

CO₂ fra anlæg af en kombineret vej- og jernbaneforbindelse over Kattegat - Resultater, forudsætninger og metode

Det fremgår af kommissoriet, at der skal gennemføres en analyse af de klimamæssige påvirkninger som følge af anlægsarbejderne.

Dette notat beskriver forudsætningerne og metoden for beregning af indlejret CO₂ i CO₂-ækvivalenter (betegnes blot CO₂ i resten af notatet) fra anlæg af en fast Kattegatforbindelse.

Der gennemføres to opgørelser af CO₂-udledningen:

- En national opgørelse
- En global opgørelse

Til beregningen benyttes værktøjet InfraLCA. InfraLCA er en videreudvikling af det tidligere værktøj VejLCA, der er udviklet til at beregne CO₂ fra Vejdirektoratets vejanlæg. Det egner sig især til almindelige vejprojekter, men er i forbindelse med denne forundersøgelse af en Kattegatforbindelse udviklet med flere materiale- og arbejdstyper, så det kan benyttes til beregning af CO₂ på større bygværker – som for eksempel en Kattegatforbindelse. Da Banedanmark endnu ikke har et fuldent bane-modul i InfraLCA, er opgørelsen af CO₂ for bane udført i Banedanmarks tidligere system til CO₂-opgørelser, hvor der tilstræbt at anvende emissionsdata fra InfraLCA.

InfraLCA er endvidere udbygget, så den forsøger at tage højde for den teknologiske udvikling, og så det kan skelne mellem om CO₂-udledningen sker inden eller uden for Danmark. Endvidere er det muligt at give en vurdering af fordelingen af CO₂-udledning i og uden for kvotesektoren.

Opgørelsen af CO₂ fra anlæg er behæftet med usikkerhed. Det gælder især for forundersøgelser, hvor der ikke er taget endelig stilling til materialer, leverandører, design, anlægsmetoder og udbuds-krav, samt hvor materialerne produceres. Det skyldes også, at den teknologiske udvikling frem mod anlægsfasen kan påvirke resultaterne i betydeligt omfang.

Endelig skal det understreges, at InfraLCA opgør udledningen knyttet til selve anlægget – det vil sige CO₂-aftrykket. Modellen opgør ikke CO₂-effekten – dvs. hvad det betyder for den samlede CO₂-udledning, hvis der også tages højde for, at investeringen alternativt ville være brugt på andre formål.

Antagelser om fremtidig reduktion af CO₂ inden for anlægssektoren

Beregningen af CO₂-udledningen er inddelt i tre områder:

1. Produktionen af materialer
2. Transport af materialer
3. Anvendelse af materialer

National opgørelse

Der er valgt at fremskrive den nationale udledning af CO₂ med tre forskellige prognoser:

- Udledning fra produktion af materialerne fremskrives med -30 pct. i 2030. Kilden til fremskrivningen er CO₂-intensiteten fra fremstillingserhverv fra Energistyrelsens Klimastatus og Fremskrivning 2021.
- Udledning fra national transport af materialer fremskrives med -14 pct. i 2030. Kilden til fremskrivningen er Energistyrelsens Klimastatus og Fremskrivning 2021.
- Udledning fra anvendelsen af materialerne fremskrives med -17 pct. i 2030. Kilden til fremskrivningen er CO₂-intensiteten fra anlægssektoren fra Energistyrelsens Klimastatus og Fremskrivning 2021.

Global opgørelse

Det er uvist, hvordan udledning af CO₂ fra produktionen af de forskellige materialer og transporten af materialerne *udenfor* Danmarks grænser vil udvikle sig. Der tages derfor udgangspunkt i dagens situation, når denne del af den globale opgørelse beregnes. Eventuelt fremtidige reduktioner i CO₂ inkluderes ikke her.

Opgørelsen omfatter ikke teknologisk udvikling og effektivisering udenfor Danmarks grænser. Der er derfor gennemført et følsomhedsscenario med en forudsætning om, at der sker samme effektivisering og teknologisk udvikling af anlægssektoren i udlandet som i Danmark. Det vil sige, at ovenstående faktorer på -30 pct. for materialer, -14 pct. for transport og -17 pct. for anvendelsen af materialerne ligeledes anvendes for CO₂-udledning i udlandet.

Resultater

I tabellen nedenfor er vist CO₂-udledningen fra anlæg af den korteste linjeføring af Kattegatforbindelsen, hvor der både er vej og bane. Her ses det, at ud fra en gennemsnitsbetragtning vil cirka 60 pct. af udledningen ske internationalt. Hvordan det i praksis vil fordele sig, vides dog ikke i denne indledende fase.

CO₂-udledning fra anlæg af en Kattegatforbindelse (tons)

	Produktion	Transport	Anvendelse	Total
Nationalt	940.000	220.000	50.000	1.210.000
Udland	1.480.000	330.000	30.000	1.840.000
Globalt	2.420.000	550.000	80.000	3.050.000

I tabellen nedenfor er CO₂-udledningen opgjort på om der er tale om kyst-kyst, vej eller jernbane, samt hvilket anlæg der geografisk er tale om. Her ses det, at kyst-kyst står for langt størstedelen af CO₂-udledningen.

CO₂-udledning fordelt på de forskellige dele af anlægget (tons)

(ton CO ₂ -eq)	Kyst-kyst	Jernbane	Vejanlæg	I alt
På Sjælland	-	130.000	37.000	168.000
Øst for Samsø	1.395.000	4.000	5.000	1.403.000
På Samsø	-	16.000	11.000	27.000
Vest for Samsø	1.311.000	6.000	4.000	1.321.000
I Jylland	-	49.000	84.000	133.000
I alt	2.706.000	204.000	141.000	3.051.000

InfraLCA

Den generelle metode i InfraLCA

Overordnet set beregner InfraLCA CO₂-udledningen ved hjælp af mængder og de enkelte materials/arbejders CO₂-udledning (emissionsfaktor). Mængderne stammer fra fysikestimatet, der ligger til grund for anlægsoverslaget, mens emissionsfaktorerne i InfraLCA stammer fra miljøvaredeklarationer (EPD'er) og anerkendte databaser som GaBi og Ecoinvent. Når der regnes national CO₂ anvendes Energistyrelsens emissionsfaktorer.

Den generelle regnemetode i InfraLCA er almindelig LCA-praksis og er også i overensstemmelse med KEFM's vejledning, når der opgøres CO₂ med en national afgrænsning.

CO₂-udledningen fra "Produktion af materialer og produkter" sker ved at gange mængden med den relevante emissionsfaktor:

$$mængde \cdot emissionsfaktor = materialeemission$$

CO₂-udledningen fra "transport af produkter eller materialer" beregnes ved at gange mængden af materialet/produktet med transportdistancen og emissionsfaktoren for den relevante transportform:

$$mængde \cdot distance \cdot transportemissionsfaktor = transportemission$$

Kun den nationale del af transporten indgår i den nationale opgørelse. Denne vurdering laves ud fra kendt viden om materialernes oprindelse i det danske marked.

CO₂-udledningen af "installation/montering af materialer og produkter" beregnes ved at gange mængden af materialet med energiforbruget, som maskiner bruger til monteringen og med emissionsfaktoren for maskinens drivmiddel. Til beregning af transport internt på byggepladsen benyttes en transport-emissionsfaktor som ovenfor. Der tillægges også en overhead for energiforbrug til varme, intern persontransport og uspecificeret materialehåndtering. Denne overhead er baseret på data fra Kronprinsesse Marys Bro korrigeret for materialehåndteringsintensitet i anlægsperioden.

$$materialeemængde \cdot energiforbrug \text{ pr. enhed} \cdot energiemissionsfaktor = indbygningsemmission$$

Standarddata i InfraLCA

I InfraLCA er der standarddata, der benyttes til beregning af vejprojekter. Det beskrives nedenfor.

Materiale/produkt-specifikation

InfraLCA indeholder standarddata for materialers/produkters tekniske specifikationer, som bruges til at omregne fra mængdeenheder, som ikke er kompatible med materialernes/produkternes emissionsfaktorer. For eksempel er den gængse enhed for asfaltslidlag i fysikestimerne opgivet i m², hvorfor det er nødvendigt at omregne til ton, som er emissionsfaktorens standardenhed.

Derudover er der gjort antagelser omkring visse arbejder for eksempel fræsning, gravearbejde og så videre. Disse antagelser bygger på videnskabeligt data eller Vejdirektoratets erfaringer. Dokumentationen herfor fremgår i dokumentationen for InfraLCA.

Emissionsfaktorer

De nuværende standardemissionsfaktorer i InfraLCA repræsenterer de gennemsnitlige materialer/produkter, som blev anvendt i Danmark i 2020. Enkelte af emissionsfaktorerne er korrigeret for bedre at repræsentere danske forhold. Korrektionen er lavet af LCA-eksperter, som er certificerede til at lave denne vurdering. Dokumentationen herfor fremgår i dokumentationen for InfraLCA. Emissionsfaktorerne opdateres jævnligt i takt med den teknologiske udvikling, hvorfor der med fordel kan laves mere aktuelle genberegninger hen imod en eventuel projektstart.

Da projektet på nuværende tidspunkt kun er i undersøgelsesfasen, vil der være flere arbejder, som ikke kan detaljeres. Derfor vil det være nødvendigt enten at gøre grove antagelser om de enkelte poster – eller undlade at inkludere posten, hvis det vurderes, at posten ikke bidrager betydeligt til den samlede CO₂-udledning.

Beregningen vil overordnet blive opdelt i tre dele: 1. landanlæg vej, 2. landanlæg bane og 3. kyst-kyst.

Landanlæg vej

For landanlæg, vil beregningen være baseret på den hidtil anvendte metode i InfraLCA.

Landanlæg bane

Banedanmark står for beregningen af baneprojektet. Deres forudsætninger er på nuværende tidspunkt lidt grovere end Vejdirektoratets, men der anvendes samme grundlæggende metode og er tilstræbt emissionsfaktorer som i InfraLCA. Resultaterne er blevet kvalitetssikret op imod InfraLCA.

Kyst-kyst

InfraLCA er tilpasset til at regne overslagsmængder fra større bygværker. Der er nu poster i InfraLCA, som passer med fysikestimatet for kyst-kyst. Der er oprettet flere materialegrupper med tilhørende emissionsfaktorer. Opdateringen er gennemført i dialog med Sund & Bælt og InfraLCA-udviklingsholdet fra COWI.

Usikkerhedstillæg

Landanlæg

Mængder af forskellige materialer til anlæg af et vej- eller baneprojekt er et input til CO₂-beregningerne i InfraLCA (også kaldet fysikestimat). I forbindelse med Ny anlægsbudgettering blev det besluttet, at fysikestimerne i alle vej- og baneprojekter tillægges et korrektionstillæg. Tillægget dækker dels over en usikkerhed i de opgjorte mængder, dels øvrige usikkerheder knyttet til projektet.

I forundersøgelser (fase 1) er der for vejprojekter et korrektionstillæg på 40 pct. Fordelingen af usikkerheden mellem mængdetillæg og øvrigt tillæg (for eksempel usikkerhed på priser) er ikke fastlagt i Ny anlægsbudgettering for fase 1. For alle vejprojekter, herunder landanlæg, har Vejdirektoratet fastlagt mængdetillægget til 20 pct., hvilket er baseret på erfaringer fra tidligere projekter.

Kyst-kyst

For faste forbindelser er der ligesom for vejprojekter ikke fastlagt en fordeling mellem mængdeusikkerhed og øvrig usikkerhed i Ny anlægsbudgettering i fase 1.

Derfor har Sund & Bælt foretaget en vurdering af hvor stor en del af usikkerhedstillægget, der skal knyttes til mængdeusikkerhed. De har vurderet, at usikkerheden på specifik mængdeopgørelserne for de store bygværker samlet set ligger på cirka +/-10 pct. Det er på den baggrund Sund & Bælts vurdering, at centralestimatet vil være retvisende.