative miljøeffekter og derudover lokalt bidrage til bedre natur og miljøforhold.

Ekstra indsatser

Tiltag der går videre end almindelig praksis

De ekstra indsatser handler først og fremmest om at fjerne presfaktorer på havmiljøet lokalt flere steder omkring Lillebælt.

De ekstra indsatser er:

- Genopretning af terrestrisk og marin natur ved Bøjden Nor: Fjernelse af dæmning og udtagning af landbrugsjord omkring noret, som beskrevet ovenfor
- Pause for bundtrawl i projektområdet: Pausen gælder mens anlægsarbejdet er i gang, forventeligt tre år
- Etablering af stenrev omkring bro-fundamenter til havs

Ekstra indsatser for at kompensere

Vi foreslår disse ekstra indsatser for at kompensere for negative påvirkning i havmiljøet. Erfaringer fra tidligere anlægsprojekter og erfaringer fra en række eksperter peger i retningen af, at der selv efter anvendelse af de bedst tilgængelige metoder til at minimere negative påvirkninger ved anlæg af en bro højst sandsynligt stadig vil være en negativ påvirkning på havmiljøet under anlægsfasen.

Pause for bundtrawl i projektområdet, mens der graves i Lillebælt

For at minimere frigivelsen af sediment og skader på havbunden i anlægsfasen foreslår vi at indføre en pause for brugen af bundtrawl i projektområdet, mens der arbejdes i havbunden i projektområdet. Vi vurderer, at det drejer sig om en tre-årig periode. Det er vores vurdering, at dette tiltag er omkostningseffektivt ift. at mindske presset i havmiljøet i anlægsfasen, baseret på Fiskerikommissionen (2023). Derudover flugter forslaget med anbefalinger fra Biodiversitetsrådet.

Etablering af stenrev omkring bro-fundamenter

Der er et potentiale i at etablere stenrev omkring bro-fundamenterne til en Als-Fyn-forbindelse. Igennem årene er flere stenrev fjernet i Lillebælt som konsekvens af fx stenfiskeri og anlæg af havnemøler. Stenrev har stor økologisk betydning i havmiljøet og spiller en væsentlig rolle ift. at opretholde eller øge den marine biodiversitet. Stenrev omkring bro-fundamenter kan være med til at kompensere for negative påvirkninger i havmiljøet under anlæg af Als-Fyn-forbindelsen.

Afværgeforanstaltninger

Tiltag der forudsættes gennemført som led i almindelig praksis

Vi lægger til grund, at følgende afværgeforanstaltningerne vil blive anvendt under almindelig praksis:

- Håndtering af sediment, så spildet holdes under 5 pct.
- Overvågningsprogram, så det overvåges, om havmiljøet tager skade og om der er behov for yderligere indsatser
- Begrænsning af undervandsstøj fra anlægsarbejdet, så marsvin ikke tager skade

Sedimentspild holdes under 5 pct.

Vi forudsætter, at gængse standarder for havanlæg vil blive fulgt, og at de bedste tilgængelige metoder og teknikker anvendes ved anlægget af Als-Fyn-forbindelsen, så sedimentspild kan holdes under 5 pct. Det er endnu uvist, hvor store mængder sediment og opgravet materiale, der skal håndteres i forbindelse med anlægget af en Als-Fyn-forbindelse. I forbindelse med anlæg af Øresundsforbindelsen blev der fx spildt ca. 600.000 tons sediment, svarende til 4-5 pct. af det opgravede materiale, jf. Miljø- og Energiministeriet m.fl. (2000).

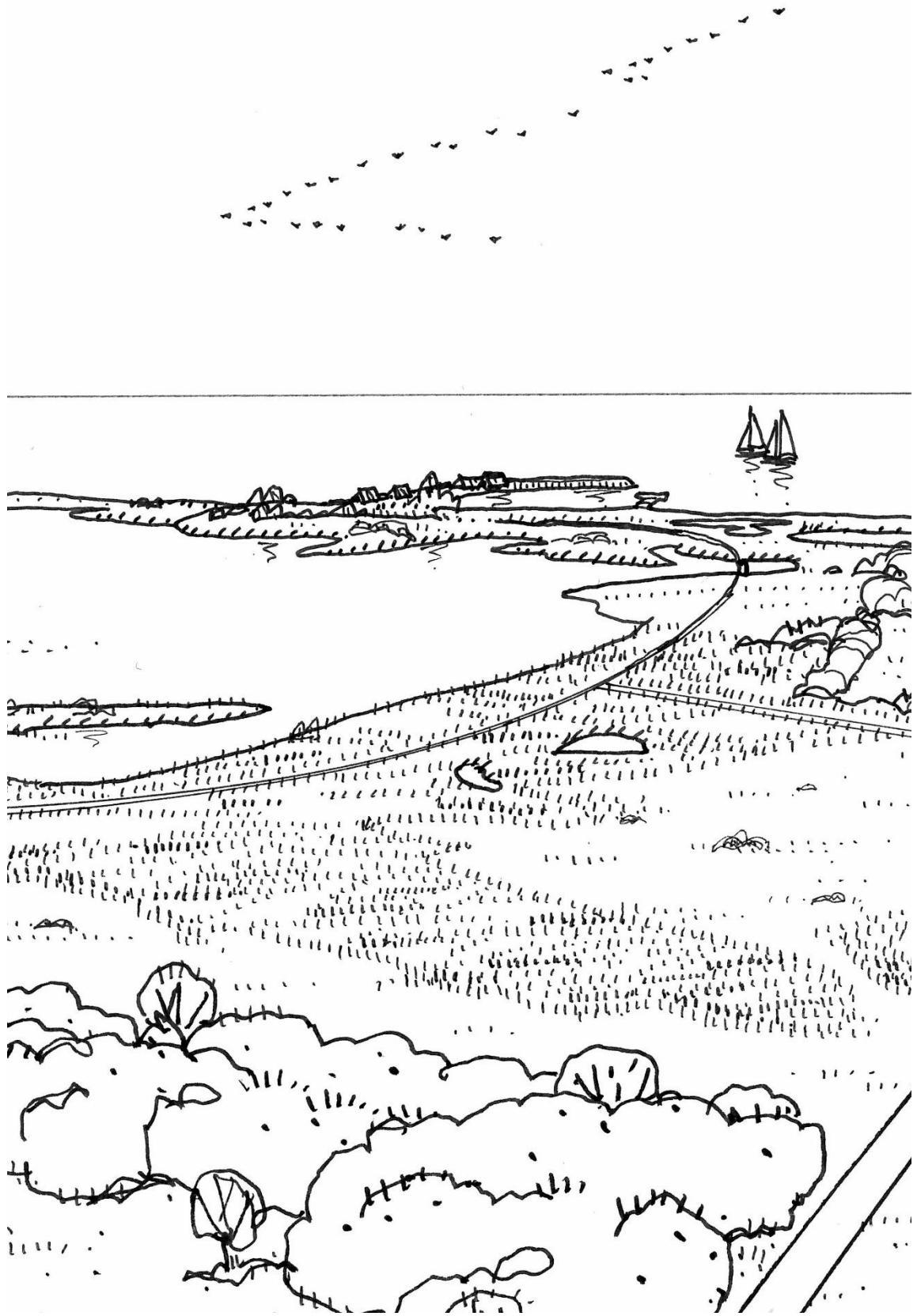
Overvågningsprogram under og efter anlægsfasen

Vi forudsætter desuden, at et overvågningsprogram vil blive anvendt ved anlæg af Als-Fyn-forbindelsen for løbende at overvåge havmiljøets tilstand og vurdere behovet for yderligere indsatser. Ved anlægget af Øresundsforbindelsen blev der fx implementeret et omfattende overvågningsprogram, som bidrog til at minimere skader på havmiljøet, herunder fra sedimentspild. Vi anbefaler, at overvågningen vil foregå både under og efter anlægsarbejdet af en Als-Fyn-forbindelse, så eventuelle langsigtede effekter på havmiljøet kan dokumenteres. Dette vil samtidig sikre værdifulde erfaringer, som kan bruges i fremtidige anlægsprojekter i havområder.

Begrænsning af undervandsstøj

Endeligt forudsætter vi, at man i anlægsfasen af Als-Fyn-forbindelsen vil begrænse undervandsstøj ved at benytte kendte metoder som fx dobbelt boblegardin, hydro sound damper, pingere, blød start og anvendelse af certificerede havpattedyrsobservatører, så havpattedyr i området ikke tager skade. I projektområdet lever bl.a. marsvin, som kræver særlig opmærksomhed i forhold til undervandsstøj.

FORELØB



4. Virkninger på økonomien

Vurderingen omfatter

Vurderingen af virkninger på økonomien baseres på de foreslåede ekstra tiltag. Beregningerne i det efterfølgende omfatter følgende elementer:

- Gevinster ved
 - Fjernelse af tab af rekreative værdier i Svanninge Bakker og Bjerge
 - Skabelse af rekreative værdier ved Bøjden Nor
 - Reduceret udslip af CO₂
- Omkostninger ved
 - Nedgravning og overdækning af vej gennem Svanninge Bakker
 - Naturgenopretning af Bøjden Nor
 - Anvendelse af klimaneutrale materialer
 - Pause for anvendelse af bundtrawl i projektområdet i graveperioden

Omkostninger ved ekstra tiltag: 1,3-2,9 mia. kr.

Der vil være en samfundsøkonomisk merpris ved at gennemføre de ekstra tiltag, vi foreslår ovenfor. I alt vurderer vi, at den ekstra indsats kan gennemføres for en samfundsøkonomisk merpris i størrelsesordenen 1,3-2,9 mia. kr., hvoraf den største omkostning kommer fra nedgravning og overdækning af vejen gennem Svanninge Bakker, som det fremgår af tabel 4.1. I alt vurderer vi, at tiltagene vedrørende nedgravning af vej ved Svanninge Bakker vil koste i størrelsesordenen 1,1-2,7 mia. kr., tiltagene vedrørende Bøjden Nor vil koste ca. 45 mio. kr., og udtagning af 880 ha landbrugsjord omkring Svanninge Bakker vil koste ca. 114 mio. kr. Den midlertidige pause for bundtrawl vil koste maksimalt 17 mio. kr. i alt i de tre år, pausen varer. Det er usikkert, hvad klimaneutrale materialer vil koste sidst i 2030'erne, hvor vi lægger til grund, at forbindelsen skal opføres.

Gevinster ved ekstra tiltag: 760 mio. kr.

Den ekstra indsats giver også fordele. Vi har opgjort værdier ved rekreation og drivhusgasreduktion. Vi vurderer disse gevinster til at være i størrelsesordenen 760 mio. kr. Hertil kommer, at udtagningen af landbrugsjord fører til mindre kvælstofbelastning af vandmiljøet, og at dannelsen af et stort sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker vil gavne naturen og biodiversiteten i området. Disse fordele har vi dog ikke opgjort i kr. og øre. Sammenholder vi de gevinster og omkostninger, som vi har haft mulighed for at værdisætte, giver de ekstra tiltag en netto-omkostning mellem 0,5 og 2,2 mia. kr. Skønnene er gengivet i tabel 4.1.

Tabel 4.1 Samfundets gevinster og omkostninger ved ekstra tiltag ved en fast Als-Fyn forbindelse (nutidsværdi i mio. kr. i 2024-priser)

Naturløft af Bøjden Nor	Gevinster	Omkostninger
<i>Rekreative naturværdier</i>	46	
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø, klima</i>	Ikke beregnet	
<i>Naturgenopretning</i>		29
<i>Udtagning af 153 ha landbrugsjord</i>		16
Større sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker		
<i>Rekreative naturværdier</i>	291	
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø, klima</i>	Ikke beregnet	
<i>Nedgravning og overdækning af vej (0,5 km med cut and cover og 1 km med let overdækning)</i>		1.098 – 1.623
<i>Nedgravning og overdækning af vej (1,5 km med cut and cover)</i>		1.642 – 2.736
<i>Udtagning af 880 ha landbrugsjord</i>		114
Anvendelse af klimaneutrale materialer		
<i>Gevinster for klima</i>	423	
<i>Brug af klimaneutrale materialer</i>		Ikke beregnet
Midlertidig pause for bundtrawl i projektområdet, mens der graves		
<i>Gevinster for biodiversitet, vandmiljø</i>	Ikke beregnet	
<i>Midlertidig pause for bundtrawl</i>		17

Anm.: Vi har valgt ikke at vise skøn for gevinster ved bedre biodiversitet, fordi opgørelsesmetoderne er omdiskuteret og usikre. Vi har i Bilag 2 udført beregningen med metoder, der bl.a. anvendes i Grønt BNP. Opgjort med denne metode bliver resultatet, at gevinsten ved at undgå skader på biodiversiteten er et sted mellem 70 mio. kr. og 325 mio. kr. Meromkostninger ved klimaneutrale materialer kan ikke vurderes ud fra tilgængelige data og metoder – der ikke er erfaringer nok med omkostningerne ved materialerne endnu, og der er ikke data nok til at fremskrive dem. Der findes ikke en enhedspris, der gør det muligt at beregne værdien af fordelene ved lavere kvælstofudsvivning til vandmiljøet.

Kilde: Egne beregninger.

Omkostninger på 1,1-2,7 mia. kr. til nedgravning og overdækning

Omkostningerne til nedgravning og overdækning af vej gennem Svanninge Bakker er i størrelsesordenen 1,1-2,7 mia. kr. Omkostningsspændet afspejler et nedre og øvre estimat for to forskellige alternativer til nedgravning og overdækning af vej gennem Svanninge Bakker. De to alternativer er:

- 1) 1.500 m cut and cover tunnel gennem Svanninge Bakker
- 2) 500 m cut and cover tunnel og 1000 m let overdækning gennem Svanninge Bakker

Enhedspriser fra forskellige projekter i Danmark

Tabel 4.2 opsummerer enhedspriser for en cut and cover tunnel og en let overdækning. Priserne er baseret på en række referenceprojekter i Danmark, hvor man tidligere har etableret en cut and cover tunnel eller en let overdækning af vej.

Tabel 4.2 Anlægsomkostninger til nedgravning og overdækning af vej gennem Svanninge Bakker (2024-priser)

	Alternativ 1	Alternativ 2
Cut and cover tunnel (km)	1,5	0,5
Let overdækning (km)	0,0	1,0
Enhedspris for cut and cover tunnel (mio. kr. pr. km)	1.094 - 1.824	1.094 - 1.824
Enhedspris for let overdækning (mio. kr. pr. km)	551 - 711	551 - 711
Samlet prisoverslag (mio. kr.)	1.642 - 2.736	1.098 - 1.623

Anm.: Samtlige enhedspriser er opregnet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 28 pct. og indeholder et korrektionstillæg på 40 pct.

Kilde: Egne beregninger baseret på SWECO (2024), Vejdirektoratet (2023b), Sund&Bælt (2021).

Rekreative erstatningsområder skal etableres

Der vil komme tab af rekreative værdier i projektområdet som følge af øget trafikstøj. For at sikre samme niveau af rekreative værdier efter projektet som før, skal der etableres 880 ha rekreative erstatningsområder. Vi foreslår, at man udtager landbrugsjorder og etablerer erstatningsområderne i forlængelse af Svanninge Bakker for at skabe et større sammenhængende naturområde. Omkostningerne forbundet med at etablere 880 ha erstatningsområder er 114 mio. kr. Omkostningerne omfatter værdien af tabt landbrugsproduktion og etableringsomkostninger for den naturtype, som man ønsker at genskabe. Beregningerne er vist i Bilag 1.

Flere rekreative værdier bliver skabt

Etableringen af et større, sammenhængende naturområde ved Svanninge Bakker vil styrke de rekreative værdier på flere måder. For det første vil en overdækning af vejen reducere støjpåvirkningen i naturområderne ved Svanninge Bakker og store dele af Svanninge Bjerge. For det andet vil de 880 ha nye erstatningsområder, der tidligere var landbrugsjord, blive omdannet til naturområder med rekreative værdier, som kompenserer for de tabte værdier, der ellers ville være blevet forringet af øget trafikstøj. En oversigt over den rekreative værdi og omfanget af støjpåvirkede arealer i de forskellige naturområder langs linjeføringen findes i Bilag 1.

Sammenhængende naturområde vil gavne biodiversiteten

Et større sammenhængende naturområde vil desuden forbedre biodiversiteten i området. Opgørelsesmetoderne og værdisætningen af denne gevinst er omdiskuteret og usikre. Vi har i Bilag 2 udført beregningen med metoder, der bl.a. anvendes i Grønt BNP. Opgjort med denne metode bliver resultatet, at gevinsten ved at undgå skader på biodiversiteten er et sted mellem 70 mio. kr. og 325 mio. kr.

Vi anbefaler naturgenopretning af Bøjden Nor

Vi foreslår, at man naturgenopretter Bøjden Nor, så fuglelivet, vandmiljøet og den rekreative oplevelse af området forbedres. Omkostningerne ved naturgenopretningen omfatter:

- Oprydning og bortskaffelse af jord og asfalt fra parkeringspladsen ved færgenavnen
- Oprydning og bortskaffelse af jord og asfalt fra vejen til færgenavnen, som i dag fungerer som en dæmning i noret
- Etablering af 3 fugleøer
- Etablering af 3 shelterpladser
- Udtagning af 153 ha landbrugsjord i vandoplandet

Udtagning af 153 ha landbrugsjord i vandoplandet

Udtagning af 153 ha landbrugsjord i vandoplandet har en samfundsøkonomisk omkostning på 16 mio. kr. Denne omkostning omfatter tab af landbrugsproduktion og afspejler forpagtningsprisen i området. Opkøb af landbrugsjord er en omfordeling i samfundet, hvorfor det ikke medregnes i den samfundsøkonomiske analyse.

Omkostninger ved naturgenopretning af Bøjden Nor

De øvrige omkostninger forbundet med naturgenopretning af Bøjden Nor er ca. 29 mio. kr. De enkelte omkostningselementer er opsummeret i tabel 4.3.

Tabel 4.3 Omkostninger ved naturgenopretning af Bøjden Nor (mio. kr. i 2024-priser)

Opbrydning og bortskaffelse af asfalt	3,7
Afgravning og bortskaffelse af let forurenede jord til deponi	25,0
Etablering af 3 fugleøer	0,2
Etablering af 3 shelterpladser	0,4
Total	29,2

Anm.: Summerne i tabellen kan afvige pga. afrunding.

Kilde: Egne beregninger, Københavns Kommune (2017), Banedanmark (2015), COWI (2011), Odense Kommune (2023).

Den rekreative værdi ved Bøjden Nor øges

Naturgenopretning af Bøjden Nor øger den rekreative værdi i området. Vores beregninger viser, at naturgenopretningen vil øge den rekreative værdi med 46 mio. kr. Beregningen tager udgangspunkt i, at de arealer, der udtages, får en rekreativ værdi på 8.000 kr./ha (i 2013-priser), som er gennemsnitsniveauet for den rekreative værdi for større naturområder i Danmark, jf. Bjørner og Termansen (2014). Fordele som forbedret vandmiljø i noret og forbedret levesteder for fugle vil også følge af naturgenopretningen. Disse fordele har vi ikke haft mulighed for at værdisætte.

Hvad hvis landbrugsjorden bliver udtaget som led i grøn trepart

Den udtagning af landbrugsjord, vi foreslår, kan blive gennemført som led i grøn treparts aftale. Hvis det sker, kan gevinster og omkostninger ved udtagningen ikke tilskrives Als-Fyn-forbindelsen. Det vil være nødvendigt for bæredygtigheden af Als-Fyn-projektet, at der skabes natur til kompensation for den natur, der lider skade ved at føre vej ind gennem Horne Næs, og hvis ikke kompensationsnaturen kan findes ved Svanninge Bakker, må den findes andre steder. Det samme gælder for de rekreative erstatningsområder, som skal etableres for at kompensere for tabet af rekreative værdier. Hvis landbrugsjorder omkring Svanninge Bakker udtages som led i grøn treparts aftale, så skal erstatningsområderne etableres andetsteds.

Klimagevinst ved klimaneutrale materialer

Vi har beregnet klimagevinsten ved at anvende klimaneutrale materialer. Gevinsten er i størrelsesordenen 423 mio. kr. Gevinsten er beregnet med afsæt i et forventet CO₂-aftryk på ca. 400.000 ton, som vi har beregnet i afsnit 3.3.1, og en pris for CO₂e på 968 kr./ton i 2035, jf. Finansministeriets nøgletalskatalog. Prisen på 968 kr./ton er korrigeret med nettoafgiftsfaktoren på 28 pct. og er afspejlet i et 2024-prisniveau. Prisen på det forventede CO₂-aftryk er en sparet omkostning ved at anvende klimaneutrale materialer, og vi medregner den derfor som en gevinst.

Omkostninger ved pause for bundtrawl i projektområdet

For at reducere presset på havmiljøet i anlægsfasen anbefaler vi en midlertidig pause for bundtrawl i projektområdet i en periode på tre år. Vi anslår omkostningerne ved dette tiltag til 17 mio. kr., svarende til ca. 5,53 mio. kr. om året i 2024-priser. Dette skøn bygger på vurderinger fra Fiskerikommissionen (2023), som estimerer, at de direkte erhvervsøkonomiske konsekvenser af et trawlstop i hele Bælthavet udgør ca. 5,5 mio. kr. årligt (i 2023-priser). Da vores anbefaling omfatter et mindre område end hele Bælthavet, skal omkostningsestimatet på 17 mio. kr. betragtes som et overkantskøn.

**Omkostninger til
etablering af
stenrev**

For at kompensere for de negative påvirkninger på havmiljøet ved anlægget af en fast Als-Fyn-forbindelse anbefaler vi etablering af stenrev omkring brofundamentene. Det er vurderet, at det koster 100-300 mio. kr. at anlægge et rev på 2 km² med sten på 30-40 cm (Timmermann m.fl., 2016). Stenrev omkring brofundamentene på Als-Fyn-forbindelsen vil dog være af en betydeligt mindre størrelse, og det er derfor usikkert, hvad enhedsprisen for mindre stenrev vil være. Vi har ikke udarbejdet et konkret estimat for mængden eller omkostningerne ved etablering af disse stenrev.

FORELØBIG

5. Litteraturliste

- Banedanmark (2015). *Opgradering af Hillerød Station – Forundersøgelse, version 3*. Anlægsudvikling, Banedanmark
- Bjørner, T. B., & Termansen, M. (2014). *Brugsværdien af naturområder i Danmark*. Hentet fra: <https://www.dors.dk/files/media/rapporter/2014/m14/m14.pdf>
- CMEC (2024). Petersen, A. H., Hasler, B., Laage-Thomsen, T., Termansen, M., & Rahbek, C. (2024). *Mere, bedre og større natur i Danmark: Hvor, hvordan og hvor meget?* Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, Globe Institute, Københavns Universitet. ISBN 978-87-972724-1-1. Hentet fra: https://macroecology.ku.dk/pdf-files/reports-and-publications/Mere_bedre_og_stoerre_natur_i_Danmark_2024.pdf
- COWI (2011). *Vådrområdeprojekt Bjørnebækken – Teknisk forundersøgelse*. Udarbejdet for Næstved Kommune.
- COWI (2020). *Vurdering af trafikale effekter af ny færgeforbindelse mellem Bøjden og Fynshav*. Notat udarbejdet for AlsFyn-sekretariatet.
- Danmarks Statistik. *Tabel: AREALDK, NAN1, PRIS116, BEFOLK2 og LPRIS37*. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=2560>
- Dansk Ornitologisk Forening (2024). *Dansk Ornitologisk Forenings fugleatlas*. Hentet fra: <https://dofbasen.dk/atlas/arter/>
- Ejrnæs, R., Nygaard, B., Kjær, C., et al. (2020). *Danmarks biodiversitet 2020 – Tilstand og udvikling*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 465. Hentet fra: <http://dce2.au.dk/pub/SR465.pdf>
- Fiskerikommissionen (2023). *Fremtidens fiskeri*. 1. udgave.
- Finansministeriet (2023). *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*. Hentet fra: https://fm.dk/media/27314/vejledning-i-samfundsøkonomiske-konsekvensvurderinger-juni-2023_web-a.pdf
- Geopark Det Sydfynske Øhav (2024). *Geopark Det Sydfynske Øhav*. Hentet fra: <https://www.geoparkoehavet.dk/node/1037>
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024). *Klimastatus og -fremskrivning 2024*.
- Københavns kommune (2017). *Betinget udbygningsaftale mellem Ejendomsselskabet Project Nord P/S, DSB og Københavns Kommune vedrørende lokalplan "Postgrunden"*. <https://www.kk.dk/sites/default/files/agenda/cee905b3-947f-4770-946c-4f0e3833e545/b19403d0-2978-48f5-b184-b4d6b0e34ef6-bilag-5.pdf>
- MiljøGIS (2022). *Støjkortlægning*. Miljøstyrelsen. Hentet fra: <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=noise>
- Miljø- og Energiministeriet, Trafikministeriet og Kontroll- og Styrgruppen for Øresundsforbindelsen (2000): *10. Halvårsrapport om miljøet og Øresundsforbindelsens kyst-til-kyst anlæg*.
- Miljøstyrelsen (2020). *Habitatvejledningen: Vejledning til bekendtgørelse nr. 1595 af 6. december 2018 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter*. Hentet fra: <https://mst.dk/media/kqyb2h5i/habitatvejledningen.pdf>

Miljøstyrelsen (2023). *Natura 2000-planer 2022-2027: Svanninge Bakker. Natura 2000-område nr. 240. Habitatområde H240*. Hentet fra: <https://mst.dk/media/lsgemknu/n240-natura-2000-plan-2022-27-svanninge-bakker.pdf>

Miljøstyrelsen (2023a): Natura 2000-plan 2022-2027. Svanninge Bakker. Natura 2000-område nr. 240. Habitatområde H240. <https://mst.dk/media/lsgemknu/n240-natura-2000-plan-2022-27-svanninge-bakker.pdf>

Miljøstyrelsen (2023b): Natura 2000-plan 2022-2027. Arreskov Sø. Natura 2000-område nr. 121. Habitatområde H105. Fuglebeskyttelsesområde F78. <https://mst.dk/media/dau-iijgq/n121-natura-2000-plan-2022-27-arreskov-soe.pdf>

Miljøstyrelsen (2023c): Natura 2000-plan 2022-2027. Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Natura 2000-område nr. 114. Habitatområde H98. <https://mst.dk/media/lld-brsnc/n114-natura-2000-plan-2022-27-odense-aa.pdf>

Miljøstyrelsen (2023d): Natura 2000-plan 2022-2027. Bøjden Nor. Natura 2000-område nr. 123. Habitatområde H107. Fuglebeskyttelsesområde F123. <https://mst.dk/media/rzkjOrtm/n123-natura2000-plan-2022-27-boejden-nor.pdf>

Nygaard, B., Ejrnæs, R., & Fredshavn, J. R. (2024). *Kontrolovervågning af terrestriske habitatnaturtyper 2004–2022*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra: <https://novana.au.dk>

Odense Kommune (2023). *Friluftsplán for Hesbjerg Skov*. Udarbejdet i samarbejde med Den Danske Naturfond. By- og Kulturforvaltningen, Odense Kommune.

SWECO (2024). *Analyse af overdækningsløsninger – E20 Amagermotorvejen*. Udarbejdet for Vejdirektoratet. Hentet fra: <https://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2024-03/Analyse%20af%20overd%C3%A6kningsl%C3%B8sninger%20-%20E20%20Amagermotorvejen.pdf>.

Sund & Bælt (2021). *Kattegatforbindelsen - Priser for cut & cover-tunnel*. Hentet fra: <https://kattegat.dk/wp-content/uploads/2022/05/Priser-for-cut-cover-tunnel-top-down-analyse.pdf>.

Sønderborg Kommune (2023); Faaborg-Midtfyn Kommune (2019). *Kommuneplan 2023-2035*. Hentet fra: [https://sonderborgkommune.dk/sites/default/files/%5BHoeringer vedhaefte filer%5D/KP23 kort%20fortalt FORSLAG 0623.pdf](https://sonderborgkommune.dk/sites/default/files/%5BHoeringer%20vedhaefte%20filer%5D/KP23%20kort%20fortalt%20FORSLAG%200623.pdf)

Timmermann, K., Boye, A.G., Bruhn, A., Erichsen, A.C., Flindt, M., Fossing, H., Gertz, F., Jørgensen, H.M., Petersen, J.K. og Schwærter, S. (2016): *Marine Virkemidler – Beskrivelse af virkemidlernes effekter og status for vidensgrundlag*, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Undervisningsministeriet (2019). *Bliv en del af UNESCO-familien i Danmark*. Hentet fra: <https://www.unesco.dk/-/media/filer/unesco/pdf/apr/200407-bliv-en-del-af-unesco-i-dk.pdf>

Vejdirektoratet (2019). *En fast forbindelse mellem Als og Fyn*. Rapport nr. 596. Hentet fra: <https://vejdirektoratet.dk>

Vejdirektoratet (2023a). *Forundersøgelse Als-Fyn Landanlæg*

Vejdirektoratet (2023b). *Øget kapacitet på Motorring 3 – Vejstøjen langs Motorring 3 og analyse af muligheder for at reducere støjen*. TRU Almdel Bilag 290 *Øget kapacitet på Motorring 3 Muligheder for generel forbedring af støjforholdene*

VisitOdsherred (n/d). <https://www.visitodsherred.dk/danmark/sjælland/odsherred/oplevel/natur/unesco-global-geopark-odsherred>

FORELØBIG

Bilag 1 |

August 2024

Als-Fyn-forbindelsen: Rekreative værdier, støjgene for husstande og barriereeffekter

Økonom

Rasmus Ballebye Jensen

Tlf. 30 26 06 20

E-mail: rbj@kraka-economics.dk

Cheføkonom

Svend Torp Jespersen

Tlf. 41 76 22 42

E-mail: stj@kraka-economics.dk

1. Forord

Tak til de personer, der har sparret med os og givet inputs

Dette notat er en del af et større analysearbejde, som Kraka Economics udfører for AlsFyn-Foreningen. Analyserne omhandler, hvordan man sikrer, at etableringen af en fast forbindelse mellem Als og Fyn samt opgraderingen af tilstødende vejnet kan foregå på en måde, hvor der skabes mere værdi i samfundet, end der tabes. Arbejdet er gennemført i 2024. I projektets forløb har mange personer og organisationer sparret med os. En stor tak for jeres tid og bidrag skal lyde til Jacob Ladenburg (DTU-MAN), Mette Termansen (KU), Ninette Pilegaard (DTU-MAN), Søren Have (CONCITO), Lasse Schelde (IDA), Mathilde Mammen (Tænketanken HAV), Poul-Erik Olsen (DI-Infrastruktur), Birgitte Marcussen (Danmarks Naturfredningsforening), Christian Tønnesen (Faaborg-Midtfyn Kommune), Thomas Færgeman (Fugleværnsfonden), Caroline-Marie Vandt Madsen (Bikubenfonden), Jens Aamand Kristensen (Faaborg-Midtfyn Kommune), Jes Schwartz-Hansen (AlsFynForeningen), interessentgruppen og alle deltagere på AlsFynForeningens bestyrelsesseminar i foråret 2024. Kraka Economics tager det fulde ansvar for fejl, misforståelser og/eller udeladelser i analyserne.

2. Sammenfatning

Vi undersøger støjens påvirkning på to områder

En fast forbindelse mellem Als og Fyn vil øge trafikmængden og dermed støjniveauet langs linjeføringen. I dette notat undersøger vi støjens omkostning på to forskellige områder. Vi undersøger først, hvordan et øget støjniveau forringer den rekreative værdi af naturområderne langs vejen, og vi beregner, hvilket samfundsøkonomisk tab denne forringelse vil medføre. Dernæst undersøger vi den samfundsøkonomiske omkostning af, at husstande langs vejen bliver generet af et højere støjniveau. Slutteligt undersøger vi forskellige barriereeffekter af linjeføringen. På baggrund af disse undersøgelser illustrerer vi, hvordan tab af rekreative værdier kan erstattes samt vurderer, hvordan støjgener for husstande langs vejen kan afværges.

Øget støj vil forringe rekreative værdier for 85-218 mio. kr.

Et øget støjniveau som følge af øgede trafikmængder vil forringe den rekreative værdi i de naturområder, der er placeret tæt på linjeføringen. Vores analyse viser, at tabet af rekreative værdier langs linjeføringen har en samfundsøkonomisk omkostning på mellem 85 og 218 mio. kr. afhængigt af hvilke forudsætninger, der lægges til grund. Vi beregner det samfundsøkonomiske tab af rekreative værdier i to forskellige scenarier for, hvordan naturen ser ud i projektområdet i 2035, hvor infrastrukturprojektet forventes at påbegynde. I det ene scenarie er naturen i området som i dag, og i det andet scenarie er flere af de omkringliggende naturområder omfattet af et større sammenhængende naturområde i form af en naturnationalpark i Faaborg-Midtfyn Kommune. Hvis store dele af naturområderne består af en naturnationalpark, forventer vi, at den rekreative værdi vil stige sammenlignet med værdien i dag, hvorfor en negativ påvirkning på de rekreative naturområder i dette scenarie vil medføre højere samfundsøkonomiske omkostninger. Disse omkostninger har vi udregnet til at være 218 mio. kr. Er naturen som i dag, udregner vi et samfundsøkonomisk tab af rekreative værdier på 85 mio. kr. Omkostningerne er beregnet med afsæt i et datasæt fra De Økonomiske Råd, hvori de rekreative værdier for naturområderne langs linjeføringen er prissat.

Mere rekreation som kompensation

I dag findes der ikke en praksis for, hvordan man skal kompensere for tab af rekreative værdier. I dette notat præsenterer vi en metode til kompensation, så det samme niveau af rekreative værdier i samfundet opretholdes både før og efter en vejudvidelse. Vores analyse tager højde for, at udviklingen af ny natur og dens rekreative gevinster kræver tid. Resultaterne viser, at en kompensation kan opnås ved at udlægge rekreative erstatningsområder med et større areal end arealet af de oprindelige naturområder, som mister deres rekreative værdi. Vi forudsætter, at kompensationen sker ved at udlægge erstatningsområder i nærheden af de respektive naturområder, og at man etablerer samme type natur, som er i de rekreative naturområder, man erstatter. Dette er for at sikre den samme rekreative oplevelse og værdi over tid.

**Erstatning af
rekreative værdier:
faktorforhold på
1:2,5 eller 1:1,5**

Vores resultater viser, at for at kompensere for tabet af rekreative værdier, bør erstatningsområdet være 2,5 gange større end det oprindelige område med rekreative værdier, hvis den ønskede naturtype og rekreative værdi først er fuldt udviklet efter 50 år. Dette gælder bl.a. for erstatningsområderne, der skal kompensere for tab af rekreative værdier i naturområderne ved Svanninge Bakker, Arreskov Sø og Fredskov ved Fynshav. Sagt på en mere generel måde: forringer man den rekreative værdi på 1 hektar, så bør man erstatte ved at udlægge 2,5 hektar erstatningsområde i nærheden. Hvis det nye rekreative naturområde hurtigere opnår samme naturtilstand og rekreativ værdi som det oprindelige naturområde, kan kompensationen dog ske med et lavere faktorforhold. Kan den nye naturtype og rekreative værdi genskabes fuldt ud efter 30 år, så viser vores resultater, at erstatningsområdet skal være 1,5 gange større end det tabte rekreative naturområde. Dette gælder bl.a. for erstatningsområder, der skal kompensere for tab af rekreative værdier i naturområderne ved Gammel Skov og Kistrup Skov.

**Optimalt for
samfundet at
kompensere for tab**

Vores analyse viser, at den samlede samfundsøkonomiske omkostning, ved at gennemføre en kompensation for tabet af rekreative værdier, er mellem 105 og 114 mio. kr. Med denne omkostning vil de tabte rekreative værdier blive erstattet fuldt ud på nye erstatningsområder. Omkostningsspændet for erstatningen afhænger af, om man kompenserer før tid og etablerer erstatningsområderne, før projektet påbegyndes, eller om man venter med at etablere erstatningsområder til, at projektet går i gang. Hvis man kompenserer før tid, kan man erstatte med et lavere faktorforhold og dermed opnå en lavere samfundsøkonomisk omkostning. I et scenarie hvor der er etableret en naturnationalpark langs linjeføringen, er den samfundsøkonomiske omkostning ved at opføre erstatningsområder lavere end den samfundsøkonomiske omkostning ved ikke at erstatte tabet af de rekreative værdier.

**Potentialer ved at
etablere en tunnel
ved værdifuld natur**

Der kan være et perspektiv i at etablere en tunnel gennem de mest værdifulde rekreative naturområder, som i dag findes ved Svanninge Bakker. En tunnel vil skabe et sammenhængende naturområde med positiv værdiskabelse for både dyr og mennesker. Perspektivet følger afbødehierarkiet og et princip om at afværge for skade frem for at kompensere for skade. Støjpåvirkningen i de rekreative naturområder, der er placeret langs den strækning, hvor der etableres en tunnel, vil blive reduceret betragteligt. Yderligere perspektiver i at etablere en tunnel og skabe et større sammenhængende rekreativt naturområde bliver behandlet i næste fase inden den endelige afrapportering.

**Geneomkostning
ved støj kan
afværges for
127-168 mio. kr.**

Foruden et tab af rekreative værdier har vi beregnet, at øget støjpåvirkning for huse langs hele linjeføringen har en samfundsøkonomisk omkostning på 99 mio. kr. For at afhjælpe den øgede støjpåvirkning for huse præsenterer vi afværgetiltag, der effektivt kan reducere støjen. En kombination af støjsvag asfalt på hele linjeføringen og støjafskærmning på beboelsestætte strækninger vil effektivt minimere støjpåvirkningen. Vi har beregnet, at den samlede omkostning for at afværge støjgenen for huse er i en størrelsesorden på mellem 127 mio. kr. og 168 mio. kr.

**Afværge støj og tab
af rekreative
værdier har fordele
og omkostninger**

Der er fordele og omkostninger ved at genoprette tabte rekreative naturværdier og reducere støjudsættelsen af husstande. Samfundsøkonomisk kan det godt betale sig at genoprette tabte rekreative naturværdier, hvis vi lægger til grund, at de rekreative værdier er højere i fremtiden, fx hvis der kommer en naturnationalpark. Omkostningerne ved at reducere støjudsættelsen for husstande er højere end den samfundsøkonomiske omkostning ved den gene, som husstandene udsættes for.

3. Indledning

Formålet er at analysere tab af rekreative værdier og støjpåvirkning

Notatets hovedformål er at undersøge, hvordan en vejudvidelse på Als og Fyn påvirker rekreative værdier, medfører støjgener for beboere og skaber barriereeffekter langs vejen. I forlængelse heraf er det formålet at demonstrere, hvordan skaderne kan minimeres gennem brug af forskellige løsninger til at afværge eller kompensere. Notatet vil blive anvendt som en del af en endelig afrapportering i form af en samlet bæredygtighedsanalyse af en fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Notatets indhold

Notatet er organiseret som følger. I afsnit 4 opstiller vi den linjeføring, som notatet tager udgangspunkt i. I afsnit 5 belyser vi den nuværende natursituation i projektområdet og kommer med et bud på, hvordan naturen vil udvikle sig fremadrettet. Det gør vi for at undersøge, hvilket scenarie projektområdet befinder sig i, når det mulige anlægsprojekt påbegyndes. Dette scenarie bruger vi i afsnit 6, hvor vi beregner størrelsen på tab af rekreative værdier ved en vejudvidelse i projektområdet. Dernæst analyserer vi, hvordan disse tab kan kompenseres, så der samfundsøkonomisk ikke sker et nettotab af rekreative naturværdier. I afsnit 7 beregner vi den samfundsøkonomiske geneomkostning for husstande ved et ændret støjniveau som følge af en vejudvidelse, og vi vurderer, hvordan støjen bedst muligt kan afværges. I afsnit 8 beskriver vi forskellige barriereeffekter ved en vejudvidelse. Sluttiligt er resultaterne opsummeret i afsnit 9, hvor samfundsøkonomiske omkostninger ved en vejudvidelse med og uden afværgeforanstaltninger sammenlignes.

4. Projektområde og linjeføring

Den analyserede linjeføring følger forundersøgelsen

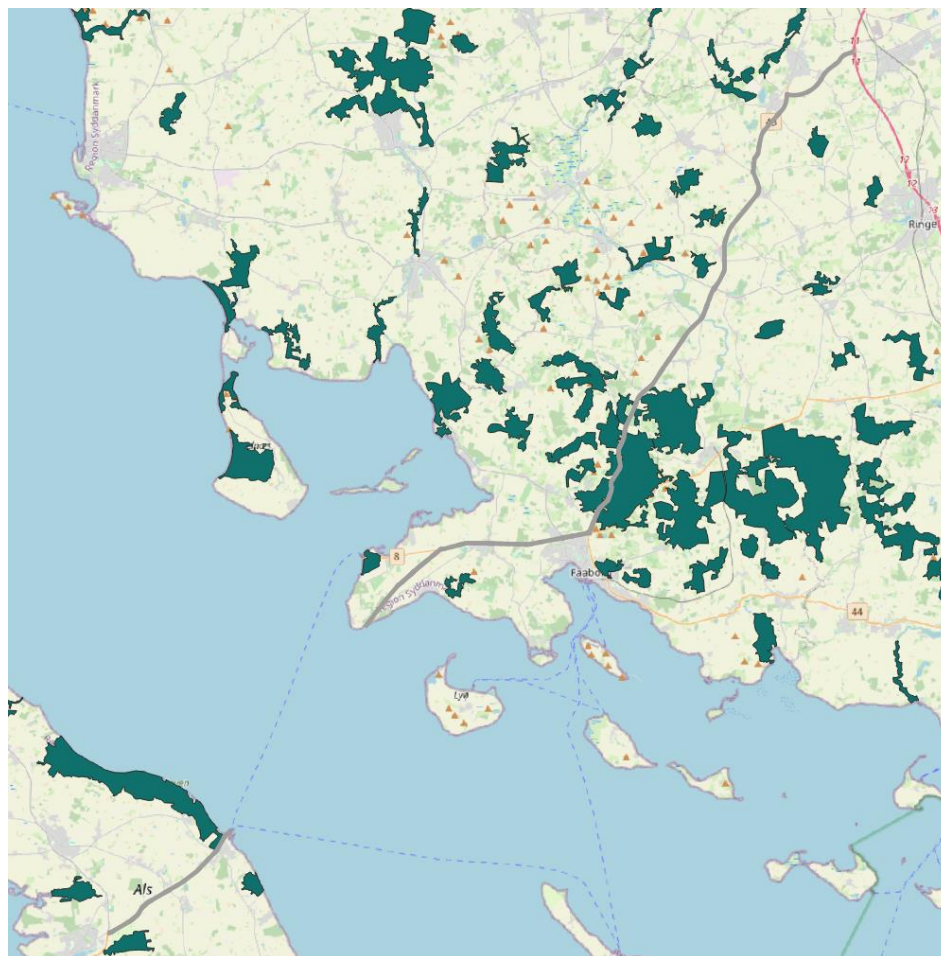
Analysen tager udgangspunkt i den linjeføring som Vejdirektoratet (2023) anvender i deres forundersøgelse. På linjeføringen kommer der vejudvidelser af eksisterende veje.¹ Det betyder, at nuværende landevej opgraderes til 2+1-landevej. Der er dog foreslået strækninger, hvor der ikke foretages vejudvidelser. Det gælder bl.a. gennem Svanninge Bakker. Forslag til strækninger, hvor der ikke foretages vejudvidelser, er ikke medregnet i dette notats analyse. Hvordan det påvirker resultaterne, beskriver vi i tabel 19 i afsnit 9.

Vi beskriver linjeføringen

Linjeføringen på Fyn starter ved Horne Næs, hvorefter den rammer Rute 8. Linjeføringen følger Rute 8 ind til Faaborg. Fra Faaborg følger linjeføringen Rute 43. På Als følger linjeføringen Rute 8. Beregningsteknisk bruger vi denne linjeføring uden foreslåede omfartsveje, da vi ikke præcist ved, hvordan omfartsvejene vil se ud. Vi medregner derfor ikke, at vejstrækningen fx går udenom Horne By eller Heden. Fordele og ulemper ved alternative linjeføringer er beskrevet i bilag 1. Linjeføringen er vist i figur 1 herunder, hvor den er optegnet med grå. De mørkegrønne områder i figur 1 viser rekreative områder.

¹ Der vil komme lidt ny vej ved Horne Næs.

Figur 1 Linjeføring og rekreative områder på Als og Fyn



Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014).

5. Naturen i projektområdet nu og i fremtiden

Mindre natur, mere landbrug i projektområdet

Sammenlignet med landsgennemsnittet har Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune en mindre andel af naturarealer og en større andel af landbrugsarealer ift. det samlede kommuneareal. I tabel 1 har vi opstillet en opgørelse over andelen af natur- og landbrugsarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune, hvilket vi sammenligner med landsgennemsnittet. Andelen af naturarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune er på hhv. 16 pct. og 22 pct, hvorimod landsgennemsnittet er på 25 pct. Af tabel 1 fremgår det også, at andelen af landbrugsarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune er hhv. 66 pct. og 63 pct. På landsgennemsnit fylder landbruget cirka 60 pct. (Danmarks Statistik, 2024).

Tabel 1 Andelen af natur- og landbrugsarealer i Danmark, Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune

Område	Hele landet	Sønderborg Kommune	Faaborg-Midtfyn Kommune
Kvadratkilometer og pct.			
Skov, natur, søer	10.562 (25 pct.)	81 (16 pct.)	141 (22 pct.)
Landbrug	25.439 (60 pct.)	326 (66 pct.)	401 (63 pct.)

Kilde: Danmarks Statistisk: tabel AREALDK.

Flere populære besøgsmaal på Fyn og Als

Til trods for relativt færre naturområder sammenlignet med landsgennemsnittet, er der populære naturområder i begge kommuner. Naturområder som fx Svanninge Bakker og Fredskov ved Fynshav er populære besøgsmaal i projektområdet. Det viser en kortlægning af danskernes brug af ca. 2.500 rekreative naturområder. Kortlægningen er udarbejdet af Bjørner og Termansen (2014), og en mere dybdegående gennemgang af denne kan ses i afsnit 7.

Ny geopark på UNESCO-liste i projektområdet ...

Desuden er et større sammenhængende naturområde i projektområdet med bl.a. Bøjden Nor, Svanninge Bakker, Svanninge Bjerger og Arreskov Sø udpeget som en ny geopark på UNESCOs liste (Geopark Det Sydfynske Øhav, 2024). For at blive godkendt som global geopark skal landskabet og geologien i området være kategoriseret som enestående (Undervisningsministeriet, 2019). Geoparkerne er ikke tænkt som fredninger (VisitOdsherred, n/d), men udpegningen illustrerer, at naturen i og omkring projektområdet har høj landskabelig værdi.

... kan føre til en øget rekreativ værdi

Et UNESCO-stempel kan skabe mere opmærksomhed om de eksisterende naturområder, hvilket kan tiltrække flere turister og muligvis øge den rekreative værdi af naturområderne i fremtiden.

Mere natur i kommunerne fremadrettet

I både Faaborg-Midtfyn Kommune og Sønderborg Kommune er der blevet etableret mere natur i løbet af de seneste år (Danmarks Statistik, 2021). Begge kommuner planlægger også i deres kommuneplaner, at naturen skal udvikles fremadrettet (Sønderborg Kommune, 2023; Faaborg-Midtfyn Kommune, 2019). Dette er bl.a. med et fokus på, hvordan naturudvikling kan bidrage til mere turisme i kommunerne.

En naturnationalpark i Faaborg-Midtfyn kan blive en realitet

Et eksempel på én af disse naturudviklinger er, at Faaborg-Midtfyn Kommune arbejder på, at der skal anlægges en naturnationalpark i kommunen (Mikkelsen, 2021). Den foreslåede placering af naturnationalparken er nord for Faaborg og omfatter et større sammenhængende naturområde med bl.a. Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger (Mikkelsen, 2021). Petersen m.fl. (2024) har i en rapport for mere, bedre og større natur i Danmark også peget på Svanninge Bakker og de nærliggende naturområder som et potentielt område, hvor der optimalt og arealmæssigt omkostningseffektivt kan komme et stort udbytte for biodiversiteten, hvis man etablerer naturområderne til ét større sammenhængende naturområde.

Flere naturnationalparker skal etableres

Det er i dag besluttet, at der skal etableres 15 naturnationalparker i Danmark, men Fyn er den eneste landsdel, hvor der ikke er planlagt en naturnationalpark. Den foreslåede naturnationalpark i Faaborg-Midtfyn Kommune er altså ikke omfattet af de allerede planlagte parker (Miljøministeriet, n/d). Dog står der i den grønne treparts "Aftale om et grønt Danmark", at parterne er enige om, at regeringen skal arbejde for at etablere fem yderligere naturnationalparker, der skal åbne senest ved udgangen af 2030 (Regeringen m.fl., 2024). Sammenholder vi denne anbefaling med kommunens egen satsning og Biodiversitetsrådets udpegnings af området peger det alt sammen i retning af, at naturområderne omkring

Svanninge Bakker potentielt set kan få en endnu større betydning og værdi i fremtiden. Hvis naturnationalparken realiseres, vil det ikke umiddelbart betyde, at naturarealet i kommunen bliver større, men at naturen og dens rekreative værdi kan blive højere, da vi forventer, at opmærksomheden på området vil blive større, hvis naturområderne er omfattet af en naturnationalpark (Mikkelsen, 2021).

Vi tager højde for et scenarie med en naturnationalpark

Vi tager højde for, hvordan den rekreative natur kan forventes at udvikle sig i projektområdet, når vi analyserer tab af rekreative værdier i afsnittet herunder. Det gør vi ved at opstille et scenarie, hvor naturnationalparken er realiseret, når anlægsprojektet forventes at gå i gang.

6. Rekreative naturværdier

Afsnittets opbygning

I det følgende afsnit beskriver vi først den økonomiske værdi af rekreative naturområder, hvilket vi bruger til at afgrænse og demonstrere, hvilken værdi vi undersøger i notatet. Derefter kortlægger vi de rekreative naturområder på Als og Fyn, som vil blive påvirket af en vejudvidelse langs linjeføringen. Vi beregner tabet af rekreative værdier ved en vejudvidelse og analyserer til sidst, hvordan disse tab kan kompenseres, så samfundet opretholder samme niveau af rekreative værdier.

Definition af rekreation

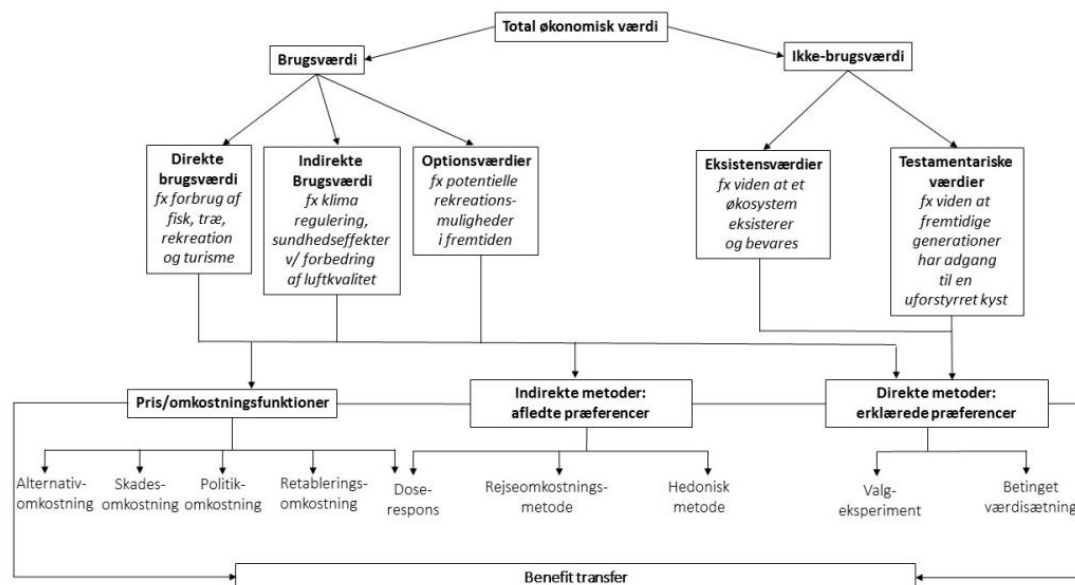
Først opstiller vi en definition af rekreation. Vi bruger samme definition som Zandersen m.fl. (2018), hvori rekreation forstås som "[...] *en fritidsaktivitet, hvor mennesker bruger deres tid på at opleve naturen. Aktiviteter kan være landbaserede aktiviteter som at gå tur, cykle, ride, motionere, plukke svampe, studere dyr og planter. Rekreation relaterer sig til alle naturarealer, hvor der er adgang.*" (Zandersen m.fl., 2018).

Rekreativsværdi kan inddeles i flere kategorier

Totaløkonomisk værdi af rekreative naturområder

Værdien af rekreative naturområder kan inddeles i forskellige kategorier (Zandersen m.fl., 2018). Vi viser de forskellige værdier i figur 2. Figur 2 giver et overblik over værdier og tilgange til værdisætning af natur- og miljøgoder. Forståelsesrammen for den totaløkonomiske værdi udgør et centralt element i værdisætning af natur- og miljøgoder. Den totaløkonomiske værdis antagelse er, at mennesker opnår forskellige værdier fra disse goder. Rammen anvendes især til at sikre, at ingen værdier overses, og at der ikke sker dobbelttælling af en værdi, hvis forskellige tilgange til værdisætning anvendes (Zandersen m.fl., 2018). I nærværende analyse medregner vi kun den direkte brugsværdi af rekreative naturområder i projektområdet. Der kan derfor være en risiko for, at vi underestimerer den fulde rekreative værdi af områderne. Vi beskriver løbende i afsnittene herunder, hvorfor vi kun har fokus på den direkte brugsværdi.

Figur 2 Oversigt over værdier og værdisætningsmetoder



Kilde: Zandersen m.fl. (2018).

Rekreation kan have brugs- og ikke-brugsværdier

Værdien af et rekreativt naturområde kan opdeles i brugsværdier og ikke-brugsværdier. Brugsværdien af et rekreativt naturområde kan igen inddeles i tre forskellige værdier: direkte brugsværdi, indirekte brugsværdi og optionsværdi, jf. figur 2. Den direkte brugsværdi udgør den værdi, der er forbundet med at bruge et naturområde til fx en gåtur eller cykeltur. Den indirekte brugsværdi omfatter indirekte effekter som fx bedre sundhed ved en forbedret luftkvalitet for nærliggende beboere til et naturområde. Slutteligt præsenterer optionsværdien den værdi, mennesker oplever ved at have muligheden for at benytte et rekreativt naturområde uden, at de nødvendigvis benytter området i dag (Zandersen m.fl., 2018).

Rekreation har en testamentarisk- og eksistensværdi

På lignende vis kan den ikke-brugsmæssige værdi af et rekreativt naturområde opdeles i to underkategorier: eksistensværdi og testamentarisk værdi, som illustreret i figur 2. Eksistensværdien reflekterer den værdi, mennesker tilskriver det at vide, at et bestemt rekreativt område eksisterer. Den testamentariske værdi repræsenterer den værdi, som mennesker tilskriver det at vide, at kommende generationer også vil kunne nyde et rekreativt naturområde (Zandersen m.fl., 2018).

Data

Vi bruger data fra et værdisætningsstudie ...

Vi udfører ikke et værdisætningsstudie af rekreative værdier i forbindelse med dette projekt. Vi anvender data fra et eksisterende værdisætningsstudie, som er udarbejdet af Bjørner og Termansen (2014). Studiet fra Bjørner og Termansen (2014) anvender en såkaldt rejseomkostningsmetode til at værdisætte værdien af 2.475 rekreative naturområder i Danmark, herunder de naturområder, som vil blive påvirket i projektområdet.

... som er baseret på rejseomkostningsmetoden

Rejseomkostningsmetoden bruges til at undersøge, hvor ofte folk besøger et givent naturområde, og hvor langt de rejser for at nå dertil. Omkostningerne og den tidsmæssige investering i transport bruges som en indirekte indikator for, hvor mange penge folk bruger på at opleve naturen. Dette afspejler således, hvor stor en værdi de mindst er villige til at tilskrive et givent naturbesøg i et givent rekreativt naturområde (Bjørner & Termansen, 2014).

Studiet finder den rekreative værdi er naturområder

Med udgangspunkt i ovenstående tilgang til at udregne et estimat for folks betalingsvillighed for at besøge et givent naturområde, finder Bjørner og Termansen (2014) den samlede rekreative værdi af et naturområde ved bl.a. at summere over antallet af personer, som potentielt kan besøge området og antallet af gange, hver af disse personer foretager en rekreativ tur.

Metoden fanger kun direkte brugsværdi

Rejseomkostningsmetoden måler kun den direkte brugsværdi af et rekreativt naturområde, som vi mennesker opnår ved at bruge naturen som et rekreativt gode. Dette skyldes, at metoden er en indirekte værdisætningsmetode baseret på folks faktiske brugsadfærd. Den anvendes, som tidligere antydte, til at afdække folks præferencer for at besøge rekreative naturområder, hvilket gør det muligt at estimere den værdi, vi tillægger vores naturoplevelser (Bjørner & Termansen, 2014).

Risiko for at undervurdere den rekreative værdi

Da metoden kun måler den direkte brugsværdi, betyder det samtidig, at dette notat ikke inkluderer den fulde værdi af rekreation. Der kan derfor være en risiko for, at vi undervurderer den samlede værdi af de rekreative naturområderne langs linjeføringen. Som før beskrevet kan der være andre værdier til stede som fx options- og eksistensværdier, som vi ikke har med i vores opgørelse af den rekreative værdi. Der findes på nuværende tidspunkt ikke et tilstrækkeligt datagrundlag for at medregne disse værdier af de rekreative naturområder i projektområdet.

Vi fremhæver en række værdier, som vi ikke medregner

Foruden en rekreativ værdi giver naturområder anledning til en række andre gevinster som fx øget turisme til lands og til vands,² CO₂-binding, grundvandsbeskyttelse og understøttelse af biodiversitet. Disse værdier medregner vi ikke. I Bjørner og Termansen (2014) er de rekreative værdier desuden baseret på danskernes adfærd. Det betyder, at lokale og danske turisternes besøg i områderne er medregnet, men udenlandske turisternes besøg i områderne er ikke medregnet. Udenlandske turisternes værdi skal som udgangspunkt heller ikke medregnes i en samfundsøkonomisk analyse, jf. Finansministeriet (2023). Det er kun den betaling, udenlandske turister giver til danskere, der har samfundsøkonomisk betydning for Danmark. Derfor ser vi ikke på udenlandske turisternes rekreative brug af områderne. Vi medregner heller ikke øvrige naturværdier som fx CO₂-binding og grundvandsbeskyttelse. Det skyldes, at der på nuværende tidspunkt ikke er tilstrækkelig viden eller et tilstrækkeligt datagrundlag for at kvantificere og værdisætte, hvordan en vejudvidelse påvirker disse værdier. Vi giver dog et bud på, hvordan vejudvidelsen påvirker biodiversiteten i området. Disse aspekter belyses i notatet: *"Bæredygtighedsanalyse – Biodiversitet på land"*.

Vi udregner tabet af rekreative værdier

Tab af rekreative værdier ved en vejudvidelse

Vi undersøger, hvordan man kan kompensere for tab af rekreative værdier, så der i samfundet opretholdes det samme niveau af rekreative værdier. Før vi kan demonstrere en mulig kompensationsløsning, skal vi først udregne størrelsen på tabet af de rekreative værdier som følge af en vejudvidelse og dermed øget støjpåvirkning.

Vejudvidelse forringer rekreative muligheder ...

Der findes i dag en række rekreative naturområder langs linjeføringen, som vil få en forringet værdi med en opgradering fra en tosporet landevej til en 2+1-landevej. Den rekreative værdi forringes, da vejopgraderingen og en fast forbindelse mellem Als og Fyn vil øge trafikmængden og dermed støjniveauet i de nærtliggende naturområder langs linjeføringen.³ Det samme gælder for øvrige rekreative områder, som ikke er naturområder, herunder bl.a. golfbanerne ved Sønderborg Golfklub og Faaborg Golfklub. Værdien af disse rekreative områder vil også blive påvirket af øget støj langs linjeføringen, men områderne er ikke omfattet

² I Bjørner og Termansen (2014) er de rekreative værdier baseret på danskernes adfærd. Det betyder, at lokale og danske turisternes besøg i områderne er medregnet. Udenlandske turisternes besøg i områderne er ikke medregnet. Udenlandske turisternes værdi skal som udgangspunkt heller ikke medregnes i en samfundsøkonomisk analyse, jf. Finansministeriet (2023). Det er kun den betaling, udenlandske turister giver til danskere, der har samfundsøkonomisk betydning. Derfor ser vi ikke på udenlandske turisternes brug af områderne.

³ Vi er opmærksomme på, at en øget trafikmængde også kan påvirke rekreative naturområder, der er placeret langs indfaldsveje, og som ikke nødvendigvis er langs den linjeføring, som vi analyserer i dette notat. Det gælder bl.a. naturområderne Kær Vestermark og Ketting Nor.

i vores datasæt for værdien af rekreative naturområder. Omkostninger forbundet med at afværge for støj på golfbanerne er beskrevet senere i afsnittet. Der kan desuden være rekreative værdier i form af lystfiskeri langs kysten, som også kan blive påvirket af øget støj. Den rekreative værdi af lystfiskeri er medregnet, hvis det foregår i de naturområder, som er vist i figur 1. Lystfiskeri uden for disse rekreative naturområder er ikke medregnet i vores analyse.

... men kan også skabe fordele i andre områder

Det er væsentligt at fremhæve, at der også kan være en række fordele ved at få trafikken væk fra nogle af de områder, der i dag oplever støj fra den nuværende trafik. Det gælder bl.a. Bøjden Nor, hvor færgerne mellem Als og Fyn i dag går i land, samt Horne og Heden, hvor der er foreslået omfartsveje. Desuden vil en fast forbindelse mellem Als og Fyn også øge tilgængeligheden til eksisterende rekreative naturområder, hvilket kan øge besøgstallet og dermed den samlede rekreative værdi af områderne.

Vi bruger støjkort fra Odsherredvejen som reference

I nedenstående afsnit udregner vi tabet af rekreative værdier, når rekreative naturområder langs linjeføringen udsættes for støj som følge af en vejudvidelse og øget trafikmængde. Vi bruger støjniveauet på Rute 21 som en referencesituation til at forudsige, hvordan støjniveauet kan forventes at udvikle sig med en vejudvidelse i projektområdet. Rute 21, også kendt som Odsherredvejen, er en 2+1-motortrafikvej og adskiller sig på visse områder fra en 2+1-landevej. Trods disse forskelle vurderer vi, at der er tilstrækkelige ligheder mellem de to vejstrækninger og vejtyper til, at støjniveauet og karakteren af støj kan betragtes som en fornuftig reference.⁴

Støjbelastning måles ud på 500 meter fra vejmidte

Baseret på støjkort fra MiljøGIS (2022) kan vi observere støj ud på 500 meter fra vejmidten langs Rute 21. Støjniveauet i denne bredde langs ruten er målt til at være 53-58 dB, jf. MiljøGIS (2022). I bilag 2 ses et udklip af støjkortlægningen på Rute 21. Grænseværdien for støj for rekreative områder i det åbne land er fastlagt til 53 dB, jf. Vejdirektoratet (2023b). De vejledende grænseværdier udtrykker den støjbelastning, der efter Miljøstyrelsens vurdering er miljømæssigt og sundhedsmæssigt acceptabel (Vejdirektoratet, 2023b). Er støjniveauet over grænseværdien, vurderer Miljøstyrelsen, at et område er støjbelastet. Vi anvender de vejledende grænseværdier til at fastsætte, hvornår et rekreativt område langs linjeføringen er støjbelastet.

Rekreative områder 500 meter fra vejmidte påvirkes

Baseret på støjkortet fra Rute 21, som vi bruger som reference, konkluderer vi, at en udvidelse af vejen i projektområdet vil resultere i, at de rekreative områder beliggende 500 meter fra vejmidten langs hele linjeføringen vil blive klassificeret som støjbelastede.

Antagelse: øget støj fjerner den rekreative værdi

I vores beregning af tabet af rekreative værdier antager vi, at den rekreative værdi forsvinder i de naturområder, der er beliggende 500 meter fra vejmidten, når de støjpåvirkes med det forventede støjniveau som følge af vejudvidelsen. Da der allerede er støj i naturområderne langs landevejen i dag, kan antagelsen om tabet af rekreative værdier ses som et overkantsskøn. Baseret på støjkort i bilag 2 er det klart, at områder tæt på vejen udsættes for mere støj end områder længere væk fra vejen, hvorfor man kan argumentere for, at tabet af rekreative værdier i områderne bør vægtes forskelligt afhængigt af afstand til vejen. Vi kender imidlertid ikke den funktionelle form for støjbelastningskurver over vejstøj og afstand til vej, hvorfor vi ikke kan opstille en vægtning af de forskellige afstande. Vi vælger at følge et forsigtighedsprincip ved at bruge samme vægt uanset afstand. Det betyder, som nævnt tidligere, at den tabte rekreative værdi som følge af vejudvidelsen skal ses som et overkantsskøn.

Vi udregner et tab af rekreative værdier ved vejudvidelse

I nedenstående tabel præsenterer vi mængden af rekreative områder, som er placeret 500 meter fra vejmidten af linjeføringen. Vi beregner det samfundsøkonomiske tab af rekreative værdier ved at multiplicere mængden af de tabte områder med områdernes rekreative

⁴ Der er på nuværende tidspunkt ikke lavet støjberegninger af den foreslåede linjeføring. Derfor bruger vi støjkortet fra en lignende vej som reference.

værdier, som vi baserer på data fra Bjørner og Termansen (2014). Vi undersøger tabets størrelse, idet vi senere undersøger, hvordan man kan kompensere for dette tab, så det sikres, at samme niveau af rekreative værdier i samfundet opretholdes.

Tabel 2 Tabt rekreativ værdi (kr./år) ved øget støjpåvirkning (500m zone på hver side af linjeføringen)

Område	Areal påvirket af støj	Rekreativ værdi pr. hektar pr. år	Tabt rekreativ værdi pr. år
	Hektar	Tusinde kr. (2024 priser justeret med real BNP og befolkningsudvikling)	Tusinde kr. (2024 priser)
Svanninge Bjerge	206	4	885
Kistrup Skov	30	5	146
Svanninge Bakker (Tyveknap)	76	20	1.479
Gammel Skov	77	4	342
Område Nordvest for Arreskov Sø	41	4	170
Køllenbjerg	1	5	7
Område ved Sallinge Å	1	7	5
Fredskov (Fynshav)	25	16	390
Område ved Mjang Dam	3	8	20
I alt	460	.	3.445

Anm.: Ved Svanninge Bakker og Bjerge forventes vejen ikke at blive udvidet, men disse områder vil stadig opleve øget støjpåvirkning på grund af den større trafikmængde.

Kilde: Egne beregninger, Bjørner og Termansen (2014), Danmarks Statistisk: tabel NAN1, PRIS116 og BEFOLK2.

Tabet af rekreation har en værdi på 3,45 mio. kr./år

Vores resultater viser, at tabet af rekreative værdier ved øget støjpåvirkning har en samlet samfundsøkonomisk omkostning på 3,45 mio. kr./år. Svanninge Bakker er, med afsæt i vores data, det naturområde langs hele linjeføringen, der har den højeste rekreative brugsværdi pr. hektar. Værdien er cirka 20.000 kr./ha/år. Herefter kommer Fredskov ved Fynshav med en værdi på cirka 16.000 kr./ha/år. Svanninge Bjerge er på den anden side det område, der vil blive påvirket mest af et øget støjniveau målt ift. mængden af påvirket areal. Støjen vil påvirke 206 ha af naturen i Svanninge Bjerge, og vi antager, som tidligere nævnt, at hele den rekreative værdi af disse 206 ha tabes som følge af den forøgede støjpåvirkning.⁵

Rekreative værdier fremskrives med udviklingen i BNP og befolkningstal

Vi opdaterer de rekreative værdier fra Bjørner og Termansen (2014) til 2024-priser og justerer dem i overensstemmelse med udviklingen i real BNP pr. indbygger og befolkningstallet i Danmark. Denne opdatering af de rekreative værdier følger retningslinjerne fra COWI (2014) og Finansministeriet (2023).

Stigende velstand øger betalingsvillighed for natur

Når vi fremskriver de rekreative værdier i datasættet ift. udviklingen i real BNP pr. indbygger, bygger det på en antagelse om, at stigende velstand vil medføre en øget betalingsvillighed for naturbesøg. Samtidig fremskriver vi værdien med befolkningsudviklingen, idet den rekreative værdi af naturområderne, som tidligere nævnt, afhænger af antallet, der besøger området, og besøgsantallet må, alt andet lige, forventes at stige i takt med et stigende befolkningstal.

⁵ Vi medregner kun påvirkning på rekreative naturområder. Landbrugsjord er ikke defineret som rekreative områder (Bjørner & Termansen, 2014). Landbrugsarealer og ikke-rekreative naturområder kan dog have en herlighedsværdi. Denne herlighedsværdi dækker bl.a. over, at det kan være flottere at kigge på en mark end et højhus eller vej, samt at den lokale landmand eller godsejer kan have en privat rekreativ værdi ved sin mark eller private skov. Hvis vi antager, at herlighedsværdien er 240 kr./ha/år (den lavest rekreative værdi målt i Bjørner og Termansen (2014)), og at udvidelsen påvirker 500 meter fra vejmidte, finder vi et samlet årligt tab på 785 tusinde kr./år for forringet herlighedsværdi for områder, der ikke er defineret som rekreative. Tabet af herlighedsværdi på marker og ikke-rekreative naturområder ville rykke resultatet i tabel 2 med cirka 20 pct. Vi medtager ikke dette tab i vores hovedkonklusioner.

Tabet af rekreation m. naturnationalpark har en værdi på 8,82 mio. kr./år

Som tidligere nævnt er der et ønske om en naturnationalpark i Faaborg-Midtfyn Kommune. I et fremtidigt scenarie hvor en naturnationalpark kan blive en realitet, finder vi, at tabet af rekreative værdier stiger til en samlet omkostning på 8,82 mio. kr./år. Tabet af rekreative værdier stiger, fordi vi forventer, at en naturnationalpark, der omfatter Svanninge Bjerger, Svanninge Bakker, Kistrup Skov, Gammel Skov og naturområdet nordvest for Arreskov Sø, samlet set vil øge den rekreative værdi af naturområderne sammenlignet med den nuværende situation. En påvirkning af naturområderne i et scenarie hvor der er skabt en naturnationalpark, har derfor en større samfundsøkonomisk omkostning.

Den rekreative værdi øges med en naturnationalpark

Vi antager, at den rekreative værdi for alle fem naturområder, der kan blive en del af en naturnationalpark, vil svare til den rekreative værdi, der i dag findes i Svanninge Bakker. Svanninge Bakker har en rekreativ værdi på cirka 20.000 kr./ha/år. Dette er den højeste rekreative værdi i projektområdet. Det er svært at vurdere om en realiseret naturnationalpark vil føre til højere/lavere værdi for de områder, der vil blive omfattet. Vi vurderer dog, at et sammenhængende naturområde, alt andet lige, vil øge den rekreative værdi for de områder, der er omfattet af parken, og vi bruger altså værdien af Svanninge Bakker som referenceværdi for hele naturnationalpark. Opsætningen og resultaterne i dette scenarie fremgår af tabel 3 nedenfor. Tabets størrelse i dette scenarie anvendes senere i analysen til at udregne, hvordan man kan kompensere for tab af rekreative værdier, hvis der ved anlæggets startperiode er etableret en naturnationalpark i området.

Tabel 3 Tabt rekreativ værdi (kr./år) ved øget støjpåvirkning, hvis en naturnationalpark realiseres (500m zone på hver side af linjeføringen)

Område	Areal påvirket af støj	Rekreativ værdi pr. hektar pr. år	Tabt rekreativ værdi pr. år
	Hektar	Tusinde kr. (2024-priser justeret med real BNP og befolkningsudvikling)	Tusinde kr. (2024-priser)
Svanninge Bjerger	206	20	4.029
Kistrup Skov	30	20	581
Svanninge Bakker (Tyveknap)	76	20	1.479
Gammel Skov	77	20	1.513
Område Nordvest for Arreskov Sø	41	20	799
Køllenbjerg	1	5	7
Område ved Sallinge Å	1	7	5
Fredskov (Fynshav)	25	16	390
Område ved Mjang Dam	3	8	20
I alt	460	.	8.824

Anm.: Ved Svanninge Bakker og Bjerger forventes vejen ikke at blive udvidet, men disse områder vil stadig opleve øget støjpåvirkning på grund af den større trafikmængde. I beregningen har vi antaget, at Svanninge Bjerger, Kistrup Skov, Gammel Skov og området ved Arreskov Sø, som vil blive en del af en mulig naturnationalpark, vil opnå samme rekreative værdi, som den værdi Svanninge Bakker har i dag.

Kilde: Egne beregninger, Bjørner og Termansen (2014), Danmarks Statistisk: tabel NAN1, PRIS116 og BEFOLK2.

Nutidsværdi af tabt rekreation: 85-218 mio. kr.

De tabte rekreative værdier i tabel 2 og tabel 3 er angivet i tabt værdi pr. år. Vi udregner nutidsværdien af at tabe denne værdi af rekreation i området om året. Nutidsværdien af de tabte rekreative værdier for scenariet med naturen som i dag og scenariet med en naturnationalpark er på hhv. 85 mio. kr. og 218 mio. kr. Nutidsværdien er beregnet med en tidshorisont på 50 år og følger vejledningen fra Finansministeriet (2023), hvor de årlige tab af rekreative værdier tilbagediskonteres med en diskonteringsrente på 3,5 pct. i år 0-35 og en diskonteringsrente på 2,5 pct. i år 36-50. Nutidsværdierne er opsummeret i tabel 4

nedenfor. Vi finder, at størrelsen på de samfundsøkonomiske omkostninger ved tab af rekreative værdier i høj grad afhænger af naturbaselinen ved projektets start.

Tabel 4 Nutidsværdi af tabte rekreative værdier i to forskellige scenarier

Case	Nutidsværdi af tabte rekreative værdier (mio. kr. i 2024-priser)
Rekreative værdier 500m fra vejmidte i et scenarie med nuværende natur	85
Rekreative værdier 500m fra vejmidte i et scenarie med en naturnationalpark	218

Anm.: Nutidsværdien er beregnet med en tidshorison på 50 år og følger vejledningen fra Finansministeriet (2023). De årlige tab af rekreative værdier tilbagediskonteres med en diskonteringsrente på 3,5 pct. i år 0-35 og 2,5 pct. i år 36-50.
Kilde: Egne beregninger.

Vi kompenserer med erstatningsområder

Kompensation for tab af rekreative værdier

I følgende afsnit giver vi et bud på, hvordan man kan kompensere for tabet af rekreative værdier. Præmissen i analysen er, at de tabte rekreative værdier skal genskabes på nye erstatningsarealer. Disse arealer kalder vi for "erstatningsområder". Vi anbefaler, at erstatningsområderne udlægges i nærheden af de eksisterende naturområder, og at samme naturtype og -oplevelse, som er på de naturområder, hvor den rekreative værdi forringes, bliver genskabt. Tankegangen bag en sådan erstatning følger principperne for erstatningsnatur, som er et redskab inden for det såkaldte afbødehierarki.⁶

Det tager tid at udvikle ny natur og ny rekreativ værdi

Det tager tid for ny natur at udvikle sig (Nygaard m.fl., 2018), og erstatningsområderne vil først få et naturudtryk som de eksisterende naturområder langs linjeføringen efter en årrække. Det samme gør sig gældende for den rekreative værdi. Den fulde rekreative værdi af et nyt naturområde opnås ikke den dag, hvor arealet etableres, men over en årrække efterhånden som naturen udvikler sig (De Økonomiske Råd, 2014). Dog forventer vi, at der opstår en rekreativ værdi allerede i det år, hvor tidligere landbrugsjorder overgår til rekreative naturområder. Hvordan vi tager højde for dette, beskriver vi længere nede i afsnittet.

Antagelse: den rekreative værdi følger naturens udvikling

I vores analyse tager vi højde for, at den rekreative værdi udvikler sig over tid. Det gør vi ved at tage udgangspunkt i tidshorisonen for at genskabe den naturtype, der primært er repræsenteret i de berørte naturområder. Tidshorisonen for at udvikle den respektive naturtype bruger vi til at vurdere, hvornår den fulde rekreative værdi kan forventes at være opnået på erstatningsområderne. Vi antager således, at den rekreative værdi af erstatningsområderne følger naturens udvikling. I tabel 5 har vi opstillet den primære naturtype i de rekreative naturområder og en gennemsnitlig forventet tidshorison for, hvornår denne naturtype kan forventes at være udviklet. Tidshorisonerne er gennemsnitsbetragtninger og kan variere fra område til område.

⁶ Ifølge afbødehierarkiet bør skadelige påvirkninger reduceres ved først og fremmest at 'undgå' negative påvirkninger, og herefter ved at udføre tiltag, der i prioriteret rækkefølge 'minimerer', 'genopretter' og 'kompenserer' for skaderne. Erstatningsnatur er et kompenserende tiltag (Nygaard m.fl., 2018).

Tabel 5 Primære naturtype i de rekreative naturområder og gennemsnitlig tidshorisont for udvikling af naturtypen

Område	Naturtype	Tidshorisont for at udvikle naturtypen (antal år efter etablering)
Svanninge Bjerger	Græsningsskov	30
Kistrup Skov	Løvskov	30
Svanninge Bakker (Tyveknap)	Surt overdrev	50
Gammel Skov	Løvskov	30
Område Nordvest for Arreskov Sø	Elle- og askeskov/eng/mose	50
Køllenbjerg	Mose	50
Område ved Sallinge Å	Eng/mose	50
Fredskov (Fynshav)	Bøg på muld/elle- og askeskov	50
Område ved Mjang Dam	Eng/mose	50

Anm.: Tidshorisonten er gennemsnitsbetragtninger og kan variere fra område til område.

Kilde: MiljøGIS (2023), Nygaard m.fl. (2018), De Økonomiske Råd (2014), Naturstyrelsen (n/d) og egne vurderinger.

Vi sammenligner rekreative gevinster i to scenarier

For at sikre det samme niveau af rekreative værdier før og efter en vejudvidelse udregner vi et faktorforhold mellem det areal, hvor den rekreative værdi forsvinder, og det areal, hvor den rekreative værdi skal erstattes. Det gør vi ved at sammenligne de rekreative gevinster pr. hektar i de to følgende scenarier:

- 1) Et nulscenarie: De rekreative værdier forbliver i naturområderne langs linjeføringen og er ens i alle årene, når de ikke bliver negativt påvirket af fx en vejudvidelse.
- 2) Et alternativscenarie: De rekreative gevinster genskabes på erstatningsområder og stiger over tid for på et givent tidspunkt at opnå den fulde rekreative værdi. Tidshorisonten for naturudviklingen, som er opstillet i tabel 5, angiver det år, hvor vi forventer, at den fulde rekreative værdi er genskabt på erstatningsområderne.

Begrænset viden om, hvordan rekreative værdier udvikler sig over tid

Der er begrænset viden om, hvordan rekreative gevinster udvikler sig over tid på et nyetableret naturområde. Vi antager, at værdien stiger lineært i takt med forbedringen af naturtypens tilstand. Derudover finder vi det også realistisk at antage, at der er en rekreativ værdi i etableringsåret, da nye erstatningsområder ofte etableres på tidligere landbrugsarealer, som ikke har været åbne for offentligheden og som ikke har en samfundsmæssig rekreativ værdi (Bjørner & Termansen, 2014). I året for etablering af erstatningsområderne, åbnes områderne for offentligheden, og selvom naturen ikke er udviklet, vil det fx være muligt at lufte hunden, gå en tur, løbe en tur eller benytte det nu tilgængelige område til andre rekreative formål.

Vi antager, at der er en rekreativ værdi i år 0 ...

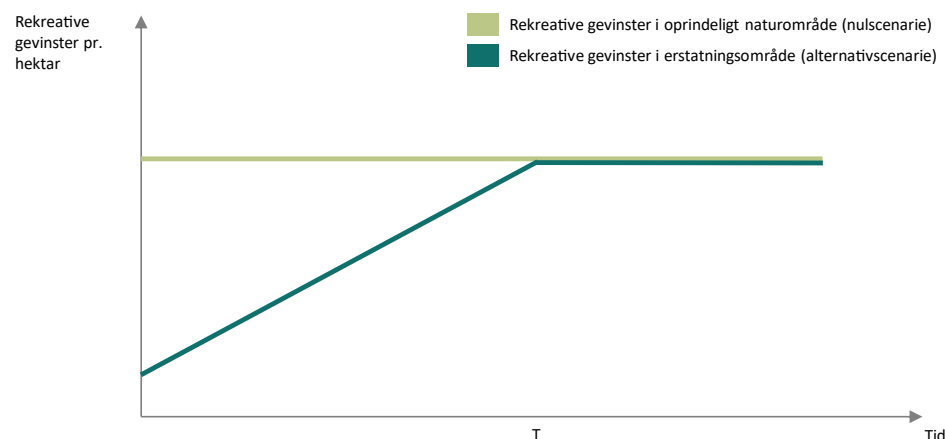
Vi har overvejet to metoder til at indregne dette perspektiv: 1) fastsætte den samme rekreative værdi i år 0 for alle områder, og 2) fastsætte en procentdel af den fulde rekreative værdi, som på sigt skal opnås på erstatningsområderne. Metode 1 antager, at nyåbnede områder har en ensartet rekreativ værdi, uanset fremtidige mål for den rekreative gevinst. Den rekreative gevinst vil være afspejlet af erstatningsområdernes landskabelige og naturmæssige udtryk, som altså må forventes at være ens, da områderne er helt nyetablerede naturområder, hvor der før var landbrugsjorder. Ulempen ved metode 1 er, at den ikke tager højde for placeringen af erstatningsområderne eller den langsigtede rekreative værdi, som man skal genskabe på området. Vi finder det væsentligt at have disse forhold med, hvorfor vi vælger metode 2. Metode 2 indfanger nemlig præmissen om, at de rekreative erstatningsområder bør placeres tæt på de eksisterende områder, som skal erstattes. I datasættet for den rekreative værdi af naturområder fra Bjørner og Termansen (2014) ser vi, at placeringen af naturområderne har stor indflydelse på områdernes rekreative værdi.

Placeringen påvirker antallet af besøgende og dermed den samlede rekreative værdi. Disse forhold understreger, at et nyåbnet område kan have forskellige værdier afhængigt af, hvor de er placeret i forhold til nærliggende byer eller andre naturområder, til trods for, at naturudtrykket i det første år er mere eller mindre ens. Fx ser vi i tabel 2, at den rekreative værdi af Svanninge Bakker og Gammel Skov er forskellig, hvilket bl.a. påvirkes af, at der er flere, som besøger Svanninge Bakker. Hvis man udlægger et erstatningsområde i forlængelse af Svanninge Bakker, forventer vi også, at den rekreative værdi ved åbningen af det nye område er højere end den rekreative værdi ved åbningen af et erstatningsområde i forlængelse af Gammel Skov, idet flere besøgende, alt andet lige, også må forventes at benytte det nye område ved Svanninge Bakker til trods for, at naturudtrykket i de første år må være relativt ens. Dette aspekt fanger vi ved at fastsætte en procentdel af den fulde rekreative værdi, som erstatningsområdet erstatter.

... som er 10 pct. af den ønskede rekreative værdi

Der findes ikke viden i litteraturen om, hvilken rekreativ værdi et nyåbnet naturområde har i det år, hvor området overgår fra landbrug til natur.⁷ Vi vælger derfor at følge et forsigtighedsprincip og relativt lavt skøn med en fastsættelse af en rekreativ værdi på 10 pct. af den fulde rekreative værdi i de eksisterende naturområder, som erstatningsområderne etableres i forlængelse af. Den ønskede rekreative værdi pr. hektar er den værdi, der findes i det oprindelige rekreative naturområde, og som på sigt vil opstå på erstatningsområderne, når naturen er fuldt genskabt. Året for hvornår vi forventer, at dette vil ske, viste vi i tabel 5. Antagelserne for udviklingstendenserne ses i figur 3 herunder.

Figur 3 Udvikling af rekreative gevinster i nulscenarie og alternativscenarie



Kilde: Egen tilvirkning.

Præmis: nutidsværdien af de rekreative gevinster skal genskabes ...

Vi udregner nutidsværdien (NV) af de rekreative gevinster i de to scenarier. Det gør vi for samtlige af de rekreative naturområder og deres respektive erstatningsområder. Vi sammenligner nutidsværdierne og opskalerer arealet på erstatningsområdet indtil, at de rekreative gevinster på erstatningsområdet er lig de rekreative gevinster i naturområdet i nulscenariet. Det giver os følgende betingelse, som skal være opfyldt for nutidsværdien (NV) af de rekreative gevinster:

$$NV_{\text{erstatningsområde}} = NV_{\text{oprindeligt område}} \quad (1)$$

... for at opretholde samme niveau af rekreative værdier

Er ovenstående betingelse opfyldt, vil etableringen af erstatningsområdet sikre, at der ikke sker et samlet tab af rekreative værdier i samfundet, når vejudvidelsen forringer de

⁷ Dette er et muligt forskningsområde, hvor der kan skabes ny viden. Der findes tidligere husprisanalyser, som viser, at huspriser påvirkes positivt af nye skovrejsningsprojekter (se fx Anthon & Thorsen (2002) og Damgaard & Erichsen (2000)). I Damgaard og Erichsen (2000) finder de en positiv effekt på huspriserne allerede i planlægningsperioden. Stigningen i huspriserne i de to studier afspejler dog en forventet nytte af naturområderne over tid og ikke nødvendigvis den faktiske nytte og værdi, som området har i selve åbningsåret. Størrelsen på denne værdi og hvordan den udvikler sig over tid, mangler der viden om.

rekreative værdier i naturområderne langs linjeføringen. Nutidsværdien (NV) er beregnet med en tidshorizont på 50 år og følger vejledningen fra Finansministeriet (2023), hvor de årlige gevinster tilbagediskonteres med en diskonteringsrente på 3,5 pct. i år 0-35 og en diskonteringsrente på 2,5 pct. i år 36-50.

Faktorforhold til erstatning på 1:2,5 og 1:1,5

De faktorforhold, der sikrer, at betingelsen i (1) er opfyldt, er vist i tabel 6 herunder. Faktorforholdene bestemmes alene af forholdet mellem de tilbagediskonterede gevinster i de to scenarier, og vi ser, at tidshorizonten for, hvornår den fulde rekreative værdi opnås, er det afgørende element for faktorforholdets størrelse. Er der en længere tidshorizont for, hvornår den rekreative værdi er fuldt opnået, skal tabet af rekreative værdier kompenseres med et større areal i erstatningsområdet. Vores resultater viser, at naturtyper, hvor vi først kan forvente at få en fuld rekreativ værdi i år 50, skal erstattes i et 1:2,5-forhold. Det betyder, at der for hver hektar af rekreative gevinster, der tabes i det eksisterende naturområde, så skal der erstattes med 2,5 hektar nyt rekreativt erstatningsområde for at sikre samme niveau af rekreative gevinster over tid. Hvis den rekreative værdi forventes at være fuldt opnået efter 30 år, så skal man erstatte i et faktorforhold på 1:1,5. Det lavere faktorforhold skyldes vores antagelse om, at den fulde rekreative gevinst opnås tidligere på de erstatningsområder, hvor naturtypen har en hurtigere udviklingstrend. For at kompensere for de år, hvor den rekreative værdi ikke er fuldt opnået, udlægger man i begge cases et større areal end det tabte areal.

Faktorforhold afhænger af naturens udvikling

Som det fremgår af resultaterne, så afhænger arealstørrelsen på erstatningsområdet ikke af den rekreative værdi, der er i de naturområder, som skal erstattes. Det ser vi fx ved, at faktorforholdet er ens mellem Svanninge Bakker og området ved Mjang Dam, til trods for, at de har forskellige rekreative værdier, jf. tabel 2. At disse områder har samme faktorforhold skyldes, at udviklingen i den naturtype, der skal etableres på erstatningsområderne, er antaget at være ens. Desuden er analysen sat op om en præmis om, at erstatningsområderne udlægges i nærheden til det eksisterende område, som skal erstattes, og at den rekreative værdi på erstatningsområderne derfor over tid opnår samme værdi som det eksisterende naturområde. Det betyder dermed også, at der er forskel på den rekreative værdi, som vi forventer, at erstatningsområderne for fx Svanninge Bakker og Mjang Dam vil få.

Resultaterne stemmer overens med praksis for erstatningsnatur

Størrelsen på faktorforholdene stemmer fint overens med det faktorforhold, der typisk anvendes i forbindelse med erstatningsnatur, hvor man erstatter for tab af natur ved fx større anlægsprojekter eller infrastrukturprojekter. I disse cases anvender man ofte et faktorforhold på 1:2 (Nygaard m.fl., 2018).

Tabel 6 Faktorforhold til erstatning af tab af rekreative værdier i naturområderne

Område	Faktorforhold
Svanninge Bjerger	1:1,5
Kistrup Skov	1:1,5
Svanninge Bakker (Tyveknap)	1:2,5
Gammel Skov	1:1,5
Område Nordvest for Arreskov Sø	1:2,5
Køllenbjerg	1:2,5
Område ved Sallinge Å	1:2,5
Fredskov (Fynshav)	1:2,5
Område ved Mjang Dam	1:2,5

Anm.: Faktorforholdene er afrundet til hele halve i tabellen. I den senere beregning af omkostningen ved at etablere erstatningsområderne bruger vi de præcise faktorforhold uden afrunding.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014)

Erstatter 10 år før projektstart: lavere faktorforhold

Vi tager ovenstående analyse et skridt videre og undersøger, om der kan være et perspektiv i at kompensere for tab af rekreative værdier før tid. Vi opstiller samme analyse set-up som ovenfor, men hvor erstatningsområdet nu etableres 10 år før projektet påbegyndes. Det betyder, at den ønskede rekreative værdi vil opstå 10 år tidligere i projektførløbet, og at der, 10 år inden projektet begyndes, allerede er rekreative gevinster på erstatningsområderne. Vores resultater for denne analyse er vist i tabel 7, og vi ser, at faktorforholdet kan reduceres, hvis man udlægger erstatningsområder før tid. De områder, der skal genskabe en naturtype, som har en udviklingshorisont på 30 år, skal nu erstattes i et faktorforhold på 1:1. Udvikler naturtypen sig først til den ønskede værdi efter 50 år, så skal man erstatte med et areal i et faktorforhold på 1:1,5. De lavere faktorforhold afspejler, at der i en periode på 10 år er mulighed for at få rekreative gevinster på et nyt rekreativt erstatningsområde samtidigt med, at de eksisterende rekreative naturområder endnu ikke er udsat for øget støj.

Tabel 7 Faktorforhold til erstatning af tab af rekreative værdier i naturområderne ved anlæg af erstatningsområde 10 år før projektets start

Område	Faktorforhold
Svanninge Bjerger	1:1
Kistrup Skov	1:1
Svanninge Bakker (Tyveknap)	1:1,5
Gammel Skov	1:1
Område Nordvest for Arreskov Sø	1:1,5
Køllenbjerg	1:1,5
Område ved Sallinge Å	1:1,5
Fredskov (Fynshav)	1:1,5
Område ved Mjang Dam	1:1,5

Anm.: Faktorforholdene er afrundet til hele halve i tabellen. I den senere beregning af omkostningen ved at etablere erstatningsområderne bruger vi de præcise faktorforhold.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014)

Vi undersøger omkostningerne for erstatningsområder

Vi bruger ovenstående faktorforhold til at undersøge, hvilken samfundsøkonomisk omkostning, der er forbundet med at erstatte for tab af rekreative værdier. Disse omkostninger er beskrevet i afsnittet herunder.

Samfundsøkonomiske omkostninger ved at kompensere for tabte rekreative værdier

Og opstiller arealstørrelserne

I det følgende afsnit undersøger vi, hvilken samfundsøkonomisk omkostning, der er forbundet med at etablere erstatningsområder og genskabe samme rekreative gevinster, som går tabt ved en vejudvidelse. Baseret på arealstørrelsen af de rekreative naturområder, hvor den rekreative værdi forsvinder, og de faktorforhold, som vi har vist i tabel 6 og tabel 7, kan vi udregne arealet for erstatningsområderne, der sikrer, at samme niveau af rekreative gevinster opretholdes i samfundet. Disse arealstørrelser er vist herunder.

Tabel 8 Arealstørrelse på oprindeligt naturområde med tabte rekreative værdier og erstatningsområder med etablering i år 0 eller 10 år før projektets start

Område	Tabt areal med rekreative værdier	Erstatningsområde med rekreative værdier	Erstatningsområde med rekreative værdier
	<i>Rekreativ natur 500 meter fra vejmidte</i>	<i>Etablering af erstatningsområder i år 0 ved projektets start</i>	<i>Etablering af erstatningsområder 10 år før projektets start</i>
	<i>(hektar)</i>	<i>(hektar)</i>	<i>(hektar)</i>
Svanninge Bjerge	206	354	228
Kistrup Skov	30	51	33
Svanninge Bakker (Tyveknap)	76	177	111
Gammel Skov	77	133	86
Område Nordvest for Arreskov Sø	41	96	60
Køllenbjerg	1	3	2
Område ved Sallinge Å	1	2	1
Fredskov (Fynshav)	25	58	36
Område ved Mjang Dam	3	6	4
Areal i alt	460	880	560

Kilde: Egne beregninger.

Omkostninger til etablering afhænger af naturtypen

For at udregne den samlede omkostning til at etablere erstatningsområder anvender vi overslagsestimater for etableringsomkostningen for den naturtype, som skal etableres på erstatningsområderne. Naturtypen i erstatningsområdet er baseret på den naturtype, som er mest repræsenteret i de respektive naturområder, hvor de tabte rekreative værdier skal erstattes. Naturtyperne blev præsenteret i tabel 5. Orbicon har udarbejdet et katalog over omkostninger ved etablering af nye naturområder (Espensen m.fl., 2018). Vi fremskriver disse overslagspriser til et 2024-niveau og opregner fra producentpriser til forbrugerpriser vha. nettoafgiftsfaktoren på 1,28 (Finansministeriet, 2023). Dette gør vi for at kunne sammenligne de samfundsøkonomiske omkostninger ved at etablere erstatningsområderne med de samfundsøkonomiske omkostninger ved tab af rekreative værdier. De rekreative værdier er, som tidligere nævnt, nemlig baseret på naturbesøgendes betalingsvillighed, hvilket betyder, at værdierne er opgjort i forbrugerpriser. I den samfundsøkonomiske analyse skal gevinster og omkostninger måles i samme prisniveau for at kunne sammenlignes (Finansministeriet, 2023).

Vi bruger Orbicons overslagsestimater

Med afsæt i Orbicons overslagsestimater anvender vi en etableringsomkostning for enge, moser og overdrev på cirka 116.000 kr./ha (i forbrugerpriser og 2024-prisniveau). For løvskov og løvskovsbryn anvender vi en etableringsomkostning på cirka 39.000 kr./ha, hvilket er den referenceomkostning, som Landbrugsstyrelsen (2024a) anvender. Skovdyrkerne (n/d) skriver på deres hjemmeside, at et tilskud på denne størrelse ofte dækker alle etableringsomkostninger.

**Vi medregner tabt
produktion som en
offeromkostning ...**

Vi medregner desuden en offeromkostning ved tab af alternative anvendelsesmuligheder på de arealer, hvor erstatningsområderne etableres. Vi forventer, at erstatningsområderne vil, som det også er gældende for erstatningsnatur, blive udlagt på landbrugsjorder. De årlige offeromkostninger afspejler således tabt værdiskabelse i form af tabt landbrugsproduktion. Vi bruger forpagtningsprisen i Region Syddanmark som et estimat for denne værdi. Espensen m.fl. (2018) fremhæver, at erstatningsnatur oftest udlægges på landbrugsjorder af ringere kvalitet. De kategoriserer landbrugsjorder i indeks, hvor de bedste landbrugsjorder får indeks 100. Espensen m.fl. (2018) skriver, at erstatningsnatur ofte etableres på jorder med indeks 65.⁸ Vi medregner 65/100 af forpagtningsprisen for at få et retvisende niveau af offeromkostningen. Baseret på disse trin får vi en årlig offeromkostning ved tab af landbrugsproduktion på cirka 2.800 kr./ha. I Petersen m.fl. (2024) udregner de også samfundsøkonomiske omkostninger ved omlægning af landbrug til større sammenhængende naturområder. Petersen m.fl. (2024) medregner en landsgennemsnitlig offeromkostning ved tabt produktion fra landbrug på cirka 2.500 kr./ha. Vi vurderer derfor, at vores estimat stemmer fint overens med lignende samfundsøkonomiske analyser, hvor landbrugsjorder udtages til naturformål.

**Vi opsummerer
enhedspriserne for
etablering**

I tabel 9 viser vi de omkostningsniveauer, som vi anvender til at beregne den samfundsøkonomiske omkostning ved etablering af erstatningsområderne. Omkostningen til etablering afhænger af den naturtype, som skal genskabes på de rekreative erstatningsområder.

Tabel 9 Samfundsøkonomiske enhedsomkostninger forbundet med at etablere erstatningsområder

Erstatningsområde for:	Naturtype	Offeromkostning	Etableringsomkostning
<i>Område med tabte rekreative værdier</i>	<i>Primære type</i>	<i>(kr./ha/år)</i>	<i>(kr./ha)</i>
Svaninge Bjerge	Græsningsskov	2.770	38.700
Kistrup Skov	Løvskov	2.770	38.700
Svaninge Bakker (Tyveknap)	Surt overdrev	2.770	116.400
Gammel Skov	Løvskov	2.770	38.700
Område Nordvest for Arreskov Sø	Elle- og askeskov/eng/mose	2.770	116.400
Køllenbjerg	Mose	2.770	116.400
Område ved Sallinge Å	Eng/mose	2.770	116.400
Fredskov (Fynshav)	Bøg på muld/elle- og askeskov	2.770	38.700
Område ved Mjang Dam	Eng/mose	2.770	116.400

Anm.: Omkostninger forbundet med etablering af mose, enge og overdrev inkluderer bl.a. lukning af grøfter, lukning af dræn, afgravning, afløb til sikring af vandstandsforhold, gravning, jordflytning, udplanering (Espensen m.fl., 2018).

Kilde: Espensen m.fl. (2018), Landbrugsstyrelsen (2024a), Skovdyrkerne (n/d), Danmarks Statistik: tabel LPRIS37, Finansministeriet (2023) og egne beregninger.

**Ressourcer til pleje
medregnes ikke**

Der kan være flere omkostninger forbundet med etablering af de nye erstatningsområder, som vi ikke medregner i analysen. Det gælder bl.a. pleje og vedligehold af områderne. Dette

⁸ I Espensen m.fl. (2018) beskriver de, at der "siden marginaljordsdebatten og vandmiljøplanerne i 1980'erne er indarbejdet en praksis, hvorefter jordens arealpris indekseres efter den tilstand, arealet er i, mht. dyrkning eller natur. Det fungerer sådan, at egnens bedste dyrkningsjord sættes til indeks 100. Vandspejl tildeles den laveste værdi, indeks 10. Sumparealer og våd eng indeks 15-20. Vedvarende græsarealer sættes til indekseværdier mellem 25-45, mens vandlidende omdriftsarealer starter ved indeks 50 og opefter, afhængigt af bonitet, størrelse, tilgængelighed mv."

er vigtige tiltag for at sikre den naturudvikling og rekreative værdi, man sigter mod på de nye erstatningsområder. Denne omkostning er både i baseline og i projektet, hvorfor vi ikke medregner den her. Vi anbefaler dog monitorering af de nye erstatningsområder. Dette vil medføre en ekstra omkostning. Omkostningsniveauet på monitorering er usikkert og varierer fra område til område. Orbicon skønner 1.000 kr./ha i de første 10 år (Espensen m.fl., 2018).

Vi antager, at der ikke sker ændringer i EU-støtte

I vores analyse tager vi udgangspunkt i det danske samfund. I ændringen af arealanvendelsen skal vi derfor også tage højde for ændringer i tilskudspuljer fra EU til Danmark (Finansministeriet, 2023). I dag udgør den såkaldte grundbetaling en stor del af tilskudspuljen fra den fælles landbrugspolitik (CAP). Grundbetalingen er på cirka 1.900 kr./ha og kan som udgangspunkt tildeles til alle dyrkede landbrugsarealer (Landbrugsstyrelsen, 2024b). Når arealerne overgår fra landbrug til naturområder, vil grundbetalingen som udgangspunkt bortfalde. En bortfalden grundbetaling vil i vores scenarie være klassificeret som en offeromkostning. Vi vælger dog imidlertid ikke at medregne et tab af grundbetaling, da det er forventeligt, at en større andel af midlerne i CAP i årene fremover vil blive prioriteret til miljø-, klima- og biodiversitetsformål (Petersen m.fl., 2024). Vi vurderer, at det er et realistisk scenarie, at midlerne også prioriteres til miljø-, klima- og biodiversitetsformål, når nærværende projekt påbegyndes. Vi gør os dermed den antagelse, at støtteniveauet svarende til grundbetalingen kan bibeholdes, når erstatningsområderne udlægges.

Omkostningerne vægtes højere, desto tidligere de opstår

Som tidligere nævnt undersøger vi perspektivet i at udlægge erstatningsområderne 10 år før, at infrastrukturprojektet påbegyndes og skaderne på de rekreative værdier opstår. Vi ser i tabel 8, at man ved tidlig indsats kan kompensere med en lavere arealmængde og stadig opretholde samme niveau af rekreative gevinster over tid. Dette skyldes, at man fremrykker året for, hvornår den fulde rekreative værdi er opnået, og at man i 10 år både har de eksisterende naturområder og de nye erstatningsområder. Omkostningerne forbundet med at etablere erstatningsområderne vil dog på den anden side få en højere vægtning, når den samlede nutidsværdi for omkostningerne beregnes. Det skyldes, at den samfundsøkonomiske analyse vægter fremtidige værdier/konsekvenser lavere end nutidige værdier/konsekvenser. Dette følger princippet om at diskontere et tiltags gevinster og omkostninger (Finansministeriet, 2023).

Vi udregner nutidsværdien af omkostningerne

Vi udregner den samlede nutidsværdi for omkostningerne præsenteret i tabel 9. Dette gør vi med en tidshorisont på 50 år, og vi følger vejledningen fra Finansministeriet (2023), som tidligere blev beskrevet. For omkostninger der falder før, at projektet påbegyndes, frem skriver vi med 3,5 pct. til projektets startår. Nutidsværdien af disse omkostninger er vist i tabel 10 herunder.

Tidlig erstatning mindsker areal, men øger enhedsomkostning

Der er ikke stor forskel på de samfundsøkonomiske omkostninger ift., om man kompenserer før tid eller ved projektets start. Hvis man kompenserer før tid, kan man udlægge en lavere mængde erstatningsområder som compensation. Etableringsomkostninger og offeromkostninger for dog imidlertid en højere vægtning i den samfundsøkonomiske beregning, desto tidligere, at de opstår. Det følger princippet i diskontering.

Nutidsværdien er mellem 105 og 114 mio. kr.

Den samfundsøkonomiske omkostning forbundet med at erstatte for tab af rekreative værdier har vi beregnet til at være mellem 105 mio. kr. og 114 mio. kr., afhængigt af, om man kompenserer før skaderne opstår, eller om man venter til projektet påbegyndes. Tabet af rekreative værdier forventes at blive genskabt på nye erstatningsområder, hvis man udlægger et større areal, end det der går tabt. Resultatet af dette afspejler, at det tager tid før, at den fulde rekreative værdi er opnået på nye naturområder. For at kompensere for dette, skal man udlægge et større areal.

Table 10 Nutidsværdien af de samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved at etablere erstatningsområder

Erstatningsområde for:	Samfundsøkonomisk omkostning til etablering (anlæg i år 0)	Samfundsøkonomisk omkostning til etablering (anlæg 10 år før tid)
<i>Område med tabte rekreative værdier</i>	<i>Nutidsværdi i mio. kr.</i>	<i>Nutidsværdi i mio. kr.</i>
Svanninge Bjerger	37	35
Kistrup Skov	5	5
Svanninge Bakker (Tyveknap)	32	29
Gammel Skov	14	13
Område Nordvest for Arreskov Sø	17	16
Køllenbjerg	1	1
Område ved Sallinge Å	0,3	0,3
Fredskov (Fynshav)	6	6
Område ved Mjang Dam	1	1
Samlet	114	105

Anm.: Værdierne er afrundet, og den samlede værdi er afrundet med afsæt i beregningens præcise værdiestimer.
Kilde: Egne beregninger.

Følsomhedsanalyse på kritisk antagelse

Vi har udført en følsomhedsanalyse på antagelsen om, at der er en rekreativ værdi allerede i det år, at erstatningsområdet etableres. Som tidligere nævnt, gør vi os den antagelse, at 10 pct. af den fulde rekreative værdi opstår allerede idet, at arealet overgår fra landbrugsjord til et rekreativt naturområde. Vi udfordrer denne antagelse og undersøger, hvordan faktorforholdene påvirkes, hvis der ingen rekreativ værdi er i året for etableringen. Vi har opstillet disse faktorforhold i bilag 5. Benytter vi disse faktorforhold vil den samlede samfundsøkonomiske omkostning til etablering af den nødvendige mængde erstatningsområde være på hhv. 129 mio. kr. og 117 mio. kr. alt efter, om man etablerer erstatningsområderne ved projektstart eller 10 år før.

Vi kender ikke den rekreative værdi af golfbaner

Afværge skade på golfbanernes rekreative værdier langs linjeføringen

I de ovenstående analyser medregner vi kun den samfundsøkonomiske omkostning ved tab og erstatning af rekreative værdier for de naturområder langs linjeføringen, der er omfattet af datasættet fra Bjørner og Termansen (2014) og som er vist i figur 1. Det betyder, at vi ikke har medregnet støjpåvirkning og tab af rekreative værdier for de rekreative områder langs linjeføringen, som ikke er en del af datasættet. Det gælder bl.a. Sønderborg og Faaborg golfbaner. Disse golfbaner er placeret langs linjeføringen og vil også blive udsat for mere støj ved en vejudvidelse. Da områderne ikke er omfattet af datasættet, har vi ikke mulighed for at kvantificere tabet af rekreative værdier i disse områder ved en vejudvidelse. Det er dog vores vurdering, at tabet af rekreative værdier på golfbanerne kan minimeres ved etablering af støjafskærmning.

Støj på golfbaner kan afværges for 24-37 mio. kr.

Omkostningerne ved støjafskærmning langs disse golfbaner vil beløbe sig til ca. 24-37 mio. kr. Som tidligere nævnt, har vi ikke mulighed for at beregne tabet af den rekreative værdi på golfbanerne som følge af øget støjpåvirkning. Det betyder også, at vi ikke kan

kvantificere, om gevinsterne ved støjafskærmning overstiger omkostningerne ved at afværge for støj. I tabellerne herunder viser vi mængden af støjafskærmning og forventet omkostning forbundet med at støjafskærme golfbaner langs linjeføringen. Enhedspriserne for støjafskærmning og en mere detaljeret gennemgang af afværgetiltag for støj kommer i afsnit 7.

Tabel 11 Støjpåvirkning på golfbaner 100 meter fra linjeføringen minimeres

Område	Meter med afskærmning	Omkostning (mio. kr.)
Sønderborg Golfklub	1.185	18
Faaborg Golfklub	420	6
I alt	1.605	24

Kilde: Egne beregninger på baggrund af omkostningsniveau fra COWI (2019).

Tabel 12 Støjpåvirkning på golfbaner 500 meter fra linjeføringen minimeres

Område	Meter med afskærmning	Omkostning (mio. kr.)
Sønderborg Golfklub	1.185	18
Faaborg Golfklub	1.230	19
I alt	2.415	37

Kilde: Egne beregninger på baggrund af omkostningsniveau fra COWI (2019).

Potentialer ved at etablere en tunnel gennem Svanninge Bakker og Bjerge

En tunnel gennem værdifulde rekreative naturområder har potentialer

I ovenstående afsnit har vi vist, hvordan man kan erstatte for tab af rekreative værdier. Med udgangspunkt i afbødehierarkiet kan der imidlertid være et potentiale i at afværge for skader på rekreative værdier frem for at erstatte. En mulighed for at afværge for skade er ved at etablere en tunnel på 200-300 meter gennem de mest værdifulde rekreative naturområder, som findes ved Svanninge Bakker. En tunnel vil medføre, at støjpåvirkningen på den strækning, hvor den etableres, vil blive reduceret betragteligt. Det betyder dermed, at den rekreative værdi i naturområderne omkring en tunnel vil blive forbedret sammenlignet med i dag, da områderne allerede i dag udsættes for støj fra trafikken. Desuden vil en tunnel skabe et sammenhængende naturområde med positiv værdiskabelse for både dyr og mennesker. Vi har tidligere opstillet et scenarie, hvor vi ser ind i en fremtid, hvor en naturnationalpark er realiseret. En tunnel kan potentielt bidrage til, at en naturnationalpark kan blive en realitet, da dette vil skabe et større sammenhængende naturområde, som er et kriterie for at blive klassificeret som en naturnationalpark.

Positive effekter på biodiversitet ved etablering af tunnel

Foruden at afværge for skade på rekreative værdier, har en tunnel også en værdifuld betydning for biodiversiteten i området. Biodiversitetseffekterne ved en sådan tunnel belyser vi i notatet: *"Bæredygtighedsanalyse – Biodiversitet på land"*.

En tunnel er en dyr løsning, men gevinsterne kan være høje.

COWI (2019) estimerer, at en cut-and-cover tunnel vil koste omkring 800 mio. kr./km. Vi vurderer dog, at natur- og biodiversitetsforstyrrelserne ved anlæg af en cut-and-cover tunnel eller gravet tunnel vil være væsentlige. En boret tunnel er derfor at foretrække for at mindske påvirkningen på biodiversitet og natur mest muligt i anlægsfasen. Vi forventer dog også, at en boret tunnel vil være et dyrere alternativ end en cut-and-cover tunnel. Det er svært at kvantificere skalaeffekterne på biodiversitet og rekreation ved et alternativ med en tunnel, men det er vores vurdering, at de positive effekter kan være relativt store, både for de rekreative værdier og biodiversiteten i området. Vi laver en nærmere undersøgelse af potentialerne for en tunnel gennem Svanninge Bakker i den endelige afrapportering.

**Vi undersøger
geneomkostning
ved støjpåvirkning****7. Geneomkostninger for husstande ved øget støjpåvirkning**

I det følgende afsnit udregner vi den samfundsøkonomiske geneomkostning som følge af øget støjpåvirkning for husstande langs linjeføringen. I afsnittet ovenfor viste vi, hvordan støj kan forringe rekreative værdier. I dette afsnit retter vi fokus på den geneomkostning, øget støj vil medføre for de mennesker, der er bosat langs linjeføringen. Geneomkostningen omfatter således alle husstande, der er placeret i en vis afstand til linjeføringen. Vi beskriver nedenfor hvilke husstande, vi tæller med.

**Vi viser, hvordan
genen kan afværges**

Først udregner vi geneomkostningens størrelse. Derefter afslutter vi afsnittet med at opstille afværgeforanstaltninger og omkostninger forbundet med at reducere geneomkostningen for husstande.

**Metoder til at
estimere gene-
omkostning ved støj****Samfundsøkonomisk omkostning ved øget støjpåvirkning for husstande**

Der findes 3 metoder, der kan bruges til at estimere geneomkostningen ved øget støjpåvirkning for mennesker: husprismetoden, valgekspirimeter eller udregning af et såkaldt støjbelastningstal.

**Husprismetoden
kan estimere gene-
omkostning ved støj**

Husprismetoden bruges til at vurdere, hvordan støj påvirker huspriser. Denne metode afslører boligkøberes betalingsvillighed for at undgå støjpåvirkning, hvilket kan anvendes som et estimat for størrelsen på støjens genepåvirkning. Husprismetoden kan vise, hvor meget vi er villige til at betale for at undgå støj ved at sammenligne priser på boliger i støjfyldte områder med tilsvarende boliger i stille områder (se fx Damgaard, 2003).

**Valgekspirimeter
kan også estimere
geneomkostning**

Valgekspirimeter er en anden mulig tilgang til at estimere støjens genepåvirkning. I valgekspirimeter bliver respondenter præsenteret for forskellige valgmuligheder. Det kan være valg mellem forskellige rekreative naturoplevelser med varierende støjniveauer og varierende omkostninger for at besøge områderne. Ved at præsenterer forskellige muligheder for rekreative naturområder med varierende støjniveauer og varierende omkostninger til at besøge områderne, kan man beregne den værdi, folk tillægger at undgå støj i fx naturområder (se fx Alemu m.fl., 2021).

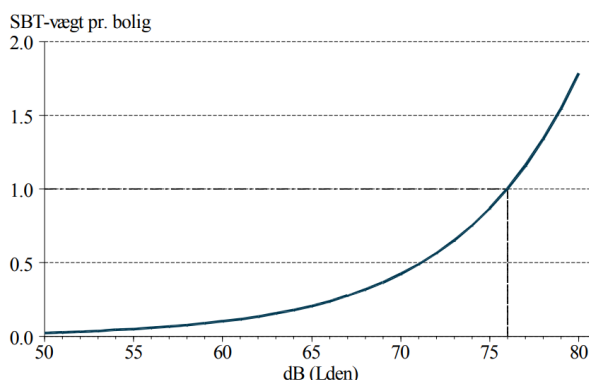
**Vi estimerer
geneomkostning via
et støjbelastningstal**

Udregning af såkaldte støjbelastningstal (SBT) er en tredje mulighed for at undersøge geneomkostningen ved øget støj. SBT er en standard metode til at udregne støjgene for husstande ved forskellige niveauer af støj ved et givent projekt. SBT fra forskellige huse kan lægges sammen i et samlet SBT. På den måde kan forskellige tiltag og deres samlede støjpåvirkning sammenlignes. I nærværende notat følger vi Transportministeriets samfundsøkonomiske manual og udregner et samlet SBT (DTU Management, 2022). Vi vælger derfor denne tredje metode til at estimere støjgenen. Vi beregner støjniveauet ved hver enkelt husstand i et scenarie med øget trafik og multiplicerer med en genegrad, som er bestemt ud fra undersøgelser af de gener, folk oplever, når de udsættes for støj. Vi vælger denne metode, da det er den nuværende standard i samfundsøkonomiske analyser for beregning af geneomkostning som følge af vejstøj (Finansministeriet, 2023). I boks 1 er der en detaljeret beskrivelse af SBT.

Boks 1 Støjbelastningstallet (SBT)

Støjbelastningstallet (SBT) er en indikator for den samlede støjgene, som folk oplever ved forskellige dB-niveauer fra en eller flere støjkloder.

Genevirkningen stiger eksponentielt med støjniveauet, hvilket betyder, at stærkt støjbelastede husstande tildeles en højere vægt end mindre støjbelastede husstande. Ved at sammenveje støjbelastningen for forskellige husstande kan SBT beregnes, hvilket gør det muligt at vurdere effekten af forskellige støjtiltag. Denne metode tillader os at summere støjgenen på tværs af husstande med forskellige støjpåvirkninger (De Økonomiske Råd, 2011).



Kilde: De Økonomiske Råd (2011).

Sammenhængen mellem støjniveau og oplevet støjgene er udarbejdet på baggrund af danske interviewundersøgelser (Vejdirektoratet, 1989). Disse undersøgelser identificerede, hvor mange mennesker, der føler sig stærkt generet ved forskellige dB-niveauer, hvilket gjorde det muligt at skabe en funktionel sammenhæng for genekurven. Med afsæt i denne kurve blev en formel udviklet til at beregne gene (SBT) som en funktion af støjniveauet. I 2010 blev denne formel opdateret af Miljøstyrelsen (2010) til at inkludere støjniveauet målt i L_{den} og tage højde for ændring i Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier. Jf. Miljøstyrelsen (2010) udregnes SBT pr. husstand med følgende formel:

$$G = 0,01 \cdot 4,22^{(L_{den}-44)/10}$$

hvor

G er genefaktoren målt som SBT-vægt pr. husstand.

L_{den} er støjniveauet målt ved boligens facade.

Støj kan have helbredsmæssige konsekvenser

Vi er opmærksom på, at støj kan have negative helbredsmæssige konsekvenser. Ifølge WHO's rapport "Environmental Noise Guidelines for the European Region" anbefales det, at støjniveauet fra vejtrafik ikke overstiger 53 dB, da højere niveauer kan medføre negative helbredsmæssige konsekvenser (WHO, 2018). Vi følger imidlertid grænseværdierne fastsat af Miljøstyrelsen, da det er Miljøstyrelsen, der fastsætter retningslinjer for støjbeskyttelse i Danmark. Miljøstyrelsen har på nuværende tidspunkt ikke revideret de vejledende støjgrænseværdier i lyset af WHO-rapporten. Vi følger desuden den Transportministeriets samfundsøkonomiske manual, idet vi bruger SBT og fastsatte enhedspriser som grundlag til at beregne den samlede støjpåvirkning for husstande i projektområdet. Formlen for SBT er justeret og fastsat med afsæt i Miljøstyrelsens grænseværdier for støj (Miljøstyrelsen, 2010). SBT er en indikator for den støjgene, som folk oplever. Der ses en sammenhæng mellem støjpåvirkning og den oplevede gene: jo højere gennemsnitlig støjpåvirkning, desto større opleves genen. I værdisætningen af de fastsatte enhedspriser indgår både oplevede gener og sundhedsrelaterede gener. Oplevede gener værdisættes ud fra befolkningens

betalingsvillighed for at undgå støjgene, og de sundhedsrelaterede gener værdisættes ud fra øget udgifter til sundhedsvæsenet samt omkostninger forbundet med fx sygefravær (Transportministeriet, 2015).

De forskellige trin i beregningen af geneomkostningen

For at beregne den samlede geneomkostning skal vi først beregne ændringen i SBT som følge af vejudvidelsen. Dette gør vi ved at analysere støjniveauet i både basisscenariet og scenariet med vejudvidelse, da disse niveauer er nødvendige for udregningen af SBT. Derefter undersøger vi antallet af husstande i de forskellige støjzoner, idet husstande udsat for højere støjniveauer vægtes mere i SBT-formlen end dem med lavere støjniveauer. Den samlede støjgene kan beskrives ved summen af ændringen i SBT for alle støjbelastede husstande. Til sidst kan summen af SBT anvendes til at beregne den samfundsøkonomiske støjgene ved at bruge en enhedspris, der måler den samfundsøkonomiske omkostning per SBT.

Reference for støjniveau i basis- og alternativscenarie

Støjniveauet i basisscenariet er beregnet med udgangspunkt i støjen fra Rute 43. Støjniveauet i scenariet med en vejudvidelse er beregnet med udgangspunkt i støjen langs Ods herredvejen, Rute 21.^{9,10} Støjniveauet er baseret på støjkortet fra MiljøGIS (2022). Et udklip af støjkortene kan ses i bilag 2.

Vi identificerer tre forskellige støjzoner

Ved hjælp af MiljøGIS (2022) har vi identificeret tre forskellige støjzoner langs Rute 21 og Rute 43. Vi beregner støjbelastningen i disse zoner ved at anvende formelen for støjbelastningstallet (SBT), som er beskrevet i boks 1. Herefter beregner vi ændringen i støjbelastningen før og efter en vejudvidelse, og vi anvender denne ændring til at beskrive den forøgede støjgene af en vejudvidelse langs linjeføringen.

Tabel 13 Udregning af ændring i SBT pr. husstand i de tre støjzoner

Zone (meter fra vejmidte)	Støj i basis-scenarie (dB)	Støj med vej-udvidelse (dB)	SBT i basis-scenarie (pr. husstand)	SBT med vej-udvidelse (pr. husstand)	Ændring i SBT (pr. husstand)
0-65	60,5	65,5	0,11	0,22	0,11
65-200	55,5	60,5	0,05	0,11	0,06
200-500	50,5	55,5	0,03	0,05	0,03

Anm.: Støjniveauet er baseret på data fra MiljøGIS' støjkort (2022), hvor de angivne støjniveauer repræsenterer gennemsnit af de præsenterede støjintervaller. Fx angiver vi støjen til 55,5 dB for intervallet 53-58 dB. Langs Rute 43 er der i dag ingen støj markeret i støjkortet for området 200-500 meter fra vejmidten. Vi antager, at støjen følger MiljøGIS' intervaller, og vi bruger gennemsnittet fra intervallet 48-53 dB for denne afstand. Dette interval er det næste interval efter det lavest anviste interval på 53-58 dB.

Kilde: Miljøstyrelsen (2011), MiljøGIS (2022), Vurderingsstyrelsen (n/d) samt egne beregninger.

Vi medregner husstande under grænseværdien

Den vejledende grænseværdi for, hvornår en husstand er støjbelastet er sat til 58 dB, jf. Miljøstyrelsen (2023). De vejledende støjgrænser er et udtryk for en støjbelastning som Miljøstyrelsen (2023) vurderer er miljømæssigt og sundhedsmæssig acceptabel. I beregningen af geneomkostningen ved øget støj som følge af en vejudvidelse medtager vi også støjgenen for de husstande, hvor støjen muligvis er under denne grænseværdi. Normalt ville man i den samfundsøkonomiske analyse ikke medtage disse husstande, men da vi ikke kender det faktiske støjniveau, vælger vi at følge et forsigtighedsprincip og medregne genen fra disse husstande. Som vist i tabel 13 vægtes husstande under grænseværdien også med en lavere vægt end de husstande, der er mere støjbelastede.

⁹ Vi bruger støjniveauet fra Rute 43 som basisscenarie for støjniveauet langs hele linjeføringen. Støjniveauet påvirkes af mange forskellige faktorer, bl.a. hastighed, trafikmængde og det omkringliggende landskab og kan derfor afvige fra denne antagelse.

¹⁰ Det faktiske støjniveau fra en vejudvidelse i projektområdet kan variere fra støjniveauet på Rute 21. Mens Rute 21 er en 2+1 motortrafikvej, er linjeføringen i dette projekt en 2+1 landevej, hvilket bl.a. betyder, at vi har en lavere forventet hastighed sammenlignet med hastigheden på Rute 21. Desuden påvirker trafikmængden også støjniveauet, hvilket også kan være forskelligt mellem de to veje. Vi vurderer dog, at Rute 21 er et fornuftigt bud på, hvordan støjbilledet kan forventes at se ud med en vejudvidelse langs linjeføringen. Faktiske støjberegninger, som ikke er tilgængelige på nuværende tidspunkt, vil dog give et mere retvisende billede.

**Opmærksomheds-
punkter ift. støj-
antagelse**

Vi tager udgangspunkt i, at støjbilledet fra Rute 21 vil angive den støjændring en vejudvidelse vil give i projektområdet. Der er dog et par opmærksomhedspunkter ift. den antagelse. Stigningen i støj vil være begrænset på Rute 43, da der i dag er relativ meget trafik. Samtidig vil ændringen i støj være størst mellem Horne Næs og Faaborg, da mængden af trafik er begrænset i dag. I beregningen bruger vi, som tidligere antydte, en gennemsnitsbetragtning med samme støjniveau langs hele linjeføringen.

**Vi tæller antallet af
boliger i de tre
forskellige zoner**

Vi tæller antallet af husstande i de forskellige zoner for på den måde at kunne udregne den samlede ændring i SBT. Antallet af husstande i de forskellige zoner er opstillet i tabel 14 herunder, og en detaljeret optælling af husstande er vist i bilag 3. Den samlede ændring i støjgenen målt ved SBT er 86, når vi sammenligner støjen før og efter en vejudvidelse langs hele linjeføringen.¹¹

Tabel 14 Aggregering af SBT baseret på antal husstande i de forskellige støjzoner

Zone	Ændring i SBT (pr. husstand)	Antal husstande	Ændring i SBT i alt
0-65 meter	0,11	326	37
65-200 meter	0,06	425	23
200-500 meter	0,03	937	25
Samlet	.	.	86

Kilde: Miljøstyrelsen (2011), MiljøGIS (2022), BBR samt egne beregninger.

**Vi bruger
enhedspris for
omkostning pr. SBT**

For at udregne den samfundsøkonomiske omkostning ved ændringen i støjgenen bruger vi den transportøkonomiske enhedspris, der angiver den samfundsøkonomiske omkostning ved støjpåvirkning målt i kr./SBT. Enhedsprisen er fastsat i Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse (TERESA). I et 2024-niveau er enhedsprisen 46.824 kr./ SBT (DTU Management, 2022). Denne enhedspris fanger, som tidligere nævnt, både oplevet gene og sundhedsrelaterede gener ved øget støjpåvirkning.

**Geneomkostningen
ved øget støj har en
nutidsværdi på 99
mio. kr.**

Vi finder, at den samlede geneomkostning ved øget støj er 4,01 mio. kr./år. Vi udregner nutidsværdien af den årlige geneomkostning med en tidshorisont på 50 år. Nutidsværdien af den årlige geneomkostning er ca. 99 mio. kr. I tabel 15 opsummerer vi disse geneomkostninger, som indikerer den støjgene, som mennesker, der er bosat langs linjeføringen, vil blive udsat for. Vi bruger dette estimat til at vurdere balancen mellem denne samfundsøkonomiske geneomkostning og den samfundsøkonomiske omkostning ved at afværge for denne gene. Omkostningen ved at afværge for støjgenen følger i næste afsnit "Afværgforanstaltninger til at minimere støjpåvirkning".

Tabel 15 Geneomkostning ved øget støj som følge af vejudvidelse langs linjeføringen

Ændring i SBT i alt SBT	Enhedspris i 2024 (kr./SBT)	Geneomkostninger (mio. kr./år)	Nutidsværdi (mio. kr.)
86	46.824	4	99

Kilde: DTU Management (2022), Miljøstyrelsen (2011) samt egne beregninger.

¹¹ Vi tager ikke højde for, at der på dele af linjeføringen ikke vil være en vejudvidelse. Vi bruger støjniveauet fra Rute 21 som reference til støjniveauet for hele linjeføringen. Der hvor vejen ikke udvides vil der stadig opstå øget støj pga. øget trafikmængde.

**Opmærksomheds-
punkt: Horne
Sommerland**

Et vigtigt opmærksomhedspunkt i vores beregninger er et antal af ca. 230 sommerhuse, der er beliggende i Horne Sommerland. Disse sommerhuse ligger mere end 500 meter fra den analyserede linjeføring og er derfor ikke medregnet i den samlede geneomkostning ved vej-udvidelsen. Afhængigt af linjeføringens præcise placering kan disse sommerhuse dog blive påvirket af støj, hvilket kan medføre relativt høje geneomkostninger, da de i dag ikke er udsat for støj.

**Der findes flere
måder at afværge
for støj**

Afværgeforanstaltninger til at minimere støjpåvirkning

Der findes flere afværgeforanstaltninger til at minimere støjpåvirkningen fra en vej. Disse omfatter bl.a. belægning med støjsvag asfalt, hastighedsreduktion, etablering af støjafskærmning, jordvolde eller anlæg af vejen i en afgravning eller en cut-and-cover-tunnel (COWI, 2019). De forskellige foranstaltninger har varierende dæmpningseffekter og omkostninger (se fx COWI, 2019).

**Vi giver et bud på en
omkostningseffektiv
løsning**

Vi præsenterer et forslag til den mest omkostningseffektive reduktion af den støjbelastning, som vi har beregnet i den foregående analyse. Vores forslag indebærer etablering af støjsvag asfalt på hele linjeføringen på land samt opførelse af støjafskærmning på de strækninger, hvor der er flere husstande bosat langs vejen. Mængden af støjafskærmning er vist i tabel 16 herunder. En visualisering af hvor støjafskærmningen placeres er vist i bilag 4.

Tabel 16 Støjafskærmning ved områder med flere huse langs linjeføringen

Område	Km med afskærmning	Begge sider af vejen
Lumby	0,52	Nej
Nørre Søby	1,12	Nej
Heden	0,37	Nej
Sallinge	0,65	Nej
Faaborg	1,3	Ja
Horne	2,22	Ja
Fynshav	1,48	Nej
Almsted	0,49	Nej
Total	8,15	.

Kilde: Egne beregninger.

**Støjafskærmning vs.
jordvolde ift. plads
og pris**

Etablering af støjafskærmning har typisk en omkostning på ca. 15.000 kr. pr. løbende meter for en 4 meter høj standard støjskærm (COWI, 2019). Jordvolde er et billigere alternativ end støjskærme, men de kræver inddragelse af et større areal. Bredden på en jordvold kan være på op til ca. 4 gange den ønskede højde plus evt. adgangsarealer for vedligeholdelse (COWI, 2019). Pga. øget arealinddragelse vælger vi ikke at medtage jordvolde i dette scenarie. Omkostninger til støjskærme og jordvolde varierer alt efter materiale og højde, men COWI (2019) vurderer en omkostning pr. km på 15-20 mio. for støjskærme og en omkostning på 5-7 mio. kr. pr. km jordvold.

**Scenarie: Støjsvag
asfalt langs hele
linjeføringen**

Vi foreslår, at støjsvag vejbelægning etableres langs hele vejstrækningen på ca. 45 km. COWI (2019) angiver en merpris for støjsvag asfalt på 115.000 kr. pr. km. Vi anvender omkostningsniveauerne fra COWI (2019) og foreslår en kombination af støjsvag asfalt og støjafskærmning, hvilket kan afværge den støjpåvirkningen, som vi har udregnet til at have en samfundsøkonomisk omkostning på ca. 99 mio. kr. Støjsvag asfalt vil samtidig minimere støjpåvirkningen i de rekreative naturområder, som er langs linjeføringen. Hvis støjsvag asfalt etableres, vil det igen pege i retningen af, at tabet af rekreative værdier, som er beregnet tidligere skal ses som et overkantsskøn.

Støjsvag asfalt og støjafskærmning: effekt på 4-8 dB

Indregner vi effekten fra støjsvag asfalt sammen med støjafskærmning vil den øgede støjpåvirkning minimeres. Som anvist i tabel 16 giver støjsvag asfalt en dæmpning af støjen på 2 dB (COWI, 2019). Samtidig forventer vi, at støjskærme giver en støj dæmpning på 2-6 dB. Den største reduktion af støj eksisterer lige bag støjskærmene, og reduktionseffekten vil aftage med afstand (COWI, 2019). Det er dog vores vurdering, at den foreslåede kombination af støjsvag asfalt og støjafskærmning vil afværge den forøgede støjpåvirkning for husstande. I tabel 13 viste vi, at forøgelsen af støj i alle de tre støjzoner forventes at være 5 dB. Den samlede dæmpningseffekt fra støjsvag asfalt og støjafskærmning er ca. 4-8 dB.

Samlet omkostning: 127-168 mio. kr.

Baseret på ovenstående kombination af tiltag udregner vi, at den samlede omkostning for at afværge geneomkostningen ved støj for husstande langs linjeføringen er ca. 127-168 mio. kr. Vi forventer, at en kombination af støjsvag asfalt og støjafskærmning i beboelsestætte områder vil resultere i et støj neutralt projekt med hensyn til støjpåvirkning for husstande langs linjeføringen.

Tabel 17 Omkostninger forbundet med etablering af afværgeforanstaltninger

Afværgeforanstaltning	Pris pr. km <i>mio. kr.</i>	Mængde <i>km</i>	Total pris <i>mio. kr.</i>	Effekt <i>Dæmpning (dB)</i>
Støjafskærmning	15-20	8,15	122-163	2-6
Støjsvag vejbelægning	0,115	45,27	5	2
Samlet	.	.	127-168	4-8

Anm.: Priserne er overslagsestimater fra COWI (2019).

Kilde: Egne beregninger og COWI (2019).

8. Barriereeffekter ved en vejudvidelse

En vejudvidelse kan skabe barriereeffekter

Vejudvidelser kan skabe en række barriereeffekter, som påvirker både mennesker og miljø. Det er svært at vurdere den samfundsøkonomiske omkostning ved disse barriereeffekter, da der på nuværende tidspunkt ikke er etablerede metoder til at kvantificere disse påvirkninger. I nedenstående afsnit præsenterer og beskriver vi kvalitativt visuelle og fysiske barriereeffekter ved en vejudvidelse i projektområdet.

Visuelle barriereeffekter hvor mange mennesker færdes

Visuelle barriereeffekter opstår, når vejen bryder udsigten og ændrer landskabet negativt. Dette forventes at være særligt udtalt i områder, hvor nye vejstrækninger anlægges nær beboede områder, såsom nord for Horne og Faaborg, eller hvor mange mennesker færdes, som ved Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge.

Regneregulering for fysiske barriereeffekter

Fysiske barriereeffekter for fodgængere er også en vigtig overvejelse. Forskningen på dette område er begrænset, men traditionelt har man ofte anvendt en regneregulering, som viser, at barriereeffekten øges med højere trafikmængder, hastigheder, vejbredde og andel af lastbiler (COWI, 2011). Da AlsFyn-forbindelsen vil medføre stigninger på alle disse parametre, forventer vi, at barriereeffekterne vil øges. Dog er der planer om at føre vejen nord om Horne og Faaborg for at minimere disse fysiske barriereeffekter og lette fodgængernes adgang på tværs af vejen.

Barrierer for dyr behandles i et andet notat

Når det gælder den fysiske barriereeffekt for dyrelivet, fungerer veje også som hindringer, der enten forhindrer eller afskrækker dyr fra at krydse. Dette aspekt bliver behandlet mere

indgående i notatet "Bæredygtighedsanalyse – Biodiversitet på land". Generelt vil vejudvidelsen i projektområdet således øge barriereeffekterne, både visuelt og fysisk, med konsekvenser for landskab, fodgængere og dyreliv.

Husprisanalyse kan estimere niveauet af barriereeffekten

En mulig estimering af barriereeffekten kan baseres på resultaterne fra Damgaard (2003), som viser den negative indvirkning på huspriser ved at være placeret i første række til en støjende vej. Husprisanalysen finder, at ejendomme beliggende ud til en støjende vej har et prisfald på ca. 6 pct. af husprisen sammenlignet med lignende boliger, der er placeret i rolige omgivelser. Denne effekt kan ses som en samlet indikator for effekten, der både inkluderer støjgener, visuelle barrierer og fysiske barrierer.

Risiko for dobbelttælling hvis vi laver beregning

Da man ikke kan adskille de enkelte komponenter af barriereeffekten i husprisanalysen fra Damgaard (2003), og for at undgå dobbelttælling af støjgenen, anvender vi ikke dette estimat for den fysiske og visuelle barriereeffekt. Vi holder os til de ovenstående vurderinger.

9. Opsummering

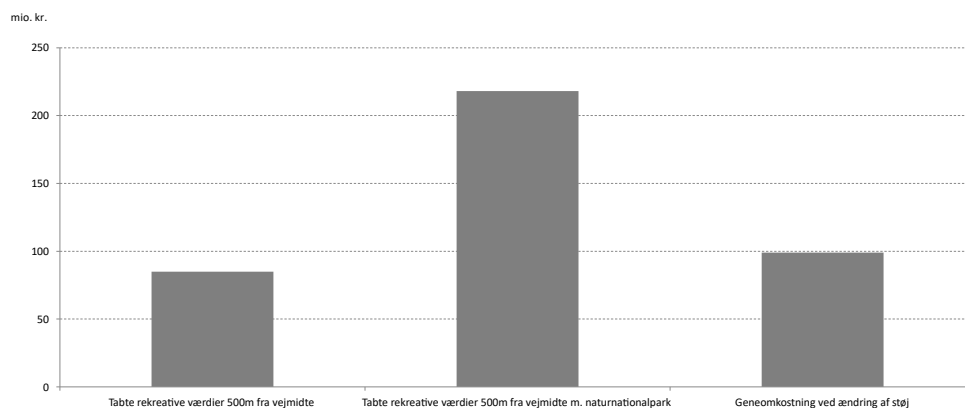
Opsummering af notatets resultater og konklusioner

I dette afsluttende afsnit opsummerer vi de samfundsøkonomiske omkostninger, som en vejudvidelse vil medføre i projektområdet. Samtidig demonstrerer vi den omkostning, det har at afværge for disse tab.

Opsummering af omkostninger ved øget støj

De samfundsøkonomiske omkostninger ved tab af rekreative værdier er 85 mio. kr., hvis de rekreative naturområder og -værdier er som i dag. Hvis den rekreative værdi af naturområderne er højere i fremtiden, fx hvis en naturnationalpark bliver realiseret, så er den samfundsøkonomiske omkostning ved tab af rekreative værdier 218 mio. kr. Den samfundsøkonomiske omkostning ved øget støjpåvirkning for husstande langs linjeføringen er på 99 mio. kr. Resultaterne er opsummeret i figur 4 herunder.

Figur 4 Opsummering af samfundsøkonomiske omkostninger ved vejudvidelse uden afværgetiltag



Kilde: Figuren er en opsummering af de samfundsøkonomiske omkostninger vist i tabel 4 og tabel 15.

Tab af rekreative værdier skal genskabes på erstatningsområder

I de ovenstående afsnit har vi demonstreret, hvordan tab af rekreative værdier kan erstattes. En reduktion af vejudvidelsens samlede skadesomkostninger på samfundets rekreative værdier kræver, at der opretholdes samme niveau af rekreative værdier både før og efter udvidelsen. Dette indebærer, at ødelagte rekreative naturområder, som følge af øget støjpåvirkning, erstattes med nye områder af samme naturtype i nærheden til de eksisterende områder, men af en større arealstørrelse end det tabte. Vi finder, at erstatningsområderne skal være 2,5 eller 1,5 gange større end arealet med tabte rekreative værdier, alt afhængigt af hvilken naturtype, der skal etableres. Man skal erstatte med et større areal for at kompensere for den tid, det tager for naturen og den rekreative værdi af naturområderne at

udvikle sig på et nyt område. Vi finder desuden, at man kan erstatte med et lavere faktorforhold, hvis man etablerer de nye erstatningsområder før projektet påbegyndes. Dog er den samfundsøkonomiske reduktion af omkostningerne ved at erstatte før tid, sammenlignet med at erstatte ved projektets start, relativ lav.

Støjgene for husstande afværges med effektive tiltag

Vi har også demonstreret, hvordan støjgener for husstande kan minimeres så effektivt som muligt. Vi viser, at støjpåvirkningen for huse langs linjeføringen kan reduceres med en kombination af støjsvag asfalt og støjafskærmning. Det er vores vurdering, at disse afværgetiltag samlet set kan forventes at sikre en vejudvidelse med mindst mulig støjgene for husstande langs linjeføringen.

Opsummering af resultater i tabel

Vi opsummerer resultaterne i tabel 18, hvor vi viser de samfundsøkonomiske skadesomkostninger ved vejudvidelsen uden afværgetiltag: tab af rekreative værdier og støjgener for husstande. Disse omkostninger sammenligner vi med de samfundsøkonomiske omkostninger ved at etablere erstatningsområder og implementere støjsvag asfalt og støjafskærmning.

Konklusion på notatets analyser

Tabet af rekreative værdier har, som tidligere nævnt, en samfundsøkonomisk omkostning på 85 mio. kr. eller 218 mio. kr. Omkostningsspændet afspejler to forskellige scenarier: det høje spænd er baseret på realiseringen af en naturnationalpark i Faaborg-Midtfyn Kommune, mens det lave spænd antager, at naturen og den rekreative værdi i området er som i dag. Disse tab af rekreative værdier kan erstattes, så samme niveau af rekreative værdier opretholdes i samfundet. En sådan erstatning har en samfundsøkonomisk omkostning på mellem 105 mio. kr. og 114 mio. kr., afhængigt af om man kompenserer før tid eller først ved projektets start. Oplevede gener og sundhedsrelaterede gener ved øget støjpåvirkning for husstande langs linjeføringen har en samfundsøkonomisk omkostning på 99 mio. kr. Vi vurderer, at denne gener kan minimeres ved at implementere støjsvag asfalt og støjafskærmning. Disse støjreducerende tiltag har en samlet samfundsøkonomisk omkostning på 127-168 mio. kr.

Tabel 18 Samfundsøkonomiske omkostninger ved vejudvidelsen med/uden erstatning og afværgetiltag (mio. kr. i 2024-priser)

	Tab af rekreative værdier	Støjgene for husstande	I alt
Vejudvidelse <i>uden</i> erstatning eller afværgetiltag	85-218	99	184-317
Vejudvidelse <i>med</i> erstatning og afværgetiltag	0	0	0
	Omkostninger til etablering af rekreative erstatningsområder	Omkostninger til etablering af støjsvag asfalt og støjafskærmning	I alt
Vejudvidelse <i>med</i> erstatning og afværgetiltag	105-114	127-168	232-282

Kilde: Opsummerende tal fra tabel 2, tabel 3, tabel 10, tabel 15, tabel 17.

Betydning af vores kritiske antagelser

I værdisætningen af omkostningerne ved tab af rekreative værdier og støjgene for husstande som følge af vejudvidelsen har vi gjort os en række antagelser. I tabel 19 opsummerer vi, hvordan antagelserne påvirker værdsætningens størrelse. I tabellen opdeler vi antagelserne i to kategorier: *vi overestimerer*, eller *vi underestimerer*.

Tabel 19 Opsummering af hvordan vores antagelser påvirker værdisætningen af omkostningen ved tab af rekreative værdier og støjgene som følge af vejudvidelsen

	Værdisætning af omkostningen ved tab af rekreative værdier	
	Vi overestimerer tabet	Vi underestimerer tabet
Vi sætter den rekreative værdi til 0 i hele 500 meters bæltet, når der kommer en vej-udvidelse.	X	
Vi medregner ikke, at øget tilgængelighed til områderne med en fast forbindelse og en eventuel tunnel potentielt kan bidrage til at øge den rekreative værdi i naturområderne.	X	
Vi medregner ikke eksistensværdi, optionsværdi eller testamentarisk værdi.		X
Vi medregner kun rekreative naturområder (vi medregner ikke støjpåvirkning på golfbaner eller landbrugsjorder).		X
Vi medregner ikke rekreative naturområder, som er placeret langs indfaldsveje og forventeligt også vil blive påvirket af øget trafik.		X
Vi medregner ikke lystfiskeri langs kysten, som ikke er omfattet af de rekreative naturområder som ses i figur 1.		X
Vi udregner nutidsværdien af tabte rekreative værdier med udgangspunkt i en årlig konstant omkostning baseret på et 2024-niveau. Vi tager ikke højde for, at betalingsvilligheden kan stige over tid i takt med stigende velstand og befolkningsudvikling.		X
	Værdisætning af geneomkostning for støjbelastede husstande	
	Vi overestimerer genen	Vi underestimerer genen
Vi antager, at støjniveauet er ens langs hele linjeføringen uanset hastighedsforskelle.	X	
Reference for støjniveau er støjkortet fra en 2+1 motortrafikvej, men vejen i nærværende projekt forventes at være en 2+1 landevej.	X	
Vi medregner ikke forslag til omfartsveje.	X	
Vi medregner ikke sommerhuse ved Horne Sommerland, som, alt afhængigt af den endelige linjeføring, også kan blive støjpåvirket af en ny linjeføring.		X
Vi udregner nutidsværdien af støjomkostningen baseret på enhedspriser i et 2024-niveau og tager ikke højde for, at støjomkostningen kan stige over tid.		X

Kilde: Egen tilvirkning.

10. Litteraturliste

Alemu, Olsen og Schou. (2021): "Værdisætning af konsekvenser for natur og friluftaktiviteter ved anlæg af motorveje gennem naturområder". https://static-curis.ku.dk/portal/files/276273298/IFRO_Rapport_299.pdf

Anthon, S., & Thorsen, B. J. (2002). Værdisætning af statslig skovrejsning: En husprisundersøgelse. Skov & Landskab, Københavns Universitet.

Bjørner & Termansen (2014): "Brugsværdien af naturområder i Danmark". [bjoerner_og_termansen_noet_2014_1_3.pdf](https://dors.dk/files/media/rapporter/2014/13/bjoerner_og_termansen_noet_2014_1_3.pdf) (dors.dk)

Buchwald, T., Jensen, K. L., Laubek, B. (2018): "Vildskov i Svanninge Bjerge". <https://issuu.com/bikubenfonden/docs/vildskovsrapport-2018?e=7842312/62037694>

COWI (2011): "Strategisk miljøvurdering af rødt rutenet". <https://www.kk.dk/sites/default/files/agenda/9874cbbe-5931-46e1-911a-4444e92d9eda/d3617068-6364-41bb-b5cc-dcd6206a8ef8-bilag-1.pdf>

COWI (2014) "MILJØ- OG FØDVAREMINISTERIETS MILJØØKONOMISKE NØGLETALSKATALOG": [https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Baggrundsdokumentation vedr. Miljoe- og Foedevareministeriets Miljoeoekonomiske noegletalskatalog.pdf](https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Baggrundsdokumentation%20vedr.%20Miljoe-og%20Foedevareministeriets%20Miljoeoekonomiske%20noegletalskatalog.pdf)

COWI (2019): "ETABLERING AF FAST ALSFYN FORBINDELSE. VURDERING AF STØJ FRA VEJTRAFIK". <https://www.als-fynbroen.dk/wp-content/uploads/2019/03/Etablering-af-fast-AlsFyn-forbindelse-vurdering-af-st%C3%B8j-fra-vejtrafik-COWI-2019.pdf>

Danmarks Statistik. "Tabel: AREALDK, NAN1, PRIS116, BEFOLK2 og LPRIS37". <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=2560>

Damgaard, C.K., E.H. Erichsen, 2000. Værdisætning af bynære skove og søer ved brug af husprismetoden. Master thesis, Department of Economics and Natural Resources. KVL, Frederiksberg.

Damgaard (2003): "Hvad koster støj? - værdisætning af vejstøj ved brug af husprismetoden". <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-568-6/pdf/87-7972-569-4.pdf>

De Økonomiske Råd (2011): "Økonomi og Miljø - 2011". <https://dors.dk/files/media/rapporter/2011/m11/m11.pdf>

De Økonomiske Råd (2014): "Økonomi og Miljø - 2014". <https://dors.dk/files/media/rapporter/2014/m14/m14.pdf>

DTU Management (2022): "TERESA og Transportøkonomiske enhedspriser". <https://www.man.dtu.dk/myndighedsbetjening/teresa-og-transportoekonomiske-enhedspriser>

Espensen m.fl. (2018): "Katalog over omkostninger ved etablering af erstatningsnatur". <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2018/09/978-87-93710-81-8.pdf>

Faaborg-Midtfyn Kommune (2019): "Kommuneplan 2019-2031". <https://kommuneplan2019.fmk.dk/media/1921/kp19-pdf-plandata-vedtagelse-komprimeret.pdf>

Finansministeriet (2023): "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger". https://fm.dk/media/27314/vejledning-i-samfundsøkonomiske-konsekvensvurderinger-juni-2023_web-a.pdf

Geopark Det Sydfynske Øhav (2024): <https://www.geoparkoehavet.dk/node/1037>

Landbrugsstyrelsen (2024a): "Tilskud til privat skovrejsning". <https://lbst.dk/tilskud-selvbetjening/tilskudsguide/privat-skovrejsning-2024-1#c107673>

Landbrugsstyrelsen (2024b): "Grundbetaling of tilskudsberettigede arealer". <https://lbst.dk/tilskud-selvbetjening/tilskudsguide/grundbetaling-og-tilskudsberettigede-arealer#c103809>

Mikkelsen, Karen Grønningen (2021): "Faaborg-Midtfyn satser alt på Svanninge Bakker: Skal være den første naturnationalpark på Fyn". <https://www.tv2fyn.dk/artikel/faaborg-midtfyn-vil-have-svanninge-bakker-til-naturnationalpark>

MiljøGIS (2022): "Støjkortlægning". <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=noise>

MiljøGIS (2023): "Natura 2000 planer 2022-27". <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3-2022>

Miljøministeriet (n/d): <https://naturstyrelsen.dk/vildere-natur/naturnationalparker>

Miljøstyrelsen (2010): "Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj". https://mst.dk/media/cf1ciwju/nyt_spidsbelastningstal_til_vurdering_af_trafikstoej.pdf

Miljøstyrelsen (2018): "Faglig udredning vedrørende naturpakkeinitiativet om erstatningsnatur". [faglig-udredning-om-erstatningsnatur.pdf \(mst.dk\)](https://mst.dk/media/cf1ciwju/faglig-udredning-om-erstatningsnatur.pdf)

Miljøstyrelsen (2023): "Natura 2000-plan 2022-2027, Svanninge Bakker". <https://mst.dk/media/lsgemknu/n240-natura-2000-plan-2022-27-svanninge-bakker.pdf>

Naturstyrelsen (n/d): "Nye skove". <https://naturstyrelsen.dk/om-naturstyrelsen/job-og-uddannelse/medarbejderne-fortaeller/nye-skove>

Nygaard, B., Oddershede, A. og Høye, T.T. 2018. Erstatningsnatur - erfaringer og muligheder. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 186 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 266 <http://dce2.au.dk/pub/SR266.pdf>

Petersen, A. H., B. Hasler, T. Laage-Thomsen, M. Tjernansen og C. Rahbek (2024): Mere, bedre og større natur i Danmark. Hvor, hvordan og hvor meget? Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, Globe Institute, Københavns Universitet. ISBN 978-87-972724-1-1. https://macroecology.ku.dk/pdf-files/reports-and-publications/Mere_bedre_og_stoerre_natur_i_Danmark_2024.pdf

Regeringen, Landbrug & Fødevarer, Danmarks Naturfredningsforening, Fødevarerforbundet NNF, Dansk Metal, Dansk Industri og Kommunernes Landsforening (2024): "Aftale om et Grønt Danmark". <https://lf.dk/media/qgcacwvp/aftale-om-et-groent-danmark.pdf>

Skovdyrkerne (n/d): "Få tilskud til din nye skov" <https://skovdyrkerne.dk/skovrejsning/>

Sønderborg Kommune (2023): "Kommuneplan 2023-2035 - Kort fortalt – FORSLAG". https://sonderborgkommune.dk/sites/default/files/%5BHoeringer_vedhaeftede_filer%5D/KP23_kort%20fortalt_FORSLAG_0623.pdf

Transportministeriet (2015): " Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet". <https://www.trm.dk/media/ycybjfyg/manual-for-samfundsøkonomisk-analyse-paa-transportomraadet-netversionpdf.pdf>

Undervisningsministeriet (2019): "BLIV EN DEL AF UNESCO-FAMILIEN I DANMARK". <https://www.unesco.dk/-/media/filer/unesco/pdf/apr/200407-bliv-en-del-af-unesco-i-dk.pdf#page19>

Vejdirektoratet (1989): Støjensyn ved nye vejanlæg. Transportministeriet.

Vejdirektoratet (2023a): "Forundersøgelse Als-Fyn Landanlæg". [borgermøde-præsentation-faaborg.pdf \(als-fyn.dk\)](https://www.vejdirektoratet.dk/vvm/lim-fjorden/miljoe/fakta-om-trafikstoej)

Vejdirektoratet (2023b): "Fakta om trafikstøj". <https://www.vejdirektoratet.dk/vvm/lim-fjorden/miljoe/fakta-om-trafikstoej>

Vurderingsstyrelsen (n/d): Bygnings og Boligregistret.

WHO (2018): "Environmental noise guidelines for the European Region". ISBN: 9789289053563. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/279952/9789289053563-eng.pdf?sequence=1>

Zandersen, M., Lundhede, T., Martinsen, L., Hasler, B. & Termansen, M. 2018. Nye nøgletal på natur- og miljøområdet – et litteraturstudie over muligheder og begrænsninger. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 84 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 276 <http://dce2.au.dk/pub/SR276.pdf>

11. Bilag

Bilag 1: Alternative linjeføringer

En vestlig linjeføring omkring Svanninge Bakker, markeret med en cirkel i figur 5, kan potentielt reducere tabet af rekreative værdier og minimere støjgener for beboere. Dog vil en sådan rute kræve en betydelig arealinddragelse, da det vil være nødvendigt at etablere en helt ny vejstrækning.

Figur 5 Alternativ linjeføring vest om Svanninge Bakker



Anm.: Cirklen markerer området, hvor en alternativ linjeføring potentielt kan være.

Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014).

Ved en linjeføring langs Rute 8, markeret med en cirkel i figur 6, vil det samlede påvirkede areal af rekreative naturområder være omtrent det samme som i det nuværende projektforslag. Dog vil værdien af de berørte områder generelt være lavere. Antallet af husstande, der udsættes for støjgener, vil ligeledes være omtrent det samme, ligesom den direkte arealinddragelse.

Figur 6 Alternativ linjeføring langs Rute 8



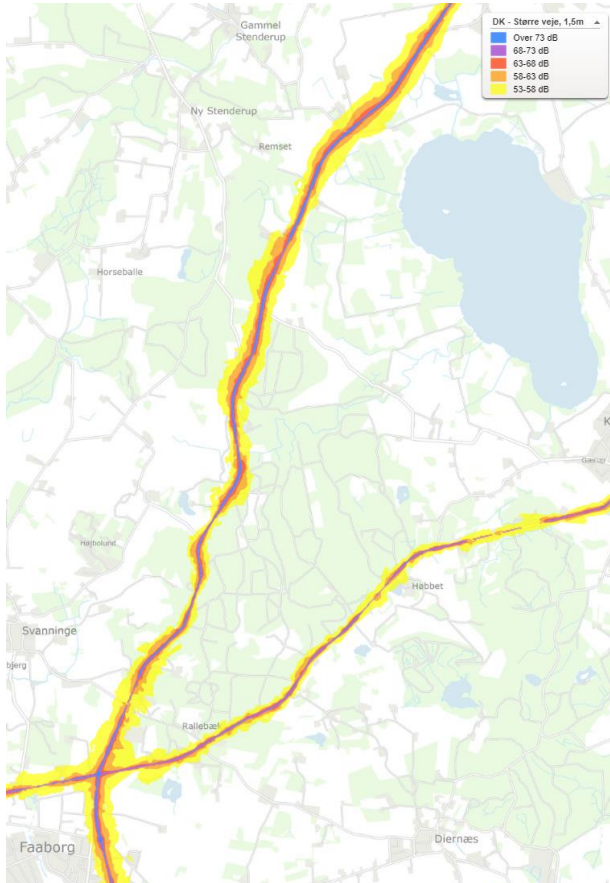
Anm.: Cirklen markerer området, hvor en alternativ linjeføring potentielt kan være.

Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Bjørner og Termansen (2014).

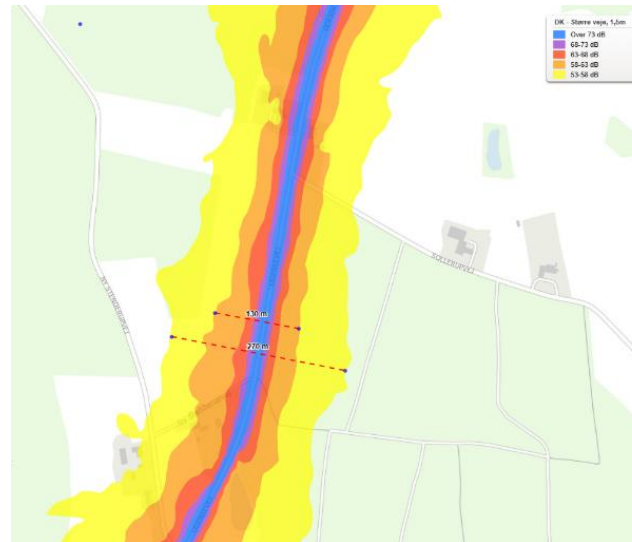
Bilag 2: Støjkort

Figur 7 Udklip af støjkort fra Rute 43

Figur 7.a Støjkort: Rute 43 i projektområdet

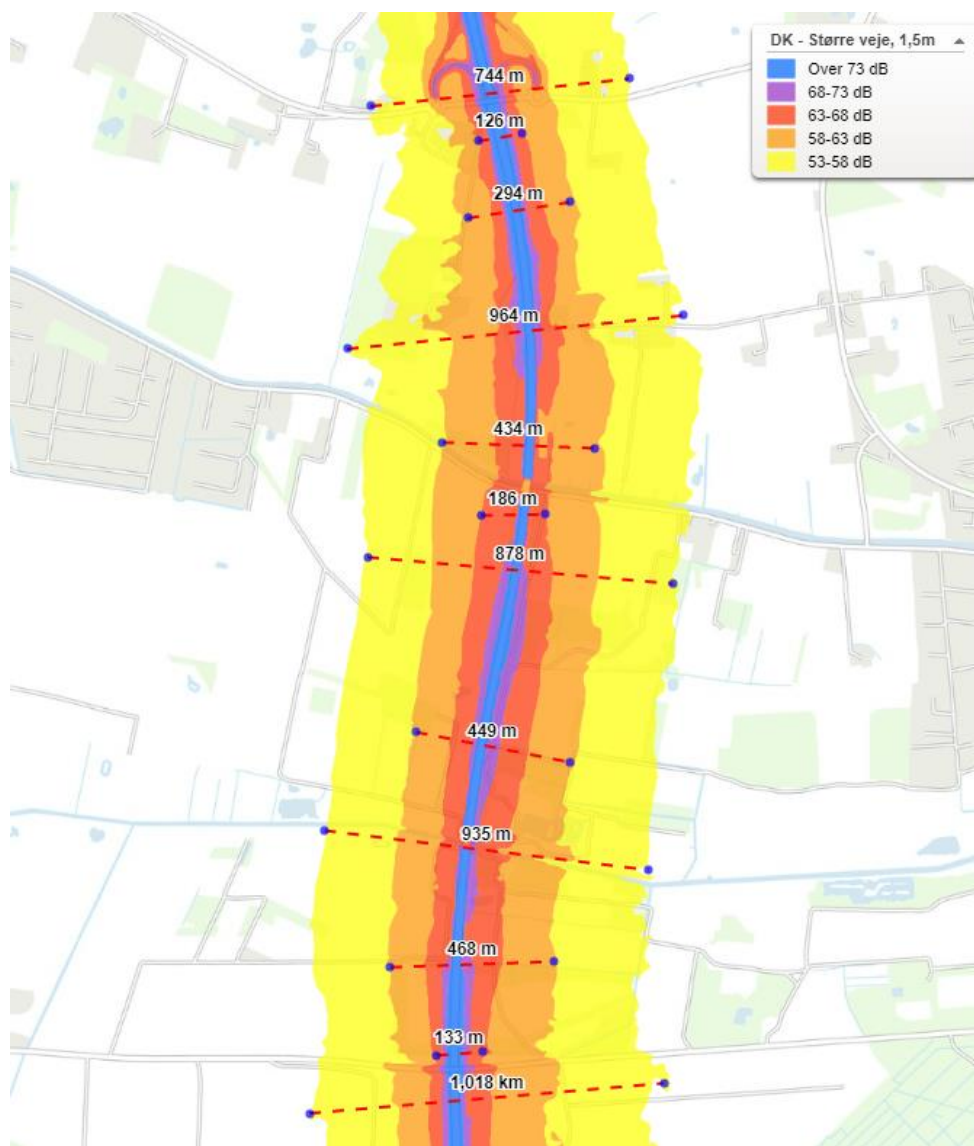


Figur 7.b Støjkort: Zoomet ind på Rute 43 i projektområdet



Kilde: MiljøGIS (2022).

Figur 8 Udklip af støj kort fra Rute 21: Odsherredvejen



Kilde: MiljøGIS (2022).

Bilag 3: Tabel: Antal husstande i de forskellige støjzoner

Tabel 20 Berørte huse i de tre forskellige støjzoner fordelt mellem Faaborg-Midtfyn og Sønderborg Kommune

	Faaborg-Midtfyn			Sønderborg		
	0-65m	65-200m	200-500m	0-65m	65-200m	200-500m
<i>Stuehus til landbrugsejendom</i>	34	28	76	1	1	5
<i>Fritliggende enfamiliehus</i>	189	269	559	63	87	196
<i>Sammenbygget enfamiliehus</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Fritliggende enfamiliehus i tæt-lav bebyggelse</i>	0	0	0	0	0	0
<i>(UDFASES) Række-, kæde-, eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne)</i>	20	25	58	0	1	2
<i>Række-, kæde- og klyngehus</i>	0	0	0	0	0	5
<i>Doppelthus</i>	2	0	0	0	0	4
<i>Etagebolig-bygning, flerfamiliehus eller to-familiehus</i>	9	5	6	2	1	0
<i>Kollegium</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Boligbygning til døgninstitution</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Anneks i tilknytning til helårsbolig.</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Anden bygning til helårsbeboelse</i>	2	2	5	1	0	0
<i>Bygninger til helårsbeboelse I alt</i>	256	330	706	69	90	212
<i>Sommerhus</i>	0	4	0	0	0	3
<i>(UDFASES) Bygning til feriekoloni, vandrehjem o.lign. bortset fra sommerhus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Feriecenter, center til campingplads mv.</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Bygning med ferielejligheder til erhvervmæssig udlejning</i>	0	1	0	0	0	12
<i>Bygning med ferielejligheder til eget brug</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Anden bygning til ferieformål</i>	0	0	1	0	0	2
<i>Bygninger til ferieformål I alt</i>	1	5	1	0	0	18

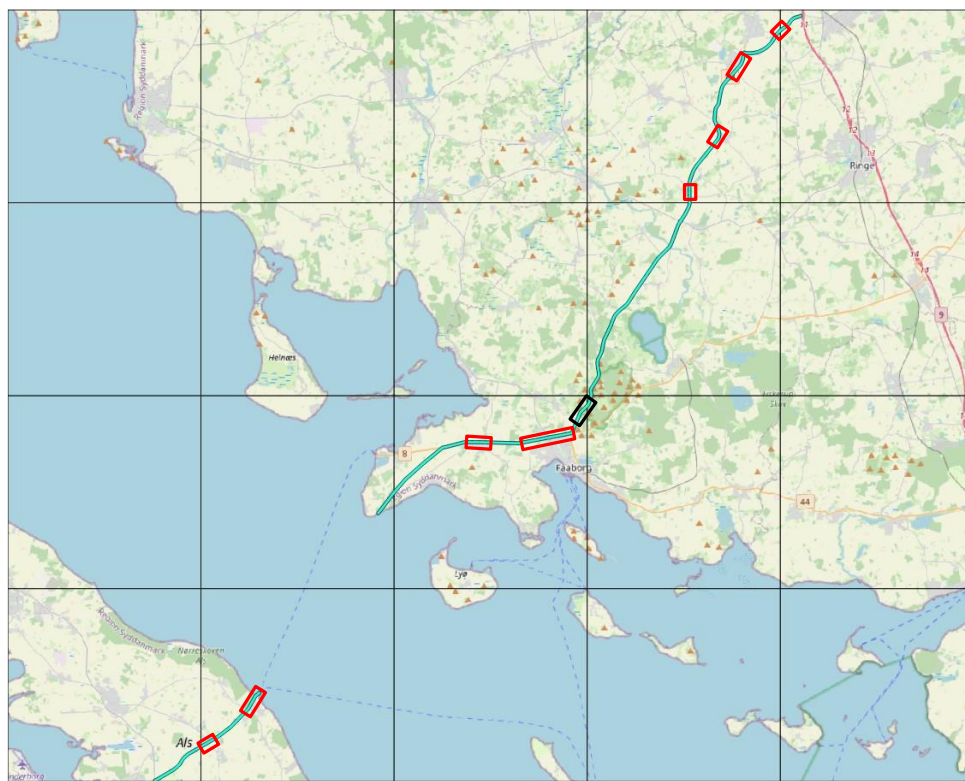
Kilde: Vurderingsstyrrelsen (n/d) samt egne beregninger.

Anm.: Vi tæller husstande som antal bygninger.

Bilag 4: Støjafskærmning, støjsvag asfalt og en tunnel

Vi illustrerer herunder, hvor støjskærme, støjsvag asfalt og en mulig tunnel kan etableres. Røde bokse markerer støjafskærmning, grøn linjeføring markerer støjsvag asfalt. Den sorte boks er placeringen af en tunnel.

Figur 9 Illustration af et scenarie, hvor der etableres støjafskærmning, støjsvag asfalt og en tunnel



Kilde: Egen tilvirkning.

Bilag 5: Følsomhedsanalyse på faktorforhold hvis erstatningsområde ingen rekreativ værdi har i år 0

Tabel 21 Faktorforhold for erstatning for tab af rekreative værdier med en antagelse om ingen rekreativ værdi i år 0

Rekreativt naturområde som skal erstattes	Faktorforhold ved anlæg af erstatningsområde ved projektstart	Faktorforhold ved anlæg af erstatningsområde 10 år før projektstart
Svanninge Bjerger	1:2	1:1
Kistrup Skov	1:2	1:1
Svanninge Bakker (Tyveknap)	1:3	1:2
Gammel Skov	1:2	1:1
Område Nordvest for Arreskov Sø	1:3	1:2
Køllenbjerg	1:3	1:2
Område ved Sallinge Å	1:3	1:2
Fredskov (Fynshav)	1:3	1:2
Område ved Mjang Dam	1:3	1:2

Anm.: Faktorforholdene er afrundet til hele tal.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Bjørner & Termansen (2014)

Bilag 2 | **KRAKA ECONOMICS**

August 2024

Als-Fyn-forbindelsen: Biodiversitet på land

Økonom

Rasmus Ballebye Jensen

Tlf. 30 26 06 20

E-mail: rbj@kraka-economics.dk

Cheføkonom

Svend Torp Jespersen

Tlf. 41 76 22 42

E-mail: stj@kraka-economics.dk

Tak til de personer, der har sparret med os og givet inputs

1. Forord

Dette notat er en del af et større analysearbejde, som Kraka Economics udfører for AlsFyn-Foreningen. Analyserne omhandler, hvordan man sikrer, at etableringen af en fast forbindelse mellem Als og Fyn samt opgraderingen af tilstødende vejnet kan foregå på en måde, hvor der skabes mere værdi i samfundet, end der tabes. Arbejdet er gennemført i 2024. I projektets forløb har mange personer og organisationer sparret med os. En stor tak for jeres tid og bidrag skal lyde til Jacob Ladenburg (DTU-MAN), Ninette Pilegaard (DTU-MAN), Søren Have (CONCITO), Lasse Schelde (IDA), Mathilde Mammen (Tænketanken HAV), Poul-Erik Olsen (DI-Infrastruktur), Birgitte Marcussen (Danmarks Naturfredningsforening), Christian Tønnesen (Faaborg-Midtfyn Kommune), Thomas Færgeman (Fugleværnsfonden), Lars Briggs (Amphi Consult), Jes Schwartz-Hansen (AlsFynForeningen), interessentgruppen og alle deltagere på AlsFynForeningens bestyrelsesseminar i foråret 2024. Kraka Economics tager det fulde ansvar for fejl, misforståelser og/eller udeladelser i analyserne.

Vi undersøger biodiversiteten i projektområdet

2. Sammenfatning

I dette notat analyserer vi, hvordan en linjeføring med vejudvidelser på hver side af en fast forbindelse mellem Als og Fyn vil påvirke biodiversiteten. Det gør vi ved først at undersøge de naturtyper og arter, som har levested i projektområdet. Vi ser på naturtyperne og arternes tilstand og udviklingstrend for at få en indikation af, hvor robuste de er overfor forstyrrelser om 10-15 år. Vi afslutter notatet med at give to konkrete forslag til, hvordan man kan afværge og minimere de negative biodiversitetspåvirkninger, så vejudvidelser og øget trafik på Als og Fyn ikke fører til, at biodiversiteten i projektområdet forringes sammenlignet med i dag.

Linjeføringen går igennem tre Natura 2000-områder

Den foreslåede linjeføring vil gå igennem tre Natura 2000-områder: Svanninge Bakker, Arreskov Sø og Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Vejudvidelser eller forstyrrelser under anlægsfasen kan have negativ påvirkning på disse områder. Det gælder især ved arealinddragelse og forringelse af mulighederne for at opretholde gunstig bevaringsstatus for de naturtyper og arter, der er på udpegningsgrundlaget. Samtlige af de tre Natura 2000-områder vil blive berørt af stigende trafikmængder i driftsfasen. Anlægget af linjeføringen vil desuden inddrage naturarealer ved Arreskov Sø og Odense Å, mens naturarealerne ved Svanninge Bakker i mindre grad vil blive berørt af anlægget. Flere af de prioriterede naturtyper, som er en del af udpegningsgrundlaget, viser en positiv udviklingstrend i deres arealudbredelse, og deres nuværende tilstand er i overvejende grad i moderat eller god økologisk tilstand. For at opnå en gunstig bevaringstilstand skal naturtyperne imidlertid som minimum være i god økologisk tilstand på størstedelen af deres arealer. Hvis den positive udviklingstrend fortsætter, og flere arealer opnår god eller høj økologisk tilstand, forventer vi, at de vil være mere robuste overfor forstyrrelser, når projektet går i gang. En fravigelse af beskyttelsen af disse naturtyper kan dog kun ske under bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser. Et eksempel på et sådan hensyn er tidligere set i forbindelse med etableringen af en fjordforbindelse.

Biodiversiteten ved Bøjden Nor kan blive forbedret

I dag forbindes Als og Fyn via en færgerute med en tilhørende færgehavn ved Bøjden Nor. Hvis en fast forbindelse etableres, vil det samtidig betyde, at færgedriften kan ophøre, og færgehavnen ved Bøjden Nor kan fjernes. Hvis færgehavnen fjernes, kan det have positive virkninger for naturområdet ved Bøjden Nor, som også er udpeget som et Natura 2000-område. Et ophør af færgedriften vil reducere menneskelig aktivitet og forstyrrelser i området, hvilket vil gavne sårbare og prioriterede naturtyper i området. Mindre trafik og støj vil samtidig skabe et mere roligt og stabilt miljø for de mange fuglearter, som yngler og raster i området. Desuden vil vandmiljøet blive forbedret i Bøjden Nor, hvis vejdamningen fjernes, da dæmningen i dag begrænser vandudveksling mellem de to vandområder.

Der findes 18 sjældne og truede arter i området

Med afsæt i vores datasæt for artsrigdom på Fyn og Als finder vi, at projektområdet er levested for 18 arter, der både er truede og sjældne. Man bør være særligt opmærksomme på disse arter, da de på nuværende tidspunkt ikke er robuste overfor forstyrrelser. I projektområdet gælder det især 5 af de sjældne og truede arter, da mere end 30 pct. af disse arters levesteder findes på Fyn. For disse arter er projektområdet og Fyn derfor et vigtigt område for national beskyttelse.

Udviklingstrend for truede og sjældne fuglearter er stigende

7 ud af de 18 arter er sjældne og truede fugle. Truede og sjældne arter er i størst risiko for at forsvinde fra Danmark, og man bør derfor være særlig opmærksom på ikke at forringe disse arters overlevelsesmuligheder. De fleste af fuglearterne i projektområdet har dog en udviklingstrend, der er opadgående. Hvis denne trend fortsætter, og arterne opnår et tilstrækkeligt tilstandsniveau, hvor de ikke vurderes at være sjældne eller truede længere, vil vi forvente, at de er mere robuste overfor forstyrrelser, når nærværende infrastrukturprojekt forventes at gå i gang.

Området er levested for tre truede bilag IV-arter

Projektområdet er desuden hjemsted for 15 bilag IV-arter. Blandt disse er der 3 truede bilag IV-arter: hasselmus, odder og markfirben. Man bør være særlig opmærksom på ikke at forringe overlevelsesmulighederne for hasselmus, da hasselmus har en stor del af deres levesteder på Fyn. Vores analyse viser imidlertid, at de tre truede bilag IV-arter har levesteder i nærtliggende områder til projektområdet, hvor de kan forventes at migrere og sprede sig til. Vi forventer, at nærtliggende alternative levesteder vil øge arternes overlevelsesmuligheder, hvis anlægsfasen og/eller driftsfasen påvirker deres muligheder for at leve og yngle i projektområdet.

Øget trafik påvirker de arter, som har levested i området

Vi forventer, at der kommer øget trafik på linjeføringen på Als og Fyn ved etablering af en fast forbindelse med vejudvidelser af de eksisterende veje på begge sider af forbindelsen. Øget trafik kan have negative biodiversitetspåvirkninger for de arter, som har levesteder i naturområderne langs linjeføringen. Der er flere strækninger, hvor der er naturområder på hver side af linjeføringen. Områderne opdeles allerede i dag af den eksisterende vej, men øget trafik vil mindske det funktionelle areal for dyrene. Vi forventer, at øget trafik vil øge dødeligheden af krydsende dyr, og at flere dyr i højere grad vil blive på den ene side af vejen i et af naturområderne.

Tab af biodiversitet har høje samfundsøkonomiske omkostninger

Vi finder, at negative påvirkninger på biodiversiteten som følge af vejudvidelser og øget trafik uden de nødvendige afværgeforanstaltninger kan medføre betydelige samfundsøkonomiske omkostninger. Vores analyse viser, at tabet af biodiversitet i projektområdet kan medføre en samfundsøkonomisk omkostning på mellem 70 mio. kr. og 325 mio. kr. Det er derfor afgørende, at de rette afværgetiltag implementeres, så denne omkostning minimeres.

Vi anbefaler etablering af en tunnel ...

For at reducere de negative påvirkninger og den deraf afledte samfundsøkonomiske omkostning anbefaler vi, at man først og fremmest undersøger mulighederne for at etablere en tunnel på 200-300 meter gennem de mest værdifulde naturområder ved Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge. En tunnel vil skabe et større sammenhængende naturområde, og de negative biodiversitetspåvirkninger af den øgede trafik vil blive reduceret. Dette tiltag kan også fremme etableringen af en nationalpark og reducere støjniveauet i naturområderne, hvilket vi forventer at ville øge områdets rekreative værdi.

... eller brug af afværgetiltag og erstatningsnatur

Hvis en tunnel ikke er realistisk af samfundsøkonomiske eller anlægstekniske årsager, foreslår vi alternative afværgetiltag som fx faunabroer, midlertidige og permanente paddehegn og faunatunneller samt udlægning af erstatningsnatur. Disse tiltag vil minimere og kompensere for de negative biodiversitetspåvirkninger. Vi anslår, at omkostningerne til de nødvendige afværgetiltag, der minimerer den negative påvirkning, vil beløbe sig til mellem 78 og 108 mio. kr. Erstatningsnatur kan udlægges i kombination med at kompensere for tab af rekreative naturværdier. I notatet: *"Rekreative værdier, støjgener for husstande og*

barriereeffekter” anbefaler vi, at man etablerer nye rekreative erstatningsområder, hvor samme natur som på de eksisterende rekreative naturområder gendannes. Vi anbefaler desuden, at udlægningen af disse områder bør ske i forlængelse af de nuværende naturområder og med en arealstørrelse, der er 1,5 til 2,5 gange større end de tabte rekreative naturområder.

3. Indledning

Vi befinder os i en biodiversitetskrise

I de senere år er biodiversiteten globalt set blevet alvorligt truet af menneskelige aktiviteter, og i Danmark er det ingen undtagelse. Vi befinder os i en global biodiversitetskrise, hvor antallet af arter er i tilbagegang (Ejrnæs m.fl., 2021). Ifølge EU's biodiversitetsstrategi for 2030 er der et kritisk behov for at beskytte og genoprette natur og bevare dens biologiske mangfoldighed. I Danmark er kun 1,6 pct. af landarealet beskyttet natur, hvilket er langt under EU's målsætning om 30 pct. beskyttet natur (Biodiversitetsrådet, 2024a). Desuden viser data fra det nationale naturovervågningsprogram, at en række naturtyper oplever tydelige tegn på forværring, mens ikke en eneste naturtype ender i kategorien tydelige tegn på forbedring (Nygaard m.fl., 2024). Det er derfor afgørende at undersøge biodiversiteten i projektområdet og komme med bud på, hvordan infrastrukturprojektet kan realiseres med mindst mulig negativ påvirkning på naturtyper og arter.

Mindre natur, mere landbrug i projektområdet

Sammenlignet med landsgennemsnittet har Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune en mindre andel af naturarealer og en større andel af landbrugsarealer ift. det samlede kommuneareal. I tabel 1 har vi opstillet en opgørelse over andelen af natur- og landbrugsarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune, hvilket vi sammenligner med landsgennemsnittet. Andelen af naturarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune er på hhv. 16 pct. og 22 pct., hvorimod landsgennemsnittet er på 25 pct. Af tabel 1 fremgår det også, at andelen af landbrugsarealer i Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune er hhv. 66 pct. og 63 pct. På landsgennemsnit fylder landbruget ca. 60 pct. (Danmarks Statistik, 2024).

Tabel 1 Andelen af natur- og landbrugsarealer i Danmark, Sønderborg Kommune og Faaborg-Midtfyn Kommune

Område	Hele landet	Sønderborg Kommune	Faaborg-Midtfyn Kommune
	Kvadratkilometer og pct.		
Skov, natur, søer	10.562 (25 pct.)	81 (16 pct.)	141 (22 pct.)
Landbrug	25.439 (60 pct.)	326 (66 pct.)	401 (63 pct.)

Kilde: Danmarks Statistisk: tabel AREALDK.

Vigtige naturområder i projektområdet

Til trods for relativt færre naturarealer sammenlignet med landsgennemsnittet, er der naturområder i projektområdet, som er betydningsfulde for biodiversiteten. Det gælder især naturområderne i og omkring Svanninge Bakker. Petersen m.fl. (2024) har i en ny rapport for mere, bedre og større natur i Danmark netop peget på Svanninge Bakker og de nærtliggende naturområder som et potentielt område, hvor der optimalt og arealmæssigt omkostningseffektivt kan komme et stort udbytte for biodiversiteten, hvis man etablerer naturområderne til ét større sammenhængende naturområde.

Formål med notatet

Formålet med notatet er at vurdere skaderne på biodiversitet ved anlæg og drift af en vejudvidelse langs den analyserede linjeføring og fremsætte forslag til løsninger på, hvordan skaderne bedst afværges og reduceres. Vi undersøger relevante naturtyper og arter i de

områder, hvor linjeføringen går igennem. For væsentlige naturtyper og arter opstiller vi en række opmærksomhedspunkter, som bør være i fokus, når vejudvidelsen anlægges og er i drift. Vi beregner den samfundsøkonomiske omkostning ved skade af biodiversitet i projektområdet og sammenligner denne med omkostningsniveauet for at afværge skaderne. Notatet vil blive anvendt som en del af en endelig afrapportering i form af en samlet bæredygtighedsanalyse af en fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Notatets indhold

Notatet er organiseret som følger. I afsnit 4 opstiller vi den linjeføring, som notatet tager udgangspunkt i. I afsnit 5 kortlægger vi relevante naturområder og -typer i projektområdet. Her undersøger vi, hvordan prioriterede naturtyper i området har udviklet sig over tid, og hvilken tilstand, de befinder sig i. Det gør vi for at få en forventning om, hvordan naturtypens tilstand er, når et muligt anlægsprojekt påbegyndes i årene omkring 2035. I afsnit 6 laver vi en kortlægning af sjældne og truede arter i projektområdet. Her undersøger vi også relevante arters udvikling og nuværende tilstand med samme argument som før ift. at vurdere artens tilstand ved projektets start. Vi undersøger desuden de sjældne og truede arter i et nationalt og lokalt perspektiv. I afsnit 7 opstiller vi hvilke belastninger, der er på biodiversitet ved en vejudvidelse. Disse belastninger og den samfundsøkonomiske omkostning forbundet hermed værdisættes i afsnit 8. I afsnit 9 opstiller vi anbefalinger til at afværge for de negative biodiversitetspåvirkninger.

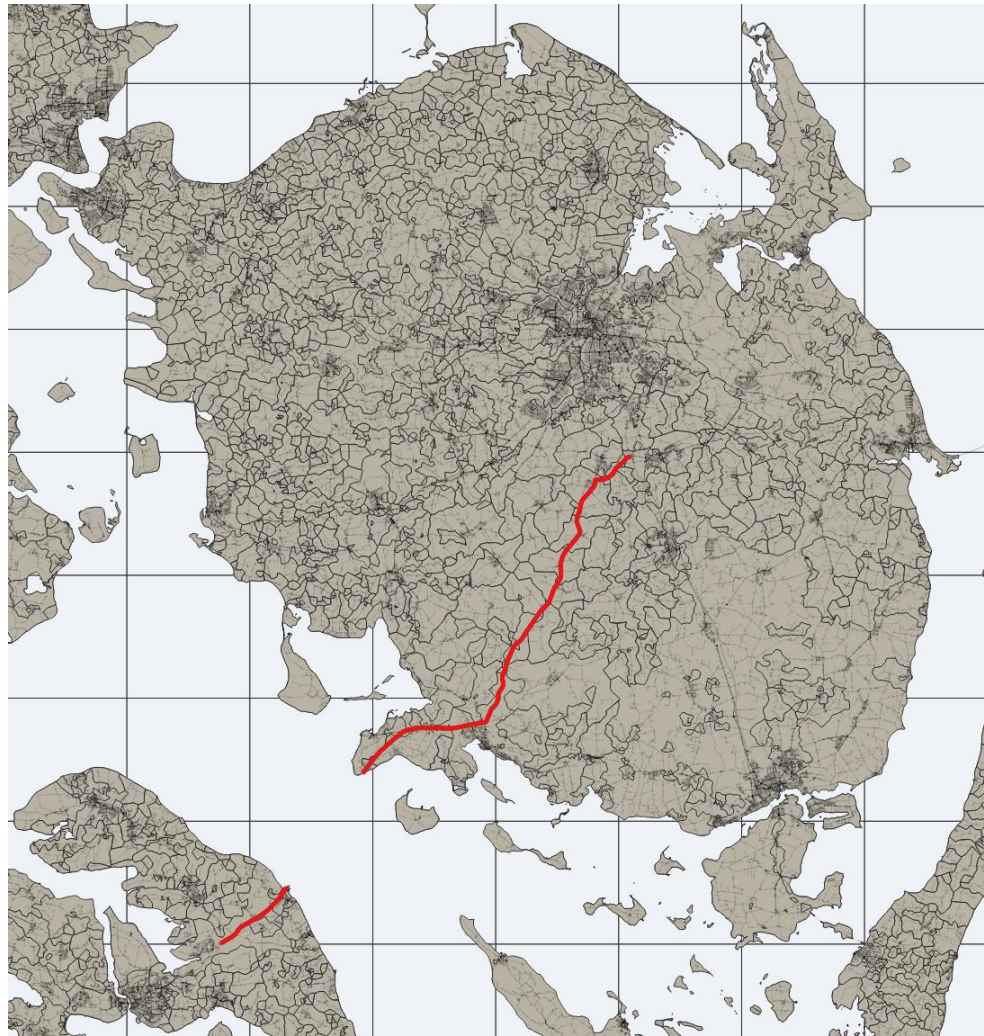
4. Projektområde og linjeføring

Den analyserede linjeføring følger forundersøgelsen

Analysen tager udgangspunkt i den linjeføring som Vejdirektoratet (2023) anvender i deres forundersøgelse. Fælles for hele linjeføringen på land er, at der kommer vejudvidelser af eksisterende veje.¹ Den nuværende landevej opgraderes til 2+1-landevej. Dog er der foreslået strækninger, hvor der ikke foretages vejudvidelser. Det gælder bl.a. gennem Svanninge Bakker. Disse forslag er ikke medregnet i analyserne for dette notat. Hvordan det påvirker resultaterne, beskriver vi løbende. Linjeføringen er vist i figur 1 herunder, hvor den er optegnet med rød: En fast forbindelse mellem Als og Fyn går i land omkring Horne Næs på Fyn, hvorefter linjeføringen rammer Rute 8. Linjeføringen følger Rute 8 til Faaborg. Fra Faaborg følger linjeføringen Rute 43. På Als følger linjeføringen Rute 8. Beregningsteknisk bruger vi denne linjeføring uden foreslåede omfartsveje, da vi ikke præcist ved, hvordan omfartsvejene vil se ud. Vi medregner fx ikke, at vejstrækningen er foreslået at gå udenom Horne By eller Heden.

¹ Der vil komme lidt ny vej ved Horne Næs.

Figur 1 Illustration af linjeføring



Kilde: Egen tilvirkning.

5. Kortlægning af naturtyper i projektområdet

Natura 2000-områder langs linjeføring undersøges

I dette afsnit vil vi kortlægge relevante naturtyper i projektområdet og undersøge, hvordan disse naturtyper har udviklet sig over tid. Vi tager udgangspunkt i fire Natura 2000-områder i og omkring projektområdet. Vores fokus er rettet mod de prioriterede naturtyper i udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne. Retningslinjerne for negativt at påvirke prioriterede naturtyper er nemlig de mest restriktive, jf. Miljøstyrelsen (2020).

Der er fire Natura 2000-områder langs linjeføringen

De fire Natura 2000-områder i projektområdet er *Svanninge Bakker*, *Arreskov Sø*, *Odense Å med Hågerup Å*, *Sallinge Å og Lindved Å* og *Bøjden Nor*. Vi opstiller først en beskrivelse af, hvad det indebærer, når et område er udpeget som et Natura 2000-område. Derefter gennemgår vi udpegningsgrundlaget for hver af de fire Natura 2000-områder.

Arter og naturtyper skal beskyttes i områderne

Når et område udpeges som et Natura 2000-område, skal der sikres eller genoprettes en gunstig bevaringsstatus for de naturtyper og arter, som området er udpeget for. Det betyder, at arterne og naturtyperne skal beskyttes tilstrækkeligt, så deres levesteder ikke forringes, og de kan opretholde levedygtige bestande over tid, og naturtyperne kan bevare sine særlige karakteristika. Natura 2000-området skal også beskyttes mod nye aktiviteter, herunder anlægsprojekter eller anden form for påvirkning, der kan skade naturen. Derudover

skal der gøres en aktiv indsats for at sikre eller genoprette naturen i området baseret på de bagvedliggende Natura 2000-planer (Miljøstyrelsen, n/d a).

Udpegningsgrundlaget viser, hvad der er beskyttet

Natura 2000-områder består af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder, som er udpeget for at beskytte specifikke arter og naturtyper, der er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene. Hvert område har et udpegningsgrundlag, der omfatter en liste over de arter og naturtyper, som er beskyttet inden for det pågældende område (Miljøstyrelsen, n/d b). Vi giver en kort beskrivelse af de fire Natura 2000-områder, der kan blive påvirket af en vejudvidelse i projektområdet. I bilag 1 har vi opstillet et kort over områderne.

Svanninge Bakker er et Natura 2000-område ...

Svanninge Bakker

Natura 2000-området Svanninge Bakker er placeret langs linjeføringen ved Rute 43 og er udpeget for at beskytte et samlet areal på 193 hektar, som hovedsageligt ejes af staten. Området er kendetegnet ved store forekomster af surt overdrev, hvilket er den primære naturtype i området. Desuden findes der mindre områder med kalkoverdrev, kildevæld, rigkær samt skovnaturtyperne bøg på muld, bøg på mor, ege-blandskov og elle- og askeskov (Miljøstyrelsen, 2023)

... hvor der er fire prioriterede naturtyper

Udpegningsgrundlaget for Svanninge Bakker omfatter flere prioriterede naturtyper, herunder surt overdrev, kalkoverdrev, kildevæld og elle- og askeskov. Disse prioriterede naturtyper udgør en væsentlig del af områdets naturmæssige værdi. Området huser også stor vandsalamander, som også er en beskyttet art (Miljøstyrelsen, 2023).

Tabel 2 Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området Svanninge Bakker

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 240		
Naturtyper:	Næringsrig sø (3150)	Brunvandet sø (3160)
	Kalkoverdrev* (6210)	Surt overdrev* (6230)
	Kildevæld* (7220)	Rigkær (7230)
	Bøg på mor (9110)	Bøg på muld (9130)
	Ege-blandskov (9160)	Elle- og askeskov* (91E0)
Arter:	Stor vandsalamander (1166)	

Anm.: Tal i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * angiver, at der er tale om en prioriteret naturtype.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023a).

Arreskov Sø er et Natura 2000-område ...

Arreskov Sø

Natura 2000-området Arreskov Sø er, som Svanninge Bakker, også placeret langs linjeføringen ved Rute 43 og dækker et samlet areal på 702 hektar, hvoraf 315 hektar består af sø. Området er udpeget som habitatområde og fuglebeskyttelsesområde. Langt hovedparten af arealet er privatejet, men Naturstyrelsen ejer et større areal i sydvestenden af området. Området er især udpeget for at beskytte den store forekomst af næringsrig sø, rigkær, samt vigtige levesteder for yngle- og trækfugle (Miljøstyrelsen, 2023b).

... som beskytter en række naturtyper og fuglearter

Udpegningsgrundlaget for habitatområdet omfatter flere prioriterede naturtyper såsom kalkoverdrev, kildevæld, skovbevokset tørvemose og elle- og askeskov. Desuden er bæklampret, skæv vindelsnegl og sumpvindelsnegl betydningsfulde arter i området. Fuglebeskyttelsesområdet huser derudover vigtige ynglefugle som rørdrum, havørn, trane og rødrygget tornskade, samt trækfugle som skeand og troldand. Vi har opstillet udpegningsgrundlaget for habitat- og fuglebeskyttelsesområdet herunder (Miljøstyrelsen, 2023b).

Table 3 Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området Arreskov Sø (Habitatområde og fuglebeskyttelsesområde)

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 105		
Naturtyper:	Kransnålalge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)
	Vandløb (3260)	Kalkoverdrev* (6210)
	Tidvis våd eng (6410)	Urtebræmme (6430)
	Kildevæld* (7220)	Rigkær (7230)
	Bøg på muld (9130)	Ege-blandskov (9160)
	Stilkeke-krat (9190)	Skovbevokset tørvemose* (91D0)
	Elle- og askeskov* (91E0)	
Arter:	Skæv vindelsnegl (1014)	Sumpvindelsnegl (1016)
	Bæklampret (1096)	
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 78		
Fugle:	Rørdrum (Y)	Grågås (T)
	Skeand (T)	Troldand (T)
	Havørn (TY)	Rørhøg (Y)
	Hvepsevåge (Y)	Trane (Y)
	Fjordterne (Y)	Rødrygget tornskade (Y)

Anm.: Tal i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * angiver, at der er tale om en prioriteret naturtype. I parenteserne står "T" for trækfugl og "Y" for ynglefugl.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023b).

Linjeføringen krydser et åløb, som er beskyttet ...

Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å

Rute 43 krydser Odense Å to forskellige steder, og en vejudvidelse af den eksisterende vej kan komme til at påvirke åen og dens naturtyper og arter. De to å-løb, som vejen krydser, er en del af et større Natura 2000-område, der hedder Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Natura 2000-området dækker et samlet areal på 721 hektar. Området strækker sig gennem kommunerne Odense, Assens og Faaborg-Midtfyn. De fleste arealer i Natura 2000-området er privatejede, mens mindre arealer er kommunalt ejede. Området er særligt udpeget for at beskytte Odense Å med større tilløb, som er levested for arter som tykskallet malermusling, pigsmørling, bæklampret og havlampret, samt flere tilstedende kildevæld. Vandløbene og de tilstedende arealer fungerer også som levested for odder og damflagermus (Miljøstyrelsen, 2023c).

... for bl.a. at sikre gunstig bevaringsstatus for odder og damflagermus

Udpegningsgrundlaget for habitatområdet omfatter flere prioriterede naturtyper, herunder kalkoverdrev, surt overdrev, kildevæld, skovbevokset tørvemose og elle- og askeskov. Arter som skæv vindelsnegl, sumpvindelsnegl, tykskallet malermusling, bæklampret, havlampret, pigsmørling, odder og damflagermus er desuden på udpegningsgrundlaget og er derfor betydningfulde i området (Miljøstyrelsen, 2023c).

Tabel 4 Udpegningsgrundlaget for natura 2000-området Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 98		
Naturtyper:	Kransnålalge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)
	Vandløb (3260)	Kalkoverdrev* (6210)
	Surt overdrev* (6230)	Urtebræmme (6430)
	Hængesæk (7140)	Kildevæld* (7220)
	Rigkær (7230)	Ege-blandskov (9160)
	Skovbevokset tørvemose* (91D0)	Elle- og askeskov* (91E0)
Arter:	Skæv vindelsnegl (1014)	Sumpvindelsnegl (1016)
	Tykskallet malermusling (1032)	Bæk slampret (1096)
	Havl slampret (1095)	Pigsmerling (1149)
	Odder (1355)	Damflagermus (1318)

Anm.: Tal i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * angiver, at der er tale om en prioriteret naturtype.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023c).

Positive effekter for biodiversitet hvis færgehavn fjernes

Bøjden Nor

Den analyserede linjeføring tager, som vist i figur 1, udgangspunkt i, at en fast forbindelse mellem Als og Fyn går i land ved Horne Næs. I dag forbindes Als og Fyn via en færgerute med en tilhørende færgehavn ved Bøjden Nor. Hvis en fast forbindelse etableres, vil det sandsynligvis betyde, at færgedriften ophører, og færgehavnen ved Bøjden Nor kan fjernes. Hvis færgedriften ophører, kan det have positive virkninger for naturområdet ved Bøjden Nor, som også er udpeget som et Natura 2000-område (Miljøstyrelsen, 2023d).

Naturtyper og arter ved Bøjden Nor kan få bedre forhold

For det første vil ophøret af færgedriften og en mulig nedlæggelse af færgehavnen reducere menneskelig aktivitet og forstyrrelse i havneområdet. Dette vil gavne de sårbare og prioriterede naturtyper som lagune, kalkoverdrev, kildevæld og surt overdrev (Miljøstyrelsen, 2023d). Mindre trafik og støj vil samtidig skabe et mere roligt og stabilt miljø for de mange fuglearter, som yngler og raster i området, herunder klyde og havterne. Det vil forbedre betingelserne for fuglenes ynglesucces og overlevelse, hvilket er afgørende for bevarelsen af deres bestande.

Miljøet forbedres ved Bøjden Nor, hvis vejen fjernes

Biodiversitetsværdien af Bøjden Nor forventes at blive forbedret, hvis færgehavnen og vejen, der i dag fungerer som en dæmning, fjernes. Vandmiljøet vil især blive forbedret i det nordlige område af Bøjden Nor, da der i øjeblikket ikke er nogen vandudveksling mellem de to vandområder på hver side af "vejdæmningen". Fjernelse af vejen og færgehavnen vil dermed skabe bedre hydrologiske forhold og økologisk tilstand for det samlede vandmiljø ved Bøjden Nor. Dele af vejen kan evt. bruges til at bygge større yngleøer, hvilket vil øge værdien af området som yngle- og levested for fugle. Dette vil styrke områdets funktion som et vigtigt habitat for både ynglende og rastende fuglearter.² Udpegningsgrundlaget for Bøjden Nor er vist i tabel 5 herunder.

² Vurderingen er baseret på samtaler med Fugleværnsfonden.

Tabel 5 Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området Bøjden Nor (Habitatområde og fuglebeskyttelsesområde)

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 107		
Naturtyper:	Lagune* (1150)	Strandvold med enårige planter (1210)
	Strandvold med flerårige planter (1220)	Kystklint/klippe (1230)
	Enårig strandengsvegetation (1310)	Strandeng (1330)
	Kalkoverdrev* (6210)	Surt overdrev* (6230)
	Kildevæld* (7220)	
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 123		
Fugle:	Bjergand (T)	Klyde (Y)
	Havterne (Y)	

Anm.: Tal i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * angiver, at der er tale om en prioriteret naturtype. I parenteserne står "T" for trækfugl og "Y" for ynglefugl.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023d).

Øvrige opmærksomhedspunkter er vist i bilag

Foruden Natura 2000-områderne er der også en række øvrige opmærksomhedspunkter angående beskyttet natur ved Horne Næs, fortidsminder eller fredninger langs linjeføringen. Vi viser placeringen af disse opmærksomhedspunkter i bilag 2.

Med vejudvidelse: Natura 2000-områderne påvirkes

Retspraksis for at påvirke naturtyper på udpegningsgrundlaget

Linjeføringen går igennem tre af de ovennævnte Natura 2000-områder: Svanninge Bakker, Arreskov Sø samt Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Vejudvidelsen eller forstyrrelser under anlægsfasen kan have negativ påvirkning på disse områder. Det gælder især ved arealinddragelse og forringelse af mulighederne for at opretholde gunstig bevaringsstatus for de naturtyper og arter, der er på udpegningsgrundlaget. En mere detaljeret gennemgang af negative påvirkninger ved en vejudvidelse kommer i afsnit 7.

Strengte betingelser for at fravige Natura 2000-områdernes beskyttelse

En fravigelse af beskyttelsen i Natura 2000-områder kan kun ske under strenge betingelser, jf. habitatvejledningen fra Miljøstyrelsen (2020). Der skal foreligge bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser, og der skal være et bevis på, at der ikke findes bedre alternative løsninger, hvor bl.a. skader på et Natura 2000-områdes integritet undersøges og sammenlignes for de forskellige løsninger (Miljøstyrelsen, 2020).

Vi viser et eksempel på en fravigelse af beskyttelsen

Et eksempel på en tilladelse, hvor bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser blev anerkendt, er fjordforbindelsen ved Frederikssund. Der er ingen klar definition af bydende nødvendige hensyn, men konkrete sager behandlet af EU-Domstolen eller Europa-Kommissionen har typisk omfattet store nationale anlægsprojekter som motorveje, lufthavne, broer og vindmøller (Miljøstyrelsen, 2020).

Prioriterede arter påvirkes: skrappe krav til fravigelse

Hvis prioriterede arter og naturtyper på udpegningsgrundlaget påvirkes, er betingelserne endnu strengere. Her gælder det, at bydende nødvendige hensyn kun kan omfatte hensynet til menneskers sundhed, den offentlige sikkerhed, gavnlige virkninger for miljøet eller, kun efter udtalelse fra EU-Kommissionen, andre bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser (Miljøstyrelsen, 2020).³

Opadgående trend for de fleste prioriterede naturtyper

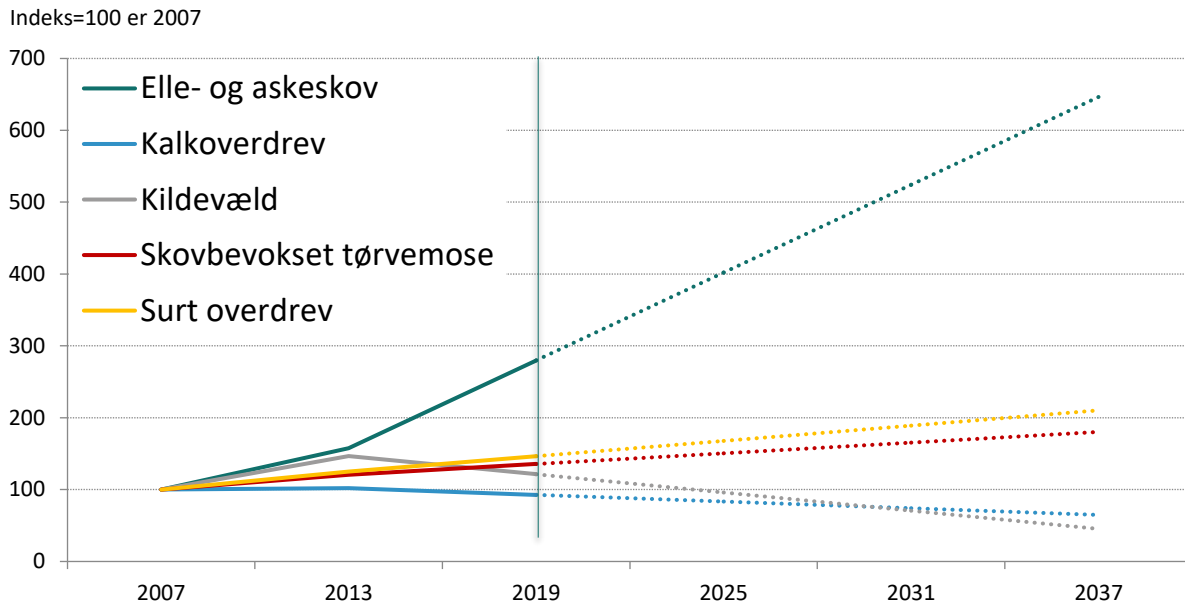
Udvikling og tilstand i prioriterede naturtyper i projektområdet

Udviklingen i arealstørrelsen har for de fleste af de prioriterede naturtyper i projektområdet været stigende mellem 2007 og 2019. Det viser det såkaldte NOVANA-programs

³ Vores beregninger viser, at ca. 8,5 ha natur vil blive inddraget af en vejudvidelse lang linjeføringen. Hvorvidt denne naturinddragelse har en negativ påvirkning på de prioriterede naturtyper i udpegningsgrundlaget, så de ikke kan opretholde en gunstig bevaringsstatus, kræver en konkret konsekvensvurdering.

kortlægning og overvågning, som udføres af Aarhus Universitet (Nygaard m.fl., 2021). Udviklingen i seks af de prioriterede naturtyper i området er illustreret i figur 2.

Figur 2 Udvikling i prioriterede naturtyper i Danmark fra år 2007-2019 fremskrevet til år 2037



Anm.: Fra 2019 og frem er der foretaget en lineær fremskrivning med samme udbredelse af arealet som fra 2013-2019.
Kilde: Nygaard m.fl. (2021).

Kildevæld og kalkoverdrev har en nedadgående trend

Kildevæld og kalkoverdrev er dog to prioriterede naturtyper i projektområdet, der har været i nedgang målt ift. udbredelse. Modsat har det været for elle- og askeskov, der har haft den største stigning mellem 2007 og 2019. Dette er også den naturtype i området, som findes flest steder i Danmark. Det kan vi se i tabel 6 herunder. I tabellen finder vi også, at kildevæld er den naturtype, der har den laveste udbredelse i Danmark (Nygaard m.fl., 2021).

Tabel 6 Areal i alt fordelt efter naturtype (hektar)

Naturtype	2007	2013	2019
Elle- og askeskov	6.900	10.880	19.310
Kalkoverdrev	4.400	4.490	4.080
Kildevæld	750	1.100	910
Skovbevokset tørvemose	3.900	4.710	5.290
Surt overdrev	10.300	12.900	15.090

Kilde: Nygaard m.fl. (2021).

Udviklingstrend giver indikation af arealtilstand i år 2035

Den ovenstående udviklingstrend kan være med til at illustrere, hvordan arealudbredelsen af de forskellige naturtyper sandsynligvis vil være, når et muligt anlægsprojekt påbegyndes i årene omkring år 2035. Hvis den negative trend for kalkoverdrev og kildevæld fortsætter, kan disse naturtyper i endnu højere grad være særlig vigtige at beskytte mod negativ påvirkning ved en vejudvidelse. Naturtyperne er allerede underlagt beskyttelse, jf. habitatvejledningen, men en afvigelse af denne beskyttelse må forventes at være endnu mere restriktiv, hvis naturtypernes totale udbredelse fortsætter en nedadgående trend.

**Udbredelse af
naturareal for visse
naturtyper**

Tre ud af de fem naturtyper er i fremgang, og med afsæt i udviklingstendenserne i figur 2 kan vi have en mulig forventning om, at arealudbredelsen af disse naturtyper fortsat vil stige frem mod år 2035. Dette kan have en betydning for den bevaringsstatus, som naturtyperne vil befinde sig i, når projektet påbegyndes.

**Tilstandsniveau og
udviklingstrend
afgør robusthed**

Det er dog ikke alene udviklingstrenden for naturtyperne, der afgør, om naturtyperne har en gunstig bevaringsstatus og er robuste overfor forstyrrelser (Ejrnæs m.fl., 2020). I afsnit 14 demonstrerer vi med afsæt i figur 7, at gunstig bevaringsstatus først er opnået, når tilstanden for naturen eller arterne også er på et tilstrækkeligt niveau, hvor visse minimumskrav er overholdt, så en langsigtet bevarelse kan sikres. I tabel 7 herunder har vi opsummeret tilstanden for de prioriterede naturtyper i Natura 2000-områderne. Disse tilstande skal sammenholdes med ovenstående udviklingstendenserne for at vurdere, om naturtyperne er robuste.

**Tabel med tilstand
for de prioriterede
naturtyper**

Naturtypernes areal i de respektive Natura 2000-områder er fordelt på tilstandsklasser fra laveste til højeste økologiske tilstand med følgende rangering: dårlig, ringe, moderat, god, høj. Det er naturtypens forskellige arealer inden for Natura 2000-området, der vurderes ift. tilstand. Den samme naturtype kan derfor optræde på forskellige arealer med forskellige tilstande inden for samme Natura 2000-område.

**Gunstig bevarings-
status: arealet skal
være i god eller høj
tilstand**

Størstedelen af de prioriterede naturtyper i de fire Natura 2000-områder er på nuværende tidspunkt i enten moderat eller god økologisk tilstand (Miljøstyrelsen, 2023a,b,c,d). For at opfylde kravene til gunstig bevaringsstatus gælder det generelt, at størstedelen af en naturtypes areal som minimum skal være i god økologisk tilstand (Ejrnæs m.fl., 2020). I tabel 7 præsenterer vi en opsummering af tilstandsniveauerne for de prioriterede naturtyper i de fire Natura 2000-områder. Fordelingen mellem de prioriterede naturtypers areal og tilstandsniveau kan ses i Miljøstyrelsen (2023a,b,c,d).

Tabel 7 Naturtilstand for Natura 2000-områdernes prioriterede naturtyper

Svanninge Bakker	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	God
Surt overdrev	God
Kildevæld	Moderat
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Arreskov Sø	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	Moderat
Kildevæld	God
Skovbevokset tørvemose	Ej vurderet
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	God
Surt overdrev	Moderat/god
Kildevæld	Moderat/god
Skovbevokset tørvemose	Ej vurderet
Elle- og askeskov	Ej vurderet
Bøjden Nor	
<i>Prioriteret naturtype</i>	<i>Overvejende naturtilstand</i>
Kalkoverdrev	Moderat
Surt overdrev	Moderat
Kildevæld	God
Lagune	Ej vurderet

Anm.: Moderat/god indikerer, at omkring halvdelen af arealet er i moderat tilstand, og den anden halvdel af arealet er i god tilstand. Ej vurderet indikerer, at naturtypen ikke har været igennem Miljøstyrelsens tilstandsvurderingssystem.

Kilde: Miljøstyrelsen (2023a,b,c,d).

Vi undersøger naturtilstanden på et nationalt niveau

Vi undersøger også tilstanden i udvalgte naturtyper på et nationalt niveau med afsæt i NOVANA-programmets overvågning (Nygaard m.fl., 2024). Baseret på overvågningens konklusioner bør man være særlig opmærksom på at undgå negative påvirkninger på kalkoverdrev og surt overdrev i projektområdet, da disse naturtyper på et nationalt niveau har tegn på forværring i deres naturtilstand.

NOVANA overvåger naturtyper

Nygaard m.fl. (2024) har i NOVANA-programmet overvåget 43 habitatnaturtyper og undersøgt naturtypernes tilstand i Danmark baseret på en række indikatorer, fx vegetationshøjde, antallet af bestemte arter, og hvor belastet jorden er af gødning. For de seks naturtyper vist i tabel 6 opstiller vi konklusionen for udviklingen i deres tilstand fra Nygaard m.fl. (2024) herunder. Kategorien *tydelige tegn på en forandring* henviser til forandringer i tilstanden men uden, at det er en entydig forbedring eller forværring i tilstanden.

Tabel 8 Udvikling i tilstanden for udvalgte naturtyper

Naturtype	Udvikling i tilstanden	Periode
Elle- og askeskov	Ingen tegn på forandring	2007-2022
Kalkoverdrev	Tydelige tegn på forværring	2004-2022
Kildevæld	Tydelige tegn på forandring	2004-2022
Skovbevokset tørvemose	Nogen tegn på forandring	2007-2022
Surt overdrev	Tegn på forværring	2004-2022

Anm.: Kategorien *tydelige tegn på en forandring* henviser til forandringer i tilstanden men uden, at det er en entydig forbedring eller forværring i tilstanden

Kilde: Nygaard m.fl. (2024).

Ny linjeføring vil påvirke Natura 2000-områderne

I nedenstående afsnit opsummerer vi, hvordan en ny linjeføring vil påvirke de forskellige Natura 2000-områder. Områderne påvirkes negativt ved arealinddragelse på de strækninger, hvor vejen udvides. Med en ny linjeføring vil der være mulighed for mere natur på Bøjden Nor.

Forventet påvirkning på Natura 2000-områderne

Forventet naturpåvirkning på Natura 2000-områderne ved ny linjeføring

- Ingen arealinddragelse ved Svanninge Bakker.
- Arealinddragelse ved Arreskov Sø i forbindelse med vejudvidelse. Det kan gælde følgende prioriterede naturtyper: kalkoverdrev, kildevæld, skovbevokset tørvemose, elle- og askeskov.
- Arealinddragelse ved Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å, der hvor vejen krydser åen. Det kan gælde for følgende prioriterede naturtyper: kalkoverdrev, kildevæld, skovbevokset tørvemose, elle- og askeskov.
- Mere natur ved Bøjden Nor hvis færgehavnen og vejdamningen fjernes. Det kan gælde for følgende prioriterede naturtyper: lagune, kalkoverdrev, surt overdrev, kildevæld.

Vi undersøger artsrigdommen i projektområdet

6. Kortlægning af arter i projektområdet

I det følgende afsnit undersøger vi artsrigdommen i projektområdet. Vi beskriver først det data, som vi anvender i undersøgelsen. Dernæst opstiller vi en kortlægning af arterne, og vi undersøger relevante arters udvikling over tid for at komme med et bud på, hvordan arternes tilstand kan forventes at se ud, hvis et anlægsprojekt påbegyndes i årene omkring år 2035. Slutteligt vurderer vi arternes sjældenhed og niveau for nødvendig beskyttelse i et nationalt og lokalt perspektiv.

Data for udbredelse af dyre-, plante- og svampearter

Data

Data til kortlægning af arter i projektområdet er et udtræk fra et større landsdækkende datasæt, som beskriver den nationale udbredelse af 2.892 dyre-, plante- og svampearter i Danmark opdelt i 625 kvadrater på basis af et 10x10 km kvadratnet. I Danmark er der ca. 40.000 arter i alt.⁴ Datasættet indeholder dermed ikke alle arter. Vi har for nærværende projekt fået stillet en delmængde af datasættet til rådighed, der viser udbredelsen af arter på Fyn og Als, hvilket også er opdelt i 10x10 km kvadratnet. Datasættet indeholder alene arter, som yngler og er naturligt hjemmehørende i Danmark. For hver art har vi information om antallet af levesteder i Danmark, artens rødlistevurdering og artens sjældenhed. Datasættet er udarbejdet af Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMC) på Københavns

⁴ Da datasættet ikke indeholder alle arter, kan der være usikkerhed i vores kortlægning af arter i projektområdet. Der kan fx være nogle truede arter i projektområdet, som ikke er repræsenteret i datasættet. Det kan bl.a. gælde for insekter og svampe. Data for insekter er generelt underrepræsenteret i Danmark, hvorfor der også kan være en risiko for, at insekter er underrepræsenterede i det datasæt, vi anvender. Der kan også være en risiko for, at datasættet indeholder arter, som tidligere er blevet registreret i projektområdet, men som ikke længere har et levested der i dag. Det gælder bl.a. for kirkeuglen.

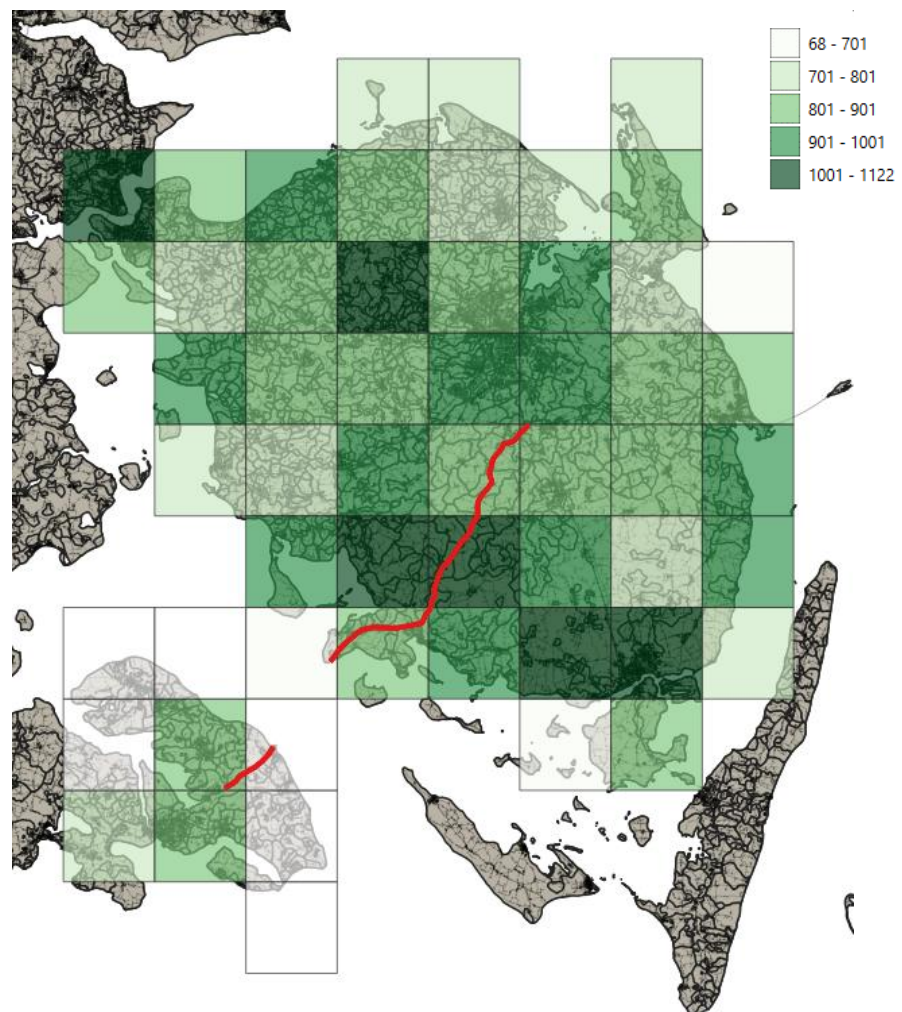
Universitet. Se Petersen m.fl. (2024) for en nærmere beskrivelse af datasættet, og hvordan det er sammenstillet.

**Højeste artsrigdom:
Svanninge Bakker &
Bjerge, Arreskov Sø**

Artsrigdom på Fyn og Als

Området omkring Svanninge Bakker, Svanninge Bjerge og Arreskov Sø er det kvadrat langs linjeføringen, der har den højeste artsrigdom målt ift. antallet af arter. I dette område har 1.122 arter yngle- eller levested ud af de 2.892 arter i datasættet. Da datasættet ikke indeholder alle arter i Danmark, er det samlede antal af arter i virkeligheden højere end de 1.122. De forskellige niveauer af artsrigdom giver alligevel en indikation af hvilke områder, der er mest betydningsfulde for biodiversiteten. De forskellige niveauer af artsrigdom baseret på vores datasæt på Fyn og Als er illustreret i figur 3 herunder, hvor linjeføringen igen er markeret med rød.

Figur 3 Artsrigdom på Fyn og Als

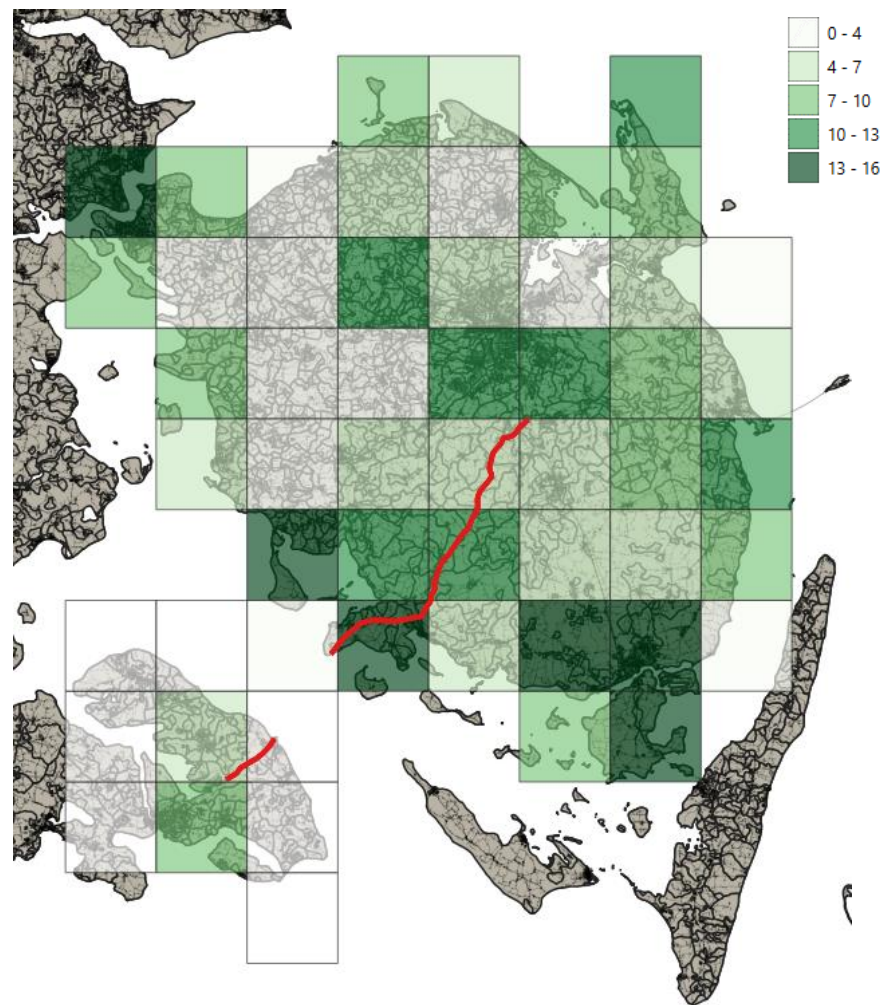


Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

**Højeste artsrigdom
for sjældne arter:
Horne Næs**

Med afsæt i figur 4 ser vi, at området omkring Horne Næs er det område, der har flest sjældne arter. Derefter kommer igen området omkring Svanninge Bakker, Svanninge Bjerge og Arreskov Sø. Der findes 15 og 11 sjældne arter ved hhv. Horne Næs og området omkring Svanninge Bakker. Arternes sjældenhed er af CMEC (2024) defineret som de 25 pct. mindst udbredte arter inden for hver af hovedgrupperne: hvirveldyr, insekter, karplanter og svampe, hvilket er målt med afsæt i antal forekomster i Danmark i 10x10 km kvadrater. De forskellige niveauer af antallet af sjældne arter på Als og Fyn er illustreret i figur 4.

Figur 4 Antal sjældne arter på Fyn og Als



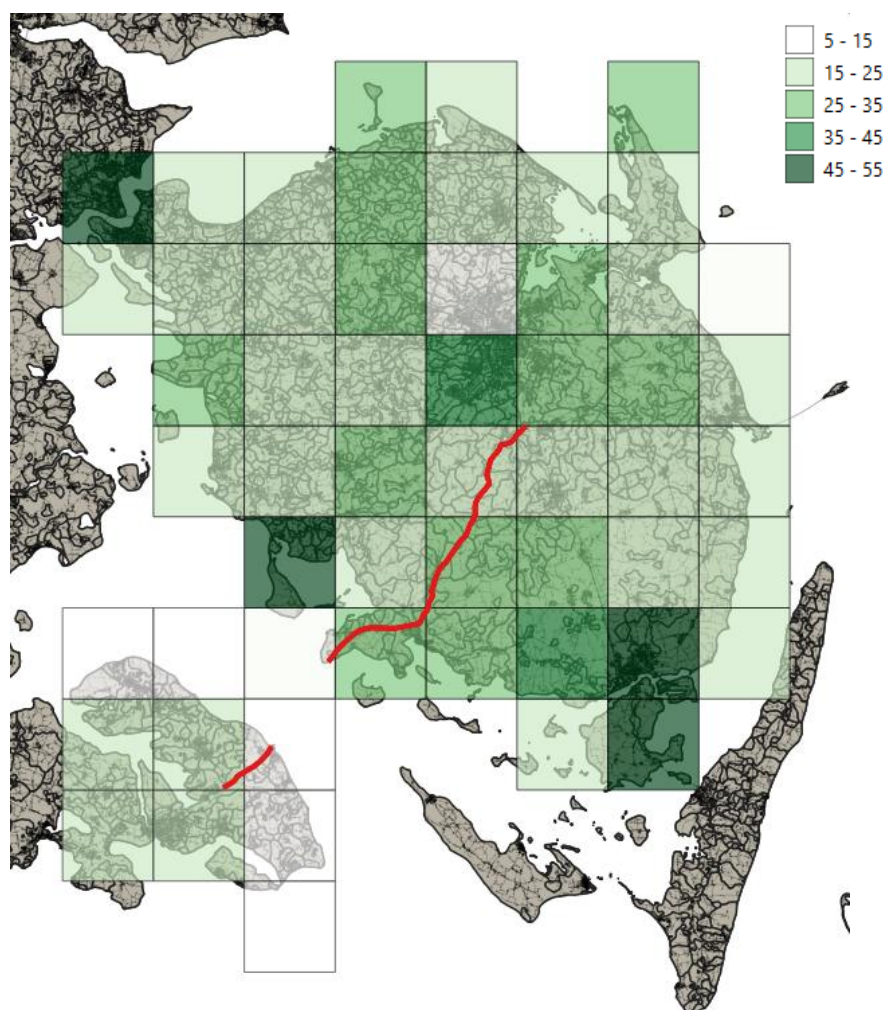
Kilde: Egen tilvirkning baseret på Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

**Flest truede arter:
Svanninge Bakker &
Bjerge, Arreskov Sø**

I figur 5 ser vi, at der ikke er et specifikt område, der i særlig grad udskiller sig ift. antallet af truede arter, men området omkring Svanninge Bakker, Svanninge Bjerge og Arreskov Sø er levested for det højeste antal af truede arter. Der findes her 35 truede arter. Derefter kommer området omkring Horne Næs, som er levested for 32 truede arter. De forskellige niveauer for antal sjældne arter er vist i figur 5. Vurderingen af, om en art er truet eller ej, er baseret på rødlistevurderingen.⁵ Rødlisten vurderer hver art som enten regionalt uddød, kritisk truet, truet, sårbar, næsten truet eller livskraftig. Samtidig er der en kategori for utilstrækkelige data, hvis datamængden ikke har været fyldestgørende nok til at vurdere en given arts tilstand (Aarhus Universitet, n/d). En art er i datasættet markeret som truet, hvis den er vurderet som kritisk truet, truet eller sårbar i rødlistevurderingen.

⁵ Vurdering er baseret på den seneste rødlistevurdering fra 2019, hvis arten er vurderet. For planter, hvor flere underarter er vurderet i rødlisten, har CMEC (2024) angivet den "mindst truede" kategori.

Figur 5 Antal truede arter på Fyn og Als



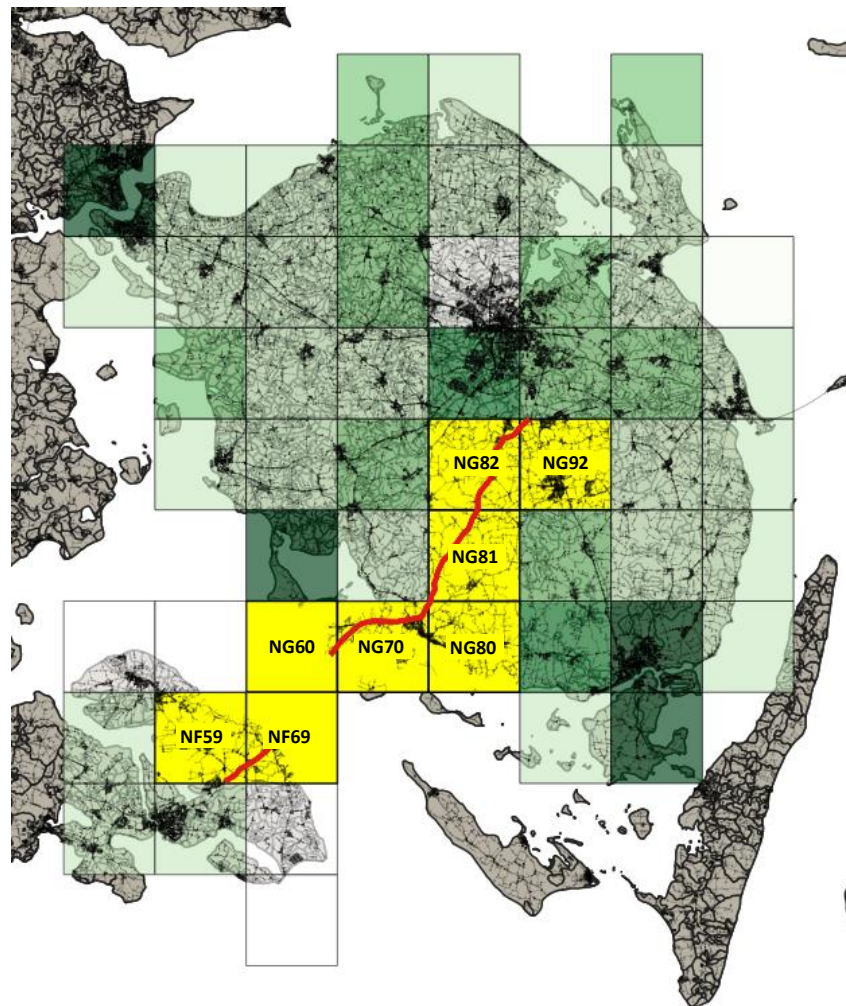
Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

**Vi opsummerer
artsrigdommen i
projektområdet**

Opsummering af artsrigdom i projektområdet

Den analyserede linjeføring går igennem otte forskellige kvadrater, som er markeret med gul i figur 6. For hvert kvadrat er der angivet et felt-ID. Betegnelsen for kvadraterne er baseret på CMEC's analyser i programmet *Worldmap*. Figur 6 herunder illustrerer de felter, som linjeføringen går igennem. Vi kalder disse felter for "projektområdet" i de følgende afsnit.

Figur 6 Kvadratfelter i projektområdet med tilhørende ID-betegnelse.



Kilde: Egen tilvirkning.

I projektområdet er der 47 sjældne arter og 71 truede arter

Baseret på vores datasæt ser vi, at der i hele projektområdet samlet set er 47 forskellige sjældne arter og 71 truede arter. Vi vil i de efterfølgende afsnit beskrive de arter, der både er sjældne og truede i projektområdet. Hvis en art i projektområdet både er sjælden og truet, er det en art, der bør have særlig opmærksomhed ved vurderingen af en vejudvidelses påvirkning. En samlet oversigt over antal arter, antal sjældne arter og antal truede arter for hvert felt i projektområdet er opstillet i tabel 9 herunder.

Tabel 9 Antal arter, antal sjældne arter og antal truede arter i projektområdet

Felt ID	Antal arter	Antal sjældne arter	Antal truede arter
NG92	896	5	22
NG82	894	6	21
NG81	1.122	11	35
NG80	968	7	30
NG70	885	15	32
NG60	200	3	15
NF69	644	4	15
NF59	843	7	23

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Hvert felt beskrives i detaljer i bilag

I bilag 3 zoomer vi ind på de enkelte kvadratfelter i projektområdet og lister de sjældne arter, der har levested i det pågældende felt. Vi markerer også, om den sjældne art er truet eller ej.

I projektområdet: 18 arter er både sjældne og truede ...

Der findes 18 arter i projektområdet, som både er sjældne og truede.⁶ Det gælder for en række karplanter, herunder vejbred-vandaks, langstilket filt-rose, eng-ensian, knudearve, seksradet stenurt og spidshale. Der findes derudover enkelte arter under artsgrupperne pattedyr, svampe, natsommerfugle, svirreflue og tæger i projektområdet, som både er sjældne og truede. Det gælder bl.a. hasselmus, der har levested i flere af de kvadratnet, som er i projektområdet. Hasselmus er nærmere beskrevet i afsnittet "Et nationalt perspektiv – Fyn".

... det gælder bl.a. en række fuglearter

Slutteligt findes der en række sjældne og truede fugle, der har levesteder i projektområdet. Fuglearterne er lille flagspætte, hvinand, drosselrørsanger, kirkeugle⁷, sorthalset lappedykker, lærkefalk og pungmejse. Vi beskriver udviklingen i antallet af levesteder for disse fuglearter herunder.

Vi undersøger udviklingstendens for udvalgte fugle

Relevante arters udvikling

I det følgende afsnit undersøger vi udviklingstendensen for de sjældne og truede fugle, som er observeret i projektområdet. Dette giver en indikation af, om de truede arter kan forventes at have en positiv eller negativ trend frem mod startåret for infrastrukturprojektet. Denne trend kan være med til at give os et forventet billede af den tilstand, som fuglene vil befinde sig i omkring år 2035. Dog er det vigtigt at have for øje, at en trend ikke alene kan sige noget om, hvorvidt arterne har en tilstrækkelig eller gunstig tilstand, og om de er robuste overfor forstyrrelser. Dette perspektiv udfolder vi i nedenstående afsnit.

En trend kan ikke alene sige noget om bevaringsstatus

For at kunne vurdere, om en art eller naturtype har en gunstig bevaringsstatus, kræves der viden om både den aktuelle tilstand samt udviklingstendensen. I habitatdirektivets begreb om, hvornår en naturtype eller art kan siges at have en gunstig bevaringsstatus, er der to kriterier, som begge skal være opfyldt: 1) arten eller naturtypen skal have en tilstand, som er stabil eller i forbedring, og 2) tilstanden skal være tilstrækkelig til at sikre den langsigtede

⁶ Vi nævner de arter, der er observeret i de 10x10 km kvadratfelter, som linjeføringen passerer igennem. Om en specifik art har levested direkte langs linjeføringen, kræver en konkret vurdering. Derfor kan der være arter, vi nævner, som ikke findes direkte langs linjeføringen, men som er observeret inden for det samme kvadratfelt, som linjeføringen passerer.

⁷ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

overlevelse af de truede arter og dermed opretholdelse af biodiversiteten på lang sigt (Biodiversitetsrådet, 2022; Ejrnæs m.fl., 2020).

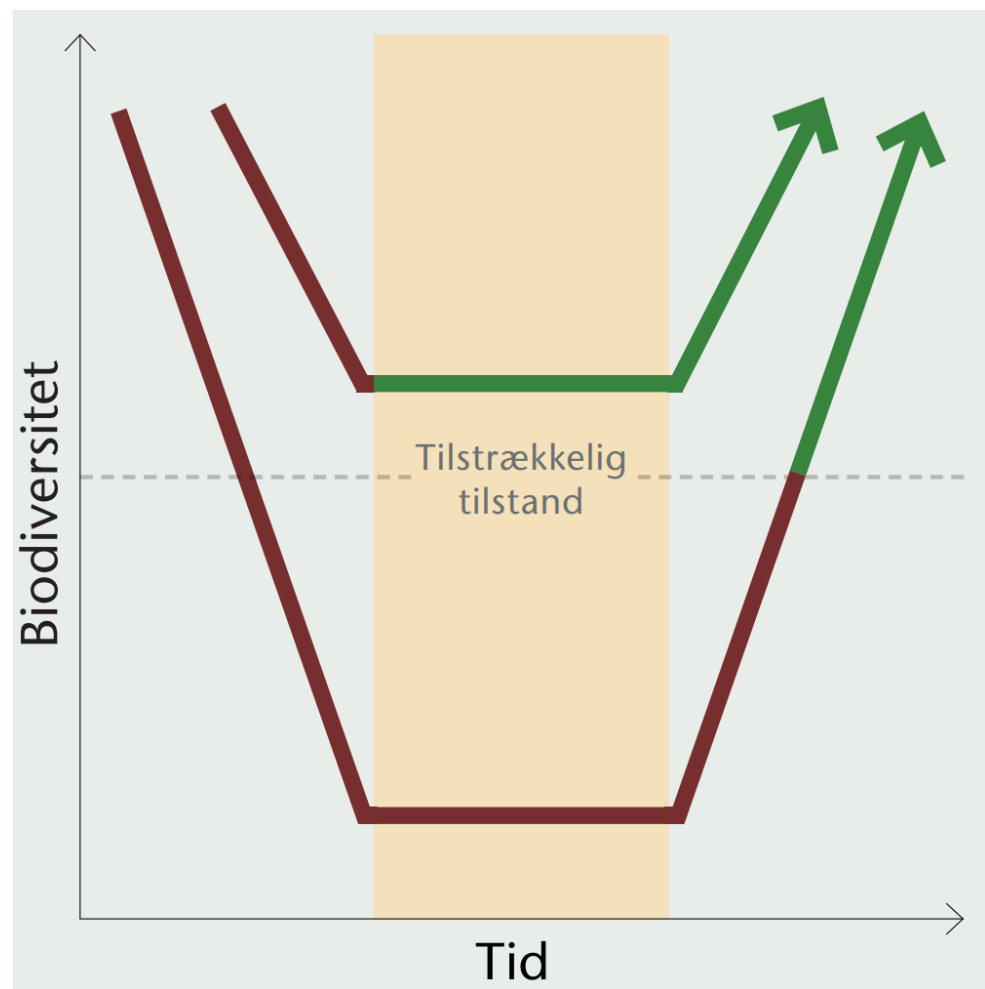
Illustration fra Biodiversitetsrådet

Biodiversitetsrådet (2022) anvender to forsimplede udviklingsforløb i biodiversitet over tid til at illustrere, hvornår målet om at standse og vende tabet af biodiversitet er opnået. Disse udviklingsforløb er vist i figur 7. Målet for hvornår man har vendt tabet af biodiversitet til fremgang er kun opnået, hvis der er en tilstrækkelig tilstand og udviklingen er stabil eller i fremgang. Dette er altså samme kriterier som de førnævnte fra habitatdirektivets definition af, hvornår gunstig bevaringsstatus er opnået. I figur 7 præsenterer vi illustrationen fra Biodiversitetsrådet (2022).

Gunstig bevaringsstatus opnås hvis to kriterier er opfyldt

I figur 7 er der markeret to forskellige farver: grøn og rød. Farverne grøn og rød markerer, om målet om gunstig bevaringsstatus er nået. Grøn illustrerer, at målet er nået: Tilstanden er tilstrækkelig, og udvikling er stabil eller i fremgang. Den røde farve illustrerer, at målet ikke er nået: Tilstanden er utilstrækkelig, og/eller udvikling er i fortsat tilbagegang.

Figur 7 Illustration af, hvornår en art eller naturtype kan sige at nå målet om gunstig bevaringsstatus



Anm.: Farverne grøn og rød markerer, om målet om gunstig bevaringsstatus er nået. Grøn: Målet er nået. Tilstanden er tilstrækkelig, og udvikling er stabil eller i fremgang. Rød: Målet er ikke nået. Tilstanden er utilstrækkelig, og/eller udvikling er i fortsat tilbagegang.

Kilde: Biodiversitetsrådet (2022)

Positiv udviklingstrend må ikke forringes

Det afgørende for nærværende projekt er, at en positiv trend for truede arter i området ikke afbøjes – eller at en nedadgående trend ikke forværres. Begge scenarier kan i teorien være med til at forhindre, at arterne opnår en gunstig bevaringsstatus. Det afgørende for arternes overlevelsesmuligheder er at opnå et tilstrækkeligt niveau, hvor de ikke længere

er truede. I de følgende afsnit undersøger vi udviklingstrenden for de fugle, som i projektområdet både er sjældne og truede, og som altså endnu ikke er oppe på et tilstrækkeligt niveau.

Vi undersøger fuglearter, hvor tilstanden ikke er tilstrækkelig i dag

Vi undersøger udviklingstrenden for de fugle, som i området både er sjældne og truede. Det er altså alle fuglearter, som ikke har et tilstrækkeligt tilstandsniveau på nuværende tidspunkt. Udviklingstrenden kan give en indikation af fuglearternes forventede tilstand, når nærværende projekt forventes at gå i gang. Vi kan på den måde få et billede af, om fuglearterne kan forventes at være mere eller mindre robuste i fremtiden.

Nationale fugleatlas viser udbredelsen af fugle i Danmark

Dansk Ornitologisk Forening (DOF) har udgivet tre nationale fugleatlas, som dokumenterer udbredelsen af alle ynglefuglearter i Danmark. Den første optælling fandt sted i perioden 1971-1974, den anden i 1993-1996, og den seneste blev gennemført mellem 2014 og 2017 (DOF, 2024).

Opadgående trend for en række fuglearter i området ...

Baseret på DOF's fugleatlas har der været en stabil eller opadgående trend for sorthalset lappedykker, lille flagspætte, hvinand og lærkefalk. Trenden for fuglearternes levesteder er vist i figur 8.

... men fokus på tre fuglearter med nedadgående trend

Trenden ser dog anderledes ud for fuglearterne pungmejse, drosselrørsanger og kirkeugle⁸. Udviklingstrenden for antallet af ynglende observationer målt i antal kvadrater i Danmark har været nedadgående for disse arter i den seneste optælling sammenlignet med niveauet i 1970'erne eller 1990'erne. Projektområdet kan derfor være et væsentligt opmærksomhedspunkt ift. disse arters overlevelsesmuligheder, når vi ser, at antallet af øvrige levesteder i Danmark er faldende.

Vi viser trenden i udviklingen for relevante fuglearter

Udviklingstrenden for de fuglearter, der er observeret i projektområdet, og som både er sjældne og truede, er vist i figur 8. Optællingerne af antal ynglende levesteder i Danmark er baseret på 5x5 km kvadrater, og DOF (2024) markerer optællingerne som enten sikker, sandsynlig eller mulig. Mulig (ynglende) repræsenterer en observation, hvor fuglearten er set i området. Sandsynlig (ynglende) repræsenterer en observation, hvor fuglearten udviser ynglende adfærd i området. Slutteligt repræsenterer sikker (ynglende) en observation, hvor fuglearten er set ynglende i området.

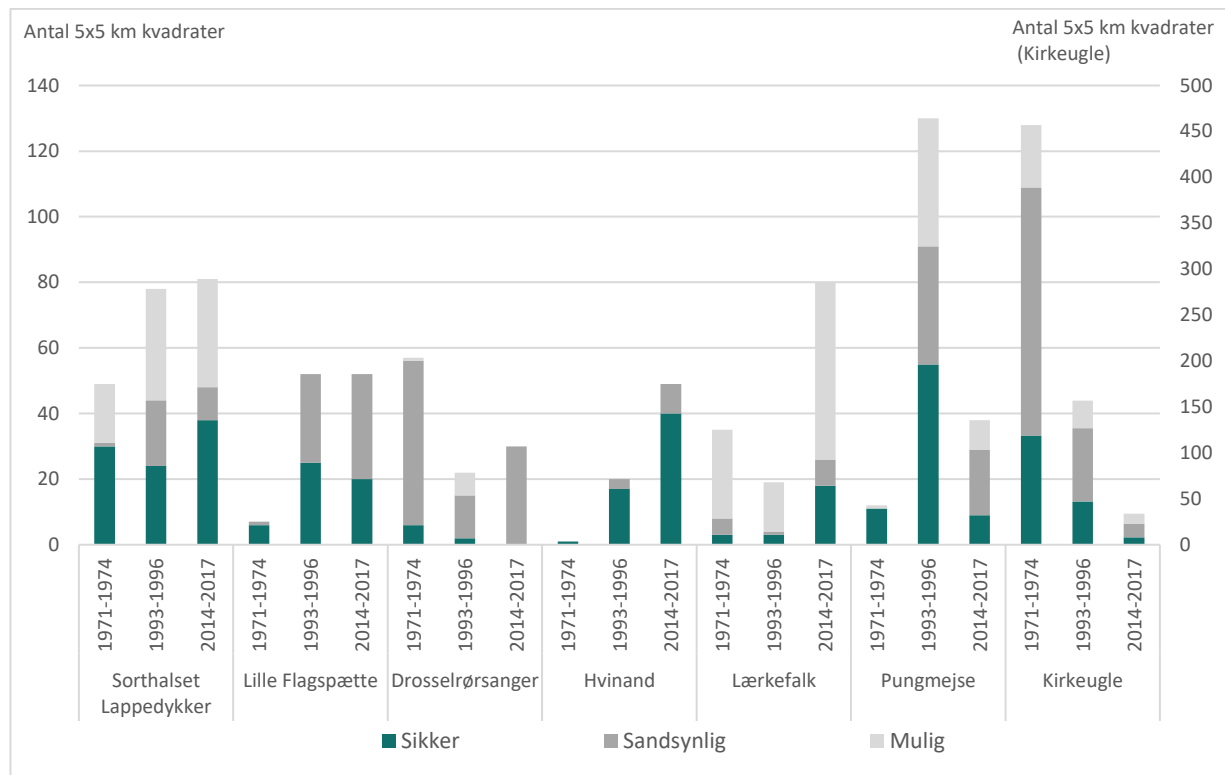
Fremgang i udbredelsen af levesteder for flere fuglearter

Siden optællingen i 1990'erne har udbredelsen af levesteder for fem ud af seks truede og sjældne fuglearter i projektområdet været i fremgang. Vi medregner her ikke kirkeuglen, da den i dag ikke lever i området.⁹ Hvis den generelle udviklingstrend fortsætter, og tilstanden frem mod 2035 kommer op på et tilstrækkeligt niveau, forventer vi, at de sjældne og truede fuglearter vil være mere robuste over for forstyrrelser sammenlignet med i dag. Argumentet følger begrebet om, hvornår en art eller naturtype kan siges at have en gunstig bevaringsstatus, hvilket blev beskrevet i starten af dette afsnit med afsæt i figur 7.

⁸ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

⁹ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

Figur 8 Udviklingstrend for fuglearter i projektområdet, der både er sjældne og truede



Kilde: Egen tilvirkning baseret på DOF (2024).

Arters sjældenhed nationalt vs. lokalt vurderes

Arters sjældenhed i et nationalt og lokalt perspektiv

I de følgende afsnit fokuserer vi på de arter i projektområdet, der både er sjældne og truede, samt de arter, der er opført som bilag IV-arter.¹⁰ Først undersøger vi, om Als og Fyn udgør nationalt vigtige levesteder for disse arter. Formålet er at identificere hvilke arter, der kræver særlig opmærksomhed og beskyttelse på Fyn og Als. Hvis en betydelig andel af en arts levesteder findes på Fyn eller Als, kan det også være afgørende at beskytte denne art i projektområdet, da området sammen med Fyn eller Als er nationalt vigtige levesteder for den givne art. Afslutningsvist analyserer vi arternes sjældenhed i et lokalt perspektiv for at undersøge, om en art i projektområdet har alternative levesteder i de omkringliggende områder. Dette er vigtigt for at vurdere om en art, der kan migrere, har mulighed for at finde alternative levesteder, hvis en vejudvidelse påvirker dens muligheder for at leve og yngle i projektområdet. For hvert perspektiv har vi opdelt analysen mellem Fyn og Als.

Vi har fokus på arter, der er sjældne og truede

Et nationalt perspektiv – Fyn

Vi har fokus på de arter i projektområdet, som både er sjældne og truede. Sjældne arter vil, alt andet lige, være i størst risiko for at forsvinde fra Danmark (Petersen m.fl., 2024). Er de sjældne arter tilmed truede, så er risikoen for, at de forsvinder og/eller uddør kun endnu større. Derfor bør disse arter have størst muligt fokus i projektområdet. Når vi nævner, at der bør være fokus på disse arter, så betyder det, at man bør tilstræbe, at arterne ikke negativt påvirkes ved en vejudvidelse. De arter, der lever i projektområdet, og som er vurderet at være både sjældne og truede, er vist i figur 9, hvor vi demonstrerer Fyns andel af arternes levesteder i Danmark.

Fyn udgør en stor andel af levesteder for en række arter

Nogle arter i projektområdet har en betydelig del af deres nationale levesteder på Fyn og kræver derfor særlig opmærksomhed. Smuk løgsvirreflue, langstilket filt-rose og lysskællet

¹⁰ Man bør ved vejudvidelsen også have fokus på bilag II-arter. Vi vælger at have fokus på bilag IV-arter, da disse arter er omfattet af streng beskyttelse.

parasolhat har alle halvdelen af deres levesteder på Fyn, jf. optællingen vist i figur 9. Disse arter er altså afhængige af Fyn som yngle- og levested, og beskyttelsesindsatsen her vil have en stor national betydning for deres bevarelse.

36 pct. af levestederne for hasselmus er på Fyn

Det samme gælder for bl.a. hasselmus, der også har levested i projektområdet. 36 pct. af levestederne for hasselmus findes på Fyn. En beskyttelse af hasselmus i projektområdet har derfor også en afgørende national betydning.

Hasselmus: uddød i Jylland, findes kun på Fyn og Sjælland

Hasselmus overvåges hvert sjette år som en del af det tidligere nævnte NOVANA-program, der udføres af Aarhus Universitet. Der er indtil nu gennemført tre overvågningsperioder: 2000-2005, 2012-2013 og 2018-2019. De to seneste optællinger viser ingen forekomst af hasselmus i Jylland, og hasselmusen findes nu kun på Fyn og Sjælland. Andelen af levesteder på Fyn har været stabil fra 2012 til 2019 (NOVANA, 2023). Resultaterne af overvågningen af forekomst og udbredelse af hasselmus er vist i bilag 4.

Fyn udgør også lave andele af levesteder for arter i området

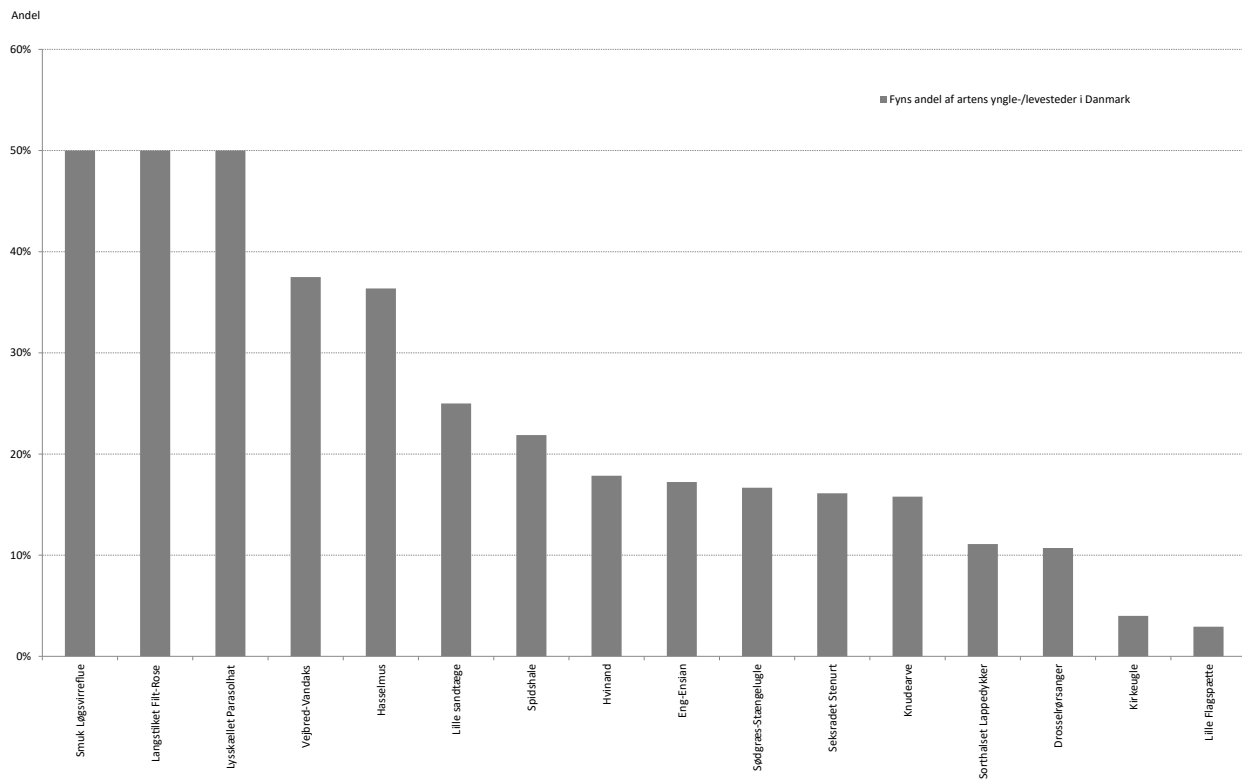
Som vi kan se i figur 9, er der også sjældne og truede arter i projektområdet, hvor Fyn ikke udgør en væsentlig del af arternes nationale levesteder. Kirkeugle¹¹, lille flagspætte, sort-halset lappedykker og drosselrørsanger har alle en lav andel af levesteder på Fyn, hvilket betyder, at deres overlevelse ikke nødvendigvis er afhængig af specifik beskyttelse på Fyn eller i projektområdet. Man kan argumentere for, at bevaringsindsatsen for disse arter med fordel kan rettes mod andre dele af Danmark, hvor antallet af levesteder er højere.

Detaljeret beskrivelse af sjældne arter i bilag

I bilag 5 har vi opstillet en tabel for antallet af levesteder i Danmark og på Fyn for samtlige sjældne og truede arter i projektområdet.

¹¹ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

Figur 9 Fyns andel af levesteder for sjældne og truede arter i projektområdet på Fyn



Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Anm.: Selvom vores data tyder på, at følgende truede arter lever i projektområdet: kirkeugle, smerling, seksradet stenurt, vejbred-vandaks, langstillet filt-rose, så tyder nyere lokale observationer på, at det ikke er tilfældet.

Vi undersøger de bilag IV-arter, der er i projektområdet

Der findes en række bilag IV-arter i projektområdet på Fyn. Arterne er opført på bilag IV af EU's Habitatdirektiv og omtales derfor som bilag IV-arter. Disse arter er underlagt streng beskyttelse, hvilket betyder, at de ikke må indfanges eller dræbes. Desuden er det forbudt at forstyrre dem eller ødelægge deres yngle- og rasteområder (Miljøstyrelsen, n/d c).

Fyn: vigtigt levested for hasselmus og springfrø

Vi undersøger Fyns andel af levesteder for bilag IV-arter i projektområdet. I tabel 10 fremgår det, at Fyn især er et vigtigt levested for den førnævnte hasselmus, men også for springfrø. På den anden side så er andelen af levesteder på Fyn lav for spidssnudet frø, skimmelflaggermus og odder. Til trods for, at disse arter er observeret i projektområdet, er Fyn og området omkring linjeføringen altså ikke nødvendigvis et nationalt vigtigt levested arterne.

Tabel 10 Fyns andel af levesteder for bilag IV-arter observeret i projektområdet på Fyn

Art	Artsgruppe	Fyns andel af levesteder
Hasselmus	Pattedyr	36%
Springfrø	Padder	21%
Dværgflagermus	Pattedyr	14%
Grøn mosaikguldsmed	Guldsmede	12%
Stor vandsalamander	Padder	10%
Brun Langøre	Pattedyr	10%
Brunflagermus	Pattedyr	10%
Sydflagermus	Pattedyr	9%
Vandflagermus	Pattedyr	8%
Markfirben	Krybdyr	7%
Troldflagermus	Pattedyr	6%
Odder	Pattedyr	5%
Skimmelflagermus	Pattedyr	3%
Spidssnudet frø	Padder	2%

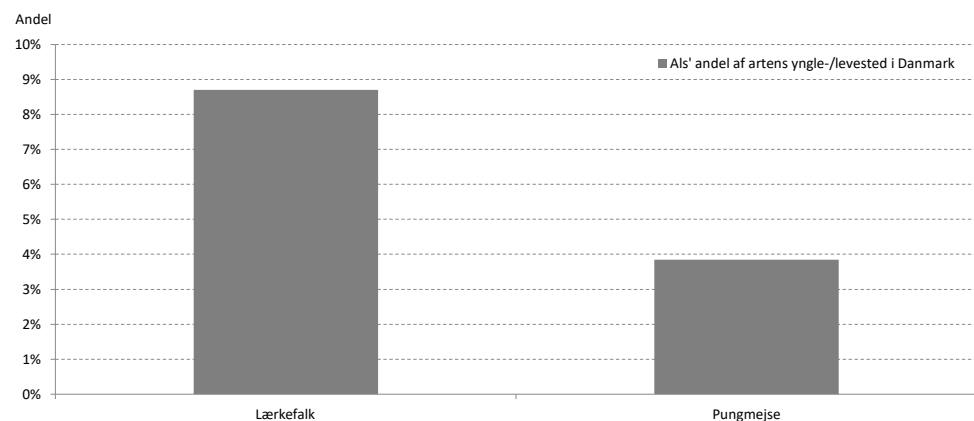
Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Als er ikke nationalt vigtigt levested for undersøgte arter ...

Et nationalt perspektiv – Als

I projektområdet på Als er der to arter, der både er sjældne og truede: lærkefalken og pungmejsen. Als udgør et begrænset areal i Danmark, og området udgør også en begrænset andel af yngle- og levesteder for disse fuglearter. Als dækker ca. 9 pct. af lærkefalkens og 4 pct. af pungmejsens levesteder i Danmark, jf. figur 10.

Figur 10 Als' andel af levesteder for sjældne og truede arter i projektområdet på Als



Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

... samme resultat for bilag IV-arter i projektområdet

Ligesom i projektområdet på Fyn findes der også flere bilag IV-arter i projektområdet på Als. For disse bilag IV-arter er Als ikke et væsentligt levested. Den højeste andel af levesteder på Als findes for løvfrø, hvor Als udgør 13 pct. af det samlede antal levesteder i Danmark. Vi viser andelen af levesteder på Als for de øvrige bilag IV-arter i tabel 11 herunder.

Tabel 11 Andel af levesteder på Als for bilag IV-arter observeret i projektområdet på Als

Art	Artsgruppe	Als' andel af levesteder
Løvfrø	Padder	13%
Stor vandsalamander	Padder	3%
Dværgflagermus	Pattedyr	2%
Sydflagermus	Pattedyr	2%
Brun Langøre	Pattedyr	2%
Markfirben	Krybdyr	2%
Brunflagermus	Pattedyr	2%
Spidssnudet frø	Padder	1%

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Vi undersøger arternes sjældenhed i et lokalt perspektiv

Et lokalt perspektiv – Fyn

I de to følgende afsnit tager vi et lokalt perspektiv på arter, der både er sjældne og truede, samt arter, der er opført som bilag IV-arter. Vi undersøger, om disse arter fra projektområdet også er observeret i omkringliggende områder. Det vil give en indikation af, om det er vigtigt at beskytte arterne lokalt, eller om arter, der har mulighed for at migrere, kan finde levesteder i nærtliggende områder, hvis de forstyrres af en vejudvidelse.

6 arter i området har ikke nærtliggende levesteder

Vi finder, at 6 arter, som er både sjældne og truede, i projektområdet på Fyn, ikke er observeret i nærtliggende kvadrater. Disse arter omfatter drosselrørsanger, kirkeugle¹², lille flagspætte, lysskællet parasolhat, smuk løgsvirreflue og sorthalset lappedykker. Selvom Fyn ikke er et nationalt vigtigt levested for arter som drosselrørsanger, kirkeugle og lille flagspætte, kan projektområdet altså stadig have lokal betydning for beskyttelsen af disse arter, da de ikke har nærtliggende levesteder, hvortil de kan migrere og sprede sig. En samlet opgørelse over de sjældne og truede arter i projektområdet på Fyn er opstillet nedenfor. Vi angiver antallet af kvadrater i projektområdet, hvor arten har levested, hvilket vi sammenligner med antallet af levesteder i de nærtliggende områder (de kvadrater, der grænser op til kvadrater i projektområdet). Vi undersøger 12 kvadrater, som grænser op til de 6 kvadrater, der findes i projektområdet på Fyn.

¹² Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

Tabel 12 Antallet af levesteder for sjældne arter, der også er truede, i og omkring projektområdet (Fyn)

Art	Antal levesteder i kvadrater i projektområdet på Fyn	Antal levesteder i kvadrater i nærtliggende områder
Drosselrørsanger	1	0
Kirkeugle ¹³	1	0
Lille Flagspætte	1	0
Lysskællet parasolhat	1	0
Smuk løgsvirreflue	1	0
Sorthalset Lapedykker	1	0
Knudearve	1	1
Lille sandtæge	1	1
Spidshale	2	1
Sødgræs-stængelugle	1	1
Vejbred-Vandaks	1	1
Langstillet Filt-Rose	1	1
Hvinand	1	3
Eng-Ensian	1	3
Hasselmus	3	3
Seksradet Stenurt	1	3

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Bilag IV-arter har levesteder i nærtliggende områder

Samme analyse som ovenfor udfører vi også for de bilag IV-arter, der er observeret i projektområdet på Fyn. Her finder vi, at samtlige bilag IV-arter har levesteder i nærtliggende områder. Vi finder bl.a., at sydflagermus, vandflagermus, brunflagermus og dværgflagermus bliver observeret i 10-12 ud af de 12 undersøgte kvadratfelter, der grænser op til projektområdet. På den anden side er der observeret færre nærtliggende levesteder for grøn mosaikguldsmed, spidssnudet frø og skimmelflagermus. Disse arter er kun observeret i 1-2 af de omkringliggende kvadratfelter. Igen kan der være et argument om, at disse arter har en vigtig lokal beskyttelsesstatus i projektområdet, til trods for, at vi i tabel 10 kunne vise, at arternes levesteder på Fyn ikke nødvendigvis har en national vigtig beskyttelsesstatus.

¹³ Kirkeuglen lever ikke i projektområdet på nuværende tidspunkt, men den blev observeret i projektområdet i 2017. Den er talt med i projektområdet i vores datasæt fra CMEC (2024), og der kan være en sandsynlighed for, at den vil vende tilbage til dens gamle levested i projektområdet. Vi har valgt at beholde den i vores datasæt. Til trods for, at den ikke lever i området i dag, kan der stadig være et argument om, at der skal være opmærksomhed på dens levesteder, hvis den skal have gunstige vilkår for at vende tilbage til området.

Tabel 13 Antallet af levesteder for bilag IV-arter i og omkring projektområdet (Fyn)

Art	Antal levesteder i kvadrater i projektområdet på Fyn	Antal levesteder i kvadrater i nærliggende områder
Grøn mosaikguldsmed	1	1
Spidssnudet frø	1	2
Skimmelflagermus	1	2
Hasselmus	3	3
Markfirben	4	5
Troldflagermus	2	5
Springfrø	1	5
Odder	3	6
Brun Langøre	3	6
Brunflagermus	2	10
Vandflagermus	4	11
Stor vandsalamander	4	11
Sydflagermus	5	12
Dværgflagermus	5	12

Anm.: Vi undersøger 12 kvadratfelter, som grænser op til de 6 kvadratfelter, der findes i projektområdet på Fyn.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Vi tager et lokalt perspektiv på Als

Et lokalt perspektiv – Als

I dette afsnit zoomer vi ind på projektområdet på Als og undersøger, om de 6 omkringliggende felter har levesteder for lærkefalken og pungmejsen, som er de to arter, der både er sjældne og truede i de 2 kvadratfelter i projektområdet på Als. Ligeledes undersøger vi bilag IV-arternes levesteder i og omkring projektområdet på Als.

Beskyttelse af arter kan have en lokal betydning på Als

I tabel 14 herunder kan vi se, at pungmejsen ikke har levesteder i en af de 6 omkringliggende kvadrater. Lærkefalken er derimod observeret i et enkelt af felterne omkring projektområdet. Med samme argumentation som før betyder det, at disse to arter godt kan have en lokal beskyttelsesinteresse, selvom Als ikke er et nationalt vigtigt levested for arterne, jf. den tidligere viste figur, figur 10.

Tabel 14 Antallet af levesteder for sjældne arter, der også er truede, i og omkring projektområdet (Als)

Art	Antal levesteder i kvadrater i projektområdet på Als	Antal levesteder i kvadrater i nærliggende områder
Pungmejsen	1	0
Lærkefalk	1	1

Anm.: Vi undersøger 6 kvadratfelter, som grænser op til de 2 kvadratfelter, der findes i projektområdet på Als.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Alle bilag IV-arter i området har nærliggende levesteder

Vi udfører samme undersøgelse for bilag IV-arterne i projektområdet på Als. Resultaterne viser, at alle observerede bilag IV-arter i projektområdet også har levesteder i nærliggende områder. Baseret på denne iagttagelse kan det forventes, at samtlige bilag IV-arter vil have mulighed for at sprede sig til andre områder, hvis de forstyrres af en vejudvidelse i projektområdet. I tabel 15 har vi opsummeret antallet af levesteder for bilag IV-arter i og omkring projektområdet på Als.

Tabel 15 Antallet af levesteder for bilag IV-arter i og omkring projektområdet (Als)

Art	Antal levesteder i kvadrater i projektområdet på Als	Antal levesteder i kvadrater i nærtliggende områder
Markfirben	2	2
Brun Langøre	1	2
Brunflagermus	1	3
Spidssnudet frø	1	3
Dværgflagermus	2	4
Løvfrø	2	5
Sydflagermus	2	6
Stor vandsalamander	2	6

Anm.: Vi undersøger 6 kvadratfelter, som grænser op til de 2 kvadratfelter, der findes i projektområdet på Als.

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Arters robusthed afhænger af udviklingstrend og tilstand

Udviklingstendens og tilstand for bilag IV-arter observeret i projektområdet

På lignende vis som for udvalgte naturtyper og fuglearter i projektområdet, undersøger vi her udviklingstendensen og tilstanden for de bilag IV-arter, der er observeret i området. I denne undersøgelse er det igen værd at have for øje, at arters robusthed ift. forstyrrelser afhænger af, hvor langt arterne er fra gunstig bevaringstilstand, hvilket, som tidligere nævnt, både afhænger af udviklingstendensen for arterne og niveauet for tilstanden. Dette blev tidligere illustreret med figur 7, hvor målet om gunstig bevaringsstatus kun er opnået, hvis udviklingen er stabil eller i fremgang samtidigt med, at niveauet for tilstanden er tilstrækkelig højt.

Udvikling i de fleste bilag IV-arter: stabil eller i fremgang

Der findes 15 bilag IV-arter, som har levested i projektområdet. 12 ud af de 15 bilag IV-arter har en udviklingstendens for deres udbredelse, der enten er stabil eller i fremgang, hvilket er et af de kriterier, der skal være opfyldt for at opnå gunstig bevaringsstatus. Vi viser udviklingstendensen for samtlige bilag IV-arter i projektområdet i tabel 16. Tendensen er baseret på konklusionerne fra artsoptællingerne udført af NOVANA (Kjær m.fl., 2024; Christian Kjær m.fl., 2023; Therkildsen m.fl., 2020).

Udviklingstendens er opdelt i biografiske regioner

Udviklingstendensen er fordelt mellem to biografiske regioner i Danmark: atlantisk og kontinental. Grænsen mellem de to regioner går ned midt igennem Jylland. Den atlantiske region omfatter Jylland mod vest, og den kontinentale region omfatter Jylland mod øst, Fyn og Sjælland. Projektområdet er således omfattet af den kontinentale region. Et kort over opdelingen af de biografiske regioner er vist i bilag 6. I tabel 16 er der angivet et NA, hvis det på baggrund af optællingerne ikke har været muligt for Kjær m.fl. (2023) at lave en fornuftig konklusion om artens udviklingstendens.

Tabel 16 Udviklingstendens for bilag IV-arter i projektområdet

Art	Udviklingstendens	
	Atlantisk	Kontinental
Springfrø	NA	Fremgang
Dværgflagermus	Fremgang	Stabil
Grøn mosiakguldsmed	Stabil	Fremgang
Stor vandsalamander	Fremgang	Fremgang
Brun langøre	Stabil	Stabil
Brunflagermus	Stabil	Stabil
Sydflagermus	Stabil	Stabil
Vandflagermus	Stabil udbredelse men bestandstilbagegang i Jylland	Stabil udbredelse men bestandstilbagegang i Jylland
Markfirben	Fremgang	Fremgang
Troldflagermus	Stabil udbredelse men stigende forekomst	Stabil udbredelse
Odder	Stabil forekomst i Jylland	Fremgang på øerne, stabil forekomst i Jylland
Skimmelflagermus	Fremgang	Stabil
Spidssnudet frø	Fremgang	Nedgang
Løvfrø	NA	Fremgang
Hasselmus	Uddød	Nedgang*

Anm.: *Udbredelsen har været faldene fra overvågningen i 2000-2005 til 2018-2019, hvorimod den har været stabil mellem overvågningen fra 2012-2013 til 2018-2019.

Kilde: Kjær m.fl. (2024), Kjær m.fl. (2023), Therkildsen m.fl. (2020), NOVANA (2023).

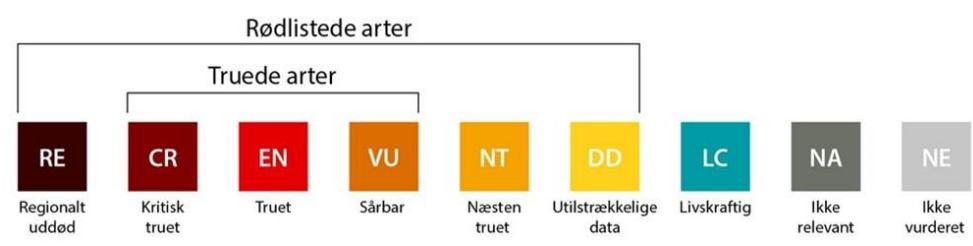
Stabel eller stigende trend for de fleste arter og naturtyper

Sammenholder vi de udviklingstendenser, vi tidligere har vist for fuglearter og naturtyper i figur 2 og figur 8, med udviklingstendenserne i tabel 16, er der generelt en stabil udbredelse eller en udbredelse i fremgang for de fleste naturtyper og arter, som man bør være særligt opmærksomme på i projektområdet.¹⁴

Vi undersøger arternes tilstand

Arterne i projektområdet kan dog først siges at have en gunstig tilstand og være robuste, hvis de, som tidligere nævnt, har en udviklingstrend, der er stabil eller i fremgang, samtidigt med, at tilstanden er på et tilstrækkeligt niveau. Vi opstiller bilag IV-arternes tilstand med afsæt i rødlistevurderingerne fra 2019 i tabel 17 herunder. Forkortelserne for rødlistevurderingerne er vist i figur 11 og kategoriseringen af, hvornår en art er vurderet truet, er også illustreret: En art er truet, hvis den er vurderet som CR, EN eller VU.

Figur 11 Rødlistevurderingens kategorisering af truede arter og forkortelser



Kilde: Aarhus Universitet (n/d).

¹⁴ Vi har ikke haft mulighed for at finde data for udviklingstendenser for lysskællet parasolhat, smuk løgsvirreflue, knudearve, lille sandtæge, spidshale, sødgræs-stængelugle, vejbred-vandaks, langstilket filt-rose, eng-ensian, seksradet stenurt.

De fleste arter er vurderet at være livskraftige

De fleste bilag IV-arter i projektområdet har en rødlistevurdering på livskraftig (LC), hvilket henviser til et strækkeligt niveau i tilstanden, hvor arten ikke er truet. Dog skal man være særligt opmærksom på ikke at forringe levesteder for hasselmus, markfirben og odder, da disse arter er vurderet at være hhv. truet (EN) eller sårbare (VU) (Aarhus Universitet, 2019). I tabel 17 opsummerer vi rødlistevurderingen for bilag IV-arterne i projektområdet.

Tabel 17 Rødlistevurdering for bilag IV-arter i projektområdet

Art	Rødlistevurdering
Springfrø	LC
Dværgflagermus	LC
Grøn mosiakguldsmed	LC
Stor vandsalamander	LC
Brun langøre	LC
Brunflagermus	LC
Sydflagermus	LC
Vandflagermus	LC
Markfirben	VU
Troldflagermus	LC
Odder	VU
Skimmelflagermus	LC
Spidssnudet frø	NT
Løvfrø	NT
Hasselmus	EN

Anm.: Vurderingen er fra den seneste rødlistevurdering i 2019.

Kilde: Aarhus Universitet (2019).

7. Påvirkning af biodiversitet ved en vejudvidelse

Skitsering af en vejudvidelses negative påvirkning

I det følgende afsnit beskriver vi, hvordan en vejudvidelse kan påvirke biodiversiteten. Vi har opdelt påvirkningen i to faser: anlægsfasen og driftsfasen. Vurderingerne er bl.a. baseret på NIRAS (2022), som oplister generelle påvirkninger på biodiversiteten ved udvidelse af Rute 15. Hovedvejen på Rute 15 planlægges også at blive udvidet med en ekstra kørebane til en 2+1 vej, ligesom det planlægges i den beskrevne linjeføring for nærværende projekt.

Biodiversitets-påvirkning under anlægsfasen

Påvirkning under anlægsfasen

Under anlægsfasen af en vejudvidelse kan der ske habitatændringer gennem fysisk påvirkning som arealinddragelse og fældning af skov, krat og levende hegn eller gennem fjernelse af sten og jorddiger. Dette kan føre til habitatforringelse ved fjernelse af naturtyper samt yngle- og levesteder, eller reducere tilgængeligheden af habitater. Midlertidig grundvands-sænkning kan ændre hydrologien ved sænkning af grundvandsstanden i enge, moser og vandhuller, hvilket potentielt kan påvirke naturkvaliteten (NIRAS, 2022).

Kørsel med maskiner kan give forstyrrelser

Kørsel med entreprenørmaskiner kan medføre forstyrrelser gennem støj, lys, visuel påvirkning og fysisk forstyrrelse, hvilket kan resultere i fortrængning, reducerede fourageringsmuligheder og bortskræmning af fødegrundlag. Derudover kan der være en forøget forureningsrisiko fra kørsel med entreprenørmaskiner. Desuden kan påkørsel skabe barrierevirkninger med øget dødelighed og forringet spredningsmulighed som følge (NIRAS, 2022).

**Biodiversitets-
påvirkning under
driftsfasen**

Påvirkning under driftsfasen

I driftsfasen af en vejudvidelse er den væsentligste påvirkning på biodiversiteten øget dødelighed som følge af direkte påkørsel. Den øgede trafikmængde medfører flere biler på vejene, og uden afværgeforanstaltninger vil antallet af dyrepåkørsler, alt andet lige, stige. Øget bilkørsel kan også forårsage forstyrrelser gennem støj, lys, visuelle påvirkninger og fysisk forstyrrelse, hvilket kan resultere i fortrængning af dyr, reducerede fourageringsmuligheder og bortskræmning af fødegrundlag. Den øgede trafikmængde kan derudover resultere i mere affald fra biler, hvilket kan føre til øget dødelighed blandt arter, hvis de indtager metal- og glasfragmenter, batterier, nikotinprodukter osv. Der kan endvidere være en risiko for en stigning i miljøskadelige stoffer i projektområdet fra forøget kørsel fra biler og andre køretøjer på vejen. Det gælder bl.a. udledning af NO_x, PAH og tungmetaller eller oliekomponenter i vejvand. NO_x-udledning kan bl.a. føre til kvælstofdeponering i de nærtliggende næringsfattige naturområder, hvilket vil forringe miljøet for disse habitater. En vejudvidelse med øget trafik kan endvidere forårsage fragmentering og reduceret tilgængelighed af habitater (NIRAS, 2022).

**Vejudvidelse uden
afværgeforanstaltninger kan forringe
biodiversiteten**

Uden optimal brug af afværgeforanstaltninger kan disse påvirkninger føre til en forringelse af biodiversiteten og reducere arternes overlevelsesmuligheder i projektområdet. I afsnittet herunder udregner vi de samfundsøkonomiske omkostninger ved at skade biodiversiteten i projektområdet. Derefter præsenterer vi et afværgekatalog, hvor vi demonstrerer hvilke afværgeforanstaltninger, der kan reducere vejudvidelsens negative påvirkning på biodiversiteten. I det afsluttende afsnit, afsnit 10, sammenligner afværgeforanstaltningernes omkostninger med de samfundsøkonomiske omkostninger, der er ved tab af biodiversitet, hvis ikke der gøres brug af de nødvendige foranstaltninger.

**Værdisætning af
biodiversitet er
usikkert**

8. Samfundsøkonomisk omkostning ved tab af biodiversitet

I det følgende afsnit præsenterer vi et bud på, hvordan omkostningen ved tab af biodiversitet som følge af en vejudvidelse kan udregnes. Der findes på nuværende tidspunkt ikke en praksis eller vejledning til, hvordan man værdisætter tab af biodiversitet. Vi følger tilgangen beskrevet af Jacobsen og Lundhede (2024), da dette er state of the art på nuværende tidspunkt. Vi gør os desuden en række kritiske antagelser, og den nedenstående værdisætning for tab af biodiversitet beror derfor også på usikkerhed. I tabel 21 præsenterer vi, hvordan vores antagelser påvirker resultatets størrelse.

**Vi giver et bud på
omkostningen ved
tab af biodiversitet**

Med afsæt i projektområdets andel af levesteder for arter, der både er sjældne og truede, giver vi et skøn over og et bud på, hvordan sandsynligheden for disse arters overlevelsesmuligheder forringes ved de påvirkninger, som er nævnt i afsnittet herover. For at udregne omkostningen ved tab af biodiversitet bruger vi et studie, der estimerer den danske befolknings betalingsvilje for at beskytte truede arter.

**Beregningen bruges
til at vurdere
balancen mellem
omkostninger**

I nedenstående beregning tager vi udgangspunkt i, at der etableres en vejudvidelse uden afværgetiltag. Som tidligere antydnet, skal vejudvidelsen ske under hensyntagen til de gældende direktiver, og negative påvirkninger på arter og naturtyper langs vejen skal minimeres. Nedenstående beregning anvendes alene til at undersøge størrelsesordenen på de samfundsøkonomiske tab ved forringet biodiversitet som følge af en vejudvidelse uden afværgetiltag. Formålet med beregningen er at sammenligne denne omkostningsstørrelse med det omkostningsniveau, der er ved at etablere de nødvendige afværgetiltag, der minimerer tabet af biodiversitet. Disse afværgetiltag og deres omkostningsniveauer præsenterer vi i afsnit 9. Ved at gennemføre nedenstående beregning kan vi undersøge, om der rent samfundsøkonomisk er balance mellem de omkostninger, der opstår ved at etablere de nødvendige afværgetiltag og de samfundsøkonomiske omkostninger, man dermed undgår ved at minimere skade på biodiversiteten.

Definition af biodiversitet

Biodiversitet er et komplekst begreb. Jacobsen og Lundhede (2024, s. 35) beskriver det på følgende måde: "Begrebet biodiversitet beskriver den brede mangfoldighed af liv både på land og i vand, variationen i gener og i økosystemer. Biodiversitet lader sig derfor ikke let måle og kan opgøres på mange forskellige måder".

Vi bruger samme logik som i det grønne BNP

Til at udregne værdien af biodiversitet bruger vi samme logik og tilgang som Jacobsen og Lundhede (2024), der står bag udregningen af omkostningen ved tab af biodiversitet i den grønne nationalindkomst, også kendt som det grønne BNP.¹⁵ Vi bruger det samme værdisætningsstudie fra Campbell m.fl. (2014), men hvor Jacobsen og Lundhede (2024) udregner tabet af biodiversitet på et nationalt niveau, har vi et fokus på tab af biodiversitet på et lokalt niveau i og omkring projektområdet. Vi anvender derfor en anden metode til at estimere nedgangen i biodiversitet som følge af vejudvidelsens aktivitet på Als og Fyn.

Biodiversitet har forskellige værdier**Værdisætning af biodiversitet**

Værdien af biodiversitet kan opdeles i en række forskellige kategorier, og som citatet fra Jacobsen og Lundhede (2024) afslører, så kan en opgørelse af disse værdier være en kompleks opgave. Biodiversitet har en række værdier: Biodiversitet er bl.a. en forudsætning for øvrige økosystemtjenester og er essentiel for bestøvning af afgrøder. Desuden er biodiversitet et vigtigt element i den værdi, vi tillægger friluftsliv, når vi i naturen oplever dyr og planter (Jacobsen & Lundhede, 2024).

Kulturel økosystemtjeneste er i fokus i vores beregning

Studier finder desuden, at vi mennesker tillægger biodiversitet en værdi ved blot at vide, at den eksisterer, eller at vide, at den kan overlades til fremtidige generationer (Zandersen et al, 2018). Disse værdier kaldes eksistensværdier og testamentariske værdier og adskiller sig fra de ovennævnte værdier ved at være repræsenteret som såkaldte ikke-brugsværdier. Disse værdier af biodiversitet bliver også kaldt for en kulturel økosystemtjeneste og afspejler kun den værdi, vi som mennesker anser, at biodiversiteten har - ikke nødvendigvis fordi, at vi direkte bruger den, men fordi vi får nytte af at vide, at den findes nu og i fremtiden (Jacobsen & Lundhede, 2024). I dette notat beregner vi tabet af den kulturelle økosystemtjeneste, der afspejler sig i de ikke-brugsmæssige værdier, og som vi forventer, at en vejudvidelse uden afværgeforanstaltninger vil forringe.

Studie værdisætter værdien af, at én art sikres overlevelse

På baggrund af studiet fra Campbell m.fl. (2014) blev der estimeret en betalingsvilje på 33 kr. pr. husstand pr. år (omregnet til 2024-niveau)¹⁶ for at sikre én truet arts overlevelse. Studiet er baseret på erklærede præferencer fra respondenter, der er sat over for forskellige valg ift. at beskytte hhv. 50 og 100 af de truede arter, der findes i danske løvskove.¹⁷ Estimatet for betalingsvilligheden er forbundet med usikkerhed. Det skyldes bl.a., at værdiestimerer baseret på erklærede præferencer kan have en risiko for at være forbundet med en grad af hypotetisk bias. Jacobsen m.fl. (2008) finder dog relative små forskelle i betalingsviljer for artsoverlevelse imellem forskellige habitater, hvilket Jacobsen og Lundhede (2024) bruger som et argument for, at det er rimeligt at benytte samme estimat for alle arter, uanset hvilket habitat, arten lever i. Denne vurdering benytter vi også i vores beregning, hvor vi bruger samme enhedsværdi uanset art.¹⁸

Vi bruger enhedsværdien til vores beregning

Enhedsværdien fra Campbell m.fl. (2014) er udtrykt som den værdi, vi som mennesker tillægger at beskytte en art. Vi bruger imidlertid denne værdi i analysen til at afspejle den omkostning, der måtte være, hvis en art uddør eller får en forringet mulighed for overlevelse. Vi antager derfor, at værdien af en gevinst eller et tab er det samme på marginalen,

¹⁵ Grønt BNP korrigerer det traditionelle BNP for de miljøeffekter, som samfundets produktion medfører. Grønt BNP medregner bl.a. værdien af friluftsliv, luftforurening og biodiversitet, hvilket ikke er en del af den traditionelle opgørelse af BNP.

¹⁶ Vi fremskriver estimatet fra Jacobsen og Lundhede (2024) på 30 kr./år/husstand, som er i et 2022-niveau til et 2024-niveau, og vi justerer desuden estimatet med udviklingen i real BNP pr. indbygger med et argument om, at betalingsvilligheden for at beskytte en arts overlevelse stiger i takt med øget velstand.

¹⁷ For en nærmere beskrivelse af studiet se fx Zandersen m.fl. (2018) eller Jacobsen & Lundhede (2024).

¹⁸ Studier viser også, at befolkningens værdisætning af biodiversitet i høj grad handler om det at beskytte en art, uanset hvilken art der er tale om (Jacobsen & Lundhede, 2024).

hvilket vi vurderer rimeligt for nærværende analyse, da en vejudvidelse i projektområdet netop kun forventes at medføre marginale ændringer i biodiversiteten.¹⁹

Påvirkning af antal levesteder har en omkostning

Omkostningen ved tab af biodiversitet

Vi udregner tabet af biodiversitet ved en vejudvidelse uden afværgeforanstaltninger med udgangspunkt i andelen af leve- og ynglesteder i projektområdet for de arter, der både er sjældne og truede. Vi laver en streng antagelse om, at en arts sandsynlighed for overlevelse påvirkes af, om et projekt som en vejudvidelse udføres i artens levested. Hvis projektet påvirker halvdelen af en arts levesteder (her målt i antal kvadrater), så antager vi, at artens mulighed for overlevelse vil blive forringet med 50 pct. Påvirker projektet en tiendedel af artens levesteder, så falder overlevelsesmulighederne med 10 pct. Hvis projektet påvirker alle artens levesteder, så antager vi således også, at en art må forventes at uddø. Faldet i sandsynligheden for en arts overlevelse ganger vi med enhedsestimatet på 33 kr. pr. husstand pr. år, og vi forøger til sidst omkostningen pr. husstand med det relevante antal husstande, der må forventes at blive påvirket ved tabet af biodiversitet.

Vi gør os en streng antagelse

Vores antagelse om et lineært forhold mellem forringet antal levesteder og fald i sandsynligheden for artsoverlevelse er en streng antagelse og skal ses som en forsimpning af virkeligheden. Det kræver en større analyse at give et mere konkret bud på, hvordan arternes sandsynlighed for overlevelse påvirkes, hvis der kommer en vejudvidelse med øget trafik i projektområdet.

Områdets robusthed afhænger af områdets størrelse

Der er to opmærksomhedspunkter ift. forstyrrelses påvirkning på artsoverlevelse, som er værd at have for øje, men som vi ikke har mulighed for at medregne i vores beregning. For det første, er der en sammenhæng mellem naturområdernes arealstørrelse og arters robusthed overfor forstyrrelser: desto mindre arealerne er (biologisk funktionelt mht. økosystemerne), desto mere udsatte og mindre robuste er de. Biodiversitetsrådet (2022) fremhæver, at naturområder som udgangspunkt skal være mindst 1.000 ha og snarere over 5.000 ha før, at områderne kan siges at være robuste og selvforvaltende.

Naturområderne er relativt små i projektområdet

Naturområderne i projektområdet på Fyn og Als er væsentligt mindre end 5.000 ha, hvorfor forstyrrelser, der påvirker store dele af områderne vil medføre relativt store negative konsekvenser for mulighederne for artsoverlevelse. Der kan være et argument om, at forstyrrelser og forringet artsoverlevelse i mindre naturområder er eksponentiel sin omkostning. Der er dog ikke viden i litteraturen om, hvordan den præcise funktionelle form er, hvorfor vi bruger en simpel lineær funktion mellem påvirkning af antallet af levesteder og forringet sandsynlighed for artsoverlevelse.

Lav naturtæthed gør naturområderne sensitive

Det andet opmærksomhedspunkt er, at naturområderne i projektområdet kan være sensitive overfor forstyrrelser, da der er langt til større naturområder, hvorfra der kan være en såkaldt positiv "redningseffekt" for de arter, der forstyrres. Desuden er den samlede tæthed af naturområder på Fyn og Als relativt lille sammenlignet med de fleste andre steder i Danmark (Petersen m.fl., 2024). En lav naturtæthed kan også medvirke til, at en forstyrrelse i områderne, alt andet lige, vil have en større negativ påvirkning på mulighederne for artsoverlevelse sammenlignet med forstyrrelser i områder, hvor naturtætheden er større.

Issue of standing: Hvor mange skal tælles med?

Som nævnt tidligere, skal vi fastlægge hvor mange husstande, der forventes at blive påvirket af et tab af biodiversitet i projektområdet og derfor bør medregnes. Dette er vanskeligt at lave en præcis vurdering af. En sådan vurdering er en kendt problematik inden for miljøøkonomi og kaldes for *issue of standing*. Vi opstiller to forskellige scenarier, hvor vi medregner alle husstande på Fyn og i Sønderborg Kommune, og et mere lokalt scenarie, hvor vi kun

¹⁹ Argumentet om, at værdien af et tab eller en gevinst er det samme på marginalen, fremstilles også i Jacobsen og Lundhede (2024), men de påpeger også, at der er studier, som viser, at et tab føles værre end en tilsvarende gevinst, hvorfor denne antagelse ikke nødvendigvis altid holder.

medregner husstande i Faaborg-Midtfyn Kommune og Sønderborg Kommune. Vi viser i boks 1, hvordan vi udregner omkostningen ved tab af biodiversitet ved en vejudvidelse i projektområdet.

Boks 1 Formel for udregning af omkostningen ved tab af biodiversitet

Den samfundsøkonomiske omkostning ved at påvirke en given art (*art x*), der både er sjælden og truet, udregner vi med følgende formel:

$$Omkostning_{art\ x} = \frac{\sum \text{Levesteder i projektområdet}_{art\ x}}{\sum \text{Levesteder i Danmark}_{art\ x}} \cdot 33\ kr. \cdot \text{antal husstande}$$

, hvor

$Omkostning_{art\ x}$ er den samlede samfundsøkonomiske omkostning for negativ påvirkning af artens overlevelsesmuligheder.

$\sum \text{Levesteder i projektområdet}_{art\ x}$ angiver summen af de kvadrater, som linjeføringen går igennem, og hvor en given art har levested.

$\sum \text{Levesteder i Danmark}_{art\ x}$ angiver summen af de kvadrater, hvor en given art har levested i Danmark.

33 kr. afspejler den værdi pr. husstand pr. år, som Campbell m.fl. (2014) finder, at danske borgere har for at sikre én arts overlevelse.

antal husstande er summen af de husstande, der forventes at have en negativ nytte af, at biodiversiteten påvirkes negativt i projektområdet.

Vi beregner et omkostningsestimater for artspåvirkning

For hver art, der både er sjælden og truet, har vi beregnet et omkostningsestimater med afsæt i metoden beskrevet i boks 1. Disse omkostninger summerer vi for at få en samlet samfundsøkonomisk omkostning ved en vejudvidelse i projektområdet. Resultaterne er opsummeret i tabel 18.

Tabel 18 Omkostninger ved påvirkning af arter i projektområdet, som både er sjældne og truede (kr./år/husstand)

Art	Andel af leve- og ynglesteder i projektområdet ift. DK	Omkostning ved påvirkning (kr./år/husstand)
Drosselrørsanger	4%	1
Kirkeugle	4%	1
Hvinand	4%	1
Lille Flagspætte	3%	1
Lysskællet parasolhat	25%	8
Smuk løgsvirreflue	13%	4
Eng-Ensian	3%	1
Knudearve	5%	2
Hasselmus	14%	5
Lille sandtæge	8%	3
Spidshale	6%	2
Sødgræs-stængelugle	8%	3
Sorthalset Lappedykker	2%	1
Vejbred-Vandaks	13%	4
Langstillet Filt-Rose	17%	6
Seksradet Stenurt	3%	1
Lærkefalk	4%	1
Pungmejse	4%	1
Omkostning i alt (kr/år/husstand)	.	46

Anm.: Vi medregner kun de arter, der både er sjældne og truede.
 Kilde: Egne beregninger.

Omkostning: 46 kr./år/husstand for artspåvirkning ...

Vi finder, at tabet af biodiversitet i projektområdet har en omkostning på 46 kr./år/husstand. Vi udregner den årlige omkostning i de to førnævnte scenarier med forskellige niveauer af antal husstande. Derefter udregner vi nutidsværdien for denne årlige omkostning. Nutidsværdien er beregnet med en tidshorisont på 50 år, og en diskonteringsrente på 3,5 pct. i år 0-35 og 2,5 pct. i år 36-50.²⁰

... hvilket giver en nutidsværdi på 70-325 mio. kr.

Vores beregninger viser, at nutidsværdien af den årlige omkostning ved negativt at påvirke biodiversiteten som følge af vejudvidelsen i projektområdet er hhv. 70 og 325 mio. kr., afhængigt af, om vi medregner antallet af husstande i et lokalt scenarie eller et mere udvidet scenarie. Resultaterne er opsummeret i tabel 19 herunder.

²⁰ Drupp m.fl. (2024) argumenter for, at betalingsvilligheden for at beskytte arter stiger over tid. Argumenterne baserer sig på to forhold. For det første fremhæver Drupp m.fl. (2024), at betalingsvilligheden for at beskytte arter stiger i takt med, at samfundet bliver rigere. For det andet er naturen en knap ressource under stigende pres, hvilket Drupp m.fl. (2024) også ser som et forhold, der vil øge folks betalingsvillighed over tid. Vi udregner imidlertid nutidsværdien ved at diskontere et konstant årligt tab svarende til det beregnede niveau i 2024. Desuden kan der være et argument om, at tabet af biodiversitet er en årlig omkostning, der optræder ud i al fremtid, hvorfor nutidsværdien af det årlige tab bør udregnes i en uendelig tidshorisont (Jacobsen & Lundhede, 2024). Vi vælger dog i nærværende projekt at være konsistente på tværs af vores udregninger for gevinster og omkostninger ved infrastrukturprojektet og bruger i alle analyser en tidshorisont på 50 år til beregning af nutidsværdien.

Tabel 19 Samlet omkostning ved tab af biodiversitet som følge af en vejudvidelse i projektområdet

	Faaborg-Midtfyn Kommune og Sønderborg Kommune	Fyn og Sønderborg Kommune
Omkostninger i alt pr. husstand (kr./år)	46	46
Antal husstande	60.993	283.877
Samlet omkostning (mio. kr./år)	2,8	13,2
Nutidsværdi (mio. kr.)	70	325

Kilde: Egne beregner, Danmarks Statistik (2024).

Antagelser påvirker omkostningsniveau

Vores beregninger påvirkes af de bagvedliggende antagelser. Vi baserer bl.a. vores andele af levesteder i projektområdet på baggrund af vores data for artsrigdom, der, som tidligere nævnt, er angivet i 10x10 km kvadrater. Som tidligere antydte, kan der dermed være arter, som vi angiver at være i projektområdet (de kvadrater, hvor linjeføringen går igennem), men som ikke har leve- eller ynglested op ad linjeføringen.²¹ I afsnit 10 har vi opstillet tabel 21, der viser, hvordan antagelserne påvirker omkostningsniveauet.

Vi udfører en følsomhedsberegning

Vi har lavet en følsomhedsberegning på omkostningsniveauet, der viser, at tabet af biodiversitet har en omkostning på 50 mio. kr. og 237 mio. kr., hvis vi ikke medregner levestederne for de kvadratfelter, hvor vejen kun lige krydser. I denne følsomhedsberegning har udeladt at medregne felterne med ID-betegnelsen NG92, NG80, NG60, NF59. Felterne og de dertilhørende ID-betegnelser blev vist i figur 6.

9. Afværge for negativ biodiversitetspåvirkning

Vi opstiller forslag til at afværge for biodiversitetsskader

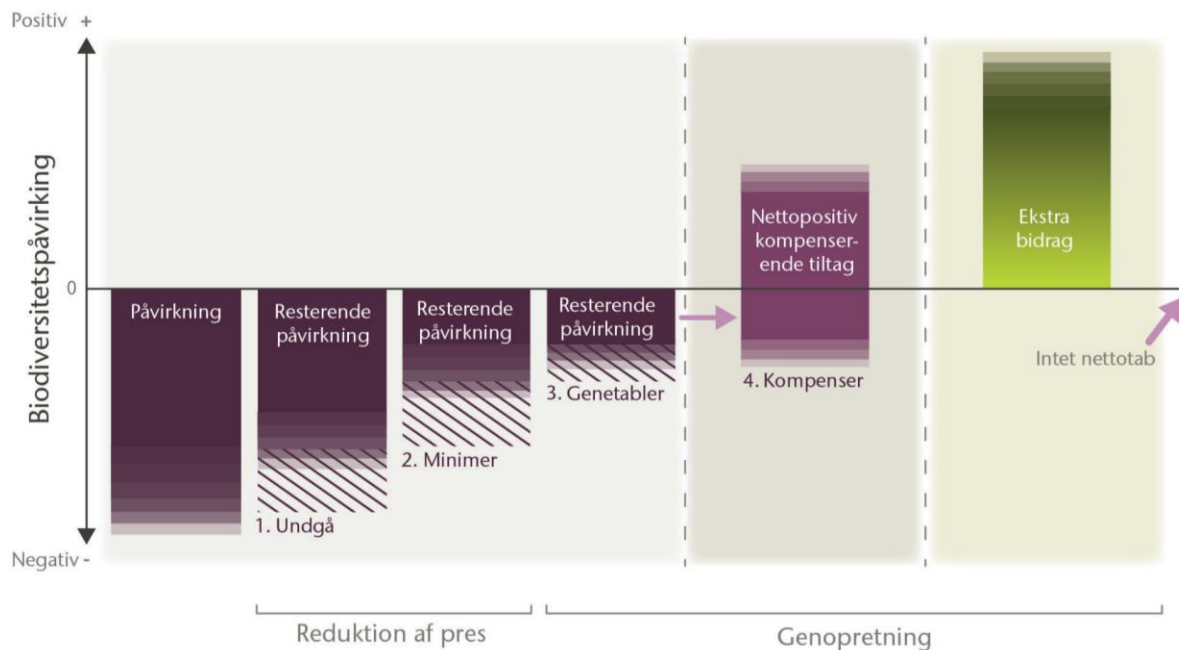
I det følgende afsnit beskriver vi, hvordan negative påvirkninger på biodiversitet i projektområdet bedst kan afværges. Dette gør vi ved at præsentere forskellige afværgetiltag med udgangspunkt i det såkaldte afbødningshierarki. Målet med afbødningshierarkiet er at sikre, at der ikke sker et nettotab af biodiversitet ved menneskelige aktiviteter. Hierarkiet kan anvendes som en strategisk tilgang til at reducere negative biodiversitetspåvirkninger (Biodiversitetsrådet, 2024b).

Vi tager afsæt i afbødningshierarkiet

Afbødningshierarkiet er illustreret i figur 12. Ifølge afbødningshierarkiet bør biodiversitetsskadelige påvirkninger reduceres ved først og fremmest at *undgå* negative påvirkninger, og herefter ved at udføre tiltag, der i prioriteret rækkefølge *minimerer*, *genopretter* og *kompenserer* for skaderne på biodiversiteten. Hvis ikke tiltagene i forbindelse med de første tre trin er tilstrækkelige til at afbøde den negative påvirkning af biodiversiteten, kan *kompenserende tiltag* anvendes (Biodiversitetsrådet, 2024b).

²¹ Hvorvidt de nævnte arter har leve- og ynglested direkte op ad linjeføringen eller hvordan, de specifikt påvirkes af en vejudvidelse i projektområdet kræver en konkret konsekvensvurdering.

Figur 12 Afbødningshierarki for biodiversitetspåvirkning



Anm.: "Nettopositive kompenserende tiltag" er tiltag, der har en positiv påvirkning, der overstiger den negative biodiversitetspåvirkning, som en given aktivitet har forårsaget. "Ekstra bidrag" dækker over frivillige bidrag til beskyttelse og genopretning af biodiversitet, der er uafhængige af specifikke skadeforvoldende aktiviteter.

Kilde: Biodiversitetsrådet (2024b)

Vi præsenterer forskellige tiltag

I de følgende afsnit fremlægger vi forskellige tiltag til at reducere vejudvidelsens negative biodiversitetspåvirkninger. Vi følger afbødningshierarkiet og opstiller først et forslag til at undgå negative påvirkninger. Dernæst opstiller vi et katalog af tiltag til at minimere de negative påvirkninger. Slutteligt beskriver vi, hvordan man kan genetablere og kompensere, hvis tiltag til at undgå og minimere skaderne ikke er tilstrækkelige eller ikke ønskes at blive anvendt.

Øget trafik opdeler naturområderne

Undgå skade på biodiversitet

Øget trafik gennem de eksisterende naturområder vil øge opdelingen af de naturområder, som befinder sig på hver sin side af linjeføringen. Det gælder bl.a. naturområderne ved Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge. Det skyldes, at øget trafik vil øge dødeligheden for de dyr, der krydser vejen, og at dyrene generelt vil forsøge at holde sig på den ene side af vejen. Naturområdernes funktionelle areal bliver derfor mindre og mere opdelt, når trafikken øges.

Potentialer ved at etablere en tunnel gennem Svanninge Bakker og Bjerge

For at undgå at opdele naturområderne mere end de er i forvejen, foreslår vi, at man etablerer en tunnel på 200-300 meter gennem de mest værdifulde natur- og biodiversitetsområder. Som det fremgik i afsnit 6 findes nogle af de mest værdifulde naturområder for sjældne og truede arter især ved Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge.

Sammenhængende naturområder er afgørende

En tunnel vil skabe et funktionelt sammenhængende naturområde med positiv værdiskabelse for biodiversiteten. For at skabe de bedste vilkår for naturtyper og arter er det nemlig afgørende at skabe større sammenhængende naturområder. Større sammenhængende naturområder er mere robuste og forventes at have mere selvopretholdende naturlige processer (Biodiversitetsrådet, 2022).

En tunnel kan gavne ønsket om en nationalpark ...

Der er desuden et ønske om en nationalpark i Faaborg-Midtfyn Kommune (Mikkelsen, 2021). En tunnel fremfor den eksisterende vej kan potentielt bidrage til, at en

naturnationalpark kan blive en realitet, da dette vil skabe et større sammenhængende naturområde, hvilket er et kriterie for at blive klassificeret som en naturnationalpark.

... og øge den rekreative værdi af området

En tunnel vil skabe positive effekter på den rekreative naturoplevelse i Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger. Støjpåvirkningen på den strækning, hvor der etableres en tunnel, vil reduceres betragteligt – også sammenlignet med i dag, hvor der allerede er trafik. Med et reduceret støjniveau og et sammenhængende naturområde, vil vi forvente, at den rekreative værdi i naturområderne omkring en tunnel vil blive forbedret sammenlignet med i dag.

Vi foreslår en boret tunnel ...

Det er vores vurdering, at en boret tunnelloøsning vil være mindst indgribende for biodiversiteten under anlægsfasen. En boret tunnel vil dog også være en dyrere løsning sammenlignet med øvrige tunneltyper. Om gevinsterne ved færre negative biodiversitetspåvirkninger under anlægsfasen overstiger de højere etableringsomkostninger, har vi ikke mulighed for at kvantificere. Det vil kræve en konkret anlægsteknisk analyse at vurdere omkostningerne ved at etablere en boret tunnel igennem Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger.

... alternativt kan det være andre tunnelloøsninger

Hvis det ikke vurderes realistisk at etablere en boret tunnel fx på grund af samfundsøkonomiske eller anlægstekniske årsager, så anbefaler vi, at man anlægger en cut-and-cover tunnel eller en gravet tunnel. Det er vores vurdering, at en tunnelloøsning uafhængigt af tunneltype vil have omtrent den samme langsigtede effekt på biodiversitet. Som tidligere antydtes varierer omkostningerne til at etablere de forskellige tunneltyper. COWI (2019) estimerer, at en cut-and-cover tunnel vil koste 800 mio. kr. pr. km.

Vi præsenterer tiltag, der effektivt minimerer skaden

Minimere skade på biodiversitet

Med afsæt i afbødningshierarkiet kan der være behov for tiltag, der minimerer de negative påvirkninger ved vejudvidelsen. Tiltag, der minimerer skaderne, kan være nødvendige, hvis ovenstående tiltag om at etablere en tunnel på 200-300 meter ikke i tilstrækkelig grad reducerer de negative biodiversitetspåvirkninger. Minimerende tiltag kan også være nødvendige at tage i brug, hvis tiltaget om en tunnel ikke implementeres.

Vi opstiller et afværgekatalog ...

Vi har udarbejdet et afværgekatalog med tiltag, der kan minimere biodiversitetspåvirkningen ved vejudvidelsen. Afværgekataloget er udarbejdet med sparring fra Amphi Consult (2024). I følgende afsnit præsenterer vi afværgekatalogets tiltag, formål og forventet pris.

... med flere forskellige tiltag

Afværgeforanstaltningerne for at minimere skaderne indebærer bl.a. etablering af faunabroer, permanente og midlertidige paddehegn, vildthejn, kortlægning af flagermuseguede træer, kortlægning af hasselmus. Disse og øvrige nødvendige afværgeforanstaltninger, deres formål og en enhedspris er præsenteret i tabel 20.

Mængder er baseret på et scenarie uden en tunnelloøsning

Mængderne af de respektive afværgeforanstaltninger, der er nødvendige for at minimere den negative biodiversitetspåvirkning, afspejler et scenarie, hvor der ikke er etableret en tunnel på 200-300 meter igennem Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger.

Overlap mellem effekter af en tunnel og afværgetiltag

Som det fremgår af tabel 20 er der overlap mellem nogle af de foreslåede tiltag til at minimere skadespåvirkningen og forslaget om at etablere en tunnel på 200-300 meter. Der er fx ikke samme behov for faunabroer, vildthejn eller paddehegn på vejstrækningen igennem Svanninge Bakker og Svanninge Bjerger, hvis en tunnel bliver etableret i området. Disse tiltag kan dog være nødvendige på andre strækninger, hvis skadespåvirkningerne på biodiversitet ikke er reduceret tilstrækkeligt ved etablering af en tunnel.

Pris for tiltag, der minimerer skaden: 78-108 mio. kr.

Med afsæt i nedenstående afværgekatalog finder vi, at biodiversitetspåvirkningen i projektområdet kan minimeres for en samlet omkostning på 78-108 mio. kr. Priserne skal ses som gennemsnitsbetragtninger og kan variere alt efter materialevalg og landskabelige forhold på vejstrækningen.

Tabel 20 Afværgekatalog for minimering af biodiversitetspåvirkning ved en vejudvidelse i projektområdet

Afværgeforanstaltning	Formål	Enhedspris	Mængde i projektet	Overslagspris for projektet (mio. kr.)
Faunabro	Mindske vejens barriereeffekt (især for hasselmus og større pattedyr)	25 mio. kr.	2 til 3	50 - 75
Faunatunnel (paddepassager)	Mindske vejens barriereeffekt (især for padder)	5 tusinde kr.	4 pr. km hvoraf det 4. er et odderrør, som også kan bruges af padder. Ved fund af padder og et højt antal krybdyr etableres 3 rør med 40 meters mellemrum	0,75
Faunatunnel (odderpassager)	Mindske vejens barriereeffekt (især for oddere)	10 tusinde kr.	1 pr. km	0,5
Permanente paddehegn	Mindske paddedræb	1,5 tusinde kr. pr. meter	10 km igennem hele Svaninge Bakker og Bjerge (5km på hver side af vejen)	15
Vildthegn	Mindske trafikdrab af større dyr	500 kr. pr. meter	10 km igennem hele Svaninge Bakker og Bjerge (5km på hver side af vejen)	5
Midlertidige paddehegn og fysisk flytning og tilsyn af padder (morgen, middag, aften i 3-5 måneder)	Mindske antallet af paddedræb under anlægsfasen	2-5 mio. kr.	14 km	2 - 5
Kompensationsvandhuller	Skabe nye leve- og ynglesteder (især for padder)	57 tusinde kr.	30 til 50 ¹	1,7 - 2,9
Kompensation af tørre habitater og skråninger	Skabe nye leve- og ynglesteder (især for krybdyr)	150 tusinde kr. pr. ha	10 hektar (20 gange 0,5 hektar)	1,5
Hensyn til ynglesæson i anlægsfasen	Mindske antallet af fugle, der opgiver paring, forlader yngleplads, eller har forringet ynglesucces	.	.	.
Kortlægning af flagermus-egnede træer og bygninger og evt. udslusning i samråd med vildtkonsulenten ved fældning af træer, der konstateres flagermusegnede	Undgå u hensigtsmæssig artpåvirkning	1 mio. kr.	.	1
Kortlægning af hasselmus	Undgå u hensigtsmæssig artpåvirkning	1 mio. kr.	.	1
Omkostninger i alt for afværgeforanstaltninger				78 - 108

Anm.: Prikker indikerer, at det ikke har været muligt at komme med et bud på omkostningen eller mængden. Note 1: Ved anlæg af Svendborgmotorvejen blev der etableret 50 vandhuller. Ved anlæg af Femern Bælt blev der etableret 37-42 vandhuller (i et erstatningsforhold på 1:4).

Kilde: Egen vurdering baseret på erfaringer fra Amphi Consult (2024).

Vi præsenterer et kompenserende tiltag

Genetablere og kompensere for skade på biodiversitet

De sidste to trin i afbødningshierarkiet omhandler tiltag, der genetablerer eller kompenserer for negative biodiversitetspåvirkninger. Genetablerende og kompenserende tiltag kan være nødvendige, hvis tiltag forbundet med at undgå eller minimere skaden ikke er tilstrækkelige, eller hvis tiltagene, der undgår og minimerer skaden ikke ønskes at blive anvendt.

Erstatningsnatur kan bruges som kompensation

Erstatningsnatur kan bruges som et kompenserende tiltag. Dette tiltag anvendes ofte i forbindelse med større anlæg- og infrastrukturprojekter. Mængden af erstatningsnatur varierer fra projekt til projekt men udlægges ofte i et faktorforhold på 1:2 (Nygaard m.fl., 2018).

Det vil sige, at tabet af én hektar natur bliver kompenseret med etablering af to hektar ny natur.²²

**Vejudvidelsen
indbringer 8 ha
natur**

Vores beregninger viser, at en vejudvidelse på hele linjeføringen vil have en direkte indbringelse af ca. 21 ha landbrug og ca. 8,5 ha natur.²³ Størrelsen på arealinddragelse kan bruges som målestok for, hvor meget erstatningsnatur, man bør udlægge.

**Ny natur bør
placeres tæt på
eksisterende natur**

Vi anbefaler, at erstatningsnaturen udlægges i forlængelse af de eksisterende naturområder for at sikre de rette vilkår for naturtyper og arter. Biodiversiteten gavnnes nemlig mest af store sammenhængende naturområder (Petersen m.fl., 2024).

**Tab af rekreative
værdier erstattes på
nye naturområder**

Vi vurderer, at der er en synergi mellem at kompensere for negative biodiversitetspåvirkninger og kompensere for tab af rekreative værdier. I notatet "*Rekreative værdier, støjgene for husstande og barriereeffekter*" anbefaler vi, at man erstatter tab af rekreative naturværdier med etablering af nye rekreative erstatningsområder. I notatet foreslår vi også, at erstatningsområderne udlægges i nærheden af de eksisterende naturområder. Desuden foreslår vi, at erstatningsområderne skal genskabes med samme natur som den, der er til stede på de nuværende rekreative naturområder.

**Synergi mellem
erstatning for tab af
rekreative værdier
og erstatningsnatur**

Det er vores vurdering, at nye naturområder, der kan erstatte for tab af rekreative værdier, også kan fungere som et kompenserende tiltag for vejudvidelsens negative biodiversitetspåvirkninger. I notatet "*Rekreative værdier, støjgene for husstande og barriereeffekter*" vurderer vi, at man skal udlægge erstatningsområder med en samlet størrelse på mellem 560 ha til 880 ha for at kompensere for tab af rekreative naturværdier. Vores forslag bidrager dermed med mere natur, end der går tabt. Det er dog værd at nævne, at det tager tid at udvikle ny natur, og at den nye naturs værdi pr. ha i de første mange år ikke nødvendigvis vil være på niveau med den naturværdi, der går tabt ved vejudvidelsen. For at kompensere for dette forhold udlægges et større areal til natur, end der går tabt.

**Potentialer for
biodiversiteten ved
Bøjden Nor**

Foruden ovenstående tiltag forventer vi, som tidligere nævnt, at der kan opstå fordele for biodiversiteten i Bøjden Nor, hvis vejdemningen og færgehavnen fjernes. Om disse fordele overstiger mulige negative biodiversitetspåvirkninger langs linjeføringen, har vi ikke mulighed for at kvantificere. Det er dog vores vurdering, at den negative påvirkning kan minimeres med de rette tiltag.

**Tab af biodiversitet
kan minimeres med
afværgetiltag**

Som opsummering på de ovenstående afsnit, er det vores vurdering, at den samfundsøkonomiske omkostning på 70-325 mio. kr. for skader på biodiversitet i projektområdet kan minimeres, hvis en eller flere af de foreslåede tiltag tages i brug.

**Vi foreslår to
løsninger: 1) en
tunnel ...**

Vi foreslår to forskellige løsninger. Den første løsning er at etablere en tunnel igennem Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge. Det er vores vurdering, at dette tiltag vil være mest effektivt ift. at nedbringe negative biodiversitetspåvirkninger som følge af den øgede trafik ved vejudvidelsen.

**2) tiltag i
afværgekatalog og
erstatningsnatur**

Den anden løsning er en kombination af tiltag, der minimerer og genskaber de påførte skader. Vi anbefaler som et alternativ til en tunnelloøsning, at man kombinerer tiltagene præsenteret i afværgekataloget med udlægning af erstatningsnatur. Udlægning af erstatningsnatur sker, som tidligere nævnt, som led i vores anbefaling til kompensation for tab af rekreative værdier, og tiltaget gælder derfor begge løsninger.

**Vi anbefaler også
monitorering**

For begge løsninger anbefaler vi desuden, at man har løbende monitorering af naturområderne, så det sikres, at tiltagene har den ønskede effekt på biodiversiteten.

²² I England regner man med, at man skal erstatte for tab af natur med et faktorforhold på 1:10.

²³ Dette skal ses som et overkantsskøn, da vi i denne beregning ikke tager højde for, at der er dele af strækningen, hvor vejen ikke udvides.

Vores løsninger følger afbødningshierarkiet

Rækkefølgen i vores anbefalinger følger også trinnene i afbødningshierarkiet, hvor man først skal forsøge at undgå skade på biodiversitet, hvorefter man i prioriteret rækkefølge skal minimere, genetablere og kompensere.

Linjeføring går igennem naturområder

Den foreslåede linjeføring vil passere gennem naturområder, der i dag er levested for prioriterede naturtyper samt truede og sjældne arter. Ved etablering af en ny linjeføring med vejudvidelser og øget trafik bør der rettes særligt fokus på disse naturtyper og arter. Vi har i ovenstående analyse undersøgt udviklingstendenser og tilstandsniveauer for prioriterede naturtyper og arter, da dette er afgørende elementer for at undersøge naturen og arternes robusthed overfor forstyrrelser.

Fire Natura 2000-områder i projektområdet

Der er fire Natura 2000-områder i projektområdet. Linjeføringen vil gå igennem tre af Natura 2000-områderne. Det gælder områderne ved Svanninge Bakker, Arreskov Sø og Odense Å. Med vejudvidelser vil der være arealinddragelse ved området omkring Arreskov Sø og Odense Å. Den foreslåede linjeføring vil ikke inddrage naturarealer ved Svanninge Bakker. Den øgede trafik vil dog – uanset om der kommer vejudvidelser eller ej - påvirke nogle af de arter, som har levested i naturområderne.

Positive effekter for Bøjden Nor

Den foreslåede linjeføring vil indirekte påvirke et fjerde Natura 2000-område. Dette er naturområdet ved Bøjden Nor. Hvis færgehavnen og vejdæmningen til færgen fjernes, vil det medføre positive natur- og biodiversitetseffekter for området. Det gælder især for ynglende fugle i området.

Projektområdet har levested for truede og sjældne arter

Baseret på vores datasæt til nærværende analyse har projektområdet levested for 18 arter, der både er truede og sjældne, hvoraf Fyns andel af levesteder står for mere end 30 pct. for 5 af disse arter. Projektområdet og Fyn generelt er derfor et vigtigt område for national beskyttelse for en række af de sjældne og truede arter.

Truede og sjældne fuglearter har en opadgående trend

7 ud af de 18 arter er sjældne og truede fugle, som har levesteder i projektområdet. Da fuglearterne er truede og sjældne, er tilstandsniveauet på nuværende tidspunkt ikke tilstrækkeligt. Flere af fuglearterne har dog en udviklingstrend, der er opadgående. Hvis denne trend fortsætter, og arterne opnår et tilstrækkeligt niveau, inden nærværende infrastrukturprojekt forventes at gå i gang, vil de være mere robuste overfor forstyrrelser sammenlignet med i dag.

Projektområdet er et vigtigt levested for hasselmus

Projektområdet er desuden levested for tre truede bilag IV-arter. Det gælder arterne: hasselmus, odder og markfirben. Fyn og projektområdet er især et væsentligt levested hasselmus. Vores analyse viser imidlertid, at de truede bilag IV-arter har levesteder i flere af de områder, der grænser op til projektområdet. Hvis dyrene bliver forstyrret, er der altså nærtliggende områder, hvortil de kan forventes at migrere og sprede sig.

Omkostning ved tab af biodiversitet: 70-325 mio. kr.

Vores beregninger viser, at negative påvirkninger på biodiversiteten i projektområdet som følge af vejudvidelser og øget trafik kan medføre høje samfundsøkonomiske omkostninger. Vi finder, at en vejudvidelse uden de nødvendige afværgeforanstaltninger kan medføre tab af biodiversitet med en samfundsøkonomisk omkostning på mellem 70 mio. kr. og 325 mio. kr. Denne beregning beror på en række kritiske antagelser. Hvordan disse antagelser påvirker omkostningsniveauet er opsummeret i tabel 21.

Afværge tab af biodiversitet: etablere 200-300 meters tunnel

Tabet af biodiversitet og den afledte samfundsøkonomiske omkostning kan dog minimeres, hvis de rette afværgetiltag tages i brug. Med afsæt i afbødningshierarkiet anbefaler vi, at man reducerer de negative biodiversitetspåvirkninger ved først og fremmest at etablere en tunnel på 200-300 meter igennem de mest værdifulde naturområder ved Svanninge Bakker

og Svanninge Bjerge. En tunnel vil skabe et større sammenhængende naturområde med positive effekter på områdets biodiversitet, og negative konsekvenser af den øgede trafik vil afværges.

En tunnel skaber flere positive effekter

En tunnel vil skabe flere afledte positive effekter. For det første kan en tunnel være med til at realisere ønsket om, at området omkring Svanninge Bakker og Svanninge Bjerge kan blive en nationalpark. For det andet vil støjniveauet fra vejen blive reduceret betragteligt – både i et scenarie med øget trafik men også sammenlignet med i dag - hvilket vil have positive effekter på områdets rekreative værdi.

Afværgetiltag og erstatningsnatur som et alternativ til at afværge for tab

Hvis det ikke er realistisk at etablere en tunnel af samfundsøkonomiske eller anlægstekniske årsager, anbefaler vi i stedet en række afværgetiltag som fx faunabroer, paddehegn og fauna-tunneller kombineret med udlægning af erstatningsnatur. Vi anslår, at omkostningerne til de nødvendige afværgetiltag, der minimerer den negative påvirkning, vil beløbe sig til mellem 78 og 108 mio. kr.

Synergi mellem erstatning for tab af rekreative værdier og erstatningsnatur

Udlægning af erstatningsnatur kan ske i kombination med den kompensation, vi anbefaler, at man benytter for tabet af rekreative værdier. I notatet "*Rekreative værdier, støjgener for husstande og barriereeffekter*" anbefaler vi, man kompenserer for tab af rekreative værdier ved at udlægge mellem 560 og 880 ha erstatningsområder med samme naturtype som de eksisterende naturområder. Vi anbefaler desuden, at områderne placeret i forlængelse af de eksisterende områder. På den måde vil man skabe større sammenhængende naturområder, hvor den rekreative værdi og tabt natur vil blive genskabt.

Opsummering af kritiske antagelser

Vi har gjort os en række antagelser i værdisætningen af omkostningen ved tab af biodiversitet som følge af en vejudvidelse i projektområdet uden afværgetiltag. Vi opsummerer, hvordan antagelserne påvirker værdiens størrelse i tabel 21 herunder.

Tabel 21 Opsummering af hvordan vores antagelser påvirker værdisætningen af omkostningen ved tab af biodiversitet som følge af vejudvidelsen uden nødvendige afværgetiltag

	Værdisætning af omkostningen ved tab af biodiversitet	
	Vi overestimerer tabet	Vi underestimerer tabet
Vi medregner alle arter i 10x10 km kvadratter og tæller disse arter med i projektområdet.	X	
Vi tager ikke højde for, at naturområderne i projektområdet er små, og der generelt er en lav naturtæthed med stor afstand til større naturområder.		X
Vi medregner kun de arter, som er i datasættet (og som er sjældne og truede).		X
Vi undersøger ikke, om påvirkningen skaber forstyrrelser i økosystemet.		X
I beregningen af omkostningen ved tab af biodiversitet tager vi ikke højde for, at der på nogle strækninger er foreslået, at vejen ikke udvides.	X	
Vi udregner et årligt tab af biodiversitet i en tidshorisont på 50 år og ikke en uendelig tidshorisont.		X
Vi udregner omkostningen ved tab af biodiversitet som en tilbagediskonteret konstant årlig omkostning baseret på et 2024-niveau. Vi tager ikke højde for, at betalingsvilligheden for at beskytte truede arter kan stige over tid på grund af: 1) stigende velstand og 2), at naturen over tid kan blive en knappere ressource.		X

Kilde: Egen tilvirkning.

11. Litteraturliste

Aarhus Universitet (n/d): "Rødlistekategorierne". <https://ecos.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlist/om-roedlisten/roedlistekategorierne>.

Aarhus Universitet (2019): "Den Danske Rødliste". <https://ecos.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlist/soeg-en-art>

Amphi Consult (2024): Møde og telefonsamtale med Lars Briggs, partner i Amphi Consult. <https://amphi.dk/>

Biodiversitetsrådet (2022): "Fra tab til fremgang - Beskyttet natur i Danmark i et internationalt perspektiv". [Biodiversitetsraadet-2022-Fra-tab-til-fremgang-Final-hjemmeside.pdf](https://www.biodiversitetsraadet.dk/pdf/2022/04/Fra-tab-til-fremgang-Final-hjemmeside.pdf)

Biodiversitetsrådet (2024a): " Biodiversitetsrådets Årsrapport 2023: Sammenfatning Mod robuste økosystemer Anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet". <https://www.biodiversitetsraadet.dk/pdf/2024/04/Sammenfatning-2023-04-11.pdf>

Biodiversitetsrådet (2024b): "Finansiering af Danmarks biodiversitetsindsats - perspektiver på den offentlige og private sektors rolle og bidrag". https://www.biodiversitetsraadet.dk/pdf/2024/07/Juni_rapport.pdf

Campbell, Danny, S.E. Vedel, B.J. Thorsen og J.B. Jacobsen (2014), "Heterogeneity in the WTP for recreational access: Distributional aspects", Journal of Environmental Planning and Management, 57, 1200–19.

Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024): Data for biodiversitet på Als og Fyn.

COWI (2019): ETABLERING AF FAST ALSFYN FORBINDELSE. VURDERING AF STØJ FRA VEJTRAFIK. <https://www.als-fynbroen.dk/wp-content/uploads/2019/03/Etablering-af-fast-AlsFyn-forbindelse-vurdering-af-st%C3%B8j-fra-vejtrafik-COWI-2019.pdf>

Danmarks Arealinformation (n/d): <https://danmarksarealinformation.miljoeportal.dk/>

Danmarks Statistik (2024): Borgere. FAM55N: Husstande 1. januar efter kommune, husstandstype, husstandsstørrelse og antal børn i husstanden. <https://www.statistikbanken.dk/20010>

DOF (2024): Dansk Ornitologisk Forenings fugleatlas. <https://dofbasen.dk/atlas/arter/>

Drupp, Moritz A. & Hänsel, Martin & Fenichel, Eli & Freeman, M & Gollier, Christian & Groom, Ben & Heal, Geoffrey & Howard, Peter & Millner, A & Moore, F & Nesje, Frikk & Quaas, Martin & Smulders, S & Sterner, Thomas & Traeger, C & Venmans, Frank. (2024). Accounting for the increasing benefits from scarce ecosystems. Science (New York, N.Y.). "As people get richer, and ecosystem services scarcer, policy-relevant estimates of ecosystem value must rise". <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adk2086>

EU Kommissionen (2017). Explanatory Notes and Guidelines for the period 2013-2018, final version – May 2017. <https://circabc.europa.eu/sd/a/d0eb5cef-a216-4cad-8e77-6e4839a5471d/Reporting%20guidelines%20Article%2017%20final%20May%202017.pdf>

Ejrnæs, R., Nygaard, B., Kjær, C., Baattrup-Pedersen, A., Brunbjerg, A. K., Clausen, K., Fløjgaard, C., Hansen, J.L.S., Hansen, M.D.D., Holm, T.E., Johnsen, T.J., Johansson, L.S., Moeslund, J.E., Sterup, J., Hansen R.R., Strandberg, B., Søndergaard, M. & Wiberg-Larsen, P. 2021.

Danmarks biodiversitet 2020 – Tilstand og udvikling. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 270 s. - Videnskabelig rapport nr. 465. <http://dce2.au.dk/pub/SR465.pdf>

Jacobsen, J. B., & Lundhede, T. (2024). Omkostningen ved tab af biodiversitet i den grønne nettonationalindkomst. *Økonomi & Politik*, 97(1), 35-41. <https://doi.org/10.7146/okonomi-og-politik.v97i1.144931>

Jacobsen, Jette Bredahl, T. Lundhede og B.J. Thorsen (2008), Hvad er bedre vilkår for dyrelivet værd for befolkningen? *Videnblad* 9.10-6 Skov & Landskab.

Kjær, C., Strandberg, M.T., Elmeros, M., Reisner Hansen, R., Brunbjerg, A.K., Bladt, J. og Mikkelsen, P. 2024. *Arter 2022. NOVANA*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 54 s. - Videnskabelig rapport nr. 593. Rapporten findes også online på: <https://novana.au.dk/arter/novanaau-arter-2022>

Kjær, C., Elmeros, M., Heldbjerg, H., Brunbjerg, A. K., Mortensen, R. M., Bladt, J., & Mikkelsen, P. (2023). *ARTER 2021: NOVANA* (Videnskabelig rapport nr. 530). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. <http://dce2.au.dk/pub/SR530.pdf>

Mikkelsen, Karen Grønningen (2021): Faaborg-Midtfyn satser alt på Svanninge Bakker: Skal være den første naturnationalpark på Fyn. *TV2Fyn*. <https://www.tv2fyn.dk/artikel/faaborg-midtfyn-vil-have-svanninge-bakker-til-naturnationalpark>

MiljøGIS (2023): Natura 2000-planer 2022-2027. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3-2022>

Miljøstyrelsen (2020): Habitatvejledningen Vejledning til bekendtgørelse nr. 1595 af 6. december 2018 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. <https://mst.dk/media/kqyb2h5i/habitatvejledningen.pdf>

Miljøstyrelsen (2023a): Natura 2000-plan 2022-2027. Svanninge Bakker. Natura 2000-område nr. 240. Habitatområde H240. <https://mst.dk/media/lsgemknu/n240-natura-2000-plan-2022-27-svanninge-bakker.pdf>

Miljøstyrelsen (2023b): Natura 2000-plan 2022-2027. Arreskov Sø. Natura 2000-område nr. 121. Habitatområde H105. Fuglebeskyttelsesområde F78. <https://mst.dk/media/daujijgq/n121-natura-2000-plan-2022-27-arreskov-soe.pdf>

Miljøstyrelsen (2023c): Natura 2000-plan 2022-2027. Odense Å med Hågerup Å, Sallinge Å og Lindved Å. Natura 2000-område nr. 114. Habitatområde H98. <https://mst.dk/media/lldbrsnc/n114-natura-2000-plan-2022-27-odense-aa.pdf>

Miljøstyrelsen (2023d): Natura 2000-plan 2022-2027. Bøjden Nor. Natura 2000-område nr. 123. Habitatområde H107. Fuglebeskyttelsesområde F123. <https://mst.dk/media/rzkjOrtm/n123-natura2000-plan-2022-27-boejden-nor.pdf>

Miljøstyrelsen (n/d a): Fakta om Natura 2000-områderne. <https://mst.dk/erhverv/rig-natur/naturindsatser/natura-2000/fakta-om-natura-2000-omraaderne>

Miljøstyrelsen (n/d b): Udpegningsgrundlag. <https://mst.dk/erhverv/rig-natur/naturindsatser/natura-2000/udpegningsgrundlag>

Miljøstyrelsen (n/d c): Bilag IV-arter og naturpleje. <https://mst.dk/borger/natur-og-fritid/natur-og-biodiversitet/naturplejeguiden/naturplejeguiden-plattformen/bilag-iv-arter>

NIRAS (2022): VVM-undersøgelse for udbygning af Rute 15 Ringkøbing-Herning. Miljøkonsekvensrapport. https://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2022-06/Milj%C3%B8konsekvensrapport_0.pdf

NOVANA (2023): Årets overvågning. Hasselmus. <https://novana.au.dk/arter/pattedyr/hasselmus>

Nygaard B., Brunbjerg, A.K., Damgaard C., Dalby, L., Ejrnæs R. (2024): Kontrolovervågning af terrestriske habitatnaturtyper 2004 – 2022. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. <https://novana.au.dk>

Nygaard, B., Ejrnæs, R., Fredshavn, J.R. (2021): Kortlægning af habitatnaturtyper 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. www.novana.au.dk.

Petersen, A. H., B. Hasler, T. Laage-Thomsen, M. Termansen og C. Rahbek (2024): Mere, bedre og større natur i Danmark. Hvor, hvordan og hvor meget? Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, Globe Institute, Københavns Universitet.

Therkildsen, O.R., Wind, P., Elmeros, M., Alnøe, A.B., Bladt, J., Mikkelsen, P., Johansson, L.S., Jørgensen, A.G., Sveegaard, S. & Teilmann, J. 2020. Arter 2012-2017. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 208 s. - Videnskabelig rapport nr. 358 <http://dce2.au.dk/pub/SR358.pdf>

Vejdirektoratet (2019): En fast forbindelse mellem Als og Fyn. [en fast forbindelse mellem als og fyn rap 596 wcag.pdf \(vejdirektoratet.dk\)](http://www.vejdirektoratet.dk/en-til-als-og-fyn-596-wcag.pdf)

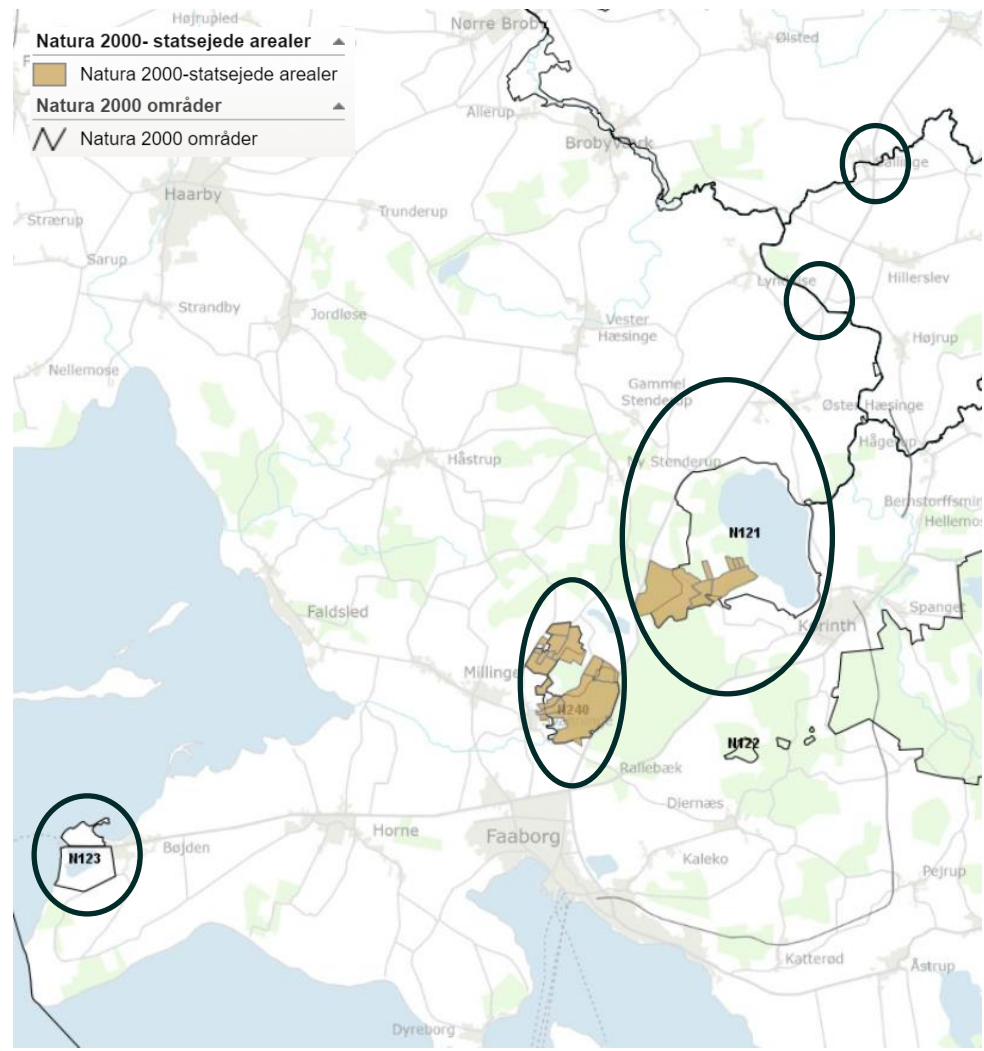
Voigt, Steen (2014): Status over naturen i Danmark. DCE. Aarhus Universitet. <https://dce.au.dk/en/current/news/news/artikel/status-over-naturen-i-danmark/>

Zandersen, M., Lundhede, T., Martinsen, L., Hasler, B. & Termansen, M. 2018. Nye nøgletal på natur- og miljøområdet – et litteraturstudie over muligheder og begrænsninger. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 84 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 276 <http://dce2.au.dk/pub/SR276.pdf>

12. Bilag

Bilag 1: Kort over Natura 2000-områderne i projektområdet

Figur 13 Natura 2000-områder i projektområdet



Kilde: MiljøGIS (2023).

Bilag 2: Opmærksomhedspunkter

Foruden Natura 2000-områderne er der også en række øvrige opmærksomhedspunkter angående beskyttet natur og fredninger langs linjeføringen. Vi beskriver disse opmærksomhedspunkter i dette afsnit.

Hvis en fast forbindelse går i land ved Horne Næs fremfor ved færehavnen ved Bøjden Nor, er der to mulige opmærksomhedspunkter: Et fredet område, der hedder Horne og Bøjden Næs (markeret med grøn i figur 14), og et overdrev langs kysten (markeret med gul i figur 14), der er en beskyttet naturtype.

Figur 14 Overdrev og fredet område ved Horne Næs

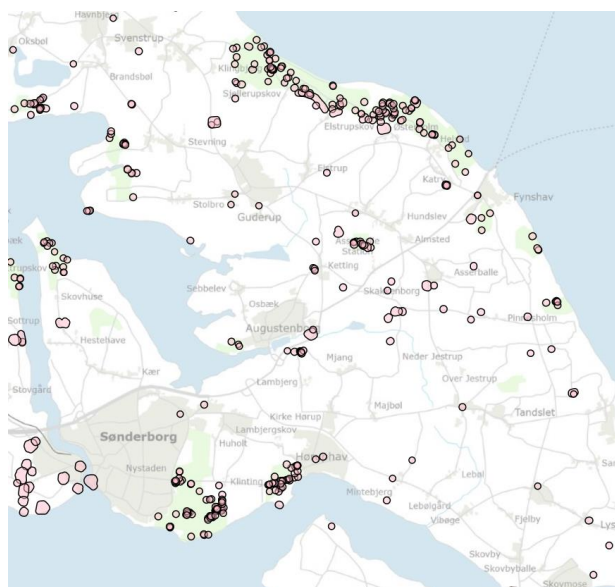


Kilde: Danmarks Arealinformation (n/d).

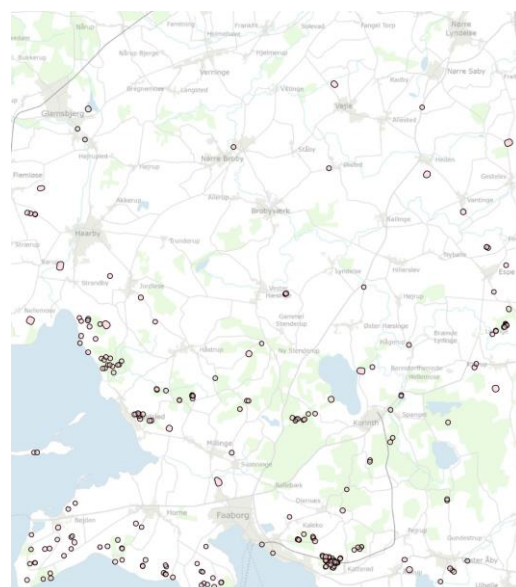
Der findes derudover en række fredede fortidsminder, som man skal undgå at påvirke ved en vejudvidelse. Det gælder bl.a. rundhøj, langhøj, dysse, vejliste. Fredede fortidsminder ses især ved Horne Næs. Vi er desuden opmærksomme på, at der også findes en fredning af et stendgærde langs Rute 43.

Figur 15 Fredede fortidsminder på Als og Fyn (markeret med cirkler)

Figur 15.a Fredede fortidsminder på Als

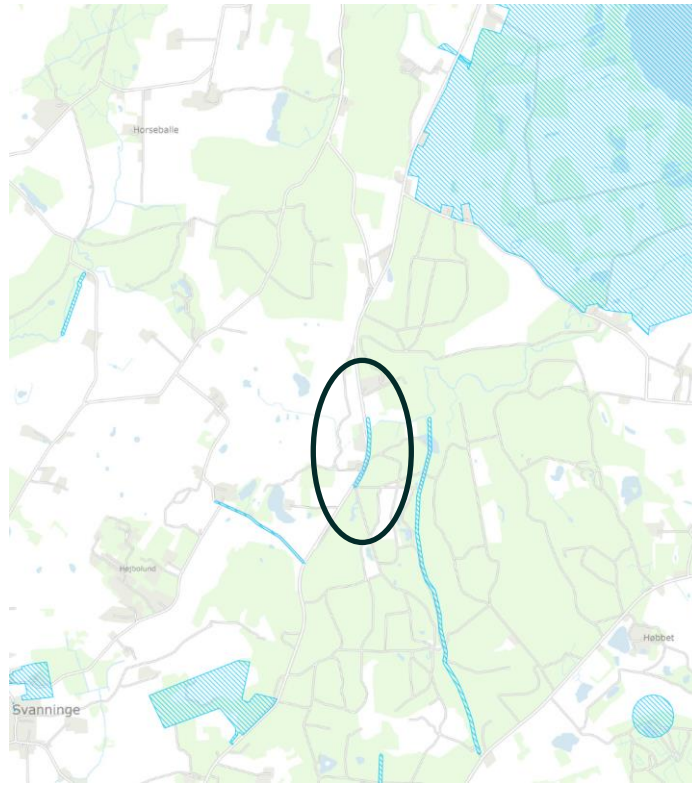


Figur 15.b Fredede fortidsminder på Fyn



Kilde: Danmarks Arealinformation (n/d).

Figur 16 Fredning af stengærde langs Rute 43



Kilde: Danmarks Arealinformation (n/d).

Bilag 3: Sjældne arter i projektområdet

I det følgende bilag er der en opgørelse over, hvilke sjældne arter, der findes i hvert kvadratfelt inden for projektområdet. For hvert felt er de sjældne arter oplistet i en tabel, hvor vi også har markeret, om den sjældne art er truet. De truede arter er markeret med grøn. Felt-ID for hvert område er vist i figur 6.

Tabel 22 Sjældne arter i NG60

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
Splitterne	Fugle	17	3	LC
Tangurt	Karplanter	31	10	LC
Spidshale	Karplanter	32	7	EN

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 23 Sjældne arter i NG70

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
mahognibrun rørhat	Svampe	2	1	Ikke i rød.
Lille sandtæge	Tæger	12	3	VU
Ranunkel-urtesvirreflue	Svirrefluer	14	2	NT
Splitterne	Fugle	17	3	LC
Knudearve	Karplanter	19	3	EN
Løg-Rapgræs	Karplanter	19	1	LC
Hasselmus	Pattedyr	22	8	EN
Strand-Loppeurt	Karplanter	24	7	LC
Eng-Byg	Karplanter	27	3	LC
Strand-Stenkløver	Karplanter	27	4	LC
Tangurt	Karplanter	31	10	LC
Sump-Skræppe	Karplanter	31	1	NT
Seksradet Stenurt	Karplanter	31	5	EN
Spidshale	Karplanter	32	7	EN
Sorthalset Lappedykker	Fugle	45	5	VU

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 24 Sjældne arter i NG71

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
Rød kåltæge	Tæger	8	2	LC
Guldhåret blomsterbuk	Træbukke	10	2	EN
Prydskivebuk	Træbukke	10	2	NT
Kustodetæge	Tæger	11	2	LC
Smerling	Ferskvandsfisk	12	4	DD
Strand-Limurt	Karplanter	15	1	NT
Hasselmus	Pattedyr	22	8	EN
Strand-Loppeurt	Karplanter	24	7	LC
Kronløs Springklap	Karplanter	25	6	LC
Lyng-Star	Karplanter	31	1	NT
Koral-Hvidtjørn	Karplanter	32	8	LC
Pigsmerling	Ferskvandsfisk	37	9	LC

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 25 Sjældne arter i NG81

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
Langstillet Filt-Rose	Karplanter	6	3	EN
Robust dværgdøgnflue	Døgnfluer	8	1	LC
Sø-majflue	Døgnfluer	9	2	LC
Pileløvtæge	Tæger	12	2	NT
Sødgræs-stængelugle	Natsommerfugle	12	2	EN
Hasselmus	Pattedyr	22	8	EN
Svaleklire	Fugle	23	4	NA
Lugtløs Æble-Rose	Karplanter	26	5	LC
Eng-Ensian	Karplanter	29	5	EN
Koral-Hvidtjørn	Karplanter	32	8	LC
Pigsmerling	Ferskvandsfisk	37	9	LC

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 26 Sjældne arter i NG82

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
lysskællet parasolhat	Svampe	4	2	EN
Vejbred-Vandaks	Karplanter	8	3	EN
Sø-majflue	Døgnfluer	9	2	LC
krat-koralsvamp	Svampe	9	2	DD
Pilblad	Karplanter	29	2	LC
Pigsmerling	Ferskvandsfisk	37	9	LC

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 27 Sjældne arter i NG92

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
Smerling	Ferskvandsfisk	12	4	DD
Hvinand	Fugle	28	5	VU
Bægerbregne	Karplanter	14	1	NT
Lille Flagspætte	Fugle	34	1	EN
Svaleklire	Fugle	23	4	NA

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 28 Sjældne arter i NG80

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødliste
Drosselrørsanger	Fugle	28	3	CR
Kirkeugle	Fugle	25	1	CR
Kronløs Springklap	Karplanter	25	6	LC
Dynd-Star	Karplanter	33	1	NT
Gulfodet løgsvirreflue	Svirrefluer	10	2	NT
Smuk løgsvirreflue	Svirrefluer	8	4	VU
Hasselmus	Pattedyr	22	8	EN

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 29 Sjældne arter i NF69

Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Als	Rødliste
Stor Skallesluger	Fugle	46	7	LC
Lærkefalk	Fugle	23	2	CR
Håret Kartebolle	Karplanter	20	1	LC
Tyndakset Star	Karplanter	28	4	LC

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Tabel 30 Sjældne arter i NF59

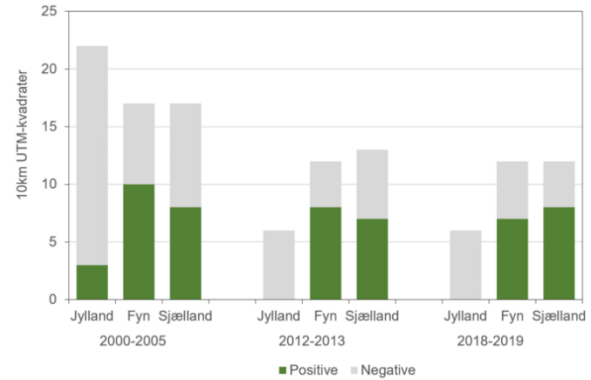
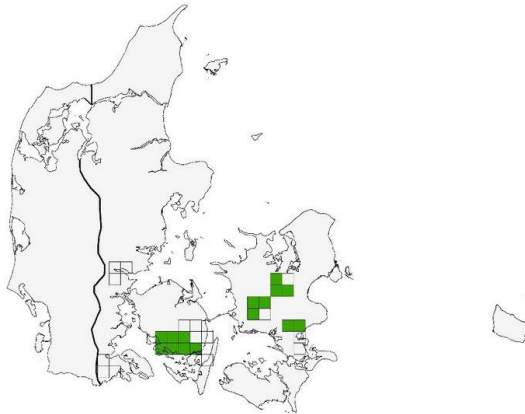
Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Als	Rødliste
Tyndakset Star	Karplanter	28	4	LC
Sort Fladbælg	Karplanter	23	1	NT
Stor Skallesluger	Fugle	46	7	LC
Storbladet Engelsød	Karplanter	21	2	LC
Strand-Loppeurt	Karplanter	24	3	LC
Pungmejse	Fugle	26	1	CR
Lillebitte skørhat	Svampe	4	1	DD

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Bilag 4: Udbredelse og forekomst af hasselmus i Danmark

Figur 17 Udbredelse og forekomst af hasselmus i Danmark

Figur 17.a Forekomst og udbredelse af hasselmus i 10x10 km-kvadrater fra NOVANA-overvågning i 2018-2019. Figur 17.b Forekomsten af hasselmus i 10km UTM-kvadrater ved de forskellige overvågninger siden 2000.



Anm.: Grønne kvadrater viser 10x10 km-kvadrater med fund af arten og åbne kvadrater viser undersøgt 10x10 km-kvadrater uden fund. Ved eftersøgningen i 2000-2005 blev anvendt en anden metode end i 2012-2013 og 2018-2019. Eftersøgningerne i Jylland i 2012-2013 og 2018-2019 var fokuseret til de områder, hvor arten tidligere var fundet.

Kilde: NOVANO (2023).

Bilag 5: Antal levesteder på Fyn og i Danmark for sjældne arter, som også er truede, i projektområdet

Tabel 31 Antal levesteder på Fyn og i Danmark for sjældne arter, der også er truede, i projektområdet

Dansk navn	Art	Artsgruppe	Kvadrater, DK	Kvadrater, Fyn	Rødlistevurdering
Sorthalset Lappedykker	<i>Podiceps nigricollis</i>	Fugle	45	5	VU
Lille Flagspætte	<i>Dendrocopos minor</i>	Fugle	34	1	EN
Spidshale	<i>Parapholis strigosa</i>	Karplanter	32	7	EN
Seksradet Stenurt	<i>Sedum sexangulare</i>	Karplanter	31	5	EN
Eng-Ensian	<i>Gentianella uliginosa</i>	Karplanter	29	5	EN
Drosselrørsanger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Fugle	28	3	CR
Hvinand	<i>Bucephala clangula</i>	Fugle	28	5	VU
Kirkeugle	<i>Athene noctua</i>	Fugle	25	1	CR
Hasselmus	<i>Muscardinus avellanarius</i>	Pattedyr	22	8	EN
Knudearve	<i>Lysimachia minima</i>	Karplanter	19	3	EN
Lille Sandtæge	<i>Odontoscelis lineola</i>	Tæger	12	3	VU
Sødgræs-Stængelugle	<i>Phragmatiphila nexa</i>	Natsommerfugle	12	2	EN
Smuk løgsvirreflue	<i>Eumerus ornatus</i>	Svirrefluer	8	4	VU
Vejbred-Vandaks	<i>Potamogeton coloratus</i>	Karplanter	8	3	EN
Langstilket Filt-Rose	<i>Rosa tomentosa</i>	Karplanter	6	3	EN
Lyskællet parasolhat	<i>Echinoderma carinii</i>	Svampe	4	2	EN

Kilde: Egne opgørelser baseret på data fra Center for Makroøkologi Evolution og Klima (CMEC), Københavns Universitet (2024).

Bilag 6: Kort over biografiske regioner i Danmark

Figur 18 De to biogeografiske og to marine regioner i Danmark



Kilde: Voigt (2014).

Bilag 3 |

KRAKA
ECONOMICS

August 2024

Als-Fyn-forbindelsen: Natur- og miljømæssige påvirkninger og afværgetiltag i havet

Cheføkonom

Svend Torp Jespersen

Tlf. 41 76 22 42

E-mail: stj@kraka-economics.dk

**Tak til de personer,
der har sparret med
os og givet inputs**

1. Forord

Dette notat er en del af et større analysearbejde som Kraka Economics laver for AlsFynForeningen. Notatet omhandler hvordan man sikrer, at etableringen af en fast forbindelse mellem Fyn og Als samt opgraderingen af tilstødende vejnet kan foregå på en måde, som tager bedst muligt hensyn til natur og miljø. Arbejdet er gennemført i 2024. I projektets forløb har mange personer og organisationer sparret med os. En stor tak for jeres tid og bidrag skal lyde til Karen Timmermann (DTU Aqua), Mathilde Mammen (Tænketanken HAV), Jesper Bøjlesen (Per Aarsleff A/S), Poul-Erik Olsen (DI-Infrastruktur), Birgitte Marcussen (Danmarks Naturfredningsforening), Jes Schwartz-Hansen (AlsFynForeningen), Christian Tønnesen (Faaborg-Midtfyn Kommune), Søren Have (CONCITO), Lasse Schelde (IDA), Thomas Færgeman (Fugleværnsfonden), Ninette Pilegaard (DTU-MAN), interessentgruppen og alle deltagere på AlsFynForeningens bestyrelsesmøde i foråret 2024. Kraka Economics tager det fulde ansvar for fejl, misforståelser og udeladelser i analyserne.

**Bæredygtigheds-
analyse af fast
forbindelse mellem
Fyn og Als**

2. Sammenfatning

Dette notat indeholder vores forslag til etablering af en fast kyst til kyst forbindelse mellem Fyn og Als, således at der tages bedst muligt hensyn til natur og miljø og at mængden og kvaliteten af naturen i området ikke er mindre efter projektet, sammenholdt med før. I analysen er skråstagsbro, sænketunnel og boretunnel inkluderet som mulige løsninger. Analysen er baseret på én linjeføring, som er placeret i en lige linje mellem Horne Næs og Fynshav. I vurderingen er de relevante natur- og miljøpåvirkninger inkluderet, herunder undervandsstøj, sedimentspild og arealinddragelse. Natur- og miljøpåvirkningernes effekt er vurderet i forhold til arter og naturtyper, som er omfattet af Habitatdirektivets bilag II og IV, samt udpegningsgrundlagene i de omkringliggende Natura 2000 områder. Endvidere indeholder analysen en række afværgeforanstaltninger, herunder fx pingere til bortskræmning af pattedyr, adaptiv graveplan og sedimentdeponering indenfor vægge til havs. I analysen inddrages de nuværende natur- og miljømæssige forhold samt de forventede forhold i 2030'erne, for at vurdere omstændighederne projektet etableres i. Analysegrundlaget er baseret på eksisterende litteratur, lignende infrastrukturprojekter samt ekspertvurderinger. Analysen er forsøgt foretaget på sådan en måde, at alle nuværende teknisk mulige løsninger for at forbedre naturen og miljøet på længere sigt er inkluderet.

**Vi har identificeret
de mest relevante
natur- og
miljøpåvirkninger**

Natur og miljøpåvirkningerne er vurderet både i anlægs- og driftsfasen. De mest alvorlige påvirkninger indebærer undervandsstøj, som stammer fra eksempelvis nedramning af spunsvægge og fundamenter, sedimentspild, som stammer fra afgravning og deponering af bundmateriale, og arealinddragelse, som stammer fra fysisk tilstedeværelse af konstruktionen og arbejdet i og omkring havet. Disse påvirkninger er gældende for skråstagsbro og sænketunnel, mens natur- og miljøpåvirkningerne fra etablering af en boret tunnel i højere grad vedrører bortskaffelse af jord, energiforbrug og vibrationer.

**Vi har identificeret
relevante afværge-
foranstaltninger**

Vi har identificeret en række afværgeforanstaltninger, hvis formål er at imødegå negative natur- og miljøpåvirkninger fra projektet. Effekten af afværgeforanstaltningerne er dog forbundet med stor faglig usikkerhed. De mest oplagte foranstaltninger omfatter brugen af pingere for at minimere skaden ved undervandsstøj og implementering af adaptiv graveplan og sedimentdeponering inden for kasser til havs for at minimere effekten af sedimentspild. Til trods for faglig usikkerhed, viser erfaringer fra Øresundsbroen, at afværgeforanstaltninger kan benyttes til at nedsætte omfanget af sedimentspild. Derudover vurderer vi, at en række tidlige indsatser er afgørende for projektets hensyntagen overfor natur og miljø. Disse tæller ålegræsudplantning, udtagning af landbrugsjord, opkøb af fiskekvoter samt re-etablering af påvirkede muslingebanker og stenrev.

Vurdering af optimal løsning

Vores nuværende vurdering er at en boretunnel udgør den løsning, der er bedst for natur og miljø, men det er usikkert, om den også er den samlet set bedste løsning, og om den er teknisk mulig. For at kunne gennemføre denne vurdering er der behov for en vurdering af teknisk gennemførlighed og omkostninger baseret på de konkrete forhold i projektområdet. Der skal så gennemføres en sammenligning mellem de forventede omkostninger ved de forskellige løsninger. Udfaldet afhænger af forholdet mellem meromkostningerne ved at bore en tunnel og de sparede omkostninger ved natur- og miljømæssige afværgeforanstaltninger for de andre mulige løsninger.

Der er behov for forsigtighed ved anlæg af fast forbindelse

Vi forventer, at økosystemerne i Lillebælt vil være mere presset midt i 2030'erne, end de er nu, og at sårbarheden over for anlægsarbejdet til kyst til kyst forbindelsen vil være forværret. Det betyder, at de tidlige indsatser og afværgeforanstaltninger, der gennemføres, bør være mindst lige så omfattende som dem, der er standarden i dag.

Manglende vidensgrundlag for effekter og omkostninger

Vores nuværende analyse af effekter og omkostninger ved afværgeforanstaltninger er forbundet med usikkerhed, grundet et lille vidensgrundlag. Vi fremsætter således en anbefaling om at udarbejde flere kvantitative analyser af effekter og omkostninger ved afværgeforanstaltninger forbundet med større infrastrukturprojekter. I forbindelse med de kvantitative analyser er der et behov for at monitorere forholdene både før, under og efter projektets start. Dette vil føre til et øget vidensgrundlag for fremtidige projekter og således bidrage til natur- og miljømæssig forsvarlige projekter. Et monitoreringsprogram er således afgørende for at minimere eller helt undgå skader i forbindelse med fremtidige projekter.

Notatets bidrag

Dette notat bidrager med innovative forslag til, hvordan en fast kyst til kyst forbindelse mellem Als og Fyn kan etableres på den, for naturen og miljøet, bedste måde. Vi har gennemgået kendt litteratur og lignende projekter, og i den forbindelse opsummeret tilgængelig viden. Desuden har vi identificeret en række yderligere analysetemaer, som kan ligge til grund for fremtidig arbejdsindsats.

De anvendte analysemetoder

Vi har baseret dette notat på litteraturanalyser, herunder miljøkonsekvensvurderinger fra lignende infrastrukturprojekter, udtalelser fra eksperter, samt egne analyser. Vi har i den forbindelse ikke selv gennemført natur- og miljømæssige feltanalyser.

Notatets indhold

Notatet er opbygget således. I afsnit 4 beskriver vi de arter og naturtyper, som er relevant for projektområdet og som er omfattet af Habitatdirektivets bilag II og IV, samt udpegningsgrundlagene for omkringliggende Natura 2000 områder. I afsnit 5 beskriver vi de natur- og miljøpåvirkninger, som er vurderet relevante i forbindelse med projektets anlægs- og driftsfase. I afsnit 6 fremlægger vi de afværgeforanstaltninger, som er identificeret som vigtige for projektet. I denne forbindelse laves kvalitative effektvurderinger samt prisoverslag på de forskellige foranstaltninger og indsatser. I afsnit 7 skønnes de natur- og miljømæssige forhold i 2030'erne, hvor projektet forventes at starte. I afsnit 8 foretages en opsummering af de vigtigste konklusioner og resultater fra dette notat.

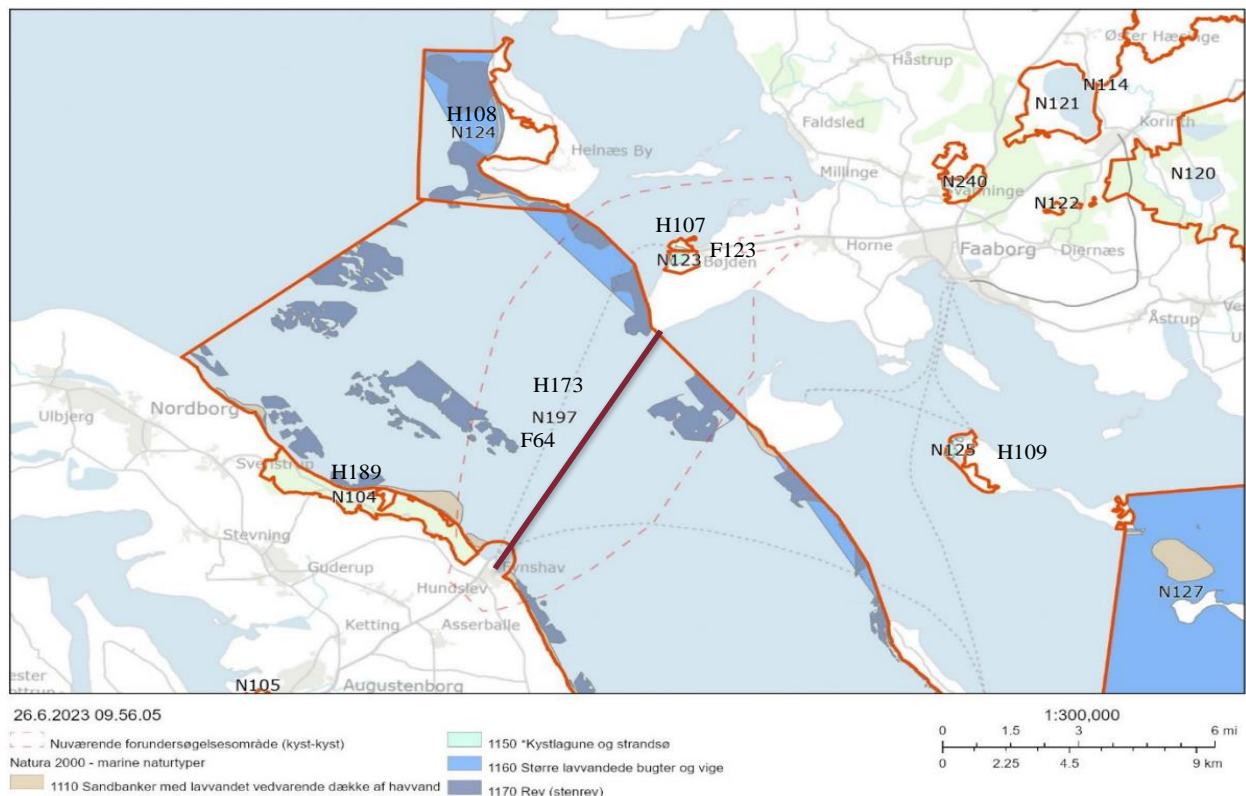
4. Beskyttede arter og naturtyper i relation til kyst-kyst forbindelsen

Beskyttede naturtyper og arter

Med *beskyttede* arter og naturtyper refereres der til de arter og naturtyper, der er omfattet af Habitatdirektivets bilag II og IV, vandrammedirektivet og havstrategidirektivet samt EU's naturgenopretningsforordning. Det vurderes, at den faste forbindelse kan placeres, som vist på figur 1, på en måde der ikke direkte kommer i karambolage med udpegningsgrundlagene

(naturtyperne) i områderne. Udpegningsgrundlaget er de markerede felter i Allsund. Det skal dog påpeges, at de øvrige områder stadig kan være beboet af muslinger og ålegræs. I forbindelse med udarbejdning af en miljøkonsekvensvurdering vil havbunden blive kortlagt, og et mere præcist overblik vil blive dannet. Dette er vigtigt, da de øvrige områder kan udgøre væsentlige dele af økosystemet, og således være grundlag for andre arters trivsel, eksempelvis marsvin.

Figur 1 Relevante naturtyper i Natura 2000 områder i projektområdet



Anm.: H refererer til EU's Habitatdirektiv, N refererer til Natura 2000 områder og F refererer til Fuglebeskyttelsesområder. Talkoderne henviser til de specifikke områder.

Kilde: Egen tilvirkning ud fra materiale fra Sund & Bælt Holding A/S.

Relevante naturtyper og arter

I det følgende gennemgås kort de naturtyper og arter, som er vurderet relevante for projektet. Der er lagt fokus på udpegningsgrundlagene i de omkringliggende Natura 2000 områder. Tallene i parentes refererer til naturtyperne og arternes kode i Habitatdirektivet.

Sandbanker (1110)

Sandbanker dannes ved materialetransport ved kyster og kan være ubevoksede eller dækket af bundplanter. De er generelt fattige på flora og epifauna og findes inden for to af de undersøgte Natura 2000 områder.

Bugter og vige (1160)

Bugter og vige er karakteriseret ved lavvandede områder med relativt begrænset tilførsel af ferskvand. Disse kan være domineret af både stenede og sandede bundtyper, samt bundplanter. Bugter og vige findes indenfor to af de undersøgte Natura 2000 områder.

Rev (1170)

Rev er karakteriseret ved hårdt bundsubstrat, ofte stenrev. Disse er rige på både flora og fauna og er registreret indenfor to af de undersøgte Natura 2000 områder.

Lagune (1150)	Laguner er kystnære, ofte lavvandede brakvandssøer, som ikke er i direkte kontakt med havet. Lagune fungerer som overgangszone fra søer til kysten. Lagune er defineret som prioriteret naturtype i Habitatdirektivet. Laguner findes indenfor tre af de undersøgte Natura 2000 områder.
Strandvold (1210/1220)	Strandvolde er sandede eller stenede strande. De to talkoder refererer til hvorvidt strandvolden er dækket af enårige eller flerårige planter. Enårige planter vokser ofte på opskyllet materiale, hvor flerårige planter dominerer længere inden på strandvolden. Strandvolde findes indenfor fire af de undersøgte Natura 2000 områder.
Strandeng (1310/1330)	Strandenge omfatter kystnære områder med planter som græsser og urter, der regelmæssigt oversvømmes af saltvand. I Danmark findes 80 pct. af EU's strandeng, hvorfor denne naturtype er særlig vigtig. Strandenge findes indenfor fire af de undersøgte Natura 2000 områder.
Kystklint (1230)	Kystklint omfatter klipper og klinter ved kysten. Flora varierer meget, dog er de dominerende planter både salttålende og tolerante overfor forstyrrelser. Kystklinter findes indenfor fire af de undersøgte Natura 2000 områder.
Marsvin (1351)	Marsvin er en lille tandhval, der lever af fisk og yngler i de indre danske farvande. Marsvinene i projektområdet tilhører Bælthavsbestanden, og området har stor betydning for bestanden. Marsvin forekommer i Lillebælt og er registreret som udpegningsgrundlag i to af de undersøgte Natura 2000 områder.
Stor vand-salamander (1166)	Stor vandsalamander lever og yngler i store dele af Danmark. Den lever primært i vandhuller og på omkringliggende terrestriske habitater, og altså ikke på/i marine naturtyper. Den forekommer dog i projektområdet og er udpegningsgrundlag for tre af de undersøgte Natura 2000 områder, hvorfor den er inddraget i notatet.
Skæv vindelsnegl (1014)	Skæv vindelsnegl findes fx på strandvolde og -skrænter. Den forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i et af de undersøgte Natura 2000 områder.
Edderfugl	Edderfugl lever hovedsageligt af muslinger og kategoriseres som en trækfugl. Edderfuglen forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i et af Natura 2000 områderne.
Hvinand	Hvinanden holder hovedsageligt til på havet og kategoriseres som en trækfugl. Hvinanden forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i et af Natura 2000 områderne.
Bjergand	Bjerganden holder hovedsageligt til på havet og kategoriseres som en trækfugl. Bjerganden forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i et af Natura 2000 områderne.
Havterne	Havternen holder hovedsageligt til på havet og kategoriseres som en ynglefugl. Havternen forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i et af Natura 2000 områderne.
Klyde	Klyden holder hovedsageligt til på havet og kategoriseres som en ynglefugl. Klyden forekommer i projektområdet og er registreret som udpegningsgrundlag i to af Natura 2000 områderne.

Øvrige relevante arter	Fælles for de ovennævnte naturtyper og arter er, at de alle er udpegningsgrundlag for et eller flere af de relevante Natura 2000 områder inden for projektområdet. De følgende arter er ikke udpegningsgrundlag, men er vurderet relevant for projektet enten pga. deres status i Habitatdirektivets bilag eller pga. deres generelle tilstand i området.
Odder	Odderen findes i projektområdet og er omfattet af Habitatdirektivets bilag II og IV, hvorfor den er inddraget i dette notat.
Laks	Laks forekommer i projektområdet og er omfattet af Habitatdirektivets bilag II, hvorfor den er inddraget i dette notat.
Strandtudse	Strandtudsen forekommer udbredt i projektområdet og er omfattet af Habitatdirektivets bilag IV, hvorfor den er inddraget i dette notat.
Torsk	Torsken forekommer historisk set udbredt i projektområdet og er karakteriseret som en bundlevende fisk i store dele af dens livscyklus. Torskens generelt pressede tilstand gør at den er inddraget i dette notat (Timmermann m.fl., 2022). Den bruges som indikatorart, da dens forekomst fortæller noget om de natur- og miljømæssige forhold, der er i Lillebælt.
Stenbider	Stenbideren forekommer i projektområdet. Dens historiske lave bestand gør, at den er inddraget i dette notat. Stenbideren kan også bruges som indikatorart, da dens forekomst fortæller noget om de natur- og miljømæssige forhold der er i Lillebælt.
Ålegræs	Ålegræs forekommer udbredt i projektområdet. Ålegræs er en af tre biologiske kvalitetselementer i Vandrammedirektivet og er derfor inkluderet i dette Notat. Ålegræs kan således også bruges som en indikatorart.
Sild, brisling og makrel	Sild, brisling og makrel er et lille udpluk af de fiskearter, som findes i Lillebælt. Disse arter er afgørende både som føde for større prædatorer og for rekreativt såvel som erhvervmæssigt fiskeri. Fiskene udgør en vigtig rolle i økosystemet.
Fladfisk	Fladfisk, herunder rødspætte og skrubbe, er en stor gruppe af fiskearter i Lillebælt. Fladfisken er vigtige for både større prædatorer, samt rekreativt og erhvervmæssigt fiskeri. Fladfisk udgør en vigtig rolle i økosystemet.
Bunddyr	Bunddyr består af en bred vifte af hvirvelløse dyr, herunder søpindsvin, orme og svampe. Disse arter er afgørende føde for prædatorer, og er desuden defineret som biologisk kvalitetselement i Vandrammedirektivet.
Fytoplankton	Fytoplankton er relateret til graden af eutrofiering og indikerer således områdets vandkvalitet. Fytoplankton fungerer som biologisk kvalitetselement i Vandrammedirektivet, og er afgørende for mængden af lys der når bundvegetationen.
Ørred og ål	Ørred og ål er eksempler på hyppige arter i Lillebælt. Disse arter har både rekreativ og erhvervmæssig værdi. De udgør dog en vigtig rolle for fiskeriet.
Rodfæstede planter	Rodfæstede planter er afhængig af lys fra oven, og er afgørende for eksempelvis biodiversitet og iltproduktion. De bruges, ligesom fytoplankton, som udtryk for vandkvaliteten. Rodfæstede planter fungerer som biologisk kvalitetselement i Vandrammedirektivet, og er derfor inkluderet i dette notat.
Tabeloversigt	Udpegningsgrundlagene for de relevante Natura 2000 områder er opsummeret i tabel 1. Desuden fremgår koderne for Habitatdirektivet og Fuglebeskyttelsesområder.

Tabel 1 Natura 2000 områder og udpegningsgrundlag

Natura 2000	Habitatdirektiv	Fuglebeskyttelsesområde	Udpegningsgrundlag
N197	H173	-	Sandbanker (1110)
N197	H173	-	Bugter og vige (1160)
N197	H173	-	Rev (1170)
N197	H173	-	Marsvin (1351)
N197	H173	F64	Edderfugl (T)
N197	H173	F64	Hvinand (T)
N123	H107	-	Lagune (1150)
N123	H107	-	Strandvold (1210/1220)
N123	H107	-	Strandeng (1310/1330)
N123	H107	-	Kystklint (1230)
N123	H107	F123	Bjergand (T)
N123	H107	F123	Havterne (Y)
N123	H107	F123	Klyde (Y)
N104	H189	-	Strandvold (1210/1220)
N104	H189	-	Strandeng (1310/1330)
N104	H189	-	Stor vandsalamander (1166)
N104	H189	-	Skæv vindelsnegl (1014)
N124	H108	-	Sandbanker (1110)
N124	H108	-	Bugter og vige (1160)
N124	H108	-	Strandvold (1210/1220)
N124	H108	-	Strandeng (1310/1330)
N124	H108	-	Rev (1170)
N124	H108	-	Lagune (1150)
N124	H108	-	Kystklint (1230)
N124	H108	-	Marsvin (1351)
N124	H108	-	Stor vandsalamander (1166)
N124	H108	F125	Klyde (Y)
N125	H109	-	Lagune (1150)
N125	H109	-	Stor vandsalamander (1166)
N125	H109	-	Strandvold (1210/1220)
N125	H109	-	Kystklint (1230)
N125	H109	-	Strandeng (1310/1330)

Anm.: N refererer til Natura 2000 områder, H refererer til EU's Habitatdirektiv og F refererer til Fuglebeskyttelsesområder. Talkoderne henviser til de specifikke områder og til naturtypernes og arternes koder i Habitatdirektivet.

Kilde: Materiale modtaget fra Sund & Bælt Holding A/S. Tabel modificeret af os.

Natur- og miljøpåvirkninger i anlægs- og driftsfasen

5. Natur- og miljøpåvirkninger

I dette kapitel beskrives de natur- og miljøpåvirkninger, som er identificeret for anlægs- og driftsfasen i denne analyse. Det skal dog bemærkes, at natur- og miljøpåvirkningerne vil variere afhængigt af hvilken type af fast forbindelse, der vælges. Desuden gennemgås udpegningsgrundlagenes sårbarhed overfor natur- og miljøpåvirkningerne. Et overblik over påvirkningerne i anlægs- og driftsfasen kan ses i tabel 3.

Affaldsstoffer og kemikalier i anlægsfasen

I dette notat ses bort fra håndteringen af affald, affaldsstoffer og kemikalier forbundet med anlægsfasen. Dette gælder ligeledes natur- og miljøpåvirkninger som stammer fra kemikalier eller lignende.

Kumulative effekter

I det følgende afsnit gennemgås de relevante natur- og miljøpåvirkninger enkeltvis, dvs. de forklares og arter og naturtypers sårbarhed vurderes overfor de enkelte påvirkninger. Det skal i denne forbindelse påpeges, at der er risiko for kumulative effekter mellem natur- og miljøpåvirkninger. Eksempelvis kan ændringer i gennemstrømningen i Lillebælt grundet Als-FynForbindelsen og Lynetteholmen i kombination med stigende havtemperaturer og sedimentspild forårsage større iltvind end forventet og således have større konsekvenser end først antaget. Vi konkluderer at eventuelle kumulative effekter er vigtige for projektet, men at der ikke er fagligt grundlag for sådan vurdering på nuværende tidspunkt.

Undervandsstøj

Undervandsstøj kan beskrives som uønsket lyd under vand og påvirker det marine liv, især pattedyr, men også visse arter af fisk, i både anlægs- og driftsfasen. I anlægsfasen stammer undervandsstøj eksempelvis fra nedramning af spunsvægge og fundamenter og aktivitet fra maskineri på havet. I driftsfasen vil undervandsstøj primært stamme fra trafikken. Støj kan fx reducere havpattedyrs reproduktionsevne samt søgen efter føde. Marsvin er vurderet til at have høj sårbarhed overfor undervandsstøj. Energistyrelsen har udarbejdet vejledende retningslinjer for sælers og marsvins tålegrænser for undervandsstøj, jf. Tabel 2.

Tabel 2 Vejledende tålegrænser for undervandsstøj for marsvin og sæler som angivet i Energistyrelsens vejledning

	Effekt	Tålegrænser
Marsvin	Skade/død	240 dB (maksimalt støjniveau ved 1 slag)
	Permanent høretab	190 dB (samlet støjdosis ved flere slag)
	Midlertidigt høretab	175 dB (samlet støjdosis ved flere slag)
	Adfærd	140 dB (samlet støjdosis ved flere slag)
Sæler	Skade/død	218 dB (maksimalt støjniveau ved 1 slag)
	Permanent høretab	200 dB (samlet støjdosis ved flere slag)
	Midlertidigt høretab	176 dB (samlet støjdosis ved flere slag)
	Adfærd	145 dB (samlet støjdosis ved flere slag)

Anm.: Der findes ikke et bredt accepteret kriterium for, hvordan marsvins og sælers adfærd påvirkes af en kumulativ støjpåvirkning.

Kilde: Niras (2019): Støjnotat til Miljøkonsekvensrapport Ekstern støj og undervandsstøj fra anlægsarbejde. Energinet 12. februar 2019.

Overvandsstøj

Overvandsstøj kan beskrives som uønsket lyd oven vand og påvirker det marine liv, især havfugle, i både anlægs- og driftsfasen. I anlægsfasen vil overvandsstøj fx stamme fra tungt maskineri og arbejdet hvor forbindelsen går i land. I driftsfasen vil overvandsstøj primært stamme fra trafikken.

Sedimentspild

Sedimentspild kan beskrives som spild af materiale i vandsøjlen og efterfølgende deponering på bunden. Sedimentspild vil kun foregå i anlægsfasen, og kan stamme fra eksempelvis udgravning til fundamenter eller efterfølgende klappning, dvs. deponering af materiale på havbunden. Sedimentspild kan føre til iltsvind, da bundplanterne forhindres i at lave fotosyntese grundet manglende lys. Det kan også medføre habitatforringelse for en bred vifte af arter. Sedimentspild kan derfor føre til en kaskade af natur- og miljøpåvirkninger. Det skal her nævnes, at både sedimentspild og iltsvind i sig selv er midlertidige, med hvis eksempelvis ålegræs eller biogene rev skades, kan påvirkningen betragtes som permanent. Bugter og vige, rev, laguner, marsvin, visse fisk, fytoplankton, bunddyr og havfugle er alle vurderet til at have en middel sårbarhed overfor sedimentspild, mens rodfæstede planter, herunder ålegræs, er vurderet til at have en høj sårbarhed overfor sedimentspild. Grundet kompleksiteten ved sedimentspild kan sårbarheden variere fra lav til høj.

Vibrationer

Vibrationer kan beskrives som svingninger, der overføres gennem materiale. I anlægsfasen kan vibrationer stamme fra nedramnings af fundamenter eller spunsvægge, mens vibrationer i driftsfasen primært vil stamme fra trafikken.

Fysisk forstyrrelse

Fysisk forstyrrelse kan beskrives som enhver uhensigtsmæssig forstyrrelse af en naturtype eller art. Fysisk forstyrrelse vil foregå i anlægsfasen, og er forbundet med støjende og arealkrævende aktiviteter i projektet. Fysisk forstyrrelse omfatter både forstyrrelse af bunden, og dermed resuspension af næringssalte og forstyrrelse af bundlevende og pelagiske økosystemer. Så snart anlægget er etableret, vil der ikke ske yderligere aktiv fysisk forstyrrelse. Havfugle og skæv vindelsnegl er vurderet til at have en høj sårbarhed overfor fysisk forstyrrelse.

Iltsvind

Iltsvind kan beskrives som et fald i koncentrationen af ilt i sådan en grad at økosystemets funktionalitet reduceres. Iltsvind kan hovedsageligt ske i anlægsfasen, ofte forbundet med sedimentspild. Det er vigtigt at påpege, at visse områder er mere sårbare overfor iltsvind, hvis der er forhold der gør, at de allerede er i risiko for at opleve iltsvind. Bugter og vige, lagune og torsk er vurderet til at have middel sårbarhed overfor iltsvind. Det skal her nævnes, at iltsvind i sig selv er midlertidigt, med hvis eksempelvis ålegræs eller biogene rev skades, kan påvirkningen betragtes som permanent. Sårbarheden overfor iltsvind kan derfor variere fra lav til høj.

Habitatforringelse

Habitatforringelse kan beskrives som en generel forværring i kvaliteten af habitater. Habitatforringelse kan primært foregå i anlægsfasen, hvor eksempelvis fysisk tilstedeværelse, støj og sedimentspild i vandsøjlen kan medføre ringere forhold for naturtyper og arter. Havfugle er vurderet til at have middel sårbarhed overfor habitatforringelse.

Blokering af gennemstrømning

Blokering af gennemstrømning kan beskrives som introduktion af en fysisk barriere, der begrænser gennemstrømningen af vand i en passage som eksempelvis Lillebælt. Blokeringen af gennemstrømningen kan både foregå i anlægs- og driftsfasen, hvor eksempelvis bropiller vil føre til ændrede forhold for gennemstrømning. Blokering af gennemstrømning er en vigtig miljøpåvirkning ift. Østersøen, da denne er afhængig af iltrig og saltholdig vandtilførsel fra Kattegat.

Barriereeffekt

Barriereeffekt kan beskrives som introduktion af en fysisk barriere, som kan påvirke eksempelvis migrationsruter til lands og til vands. Barriereeffekt kan både foregå i anlægs- og driftsfasen. Ørred, laks og ål er vurderet til at have en middel sårbarhed overfor barriereeffekt, mens havfugle er vurderet til at have en lav til høj sårbarhed overfor barriereeffekt, hovedsageligt grundet variation blandt arter.

Arealinddragelse

Arealinddragelse kan beskrives som det areal, der indlemmes af projektet, og på den måde fjernes fra den eksisterende arealanvendelse. Arealinddragelse kan både foregå i anlægsfasen, når omkringliggende arealer indlemmes til projektet, og i driftsfasen, hvor nogle arealer

permanent er udtaget fra deres oprindelige anvendelse. Sandbanker, bugter og vige, rev, laguner, strandvolde, strandenge, kystklint, havfugle, stor vandsalamander, skæv vindel-snegl og ålegræs er vurderet til at have høj sårbarhed overfor arealinddragelse, mens flad-fisk vurderes til middel sårbarhed og marsvin til lav sårbarhed.

Befæstning Befæstning kan beskrives som introduktion af hårdt substrat, dvs. hårde overflader i vandet. Befæstningsgraden øges både i anlægs- og driftsfasen, da strukturer som eksempelvis bro-piller kan medføre nye platforme for visse arter, herunder invasive.

Lysforurening Lysforurening kan beskrives ved spredning af lys i områder eller på tidspunkter, hvor der normalt ikke er lys. Lysforurening kan både foregå i anlægsfasen, hvor der arbejdes i døgnets mørke timer, og i driftsfasen, hvor lys fra bilerne forekommer i hele døgnnet.

Kollision Kollision kan beskrives som et sammenstød mellem en art og et fysisk objekt. I forbindelse med anlægget af Øresundsforbindelsen skete der fx kollisioner mellem havfugle og broen. Kollision kan både ske i anlægs- og driftsfasen, hvor maskineri og pyloner kan være de fysiske objekter. Havfugles sårbarhed overfor kollision er vurderet til at være middel.

Naturtyper og arter med lav sårbarhed ekskluderes De indtil nu nævnte naturtyper og arter er alle vurderet til at have middel eller høj sårbarhed overfor natur- og miljøpåvirkningerne. De naturtyper og arter, hvis sårbarhed overfor natur- og miljøpåvirkninger er vurderet til at være lav, er ikke inkluderet i de foregående afsnit.

Oversigt over natur- og miljø-påvirkninger De beskrevne natur- og miljøpåvirkninger vedrører først og fremmest bro-løsninger og sænketunnelløsninger. Kollision er dog ikke en risiko for en sænketunnel i driftsfasen. En oversigt over påvirkningerne er vist nedenfor i tabel 3.

Tabel 3 Natur- og miljøpåvirkninger i anlægs- og driftsfasen for en bro og sænketunnel

Påvirkninger	Anlægsfasen	Driftsfasen
Undervandsstøj	X	X
Overvandsstøj	X	X
Sedimentspild	X	
Vibrationer	X	X
Fysisk forstyrrelse	X	
Iltsvind	X	
Habitatforringelse	X	
Blokering af gennemstrømning	X	X
Barriereeffekt	X	X
Arealinddragelse	X	X
Befæstning	X	X
Lysforurening	X	X
Kollision	X	X

Anm.: Overblik af de processer, som påvirker natur- og miljøtilstanden i havet negativt. Der sondres mellem anlægs- og driftsfasen. De steder hvor der ikke er sat kryds indikerer, at natur- og miljøpåvirkningen har ingen eller meget lav effekt i den givne fase. Habitatforringelse og iltsvind kan blive aktuelle i driftsfasen, hvis strømforholdene ændres tilstrækkeligt. Dette er dog ikke medtaget i tabellen.

Kilde: Egne vurderinger baseret på miljøkonsekvensvurderinger fra Storstrømsbroen, Femern forbindelsen, Øresundsbroen, Limfjordsforbindelsen samt materiale modtaget fra Sund & Bælt Holding A/S.

6. Mitigation

Vi har identificeret afværgeforanstaltninger

I det følgende kapitel præsenteres de afværgeforanstaltninger, som vi har identificeret. Disse kan tages i brug for at imødegå de negative natur- og miljøpåvirkninger, som projektet kan medføre. I det følgende beskrives afværgeforanstaltningerne samt en vurdering af deres effektivitet og økonomiske omkostninger. Desuden påpeges det, hvis flere afværgeforanstaltninger fungerer særligt godt sammen¹.

Forskellige opgørelsesmetoder i litteraturen

De forskellige undersøgelser i litteraturen er udarbejdet til forskellige formål og anvender forskellige metoder til at vurdere omkostninger ved tiltagene. Derfor skal der udvises forsigtighed, når man kombinerer resultaterne fra forskellige undersøgelser.

Omkostninger ved afværgeforanstaltninger afhænger af konkurrencen ...

Vi skelner mellem afværgeforanstaltninger, der sættes i værk før selve anlægsarbejdet for at gøre havmiljøet robust over for det efterfølgende anlægsarbejde, og afværgeforanstaltninger der udføres under og efter anlægsarbejdet. De sidstnævnte foranstaltninger vil typisk være del af et offentligt udbud af anlægsarbejdet. Derfor vil omkostningerne afhænge af den vindende udbyders valg af tilgang til at håndtere afværgeforanstaltningerne. Udgiften for bygherre afhænger af den vindende byders prissætning. Det kan derfor være svært at sige noget generelt om, hvad afværgeforanstaltningerne koster.

... og typen af anlæg

Omkostninger ved afværgeforanstaltninger afhænger også af typen af anlæg. Hvis det vælges at anlægge en bro eller en sænketunnel, skal alle elementer i tabel 3 ovenfor adresseres. Hvis det derimod vælges at anlægge en boret tunnel, er det kun vibrationer, der skal håndteres. Til gengæld er der en mængde opgravet materiale, der skal håndteres. Det meste af den følgende tekst er derfor mest relevant for en bro eller en sænketunnel.

Afværgeforanstaltningerne er standard

Foranstaltningerne i løbet af anlægsfasen, beskrevet i dette notat, er almindelig bedste praksis på brobyggerier i Danmark. Fx er de fleste planlagt til anlægget af den tredje Limfjordsforbindelse. Det betyder også, at omkostningerne ved disse foranstaltninger sandsynligvis er indarbejdet i Vejdirektoratets (2019) anlægsskøn for AlsFynForbindelsen.

Blød start

Blød start er karakteriseret ved, at støjniveauet ved pæleramning eller andre støjende aktiviteter gradvist hæves, således at støjfølsomme dyr kan forlade de omkringliggende vande. Det forventes at negative effekter på støjfølsomme dyr reduceres ved brug af blød start (Sund & Bælt Holding A/S, 2015).

Effekter ved en blød start

Kvalitativt er effekten af en blød start, at støjfølsomme havdyr lider mindre skade med en blød start end uden, som beskrevet ovenfor. Vi har ikke kendskab til nogen kvantitative effektstudier, der har vist, hvor stor den gavnlige effekt på havdyrene af en blød start er.

Omkostninger ved en blød start

Generelt består omkostningerne ved en blød start i, at projektarbejdet tager længere tid. Det øger anlægsomkostningerne, både fordi de faste omkostninger stiger, og fordi de variable omkostninger stiger. De faste omkostninger stiger, fordi projektperioden forlænges. De variable omkostninger stiger, fordi der vil være en periode, hvor timeproduktiviteten falder, fordi der ikke arbejdes så intensivt, som det er muligt.

Omkostningsforøgelse i størrelsesorden 2-3 pct.

Der er usikkerhed om omkostningerne ved blød start, fordi vi ikke kender til mange undersøgelser angående disse. Undersøgelser fra NIRAS (2019) tyder på, at man i forarbejdet til anlægget af Baltic Pipe forudsætter, at en blød start omfatter, at der køres på 15 pct. kraft i de første 15 minutter af arbejdsdagen. Givet en 8 timers arbejdsdag er produktivitetstab og den tidsmæssige forsinkelse 2-3 pct.

Adaptiv graveplan

Adaptiv graveplan inkluderer at grave på hensigtsmæssige tidspunkter ift. døgn, sæson og strømforhold, anvende teknikker til at minimere sedimentspild og støj, samt korrekt

¹ Grundet strømforholdene i Lillebælt, har vi ikke set nærmere på støjgardin og siltgardin, da disse er begrænsede til mere stillestående vande.

håndtering og placering af opgravet materiale (Trafikministeriet, 1991). Det forventes at fx sedimentspild og iltsvind reduceres ved brugen af en adaptiv graveplan.

**Effekt af adaptiv
graveplan**

Effekten af en adaptiv graveplan er, at en række dyr og planter i havet lider mindre skade som følge af sedimentspild, som beskrevet ovenfor. Det har ikke været muligt at finde undersøgelser, der opgør den kvantitative effekt af en adaptiv graveplan i sig selv.

**Erfaringer om
effekt fra
Øresundsbroen**

Der findes erfaringer fra anlægget af Øresundsbroen, hvor en kombination af en adaptiv graveplan, kompensationsudgravninger, en indsats for at minimere sedimentspild og et omfattende overvågningsprogram lykkedes med at reducere skaderne fra sedimentspild på havmiljøet. Tilgangen holdt sedimentspildet under 5 pct. af det opgravede materiale. Forskellige miljøundersøgelser har haft forskellige vurderinger af effekten på livet i havet. Fiskeriverket (2005) vurderede, at Øresundsbroens design og anlæg har haft betydning for ålens vandring til Østersøen, torskebestanden i Østersøen, samt forskellige lokale skader på fiskeriet. Fiskeriverket krævede i den forbindelse en erstatning og yderligere miljøgenopretningsindsatser. Øresundskonsortiet (2005) vurderede omvendt, at der ikke var sket skader på fisk og fiskeri. Uenigheden blev prøvet ved en svensk miljødomstol, der dømte, at det ikke kunne bevises, at de målte nedgange i fiskebestande og fiskeri skyldtes Øresundsbroen. Øresundsforbindelsen kunne ikke dømmes juridisk set. Dette er en indikation af, at afværgeforanstaltningerne har haft en effekt.

**Omkostninger ved
adaptiv graveplan**

Omkostningerne ved en adaptiv graveplan består i, at anlægsarbejdet forsinkes, fordi der ikke kan graves i yngle- og vækstsæsonen, og fordi der er omkostninger ved at starte og stoppe arbejdet. Forsinkelsen fører til omkostninger, fordi der er faste omkostninger ved anlægsarbejdet, fx skurby og funktionærer. Ekspertinterview tyder på, at de faste omkostninger ved anlægsarbejdet ligger i størrelsesordenen 25-30 pct. af anlægssummen, og at det koster ca. 1 mio. kr., hver gang arbejdet skal startes og stoppes.

**Erfaringer med
omkostninger fra
Øresundsbron**

Der findes ikke undersøgelser eller erfaringer for, hvad en adaptiv graveplan koster i sig selv. Trafikministeriet mfl. (2002) vurderede imidlertid, at de miljørelaterede tiltag ved anlægget af Øresundsbroen kostede i størrelsesordenen 15 pct. af de samlede anlægsgudgifter. Trafikministeriet mfl. (2002) vurderede, at ca. halvdelen af de 15 pct. skyldes miljøbetingede optimeringer af selve anlægget.

Figur 2 Gravemaskine monteret på pram



Anm.: Som et led i adaptiv graveplan gøres brug af gravemaskiner monteret på pramme.

Kilde: [Backhoe Dredgers - Page 2 of 2 - IADC Dredging \(iadc-dredging.com\)](#).

Vibro-piling og forboring

Vibro-piling fungerer ved, at eksempelvis spunsvægge vibreres ned i sedimentet, da dette støjer mindre end den traditionelle nedramning med slag. Der kan ligeledes ske forboring, da processen derved vil støje mindre. Det forventes at støjudviklingen reduceres ved brug af vibro-piling og forboring (Trafikstyrelsen, 2014; Sund & Bælt Holding A/S, 2015).

Effekter af vibro-piling og forboring

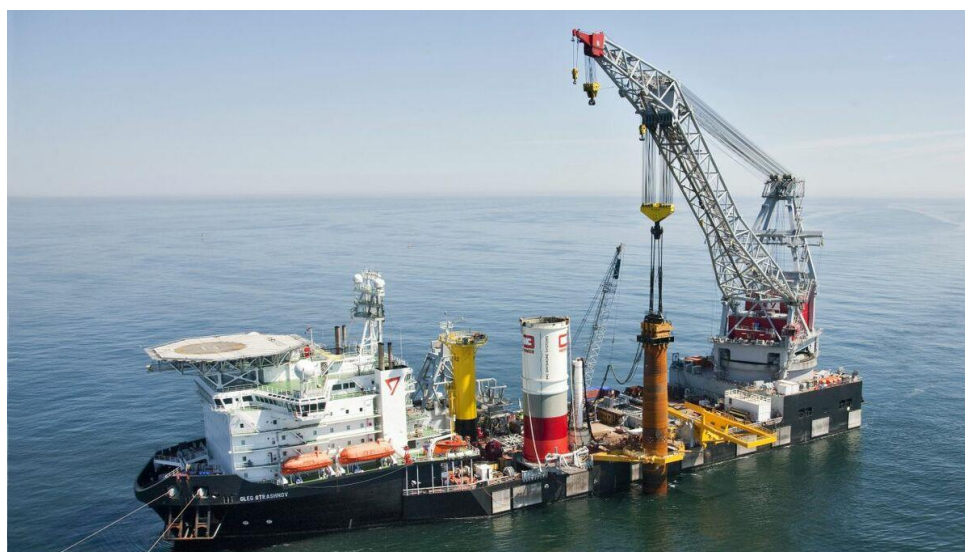
Der findes så vidt vides ikke undersøgelser, der opgør en kvantitativ effekt på støj under vandet og over vandet fra anlægsarbejdet. Der findes heller ikke erfaringer om effekter på havmiljøet fra andre større anlægseffekter til havs, hvor der har været anvendt vibro-piling og forboring. Der planlægges anvendt vibro-piling i anlægget af den tredje Limfjordsforbindelse, og der er potentiale for at foretage en effektmåling i den sammenhæng.

Lavere påvirkning fra vibrering end fra nedramning

Undersøgelser fra NIRAS (2019) indikerer, at vibrering kan nedsætte radius for adfærdspåvirkning af sæler på 1300-1400 meter ved nedramning til 235-245 meter ved vibrering, mens det for marsvin kan nedsætte radius fra 2290-2520 meter ved nedramning til 500-530 meter ved vibrering.

Omkostningerne ved vibro-piling og forboring

Omkostningerne ved vibro-piling og forboring opstår, fordi der skal gennemføres en ekstra opgave i forbindelse med anlægsarbejdet, og den ekstra opgave kræver ressourcer. Der findes ikke erfaringer i litteraturen, der gør det muligt at vurdere, hvor stor en omkostning det vil indebære at anvende det på AlsFynForbindelsen.

Figur 3 Vibro-piling fra skib


Anm.: Vibro-piling fungerer ved at pæle, fundamenter e.l. vibreres ned i sedimentet som vist på billedet.
 Kilde: [Riviera - News Content Hub - Vibro piling: an idea whose time has come? \(rivieramm.com\)](https://www.rivieramm.com/news/vibro-piling-an-idea-whose-time-has-come/).

Landopfyldning inden for dæmninger

Landopfyldning inden for dæmninger sikrer at sedimentspild minimeres ved håndtering af det opgravede materiale (Sund og Bælt, 2015). Desuden sikres det, at såfremt sedimentet indeholder giftige eller uønskede kemikalier, begrænses disse til inden for dæmningerne. Det forventes at sedimentspild reduceres og at iltforholdene således påvirkes mindre. Til gengæld bør man være opmærksom på ikke at påvirke strandbeskyttede områder.

Effekt af forskellige teknikker til sedimenthåndtering

I forbindelse med anlægget af Øresundsforbindelsen blev opgravet materiale deponeret på en halvø ud for Kastrup og brugt til dannelse af den kunstige ø Peberholm. Som nævnt tidligere vurderer vi, at siden Øresundsforbindelsen ikke kunne dømmes juridisk set, indikerer det at afværgeforanstaltningerne, herunder sedimenthåndtering, havde en effekt. Det vil sige, vi vurderer, at de teknikker der findes til håndtering af det opgravede materiale, har en positiv effekt.

Udvikling af nye teknikker til sedimenthåndtering

Der foregår løbende en udvikling af teknikker til sedimenthåndtering, således at der nu findes et bredt udvalg af teknikker, jf. fx Petersen mfl. (2023) og Miljøstyrelsen (2005). Den løbende udvikling betyder også, at effekter og omkostninger ved sedimenthåndtering kan ændre sig over tid.

Omkostninger ved sedimenthåndtering

Omkostningerne ved sedimenthåndteringen afhænger af de mængder materiale, der skal håndteres, teknikken hvormed de håndteres og afstanden til klapning/deponeringsstedet. Som nævnt var sedimenthåndteringen en del af den pakke af afværgeforanstaltninger, der blev gennemført i forbindelse med anlægget af Øresundsforbindelsen. Trafikministeriet mfl. (2002) vurderede som tidligere nævnt, at pakken samlet havde kostet ca. 15 pct. af anlægssummen.

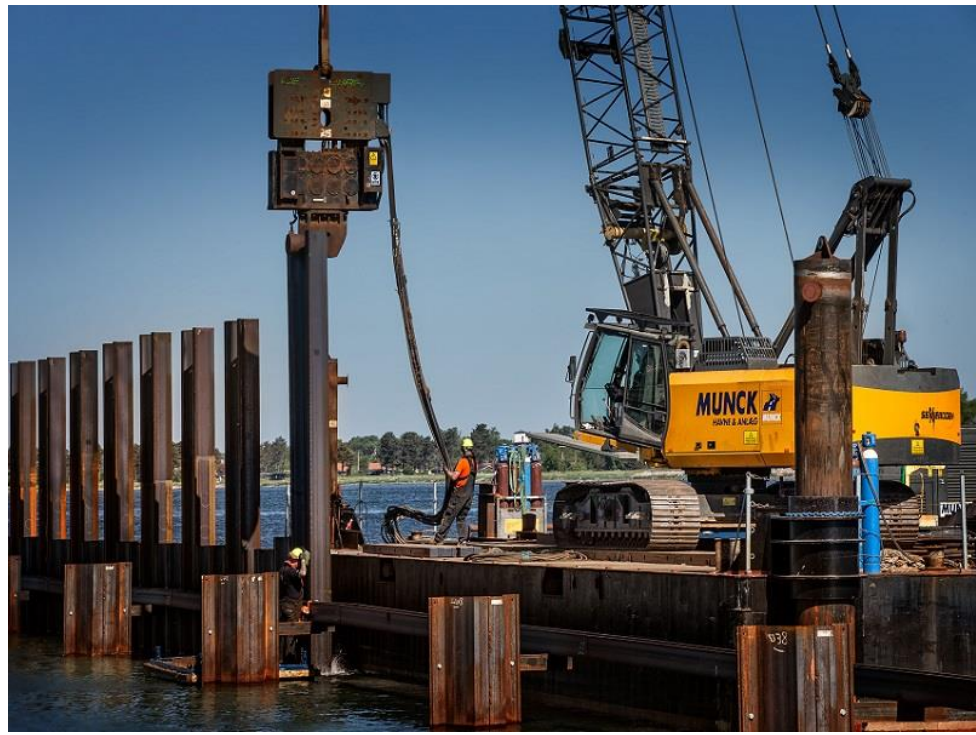
Håndtering af sediment ved AlsFynForbindelsen

Det vides endnu ikke, hvor store mængder sediment og opgravet materiale, der skal håndteres ved et anlæg af en AlsFynForbindelse. Dette bliver typisk vurderet i en eventuel miljøkonsekvensvurdering. I forbindelse med anlægget af Øresundsforbindelsen blev der spildt ca. 600.000 tons sediment, hvilket var mellem 4 og 5 pct. af det opgravede materiale, jf. Miljø- og Energiministeriet mfl. (2000). Dvs. 12-15 mio. tons materiale, svarende til ca. 7,5-9,4 mio. m³ blev opgravet til den kombinerede tunnel og broforbindelse på ca. 15,9 km.

**Vurdering af
omkostningerne ved
sedimenthåndtering**

Vi har foretaget en vurdering af omkostningerne ved sedimenthåndtering baseret på Miljøstyrelsen (2005), der indeholder en række scenarier for omkostninger ved sedimenthåndtering ved sediment fra havne. Omkostningerne til forskellige former for klappning på skærpede vilkår ligger mellem 80 og 140 kr./m³ (2005-priser), hvilket svarer til 113-198 kr./m³ i 2023-priser. Hvis mængden af sediment, der skal håndteres ved AlsFynForbindelsen svarer til den mængde, der blev gravet op ved Øresundsforbindelsen, vil håndteringen koste i størrelsesordenen 0,8-1,8 mia. kr. Skønnene er meget usikre.

Figur 4 Spunsvægge til landindvinding, havneudvidelse e.l.



Anm.: Spunsvægge kan bruges til at deponere opgravet materiale på sådan en måde, at sedimentspredningen minimeres.
Kilde: [Spunsvægge - Munck Havne & Anlæg \(munck-havneoganlaeg.dk\)](https://www.munck-havneoganlaeg.dk/).

**Opretholdelse af
gennemstrømning**

Opretholdelse af gennemstrømning ved afgravning af materiale er afgørende for vandudveksling mellem Kattegat og Østersøen (Rambøll, 2021). Det forventes at udvekslingen af vand forbliver uændret. Gennemstrømningen af vand kan opretholdes ved at foretage kompensationsafgravning. Kompensationsafgravning indebærer, at man fjerner materiale fra havbunden omkring anlægget, således at man kompenserer for den modstand der skabes, når man introducerer eksempelvis bropiller i vandsøjlen.

**Effekter af
kompensations-
afgravninger**

Det er almindeligt, at der gennemføres kompensationsafgravninger i forbindelse med større anlægsarbejder på havet. Fx var det en central del af den miljømæssige løsning ved Øresundsforbindelsen, og der er også tænkt kompensationsafgravninger ind i den tredje Limfjordsforbindelse. Som nævnt tidligere er det efterfølgende vurderet, at tiltaget var effektivt i forbindelse med Øresundsforbindelsen.

**Omkostninger ved
kompensations-
afgravninger**

Omkostningerne ved kompensationsafgravninger afhænger af de mængder, der skal opgraves, forholdene hvorunder det sker og de anvendte metoder til bortskaffelse af det opgravede materiale. Omkostningen per m³ ved bortskaffelse af opgravet materiale svarer sandsynligvis til omkostningen ved bortskaffelse af sediment, jf. ovenfor. Det er dog ikke muligt at skønne over mængden af opgravet materiale til kompensationsopgravning, da vi ikke har fundet undersøgelser hvor der skelnes mellem materiale opgravet i forbindelse med selve anlægget og materiale opgravet som kompensationsopgravning.

Certificeret havpattedyrs-observatør

En certificeret havpattedyrsobservatør kan tages i brug, når man fx anvender pingere eller blød start. Det er således muligt at få en ekspertvurdering på, hvorvidt pattedyrene reagerer som ønsket. Det forventes at de korrekte vurderinger af støjfølsomme dyrs tilstedeværelse og reaktion foretages (Trafikstyrelsen, 2014).

Effekt af certificeret havpattedyrs-observatør

En certificeret havpattedyrsobservatør vil være en del af et samlet monitoreringsprogram for natur- og miljøpåvirkninger, og det er ikke muligt at vurdere den isolerede effekt af observatøren ud fra litteratur, erfaringer eller teori. Erfaringerne med omfattende monitoreringsprogrammer som på Øresundsforbindelsen er dog, at de er en del af en effektiv indsats.

Omkostninger ved certificeret havpattedyrs-observatør

Omkostningerne ved at bruge certificerede havpattedyrsobservatører afhænger af, hvor mange årsværk, der skal bruges, og hvordan de ansættes på projektet. Hvis de ansættes som medarbejdere, er der en tommelfingerregel om, at en medarbejder koster ca. 1 mio. kr. om året. Hvis de hyres ind som konsulenter, er et bud, at de vil koste mellem 500 og 1.500 kr. i timen, svarende til ca. 0,8-2,4 mio. kr. per årsværk.

Pingere til bortskræmning af pattedyr

Pingere til bortskræmning af pattedyr kan tages i brug umiddelbart før støjende aktiviteter igangsættes. Pingerne har samme formål som afværgeforanstaltningen blød start, og det er derfor ikke sikkert det er nødvendigt, at begge foranstaltninger tages i brug. Det forventes at de støjfølsomme dyr skræmmes væk kontrolleret vis (Trafikstyrelsen, 2014).

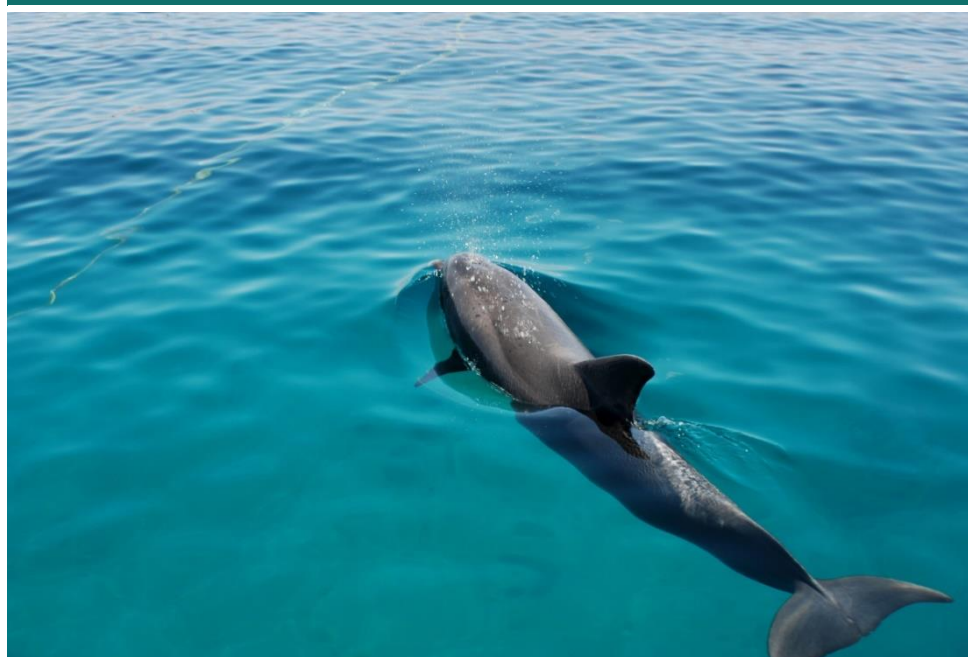
Effekt af pingere

Vi kender ikke til vurderinger af effekter af pingere anvendt i forbindelse med anlæg til havs, der minder om AlsFynForbindelsen.

Omkostninger til pingere

Omkostningerne til anvendelse af pingere afhænger af mængden af tid, hvor de skal bruges, og antallet af pingere der skal bruges. Vores vurdering er, at en pinger koster i størrelsesordenen 1.000 kr. per dag.

Figur 5 Pingere, også kendt som akustiske alarmer, bruges til at bortskræmme marsvin



Anm.: Marsvin bruger ekkolokalisering til at finde føde. Pingere kan bruges til at skræmme marsvinene væk fra projektområdet inden støjende aktiviteter påbegyndes.

Kilde: [Marsvins akustiske verdensbillede er tilsyneladende større, end vi troede \(videnskab.dk\)](#).

Vi har identificeret tidlige indsatser

I dette projekt sonderer vi mellem afværgeforanstaltninger, altså tiltag der imødegår natur- og miljøpåvirkningerne, og tidlige indsatser, altså tiltag der kan iværksættes inden

projektets start, med det formål at øge Lillebælts robusthed overfor natur- og miljøpåvirkninger. Det bør her nævnes, at de tidlige indsatsers reelle effekt ikke vil indtræde umiddelbart efter deres implementering, men i stedet vil bidrage gradvist til robustheden over et længere tidsperspektiv. Således kan man med fordel påbegynde nogle af indsatserne i god tid inden projektet start. Vi har fokuseret på følgende tidlige indsatser, der er delvist overlappende:

- Indsatser, der reducerer kvælstofbelastningen i projektområdet
- Indsatser, der beskytter fiskebestandene og havbunden i projektområdet
- Indsatser, der forbedrer levestederne for dyr og planter i projektområdet

**Udtagning af
landbrugsjord**

Udtagning af landbrugsjord indebærer, at dyrkningen ophører, hvilket fører til en reduktion af tilførslen af kvælstof til jorden og dermed af udsivningen til vandmiljøet. Det kan gennemføres via opkøb af jord eller dyrkningsaftaler med lodsejerne. Disse tiltag kan evt. kombineres med skovrejsning og udvidelse af kystskove.

**Effekter af
udtagning af
landbrugsjord**

Der er et omfattende vidensgrundlag for så vidt angår effekterne på kvælstofudledningerne af en række tiltag til at reducere kvælstoftilførslen til vandmiljøet. Der er til gengæld ikke megen viden om de marginale effekter af ændringer i kvælstoftilførslen på biodiversiteten i havet. Jacobsen (2017) vurderer, at udtagning af landbrugsjord reducerer udsivningen til vandmiljøet med ca. 16 kg kvælstof per ha per år. Der er dog store forskelligheder i effekterne mellem forskellige arealer og der er stort potentiale i at udtage arealer med udgangspunkt i den forelæggende viden fx fra retentionskort fra Miljøstyrelsen.

**Omkostningen ved
udtagning af
landbrugsjord**

Omkostningen for samfundet ved udtagning af landbrugsjord består i det tab af økonomisk overskud, der opstår, fordi jorden ikke dyrkes. I et velfungerende marked vil jordprisen være en god indikator for værditabet, fordi jordprisen er et udtryk for de samlede fremtidige økonomiske overskud, der kan opnås ved at anvende jorden til fx landbrug. Jacobsen (2017) vurderer, at omkostningen ved at reducere kvælstofudledninger til vandmiljøet er 238 kr. per kg kvælstof per år.

**Etablering af
biogene rev**

Ved at etablere biogene rev, fx muslingebanker og ålegræsbede, kan natur- og miljøforholdene og biodiversiteten fremmes i Lillebælt. Der bliver her lagt fokus på ålegræs' evne til at optage kvælstof. Denne tidlige indsats svarer til etablering af erstatningsnatur som afværgeforanstaltning, men ved at gøre det en årrække før projektets start kan det biogene rev nå at udvikle sig til et fuldt funktionelt økosystem, svarende til de naturlige.

Effekt af biogene rev

De få undersøgelser, der findes, vedrørende effekter af etablering af biogene rev, tyder på, ålegræs og muslingebanker er effektive til at forbedre biodiversiteten under en række omstændigheder, men ikke altid. Ålegræs kan være effektivt, afhængigt af om det lykkes at finde egnede lokaliteter og gennemføre en transplantering, der bygger på indsamlede erfaringer. Succesen afhænger eksempelvis af lokale forhold, og næringsstofreduktioner kan være afgørende for ålegræstransplantering i Lillebælt. Der er tegn på, at muslingebanker er effektive i fjorde, men de vurderes ikke at være omkostningseffektive i åbne havområder, jf. Timmermann mfl. (2016).

**Omkostninger ved
biogene rev**

Der er ikke tilstrækkelig viden til at vurdere omkostningerne ved at etablere muslingebanker og ålegræs. Timmermann mfl. (2016) beregnede omkostninger ved kvælstofreduktion ved hjælp af muslingebanker etableret i fjorde, men disse er ikke relevante for et projekt i Lillebælt. Der pågår et arbejde i statsligt regi med at skønne over omkostningerne ved brug af ålegræs til fx kvælstofreduktion, men arbejdet er ikke offentliggjort endnu.

Bundtrawlforbud

Et bundtrawlforbud kan være med til at beskytte de fiskearter og bundlevende arter, som allerede er pressede i Lillebælt. Desuden reduceres mængden af bundmateriale, og dermed

næringsstoffer, som resuspenderes i vandsøjlen (Fiskerikommissionen, 2023). Det forventes, at bundtrawlforbud i Lillebælt bidrager til en generelt positiv udvikling i natur- og miljøtilstanden. Fiskerikommissionen anbefalede indførelse af forbud mod bundtrawl i Bælt-havet, og det behandles aktuelt politisk. Vi vurderer, at der kommer et forbud mod bundtrawl, der omfatter Lillebælt. Det vil gavne biodiversiteten i Lillebælt og have omkostninger og fordele, som ikke skal tilskrives en eventuel fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Begrænsning af udledning af spildevand

Det åbne vandområde ud til Lillebælt (østsiden af Jylland fra Juelsminde til Sydals, undtaget fjordene) er et af de mest spildevandsbelastede havområder i Danmark, og ca. 21 pct. af kvælstoftilførslen skyldes spildevand, jf. COWI (2017). Ved at begrænse udledningen af spildevand til Lillebælt, begrænses den direkte tilførsel af næringsstoffer. Det forventes at en begrænsning af spildevand vil have en positiv effekt på presfaktorerne i Lillebælt, fx eutrofiering, og således have en positiv effekt på den generelle natur- og miljøtilstand.

Effekter af tiltag rettet mod spildevand

Udledningerne fra punktkilder til Lillebælt skyldes især ukloakerede ejendomme og regnvandsudløb, jf. COWI (2017). Relevante virkemidler er

- Ukloakerede ejendomme: kloakering og forskellige former for lokal rensning
- Regnvandsudløb: forskellige sedimenteringsbassiner

COWI (2007) vurderer, at det er muligt at reducere udslip fra ukloakerede ejendomme med ca. 25 pct. ved hjælp af de ovenstående virkemidler, mens det er muligt at reducere regnvandsudløb med ca. 40 pct. Det svarer til i alt ca. 6 tons kvælstof per år.

Omkostninger ved spildevandsreduktioner

Omkostningerne ved at reducere kvælstofudledninger fra ukloakerede ejendomme og regnvandsudløb til Lillebælt ligger på henholdsvis ca. 1.500 kr. per kg kvælstof per år og ca. 7.200 kr. per kg kvælstof per år (2017-priser), jf. COWI (2017).

Opkøb af fiskekvoter

Ved at opkøbe en del af de fiskekvoter som er aktuelle i Lillebælt, kan presset fra fiskeriet på økosystemet reduceres. Ideen er, at der ikke gøres brug af de opkøbte kvoter, således at den totale fiskeriintensitet reduceres. Det forventes at resuspension af bundmateriale, og dermed næringsstoffer, reduceres, samt øget beskyttelse af allerede pressede fiskebestande. Det er kun fiskere, der kan købe kvoter, og det er ikke et gængs redskab i havmiljøreguleringen. Fordelene ved instrumentet er, at det indebærer en compensation til fiskerne for at afstå fra fiskeri, og der er knyttet en klar forventet effekt til tiltaget. Ulemperne er, at tiltaget ikke er umiddelbart klar til implementering, og at kvotepriserne kan fluktuere meget over tid. Det vurderes at der er perspektiv i tiltaget og det bør derfor undersøges nærmere.

Omkostninger ved køb af fiskekvoter

Omkostningerne ved køb af fiskekvoter afhænger af kvoteprisen, der igen afhænger af de relevante fiskepriser, fangede mængder og omkostningerne ved at fiske. Vi har ikke fundet nogen kilder til oplysninger om priserne på fiskekvoter i Lillebælt. De relevante kvoter vil være rødspættekvoter i Bælt-havet. Andersen og Andersen (2021) indeholder en vurdering af priser på fiskekvoter i Nordsøen udregnet i forbindelse med Brexit-håndteringen. Den anvendte metode kan også bruges til at skønne kvoterne på rødspætte relevant for Lillebælt, men det er ikke gjort i denne sammenhæng.

Etablering af stenrev

Ved etablering af stenrev forventes det at biodiversiteten i Lillebælt øges. Stenrev er vigtige levesteder for en række af arter, herunder fisk, og etablering af disse vil bidrage til mere optimale forhold for arterne. Det forventes at stenrev kan være med til at forbedre forholdene for eksempelvis visse fisk.

Anlægget forventes ikke at beskadige beskyttede stenrev

Så vidt vides vil anlægget af AlsFynForbindelsen ikke direkte beskadige de beskyttede stenrev i Lillebælt. Der kan imidlertid være ikke-kortlagte stenrev, som ødelægges af anlægsarbejdet, og sådanne rev skal genetableres.

Effekter af etablering af stenrev

Effekterne af stenrev er analyseret i modelberegninger, og der findes anbefalinger for etablering af stenrev, jf. fx Timmermann mfl. (2016). Der findes dog ikke statistiske effektvurderinger af etablering af stenrev.

Omkostninger ved etablering af stenrev

Timmermann mfl. (2016) gennemgår en række erfaringer fra etablering af stenrev og nævner, at etablering af stenrev på 2 km² koster 100-300 mio. kr. Det er ikke muligt at vurdere omkostningseffektiviteten, fordi vi ikke har effektskøn.

Samlet vurdering

Vi vurderer, at en boret tunnel vil være den natur- og miljømæssigt bedste løsning, men det er ikke muligt at vurdere, om den også er den samlet set bedste løsning, og vi ved ikke, om den er teknisk mulig. Der er behov for en vurdering af omkostningerne ved en boret tunnel ved de konkrete forhold i Lillebælt.

Vi vurderer også, at en bro samlet set er en bedre løsning end en sænketunnel, fordi broen vurderes at være billigere end sænketunnelen, og natur- og miljøbelastningen vil ikke være mindre ved en sænketunnel.

I forbindelse med anlæg af en bro eller en sænketunnel foreslår vi, at følgende tidlige indsatser gennemføres:

- Transplantering af ålegræs. Fastlæggelse af det præcise omfang kræver konkrete havbundsundersøgelser.

Som tidlig indsats har vi overvejet udtagning af landbrugsjord (ved udtagning af 500 ha samt en gennemsnitlig reduktion på 16 kg kvælstof per ha per år (Jacobsen, 2017), forventes det at kvælstoftilførslen til Lillebælt kan reduceres med 8 tons per år). Den grønne trepartsaf-tale indikerer dog, at udtagning af landbrugsjord vil ske i stort omfang i den kommende tid, og det vurderes således at der ikke er yderligere behov for den indsats.

Vi foreslår, at følgende afværgeforanstaltninger gennemføres

- Adaptiv graveplan, inkl. state of the art sedimenthåndtering, deponering i kasser til havs og monitorering
- Brug af pingere
- Brug af forboring eller vibro-piling (ved bro)

Monitoreringen er et afgørende led i at forebygge skader i forbindelse med fremtidige projekter og det anbefales således at blive en integreret del af dette projekt både før, under og efter etableringen af den faste forbindelse.

Af tabel 4 fremgår en samlet vurdering af de vigtigste natur- og miljøpåvirkninger, afværgeforanstaltninger og tidlige indsatser for sænketunnel og bro. Boretunnel er ikke inkluderet i tabellen, da natur- og miljøpåvirkningerne forbundet med denne kun tæller vibrationer, energiforbrug og håndtering af opgravet materialer for så vidt angår havet.

Tabel 4 Miljøpåvirkninger uden og med afværgeforanstaltninger samt tidlige indsatser for en bro og sænketunnel

Påvirkninger	Uden afværgeforanstaltninger	Med afværgeforanstaltninger	Med tidlige indsatser
Undervandsstøj	Flere havpattedyr har høj sårbarhed overfor undervandsstøj og påvirkningen kan derfor have omfattende konsekvenser.	Blød start, vibro-piling, forborring, havpattedyrsobservatører og pingere er alle med til at reducere påvirkninger fra undervandsstøj. Vi kender ikke til kvantitative effekter af disse afværgeforanstaltninger.	Ingen af de tidlige indsatser er med til at reducere undervandsstøj.
Sedimentspild	Sedimentspild kan medføre både habitatforringelse og iltsvind, er kan derfor have omfattende konsekvenser.	Adaptiv graveplan, kompensationsafgravninger og sedimenthåndtering indenfor dæmninger resulterede i, at under 5 pct. af det opgravede materiale blev spildt i forbindelse med etablering af Øresundsforbindelsen.	De tidlige indsatser er ikke med til at reducere sedimentspild, men de er alle med til at øge økosystemernes robusthed overfor de påvirkninger, som sedimentspild medfører.
Arealinddragelse	Arealinddragelse kan have omfattende konsekvenser for en række af naturtyper, dyr og biogene rev.	Ingen af afværgeforanstaltningerne reducerer direkte arealinddragelse.	Etablering af biogene rev og stenrev er med til at kompensere for tab af disse i projektområdet

Anm.: Sænketunnel og bro vurderes til at have de samme natur- og miljøpåvirkninger i grove træk.

Kilde: Egne vurderinger baseret på miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter og ekspertudtalelser.

7. Basisscenario 2035

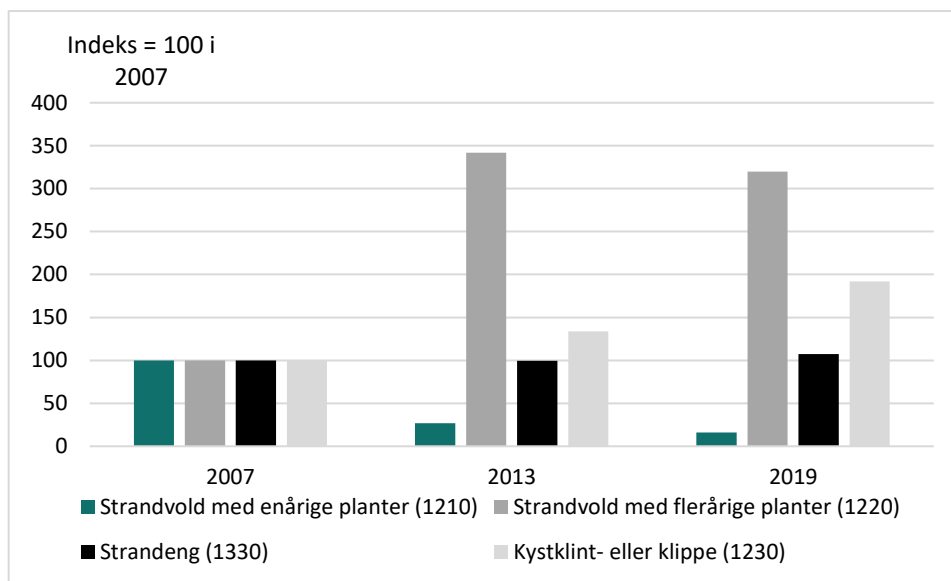
Naturtyper og arter over vandet

For naturtyper og arter relateret til kysterne ses varierende grader af fremgang. Både skælv vindelsnegl og stor vandsalamander er fremgang, se figur 7. Dykænderne fluktuerer meget med overvejende større bestanden end ved overvågningens start, bortset fra hvinanden, hvis bestand er relativt konstant i perioden, hvilket fremgår af figur 9. Der ses en tydelig fremgang af strandvold med flerårige planter, dette fremgår af figur 6, mens der ses en svag tilbagegang for strandvold med enårige planter. Havterne og klyde er ligeledes i svag tilbagegang, dette fremgår af figur 8. Det kan ikke udelukkes at tilbagegangen af strandvold med enårige planter hænger sammen med fremgangen af strandvold med flerårige planter. Overordnet ses varierende grader af fremgang for naturtyper og arter, og der er således ikke grundlag for at dem i fremgang skal have mindre fokus end dem i tilbagegang.

Generel udvikling over vandet

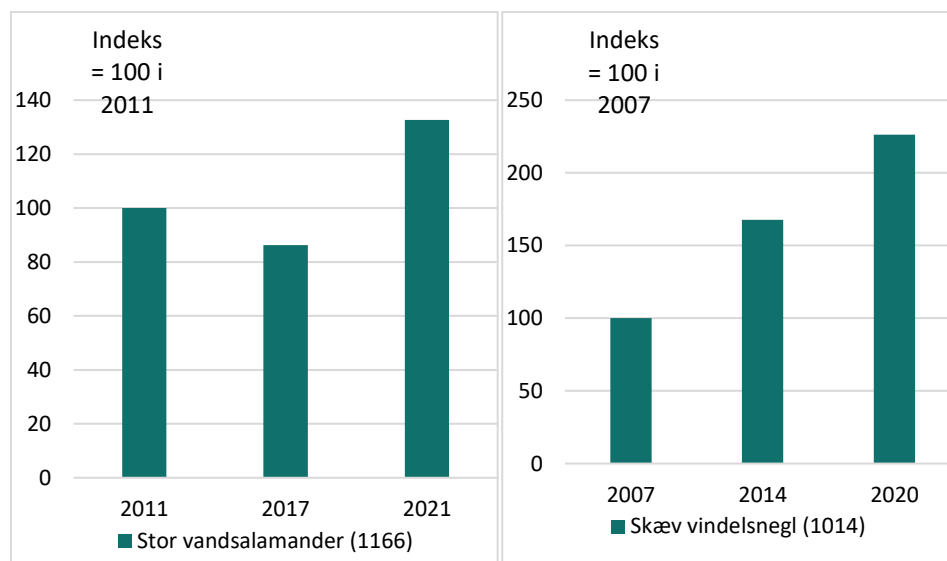
Den generelle tendens for naturtyperne på kysterne og de arter, som lever over havets overflade, er positiv, dog med enkelte mindre undtagelser. Givet denne tendens fortsætter, vil projektet etableres i natur- og miljømæssige forhold der er uændret eller forbedret relativt til de nuværende forhold. Hvis man fx kigger på strandeng, som er en særlig vigtig naturtype i Danmark, er det meget begrænset hvor meget der påvirkes indenfor projektområdet. Det vurderes, at projektet kan iværksættes med kun begrænsede tab af strandeng.

Figur 6 Tidsmæssig udvikling for naturtyper (udpegningsgrundlag) relateret til det marine og kystnære



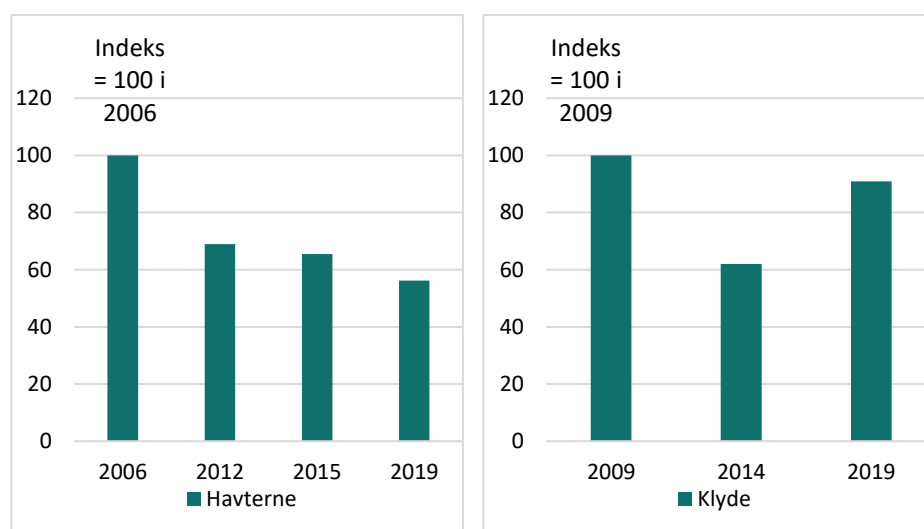
Anm.: Udviklingen er set relativt til år 2007. Y-aksen måles i pct.
Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Aarhus Universitet, NOVANA.

Figur 7 Tidsmæssig udvikling for arter (udpegningsgrundlag) relateret til kyst-økosystemer



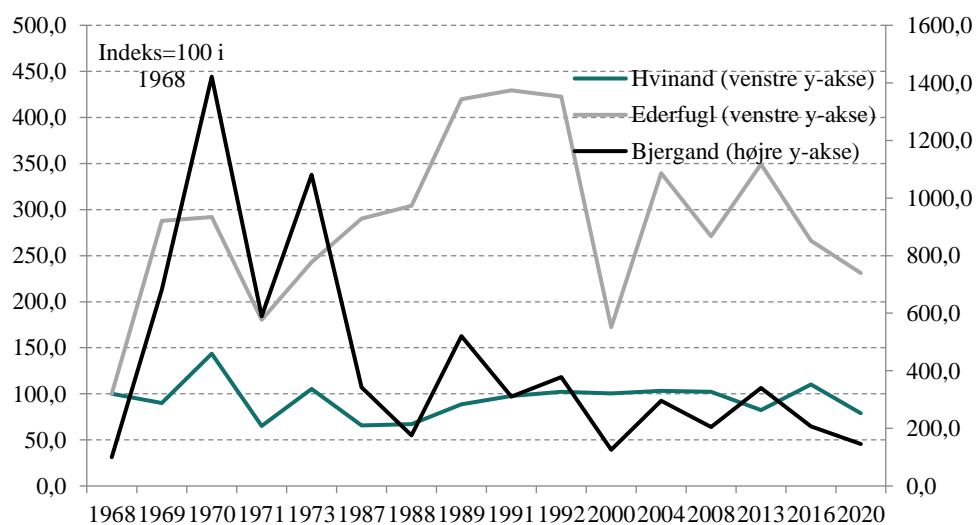
Anm.: Udviklingen for skæv vindelsnegl er set relativt til år 2007, og for stor vandsalamander år 2011. Y-aksen måles i pct.
Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Aarhus Universitet, NOVANA.

Figur 8 Tidsmæssig udvikling for visse havfugle (udpegningsgrundlag)



Anm.: Udviklingen for havterne er set relativt til år 2006, og for klyde relativt til år 2009. Y-aksen måles i pct.
Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Aarhus Universitet, NOVANA.

Figur 9 Tidsmæssig udvikling for dykænder (udpegningsgrundlag)



Anm.: Udviklingen for dykænderne er set relativt til år 1968. Y-aksen måles i pct.
Kilde: Egen tilvirkning baseret på data fra Aarhus Universitet, NOVANA.

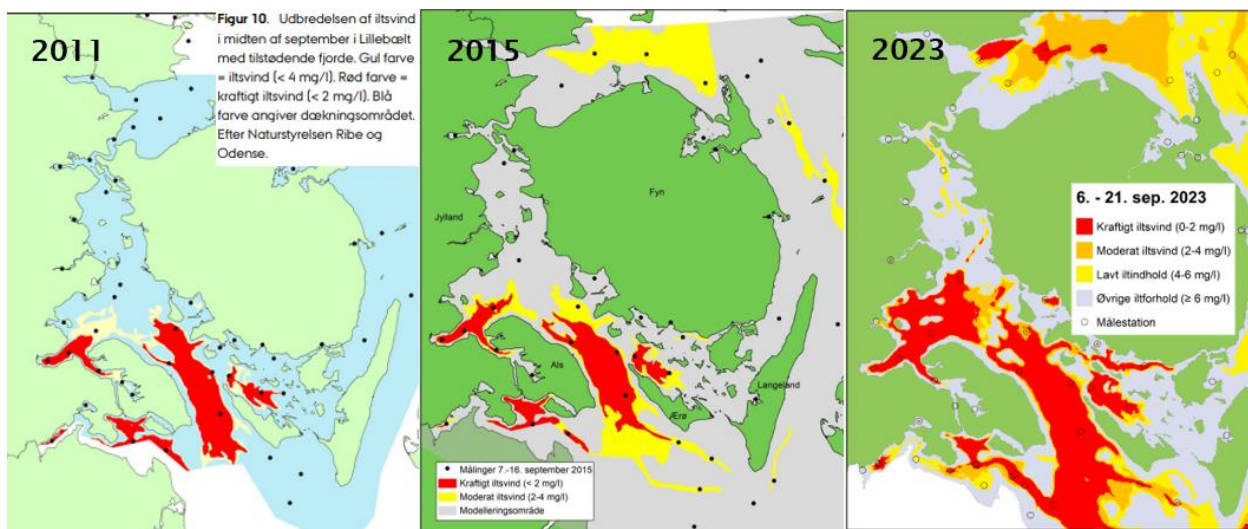
Natur- og miljøforholdene under vandet

For natur- og miljøforholdene under vandet ses en overvejende tilbagegang i kvaliteten af levesteder og -forhold. Eksempelvis ses en tydelig forværring af udbredelse af iltsvind i Lillebælt, hvor et større og større område årligt rammes af kraftigt iltsvind. Der er forholdsvis stor år-til-år variation i udbredelsen af iltsvind (Timmermann m.fl., 2022), den overordnede tendens er dog tydelig. Denne udvikling fremgår af figur 10.

Iltsvind er et udtryk for flere presfaktorer

Iltsvind er et udtryk for flere presfaktorer i Lillebælt, eksempelvis eutrofiering, og kan forekomme som et resultat af flere ting, eksempelvis sedimentspild. Den negative udvikling i natur- og miljøforholdene under vandet medvirker til, at ekstra hensyn skal tages ifm. anlæggets etablering i 2035.

Figur 10 Udbredelse af iltsvind i Lillebælt i 2011, 2015 og 2023



Kilde: Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience.

Forhold der indgår i en baseline for 2035

Den forventede natur- og miljøtilstand i projektområdet i 2035 afhænger af en række forhold. Vi fokuserer på følgende

- Overholder Danmark Vandrammedirektivet og får god økologisk tilstand i Lillebælt i 2027?
- Hvor stor betydning får klimaforandringerne for livet i Lillebælt?
- Kommer der et forbud mod brug af bundtrawl i Bælthavet?

Overholder Danmark vandrammedirektivet?

Vi vurderer ikke, at der kommer til at være god økologisk tilstand i Lillebælt i 2027. Hvis det skal nås, er der behov for en omfattende indsats, og der er ikke noget, der tyder på, at den indsats er på vej. Der er to større processer i gang, der har betydning for indsatsen for vandmiljøet. Den første er Den Grønne Trepert, der udkommer sidst i juni 2024. Den anden er genbesøget af Landbrugspakken, der kommer næste år. For så vidt angår Den Grønne Trepert, er det ikke vores vurdering, at der kommer tiltag, der reducerer i den nødvendige reduktion af kvælstoftilførsel til projektområdet til 2027 eller 2035. For så vidt angår genbesøget af Landbrugspakken, har vi ikke nogen vurdering af udfaldet heraf. Vi vurderer således, at der ikke vil ske så store reduktioner i kvælstoftilførslen til Lillebælt, at vandmiljøet bliver mindre sårbart over for anlægget af en fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Havvindmøllepark i Lillebælt

Udover de ovennævnte udviklinger, er der planlagt anlægget af en havvindmøllepark i Lillebælt. Det kan ikke afvises, at den kombinerede effekt af havvindmølleparken og de yderligere aktiviteter der kan påvirke vandgennemstrømningen til Østersøen kan resultere i en overordnet reduktion af vandgennemstrømning.

Klimaforandringer

Over de næste ti år vil havtemperaturen i Lillebælt sandsynligvis stige med ca. ½ grad. Det vil være med til at øge risikoen for iltsvind og taler i sig selv for, at vandmiljøet bliver mere sårbart over for anlægget af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Desuden kan klimaforandringer føre til vandstandsstigninger i kystnære biotoper. Det kan føre til, at truede naturtyper bliver endnu mere truede, og man derfor skal tage endnu mere hensyn, når man anlægger en bro.

Forbud mod bundtrawl

Det er sandsynligt, at der kommer et forbud mod bundtrawl i Bælthavet. Vi forventer, at et sådant forbud vil styrke robustheden af vandmiljøet over for anlægget af en fast forbindelse mellem Als og Fyn.

Baseline for 2035

Baselinen for 2035 skal bruges til at vurdere, om behovet for tidlige indsatser og afværgeforanstaltninger vil være mindre i 2035, end det er nu. Vores vurdering er, at der ikke er grundlag for en mindre indsats end den, der er standard i øjeblikket. Tendenserne i øjeblikket er, at naturen over vand er i varierende grader af fremgang – med nogle undtagelser, mens naturen under vand er i tilbagegang. Et forbud mod bundtrawl i Bælthavet vil bidrage til at skabe fremgang for naturen i Lillebælt, men fortsatte stigninger i havtemperaturen og en fortsat høj kvælstofbelastning trækker i den modsatte retning.

Natur- og miljøtilstanden i Lillebælt er historisk presset

8. Opsummering

Havmiljøets tilstand i Lillebælt er allerede presset på flere fronter, og der er ikke tydelige tegn på, at denne tendens ændres i 2030'erne. En kombination af forskellige presfaktorer, eksempelvis kvælstofudledning og stigning i havtemperaturer, er med til at presse økosystemerne ud til kanten af kollaps. En stadig større del af Lillebælt lider af periodevis iltsvind og flere fiskebestande, herunder torsken, er historisk pressede. Ligeledes er udbredelsen af eksempelvis ålegræs, set i et historisk perspektiv, meget lille og denne tendens kan i stor grad tilskrives kvælstofudledningen. Dette betyder, at der skal stilles større krav til indsatser både før, under og efter anlægget af en eventuelt fast forbindelse mellem Fyn og Als, hvis forbindelsen skal være hensigtsmæssig for natur og miljø.

Opsummering af foreløbige konklusioner og resultater

Anlæg og drift af en fast forbindelse mellem Als og Fyn vil have en række natur- og miljøpåvirkninger. Natur- og miljøpåvirkninger forbundet med anlægget afhænger af hvilken type af fast forbindelse der vælges. Påvirkningerne i havet i forbindelse med en boret tunnel vil være begrænset og boretunnelen kan derfor etableres uden videre negative konsekvenser for havmiljøet. Hvis anlægget derimod bliver en sænketunnel eller en bro, vil projektet få en række natur- og miljømæssige påvirkninger. Disse påvirkninger kan imødegås med afværgeforanstaltninger, som med gode erfaringer har været anvendt i forbindelse med eksempelvis Øresundsbroen. Der er faglig usikkerhed forbundet med flere af afværgeforanstaltningerne og ingen garantier for effekt kan således gives.

Vigtige natur- og miljøpåvirkninger og afværgeforanstaltninger

Hvis en bro eller sænketunnel vælges som løsning vil undervandsstøj, sedimentspild og arealinddragelse være de mest væsentlige natur- og miljøpåvirkninger. Disse påvirkninger imødegås ved brug af pingere, vibro-piling og adaptiv graveplan. Natur- og miljøpåvirkningerne og tilhørende afværgeforanstaltninger gennemgås i det følgende.

Undervandsstøj, pingere og vibro-piling

Undervandsstøj i forbindelse med nedramning af pæle og øget trafik af fartøjer vurderes til at være en af de mest væsentlige natur- og miljøpåvirkninger. Pingere til bortskræmning af marsvin og vibro-piling samt havpattedyrsobservatør anbefales i processen, men den største usikkerhedsfaktor er fortsat, om marsvinene vender tilbage umiddelbart efter endt byggeri og hvornår dette sker. Marsvin vil uanset være udsatte og opleve en periode med begrænsning af levesteder.

Sedimentspild og adaptiv graveplan

Ligeledes vil sedimentspild være en væsentlig natur- og miljøpåvirkning, som dog kan reduceres ved implementering af adaptiv gravplan, optimeret sediment håndtering og deponering og således reduceret spild. I forbindelse med Øresundsforbindelsen blev der gjort brug af adaptiv graveplan og det blev efterfølgende konkluderet, at anlægget af Øresundsbroen ikke var til grund for de skader der var sket på havmiljøet.

Arealinddragelse og placering af anlægget

Arealinddragelse vil være en markant natur- og miljøpåvirkning. Der tages dog højde for dette, da forbindelsen placeres således at der ikke sker direkte inddragelse af udpegningsgrundlagene for beskyttet natur i Lillebælt. Det vil være muligt at etablere biogene rev eller stenrev, hvis disse påvirkes. I forbindelse med videre arbejde vil bundforholdene på den planlagte rute givetvis kortlægges nærmere og ovennævnte be- eller afkræftes i den forbindelse.

Tidlige indsatser

Formålet med de nævnte tidlige indsatser er at øge økosystemernes robusthed overfor natur- og miljøpåvirkninger. De mest lovende indsatser indbefatter de kvælstofreducerende, herunder opkøb og udtagning af landbrugsjord, optimeret spildevandshåndtering og etablering af biogene rev og opkøb af fiskekvoter. De førstnævnte tiltag er alle fagligt anerkendte metoder, mens det sidstnævnte tiltag, nemlig opkøb af fiskekvoter, til vores kendskab ikke er blevet anvendt tidligere.

Samfundsøkonomiske omkostninger ved at afværge

Baseret på erfaringer fra Øresundsforbindelsen, vurderes det at 15-20 pct. af de samlede omkostninger ved Fyn-Als forbindelsen vil gå til at implementere afværgeforanstaltninger og tidlige indsatser. Afhængigt af de tekniske muligheder og omkostninger, kan det være hensigtsmæssigt at lave boretunnel fremfor bro eller sænketunnel, da man således undgår at skulle implementere de fleste afværgeforanstaltninger og samtidigt sikrer en miljøfaglig solid løsning.

Monitoreringsprogram anbefales

Som afgørende led i projektet anbefales det at inkludere et omfattende monitoreringsprogram. Dette vil styrke fremtidige projekters mulighed for at minimere eller helt undgå påvirkninger på natur og miljø, og samtidigt vil AlsFynForbindelsen gå forrest i forsøget på at kortlægge effekter af afværgeforanstaltninger og tidlige indsatser.

Lillebælts økosystemer i 2030'erne

Lillebælt er på nuværende tidspunkt udsat for en række af presfaktorer, herunder iltvind, eutrofiering, fiskeri og klimaforandringer. Der er ingen tegn på, at disse presfaktorer hverken reduceres eller helt fjernes i den nære fremtid, tværtimod forventes eksempelvis iltvind at forværres i de kommende år. Dette medfører en øget opmærksomhed på de miljømæssige forhold i Lillebælt og et skærpet fokus på løsninger med minimale natur- og miljøpåvirkninger og maksimale afværgeforanstaltninger hvor påvirkninger ikke kan undgås.

9. Litteraturliste

Andersen, J.L. og P. Andersen (2021): *Analyse af beregning af kvoteværditab som følge af Brexit*. IFRO udredning nr. 2021/24.

Cowi (2017): *Udarbejdelse af spildevandsindsatsprogrammer til reduktion af kvælstofbelastningen i 4 spildevandsbelastede kystvandoplande*

Fiskerikommissionen (2023): *Fremtidens fiskeri*, 1. udgave, 1. opslag 2023

Fiskeriverket (2005): *Oresundsforbindelsens inverkan på fisk och fiske - Underlagsrapport 1992-2005*.

Miljø- og Energiministeriet, Trafikministeriet og Kontroll- og Styrgruppen for Øresundsforbindelsen (2000): *10. Halvårsrapport om miljøet og Øresundsforbindelsens kyst-til-kyst anlæg*.

Niras (2019): *Støjnotat til Miljøkonsekvensrapport Ekstern støj og undervandsstøj fra anlægsarbejde*. Energinet 12. februar 2019.

Nygaard, B., Oddershede, A. og Høye, T.T. (2018): *Erstatningsnatur – erfaringer og muligheder*, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, rapport nr. 266-2018
Petersen, J.K., Søgaard, M., Drønen, N., Jensen, J.H., Erichsen, A.C., Timmermann, K. og Flindt, M. (2023): *Undersøgelse af alternative klapteknikker og håndtering af klapmateriale*. DTU Aqua rapport nr. 419-2023

Rambøll (2021): *3. Limfjordsforbindelse - Opdatering af VVM for Egholmlinjen, Miljøkonsekvensrapport*, Vejdirektoratet

Rambøll (2024): *Forundersøgelse af en Als-Fyn, kyst-kyst, miljøundersøgelse*

Sund & Bælt Holding A/S (2015): *VVM-Redegørelse - Den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst)*, Femern A/S

Sund & Bælt Holding A/S (2015): *Implementeringsredegørelse – Lov om anlæg og drift af en fast forbindelse over Femern Bælt med tilhørende landanlæg i Danmark*, Femern A/S

Sund & Bælt Holding A/S (2011): *Konsolideret anlægsoverslag for Femern Bælt-forbindelsen*, Femern A/S

Timmermann, K., Boye, A.G., Bruhn, A., Erichsen, A.C., Flindt, M., Fossing, H., Gertz, F., Jørgensen, H.M., Petersen, J.K. og Schwærter, S. (2016): *Marine Virkemidler – Beskrivelse af virkemidlernes effekter og status for vidensgrundlag*, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Timmermann, K., Christensen, J., Sveegaard, S., Hansen, F., Teilmann, J., Larsen, M.M., Jepsen, N. og Hansen, J.W. (2022): *Miljøtilstand og presfaktorer i Lillebælt*, Institut for Akvatiske Ressourcer, DTU Aqua-rapport nr. 404-2022

Tougaard, J. og Nabe-Nielsen, J. (2011): *Hvad tænker et marsvin om en bro*, *Jord & Vand*, 18. årgang, pp. 50-53

Trafikstyrelsen (2014): *Storstrømsbroen - Sammenfattende rapport VVM-redegørelse*, Vejdirektoratet

Trafikministeriet (1991): *Miljø Øresund 1991 – Den faste forbindelse mellem København-Malmø*

Trafikministeriet, Finansministeriet og Sund & Bælt Holding (2002): *Udredning af økonomien i A/S Øresundsforbindelsen (de danske landanlæg)*

Vejdirektoratet (2019): *En fast forbindelse mellem Als og Fyn*. Rapport 596 – 2019.

Øresundsbro Konsortiet (2005): *Miljøredegørelse*.

Bilag 4

Emissionsfaktorer for cement, stål og asfalt omkring år 2035 med fokus på muligheden for at opnå klimaneutralitet for disse materialer

Henrik Wenzel, 10-12-2024

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	3
2. Formål.....	3
3. Metode.....	3
3.1 Princippet om additionalitet.....	4
3.2 Rebound effect	4
4. Konceptuel tilgang til at tilvejebringe klimaneutrale materialer	5
4.1 Naturgas eller anden gas har en central rolle for alle materialer	6
5. Klimavenlig gas	6
5.1 Emissionsfaktor for bio-metan	6
5.2 Emissionsfaktor for bio-metan inklusive lagring af biogas-CO2'en.....	8
5.3 Potentialet for e-metan i fremtiden.....	9
6. Cement	10
6.1 Aalborg Portlands nuværende udledning.....	11
6.2 Aktuelle planer for reduktion af udledningerne.....	12
6.3 Yderligere muligheder for negativ emissionsfaktor for cement.....	13
7. Stål.....	15
7.1 Renere teknologi og renere brændsel.....	15
7.2 CO2 fangst i stålfremstilling	16
7.3 Scenarier for emissionsfaktoren fra stål.....	17
8. Asfalt, jord, grus og sand.....	18
8.1 Veje til reduktion af emissionsfaktoren for asfalt	19
8.2 Jord, grus og sand.....	20
9. Opsummering og ekstrapolering til den samlede faste forbindelse.....	20
10. Økonomisk konsekvens af klimaneutralitet	22
11. Ressourcesituationen fremover (udarbejdet af Kraka Economics).....	22

1. Indledning

Nærværende notat udgør afrapporteringen af min leverance til Kraka Economics som underleverandør til projekt om vurdering af forskellige aspekter af bæredygtigheden ved etablering af en fast forbindelse mellem Als og Fyn. Arbejdet med denne underleverance er udført i foråret 2024.

2. Formål

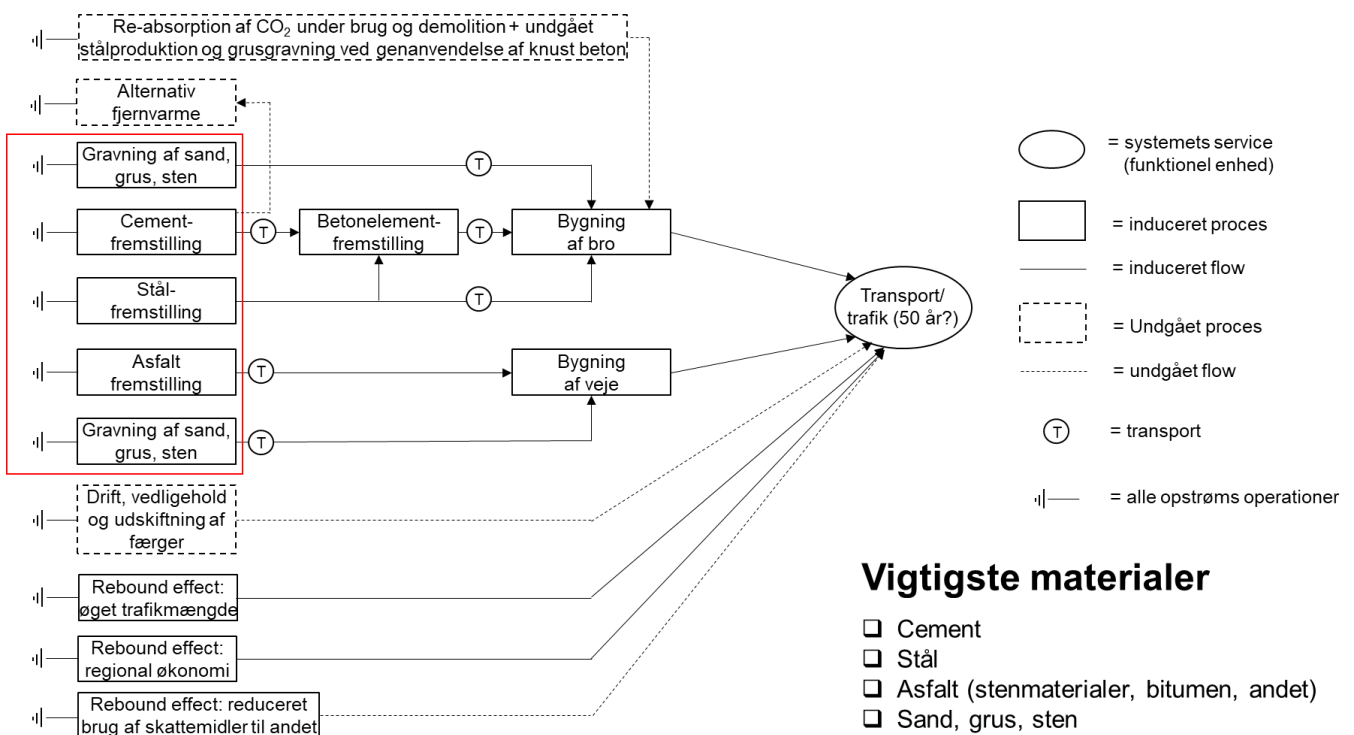
Formålet med denne leverance har været at vurdere fremtidige emissionsfaktorer for de væsentligste materialer, der vil indgå i en bro- eller tunnel-forbindelse mellem de to øer nærmere bestemt cement (beton), stål og asfalt samt jord, grus og bundsikringsmateriale til vejanlæg. Vurderingen skal fokusere på muligheden for at opnå, eller komme tæt på, klimaneutralitet for disse materialer og herunder, hvilke omstændigheder og forudsætninger for produktionen af materialerne, der skal til for at opnå klimaneutralitet eller lavest mulig emission af drivhusgasser.

Vurderingen af de fremtidige drivhusgasemissioner fra materialerne skal tage udgangspunkt i en livscyklusbetragtning. Der skal ikke laves en egentlig livscyklusvurdering, LCA efter konventionelle forskrifter og standarder herfor, dertil er projektets omfang og budget ikke tilstrækkeligt. Men der skal laves et robust og troværdigt bud på opnåeligt lave emissioner for 2035 ud fra en livscyklusbetragtning.

Desuden skal notatet indeholde rådgivning i den metodemæssige tilgang til vurderingen generelt.

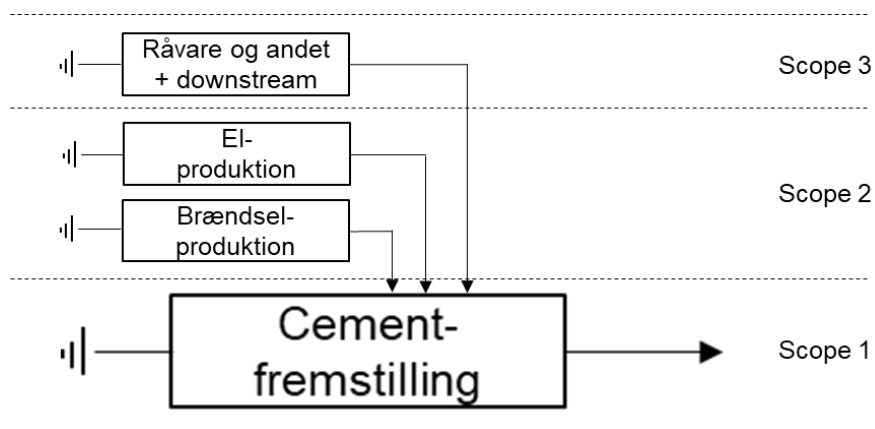
3. Metode

En vurdering af klimapåvirkningen fra en fast forbindelse mellem Als og Fyn i et livscyklusperspektiv indebærer, at klimapåvirkningen udtrykkes i forhold til dens funktion, dvs. den ydelse, som den faste forbindelse leverer. I Figur 1 nedenfor er denne udtrykt som transport eller trafik. Ydelsen tilskrives en vis varighed, det kunne fx være 50 år.



Figur 1. Skitse af det system, i dette tilfælde eksemplificeret ved en bro, der leverer den aktuelle transport/trafik-ydelse. Firkanter er processer, en cirkel med et T indikerer en transportproces, og pile er flows. Fuldt optrukne linjer betyder inducerede processer og flows, mens stiplede linjer betyder undgåede processer og flows. Nærværende notat fokuserer på de materialer, der er indrammet af rød firkant

I Figur 1 er vist et elektriker-tegn for jordforbindelse. Dette skal illustrere, at alle opstrøms processer og nedstrøms processer, der induceres eller undgås som følge af implementering af løsningen, skal inkluderes. I LCA terminologi benævnes disse vugge-til-port og port-til-grav processer. I den terminologi, der anvendes i regi af Greenhouse Gas Protocol terminologien anvendes betegnelserne Scope 1, som er en virksomheds direkte udledninger fra egen matrikel, Scope 2, som er opstrøms emissioner fra indkøbt el, varme og brændsel, og Scope 3, som er alle andre opstrøms og nedstrøms emissioner, der opstår som følge af virksomhedens aktiviteter, se <https://ghgprotocol.org/>. Figur 2 nedenfor illustrerer de tre scopes for cementfremstilling.



Figur 2. Livscyklusemissioner fra cementfremstilling vist som scope 1, 2 og 3.

3.1 Princippet om additionalitet

Enhver vurdering af klimapåvirkningen af en teknisk løsning til en ydelse, som her en bro eller tunnel til at levere transport/trafik, skal fokusere på den forskel, som løsningen indebærer. Dette princip kaldes også princippet om additionalitet. Med andre ord er det underliggende spørgsmål, hvilke additionalle processer og flows i verden, der opstår, når den aktuelle løsning etableres. Dette inkluderes både nye processer og flows, som ikke ellers ville finde sted (også kaldet inducerede processer og flows), og undgåede processer og flows, der ville være i systemet, hvis ikke løsningen blev implementeret, men som forsvinder, når løsningen implementeres. I Figur 1 er de væsentligste af begge disse typer processer og flows vist.

3.2 Rebound effect

Klimavurderingen skal omfatte de processer og flows, der induceres eller undgås som direkte konsekvens af at levere den pågældende ydelse. Men princippet om additionalitet indebærer, at også andre væsentlige forskelle, der opstår, når løsningen implementeres, skal inkluderes. Der tænkes her på afledte effekter, der opstår som konsekvens af den valgte tekniske løsning. De væsentligste afledte effekter vurderes i tilfældet bro eller tunnel, som alternativer til den nuværende færgeforbindelse, at være:

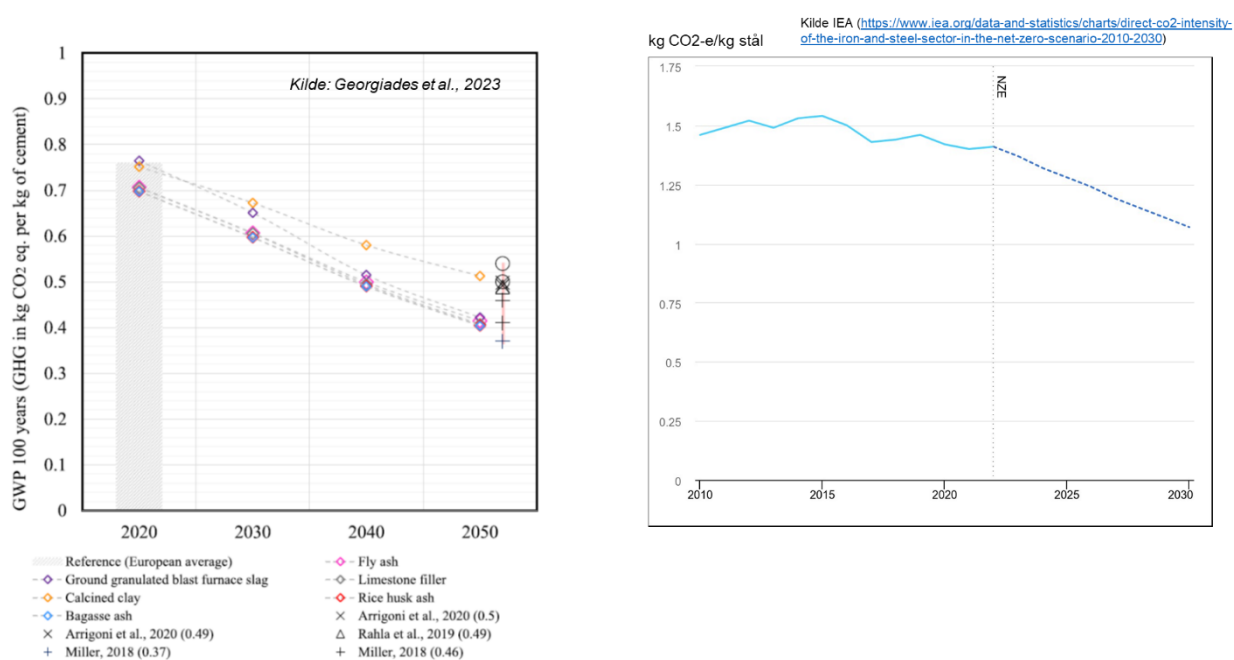
- Øget trafik/transport mængde (=> inducerede processer og flows)
- Påvirkning af den regionale økonomi (=> inducerede processer og flows)
- Såfremt projektet støttes med skattemidler: reduceret brug af skattemidler til andet (=> undgåede processer og flows)

Figur 1 inkluderer disse afledte effekter.

4. Konceptuel tilgang til at tilvejebringe klimaneutrale materialer

Virksomheder og projekter, der tilstræber en grøn profil i dag, indgår ofte konkrete aftaler med konkrete leverandører, som kan levere den pågældende vare/ydelse med en konkret miljøvaredeklaration (EPD, environmental product declaration) eller certifikat. Ofte kan en leverandør differentiere sin leverance og levere den mere eller mindre klimavenligt alt afhængigt af deres brug af råvarer (som fx en biogasproducent), brændselstype eller andet. Dette vurderes også at være tilfældet i den fremtid, vi ser på.

For at opnå en så klimavenlig fast forbindelse som muligt er den leverandør-specifikke tilgang nødvendig. Ser vi på den forventede gennemsnitlige udvikling af emissionsfaktorerne for fx cement og stål, står det klart, at markeds gennemsnittet for disse materialer i 2035 ikke kan forventes at komme i nærheden af klimaneutralitet, se Figur 3.



Figur 3. Fremskrivning af emissionsfaktorer for drivhusgasser for cementproduktion (venstre side af figuren) og stålproduktion (højre side af figuren). For cement (Georgiades et al., 2023) er anvendt i forskellige scenarier for anvendt brændsel mm. For stål (International Energy Agency, 2023) er anvendt deres såkaldte Net Zero scenario for 2030

Med disse fremskrivninger forventes de to væsentlige materialer at kunne reducere deres drivhusgas emissionsfaktor med omkring 30 procent frem mod 2030. Køber man således materialerne fra et generelt verdensmarked uden yderligere krav til emissionsfaktoren, er det ikke sandsynligt, at en fast forbindelse kan komme i nærheden af klimaneutralitet.

Konkrete værker for både stål og cement har imidlertid vidt fremskrevne planer for at omstille deres produktion mod klimaneutralitet. Ved at indgå aftale med et konkret værk vurderes det muligt at kunne indkøbe cement, stål og asfalt med meget lave emissionsfaktorer, sågar negativ emission, som det vil fremgå af efterfølgende afsnit for de tre typer materialer.

Flere cementfabrikker udfører allerede eller har nært forestående planer om at fange og lagre CO₂-udledningen fra deres produktion. Heidelberg Materials Brevik cement fabrikken i Norge vil allerede i 2024 fange og lagre 400.000 tons CO₂/år. Tarmac og Leilac i England vil fange og lagre 200.000 tons CO₂/år ligeledes i 2024, og Singleton Birch i England vil sammen med andre virksomheder fange op mod 27 Mton CO₂/år med start i 2024 – ifølge Global CCS Institute, 2024 (<https://co2re.co/FacilityData>). Herhjemme undersøger Aalborg Portland aktuelt muligheden for fuld CO₂ fangst, se mere herom i afsnittet om cement.

Mange stålværker har tilsvarende planer om CO₂ fangst og planer for grøn omstilling af fremstillingsteknologien, se mere herom i afsnittet om stål.

For asfaltfremstilling hidrører drivhusgasudledninger fra et antal kilder og processer, som alle har mulighed for at lægge om til klimavenlige alternativer, se mere herom i afsnittet om asfalt.

4.1 Naturgas eller anden gas har en central rolle for alle materialer

Både cementproduktion og stålproduktion har hidtil anvendt koks eller kul som det væsentligste brændsel, men begge sektorer lægger i vid udstrækning om til gas. Aalborg Portland har netop i 2024 etableret en gasledning til deres produktion, og stålproducenten ArcelorMittal omlægger aktuelt deres store værk i Hamborg til naturgas. Også asfaltvirksomheder anvender naturgas i produktionen. Der ligger en oplagt og stor mulighed for at opnå klimavenlige materialer ved at bygge på denne omlægning og i fremtiden anvende en grøn gas som fx bio-metan eller e-metan (metan fremstillet af CO₂ og brint), se næste afsnit.

5. Klimavenlig gas

Udbredelsen af biogas i Danmark og resten af Europa har taget fart, og i Danmark forudses al gas i gasnettet allerede i 2030 at kunne være grøn gas i form af bio-metan, se fx Biogas Danmarks hjemmeside eller deres Outlook scenarier her: <https://www.biogas.dk/wp-content/uploads/2024/04/Biogas-Outlook-2024-04-10-WEB.pdf>.

Tilsvarende udvikling, om end ikke helt så hurtigt, forudses i andre europæiske lande. Gasnettet er internationalt og rækker gennem hele Europa fra Rusland og Tyrkiet til Norden, og bio-metan handles via certifikater. Så der forventes at være store mængder grøn gas til rådighed for den, der vil betale den meromkostning, det koster. Ydermere, der er store uudnyttede biomasseressourcer til rådighed for biogas, især store mængder halm, der i dag fortsat pløjes direkte ned – over 2 millioner tons halm/år alene i Danmark.

Endelig er biogas godt integrerbar i landbruget, idet brug af bl.a. halm, dybstrøelse og gylle til biogas ikke reducerer jordens langsigtede kulstofindhold i forhold til direkte nedpløjning, fordi biogasprocessen alene fjerner den let nedbrydelige del af kulstoffet, som alligevel ville være omdannet til CO₂ i jorden over tid.

Alt i alt er forudsætningen om additionalitet således til stede i mange år frem, forventeligt også i 2035, da enhver ekstra efterspørgsel til en mer-pris vil betyde øget incitament til mer-fremstilling af biogas på baggrund af de uudnyttede ressourcer. På et tidspunkt vil biomasseressourcerne til biogas være udtømte, og så holder forudsætningen om additionalitet ikke længere, idet en øget efterspørgsel efter biogas/bio-metan så ikke længere kan give anledning til øget produktion af biogas. På det tidspunkt vil brugen af grøn brint, evt. sammen med CO₂, være det mest klimavenlige alternativ. Men som nævnt vurderes denne situation ikke at indtræde inden 2035 set i lyset af, at det Europæiske gasnet er så vidtrækkende, som det er.

Da alle tre væsentlige materialer er eller kan være centralt baseret på gas, og da der ikke er væsentlig teknisk forskel på naturgas og anden metan fra fx bio-metan eller e-metan, udgør det et væsentligt potentiale for klimavenlige materialer at omlægge fra naturgas til bio-metan eller e-metan. Da en sådan omlægning ydermere klares via certifikater, dvs. alene administrativt, er det en nem omlægning, når først et værk er baseret på gas.

5.1 Emissionsfaktor for bio-metan

Emissionsfaktoren fra biogas og den heraf afledte bio-metan afhænger af de anvendte typer biomasse, der indgår i biogasproduktionen, og af andre tekniske omstændigheder. Hvis det undlades at anvende energiafgrøder som input til biogasanlægget, vil emissionsfaktoren i mange tilfælde kunne være negativ og endda i betydeligt omfang. Moderne

biogasanlæg, der har overdækkede tanke og så vidt muligt opsamler al metan også fra efterlagertanke mm., opnår en stor, negativ emissionsfaktor. Den negative emissionsfaktor skyldes især det faktum, at biogasproduktionen fra gylledelen af inputtet i en additionalitets-betragtning undgår en stor udledning af drivhusgasser fra den konventionelle gyllehåndtering, når gyllen føres til biogas inden brug på marken.

EU's Vedvarende Energi direktiv (RED II) indeholder en oversigt over de emissionsfaktorer, EU regner med, se Tabel 1 herunder.

Typiske værdier og standardværdier for biomethan

System til biomethanproduktion	Teknologiske muligheder	Drivhusgasemissioner — typisk værdi (g CO ₂ eq/MJ)	Drivhusgasemissioner — standardværdi (g CO ₂ eq/MJ)
Biomethan fra gylle	Åbent fermentat, uden afgasforbrænding ⁽¹⁾	- 20	22
	Åbent fermentat, med afgasforbrænding ⁽²⁾	- 35	1
	Lukket fermentat, uden afgasforbrænding	- 88	- 79
	Lukket fermentat, med afgasforbrænding	- 103	- 100
Biomethan fra majs (Maize), hele planten	Åbent fermentat, uden afgasforbrænding	58	73
	Åbent fermentat, med afgasforbrænding	43	52
	Lukket fermentat, uden afgasforbrænding	41	51
	Lukket fermentat, med afgasforbrænding	26	30

⁽¹⁾ Denne kategori omfatter følgende kategorier for teknologier, der opgraderer biogas til biomethan: PSA (Pressure Swing Adsorption), PWS (Pressure Water Scrubbing), membraner, kryogen og OPS (Organic Physical Scrubbing). Det omfatter en emission på 0,03 MJCH₄/MJ biomethan for emission af metan i afgasserne.

⁽²⁾ Denne kategori omfatter følgende kategorier for teknologier, der opgraderer biogas til biomethan: PWS (Pressure Water Scrubbing), når vand genanvendes, PSA (Pressure Swing Adsorption), kemisk skruber, OPS (Organic Physical Scrubbing), membraner og kryogen opgradering. Der medtages ikke nogen methanemissioner for denne kategori (methanen i afgassen forbrændes, hvis den er til stede).

Tabel 1. Bio-metan emissionsfaktorer anført i RED II afhængigt af biomassetype og teknisk indretning af biogasproduktionen. Kilde: RED II.

Under danske forhold og fremme mod 2035 også i andre EU lande, vil der med stor sikkerhed være tale om lukket fermentat beholder, og en emissionsfaktor omkring -100 g CO₂eq/MJ for den del af bio-metanen, der hidrører fra gylle, vil være realistisk. Som det fremgår, er emissionsfaktoren fra brug af majs som energiafgrøde relativt høj – til sammenligning udleder afbrænding af metan fra naturgas 55 g CO₂eq/MJ.

Brug af bioaffald som råvare til biogasproduktionen giver ifølge RED II direktivet nedenstående emissionsfaktorer afhængigt af omstændighederne, se Tabel 2 på næste side.

System til biomethanproduktion	Teknologiske muligheder	Drivhusgasemissioner — typisk værdi (g CO ₂ eq/MJ)	Drivhusgasemissioner — standardværdi (g CO ₂ eq/MJ)
Biomethan fra bioaffald	Åbent fermentat, uden afgasforbrænding	51	71
	Åbent fermentat, med afgasforbrænding	36	50
	Lukket fermentat, uden afgasforbrænding	25	35
	Lukket fermentat, med afgasforbrænding	10	14

Tabel 2. Bio-metan emissionsfaktorer anført i RED II fra brug af bioaffald. Kilde: RED II.

Det er i dag, og med stor sandsynlighed også i 2035, muligt at købe bio-metan på certifikat med en emissionsfaktor bestemt af den anvendte type biomasse som råvare til biogasproduktionen. Som det fremgår, vil det rent emissionsmæssigt være attraktivt at købe certifikater, der alene har forudsat anvendelse af gylle. Men det er ikke realistisk, at et biogasanlæg kører på gylle alene, for økonomien i dette er ikke attraktiv nok. Det er derfor realistisk at antage en sammensat blanding af biomassetyper som råvare, inklusive halm og dybstrøelse. I dag sættes emissionsfaktoren for dybstrøelse til det samme som for gylle – det er uvist om det også vil være accepteret i 2035, for reelt er den formentlig knap så stor, negativt.

Ligesom ved brug af bioaffald er der en vis emission, når råvaren er halm, idet halm alternativt forudsættes at være nedpløjet, hvilket ville give en netto lagring af kulstof i jorden på langt sigt. Denne vil derfor tælles som undgået lagring, når halmen i stedet bruges til biogas, og emissionsfaktoren vil derfor ligge omkring de 14 g CO₂eq/MJ som for bioaffald.

Biogascertifikater kan i dag således ligge i hele intervallet fra -100 til +20 g CO₂eq/MJ afhængigt af omstændighederne. Det vil være rimeligt at regne med en størrelse omkring -30 g CO₂eq/MJ bio-metan som repræsentativ for en situation i 2035. Dette forudsætter, at der ikke anvendes majs eller andre energiafgrøder som råvare.

5.2 Emissionsfaktor for bio-metan inklusive lagring af biogas-CO₂'en

Mange producenter af biogas har desuden fokus på fangst og brug eller lagring af CO₂'en fra biogassen. I stedet for at opgradere biogassen og udlede den biogene CO₂, vil man i fremtiden fange den og anvende den til PtX brændstoffer (CCU) eller transportere den til lagring i undergrunden (CCS). I tilfælde af lagring vil man kunne tilskrive den pågældende fjernelse af biogen CO₂ som en væsentligt negativ udledning tilskrevet den tilbageværende bio-metan fra biogassen. I det tilfælde vil emissionsfaktoren kunne blive endnu mindre – eller endnu større negativt.

Bidraget til emissionsfaktoren fra fangst og lagring af biogas-CO₂'en kan kvantificeres som følger, her forudsat en fuldstændig fangst og lagring:

- Volumenforhold (lig med mol-forhold eller kulstofforhold) mellem CH₄ og CO₂ i biogassen er 60 % : 40 %
- Molvægt CH₄ er 16 og molvægt CO₂ er 44. Vægtforholdet med en 60/40 fordeling i biogassen er således 16*0,6 mod 44*0,4 = 9,6 : 17,6
- Hvis al CO₂ fanges og lagres udgør lagringen pr. g bio-metan således: 17,6/9,6 = 1,8 g CO₂-eq/g CH₄
- Nedre brændværdi af metan er 50 MJ/kg. Udtrykt pr. energienhed får vi således: 1,8 kg CO₂-eq/kg CH₄ = 1,8 kg CO₂-eq/50 MJ = 36,7 g CO₂-eq/MJ bio-metan

Hvis vi antager lidt tab i fangst og transport til lager – og runder lidt af ved samme lejlighed – så får vi et bidrag til emissionsfaktoren fra fangst og lagring af biogas-CO₂'en på ca. -30 g CO₂-eq/MJ.

Så hvis vi antager en gennemsnitlig emissionsfaktor for bio-metan uden CCS af biogas-CO₂'en på -30 g CO₂-eq/MJ, får vi med andre ord et dobbelt så højt negativt bidrag på i alt -60 g CO₂-eq/MJ, hvis vi indregner CCS på biogas-CO₂'en. At anvende bio-metan, med eller uden CCS på biogas-CO₂'en, vil således betyde meget for den samlede emissionsfaktor for både cement, stål og asfalt.

5.3 Potentialet for e-metan i fremtiden

En alternativ grøn metan er e-metan, som er metan fremstillet direkte ud fra CO₂ og brint. Brinten vil typisk være elektrolytisk brint fremstillet på baggrund af vindkraft eller solkraft (el fra solceller). Det første kommercielt tilgængelige anlæg til fremstilling af e-metan åbnede i Danmark på Glansager biogasanlæg nær Sønderborg den 2. november 2023, se nedenstående foto fra åbningen.



Figur 4. e-metan anlæg indviet på Glansager Biogasanlæg nær Sønderborg den 2. november 2023. Anlægget udgøres af tre metaniseringsreaktorer på hver 380 m³, der fremstiller metan ud fra CO₂ og brint

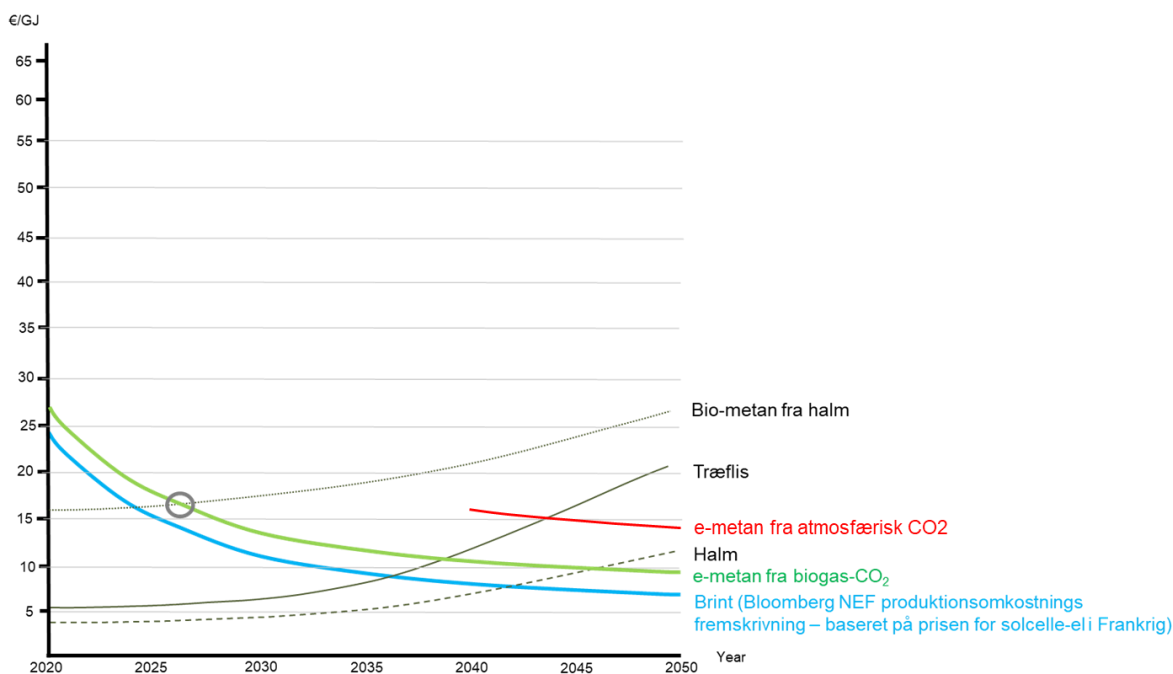
Teknologien til e-metan fremstilling er således i dag kommercielt tilgængelig og kan bestilles efter mål (ydelse) hos leverandøren, Biogasclean A/S, og flere andre leverandører af metaniseringsanlæg forventes på markedet om få år. Investeringsomkostningen er relativt beskeden i forhold til brintprisen, hvilket indebærer at e-metanen formentlig fremme mod 2035 kun vil være ca. 10-15 % dyrere end brinten. Fordelen ved e-metan i forhold til brint er dels, at e-metanen lagres på gasnettet og dermed kan bruges på et andet sted til en anden tid end produktionen, dels at metan for mange virksomheder inklusive cement er et mere attraktivt brændsel.

E-metan vil de første år være dyrere end bio-metan, men det forventes at ændre sig inden for relativt få år, og omkring 2035 forventes e-metan at være prismæssigt konkurrencedygtig med bio-metan, måske endda billigere. Det skyldes, at elektrolyse og brintproduktion forventes at falde i pris dels pga fremtidig udvikling og billiggørelse af elektrolyseanlæg og storskaladrift af elektrolyse, dels pga forventet faldende pris for el fra især solceller og til dels også vindkraft. I modsætning hertil forventes prisen for bio-metan at stige lidt, idet den fremtidige store ressource for biogas er halm, og prisen for halm vil være stigende pga øget efterspørgsel efter biomasse generelt.

Analyseinstitutionen BloombergNEF har fremskrevet udviklingen for omkostningen til fremstilling af brint frem mod 2050, se nedenstående graf. Omkostningen er baseret på solcelle-el i Frankrig. Der vurderes ikke at være den store forskel til omkostningen til brintfremstilling i Danmark – solindstrålingen er mindre i Danmark, men til gengæld vil man flere steder i Danmark kunne have en lille ekstraindkomst fra salg af fjernvarme fra procesvarme fra elektrolyse.

Som det fremgår, indebærer det, at omkostningen til fremstilling af e-metan med den her forudsatte udvikling i brintprisen kan forventes at blive mindre end fremstillingsomkostningen for bio-metan inden for få år. Omkostningen for e-metan, vist i grafens grønne kurve, forudsætter, at CO₂ til fremstillingen er gratis, dvs. den kommer fra biogassens CO₂-indhold. Men selv hvis CO₂'en først skal fanges i en punktkilde som fx røggas eller direkte fra atmosfæren, forventes det efter nogle år at kunne blive billigere at fremstille end bio-metan. Den røde kurve i grafen nedenfor forudsætter en omkostning på 100 EUR/ton CO₂ til 'direct air capture', DAC af CO₂, hvilket er branchens egen vurdering af omkostningen til DAC efter 2040.

BloombergNEFs fremskrivning er fra 2022, og faldet i omkostningen ved brintfremstilling er ikke gået helt så hurtigt som forudset af BloombergNEF, men det vurderes, at tendensen er rigtig, og at faldet kommer med tiden, blot forsinket i forhold til det viste.



Figur 5. Fremskrivning af omkostningen ved fremstilling af bio-metan og e-metan baseret på BloombergNEFs fremskrivning af omkostningen ved brintfremstilling. Omkostningen ved fremstilling af bio-metan fra halm er fra EA Energianalyse: Scenarieanalyse - Scenarier for husdyrøgning og biogasproduktion i Danmark, 2022

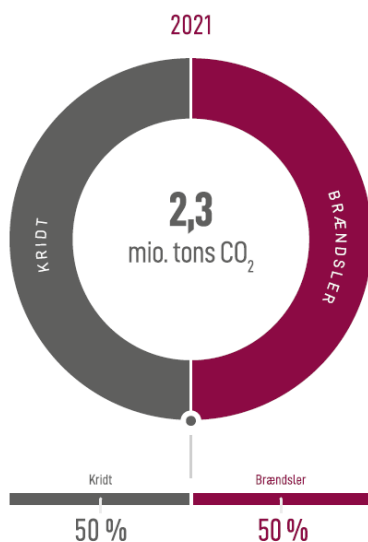
6. Cement

Som før nævnt har flere cementfabrikker i verden planer om carbon capture og lagring samt andre tiltag for at reducere deres CO₂ udledning pr. ton cement. Dette inkluderer også vores hjemlige cementfabrik Aalborg Portland i Ålborg.

Som eksempel på, hvad der kan opnås ved at indgå aftale om cementleverance fra et konkret værk, vises her status og planer/muligheder for Aalborg Portland. Heri ligger ingen konkret anbefaling af at anvende denne leverandør, pointen er blot at vise mulighederne for et konkret værk.

6.1 Aalborg Portlands nuværende udledning

Udledningen af drivhusgasser fra cementproduktion kommer overordnet fra to forskellige kilder: CO₂ fra processen (hvor CO₂ fra kridtet frigives) og CO₂ fra de anvendte brændsler. Figur 6 nedenfor viser, hvordan udledninger fordeler sig på disse kilder (i 2021).



Figur 6. Drivhusgasudledningen fra Aalborg Portland 2021 fordelt på udledning fra kridt og fra brændsler.
Kilde: Aalborg Portland, ESG rapport 2023

Den i Figur 6 viste udledning fra fabrikken er den såkaldte Scope 1 udledning, dvs. udledningen fra fabrikken egen matrikel. Når udledningen skal udtrykkes i et livscyklusperspektiv pr. ton cement, skal også opstrøms- og nedstrøms udledninger inkluderes, dvs. de udledninger, der kommer fra tilvejebringelsen af brændsler, el, råvarer og andet – de såkaldte Scope 2 og 3, se Figur 2 i tidligere afsnit. Aalborg Portland har i deres seneste ESG rapport beregnet disse, se Tabel 3 på næste side.

Environment	UNIT	2023	2022	2021
GHG emissions				
Scope 1 GHG emissions	TONNES	1,707,237	1,981,749	2,250,631
Scope 1 GHG emissions intensity	KG PER TCE	782	868	923
Scope 2 GHG emissions	TONNES	50,708	59,888	63,096
Scope 3 GHG emissions	TONNES	446,839	828,087	605,155

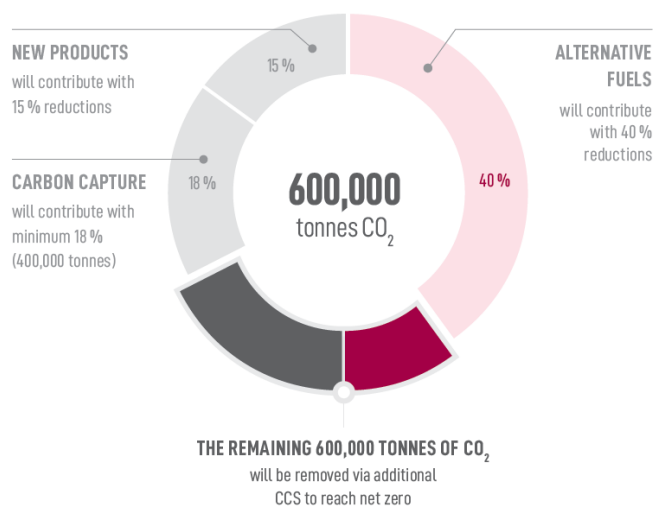
Tabel 3. Scope 1, 2 og 3 udledninger fra cementproduktionen hos Aalborg Portland. Kilde: Aalborg Portland, ESG rapport 2023

Som det fremgår, har Aalborg Portland gennem de tre viste år implementeret væsentlige reduktioner af CO₂ udledningerne allerede, og Scope 1 emissionsfaktoren har udviklet sig fra 923 kg CO₂eq/ton cement i 2021 til 782 kg CO₂eq/ton i 2023. Den samlede emissionsfaktor inkl. Scope 2 og 3 udgjorde i 2023 ca. 1010 kg CO₂eq/ton cement – eller 1 ton/ton i runde tal. Det ses, at Scope 1 emissionerne de største, men Scope

2 og især 3 er ikke helt uvæsentlige. Dog er Scope 3 emissionen faldet det seneste år, og den forventes at falde yderligere, se efterfølgende afsnit.

6.2 Aktuelle planer for reduktion af udledningerne

Aalborg Portland plan for yderligere reduktion af udledningen inden 2030 omfatter dels omlægning til andre brændsler, væk fra kul/koks mod naturgas og forskellige biobrændsler og biogas. Det forventes at føre til en 40 % reduktion i forhold til i dag. Gasledning til fabrikken er aktuelt etableret. Dels forventes en innovation på produksiden, herunder alternativer til at bruge klinker som bindemiddel, som forventes at kunne føre til en 15 % reduktion. Endelig er det for noget tid siden besluttet at fange 400.000 tons CO₂/år og lagre dette i undergrunden, hvilket under forudsætning af at CO₂ fangsten lykkes ville afføde yderlige 18 % reduktion og efterlade en samlet restemission på ca. 600.000 tons CO₂/år. Men for helt nyligt har virksomheden besluttet at undersøge muligheden for fuld udbygning af kulstoffangsten for om muligt efterfølgende at kunne opnå netto nuludledning. Figur 7 illustrerer disse muligheder.



Figur 7. Aalborg Portlands plan for at opnå netto nuludledning af drivhusgas i 2030. Kilde: Aalborg Portland, ESG rapport 2023

'Fuld' CO₂ fangst indebærer ikke 100 % fangst, idet der forudsættes et slip på ca. 5 % af CO₂'en i røggassen. Endvidere forudsættes, at CO₂ fangsten kører 98 % af ovnens driftstid, således at der samlet set fanges ca. 93 % af den CO₂, der udledes med røggassen. Baseret på virksomhedens scenarie for brændselsoptimering (Scenarie I) har jeg regnet på en række forskellige tiltag/scenarier, der kan realisere målet om netto nuludledning. De er vist i Tabel 4.

	Brændsels optimering	Brændsels optimering netto approach	CCS fossil	CCS Masse-balance	Fuld CCS fossil + bio
Scenarie	I	II	III	IV	V
Brændsel	132	48	9	0	-155
Proces	410	410	28	0	28
Upstream	39	39	43	43	43
Total	581	497	80	43	-84

Tabel 4. Forskellige tiltag/scenarier for samlet at opnå netto nulemission fra Aalborg Portland cement produktion. Data i kg CO₂eq/ton cement. Scenarierne er beskrevet i brødteksten nedenfor

Scenarie I inkluderer en yderligere omlægning til klimavenlige brændsler, hvor kul/koks er næsten helt udfaset. Brændselsmikset er her forudsat at være: Kul/koks 5 %, naturgas 15 %, RDF 37,5 %, Biogas 10 %, biomasse (MBM) 5,6 %, biomasse (nøddeskaller) 22 %, biomasse (træpiller) 4,9 %.

Scenarie II er en variant med en anden regnemetode for affalds-baseret brændsel, der anvendes andre steder i EU, nemlig et 'polluters pay' princip om, at udledningen fra et affaldsbaseret brændsel (kaldet RDF) tilskrives den, der producerer dette affald. Da RDF udgør er en væsentlig del af brændslet afføder dette en væsentlig reduktion – men det er som sagt rent regneteknisk.

Scenarie III forudsætter 'fuld' CO₂ fangst, men kun den fossile del af CO₂'en regnes som lagret. Der regnes således ikke med gevinsten ved at lagre biogen CO₂, hvilket i praksis reelt fører til en netto fjernelse fra atmosfæren. Så selv om den biogene CO₂ reelt lagres, regnes den i denne regnemodel således ikke for fjernet.

Scenarie IV omfatter et såkaldt massebalance princip, hvor CO₂ fangsten kan tilskrives en bestemt andel af cementen, der således kan opnå nulemission, mens den resterende andel af cementen således tilskrives en højere emission. Dette princip anvendes også andre steder.

Scenarie V bygger videre på Scenarie III, men tilskriver det negative bidrag fra lagring af den biogene CO₂, der svarer den andel, den udgør i røggassen. Da denne lagring således regnes netto fjernet, giver det et betydeligt negativt bidrag, der mere end opvejer Scope 2 og 3 emissionerne (i tabellen samlet kaldet 'upstream'), og den samlede emissionsfaktor kan i dette scenarie regnes til at være -84 kg CO₂eq/ton cement.

Det vurderes at være det fagligt rigtige at indregne det negative bidrag fra lagringen af biogen CO₂. At sætte emissionsfaktoren for biogen CO₂ til nul, når den udledes, men efterfølgende ikke indregne den som negativ udledning, når den i stedet fanges og lagres, er inkonsistent og fagligt ukorrekt. Scenarie V vurderes således at være reelt opnåeligt.

6.3 Yderligere muligheder for negativ emissionsfaktor for cement

I forhold til de her viste tiltag/scenarier findes der er række muligheder for at nedbringe emissionsfaktoren yderligere, dvs. opnå en endnu større negativ udledning – svarende til større netto optag fra atmosfæren samlet set i et livscyklusperspektiv.

De hidtil viste scenarier indeholder som beskrevet på forrige side både kul og naturgas. Begge disse brændsler kunne erstattes med bio-metan eller e-metan. Som beskrevet i afsnit 5 om klimavenlig gas vil det afføde en væsentlig negativ udledning i et livscyklusperspektiv. Visse regneregler sætter også CO₂-udledning fra biogas/bio-metan til nul, men det er fagligt forkert og respekterer ikke princippet om additionalitet, jfr. også det her i notatet citerede RED II direktiv. Tabel 5 nedenfor viser de her inkluderede yderligere tiltag/muligheder for at reducere emissionsfaktoren fra cement.

	Fuld CCS + fuld biogas m. nul-emission	Fuld CCS + fuld biogas m. negativ emission	Fuld CCS + fuld biogas inkl. biogas-CO ₂ CCS	Som scenarie VIII inklusive estimeret re-absorption af CO ₂ i betonens levetid	Som scenarie IX inklusive yderligere CO ₂ optag ved behandling og sekundær brug af betonen som aggregates
Scenarie	VI	VII	VIII	IX	X
Brændsel	-186	-186	-186	-186	- 186
Proces	28	28	28	-66	-320
Upstream	43	16	-12	-12	-12
Total	-115	-142	-170	-264	-518

Tabel 5. Yderligere muligheder for at reducere emissionsfaktoren for cement – med udgangspunkt i egne beregninger for de i Tabel 5 viste scenarier for Aalborg Portland. Data i kg CO₂eq/ton cement. Scenarierne er beskrevet i brødteksten nedenfor

Scenarie VI viser emissionsfaktoren for cement, hvis al naturgas i brændselsmikset omlægges til bio-metan, men bio-metans emissionsfaktor sættes til nul. Dette scenarie er som nævnt fagligt ukorrekt, men medtaget fordi der i nogen sammenhænge stadig regnes på den måde. Det resulterer som vist i en emissionsfaktor på -115 kg CO₂eq/ton cement.

Scenarie VII viser emissionsfaktoren for cement, når bio-metans emissionsfaktor sættes til -30 g CO₂eq/MJ bio-metan, som den med rimelighed kan antages at være som gennemsnit for danske biogasanlæg uden brug af energiafgrøder. Da den aktuelle negative emission finder sted før cementproduktionen, er den fratrukket i tabellens række for 'upstream' emission. Det resulterer som vist i en emissionsfaktor på -142 kg CO₂eq/ton cement.

Scenarie VIII viser emissionsfaktoren for cement, når bio-metans emissionsfaktor sættes til -60 g CO₂eq/MJ bio-metan, som den i afsnit 5 om klimavenlig gas er vist at være, hvis biogas-CO₂'en fanges og lagres i forbindelse med produktionen af bio-metanen. Det resulterer som vist i en emissionsfaktor på -170 kg CO₂eq/ton cement.

Endvidere er vist et scenarie IX, hvor det er indregnet, at beton over mange år genoptager en vis mængde CO₂ fra atmosfæren. Den CO₂, der er frigivet fra kridtet for at producere calciummilten i klinkeren, kan i et vist omfang genoptages, fordi calciumhydroxid'en i betonen har en vis reaktivitet og kan binde CO₂. Det kræver, at CO₂'en kan penetrere gennem betonens overflade, men over lang tid sker det til en vis grad. En antagelse om omkring 23 % re-absorption vil ifølge Svenska Miljöinstitutet, IVL være rimelig set over en bros forventede levetid (IVL, 2021 – se <https://www.ivl.se/projekt/co2-concrete-uptake/calculation/calculation-of-co2-uptake.html>). I scenarie IX er denne re-absorption lagt ind, konkret i tabellens række for procesemission, da det er den her udledte CO₂, der re-absorberes. Som vist i Tabel 5

udgør procesemissionen 410 kg CO₂/ton cement, og 23 % heraf udgør 94 kg CO₂/ton cement, der fratrækkes proces-emissionen på de 28 kg CO₂/ton cement fra Scenarie VIII. Det resulterer som vist i en emissionsfaktor på -264 kg CO₂eq/ton cement. Det er sandsynligt, at re-absorptionen er anderledes for en tunnel, så dette scenarie skal afgrænses til at gælde for en bro.

Endelig er et scenarie X inkluderet, hvor det antages, at betonen efter nedrivning anvendes som såkaldt aggregat, dvs. som erstatning af grus/sten/stabilgrus i vejbyggeri eller i ny beton. I ovennævnte kilde fra IVL vurderes det, at et stort yderligere CO₂ optag kan sikres ved en målrettet fremstilling og håndtering af aggregat, hvor der sikres en høj overflade og eksponering til luft. IVL estimerer, at et yderligere optag på 62 % af procesemissionen fra klinkerfremstilling kan opnås i dette tilfælde, således at den samlede re-absorption når op på 85 % af procesemissionen fra klinkerfremstillingen, svarende til $410 \cdot 0,85 = 348$ kg CO₂eq/ton cement Denne re-absorption er fratrukket proces-emissionen på de 28 kg CO₂eq/ton cement i scenarie X i Tabel 5, og emissionsfaktoren i dette scenarie ender således med at være -518 kg CO₂eq/ton cement.

I disse scenarier er fortsat antaget et lille forbrug af kul/koks på 5 % af brændslet, som også kunne erstattes af bio-metan.

7. Stål

Ligesom for cementfremstilling kan decarbonisering af stålproduktionen både ske via brug af renere teknologi og mindre CO₂-udledende brændsel og via fangst og lagring af CO₂.

7.1 Renere teknologi og renere brændsel

Konvertering fra brændsel til elektricitet er en oplagt vej at gå, og den elektriske ovn, Electric Arc Furnace (EAF) er derfor også en oplagt fremstillingsvej, som mange værker vil konvertere til. Men EAF kan kun anvendes til at selve smeltningen og anvendes i dag derfor overvejende ved omsmelting af stål-/jernskrot. Men mængden er skrot er begrænset, og under et princip om additionalitet kan det ikke antages, at en efterspørgsel efter stål vil resultere i en øget anvendelse af skrot i en EAF. Derfor antages i LCA sammenhæng også, at den pågældende mængde stål fuldt ud stammer fra ny malm. Det afgørende ved brug af ny malm er, at malmen skal reduceres, dvs. ilten i malmen skal fjernes. Det er hidtil overvejende sket i en ovn ved brug af kul, hvor ilten fjernes som kuldioxid, CO₂.

Malmen kan også reduceres i en særskilt proces ved en såkaldt Direct Reduced Iron, DRI proces, som efterfølges af den elektriske ovn, EAF. Ved den kombination anvendes globalt set overvejende naturgas til DRI processen, og efterfulgt af en EAF med brug af grøn elektricitet er det en oplagt måde at reducere CO₂ udledningen på, der også stiles efter mange steder. Den kombination anvendes fremover ved ArcelorMittals store stålværk i Hamborg. De videre perspektiver for at reducere emissionsfaktoren fra stål vurderes at være størst ved den fremstillingsvej, og det er den, der fokuseres på i det videre.

De væsentligste muligheder for at reducere CO₂-udledningen via renere teknologi og rene brændsel udgør:

- Effektivisering generelt. Men det vurderes ikke at kunne bidrage til meget stor reduktion af udledningen
- Konvertering til DRI-EAF
- Konvertering til naturgas til DRI efterfulgt af EAF
- Konvertering til brint og DRI-EAF
- Brug af biogas/bio-metan til DRI efterfulgt af EAF

Ligesom for cementfremstilling vil brugen af biogas/bio-metan medføre den mindste emissionsfaktor i den tidsperiode, vi her ser på. På længere sigt vil brugen af brint være den mest klimavenlige løsning.

Worrel et al. (2007) giver en oversigt over den bedste teknologi til stålfremstilling, herunder DRI-EAF kombinationen. Tabel 7 og 8 viser, hvilket energiforbrug der estimeres til DRI hhv. EAF processen i denne fremstillingsvej.

Kilde til energi forbrug	Specifikt energiforbrug (GJ/ton stål)
Brændsel	17,5
Damp	-0,2
Elektricitet	1,0
Ilt	0,3
Endeligt energiforbrug	18,6
Primær energi forbrug	20,6

Tabel 7. Energinøgletal for bedste teknologi til DRI i DRI-EAF produktionsvejen, Worrel et al. (2007). Endeligt energiforbrug er summen af energiforbruget fra de enkelte kilder. Primær energi forbrug inkluderer opstrøms-/livscyklus-energiforbruget til fremstilling af den enkelte elementer, fx fremstilling af elektriciteten

Kilde til energi forbrug	Specifikt energiforbrug (GJ/ton stål)
Brændsel	2,2
Elektricitet	1,8
Ilt	0,3
Endeligt energiforbrug	4,3
Primær energi forbrug	8,0

Tabel 8. Energinøgletal for bedste teknologi til EAF i DRI-EAF produktionsvejen, Worrel et al. (2007). Endeligt energiforbrug er summen af energiforbruget fra de enkelte kilder. Primær energi forbrug inkluderer opstrøms-/livscyklus-energiforbruget til fremstilling af den enkelte elementer, fx fremstilling af elektriciteten

I runde tal medgår således et brændselsforbrug på ca. 20 GJ/ton stål til DRI-EAF produktionsvejen. På basis af data for især brændselsforbrug i tabel 7 og 8 kan gode estimater for opnåelige emissionsfaktorer beregnes.

7.2 CO₂ fangst i stålfremstilling

Et par stålværker fanger allerede CO₂ fra produktionen og flere er undervejs med planer om at gøre det samme. Tabel 9 viser en oversigt fra Global CCS Institute og World Steel Association.

Navn på stålværk	Kategori	Drift status	Land	I drift fra år	Bemærkning
ADNOC Al-Reyadah	Kommerciel CCS facilitet	I drift	UAE	2016	800.000 t/år. CO2 anvendes til Enhanced Oil Recovery, EOR. Værket er et DRI værk med en 90% koncentreret emission, så carbon capture er ikke nødvendigt, men emission kan komprimeres og dehydreres direkte uden en carbon capture enhed. Tilsvarende DRI værk findes i Venezuela med næsten 100 % CO2 emission, men denne udledes aktuelt stadig til atmosfæren
Ternium DRI facility	Kommerciel CCU facilitet	I drift	Mexico	??	
Arcelor/Mittal Texas	Kommerciel CCS facilitet	Tidlig udvikling	USA	Under vurdering	
Arcelor/Mittal Ghent	Kommerciel CCU facilitet	I drift	Belgien	2022	Omkring 65.000 tons/år, når det opnår fuld drift (vil da producere 80.000.000 L ethanol/år fra CO2'en)
Batou Steel	Kommerciel CCS facilitet	Under konstruktion	Kina	Under vurdering	2 Mt/år til CCUS. Initial fase 500.000 t/år
Nucot Steel, DRI	Kommerciel CCS facilitet	Tidlig udvikling	USA	2026	800.000 t/år til CCS
Carbon2Chem	Kommerciel CCU facilitet	Pilot skala drift	Tyskland	2025	ThyssenKrupp anlæg, testet i pilot skala siden 2018 – sigter efter produktion af ammoniak og methanol fra CO2'en
ArcelorMittal	Plan				I samarbejde med Northern Lights konsortium. Sigter efter al franks og belgisk stål-CO2 fanget og sendt til CCS i Norge. Demo-enhed planlægges i Dunkirk
Tata Steel	Kommercielt anlæg	ukendt	Indien		På Jamshedpur Works i Indien. Har købt et CCS anlæg til fangst af 5 t/dag direkte fra 'blast furnace gas'

Tabel 9. Oversigt over stålværkers planer for CO2 fangst forskellige steder i verden. Kilde Global CCS Institute, 2024 (<https://co2re.co/FacilityData>) samt World Steel association, 2024 (<https://worldsteel.org/publications/fact-sheets/>)

Som det fremgår, er flere værker i gang eller på vej med CO2 fangst i stor skala, og det er realistisk at forudsætte, at der kan laves aftale om stålleverance fra et værk med CO2-fangst i 2035.

7.3 Scenarier for emissionsfaktoren fra stål

I det følgende præsenteres scenarier stålfremstilling med estimater for CO2 emissionsfaktoren. Estimaterne har størst fokus på effekten brændselsvalg og CO2-fangst, og øvrige op- og nedstrøms-effekter vurderes at betyde relativt lidt, formentlig max 5-10 %. Det forudsættes, at el-forbruget til EAF og andre el-forbrugende processen kan tilvejebringes med meget lav emissionsfaktor, fx via køb på såkaldt power-purchase-agreement, PPA.

Tabel 10 viser de beregnede emissionsfaktorer i de valgte scenarier.

Scenarie I	Scenarie II	Scenarie III	Scenarie IV
Naturgas – ingen CCS	CCS – massebalance	Fuld CCS + bio-metan	Fuld CCS + bio-metan + biogas-CO2 CCS
1.500 kg CO2eq./ton	≈ 0 kg CO2eq./ton	-450 kg CO2eq/ton	-1.000 kg CO2eq/ton

Tabel 10. Estimerede emissionsfaktorer for udvalgte scenarier for stålfremstilling

Scenarie I: Naturgas. Det førnævnte samlede brændselsforbrug på ca. 20 GJ/ton stål regnes som naturgas. Naturgassen regnes lidt groft som ren metan, og det svarer til 0,35 ton metan/ton stål. Med en emissionsfaktor fra afbrænding af metanen på 2,75 ton CO2eq/ton metan svarer dette til 0,96 ton CO2eq/ton stål. Såfremt vi indregner en metan-emission svarende til op mod 50 % drivhusgasbelastning fra udvinding og transmission af gassen (worst case) fås dermed en emissionsfaktor på omkring 1.440 kg CO2eq./ton stål. Hertil lægges lidt for el-forbrug med mere svarende til en emissionsfaktor på ca. 1.500 kg CO2-eq./ton stål. Tabet fra udvinding og transmission kan være væsentligt mindre, hvis det er fx Nordsøgas, men spørgsmålet er, hvilken gas der skal antages i en additionalitetsbetragtning. Summa summarum er det ikke meget forkert at antage 1.500 kg CO2eq./ton stål i dette scenarie.

Scenarie II: CCS og massebalance princip. Som for cement kan også stålindustrien sælge stål, hvor emissionen er beregnet ud fra et massebalance princip. Dvs., at en given tonnage kan leveres med et lille eller intet CO₂-aftryk, mens resten af produktionen herefter bærer hele emissionen. Via dette princip kan formentlig også kompenseres for den mindre emission opstrøms og nedstrøms, således at den samlede emissionsfaktor er nul.

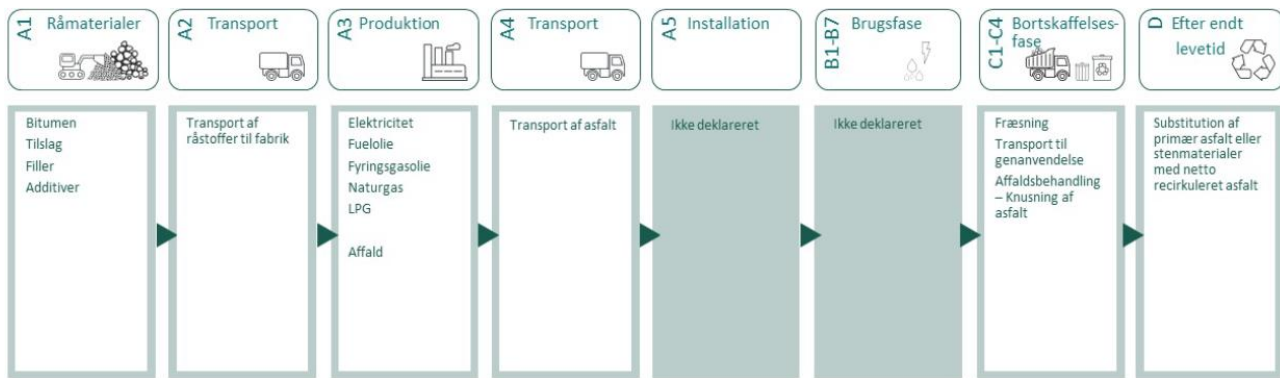
Scenarie III: 'Fuld' CCS samtidig med, at al gas antages at være bio-metan med emissionsfaktor -30 g CO₂eq./MJ metan, jfr. beskrivelsen under afsnittet for klimavenlig gas. Med et metan-forbrug på ca. 20 GJ/ton stål giver dette en emission på -600 kg CO₂eq/ton stål. Men som for cement-produktionen antages kun 95 % af dette fanget og ligeledes, at CO₂ fangsten kun kører 98 % af driftstiden for stålovenen, således at der undslipper 7 % af de 1.500 kg CO₂eq/ton stål fra Scenarie I, svarende til 100 kg CO₂eq/ton i runde tal, hvilket vil resultere i en emission på -500 kg CO₂eq/ton. Hertil lægges som før lidt til for el-forbrug med mere, og scenariet ender med ca. -450 kg CO₂eq/ton i runde tal.

Scenarie IV: 'Fuld' CCS samtidig med, at al gas antages at være bio-metan med emissionsfaktor -60 g CO₂eq./MJ metan, jfr. beskrivelsen under afsnittet for cement. Analogt til ovenstående regnestykke ender dette scenarie med ca. -1.000 kg CO₂eq/ton stål i runde tal.

Et scenarie med brug af brint til DRI processen vil formentlig resultere i en beskeden, men positiv, emissionsfaktor lidt større end nul, idet elektricitet til både proces og brintfremstilling kommer med et mindre CO₂eq-bidrag.

8. Asfalt, jord, grus og sand

Asfalt udgør en mindre vægtandel af den faste forbindelse i forhold til cement og stål, og emissionsfaktoren er desuden væsentligt mindre. Ifølge en Miljøvaredeklaration fra Asfaltindustrien, deklarations nummer NEPD-4091-3116-DK, er den samlede emission over asfaltens levetid i vejanlægget på ca. 23 kg CO₂eq/ton asfalt for en asfalt af typen GAB 0 type 16. Beregningen inkluderer, at asfalten genanvendes, når der efter endt levetid lægges ny asfalt. Uden denne genanvendelse ville emissionsfaktoren være ca. 50 kg CO₂eq/ton asfalt. Tabel 11 viser et overblik over bidragene til emissions i livsforløbet for asfaltfremstillingen. Det ses, at denne emission pr. ton er omkring 10 gange mindre end for Scenarie I for cement og 30 gange mindre end Scenarie I for stål.



Indicator		Unit	A1	A2	A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	8,84E+00	6,72E+00	2,60E+01	8,34E+00	0	0	0	0	-2,69E+01
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	8,80E+00	6,71E+00	2,59E+01	8,33E+00	0	0	0	0	-2,69E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	2,95E-02	4,42E-04	7,27E-02	0,00E+00	0	0	0	0	0,00E+00
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	4,18E-03	1,66E-03	3,73E-03	2,92E-03	0	0	0	0	-2,14E-02

Tabel 11. Miljøvaredeklaration, EPD for asfalt af typen GAB 0 type 16, Kilde: Asfaltindustrien, deklarations nummer NEPD-4091-3116-DK

Af tabellen kan beregnes, at emissionen fra råmaterialerne udgør 18 %, transport af råmaterialer 13 %, produktionen 52 % og transport af asfaltproduktet 17 % af udledningerne til og med fremstilling af vejbelægningen, men produktionens del på de 52 % antages godskrevet igen 'end-of-life' på grund af genanvendelsen af asfalten.

8.1 Veje til reduktion af emissionsfaktoren for asfalt

Bitumen-indholdet i asfalt er i dag baseret på fossile ressourcer, konkret sideprodukter fra olieraffinerer. Men den fossile CO₂ udledning fra selve bitumenproduktet er ikke stort, idet produktet forbliver i teknosfæren gennem hele vejens levetid og genanvendes efter endt levetid. Udledningerne fra asfalt hidrører således altovervejende fra brændsler, el og transport processer gennem forsyningskæden for fremstilling af asfalten.

En stor del af udledningen fra råmaterialefremstillingen, A1 stammer i dag fra udvinding og findeling af granit i Norge. Det foregår, så vidt jeg er informeret, med brug af fossile brændstoffer og kan formentlig lægges om til brug af grøn elektricitet. Transportens udledning, både A2 og A4 hidrører fra fossile brændstoffer, som kan lægges om til el, flydende bio-metan eller lignende. Den største udledning – fra produktionsprocessen – stammer fra brugen af forskellige brændsler, som i dag alle er fossile. De kunne alle lægges om til bio-metan eller el, og det ville bringe emissionsfaktoren for asfalt tæt på nul eller mindre end nul, hvis vi antager bio-metan til alle brændsler.

Endelig forskes der aktuelt meget i at fremstille bitumen til asfalten ud fra biologisk materiale som fx lignin. Da bitumen-delen lagres i vejen gennem hele dens levetid, og da den efter endt levetid vil blive genanvendt, vil dette betyde et stort negativt bidrag. Lignin er i dag et sideprodukt fra mange biomassekonverteringsprocesser, der ikke er så nemt at genanvende, og en ny efterspørgsel efter dette vurderes at sikre additionalitet. Fx indeholder den i dag store uudnyttede halmressource store mængder lignin – ca. 20 % af halmen udgøres af lignin.

Bitumen består altovervejende af højmolekylære kulbrinter, dvs. den støkiometriske formel er lange kæder af -CH₂- forbindelser. Molforholdet mellem CH₂ og CO₂ er 14:44, dvs. at der lagres en CO₂ mængde på ca.

$44/14 = 3,14$ kg CO₂eq/kg bitumen. Der indgår ca. 5 % bitumen i asfalten, og den lagrede CO₂ fra bitumen-delen udgør således $-3.140 \text{ kg} * 0,05 = -157$ kg CO₂eq/ton asfalt. Holdt op imod den ovenfor viste emissionsfaktor på ca. 23 kg CO₂eq/ton asfalt illustrerer dette, at også asfalt vil kunne leveres med negativ emissionsfaktor, såfremt råmaterialet er af biogen oprindelse, især såfremt brændsler og el i 2035 også antages at være klimavenlige. I runde tal kan antages en emissionsfaktor omkring 2035 på -150 kg CO₂eq/ton asfalt, måske endda -200 kg CO₂eq/ton asfalt under forudsætning af grøn el, grønne brændsler som fx bio-metan og råmateriale til bitumen i form af lignin fra halm.

8.2 Jord, grus og sand

Udover asfalt medgår grus, sand og bundsikringsmateriale i fremstilling af vejen. Emissionsfaktoren fra grusgravning i dag vides at være ret beskeden, jfr. også Tabel 12 nedenfor. Som tabellen viser, udgør den samlede emission fra grus og bundsikringsmateriale kun omkring 20 % af emissionen fra asfalten ifølge en beregningsmodel udviklet på Ålborg Universitet. Transport af jord ifbm. gravearbejdet og etablering af vejføringslinjen udgør et emissionsbidrag af samme størrelsesorden som asfalten ifølge denne beregningsmodel, men det hidrører fra fossilt brændstof til transportarbejdet, og dette bidrag vil stort set kunne elimineres ved valg af grønne transportmidler i 2035. Samlet set vurderes klimabidraget fra grus og bundsikringsmateriale endvidere at være meget beskedent i det samlede billede.

Beskrivelse	Materiale	Mængde	Enhed	kg CO ₂ pr. enhed	CO ₂ -emission (ton CO ₂)
Jordtransport i linjen	Jordtransport	15.897.971	Ton	2,4	38.076
Jordtransport for tilført jord	Jordtransport	12.564.551	Ton	4,9	61.503
Bundsikring	Bundsikringsmateriale	3.297.437	Ton	4,9	16.141
Stabilgrus	Stabilgrus	1.210.690	Ton	4,9	5.926
Vejbelægning	Asfalt	1.877.996	Ton	58,9	110.605

Tabel 12. Klimabidrag fra jordarbejde, bundsikring, stabilgrus og asfalt pr. 81,4 km motorvej ifølge en beregningsmodel udviklet af Ålborg Universitet (Ærboe Christiansen og Vincent F Pedersen, Vejdirektoratet: CO₂-emissioner ved anlæg af veje. Fra Trafikdage på Ålborg Universitet, 2020 – ISBN 1603-9696, <https://journals.aau.dk/index.php/td/index>)

Sammenlignes den i Tabel viste emissionsfaktor for asfalt med den førnævnte i afsnit 8.1, ses det, at faktoren i tabel 12 ikke indeholder godskrivningen fra genanvendelsen af asfalten efter 'end-of-life', men at de to anførte asfalt-emissionsfaktorer med denne bemærkning stemmer rimeligt godt overens.

9. Opsummering og ekstrapolering til den samlede faste forbindelse

De samlede klimapåvirkning fra en fast forbindelse skal findes ud fra en livscyklusvurdering af et samlet system som vist i Figur 1.

Samlet set vurderes en fast forbindelse mellem Als og Fyn at kunne etableres med negativ udledning – eller med andre ord: under de rette vilkår kan en fast forbindelse mellem Als og Fyn etableres på en måde, der sikrer netto optag af CO₂ fra atmosfæren. Denne vurdering bygger følgende erkendelser:

- ❑ Den i dag aktuelle klimabelastning fra fremstilling af især cement og stål, men også asfalt og jord/grus/sten, udgør langt hovedparten af klimabelastningen af bygningen af en bro, tunnel og vej – vurderet til langt over 90 %.

- ❑ En beregning viser fx, at transporten af cement fra Ålborg til Bøjden vil udlede klimagasser svarende til langt under 1 % af cementen klimabelastning i dag, og det samme vurderes at være gældende for transport af stål fra fx Hamborg til Bøjden. Også transportarbejdet kan i 2035 ske med grønne løsninger pr. skib eller lastbil.
- ❑ Selve fremstillingsprocesserne til en bro, tunnel og vej er ikke klimatunge processer. Beton fremstilles ved at blande cementen med grus og vand og beton-elementerne ilægges stålarmering, formentlig manuelt. En betonblandeproces er meget lidt energikrævende, og elektriciteten til blandeprocessen kan indkøbes som vindkraft eller solkraft via Power Purchase Agreements, PPA. Fremstillingsprocessernes klimapåvirkning vurderes således at være negligibel sammenlignet med materialefremstillingen, som den er i dag.
- ❑ Cement, stål og asfalt kan fremstilles med store, negative drivhusgasudledninger, som vist i afsnittene for disse materialer – så store, at de negative udledninger fra materialerne langt overgår eventuelle drivhusgasudledninger fra transport af fremstilling af de færdige anlægsarbejder.
- ❑ Endelig kan yderligere CO₂-reduktion for den samlede forbindelse muligvis komme på tale, såfremt det samlede projekt vil indebære ændringer i arealforbrug, formentlig i retning af mere skov/vegetation på visse arealer. Dette vil i givet fald også have en CO₂-lagrende effekt, og den er ikke indregnet her.

Som nævnt i tidligere afsnit er forudsætningen for at opnå de negative udledninger fra materialerne, at der er villighed til at betale den merpris, de klimavenlige materialer koster.

I 2030 kan naturgas købes til ca. 2,2 kr./m³ ifølge Energistyrelsens Beregningsforudsætninger (<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/samfundsøkonomiske-analysemetoder>) svarende til ca. 2,0 kr./m³ metan. Bio-metan fra opgraderet biogas kan i dag fremstilles og tilføres gasnettet til omkring 4,8 kr./m³ ifølge den seneste tekno-økonomiske analyse af samfundsøkonomien ved biogas lavet af EA Energianalyse for Greenpeace (<https://www.greenpeace.org/denmark/udgivelse/klimaforandringer/scenarier-for-husdyrgoedning-og-biogasproduktion-i-danmark/>) og støtten til biogas er omkring 5 kr./m³ metan. Støttet biogas sælges således i dag til omkring denne pris, men størstedelen af dansk biogas sælges i dag som ustøttet biogas til en væsentligt højere pris på op mod 10 kr./m³ metan eller mere. Det er klart, at den aktuelle villighed til at betale merprisen i forhold til naturgas er drivkraften for bygning af nye biogasanlæg i både Danmark, Europa og resten af verden. En virksomhed som Nature Energy etablerer biogasanlæg i både Danmark, Frankrig, Canada og andre lande. Men sammenlignet med det relativt store potentiale af gylle og især halm, der i dag blot pløjes ned, er hastigheden hvormed nye biogasanlæg opføres lille, og der vil være mange år endnu, hvor villigheden til at betale merprisen vil være drivkraften for bygning af nye anlæg. Derfor kan det i LCA perspektivet antages, at det sker som følge af merbetalingen.

Som nævnt i næste afsnit kan merprisen for materialerne være omkring 200 procent oven i dagens pris for fx cement, mens det vil betyde næsten ingenting for den samlede pris for den faste forbindelse. Netop fordi en merpris for klimavenlige materialer betyder så lidt for en samlet klimaneutral eller klimanegativ fast forbindelse, vurderes det at være en oplagt mulighed for at bidrage til en efterspørgsel – og dermed en produktion – af de klimavenlige materialer i et projekt som dette, hvor betalingsvilligheden er til stede. Det skal også slås fast, at uden en sådan villighed til at betale den fornødne merpris, vil disse materialer ikke blive fremstillet på den her skitserede klimavenlige måde. Det er merprisen, der sikrer, at de produceres klimavenligt.

10. Økonomisk konsekvens af klimaneutralitet

'Grøn' cement med brug af bio-metan samt CO₂ fangst vil i 2035 muligvis kunne koste det dobbelte eller tredobbelte af almindelig cement pris i dag. Ifølge Aalborg Portland kan 'net zero' cement allerede i dag – i begrænset mængde – købes til ca. det tredobbelte af almindelig cement pris.

Omkostningen til cement og andre materialer udgør typisk nogle få procent af omkostningen til en bro eller tunnel. Ifølge Aalborg Portland udgør cementen prisen omkring 1-2 procent af prisen for hele anlægsarbejdet, og dette tal er bekræftet ved besøg til Femernforbindelsen. Prisen for de øvrige materialer vurderes at være højst på samme niveau, og derfor anslås materialerne max at udgøre 5 % af anlægsprisen for den faste forbindelse for alle materialer samlet. En fordobling af materialeprisen vil således betyde en max forøgelse af prisen for den faste forbindelse på 5 %.

Et eksempel på meromkostningen ved klimavenlighed baseret på en prisstigning på cement er: Der tages udgangspunkt i, at der skal anvendes i størrelsesordenen 0,5-1 mio. m³ beton ved anlæg af en bro og 1-2 mio. m³ beton ved anlæg af en tunnel. Hvis klimavenlig cement indebærer, at cementprisen fordobles, vil det betyde, at klimavenlig cement koster ca. 300 kr. ekstra per m³ beton (fra betonkanonen), og så vil en fordobling af cementprisen svare til 150-250 mio. kr. ved en bro og 400-700 mio. kr. ved en tunnel. En tredobling af cementprisen vil medføre en meromkostning på 300-600 mio. kr. ved en bro og 0,8-1,3 mia. kr. ved en tunnel. Vejdirektoratets (2019) skøn er, at anlægsomkostningerne ved AlsFyn-forbindelsen vil være i størrelsesordenen 22 mia. kr., dvs. meromkostningen ved klimavenlig cement til en skråstagsbro ligger i størrelsesordenen 1-3 pct.¹ Det er en forholdsvis lille meromkostning.

Det vurderes samlet, at en attraktiv strategi for en klimavenlig fast forbindelse Als-Fyn vil være at lave konkrete aftaler om klimavenlige leverancer af bl.a. cement, stål og asfalt med konkrete virksomheder og evt. PPA aftaler for køb af grøn el og evt. grøn gas og grøn transport til etablerings-/byggeprocesserne.

11. Ressourcesituationen fremover (udarbejdet af Kraka Economics)

I dette afsnit vurderer vi, om der vil blive mangel på vigtige materialer til anlægget af AlsFyn-forbindelsen. Vurderingen er vigtig, både fordi den har betydning for, om anlægsskønnene er relevante fremover, og fordi bæredygtighed handler om, at vi ikke udhuler ressourcer for fremtidens generationer. Vi vurderer ressourcesituationen for sand, grus, armeringsjern, spuns og asfalt.

Vi vurderer ikke, at der vil blive mangel på sand og grus til anlægget af AlsFyn-forbindelsen. Der skal anvendes i størrelsesordenen 3-4 mio. m³ grus til anlægget af en tunnel under Alssund og vej over Fyn og Als. Hertil kommer i størrelsesordenen 2 mio. m³ beton, hvoraf størstedelen udgøres af grus og i størrelsesordenen ½ mio. m³ asfalt, hvori der også indgår grus. GEUS (2024) vurderer, at den danske ressource af sand/grus i forskellige kornstørrelser er i størrelsesordenen 400 – 4.000 m³ afhængigt af den ønskede kornstørrelse, jf. Tabel 13. Tabellen viser, hvor meget sand og grus der er givet tilladelse til at indvinde på eksisterende råstofgrave til lands og til vands.

¹ Vejdirektoratet (2019): *En fast forbindelse mellem Als og Fyn*. Rapport 596 – 2019.

	0 – 0,25 mm (fint sand)	0,25 – 4 mm (groft sand)	< 4 mm (grus og sten)
	Mio. m ³		
Land	503	636	152
Marin	3.783	2.326	231

Tabel 13. Den nationale ressource af sand, sten og grus i 2023

Kilde: GEUS (2024): Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark.

Anlægget af AlsFyn-forbindelsen vil lægge beslag på en væsentlig del af den årlige indvinding fra danske sand/grus grave over en årrække. GEUS (2024) vurderer, at der årligt indvindes ca. 35 mio. m³ sand og grus fra danske ressourcer til lands og på havet, jf. Tabel 14. Det samlede behov for grus, sand og sten til AlsFyn-forbindelsen vil ligge i størrelsesordenen 5-10 mio. m³ fordelt over en 5-10-årig periode, hvilket er en væsentlig andel af den årlige indvinding. Men den tilgængelige ressource er langt større end den årlige indvinding, så vi vurderer ikke, at der vil blive mangel på sand, sten og grus.

	0 – 0,25 mm (fint sand)	0,25 – 4 mm (groft sand)	< 4 mm (grus og sten)
	Mio. m ³		
Land	5	14	5
Marin	4	5	2

Tabel 14. Den nationale indvinding af sand, sten og grus i 2023

Kilde: GEUS (2024): Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark.

Der er usikkerhed om udviklingen i udbuddet af stål og armeringsjern på mellemlang og lang sigt. Der er tre forhold, der trækker i forskellige retninger, jf. OECD (2024).² Det første forhold er, at der aktuelt er en overkapacitet i stålproduktionen på verdensmarkedet, og det har været tilfældet i en årrække. Det taler i sig selv for, at der vil være rigeligt med stål og armeringsjern til anlægget af AlsFyn-forbindelsen. Det andet forhold er, at overkapaciteten skaber usikkerhed om stålproducenternes økonomi på mellemlang og lang sigt og om de stålproducerende landes eventuelle politiktiltag for at håndtere økonomiske problemer i stålindustrien. Usikkerhed om stålproducenternes økonomi skaber usikkerhed om udbuddet på længere sigt, men hvis de stålproducerende lande griber til at støtte stålindustrien, kan det holde udbuddet af stål på et højt niveau. Det tredje forhold er, at størstedelen af investeringerne i øget kapacitet i stålfremstilling i Kina og Brasilien ligger i mere klimavenlig EAF-teknologi, som er beskrevet ovenfor. Det betyder, at udbuddet af mere klimavenlig stål kan ventes at vokse fremover. I lyset af det fokus, der er på forsyningssikkerhed i de vestlige lande aktuelt, vurderer vi ikke, at de økonomiske problemer for stålproducenterne vil føre til en hård kapacitetstilpasning, så der bliver mangel på stål og armeringsjern. Vores vurdering er, at der ikke vil være mangel på stål og armeringsjern på det tidspunkt, hvor AlsFyn-forbindelsen skal anlægges.

² OECD (2024): Latest developments in steelmaking capacity and outlook until 2026.

Der er ikke tegn på, at der skulle være mangel på asfalt til anlægget af en AlsFyn-forbindelse. Asfaltmarkedet er ikke overvåget på samme måde som stålindustrien, der er en national prioriteret industri i flere lande, eller råstofindvindingsindustrien i Danmark, der er meget styret af de indvindingstilladelser, der udløber af den fysiske planlægning. Derfor findes der ikke myndighedsrapporter om asfaltindustrien, som der gør for stål og råstofindvinding, og det kan være vanskeligt at kvalitetssikre de tilgængelige undersøgelser af asfaltmarkedet. De undersøgelser, vi har kunnet finde, om prognoser for asfaltmarkedet, tyder dog på, at verdensmarkedet for asfalt vil vokse, jf. fx Fortune Business Insights (2024).³

³ Fortune Business Insights (2024): Asphalt Market Size, Share & Industry Analysis, By Product (Paving, Roofing, and Others), By Application (Roadways, Waterproofing, Recreation, and Others), and Regional Forecast, 2020-2027, <https://www.fortunebusinessinsights.com/asphalt-market-102998>