

Analyse af at etablere køreledninger i korridoren Øresund-Femern

Vejdirektoratet
14. december 2023



Kolofon

Udarbejdet af | Mohammad A. Ossman (Sweco), Göran Gustavsson (Sweco), Kristina Matsson (Sweco), Thomas Helmuth Olsen (Sweco), Marie Laursen Bjørneboe (Sweco), Heidi K. Stranddorf (Sweco), Patrick F. Turpie (EY) og Kristian Kolstrup (EY)
Dato | 14. december 2023

EY Economics

T. +45 2744 7486

M. kristian.kolstrup@dk.ey.com

www.ey.com/da_dk

Sweco

T. +45 7220 7207

M. info@sweco.dk

www.sweco.com

Indholdsfortegnelse

1	SAMMENFATNING	4
2	INDLEDNING	8
3	SKITSEPROJEKT OG ANLÆGSOMKOSTNINGER	12
3.1	Overordnet skitseprojekt Øresundsbroen - Femern Bælt-tunnelen	13
3.2	Overordnet skitseprojekt Helsingør Færgehavn - motorvejskryds Avedøre	15
3.3	Anlægsomkostninger	16
3.4	Vedligeholdelsesomkostninger	21
4	TRAFIKKEN PÅ STRÆKNINGEN	22
4.1	Trafikken i 2040	22
5	OVERFLYTNING TIL KØRELEDNINGER	27
5.1	Udbredelse af køreledninger	28
5.2	Unikke køretøjer vs. gengangere	30
6	DRIVMIDDELVALG OG VOGNMANDSGEVINSTER	32
6.1	Omkostninger ved forskellige drivmidler	32
6.2	Drivmiddelfordeling	37
6.3	Gevinster for vognmændene	39
7	KONSEKVENSER FOR KLIMAET	41
7.1	Klimaeffekter i anlægsfasen	41
7.2	Klimaeffekter i driftsfasen	43
8	KONSEKVENSER FOR LUFTFORURENING, TRAFIKSIKKERHED OG STØJ	46
8.1	Luftforurening	46
8.2	Trafikikkerhed	46
8.3	Støj	48
8.4	Særtransporter	50
9	SAMFUNDSØKONOMI	52
9.1	National afgrænsning	53
9.2	Global afgrænsning	55
9.3	Følsomhedsanalyser	56
10	KILDER	57
11	BILAG	59
11.1	Anlægsomkostninger	59
11.2	Trafik	60
11.3	Overflytning til køreledninger i 2030	66
11.4	Forudsætninger om vognmændenes omkostninger	66
11.5	Resultater for vognmændenes omkostninger og drivmiddelvalg	81
11.6	Vognmændenes gevinster	84
11.7	Samfundsøkonomiske resultater	86
11.8	Samfundsøkonomiske forudsætninger	87

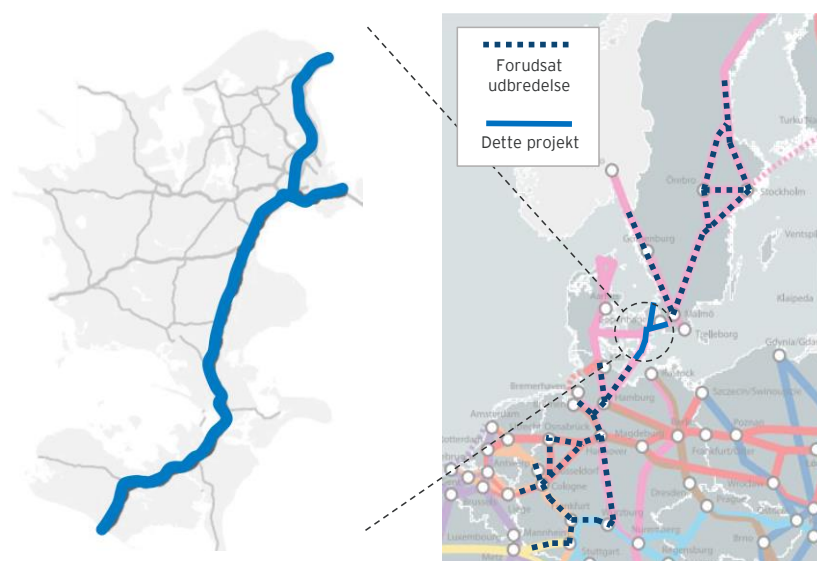
1 Sammenfatning

Køreledninger er et elvejssystem, som forsyner elektriske lastbiler med strøm gennem ledninger, der hænger over vejbanen. For at bruge køreledningerne kræves en køreledningslastbil. En køreledningslastbil minder om en batterilastbil, men den har kun brug for et lille batteri, fordi den oplader, mens den er tilkoblet køreledningerne.

I denne rapport analyserer vi konsekvenserne af, at der sættes køreledninger op på motorvejen fra Femern Bælt til både Øresundsbroen og Helsingør. Lastbiltrafikken på disse strækninger er karakteriseret ved, at en stor del af de kørte ture er til og fra udlandet. Hvis lastbilerne på disse ture skal have mulighed for at bruge køreledningerne, kræver det, at de kan foretage hele turen på køreledninger.

Effekterne af at sætte køreledninger op i Danmark er derfor afhængige af, hvor i udlandet der er etableret køreledninger. De resultater, vi præsenterer, er baseret på en forudsætning om, at køreledninger allerede er udrullet på TEN-T-motorvejsnettet i den sydlige del af Sverige og den vestlige/nordlige del af Tyskland, jf. figur 1.

Figur 1 **Køreledningsstrækning**



Hvis køreledningerne ikke er udrullet i Sverige og Tyskland som forudsat, vil færre lastbiler kunne benytte køreledninger til deres ture, og det vil gøre gevinsterne mindre. Hvis der omvendt er opsat køreledninger flere steder end forudsat, vil flere lastbiler kunne benytte dem, og så bliver gevinsterne større.

Lastbiler på køreledninger er billigere end batterilastbiler

Lastbiler, der anvender køreledninger, kan nøjes med et lille batteri. Selvom de har udgifter til en pantograf, gør det dem billigere end lastbiler, der alene kører på batterier. Samtidig kan lastbiler på køreledninger lade batteriet op mens de kører. Dermed undgår de omkostninger til ekstra stop for at lade batteriet op. Til gengæld kommer der omkostninger til etablering, drift og vedligehold af køreledningerne.

Køreledninger reducerer CO₂-udledningen

Det udleder 70.000 ton CO₂ i anlægsfasen at opsætte køreledninger fra Femern Bælt til Øresund og Helsingør, jf. tabel 1. Heraf vil størstedelen ske i udlandet. Omvendt viser vores beregninger, at det vil være omkostningseffektivt for mange vognmænd at udskifte deres diesellastbiler med køreledningslastbiler. I løbet af hele analyseperioden 2030-2079 vil omstillingen til køreledningslastbiler reducere CO₂-udledningen med 440.000 ton.

Tabel 1

Ændring i CO₂-udledning

	Anlægsfasen	Driftsfasen (2030-2079) ¹
Ton CO ₂ i alt	+70.000	-440.000
Heraf andel, der udledes i Danmark	10%	100%

Kilde: Egne beregninger.

Note: Det er kun ændringen fra driftsfasen, der indgår i den samfundsøkonomiske analyse. Tal er ikke diskonteret.

¹ Hele CO₂-reduktionen sker mellem 2030 og 2049, fordi vi har forudsat, at diesellastbiler fra 2050 kører på CO₂-neutrale 2. generations biofuels. Med denne forudsætning vil lastbilernes CO₂-udledning fra 2050 være 0 uanset drivmiddel.

Batterilastbiler er i dag noget dyrere end diesellastbiler. Køreledningslastbiler vil derfor fortrænge diesellastbiler i den tidlige del af analyseperioden. Det giver en klimagevinst. Vi forventer, at batterilastbiler med årene bliver billigere end diesellastbiler. Køreledningslastbiler vil derfor i den sene del af analyseperioden i højere grad fortrænge batterilastbiler. Det giver derimod ikke en klimagevinst.

Fra et dansk perspektiv er gevinsterne ved køreledninger ikke lige så store som omkostningerne

Anlæg og brug af køreledninger har et samfundsøkonomisk afkast på mellem -3,6 mia. kr. og -2,6 mia. kr., når vi kun medtager danske gevinster og omkostninger, jf. tabel 2.

Tabel 2

Samfundsøkonomiske resultater over 50 år (inkluderer kun danske gevinster og omkostninger)Intervaller afsejler usikkerhed om gevinsterne på lang sigt¹

	Lav CO ₂ -pris ²	Høj CO ₂ -pris ²
Nutidsværdi (mia. kr.)	-3,6 til -3,0	-3,2 til -2,6
Intern rente	Under 0,0% til 0,7%	0,1% til 0,9%

Kilde: Egne beregninger.

Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser. ¹ Det lave interval afspejler, at vi har forudsat, at der ikke er gevinster efter 2050 (fx fordi batterilastbiler er mere attraktive), mens det høje interval afspejler, at gevinsterne hvert år efter 2050 er de samme som i år 2050. ² Lav CO₂-pris er 1.030 kr./ton fra 2030 stigende til 1.464 kr./ton i 2040 og årene derefter. Høj CO₂-pris er 2.122 kr./ton i 2030 stigende til 3.016 kr./ton i 2040 og årene derefter.

Gevinsterne kommer fra, at vognmændene i mange tilfælde får mulighed for at vælge en billigere lastbil, end hvis der ikke var køreledninger, når der ses på de totale omkostninger i lastbilens levetid. Det udgør ca. 2/3 af gevinsterne. Den sidste tredjedel udgøres primært af mindre CO₂-udledning.

Gevinsterne står dog ikke mål med omkostningerne til anlæg og vedligehold. Vi anslår, at det koster ca. 4,0 mia. kr. at anlægge køreledningerne.

Sammenligner vi de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger med reduktionen i CO₂ (den såkaldte skyggepris på CO₂) får vi, at det samlet set koster mellem 14.500 kr. og 16.300 kr. pr. ton CO₂, der reduceres.

Projektet medfører gevinster for Sverige og Tyskland, fx reducerede CO₂-udledninger, som ikke er medregnet i tabel 2. Ligeledes er der omkostninger til etablering og drift af køreledningerne i udlandet som heller ikke er medregnet. Det skyldes, at konventionen i samfundsøkonomiske analyser er, at man kun medtager de nationale effekter, når der er tale om nationale beslutninger. Medtager vi alligevel gevinsterne for Sverige og Tyskland og ikke omkostningerne - svarende til den specielle situation, hvor køreledningerne allerede er etableret i Tyskland og Sverige - vil nutidsværdien være mellem -1,9 mia. kr. og +1,1 mia. kr., og projektet kan således være samfundsøkonomisk rentabelt.

Vi har i den samfundsøkonomiske analyse ikke medtaget konsekvenser for støj, trafiksikkerhed og konsekvenser for særtransporter. Vi har dog på baggrund af en konkret analyse vurderet, at effekterne på støj og trafiksikkerhed samlet set er små.

Optimeret løsning for både klima og samfundsøkonomi

De samfundsøkonomiske resultater er baseret på, at vi har vurderet projektet ud fra to forudsætninger, som giver de bedste betingelser for CO₂-reduktion og samfundsøkonomisk rentabilitet:

1. **Staten betaler for anlæg og vedligeholdelse af køreledningerne.** Hvis der var (delvis) brugerfinansiering, så lastbilerne fx skulle betale en kilometerpris for at bruge køreledningerne, ville det kunne betale sig for færre vognmænd at bruge dem. Når staten betaler, vil udnyttelsesgraden være højere, og gevinsterne for fx klimaet vil være større.

2. **Anlægsstrækningen er optimeret.** Da køreledningslastbilerne har batterier, der oplades under kørslen, har vi optimeret anlægget, så det varierer mellem strækninger med køreledninger og strækninger uden køreledninger. De strækninger, hvor der ikke etableres køreledninger, er samtidig de steder, hvor det er dyrest at anlægge dem, fx ved Farøbroen og Guldborgsundtunnellen. Det giver en smule færre lastbiler, der kan anvende køreledningerne, men sparer en stor del af anlægsomkostningerne og giver derfor en bedre samfundsøkonomi. Det giver også mindre CO₂-udledning i anlægsfasen.

Betydning for trafikken

Gevinsterne i den samfundsøkonomiske analyse kommer, fordi køreledninger vil give nye muligheder for den tunge trafik på strækningen. Vi estimerer, at der i 2040 vil køre 11.400 lastbiler pr. hverdagsdøgn på køreledningsstrækningen.

Det er dog ikke alle lastbilerne, der vil skifte til køreledninger. Nogle vil ikke skifte, fordi det ikke kan lade sig gøre. Det kan fx være lastbiler, der skal fra Holland eller det østlige Tyskland til Danmark, fordi vi har forudsat, at der ikke er køreledninger dér. Andre vil undlade at skifte til køreledninger, fordi det ikke kan betale sig for vognmanden at investere i en køreledningslastbil.

Samlet set forventer vi, at 29% af de 11.400 ture vil køres på køreledningerne i 2040, svarende til 3.400, jf. tabel 3. Hvis vi havde forudsat brugerfinansiering i stedet for, at staten betaler for anlæg og vedligehold, ville andelen af trafik, der skifter til køreledninger, være lavere.

Tabel 3 Antal lastbilture pr. hverdagsdøgn på køreledningsstrækningen

	2030	2040	2050
Trafik i alt	9.500	11.400	11.400
- Trafik, der ikke skifter til køreledninger	8.900	8.000	7.200
- Trafik, der skifter til køreledninger	600 ¹	3.400	4.200

Kilde: Egne beregninger.

Note: ¹ I 2030 er overflytningen til køreledninger relativt lav, fordi vi har forudsat, at der er en indfasningsperiode på fem år for køreledningslastbilerne fra åbningsåret 2030. Det afspejler, at der typisk går nogle år, før markedet tilpasser sig de nye muligheder.

2 Indledning

Som en del af aftalen om "Udmøntning af pulje til grøn transport" blev det besluttet at analysere muligheden for at etablere køreledninger i korridoren Femern Bælt til Øresund. Aftalen er beskrevet i "Kommissorium for analyse af køreledninger Øresund-Femern".

I denne rapport har vi udarbejdet et skitseprojekt for, hvordan et anlæg kan etableres, hvad det koster, og hvad konsekvenserne af det er for samfundsøkonomien, klimaet, trafikanterne, samt for luftforurening, trafiksikkerhed og støj.

Sweco har stået for udarbejdelsen af afsnit om skitseprojekt og anlægsomkostninger, klimaeffekter i anlægsfasen samt konsekvenserne for trafiksikkerhed og støj. EY har stået for afsnit om trafikken på strækningen, overflytning til køreledninger, drivmiddelvalg og vognmandsgevinster, klimaeffekter og luftforurening i driftsfasen samt samfundsøkonomi. Undervejs har Niels Buus Kristensen bidraget med sparring. Rapporten er dog alene Sweco og EY's ansvar.

Køreledninger er den mest velafprøvede teknologi for elveje

Køreledninger er et elvejssystem, der fungerer ved, at strøm overføres gennem direkte kontakt mellem køreledninger og en aftager (pantograf) på lastbilen. Princippet kaldes konduktion. Udover pantografen ovenpå førerhuset er lastbilen magen til en almindelig batterilastbil, men har et mindre batteri. Køreledningslastbilen har brug for et batteri, så den kan køre mindre strækninger, hvor der ikke er etableret køreledninger. Køreledningerne kan lade batteriet op, mens lastbilen kører.

Køreledningerne placeres over én vejbane vha. master, der etableres langs vejen ca. 2 m fra vejkanthen med en afstand på 55-65 m. Strømmen leveres ved hjælp af transformatorstationer. Afstanden mellem transformatorstationer afhænger af hvor mange lastbiler systemet skal levere strøm til. De tekniske dele af køreledningssystemet er uddybet i baggrundsnotatet 'Overblik over køreledningsløsninger' (Sweco 2023a).

Da køreledningsteknologien minder meget om teknologien fra elektrificerede jernbaner, er den relativt kendt. Det er også den mest velafprøvede elvejsteknologi, der er i testdrift på mindre strækninger i både Sverige og Tyskland.

Der er også andre elvejsteknologier, fx induktive vejsystemer, hvor bilerne oplades direkte gennem strøm i vejen. Sådanne systemer har vi ikke set nærmere på i denne analyse.

En anden mulighed er en hybridlastbil, som både kan køre på diesel og køreledninger (dvs. en diesellastbil, hvor der installeres elmotor og pantograf). Vi regner ikke på denne type hybridlastbiler i analysen, da vi vurderer, at de sjældent vil være et rentabelt valg for vognmændene. Det skyldes, at hybridlastbilerne har brug for alle komponenterne fra både diesel- og køreledningslastbiler, så de vil være dyrere end enten en ren diesellastbil eller en ren køreledningslastbil.

Aktuel status for etablering af køreledninger i Sverige og Tyskland

i Sverige og Tyskland er der etableret forsøgs- og demonstrationsanlæg med køreledninger. I Sverige er der etableret køreledninger på 2 km af E16-motorvejen mellem Gävle og Sandvike, mens der i Tyskland er etableret tre forsøgs- og demonstrationsanlæg med køreledninger på henholdsvis 15 km af A5-motorvejen mellem Frankfurt og Darmstadt, på 5 km af A1-motorvejen mellem Schleswig og Holstein og på 5 km af B462 mellem Baden og Würtemberg.

Der er pt. ikke besluttede og finansierede udbygningsplaner af et sammenhængende køreledningssystem i hverken Sverige eller Tyskland.

I Sverige har man haft planer om at etablere den første permanente strækning med elvej på en ca. 20 km strækning af E20-motorvejen mellem Örebro og Hallsberg med planlagt åbning i 2025. Det blev i august 2023 afbrudt, da anlægsomkostninger var større end forventet i de indkomne bud, og der dermed manglende finansiering. Udbuddet var teknologineutralt, og dermed ikke specifikt rettet mod køreledninger. Trafikverket i Sverige undersøger nu, hvordan anlægsomkostningerne kan reduceres, så projektet kan gennemføres.

Mange teknologier bejler til at erstatte diesel i fremtidens tunge transport

Mens personbilparken allerede er godt i gang med omstillingen fra fossildrevne køretøjer til nulemissionskøretøjer, går det mere trægt med lastbilparken. Det skyldes, at lastbiler er tungere og derfor kræver et større batteri, der igen gør dem relativt dyre i forhold til dieseldrevne lastbiler. Køreledninger er én mulighed blandt flere fossilfri teknologier, som i fremtiden kan være gode alternativer til diesel.

Klimarådet (2021) har vurderet potentialet ved mange af disse teknologier og anser batterilastbiler, evt. i kombination med elveje (fx køreledninger), som den mest lovende mulighed for omstilling. Klimarådet bemærker også, at brintlastbiler har potentiale, men at de ser ud til at blive et dyrere alternativ.

Blandt de øvrige teknologier kan det fremhæves, at Klimarådet forventer, at kulstofbaserede elektrobrændstoffer bliver uforholdsmæssigt dyre, mens biogas og flydende biobrændstoffer er udfordret af skalérbarhed, dvs. at det vil være svært at skaffe tilstrækkeligt store mængder til konkurrencedygtige priser.

Vejdirektoratet har ligeledes gennemført en analyse af forventningerne til forskellige grønne drivmidler til den tunge vejtransport, herunder de enkelte drivmidlers anvendelse, teknologiske modenhed, omkostningsstruktur og effektivitet, jf. COWI (2022). I analysen er det afdækket, hvordan den danske transportbranche og relevante myndigheder i ind- og udland ser fremtiden med grønne drivmidler, og hvilke tilgange udvalgte nabolande har til emnet.

Konklusionen er, at der er en bred enighed om, at batterier/el, og i særlige tilfælde brint, vil være fremtidens drivmidler for den tunge vejtransport. For så vidt angår anvendelsen af e-diesel¹,

¹ Diesel fremstillet med brint produceret fra overskudsstrøm.

biodiesel og biogas, er der mere delte meninger. Bl.a. om det er relevant i en overgangsperiode, eller om det slet ikke er relevant, da der enten er stort energitab eller benyttes knappe ressourcer i produktionen.

For at vognmændene vil bruge køreledninger, skal teknologien både være konkurrencedygtig overfor diesel og de øvrige fossilfri teknologier. I denne analyse sammenholder vi derfor omkostningerne ved køreledninger med to af de mest lovende fossilfri alternativer: batterilastbiler og brintlastbiler.

Transport på bane er et andet alternativ, der vil kunne bidrage til at reducere den internationale tunge trafiks klimabelastning. Når det i en række sammenhænge ikke er attraktivt for transportørerne, skyldes det bl.a. prisen. Denne analyse baserer sig på, at transportørerne vil vælge det billigste alternativ. Dem der vil anvende køreledningslastbiler, gør det således, fordi det er et billigere alternativ.

Køreledninger har potentiale til at skubbe til den grønne omstilling af tung transport

Når lastbiler ikke i samme grad som personbiler er ved at overgå til batteridrevne køretøjer, kan det i høj grad tilskrives, at det er dyrt for vognmændene at investere i batterilastbiler i forhold til diesellastbiler, hvis de skal opnå samme aktionsradius. Det skyldes særligt, at lastbiler har brug for store batterier, hvilket er dyrt. Dertil skal lastbilernes store batterier også bruge lang tid på at lade op, hvilket er endnu en ekstra omkostning for vognmændene, som de ikke skal afholde, hvis de vælger diesellastbiler. Det er dog en formildende omstændighed, at hele eller dele af opladningen kan ske i chaufførernes pauser, hvor lastbilen alligevel ville holde stille.

Køreledningslastbiler har den fordel i forhold til batterilastbiler, at de kun har brug for et lille batteri for at udføre turen, fordi de lader, mens de kører på køreledninger. Vognmændenes omkostninger til batteri og opladningstid vil derfor være lavere. Køreledninger har derfor potentialet til at bidrage til en hurtigere omstilling af den tunge transport fra dieselkøretøjer til nulemissionskøretøjer.

Ulempen ved køreledningslastbiler i forhold til øvrige lastbiler er, at det lille batteri gør, at lastbilerne ikke kan køre særlig langt væk fra køreledningerne. Selvom lastbilen kører en stor del af sin tur på en strækning, hvor der er køreledninger, vil det altså ikke være muligt at foretage turen med en køreledningslastbil, hvis destinationen er langt væk fra køreledningerne.

Konkret regner vi i denne analyse på køreledningslastbiler, der er udstyret med batterier, der kan klare 50 kilometers kørsel. Lastbilerne kan altså kun udføre ture, der starter og slutter inden for 50 kilometers kørsel fra køreledningerne.

Køreledninger har størst samfundsøkonomisk potentiale, hvis mange kan bruge dem

Køreledninger er en stor infrastrukturinvestering, og de samfundsøkonomiske gevinster vil generelt være højere steder, hvor:

1. Der kører mange lastbiler.

2. Mange af lastbilerne har mulighed for at benytte køreledninger. Det betyder bl.a., at deres rute ikke må gå for langt væk fra de veje, hvor der er etableret køreledninger.

I denne rapport opgør vi betydningen af at etablere køreledninger på følgende motorvejsstrækninger i Danmark:

- Fra Øresundsbroen til Femern Bælt-forbindelsen.
- Fra Helsingør Færgehavn til motorvejskrydset i Avedøre.

Strækningerne er karakteriseret ved, at der er meget tung transport, og at en stor del af lastbilerne kører til og fra udlandet. Køreledninger vil derfor have et større potentiale, jo mere udbredte de er i udlandet – særligt i Sverige og Tyskland, hvor meget af transporten har start- eller slutdestination.

Usikkerheder i analysens resultater

Analysens resultater er afhængige af en lang række forudsætninger. Nogle forudsætninger er forbundet med usikkerhed, som medfører usikkerhed ved analysens hovedresultater.

I løbet af rapporten beskriver vi alle de forudsætninger, vi har lagt til grund for beregningerne. Vi efterprøver de samfundsøkonomiske resultater ved at lave følsomhedsanalyser, hvor vi skruer på de mest betydningsfulde og de mest usikre forudsætninger.

Struktur i rapporten

I afsnit 3 gennemgår vi skitseprojektet og opgør anlægs- og vedligeholdelsesomkostninger ved at etablere køreledninger.

I afsnit 4 opgør vi, hvor mange lastbiler der er på køreledningsstrækningerne fra 2030. I afsnit 5 opgør vi, hvor mange af lastbilerne der potentielt kan bruge køreledningerne, hvis vognmændene skifter fra andre drivmidler til køreledningslastbiler.

I afsnit 6 analyserer vi – set fra vognmændenes perspektiv –, for hvor mange af lastbilerne på strækningen det vil være rentabelt at skifte fra andre drivmidler til køreledningslastbiler.

I afsnit 7 rapporterer vi de CO₂-effekter, der er ved hhv. at anlægge køreledninger, og ved at andre drivmidler skiftes ud med køreledningslastbiler i løbet af hele den samfundsøkonomiske analyseperiode.

I afsnit 8 gennemgår vi konsekvenserne af at etablere køreledninger for luftforurening, trafiksikkerhed og støjgener.

I afsnit 9 rapporterer vi de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger ved at etablere køreledningerne. Hovedresultaterne er den samfundsøkonomiske nutidsværdi, den interne rente og CO₂-skyggeprisen.

3 Skitseprojekt og anlægsomkostninger

Vi beskriver i dette afsnit et overordnet skitseprojekt, der dækker to strækninger på i alt 217 km:

- Øresundsbroen-Femern Bælt-tunnelen
- Helsingør Færgehavn-Motorvejskryds Avedøre.

Figur 2 viser, hvor vi forudsætter, at der opsættes køreledninger.

Figur 2 Opsætning af køreledninger



Da køreledningslastbilerne har batterier, der oplades under kørslen, har vi optimeret anlægget på begge strækninger, så det varierer mellem strækninger med køreledninger og strækninger uden

køreledninger.² Det reducerer antallet af kilometer med køreledninger med ca. 50% og reducerer anlægsomkostningerne endnu mere fordi nogle af de strækninger, hvor vi forudsætter at der ikke opsættes køreledninger, samtidig er strækninger, hvor anlægsomkostningerne er dyrere. Optimeringen af anlægget betyder til gengæld, at lastbilernes rækkevidde uden for korridoren er mindre. Dermed vil nogle ture ikke kunne gennemføres med køreledningslastbiler. Det har vi taget højde for i analysen.

I baggrundsnotatet "Udpeging af konkrete vejstrækninger og skitseprojekt" (Sweco 2023b) er skitseprojektet uddybet. I notatet kan man også læse, hvilke strækninger der vurderes mest velegnede til at have køreledninger i de optimerede alternativer. Nogle strækninger er komplicerede i forhold til fx at have stor bredde eller ringe højde i tunneller eller under broer. Det drejer sig fx om Sydmotorvejen fra Solrød til syd for Køge og Guldborgsundtunnelen.

3.1 Overordnet skitseprojekt Øresundsbroen - Femern Bælt-tunnelen

Strækningen mellem Øresundsbroen og den kommende Femern Bælt-tunnel udgør i alt 165 km. Heraf vil der blive etableret køreledning på 75 km. Det er samtidig tilstrækkeligt til at køre hele strækningen med strøm fra køreledningerne. Af tabel 4 fremgår vores vurdering af mulighederne for køreledninger langs de enkelte delstrækninger mellem Øresundsbroen og Femern Bælt-tunnelen. Vi uddyber vurderingerne under tabellen.

Tabel 4 Øresundsbroen-Femern Bælt-tunnelen

Delstrækning	Mulighed for køreledninger
Efter Øresundsbroen	+
Amagermotorvejen til Ishøj Strand-afkørsel	(+)
Langs sydkysten	(+)
Efter frakørsel fra E20	+
Krydsning af Storstrømmen	+
Guldborgsundtunnel	÷
Strækningen frem til Femern Bælt-tunnelen	+

Signaturforklaring: + = Ingen vanskeligheder ved etablering af køreledninger. (+) = Etablering af køreledninger kræver yderligere undersøgelser. ÷ = Etablering af køreledninger er uforholdsmæssigt dyrt.

² Vi har optimeret strækningen, så alle lastbler kan køre den fulde strækning uden at løbe tør for strøm. Det er baseret på, at størrelsen på lastbilernes batterier er 76 kWh, at de bruger 1,20 kWh/km til at køre, og at de kan oplade 1,25 kWh/km på strækninger med køreledninger. Endelig har vi forudsat, at der ikke er køreledninger i Femern Bælt-tunnelen eller på Øresundsbroen.

Efter Øresundsbroen

På delstrækningen fra Øresundstunnelen til Tårnbytunnelen er det relativt enkelt at etablere køreledninger. Delstrækningen består af firsporet vej med belagt rabat. Afstanden mellem til- og frakørsler er relativt kort (500-1.000 m). Parallelt med vejen er der jernbane.

Amagermotorvejen til Ishøj Strand

På delstrækningen fra Tårnbytunnelen til Ishøj Strand er der ingen større vanskeligheder ved at etablere køreledninger. Vejen er sekssporet med belagt rabat samt græs og bevoksning langs med vejen. Dele af strækningen passerer over vand, og afstanden mellem til- og frakørsler er 500-1.000 m. Dele af strækningen består af bro. Det skal undersøges, om der skal etableres køreledninger over broerne.

Den del af strækningen ved Kalvebodbroerne, der krydser fra Skrædderholmen mellem Amager og Avedøre, bør undersøges nærmere.

Langs sydkysten

På delstrækningen fra Ishøj Strand til frakørsel fra E20 kan der være udfordringer med at etablere køreledninger.

Vejen består af 4-5 vejbaner i hver retning samt kort afstand mellem til- og frakørsler. En dybere undersøgelse af mulighederne er nødvendig. Vi beskriver udfordringerne nedenfor.

Bro og skilteportal over motorvej mod Rødby. Bygværkerne på strækningen er ikke forberedt til installation af køreledninger, og en tilpasning kan blive dyr.

Køreledning til jernbanen parallelt med vejen kan skabe udfordringer for etablering af køreledning for lastbiler. Der skal af sikkerhedsmæssige grunde sikres en afstand på mindst 10 m mellem køreledning for lastbiler og jernbanen.

Efter frakørsel fra E20

På delstrækningen mellem frakørslen fra E20 og Ulstrup er der ingen vanskeligheder ved at etablere køreledninger til lastbiler.

Dele af strækningen har ikke rabat. Det bør der etableres.

Krydsning af Storstrømmen

Delstrækningen fra Ulstrup til Nørre Alslev krydser Storstrømmen via Farøbroerne. Motorvejen har to vejbaner i hver retning og er uden rabat på broerne over Storstrømmen.

Bortset fra broen er det relativt enkelt at etablere køreledninger på denne delstrækning.

Guldborgsundtunnel

Delstrækningen i tunnelen mellem Falster og Lolland vurderes ikke egnet til etablering af køreledninger på grund af krav til frihøjde i tunnelen.

Strækningen frem til Femern Bælt-tunnelen

Delstrækningen fra Guldborgsundtunnelen mellem Falster og Lolland og frem til Femern Bælt-tunnelen i Rødby kendetegnes ved fire vejbaner med græsbevokset rabat. Området langs vejen består af buskads og skovområder. Det er nødvendigt at belægge og forstærke rabatten.

Vi vurderer, at det er enkelt at etablere køreledninger på denne delstrækning.

3.2 Overordnet skitseprojekt Helsingør Færgehavn - motorvejskryds Avedøre

Strækningen mellem Helsingør Færgehavn og motorvejskryds Avedøre er 52 km og består primært af motorvej med 2-3 spor i hver retning. Vi forudsætter, at der etableres køreledning på 32 km. Det er samtidig tilstrækkeligt til at køre hele strækningen med strøm fra køreledningerne. Af nedenstående tabel fremgår vores vurdering af mulighederne for køreledninger langs de enkelte delstrækninger mellem Helsingør Færgehavn og motorvejskryds Avedøre.

Tabel 5 Helsingør Færgehavn – motorvejskryds Avedøre

Delstrækning	Mulighed for køreledninger
Efter færgeterminal	÷
Helsingør - Espergærde	÷
Espergærde - Humlebæk	(+)
Humlebæk - Brønsholm	+
Brønsholm - Trørød	+
Trørød - Kgs. Lyngby	+
Kgs. Lyngby - Søborg	(+)
Søborg - motorvejskrydset Avedøre	(+)

Signaturforklaring: + = Ingen vanskeligheder ved etablering af køreledninger. (+) = Etablering af køreledninger kræver yderligere undersøgelser. ÷ = Etablering af køreledninger er uforholdsmæssigt dyrt.

Efter færgeterminalen

Denne strækning udgør ca. 2,3 km og kører gennem et tæt bebygget bymiljø med hastighedsgrænse på 50 km/t, separate gang- og cykelstier samt kort afstand mellem lyskryds. Vi vurderer, at strækningen er mindre egnet til etablering af køreledninger.

Helsingør - Espergærde

Strækningen fra Helsingør til Espergærde, der udgør ca. 4,1 km, er en tosporet vej med hastighedsgrænse på 70 km/t og cykelsti. Ved frakørslen mod København mangler der rabat. På motorvejen bliver vejen 4-sporet, og hastighedsgrænsen øges til 110 km/t. Der er tæt bevoksning langs vejen. Vi vurderer, at denne strækning er mindre egnet til etablering af køreledninger.

Espergærde - Humlebæk

Denne strækning omfatter ca. 4,7 km 4-sporet motorvej med 110 km/t hastighedsgrænse og nogle kilometers afstand mellem trafikpladser. Ved afkørsler og på dele af strækningen vil der være behov for at afskærme køreledningsmaster med autoværn på begge sider. Vi vurderer, at det kræver yderligere undersøgelser at etablere køreledninger på denne strækning.

Humlebæk - Brønsholm

Strækningen er en 4-sporet motorvej med få af- og tilkørsler. Vi vurderer, at den er velegnet til etablering af køreledninger.

Brønsholm - Trørød

Strækningen udgøres af en 4-sporet motorvej med få af- og tilkørsler. Dele af strækningen mangler rabat, og nogle steder vil køreledningsmaster skulle beskyttes af autoværn. Vi vurderer, at strækningen er velegnet til etablering af køreledninger.

Trørød - Kgs. Lyngby

Strækning er på 7,4 km og udgøres af 4-sporet motorvej, der på dele af strækningen udvides til 6 spor. Enkelte steder vil der være behov for autoværn omkring køreledningsmaster. Vi vurderer, at det er en velegnet strækning til etablering af køreledninger.

Kgs. Lyngby - Søborg

Strækningen på ca. 6,1 km præges af motorvej med intens trafik og mange af- og tilkørsler. Vi vurderer, at etablering af køreledninger kræver en dybere analyse.

Søborg - motorvejskrydset Avedøre

Strækningen bevæger sig i udkanten af København igennem et tæt bebygget område og krydses af både jernbanebro og flere skilteportaler. Vi vurderer, at etablering af køreledninger kræver yderligere undersøgelser.

3.3 Anlægsomkostninger

I dette afsnit præsenterer vi anlægsoverslaget. Anlægsoverslaget dækker over etablering af køreledninger op en samlet strækning på 107 km, jf. tabel 6

Tabel 6 Køreledninger etableres på en del af strækningen

Strækning	Længde, km	Del med køreledninger, km	Andel med køreledninger, %
Øresundsbroen - Femern Bælt-tunnelen	165	75	45%
Helsingør Færgehavn - motorvejskryds Avedøre	52	32	62%
I alt	217	107	49%

Kilde: Egne beregninger.

Det samlede anlægsoverslag er 3,93 mia. kr. inkl. korrektionstillæg, jf. tabel 7. Forudsætningerne er uddybet herunder.

Tabel 7 Anlægsoverslag, 2023-priser

Element	Mia. kr.
Øresundsbroen - Femern Bælt-tunnelen, basisoverslag	1,84
Helsingør Færgehavn - motorvejskryds Avedøre, basisoverslag	0,78
I alt, basisoverslag	2,62
Korrektionstillæg, 50%	1,31
Totalbevilling i alt	3,93

Kilde: Egne beregninger i samarbejde med Vejdirektoratet og Banedanmark.
Note: Alle beløb er angivet i FL indeks 2023.

Den væsentligste post i anlægsudgifterne er køreledningsarbejder som udgør 1,08 mia. kr., jf. tabel 8. Andre store poster er 'arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger' på 0,38 mia. kr. og 'transformerarbejder inkl. adgangsveje' på 0,25 mia. kr. Indholdet i posterne i anlægsoverslaget er uddybet i bilag, afsnit 11.1.

Tabel 8 Anlægsoverslag opdelt på delelementer, 2023-priser

Element	Mia. kr.
Arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger	0,38
Forberedende arbejder	0,04
Transformerarbejder inkl. adgangsveje	0,25
Kabelføring	0,15
Køreledningsarbejder	1,08
Færdselstavler	0,02
Beskyttelsesforanstaltninger	0,12
Arealerhvervelse	0,11
Anlægsudgifter i alt	2,15
Projektering, tilsyn og adm.	0,47
Basisoverslag i alt	2,62
Korrektionstillæg (50%)	1,31
Totalbevilling i alt	3,93

Kilde: Egne beregninger i samarbejde med Vejdirektoratet og Banedanmark.
 Note: Alle beløb er angivet i FL indeks 2023.

I tabellen herunder har vi givet eksempler på, hvad anlægsoverslaget består af.

Tabel 9 Eksempler på elementer i anlægsoverslag

Element	Består bl.a. af
Arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger	Drift af arbejdsplads, færdselsregulering
Forberedende arbejder	Rydning og efteretablering
Transformerarbejder inkl. adgangsveje	23 transformatorbygning, 23 transformatorer 23 transformere samt montering af disse Switchgear, recitifier og kontrolsystem Tilslutningsafgifter til elnetselskaber
Kabelføring	11 km kabler til transformatorstationer 9 km kabler mellem stationer standere/master Tilslutningsomkostninger
Køreledningsarbejder	3.500 fundamenter til køreledningsmaster 3.500 transmissionsledningsmaster 7.000 udliggere 600.000 jordledere Barduner, vægtudløsere, kabelsko
Færdselstavler	Vejvisning og færdselstavler
Beskyttelsesforanstaltninger	Autoværn og rækværk
Arealerhvervelse	Arealer til transformere

Kilde: Egne beregninger

Kort om tilgangen til beregning af anlægsoverslag samt data

Der er ikke mange prismæssige erfaringer med køreledningssystem for lastbiler. Der er etableret mindre anlæg i Tyskland og Sverige, men ikke i samme størrelsesorden som dette projekt. Der er derfor udarbejdet et anlægsoverslag på baggrund af erfaringer fra baneområdet og vejområdet i Danmark.

Fysiske estimater er opgjort af Sweco, mens priser er beregnet i fællesskab mellem Banedanmark og Vejdirektoratet med skelen til priser fra de svenske og tyske studier, jf. Öko-institut (2020) og Wietschel et.al (2017). Vejdirektoratets prisbibliotek er anvendt ved prissætning af trafikafvikling, adgangsveje, rydning af arealer, arealerhvervelse, vejens udstyr, mm., mens priser for køreledningsanlæg, transformerarbejder, nettilslutning, kabelføring, jording og potentialudligning, mm. er prissat med udgangspunkt i danske/svenske erfaringspriser for etablering af køreledning langs baneanlæg. Endelig er der sammenlignet med efterkalkulerede priser for elektrificeringsprojektet på strækningen mellem Køge og Næstved.

Budgetteringsmæssigt er der anvendt principperne i Ny Anlægsbudgettering med et korrektionstillæg på 50 %, svarende til tillæg på fase 1 for jernbaneanlæg. Der er valgt dette tillæg, og ikke 40% som normalt anvendes for vejprojekter, dels da størstedelen af projektets elementer er af baneteknisk karakter, dels da der er meget få erfaringer med anlæg som dette.

Overslaget dækker alle udgifter til elektrificering af henholdsvis 107 km motorveje i et spor i to retninger og med en trafikkapacitet på 300 lastbiler i spidsbelastningstimen. Det dækker det maksimale behov i frem mod 2040. I analysen er der ikke forudsat trafikvækst efter 2040. Anlægget er dimensioneret til at lastbilerne kan køre og lade på samme tid.

Så vidt muligt er der skønnet mængder og priser for de enkelte arbejder. Udgifter til arbejdsplads skønnes som tillæg på 8 % af entreprenørens udgifter og færdselsregulerende foranstaltninger mm. som 15 % af entreprenørens udgifter. Det er antaget at køreledningen er afskåret ved alle bygværker og andre større forhindringer, og der er således ikke medtaget udgifter til ændring af fritrumsprofil ved bygværker, etablering af skærmtage og lignende. Eksisterende nødspor antages ikke ændret. Udgift til PTA (projektering, tilsyn og administration) er fastsat til 18% af basisoverslag, jf. efterkalkulation af tidligere gennemførte projekter i Vejdirektoratet. Udgifter til reservetransformersystem, belyningsarbejder, afvandingsarbejder, beplantningsarbejder og deponeringsafgift er ikke inkluderet. Hvis en enkelt transformator går i stykker, vil det stadig være muligt at køre på strækningen, da der er flere transformatorer tilknyttet hver strækning.

I tabel 10 er opsummeret de anvendte budgetteringsprincipper samt kilderne til dataene.

Tabel 10

Principper og data anvendt til anlægsoverslag

Budgetteringsprincip	Ny Anlægsbudgettering
Korrektionstillæg	50 %
PTA (projektering, tilsyn og administration)	18%
Arbejdsplads	8 %
Færdighedsregulerende foranstaltninger	15%
Ikke inkluderet	Belysningsarbejde Afvandingsarbejder Beplantningsarbejder Deponeringsafgifter Reservetransformersystem
Inkluderet	Transformerarbejder Tilslutningsafgifter til elnetselskaber
Data i anlægsoverslaget	
Mængder skønnet opgjort for banetekniske elementer	
Priser for vejelementer er fra Vejdirektoratets prisbibliotek	
Priser for baneteknik er beregnet i samarbejde mellem Vejdirektoratet, Banedanmark samt med erfaringspriser fra svensk studie	

Prøvestrækninger i Sverige og Tyskland

Der eksisterer prøvestrækninger i Tyskland og i Sverige. På baggrund af disse prøvestrækninger er der gennemført flere studier, der beskæftiger sig med systemerne og anlægsoverslag for disse. Disse studier er anvendt som en del af arbejdet med prissætning af overslagene. Det har dog været vanskeligt at gennemskue helt, hvad der ligger til grund for data og beregninger for disse projekter og anvende dem direkte til andet end benchmark.

Forskelle mellem køreledninger til vej og bane

Grundet den store usikkerhed der er forbundet med det udarbejdede anlægsoverslag, er der fortaget en parametermæssig vurdering af prisforskelle mellem et traditionelt køreledningsanlæg etableret langs en jernbane og et køreledningsanlæg etableret langs en motorvej. Der er en række oplagte tekniske forskelle i anlæggene og en række udførelsesmæssige forskelle. For benchmark af den udarbejdede pris for nærværende projekt, er disse forskelle sammenholdt og konklusionen er, at den beregnede km-pris for etablering af det tekniske køreledningsanlæg langs med motorvejen vurderes at være sammenlignelig med udgiften for etablering af køreledningsanlæg langs banen. Dette omfatter alene udgift til etablering af køreledningsanlæg og ikke udgift til trafikafvikling, sporspærring, mm., som åbenlyst er forskellig.

3.4 Vedligeholdelsesomkostninger

I de første fem års drift regner vi med, at køreledningerne koster 26 mio. kr. om året at vedligeholde, jf. tabel 11. Der vil ikke være behov for reinvesteringer i løbet af den samfundsøkonomiske kalkulationsperiode.

Tabel 11 Omkostninger pr. år til vedligehold af køreledningsnetværk

	Kilometerpris pr. spor (kr.) ¹	Km spor	I alt (mio. kr.)
Pr. år	121.000	214 ²	26

Kilder: ¹ Vejdirektoratet og Banedanmark. Baseret på Banedanmarks rapport Baneinfrastrukturen 2021-2030. Opjusteret til 2023-prisniveau og tillagt 25% for færdselsregulerende foranstaltninger, 17% tillæg for arbejdsplads og PTA samt 50% korrektionstillæg. ² Dvs. en strækning på 107 km i begge retninger.

Note: Vedligeholdelsesomkostninger indeholder ikke eventuelle ekstra udgifter som følge af øget sporskøring.

4 Trafikken på strækningen

I dette afsnit beskriver vi to elementer:

- Hvor mange lastbiler der samlet set forventes at bruge køreledningsstrækningen.
- Hvor disse lastbiler skal fra og til.

Det sidste har betydning i afsnit 5, hvor vi analyserer, hvor mange af lastbilerne på strækningen der forventes at bruge køreledninger. Fx vil de lastbiler på strækningen, som kører til eller fra Norge, ikke kunne overflyttes til køreledningslastbiler i analysens hovedscenarie.

Herunder beskriver vi kort usikkerheder i datagrundlaget. I afsnit 4.1 rapporterer vi resultaterne fra delanalysen. I bilagets afsnit 11.2 uddyber vi datagrundlaget og metoden bag opgørelsen af trafikken.

I dette afsnit angiver vi kun tal for 2040 for at lette formidlingen. I bilaget angiver vi tilsvarende resultater for 2030.

Fakta

Kort om usikkerheder i datagrundlaget

Trafikdata for lastbilerne stammer fra Grøn Mobilitetsmodel (GMM). GMM er i øjeblikket ved at blive opdateret med nyt basisår inkl. opdateret data for godstransporten.

Analysens andre usikkerheder taget i betragtning vurderer vi ikke, at datagrundlaget for trafikken er blandt de mest væsentlige kilder til usikkerhed. Det er fx mere afgørende, hvor udbredte køreledninger bliver i udlandet, og hvor billige batterilastbiler bliver i fremtiden.

Vores tilgang til opgørelse af trafikken er uddybet i bilagets afsnit 11.2.

4.1 Trafikken i 2040

Vi vurderer, at der i 2040 samlet set kører 11.400 lastbilture pr. hverdagsdøgn på hele eller en del af strækningen, for hvilke det potentielt kan være relevant at anvende køreledninger, jf. tabel 12. Det dækker over:

- Nationale ture på over 50 km (ture, der starter og slutter i Danmark).³
- Internationale ture (ture fra Østdanmark til udlandet og omvendt).^{1 4}
- Alle transitture (ture fra og til udlandet, fx Sverige til Tyskland).

³ Vi har i vurderingen taget højde for, at, der ikke er opsat køreledninger i hele korridoren.

⁴ Vi har ikke inkluderet de få lastbiler, der kører via Storebæltsbroen.

Antallet af nationale ture, der anvender strækningen, såvel som forudsætningen om, at det kun er relevant for lastbiler, der kører over 50 km på strækningen, er behæftet med usikkerhed. Vi afdækker derfor betydningen af forudsætningerne for de nationale ture i en følsomhedsanalyse, jf. afsnit 9.

Med ovenstående afgrænsning er de lastbiler, som potentielt kan anvende køreledninger, fordelt med 25%, der er national trafik, 48%, der er international trafik, og 26%, der er transittrafik.

Tabel 12

Lastbilture pr. hverdagsdøgn (2040) på køreledningsstrækningen

Fra/til	Danmark	Sverige	Norge	Finland	Tyskland	Benelux	Syd- og Østeur.	I alt
Danmark	2.900 ¹	496	206	7	1.968	142	251	5.970
Sverige	471				502	341	161	1.476
Norge	95				342	80	59	576
Finland	8				5	4	3	20
Tyskland	1.479	454	337	20				2.290
Benelux	108	326	75	16				525
Syd- og Østeuropa	277	209	51	19				556
I alt	5.340	1.486	670	61	2.817	566	475	11.400

- National i alt: 2.900 (25%)
- International i alt: 5.500 (48%)
- Transit i alt: 3.000 (26%)

Kilde: Egne beregninger baseret på Grøn Mobilitetsmodel.

Note: Totalerne er afrundet.

Note: ¹ I den nationale trafik indgår kun det estimerede antal ture på over 50 km.

Tyskland og Sverige, som forudsættes at udrulle et køreledningsnet i analysens hovedscenarie, er de største destinationer for trafikken. Samlet set kører 8.300 af lastbilerne mellem Danmark, Sverige og Tyskland (inkl. Danmarks nationale trafik). I hovedscenariet er det disse lastbiler, der har mulighed for at skifte til køreledninger.

De nationale og internationale lastbiler kører kun på en del af den danske køreledningsstrækning, mens transittrafikken, som vi medtager, kører gennem hele Østdanmark. En transittur kører i gennemsnit 170 km i Danmark, mens en international tur i gennemsnit kører 71 km i Danmark. De nationale ture, der kører over 50 km på køreledningsstrækningen, kører i gennemsnit 90 km i Danmark.

Transittrafikken udgør derfor en større del af de kilometer, der er kørt i Danmark (44%), end af turene (26%), jf. tabel 13.

Tabel 13

Lastbilkilometer (1.000) pr. hverdagsdøgn (2040) på køreledningsstrækningen

Fra/til	Danmark	Sverige	Norge	Finland	Tyskland	Benelux	Syd- og Østeur.	I alt
Danmark	261 ¹	35	15	0	139	10	18	478
Sverige	33				85	58	27	204
Norge	7				58	14	10	88
Finland	1				1	1	1	3
Tyskland	104	77	57	3				242
Benelux	8	55	13	3				79
Syd- og Østeuropa	20	36	9	3				67
I alt	433	203	93	10	283	82	56	1.160

- National i alt: 260 (22%)
- International i alt: 390 (34%)
- Transit i alt: 510 (44%)

Kilde: Egne beregninger baseret på Grøn Mobilitetsmodel.

Note: Angiver kun de kilometer, der køres i Danmark. Totalerne er afrundet.

Note: ¹ I den nationale trafik indgår kun det estimerede antal ture på over 50 km.

Lastbilernes kørsel i Danmark

En del af lastbilernes ture køres på selve køreledningsstrækningen, mens en del af dem køres på batteri uden for strækningen. For at give et indblik i, hvor meget af lastbiltrafikken der kører uden for strækningen med køreledninger, bruger vi en separat datakilde, der følger køretøjer i Danmark via GPS (INRIX-data).

Transittrafikken kan køre hele den danske del af turen på køreledninger.⁵ Fokus her er derfor på den internationale og nationale trafik. Da vi har forudsat et optimeret anlæg, hvor der kun etableres køreledninger på dele af strækningen, vil det påvirke, hvor langt væk fra køreledningsstrækningen lastbilerne kan køre.

Den internationale trafik, som er i berøring med køreledningsstrækningen, kører typisk længere på strækningen end uden for strækningen, jf. tabel 14. 42% af lastbilerne kører over 50 km på køreledningsstrækningen. Det er også værd at bemærke, at 10% af lastbilerne kører mere end 50 km uden for køreledningsstrækningen og dermed ikke vil kunne foretage turen, hvis de er udstyret med et batteri med 50 kilometers rækkevidde.

⁵ Med undtagelse af de lastbiler, som vælger Gedser-Rostock i stedet for Femern Bælt-forbindelsen. De har 30 km fra Gedser op til E47.

Tabel 14 Fordeling af lastbilernes turlængde på de internationale ture

Kørsel på køreledningsstrækningen i Danmark	Kørsel uden for køreledningsstrækningen i Danmark			
	0-25 km	25-50 km	Over 50 km	I alt
0-25 km	32%	1%	1%	34%
25-50 km	18%	1%	5%	24%
Over 50 km	37%	2%	4%	42%
I alt	86%	4%	10%	100%

Kilde: INRIX-GPS-data for maj 2022. Opgørelsen indeholder ture, som er i berøring med korridoren Rødby/Femern-Øresund. Lastbiler er adskilt fra personbiler ved at filtrere på køretøjer med en hastighed på under 90 km/t.
 Note: Ture med endepunkt inden for 30 meter fra korridorens vejmidte er frasorteret, da vi antager, at det ikke repræsenterer turens faktiske endepunkt. INRIX-opgørelsen har en gennemsnitlig turlængde på ca. 75 km, hvilket er lidt højere end de 71 km, vi anvender på baggrund af Grøn Mobilitetsmodel.

Tilsvarende kører den nationale trafik, der er i berøring med køreledningsstrækningen, typisk også længere på strækningen end uden for den, jf. tabel 15. Hvor der for den internationale trafik er 10% af turene, der kører mere end 50 km uden for køreledningsstrækningen, er det 30% af de nationale ture.

Tabel 15 Fordeling af lastbilernes turlængde på de nationale ture (over 50 km)

Kørsel på køreledningsstrækningen	Kørsel uden for køreledningsstrækningen			
	0-25 km	25-50 km	Over 50 km	I alt
0-25 km		6%	19%	25%
25-50 km	9%	4%	8%	21%
Over 50 km	49%	2%	3%	54%
I alt	58%	12%	30%	100%

Kilde: INRIX-GPS-data for maj 2022. Opgørelsen indeholder ture, som er i berøring med korridoren Rødby/Femern-Øresund. Lastbiler er adskilt fra personbiler ved at filtrere på køretøjer med en hastighed på under 90 km/t.
 Note: Ture med endepunkt inden for 30 meter fra korridorens vejmidte er frasorteret, da vi antager, at det ikke repræsenterer turens faktiske endepunkt. INRIX-opgørelsen har en gennemsnitlig turlængde på ca. 100 km, hvilket er lidt højere end de 90 km, vi antager i analysen.

Trafikken over grænserne

Samlet set kører 8.500 lastbiler pr. hverdagsdøgn i 2040 over grænsen til og fra Østdanmark, jf. tabel 16. Til og fra kontinentet passerer langt de fleste, 4.900, Femern Bælt-forbindelsen, og kun en mindre del Gedser-Rostock, mens trafikken til og fra Sverige er mere ligeligt fordelt mellem Øresundsbroen og Helsingør-Helsingborg-forbindelsen.

Tabel 16

Antal lastbilture pr. hverdagsdøgn (2040) ved grænseovergangene til Østdanmark

	Femern Bælt- forbindelsen	Gedser - Rostock	Øresundsbroen	Helsingør - Helsingborg	I alt
Transit	1.419	116	707	762	3.000
International	3.466	760	502	782	5.500
I alt	4.900	900	1.200	1.500	8.500

Kilde: Egne beregninger baseret på Grøn Mobilitetsmodel.

Note: Totalerne er afrundet. Tal dækker sum af begge retninger.

5 Overflytning til køreledninger

På baggrund af tal fra Grøn Mobilitetsmodel har vi opgjort, at der i 2040 kører 11.400 lastbilture pr. hverdagsdøgn på køreledningsstrækningen, som potentielt vil kunne skifte til køreledninger. Der er flere ture med lastbiler, som kører på strækningen, men vi har fravalgt ture, der kun kører meget få kilometer på strækningen, samt ture, der kører til fx Fyn og Jylland, hvor vi har forudsat, at der ikke er etableret køreledninger.

Det vil kun være attraktivt for en del af de 11.400 lastbilsture på strækningen at skifte til køreledninger, hvis der etableres køreledninger på strækningen. Der er tre faktorer, der er afgørende for, om lastbilerne skifter til køreledninger:

1. Om køreledningerne er udbredt til hele lastbilens rute (udover 50 km i hver ende, hvor køreledningslastbilen kan anvende sit batteri).
2. Om lastbilerne/vognmændene kører tilstrækkeligt ofte på strækningen med køreledninger til, at det er attraktivt at skifte til en køreledningslastbil.
3. Om vognmændenes omkostninger ved at vælge køreledningslastbiler er lavere end alternativet (diesel/batteri/brint).

Det er usikkert, hvor meget disse faktorer hver især bidrager til, at nogle lastbiler ikke kører på køreledninger. I dette afsnit giver vi et bud på, hvor stor overflytningen til køreledninger bliver. I den samfundsøkonomiske analyse belyser vi gennem følsomhedsanalyser, hvordan den samfundsøkonomiske rentabilitet afhænger af, hvor mange lastbiler der anvender køreledningerne.

Med udgangspunkt i de 11.400 lastbiler, der pr. hverdagsdøgn kører på strækningen i 2040, laver vi en trafikkorrektur for hver af de tre faktorer. Ud af de 11.400 lastbiler estimerer vi, at ca. 3.350 vil vælge at bruge køreledningerne, jf. tabel 17, dvs. en overflytning på 29%. I bilagets afsnit 11.3 fremgår tal for 2030.

Tabel 17

Antal lastbilture pr. hverdagsdøgn i 2040 på køreledningsstrækningen

	National	International	Transit	I alt
Trafik i alt	2.900	5.500	3.000	11.400
1. Korrektur for udbredelse af køreledninger	0	-2.100	-2.350	-4.450
2. Korrektur for unikke køretøjer vs. gengangere	-300	-350	-50	-700
3. Korrektur for vognmændenes valg af drivmiddel	-1.100	-1.500	-300	-2.900
Trafik, der skifter til køreledninger	1.500	1.550	300	3.350

Kilde: Egne beregninger.

De fleste af lastbilturene på strækningen er nationale og internationale ture. I et klimaperspektiv har de 300 transitture større betydning, end antallet antyder, fordi de er længere end turene i de

andre trafiktyper, og klimaeffekterne afgøres af den samlede kørselsmængde. Den nationale kørsel udgør flest kilometer i Danmark, mens den internationale udgør flest kilometer samlet.

I afsnit 5.1, 5.2 og 6 beskriver vi hver af de tre trafikkorrektioner, der er afgørende for, hvor mange lastbiler der vil bruge køreledninger.

Fakta

Metodiske forbehold

Vores metode tager ikke højde for følgende:

- Hvis køreledninger er attraktive, kan de i sig selv medføre et ændret rutevalg for lastbilerne, så flere lastbiler vil køre på strækningen.
- Etablering af køreledninger kan medføre, at vognmændene optimerer lagre og logistikkæder med henblik på at udnytte køreledningerne.

5.1 Udbredelse af køreledninger

I analysens hovedscenarie forudsætter vi, at etablering af køreledninger i Danmark sker, efter at der er etableret køreledninger i Sverige og Tyskland. Vi antager derfor, at der allerede i 2030 er etableret køreledninger disse steder i udlandet:

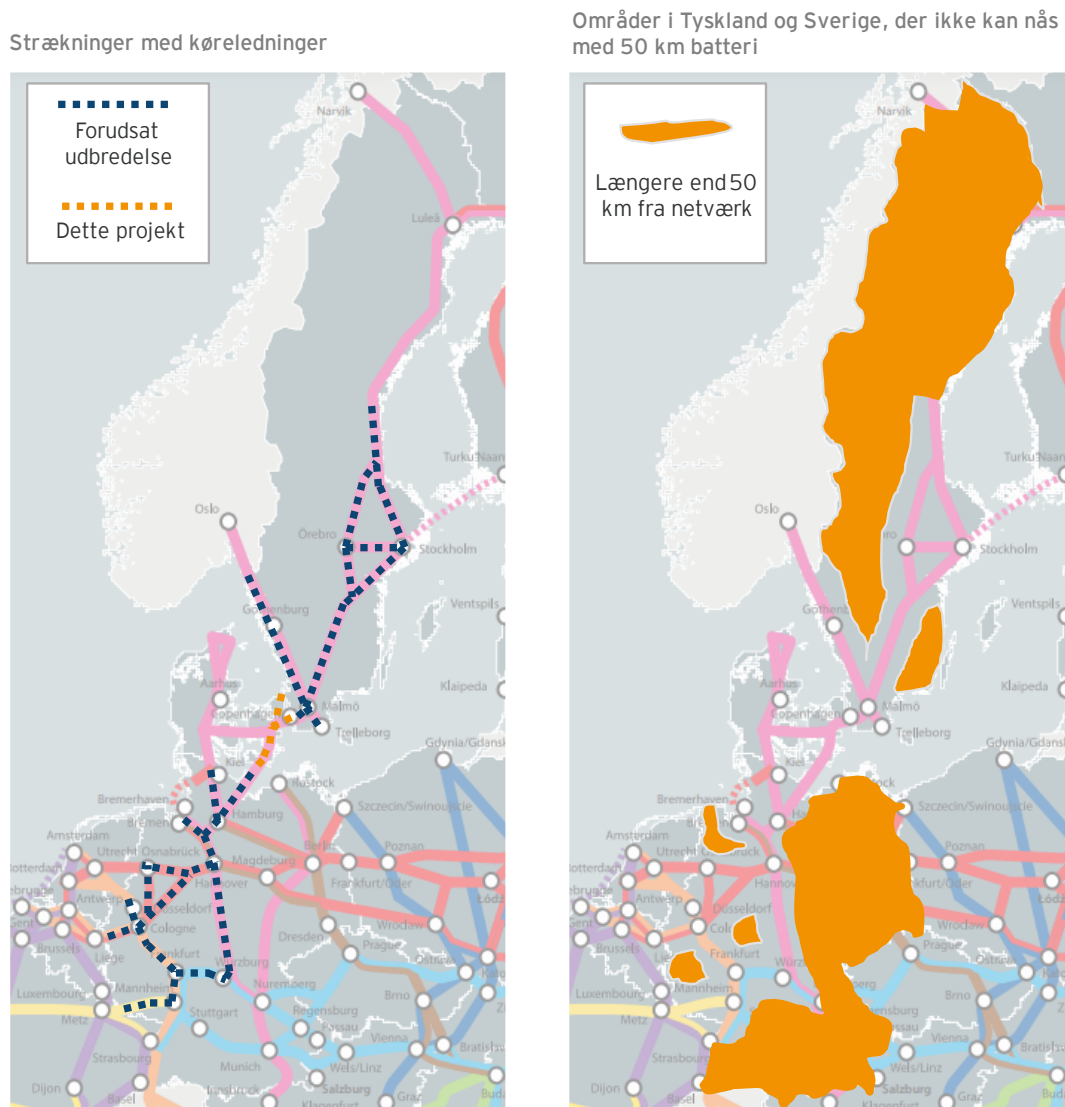
- I den sydlige halvdel af Sverige, inkl. Stockholm og Göteborg.
- I det nordlige og vestlige Tyskland.

Hovedscenariet er derfor baseret på en betydelig udbredelse i Danmarks nabolande. Vi forudsætter, at der ikke er køreledninger i resten af Europa eller i Danmark uden for køreledningsstrækningen. I den samfundsøkonomiske analyse belyser vi gennem følsomhedsanalyser, hvordan rentabiliteten afhænger af udbredelsen af køreledninger.

Figur 3 viser de korridorer, som vi forudsætter, har køreledninger, når de danske køreledninger står klar i 2030. Med forudsætningen bliver det muligt at nå til de mest trafiktunge svenske byer med køreledningslastbil (Malmö, Göteborg og Stockholm). I Tyskland kan man nå de nordlige og vestlige områder, som er startpunkt for langt størstedelen af den tunge trafik, der enten skal til Danmark eller videre nordpå.

Forudsætningen betyder derfor, at størstedelen af både internationale ture og transitture mellem Sverige, Tyskland og Østdanmark kan køres på køreledninger. Omvendt kan ture, der enten starter eller slutter i andre lande, ikke køres på køreledninger. Det gælder en stor andel af transitturene, men en mindre andel af de internationale ture.

Figur 3 Forudsat udbredelse af køreledninger på TEN-T-motorvejsnetværket i Danmark, Sverige og Tyskland



Kilde: <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tenetc/tenetc-portal/site/en/maps.html>.

På baggrund af tal fra Grøn Mobilitetsmodel har vi opgjort, at der i 2040 vil være 22% af transitturene på køreledningsstrækningen, der har både start og slut maksimalt 50 km fra køreledningsnetværket, jf. tabel 18. Det svarer til, at 650 transitture pr. hverdagsdøgn kan foretages på køreledninger i 2040.

Tabel 18

Lastbilture pr. hverdagsdøgn (2040) på køreledningsstrækningen

	International	Transit
Trafik i alt	5.500 (100%)	3.000 (100%)
- Heraf: Kan ikke foretages på køreledninger ved 50 km batteri	2.100 (38%)	2.350 (78%)
- Heraf: Kan foretages på køreledninger ved 50 km batteri	3.400 (62%)	650 (22%)

Kilde: Egne beregninger.

I den danske ende af de internationale ture regner vi med, at 90% af destinationerne kan nås inden for 50 km af netværket, jf. tabel 14, mens det i udlandet er væsentligt færre. Samlet set regner vi derfor med, at omtrent 62% af de internationale ture kan foretages på køreledninger.

Det skal desuden bemærkes, at vi i anlægsoverslaget har regnet på en optimeret løsning, hvor der er delstrækninger uden køreledninger, som køreledningslastbilerne må køre på batteriet, jf. afsnit 3. Nogle af lastbilernes ture vil have start eller stop et sted, som gør, at de til- eller frakobles køreledningsnetværket på en delstrækning uden køreledninger og skal bruge en del af batteriet på denne delstrækning. De vil derfor ikke kunne køre helt op til 50 km væk fra køreledningsstrækningen, men lidt mindre. Det har vi ikke taget højde for i trafikopgørelsen, men det formodes, at det ikke har væsentlig indflydelse på opgørelsen.

5.2 Unikke køretøjer vs. gengangere

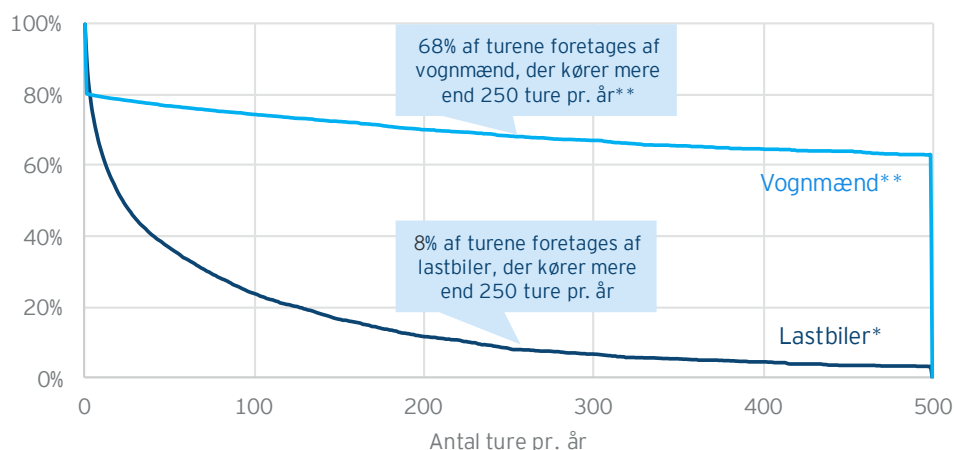
Det vil primært have vognmændenes interesse at skifte til køreledningslastbiler, hvis lastbilerne kan bruges til alle deres ture på køreledningerne. En lastbil, som kører nogle ture på rent batteri og nogle ture på køreledninger, vil have svært ved at konkurrere mod rene batterilastbiler eller rene køreledningslastbiler, da der både er omkostninger til (et større) batteri og pantograf.

Spørgsmålet er derfor, hvor stor en andel af lastbilerne på køreledningsnetværket, man med rimelighed kan forudsætte, har mulighed for udelukkende at køre på køreledningsnetværket. På det konkurrenceprægede marked for international godstransport kører lastbilerne mange af årets dage. Vi vurderer derfor, at lastbilerne skal køre omtrent 250 ture om året udelukkende på køreledningsnetværket for at det er rentabelt at investere i køreledningslastbiler. Bemærk, at køreledningsnetværket refererer til både det danske, svenske og tyske netværk under ét.

Blandt de lastbilture, der går over Øresundsbroen, er til sammenligning:

- 8% kørt af lastbiler, der krydser broen mindst 250 gange om året, jf. figur 4. De kører i dag så godt som alle deres ture over Øresund.
- 68% kørt af vognmænd, der krydser broen mindst 250 gange om året, jf. figur 4. Hvis der er etableret køreledninger, vil vognmændene have incitament til at optimere inden for deres flåde, så det er de samme lastbiler, der kører alle deres ture på køreledningsstrækningen. Med optimeringen vil andelen af lastbilernes ture, der krydser broen mindst 250 gange om året, vokse fra 8% og op mod 68%.

Figur 4 Andel af lastbilernes og vognmændenes ture over Øresundsbroen (2021)



Kilde: Egne beregninger på data fra Øresundsbroen for lastbiler over 9 meter.

Note: * Unik nummerplade.

Note: ** Unikt BroPas-ID. 20% af turene er foretaget af kunder uden BroPas-ID. Vi har forudsat, at de kun kører én gang om året.

Hvis vognmændene optimerer, vil op mod 68% af turene over Øresund derfor kunne køres af lastbiler, der udelukkende kører ture over Øresund. Til gengæld er der mulighed for flere gengangere inden for hele køreledningsnetværket, end der er lokalt over Øresund.

Jo større køreledningsnetværket er, jo flere lastbiler vil kunne køre alle deres ture på det. De samme lastbiler behøver altså ikke at køre alle deres ture netop på den danske del af strækningen, men blot et sted i det europæiske netværk.

I basisscenariet er forudsætningen, at køreledningerne – og dermed køreledningslastbiler – allerede er udbredt i dele af Sverige og Tyskland. Derfor vil svenske og tyske vognmænd med køreledningslastbiler også kunne udbrede deres drift til den danske del af netværket, mens de relativt korte ture i Danmarks nationale transport formentlig vil være mere krævende at få kørt af "gengangere".

Vi forudsætter derfor, at 90% af turene inden for køreledningsnetværket kan foretages af de samme lastbiler (vognmænd), og som derfor potentielt kan udskiftes til køreledningslastbiler. Forudsætningen afspejler, at vognmændene vil være gode til at optimere ruteplanlægningen.

6 Drivmiddelvalg og vognmandsgevinster

I afsnit 5.1 og 5.2 har vi beskrevet de første to trafikkorrektioner for, hvor mange lastbiler der forventes at køre på køreledninger (udbredelse af køreledninger og unikke køretøjer). I dette afsnit beskriver vi den tredje korrektion: Om vognmændenes omkostninger ved at vælge køreledningslastbiler er lavere end alternativet. Vi ser i denne analyse kun på de tre mest oplagte alternativer: Diesel, batterier og brint. Det udfolder vi i afsnit 6.1. I afsnit 6.2 viser vi, hvad omkostningsopgørelsen betyder for drivmiddelfordelingen i lastbilbestanden, og i afsnit 6.3 opgør vi de gevinster, som tilfalder vognmændene i de tilfælde, hvor de kan spare penge ved at vælge køreledningslastbiler.

I fortolkningen af forudsætninger og resultater er det vigtigt at huske, at vi kun forholder os til de lastbiler, der kører på køreledningsstrækningen og har mulighed for at køre på køreledninger (efter de første to trafikkorrektioner). Da trafikken på strækningen i særlig høj grad består af international trafik og lange ture, er forudsætninger og resultater ikke repræsentative for den samlede lastbiltrafik i Danmark.

Kort om tilgangen

Vi beskriver her kort vores tilgang. For hvert år i perioden 2030-2050 opgør vi totalomkostningen over levetiden ved at anskaffe en lastbil. Vi har i analysen inkluderet fire drivmidler:

- Diesel
- Batteri
- Brint
- Køreledning.

Ud fra omkostningerne opgør vi den forventede markedsandel for nysalg af hvert drivmiddel. Ud fra nysalg opgør vi dernæst lastbilbestanden på hvert drivmiddel på køreledningsstrækningen. Både nysalg og lastbilbestand er alene for de lastbiler, der anvendes på køreledningsstrækningen.

Da national, international og transittrafik har forskellige karakteristika, laver vi separate analyser for hver af dem. Fx består den nationale trafik af korte ture (50-200 km), mens transittrafikken består af meget lange ture.

6.1 Omkostninger ved forskellige drivmidler

For at opgøre totalomkostningerne bruger vi en række antagelser og nøgletal, som vi løbende refererer til i dette afsnit. Vi uddyber i bilagets afsnit 11.4, hvad der ligger til grund for hver enkelt forudsætning. Da det er nødvendigt at fremskrive alle forudsætningerne frem til 2050, er metoden forbundet med væsentlig og tiltagende usikkerhed i de senere analyseår.

Tabel 19 viser de mest centrale forudsætninger og forskelle mellem trafiktyperne, som vi bruger i omkostningsanalysen.

Tabel 19 Centrale forudsætninger i omkostningsmodel

	National	International	Transit
Lastbiltype	Sololastbiler med eller uden anhænger	Sættevognstog	Sættevognstog
Lastbilens levetid (år)	10	10	10
Kørselsomfang pr. år (km)	60.000	130.000	130.000
Kørselsdage pr. år	220	260	260
Kørselsomfang pr. kørselsdag (km)	273	500	500
Gennemsnitlig turlængde (km)	90	378	947
- heraf i Danmark	90	71	170
Ture pr. dag	3,0	1,3	0,5
Chaufførløn (% af danske enhedspriser)	100%	50%	50%
Rækkevidde på batterilastbil (km) ¹	400	400 / 800	400 / 800
Antal ekstra pauser til opladning pr. kørselsdag ¹	0	1 / 0	1 / 0

Note: Forudsætningerne kvalificeres i bilagets afsnit 11.4.

Note: ¹ Lille/stor batterilastbil.

De primære forskelle mellem de tre trafiktyper er således følgende:

- Vi forudsætter, at en gennemsnitlig lastbil i den nationale trafik kører 60.000 km om året, mens lastbiler i den internationale trafik og transittrafikken i gennemsnit kører 130.000 km om året. Vi regner desuden med, at en lastbil har en levetid på 10 år.
- Mens den nationale trafik består af flere, korte ture om dagen, består transittrafikken af flerdagesture med overnatning.
- Da den internationale trafik og transittrafikken ofte har udenlandske chauffører, er lønningerne lavere.
- For lastbiler i den internationale trafik og transittrafikken regner vi på to forskellige batterilastbiler: En lille med batterirækkevidde på 400 km og en stor med batterirækkevidde på 800 km. Fordelen ved den lille er, at selve lastbilen bliver billigere, men den skal til gengæld lade op én ekstra gang pr. kørselsdag. Den store lastbil kan klare en hel kørselsdag uden at skulle bruge tid på opladning. Lastbilerne i den nationale trafik kører så tilpas lidt, at de med et batteri med en rækkevidde på 400 km ikke behøver lade op i løbet af dagen.⁶

Totalomkostningen over levetiden ved at købe en lastbil udgøres af en række komponenter, som har forskellig størrelse alt efter drivmiddel:

⁶ De kan nå at lade tilstrækkeligt op i forbindelse med af- og pålæsning.

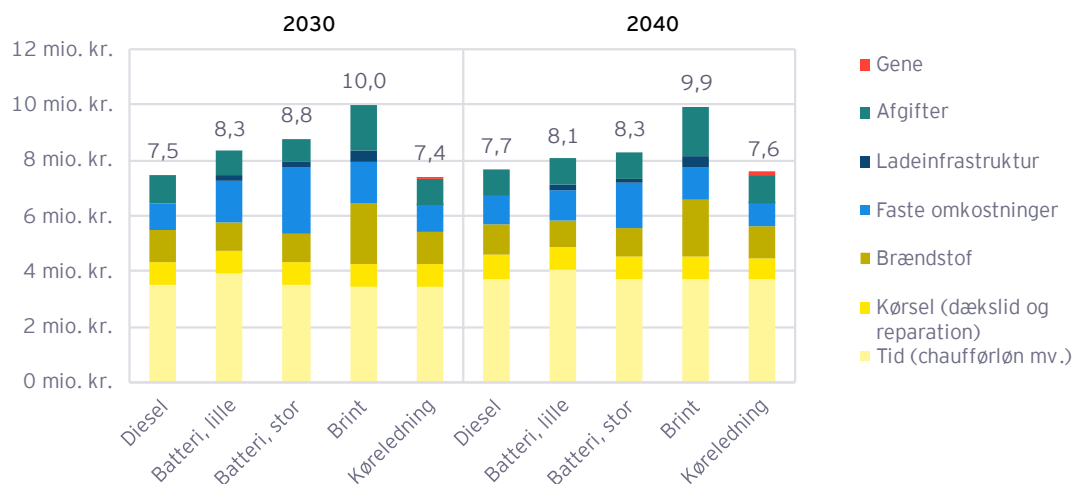
- En pris på selve lastbilen i købsåret.
- En række variable omkostninger for at bruge lastbilen 60.000/130.000 km om året i de kommende 10 år. Vi forudsætter, at vognmændene har en diskonteringsrente på 6,5% pr. år, dvs. at de vægter omkostningerne i den tidlige del af levetiden tungere.⁷ De variable omkostninger er tidsomkostninger (primært chaufførløn), kørsel (dækslid og reparation), brændstof (diesel/el/brint) samt afgifter. Brændstofprisen på diesel stiger markant efter 2050 som følge af, at vi har forudsat at diesel erstattes 100% af 2. generation biofuels efter 2050.
- For lastbiler, der kører på batteri, brint eller køreledninger, er der desuden en meromkostning til at opsætte ladeinfrastruktur. Vi forudsætter, at omkostningerne til køreledningsinfrastrukturen er dækket af staten. Andre udgifter til ladeinfrastruktur er ikke dækket af det offentlige. Det omfatter opladning for batterilastbiler og for køreledningslastbilerne ved depot.
- Da køreledningslastbiler kun kan bruges på køreledningsnetværket, er de mindre fleksible end de øvrige drivmidler, hvilket er en gene for vognmændene. Vi tillægger derfor køreledningslastbilerne en genefaktor.
- De nuværende afgiftsreduktioner for el udløber i 2030. Vi har derfor forudsat, at der i analyseperioden er afgifter på el.

Totalomkostninger for lastbiler, der bruges i den internationale trafik på strækningen

Figur 5 viser for 2030 og 2040, hvad det koster over levetiden at købe en lastbil, der bruges i den internationale trafik. I bilagets afsnit 11.5 fremgår de tilsvarende resultater for national trafik og transittrafik.

⁷ Vognmændene træffer deres valg ud fra en diskonteringsrente på 6,5%. I den samfundsøkonomiske analyse diskonteres omkostninger dog med de samfundsøkonomiske diskonteringsrenter.

Figur 5 International trafik: Omkostninger over levetiden efter købsår for en gennemsnitlig lastbil
Variable omkostninger er diskonteret fra købsåret



Kilde: Egne beregninger.

Note: 'Batteri, lille' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 400 km, mens 'batteri, stor' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 800 km.

Omkostninger er korrigeret for nyttelastbegrænsninger. Fx vejer en batterilastbil mere end en diesellastbil, så det kræver flere lastbiler at transportere samme mængde gods.

Faste omkostninger dækker over anskaffelsesomkostninger.

I 2030 er diesellastbiler i gennemsnit det billigste valg i den internationale trafik, hvis køreledningsnetværket ikke bygges. I løbet af brugsperioden 2030-2039 koster en gennemsnitlig diesellastbil 7,5 mio. kr., mens det billigste alternativ - en batterilastbil med et lille batteri - koster 8,3 mio. kr. Forskellen skyldes særligt, at batterilastbilerne har høje faste omkostninger pga. det dyre batteri. Derudover har de små batterilastbiler højere tidsomkostninger end diesellastbiler, fordi de skal bruge tid på opladning.

Frem mod 2040 bliver batterilastbilerne løbende et mere attraktivt alternativ til diesellastbilerne. Det skyldes i høj grad, at vi har baseret de faste omkostninger på en antagelse om, at batteripriserne falder med 65% frem mod 2050. Vi uddyber antagelsen i bilagets afsnit 11.4. Det er én af flere antagelser, som bidrager til usikkerhed i opgørelsen. I den samfundsøkonomiske analyse belyser vi derfor gennem følsomhedsanalyser, hvad batteriprisen betyder for projektets rentabilitet.

Køreledningslastbiler koster i gennemsnit en smule mindre end diesellastbiler i både 2030 og 2040.

Totalomkostninger for alle trafiktyper på strækningen

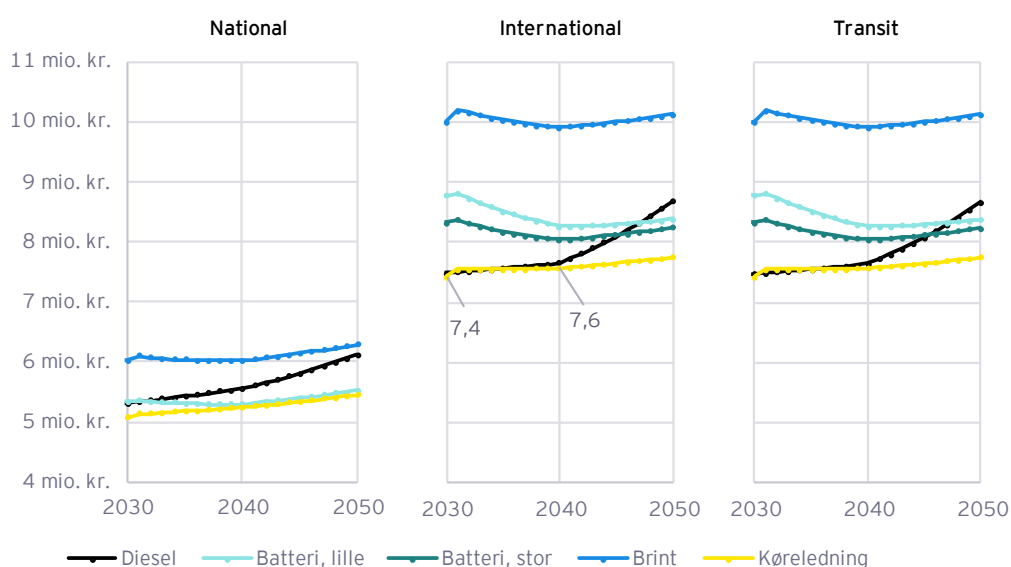
Beregningerne ovenfor er foretaget for hvert år frem til 2050 for både national, international og transittrafik. Figur 6 viser udviklingen i lastbilernes totalomkostninger for alle trafiktyperne. Vi har forudsat i analysen, at lastbiler ikke må udlede CO₂ fra 2050 og frem i Danmark og udlandet.

Derfor regner vi med, at diesellastbiler fra 2050 kører 100% på 2. generations biofuels, som ikke udleder CO₂, men er markant dyrere end fossil diesel. Fra 2041 og frem mod 2050 betyder det, at prisen på diesellastbiler stiger hurtigt.

Totalomkostningen på batterilastbiler falder frem mod 2040⁸, efterhånden som batterier forventes at blive billigere. Fra 2040 stiger prisen en smule, hvilket primært skyldes fremskrivninger af tidsomkostninger (chaufførløn mv.).

Figur 6 Totalomkostning over levetiden efter købsår for en gennemsnitlig lastbil

Variable omkostninger er diskonteret fra købsåret



Kilde: Egne beregninger.

Note: 'Batteri, lille' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 400 km, mens 'batteri, stor' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 800 km. Da et 400 km batteri er tilstrækkeligt for lastbiler i den nationale trafik til at foretage alle turene uden mertid til opladning, vil det aldrig være attraktivt at vælge det store batteri.

Da transittrafikken har flere af de samme karakteristika som den internationale trafik, har udviklingen det samme mønster.

Omvendt har lastbilerne i den nationale trafik på strækningen nogle andre karakteristika, der fører til en anderledes udvikling. De har et mindre årligt kørselsomfang og kører kun ture på 50-200 km, som kan klares med en lille batterilastbil uden mertid til opladning. Derudover kører de alle kilometerne i Danmark, hvor der er højere afgifter på diesellastbiler end på nulemissionskøretøjer. Derfor bliver den gennemsnitlige batterilastbil allerede billigere end diesel omkring 2027. Køreledningslastbilerne er det billigste valg i 2030, mens forskellen til batterilastbiler mindskes frem mod 2050, efterhånden som batterier bliver billigere.

⁸ Fra 2030 til 2031 stiger totalomkostningen, fordi energifgiften godtgøres til og med 2030.

6.2 Drivmiddelfordeling

I afsnit 6.1 har vi opgjort totalomkostningen på en gennemsnitlig lastbil. Det er et gennemsnit, fordi flere af forudsætningerne i opgørelsen er gennemsnitsbetragtninger. I virkeligheden er det fx ikke alle de internationale lastbiler, som kører 130.000 km om året. Der er flere forudsætninger, som er forskellige for individuelle lastbiler, og som har indflydelse på totalomkostningerne for den individuelle vognmand. Derfor regner vi ikke med, at alle vognmænd vælger køreledningslastbiler, selvom de i gennemsnit er det billigste valg.

Vi fordeler nysalget af lastbiler med en markedsstørrelsesfunktion både i en situation uden og med køreledninger (basis og projekt). Basisopgørelsen er bl.a. afgørende for, hvor store klimaeffekterne bliver, når nogle vognmænd vælger køreledningslastbiler, fordi effekterne afhænger af, om de i basisscenariet uden køreledninger havde valgt diesel eller batteri.

Markedsstørrelsesfunktionen er valgt, så den afspejler, at transporterhvervet er et konkurrencepræget erhverv, hvor vognmændene i høj grad minimerer omkostningerne. Den har desuden en række plausible egenskaber:

- Jo billigere et drivmiddel er i gennemsnit i forhold til øvrige drivmidler, jo større en del af nysalget bliver det tildelt.
- Hvis den gennemsnitlige totalomkostning for køretøjer, der anvender to forskellige drivmidler er lige stor i et givent år, bliver der solgt lige mange lastbiler med de to typer drivmidler.

Nysalg, bestand og indfasning

Vi forudsætter, at alle lastbiler har en levetid på 10 år. Som udgangspunkt betyder det, at nysalget hvert år udgør 10% af vognparken, mens de resterende 90% af vognparken udgøres af de seneste ni års nysalg. Derfor vil der være en forsinkelse fra, at drivmiddelfordelingen ændres i nysalget, og til det slår igennem i bestanden. Både nysalg og lastbilbestand er alene for de lastbiler, der anvendes på køreledningsstrækningen.

Vi regner med, at der er en indfasningsperiode på fem år for køreledningslastbilerne fra åbningsåret 2030. Det afspejler, at der typisk går nogle år, før markedet tilpasser sig de nye muligheder.

Samtidig forudsætter vi, at eksisterende lastbiler på fx diesel kan sælges på EU's brugtvoغنsmarked til fordel for køreledningslastbiler.⁹ Det betyder, at den sædvanlige forsinkelse, der er fra, at ændret nysalg slår igennem i bestanden, mindskes.

⁹ Vi forudsætter en meromkostning på 100.000 kr. på køreledningslastbiler, der erhverves som led i salg af en eksisterende lastbil på brugtvoغنsmarkedet. De 100.000 kr. dækker over transaktionsomkostninger og en prisfastsættelse, som er baseret på, at sælgeren kender kvaliteten af lastbilen, mens køberen ikke gør.

Drivmiddelfordeling blandt lastbiler i den internationale trafik

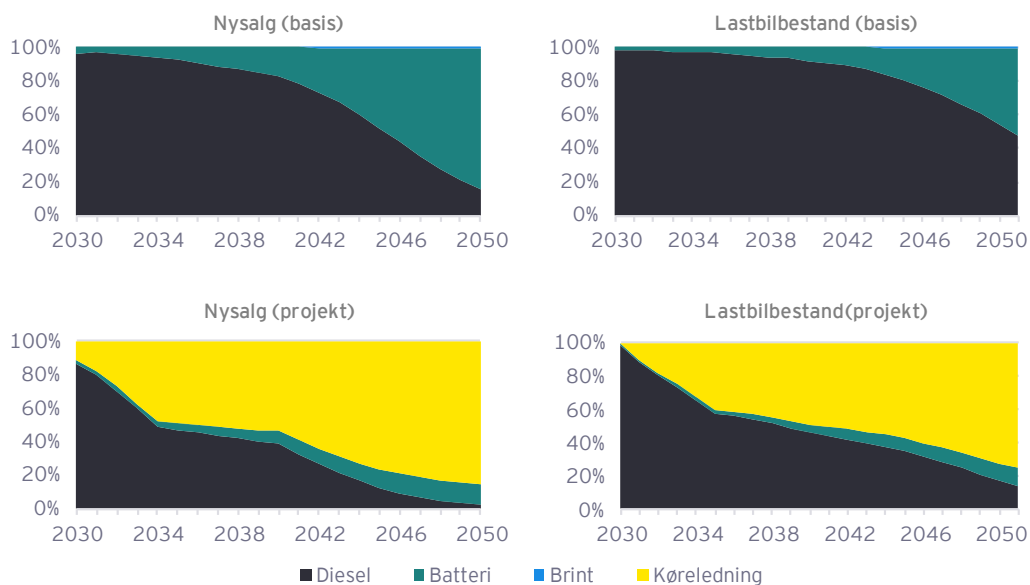
Vi ser i dette afsnit på, hvilket drivmiddel der vil blive anvendt for den del af trafikken på køreledningsstrækningen, som potentielt kan skifte til køreledninger, jf. afsnit 5.

I basissituationen vil diesel i gennemsnit være det billigste drivmiddel for lastbiler i den internationale trafik frem til 2046, hvorefter batteridrevne lastbiler bliver billigst, jf. afsnit 6.1. Størstedelen af nysalgte frem til 2046 er derfor på diesel, jf. figur 7. Først nogle år senere vil batterilastbilerne udgøre halvdelen af bestanden. I bilagets afsnit 11.5 fremgår de tilsvarende resultater for national trafik og transittrafik.

Figur 7

International trafik: Drivmiddelfordeling

Fordelingen dækker kun den del af trafikken på strækningen, som potentielt kan skifte til køreledninger, jf. afsnit 5.



Kilde: Egne beregninger.

I projektsituationen vil køreledningslastbiler i gennemsnit koste omtrent det samme som diesel. Derfor estimerer vi, at ca. halvdelen af de nysalgte lastbiler til international kørsel i 2035 vil være køreledningslastbiler. Fra 2030 til 2034 er andelen mindre pga. indfasningsforudsætningen.

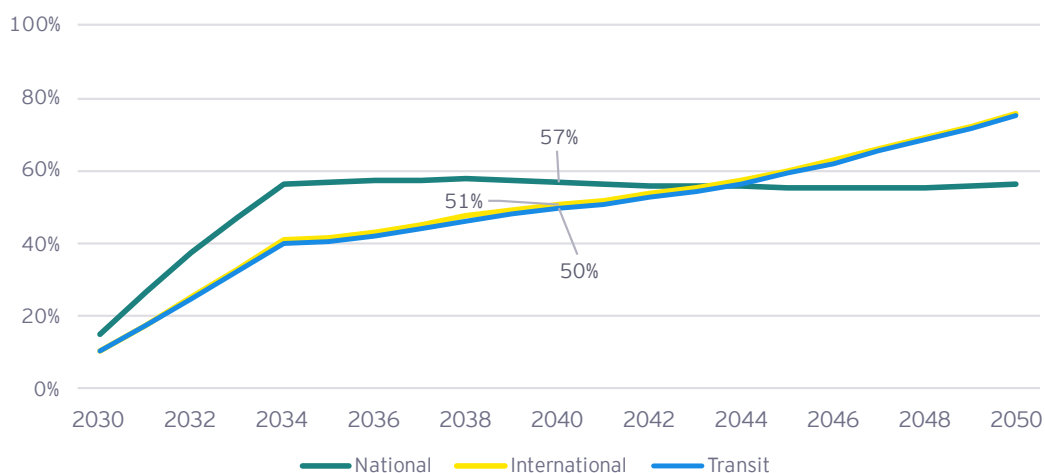
I de tidlige analyseår vil anlæg af køreledninger betyde, at nogle vognmænd vælger køreledningslastbiler i stedet for diesellastbiler, hvilket både reducerer vognmændenes omkostninger og giver en klimagevinst. I de senere analyseår vil det betyde, at nogle vognmænd vælger køreledningslastbiler i stedet for batterilastbiler, hvilket reducerer vognmændenes omkostninger, men ikke giver klimagevinster.

Køreledningslastbilerne vil på relativt få år udgøre en stor del af bestanden pga. antagelsen om, at lastbiler på andre drivmidler kan sælges til fordel for køreledningslastbiler.

Drivmiddelfordeling blandt alle trafiktyper

Da transittrafikken har samme karakteristika som den internationale trafik, vil lastbilbestanden udvikle sig på nogenlunde samme måde. Figur 8 viser, hvor stor en andel af lastbilbestanden på strækningen der udgøres af køreledningslastbiler.

Figur 8 Køreledningslastbilers andel af lastbilbestanden på strækningen



Kilde: Egne beregninger.

Omvendt har den nationale trafik nogle andre karakteristika, som gør, at færre vil vælge køreledningslastbiler. Det skyldes først og fremmest, at diesellastbiler er mindre attraktive, men omvendt er batterilastbiler også et attraktivt alternativ. Det er særligt tilfældet i de senere analyseår, hvor batteripriserne forventes at være faldet markant. Køreledningsandelen i den nationale trafik stagnerer, efterhånden som batteripriserne falder.

Den tredje trafikkorrektion (korrektion for vognmændenes valg af drivmiddel) i tabel 17 er beregnet for 2040 på baggrund af, at 57%, 51% og 50% af lastbilerne vil køre på køreledninger i hhv. national, international og transittrafik.

6.3 Gevinster for vognmændene

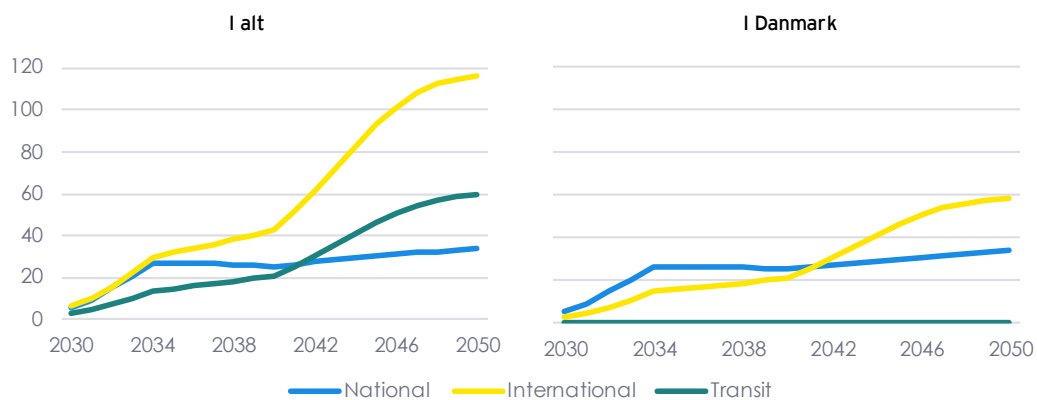
Med køreledninger får vognmændene et alternativ, som i nogle tilfælde er billigere, end hvad de ellers havde kunnet købe. De vognmænd, der i projektsituationen vælger køreledningslastbiler, opnår en gevinst.

Figur 9 viser vognmændenes samlede gevinster i hvert enkelt år. Antagelsen om en indfasningsprofil på fem år betyder, at færre vil vælge køreledningslastbiler fra 2030 til 2033, hvilket afspejles i vognmændenes gevinster i disse år. For både den internationale trafik og transittrafikken stiger gevinsterne over hele årrækken fra 2034 (hvor indfasningen antages at

være overstået), i takt med at køreledningslastbiler bliver relativt mere attraktive. Gevinsterne for vognmændene i transittrafikken tilfalder dog ikke Danmark.

Gevinsterne fra den nationale trafik er mindre, men de tilfalder til gengæld alle Danmark.

Figur 9 Vognmandsgevinster som følge af mulighed for at købe køreledningslastbiler (mio. kr. pr. år)



Kilde: Egne beregninger.

Note: 'I alt' anvendes i den samfundsøkonomiske analyse med global afgrænsning. 'I Danmark' anvendes i den samfundsøkonomiske analyse med national afgrænsning.

7 Konsekvenser for klimaet

7.1 Klimaeffekter i anlægsfasen

Vi præsenterer i dette afsnit klimaeffekterne i anlægsfasen ved etablering af køreledningssystem. Man kan læse mere om beregningerne i notatet "Vurdering af køreledningssystem til lastbiler på motorvejene fra Øresund til Femern" (Sweco 2023c).

Resultaterne viser, at etableringen af køreledningssystemet i korridoren over en 50-årig periode medfører et klimaaftryk svarende til ca. 70.000 tons CO₂. Materialeproduktionen står for omkring halvdelen. Samtidig udledes 10% af CO₂-emissionerne fra projektet i Danmark, mens de resterende 90% udledes uden for landets grænser.

Vi har beregnet klimaeffekten/CO₂-omkostningerne ved etablering og vedligeholdelse af køreledningssystemet ved brug af Vejdirektoratet og Banedanmarks klimaberegningsværktøj InfraLCA v.3.01. Værktøjet beregner miljøpåvirkninger ud fra generisk data baseret på standarden EN 15804:2012+A2:2019.

De følgende LCA-processer behandles i InfraLCA:

- Udvinning af råstoffer, transport fra udvindingssted til produktionssted, samt produktionen, indtil det færdige produkt er ved fabriksporte (A1-A3).
- Transport fra produktionsstedet til byggepladsen (A4) baseret på typiske afstande.
- Indbygning (A5), som er baseret på drivmiddelforbruget af entreprenørmaskiner.
- Drift og vedligeholdelse (B4-B5), der inkluderer udskiftning af materialer i forhold til deres respektive levetider.
- Bortskaffelse (C1-C4), som dækker nedrivning, transport til affaldshåndteringsanlæg, affaldshåndtering og deponering.
- Potentiale for genanvendelse (D), som estimerer materialernes genbrugs-, genanvendelses- eller genindvindingspotentialer.

Vi baserer materialerne og deres respektive mængder på anlægsbudgettet og har derudover benyttet faglitteratur, bl.a. til dimensionering af materialerne, som fx mængden af stål til en køreledningsmast. Beregningen er udført med en analyseperiode på 50 år, som er standard i InfraLCA. Projektstrækningen er i InfraLCA opdelt i to, så der analyseres på strækningen fra Femern til Kastrup (75 km) og fra Helsingør til Avedøre (32 km).

Tabel 20 viser resultatet af beregningen LCA-analysen i CO₂-ækvivalenter for projektstrækningen:

Tabel 20

Globalt opvarmingspotentiale fordelt på livscyklus og anlægskomponent (ton CO₂-eq)

Livscyklusfase	Øresundsbroen – Femern Bælt (75 km)	Helsingør – Avedøre (32 km)	I alt (107 km)
A1 - A3 (Produktion)	22.500	11.500	34.000
A4 (Transport)	3.200	1.500	4.700
A5 (Installation)	150	70	220
B4 - B5 (Vedligehold)	19.350	10.300	29.650
C1 - C4 (Affaldshåndtering)	900	400	1.300
D (Potentiale for genbrug)	-11.600	- 5.600	-17.200
Total (ekskl. fase D)	46.100	23.800	69.900

Kilde: Egne beregninger udført i InfraLCA v. 3.01.

Note: Tabellen angiver CO₂-udledning for nationale og internationale udledninger under ét. Tallene er afrundet til nærmeste hundrede.

Note: Tal under 100 er afrundet til nærmeste tier.

Note: Total er for hele levetiden med en analyseperiode på 50 år.

Note: Strækning 1 indeholder også etablering af et nyt nødspor på 48 km.

Samlet set vil etableringen af køreledningssystemet i korridoren over en analyseperiode på 50 år medføre et klimaaftryk svarende til en udledning på ca. 70.000 tons CO₂. For begge strækninger gælder det, at materialeproduktionen står for omkring 50% af den samlede udledning.

Når man dykker ned i resultaterne fra A1-A3-faserne, ser man, at metallerne, som udgør det primære materiale til køreledningssystemet (inklusive komponenterne i transformestationerne), står for 90% af udledningen på begge strækninger. Emissionerne i fasen B4 (udskiftning) domineres ligeledes af metallerne, da køreledningerne har en levetid på 15 år. Dermed vil de blive udskiftet tre gange på begge strækninger inden for analyseperioden.

Vi antager, at metallerne til diverse komponenter kommer fra fx Sverige eller Norge. CO₂-udledningerne forbundet med deres produktion ligger derfor uden for de danske grænser. Vi antager også, at de resterende materialer (asfaltprodukter, beton, cement og lignende) produceres inden for landets grænser. Tilsvarende antager vi, at alle emissioner udledt i affaldshåndteringsfaserne (C1-C4) er inden for landets grænser. Baseret på disse antagelser kan den nationale og internationale fordeling af CO₂-udledningerne ses i nedenstående tabel.

Tabel 21

National og international fordeling af CO₂-udledninger (ton CO₂-eq)

	Øresundsbroen – Femern Bælt (75 km)		Helsingør – Avedøre (32 km)		I alt (107 km)	
National	5.000	11%	2.200	9%	7.200	10%
International	41.100	89%	21.600	91%	62.600	90%
Total	46.100	100%	23.800	100%	69.00	100%

Kilde: Egne beregninger.

Note: Tabellen angiver CO₂-udledningen forbundet med etableringen af køreledningssystemet inden- og udenfor Danmarks grænser.

Tallene er afrundet til nærmeste hundrede.

Note: Total er for hele levetiden med en analyseperiode på 50 år.

Samlet set udledes 10% af CO₂-emissionerne fra projektet i Danmark. De resterende 90% udledes udenfor landets grænser. Dette skyldes primært metalelementerne, som er kilderne til de større udledninger, og det forklarer den forventede fordeling.

7.2 Klimaeffekter i driftsfasen

Etablering af køreledninger vil betyde, at nogle lastbiler, der alternativt havde kørt på andre drivmidler, skifter til køreledninger. Effekten på klima afhænger af, hvilket drivmiddel lastbilerne havde kørt på i basissituationen.

CO₂-udledningen reduceres i de tilfælde, hvor vognmændene alternativt havde valgt diesellastbiler. Hvis vognmændene alternativt havde valgt batteri- eller brintlastbiler, er betydningen for klima meget lille.¹⁰ Som det er standard i samfundsøkonomiske analyser, har vi ikke medtaget forskelle i CO₂-udledning fra produktion af køretøjerne.

Mellem 2030 og 2050 estimerer vi (på baggrund af opgørelserne i afsnit 5 og 6), at der samlet set bliver overflyttet 1.398 mio. km til køreledningslastbiler, jf. tabel 22. Heraf ville 825 mio. km alternativt være blevet kørt på diesel. Derfor medfører køreledningsprojektet en klimagevinst i driftsfasen.

¹⁰ Vi bruger årlige emissionsfaktorer fra Transportøkonomiske Enhedspriser v. 2.0 til at opgøre effekterne fra diesel og batterier. For brint- og køreledningslastbiler har vi skaleret batterilastbilernes emissionsfaktorer med den relative energieffektivitet, hvilket gør, at der er en lille forskel på udledningen fra batteri-, brint- og køreledningslastbiler.

Tabel 22

Ændring i mio. km i Danmark som følge af køreledninger

Drivmiddel	2030	2040	2050	2030-2050
Diesel	-13	-49	-30	-825
Batteri	-1	-24	-62	-566
Brint	0	0	-1	-7
Køreledning	14	73	93	1.398

Kilde: Egne beregninger.

Note: Tabellen angiver kilometer for national, international og transittrafik under ét. I beregningerne tager vi højde for, at lastbilerne i de forskellige trafiktyper har forskellige emissionsfaktorer.

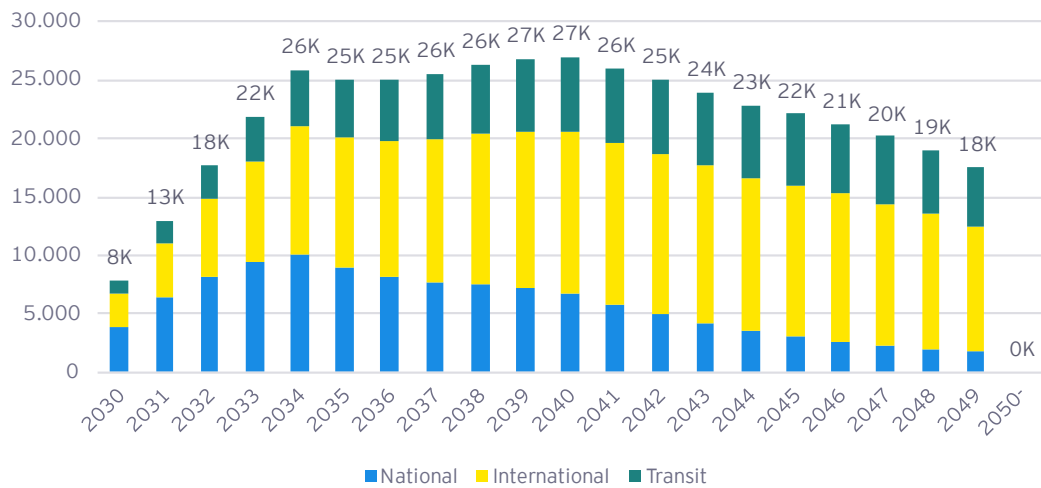
Note: Der bliver også overflyttet kilometer fra andre drivmidler til køreledninger i Sverige og Tyskland. De indgår ikke her.

I 2030 ville langt størstedelen af køreledningslastbilernes kilometer alternativt være kørt på diesel. Frem mod 2050 vil køreledningslastbilerne i stigende grad fortrænge batterilastbiler. Det bidrager isoleret set til, at klimagevinsterne bliver højere i de tidligere analyseår.

Vi bruger emissionsfaktorer fra Transportøkonomiske Enhedspriser v. 2.0 til at omregne kilometerændringerne til klimaeffekter. Fra 2050 har vi dog i analysen forudsat, at diesellastbiler fra 2050 kører 100% på CO₂-neutrale 2. generations biofuels (se afsnit 11.4).

Figur 10 viser effekten på CO₂-udledningen alt efter år og trafiktype. Etableringen af køreledninger fører over hele analyseperioden fra 2030 til 2079 til et samlet fald i CO₂-udledningen - fra alle trafiktyper under ét - på 440.000 ton (udiskonteret). Hele ændringen kommer i perioden 2030-2049 pga. antagelsen om, at diesellastbiler er CO₂-neutrale fra 2050.

Figur 10 Reduceret ton CO₂ i driftsfasen i Danmark som følge af etablering af køreledningsnetværk
Positive tal angiver mindre CO₂-udledning.



Kilde: Egne beregninger.

Note: Der er også en klimaeffekt i Sverige og Tyskland, som ikke indgår her.

I 2030-2033 er effekten mindre pga. den antagne indfasningsprofil (se afsnit 6.2). CO₂-reduktionerne i den nationale trafik topes i 2034, hvorefter de bliver mindre år for år. Det skyldes, at 2034 er det år, hvor flest kørte kilometer er overflyttet fra diesellastbiler til køreledningslastbiler. Efter 2034 er det i stigende grad kørte kilometer i batterilastbiler, som skiftes ud med køreledningslastbiler, så CO₂-reduktionerne falder. Samme mekanisme gør, at CO₂-reduktionerne i den internationale trafik og transittrafikken topes i 2040.

8 Konsekvenser for luftforurening, trafiksikkerhed og støj

8.1 Luftforurening

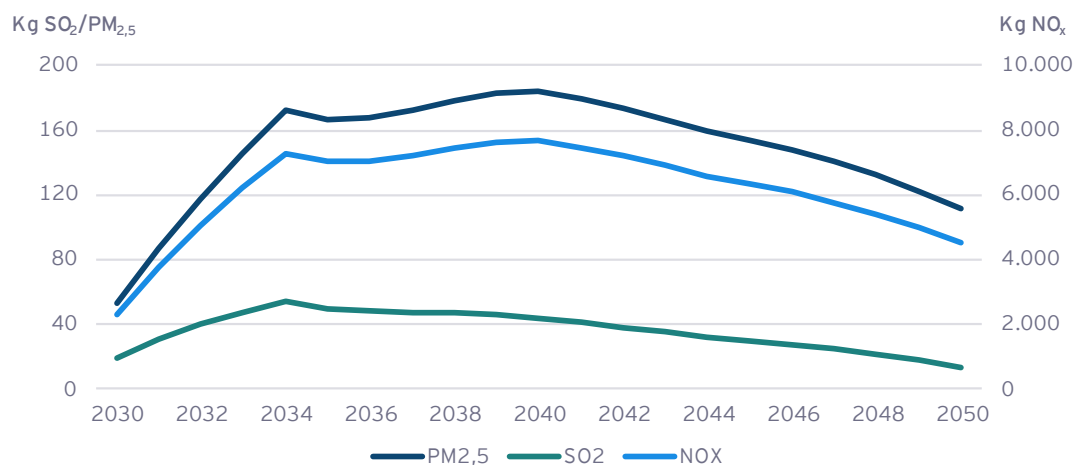
Figur 11 viser ændringen i luftforurening som følge af etableringen af køreledninger. De er opgjort på baggrund af ændringen i kilometer pr. drivmiddel, se tabel 22, og emissionsfaktorer fra Transportøkonomiske Enhedspriser v. 2.0.

Nedgangen i luftforurening toppes ligesom CO₂-reduktionerne i 2040, hvor flest kilometer med køreledningslastbil alternativt var kørt i diesellastbiler.

Figur 11

Ændring i luftforurening i driftsfasen i Danmark som følge af etablering af køreledningsnetværk

Positive tal angiver mindre udledning.



Kilde: Egne beregninger.

Note: Der er også en effekt på luftforureningen i Sverige og Tyskland, som ikke indgår her.

8.2 Trafiksikkerhed

I dette afsnit gennemgår vi de potentielle konsekvenser og risici for trafiksikkerheden, som kan opstå i forbindelse med etablering af køreledninger til lastbiler, samt øvrige risici i forbindelse med elektrificerede veje, såsom el og batterier. Gennemgangen er baseret på parametre, som anvendes i henhold til EU-direktiverne, når der skal foretages trafiksikkerhedsrevisioner. Man kan læse mere om trafiksikkerhedsgennemgangen i notatet "Trafiksikkerhedsvurdering" (Sweco 2023d).

Fakta

Trafiksikkerhedsrevision

Der skal gennemføres trafiksikkerhedsrevision af vejprojekter for veje, som indgår i det transeuropæiske transportnet (TEN-T). Revisionen er en selvstændig, indgående, systematisk og teknisk sikkerhedskontrol, der er opdelt i fem trin for: forprojekt, skitseprojekt, detailprojekt, ibrugtagning og overvågning. Under hvert trin findes en række faktorer, som skal indgå i revisionen, såsom sigtbarhedsforhold, hastigheder, konstruktion, tværsnit, antal og type af kørebaner mm.

Kilde: Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/96/EF af 19. november 2008 om forvaltning af vejinfrastrukturens sikkerhed.

Trafiksikkerhedsrevisionen er udført for de 2 strækninger Øresundsbroen – Femern Bælt-tunnelen og Helsingør Færgehavn – motorvejskryds Avedøre, som vi gennemgår nedenfor.

Øresundsbroen – Femern Bælt-tunnelen

Strækningen er 165 km lang. Den løber fra Øresundsbroen til færgelejet ved Rødby og indeholder europavejene E20, E47 og E55. Grundet strækningens placering anvendes den dagligt af mange turister, herunder fra Sverige, samt tunge godstransporter. Antallet af kørebaner varierer fra 2-4, og der findes en række viadukter og tunneler på strækningen, herunder Guldborgsundtunnelen, hvor frihøjden ligger på 4-4,5 m. For køretøjer over 4,2 m findes der alternative veje. Strækningen løber også over broer, herunder Kalvebodbroen og Farøbroen, hvor der er risiko for hård blæst, samt lukning af broen pga. blæst. Langs strækningen er der ligeledes autoværn i varierende kvalitet.

Helsingør Færgehavn – motorvejskryds Avedøre

Strækningen er 52 km lang og starter ved færgelejet ved Helsingør. Den indeholder europavejene E47 og E55 og anvendes dagligt af mange turister, herunder fra Sverige, samt godstransporter. Store dele af strækningen består af motorvej, hvor der hovedsageligt er 2 kørebaner i hver retning, med undtagelse af få steder, hvor der er 3-4 kørebaner. Dele af strækningen bevæger sig gennem byområder, hvor vejen er tæt ved bebyggelse, gang- og cykelstier, fodgængerfelter, busstoppesteder, skoler og institutioner m.m. Endelig findes der flere viadukter på strækningen med en frihøjde på lige over 4 m.

Trafiksikkerhedsrisici langs strækningerne

Vi har i revisionen af ovenstående 2 strækninger fundet en række risici, som der skal tages hensyn til i forbindelse med etablering af køreledninger. Køreledningerne skal holdes oppe af stolper langs vejene, og der skal placeres transformatorstationer. Både stolper og stationer skal beskyttes af autoværn med høj kapacitetsklasse, og ved af- og tilkørsler skal stolper beskyttes fra begge sider. Der skal ligeledes være tilstrækkeligt med plads mellem stolper/stationer og autoværn, så eventuelle arbejder med disse sikkert kan finde sted. Både stolper og autoværn kan skabe problemer for sigtbarheden på vejene.

Elektrificerede veje skaber ligeledes udfordringer og konflikter mellem de eldrevne køretøjer og den øvrige trafik i forbindelse med af- og tilkørsler. Her kan der opstå konflikter samt udsyns- og tilgængelighedsproblemer, hvis de eldrevne køretøjer ikke kan eller vil skifte til de yderste kørebaner.

Andre trafikrelaterede risici omhandler bl.a. sporkøring som følge af en større mængde lastbiler. Derudover skal frihøjden under broer og tunneler vurderes, så der ikke opstår trafiksikkerhedsrisici i forbindelse med køreledningerne. Endelig skal der i byområderne i høj grad tages hensyn til fodgængere og cyklister, så de sikkert kan opholde og bevæge sig i nærheden af vejene med køreledninger og tilhørende stolper og transformatorstationer.

Øvrige risici

Ud over de trafikrelaterede risici er der også en række risici i forbindelse med el fra køreledningerne samt batterier, herunder bl.a. stød, brand og udslip af giftgasser fra køretøjernes litiumbatterier. Eksponerede ikke-isolerede ledninger er livsfarlige at berøre, og en eventuel fejl på en isolator kan gøre stolperne til ledningerne elektrisk ledende, hvilket skaber livsfarlige situationer, især i byområderne.

Der er også en del risici for evt. redningspersonale. Køreledninger kan være livsfarlige i forbindelse med redningsaktioner, som involverer stiger og/eller vand. Samtidig gør ledningsnettet det svært for redningshelikoptere at lande på vejen, og der kan være behov for at etablere landingspladser langs strækningerne.

Det er ikke en forventning, at der opstår flere uheld som følge af indførelse af køreledninger.

8.3 Støj

En hel eller delvis udskiftning af lastbiler til køreledningslastbiler samt etablering af et elektrificeret spor på motorvejene forventes ikke at give anledning til et ændret støjniveau. Man kan læse mere om støj i notatet "Vurdering af støj ifm. køreledning på motorvejsstrækningen mellem Øresund og Femern" Sweco (2023e).

Støj fra køretøjer er forårsaget dels af køretøjets motor, dels af kontakten mellem dæk og vejbane (dækstøj). Typen af støj afhænger af køretøjets hastighed. Ved hastigheder for tunge køretøjer, herunder lastbiler, skifter den dominerende støj fra motorstøj til dækstøj ved omkring 50 km/t. På køreledningsstrækningen kører der typisk med højere hastigheder. Ved meget høje hastigheder, over 200 km/t, kan der genereres støj fra kontakten mellem køreledningerne og pantograf. Det vil ikke være et problem for køreledningssystem for lastbiler, da hastigheden vil være betydeligt lavere.

Det er den generelle konklusion i alle referencer om emnet, at en omlægning til elektriske køretøjer ikke ændrer ved støjens langs motorveje, idet støjen i forvejen hovedsageligt domineres af dækstøj fra de lette køretøjer. Dog baserer referencerne sig hovedsageligt på dækstøj og

berører kun kort andre former for støj. Derfor gennemgår vi i dette afsnit følgende emner i relation til støj:

- Støj fra strømaftager (is- og gnistdannelse, aerodynamisk støj)
- Vindgenereret støj
- Støj fra transformatorstationer
- Strømaftager, gnist- og isdannelse.

Det er et velkendt fænomen fra elektriske tog, herunder bl.a. letbanetog, at der kan opstå gnistdannelse mellem pantograf (strømaftager) og køreledning. Det kan derfor ikke udelukkes, at det også kan forekomme på elektrificerede vejstrækninger. Gnistdannelsen opstår som følge af urenheder på kontaktfladerne og særligt om vinteren ved isdannelse, som kan give anledning til et lille smæld, der kan være hørbar i umiddelbar nærhed. Det vurderes, at det ekstra støjbidrag vil være ubetydeligt sammenholdt med den øvrige støj fra trafikken.

Strømaftager, aerodynamisk støj

Der er ikke gennemført undersøgelser af aerodynamisk støj for strømaftagere i sammenhæng med elektrificering af veje, jf. VTI (2020). Med udgangspunkt i undersøgelser fra jernbaner optræder aerodynamisk støj fra pantografen først ved hastigheder over 200 km/t. Derfor vurderer vi, at risikoen for eventuel aerodynamisk støj fra lastbilens strømaftager er meget lille som følge af den markant lavere hastighed for lastbiler.

Vindgenereret støj i køreledningsanlæg

Der er ikke udført undersøgelser i forbindelse med eventuel vindgenereret støj fra køreledningsanlæg, men flere artikler fra den tyske presse beretter om støj fra køreledningsanlægget på motorvej A1 og A5 svarende til orgelpiber, der fløjter, når vinden blæser, jf. Trans.INFO (2019).

Vindgenereret støj opstår typisk ved repetérbare strukturer (fx rækværk, riste og lignende). Støjen skyldes hvirvelstrømme på bagsiden af hvert repetérbart delobjekt og opstår kun, hvis vinden er konstant i styrke og retning. Huller og slidser i master, bærearmer mv. vil ligeledes kunne give anledning til vindgenereret tonestøj under de rette betingelser. Der er fra Banedanmarks side kendskab til enkelte situationer, hvor vinden har forårsaget hørbar støj fra jernbanens kørestrømsanlæg.

Støj fra transformatorstationer

Køreledningsanlægget forsynes med strøm fra transformatorstationer, der er placeret langs vejen. Det er i forbindelse med planlægningen nødvendigt at kende transformatorstationens lydeffekt. Vi ved fra jernbaner, at transformatorstationer er støjsvage, men kan producere en brummende lyd.

De vejledende støjgrænser fremgår af tabel 23. De er begrænset til natperioden, da det er designkriteriet, idet der her er de laveste støjgrænser. Tallene i tabellen indeholder desuden +5dB for støjens karakter (tone eller impuls).

Tabel 23

Støjgrænser for natperiode

Område	Lr [dB]
Boligområde for åben, lav boligbebyggelse	35 dB
Sommerhusområde	35 dB
Blandet bolig og erhverv (bykerner)	40 dB
Etageboligområder	40 dB
Erhvervsområde med forbud mod generende virksomheder	60 dB
Erhvervs- og industriområde	70 dB

Kilde: Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1984.

8.4 Særtransporter

Etablering af køreledninger kan påvirke muligheden for køre med særtransporter på den del af strækningen, hvor der opsættes køreledninger. Særtransporter dækker over transporter, der overstiger de lovpligtige grænser for størrelse eller vægt, og som der gives specifik tilladelse til.

Vi har som del af denne analyse ikke undersøgt konsekvenserne for særtransporter. Dette afsnit er derfor baseret på Vejdirektoratets notat 'Særtransporter på strækningen ml. Rødby og Helsingør/Øresundsbroen' (Vejdirektoratet 2023).

Der findes ikke registreringer af antallet af særtransporter på det danske vejnet. Årligt udstedes der ca. 35.000 særtransporttilladelser i Danmark. Tilladelserne udstedes som genereltilladelse, engangstilladelse og strækningstilladelse for en periode på op til 5 år. En enkelt tilladelse kan således dække over mange transporter. Tillige er en række særtransporter tilladelsesfrie jf. bekendtgørelse om særtransport.

Nedenstående tabel viser antallet af udstedte tilladelser med de angivne lokationer som enten startsted eller destination for transporten. Tallene viser ikke antallet af transporter, da strækningstilladelser kan dække over mange transporter på samme tilladelse. Derudover vil tilladelser, der fx har startsted i Rødby og Øresundsbroen som destination optræde dobbelt. På strækningen mellem Rødby og henholdsvis Helsingør og Øresundsbroen kører desuden mange særtransporter som har andre start- og slutdestinationer.

Tabel 24

Udstedte tilladelse til særtransporter efter startsted/destination, 2022

	Øresundsbroen	Rødby	Helsingør
Startsted	435	274	153
Destination	250	358	128
I alt	685	632	281
Heraf engangstilladelser	36%	17%	21%
Heraf strækningstilladelser	64%	83%	79%

Kilde: Vejdirektoratet (2023) på baggrund af et udtræk fra vejman.dk.

Nedenstående er listet en række forhold, der bør vurderes ved etablering af køreledninger:

- Hvis køreledninger etableres i samme højde som bygværker vil særtransporter, der kan passere bygværker på strækningen også kunne være under køreledningerne. Respektafstand til køreledninger bør dog undersøges nærmere.
- Etablering af køreledninger vil betyde at høje transportere vil være nødsaget til at benytte spor 2.
- Høje transportere udfører "rampe op/rampe ned"-procedure ved bygværker de ikke kan passere. Det er derfor vigtigt, at køreledninger stopper før frakørselsrampe og først begynder efter tilkørselsrampe, da høje transportere ellers ikke vil kunne udføre "rampe op/rampe ned"-procedure. Trafiksikkerhed bør vurderes.
- Køreledninger vil begrænse fremkommeligheden for transportere, der både er brede og høje dvs. transportere, der er bredere end 1 kørespor og som samtidig er højere end ledningerne + respektafstand.
- Ved omfangsrige transportere demonteres vejudstyr for at skabe tilstrækkelig fremkommelighed. Det har tidligere hovedsageligt været vest for Storebælt, at der ifm. særtransportere har været demonteret vejudstyr på motorvej, men den generelle udvikling tilsiger større og større transportere og det kan ikke udelukkes, at der fremtidigt også vil være meget store transportere øst for Storebælt.

Øst for Storebælt er der på nuværende tidspunkt oftest tale om transport af betonelementer, pavillioner/byggemoduler samt entreprenørmaskiner, når det drejer sig om høje transportere. Der transporteres dog også i mindre omfang høje mølledele øst for Storebælt, men ikke i samme omfang som i Vestdanmark

9 Samfundsøkonomi

Vi har opgjort de samfundsøkonomiske effekter af at etablere køreledninger på strækningen Øresund-Femern med national afgrænsning, hvor vi alene medtager gevinster og omkostninger for Danmark. En national afgrænsning er konventionen i samfundsøkonomiske analyser, når det gælder nationale beslutninger.

Vi har dog også lavet en sideanalyse, hvor vi har en global afgrænsning, dvs. vi også medtager effekter i udlandet. Den er dog et særtilfælde, da den medtager gevinster i udlandet, men ikke omkostninger til anlæg i udlandet. Den er derfor udtryk for en helt særlig situation, hvor køreledninger allerede er etableret i udlandet, og vi derfor kan opnå gevinster i udlandet uden at afholde omkostningerne til etablering af køreledninger.

Alle omkostninger til anlæg og vedligehold afholdes i Danmark og vil derfor være ens uanset afgrænsning, jf. tabel 25. Med national afgrænsning indgår kun dele af gevinsterne for vognmænd, klima, luftforurening samt effekter på afgifter, mens alle effekter er med i den globale afgrænsning.

Tabel 25

Oversigt over, hvad der er inkluderet med national og global afgrænsning

	National	Global
Anlæg samt vedligehold	Anlæg i Danmark	Anlæg i Danmark
Gevinster for vognmænd	100% national 50% international 0% transit	100% af trafikken
Klima, luftforurening og afgifter	Baseret på kørte kilometer i Danmark	Baseret på kørte kilometer i Danmark og udlandet

Kilde: Egen opgørelse.

Note: Afgrænsningen i denne tabel følger standarden for udarbejdelse af samfundsøkonomiske analyser.

Fire varianter af hovedscenariet

Som det er standard, opgør vi alle effekter over 50 år fra 2030 til 2079. Da der er stor usikkerhed om den teknologiske udvikling, har vi kun fremskrevet vognmændenes valg af drivmiddel og de medfølgende omkostninger til 2050.¹¹ For perioden 2050-2079 har vi opstillet to scenarier:

¹¹ Bemærk, at fremskrivningen af vognmændenes valg af drivmiddel frem til 2050 er baseret på, at de variable omkostninger er fremskrevet frem til 2059.

- 1) Ingen gevinster efter 2050: I værste fald kan køreledningslastbilerne efter 2050 være mindre attraktive end andre drivmidler, så de ikke medfører nogen gevinster.
- 2) Samme gevinster efter 2050 som i 2050: I bedste fald kan køreledninger hvert år i perioden 2051-2079 give lige så store gevinster som i 2050.¹²

Varianterne har betydning for vognmændenes gevinster, men ikke betydning for klimaet, da vi regner med, at alle lastbiler fra 2050 er emissionsfrie.

Som det er krav i samfundsøkonomiske analyser på transportområdet, har vi desuden opgjort resultaterne med både høj og lav CO₂-pris.

Vi angiver derfor fire varianter af resultaterne i hovedscenariet, som hver især opgøres med national og global afgrænsning:

- Lav CO₂-pris og ingen gevinster fra 2051 til 2079.
Denne variant har den laveste samfundsøkonomiske rentabilitet.
- Lav CO₂-pris og de samme årlige gevinster fra 2051 til 2079 som i 2050.
- Høj CO₂-pris og ingen gevinster fra 2051 til 2079.
- Høj CO₂-pris og de samme årlige gevinster fra 2051 til 2079 som i 2050.
Denne variant har den højeste samfundsøkonomiske rentabilitet.

9.1 National afgrænsning

Med national afgrænsning giver køreledningsprojektet over 50 år et samfundsøkonomisk afkast på mellem -3,7 mia. kr. (mindst rentable variant) og -3,0 mia. kr. (mest rentable variant), jf. tabel 26. Med en intern rente, der spænder fra under 0% til 0,6%, har projektet dårligere samfundsøkonomi end afkastkravet på ca. 3,4%.

Tabel 26

Samfundsøkonomiske resultater, national afgrænsning

	Lav CO ₂ -pris		Høj CO ₂ -pris	
	Ingen gevinster 2051-2079	Gevinster 2051-2079	Ingen gevinster 2051-2079	Gevinster 2051-2079
Nutidsværdi (mia. kr.)	-3,7	-3,3	-3,4	-3,0
Intern rente	Negativ	0,4%	Negativ	0,6%

Kilde: Egne beregninger.

Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser.

På de følgende sider udfolder vi resultaterne. For at lette formidlingen viser vi kun resultater for de to varianter, der har den laveste og den højeste samfundsøkonomiske rentabilitet. I bilag 11.7 rapporterer vi de samfundsøkonomiske resultater for alle varianterne.

¹² Det er usandsynligt, at de årlige gevinster stiger efter 2050, da det vil kræve stigende priser på batterier.

Tabel 27 viser de detaljerede samfundsøkonomiske resultater for den laveste og højeste variant.

Tabel 27 Samfundsøkonomiske resultater, nutidsværdi (mia. kr.), national afgrænsning

	Lav CO ₂ -pris <i>Ingen gevinster 2051-2079</i>	Høj CO ₂ -pris <i>Gevinster 2051-2079</i>
Anlægsomkostninger	-3,6	-3,6
Vedligeholdelsesomkostninger	-0,7	-0,7
Gevinster for vognmænd	0,4	1,0
Klima	0,3	0,7
Luftforurening	0 ¹	0 ¹
Afgiftskonsekvenser	-0,3	-0,4
I alt²	-3,7	-3,0
Intern rente	Negativ	0,6%
CO₂-skyggepris	16.300	14.500

Kilde: Egne beregninger.

Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser.

Note: ¹ Der er en lille effekt på ca. 20 mio. kr.

Note: ² Tal summer ikke pga. afrunding.

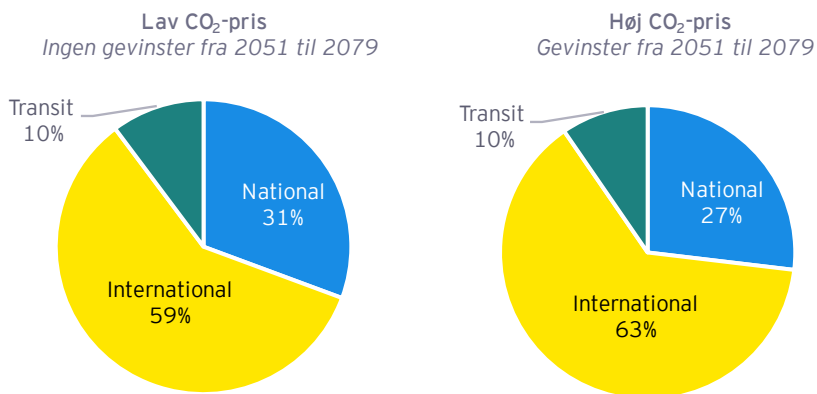
Den største omkostning er anlægsomkostningerne. Det koster ca. 3,6 mia. kr. at anlægge køreledningerne.¹³ Dertil kommer omkostninger til vedligehold på ca. 0,7 mia. kr. (i nutidsværdi fra 2030 til 2079).

Vognmændenes gevinster udgør 0,4 mia. kr. i den mindst rentable variant og 1,0 mia. kr. i den mest rentable variant. Der er en positiv klimaeffekt, som spænder fra 0,3 mia. kr. til 0,7 mia. kr., alt efter om den opgøres med lav eller høj CO₂-pris. Det giver en skyggepris på mellem 16.300 og 14.500 kr. Vi har kun medregnet CO₂-effekter fra driftsfasen - og ikke fra anlægsfasen - som det er standard i samfundsøkonomiske analyser, jf. Transportministeriet (2015).

Mellem 59% og 63% af gevinsterne kommer fra den internationale trafik, jf. figur 12. Lidt under en tredjedel kommer fra den nationale trafik, mens ca. 10% kommer fra transittrafikken.

¹³ Bemærk, at det er lavere end angivet i afsnit 3.3, fordi vi her har diskonteret omkostningen ud fra, at anlægget bygges (og betales for) i perioden 2025-2029.

Figur 12 Fordeling af gevinster for vognmænd, klima og luftforurening (national afgrænsning)



Kilde: Egne beregninger i TERESA 6.0.

9.2 Global afgrænsning

Med global afgrænsning giver køreledningsprojektet et samfundsøkonomisk afkast på mellem -1,9 mia. kr. (mindst rentable variant) og 1,1 mia. kr. (mest rentable variant), jf. tabel 28. Med en intern rente, der spænder fra 1,3% til 4,3%, har projektet kun bedre samfundsøkonomi end afkastkravet på ca. 3,4%, hvis der også er gevinster ved projektet i perioden 2051-2079.

Med den globale afgrænsning forudsætter vi, at køreledninger er etableret i udlandet. Der er dermed inkluderet gevinster i udlandet, der er afhængige af omkostninger i udlandet, som ikke indgår i analysen.

Tabel 28 Samfundsøkonomiske resultater, global afgrænsning

Bemærk, at resultaterne kun gælder, hvis køreledninger allerede er etableret i udlandet.

	National afgrænsning		Global afgrænsning	
	Lav CO ₂ -pris <i>Ingen gevinster 2051-2079</i>	Høj CO ₂ -pris <i>Gevinster 2051-2079</i>	Lav CO ₂ -pris <i>Ingen gevinster 2051-2079</i>	Høj CO ₂ -pris <i>Gevinster 2051-2079</i>
NNV (mia. kr.)	-3,7	-3,0	-1,9	1,1
Intern rente	Negativ	0,6%	1,3%	4,3%

Kilde: Egne beregninger.
Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser.

9.3 Følsomhedsanalyser

Vi har i dette afsnit foretaget en række følsomhedsanalyser, der belyser, hvor meget de mest usikre forudsætninger betyder for det samfundsøkonomiske resultat.

Anlægsomkostningerne udgør den væsentligste omkostning ved projektet og er derfor også det element, der har den største betydning blandt de udvalgte følsomhedsanalyser. Ingen af følsomhedsanalyserne giver anledning til, at projektet er samfundsøkonomisk rentabelt med national afgrænsning.

Tabel 29 Følsomhedsanalyser, national afgrænsning

	Nutidsværdi (mia. kr.)		Intern rente	
	Lav CO ₂ -pris <i>Ingen gevinster 2051-2079</i>	Høj CO ₂ -pris <i>Gevinster 2051-2079</i>	Lav CO ₂ -pris <i>Ingen gevinster 2051-2079</i>	Høj CO ₂ -pris <i>Gevinster 2051-2079</i>
Hovedscenarie	-3,7	-3,0	Negativ	0,6%
Trafikmængde				
Køreledninger er kun i Danmark ^{1,2}	-4,1	-3,9	Negativ	Negativ
Køreledninger i hele Sverige og Tyskland ²	-3,7	-2,8	Negativ	0,7%
Køreledninger i hele Europa ²	-3,6	-2,5	Negativ	1,0%
Antal lastbiler på strækningen -25%	-4,0	-3,8	Negativ	Negativ
Ekskl. national trafik	-3,9	-3,3	Negativ	0,3%
Omkostninger til anlæg				
EU-tilskud på 10% ³	-3,3	-2,5	Negativ	0,8%
Anlægsomkostninger -25%	-2,9	-2,1	Negativ	0,8%
Anlægsomkostninger +25%	-4,6	-3,8	Negativ	0,5%
Omkostninger, der påvirker vognmændenes valg				
Energiafgift godtgøres også efter 2030 ⁴	-3,6	-2,8	Negativ	0,8%
Batterilastbiler oplader fuldt ud i pauser	-3,9	-3,4	Negativ	0,1%
Sverige og Tyskland har samme kilometerafgifter som Danmark	-3,4	-2,6	Negativ	0,9%
Batteripriser falder 40% frem mod 2050 ⁵	-3,6	-2,5	Negativ	1,1%
Batteripriser falder 80% frem mod 2050 ⁵	-3,9	-3,3	Negativ	0,2%
Ingen geneomk. for køreledningslastbil ⁶	-3,6	-2,6	Negativ	0,9%
Dobbelt geneomk. for køreledningslastbil ⁶	-3,9	-3,3	Negativ	0,3%

Kilde: Egne beregninger.

Note: ¹ Vi har kun medregnet national trafik. Vi har ikke taget højde for, at nogle lastbiler på internationale ture (fx fra Malmø til Danmark) kan bruge køreledningerne.

Note: ² I hovedscenariet er det forudsat, at køreledninger er udbredt i det sydlige Sverige samt Vest- og Nordtyskland.

Note: ³ I hovedscenariet er det forudsat, at der ikke er EU-tilskud.

Note: ⁴ I hovedscenariet er det forudsat, at energiafgiften godtgøres ved salg af opladning til elkøretøjer frem til 2030. Fra 2031 betales energiafgift på normal vis.

Note: ⁵ I hovedscenariet er det forudsat, at batteripriserne falder med 65% frem mod 2050.

Note: ⁶ I hovedscenariet er der forudsat en genefaktor på 100.000 kr. for en køreledningslastbil.

10 Kilder

COWI (2021): "Analyse af optimering og tilpasning af national vægt- og dimensionsregulering".

COWI (2022): "Grøn omstilling af den tunge vejtransport".

European Commission (2021): "Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport".

Finansministeriet (2023): "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger".

ICCT (2021): "Total Cost of Ownership for Tractor-Trailers in Europe: Battery Electric Versus Diesel".

ICCT (2023a): "The European Heavy-Duty Vehicle Market Until 2040: Analysis of Decarbonization Pathways".

ICCT (2023b): "Purchase Costs of Zero-Emission Trucks in the United States to Meet Future Phase 3 GHG Standards".

ITF (2022): "Decarbonising Europe's Trucks: How to Minimise Cost Uncertainty".

Klimarådet (2019): "Veje til klimaneutral lastbiltransport". *Baggrundsdata er udleveret af Klimarådet, så ikke alle forudsætninger fremgår direkte af notatet.*

Mareev & Sauer (2018): Ivan Mareev & Dirk Uwe Sauer. "Energy Consumption and Life Cycle Costs of Overhead Catenary Heavy-Duty Trucks for Long-Haul Transportation".

Sweco (2023a): "Overblik over køreledningsløsninger".

Sweco (2023b): "Udpegning af konkrete vejstrækninger og skitseprojekt".

Sweco (2023c): "Vurdering af køreledningssystem til lastbiler på motorvejene fra Øresund til Femern".

Sweco (2023d): "Trafiksikkerhedsvurdering".

Sweco (2023e): "Vurdering af støj ifm. køreledning på motorvejsstrækningen mellem Øresund og Femern".

Trans.INFO (2019): Trucks with pantographs will be on the roads in Hessen. The motorway should be quieter but it is not. Why? Link: Trucks with pantographs will be on the roads in Hessen. The motorway should be quieter but it is not. Why? | trans.info

Transport & Environment (2020): "How to decarbonize the UK's freight sector by 2050".

Transportministeriet (2015): "Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet".

Vejdirektoratet (2023): " Særtransporter på strækningen ml. Rødby og Helsingør/Øresundsbroen".

VTI - The Swedish National Road and Transport Research Institute (2020): Environmental Impact of Electric Road Systems.

Wietschel et.al (2017): "Machbarkeitsstudie zur Ermittlung der Potentiale des Hybrid-Oberleitungs-Lkw Studie im Rahmen der Wissenschaftlichen Beraung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie", Prof. Dr. Martin Wietschel, Dr. Till Gnann, André Kühn, Dr. Patrick Plötz, Cornelius Moll, Daniel Speth, Jan Buch, Dr. Tobias Boßmann; Dr. Sebastian Stütz, Maximilian Schellert, Davi Rüdiger, Werner Balz, Helmut Frik, Dr.-Ing. Volker Waßmuth, Daniela Paufler-Mann, Dr. Anne Rödl, Dr. Wolfgang Schade, Simon Mader Fraunhofer.

Öko-institut (2020): "Begleitsforschung Oberleitungs-Lkw in Deutschland, Wirtschaftlichkeit, Umweltwirkung und Ausbauszenarien von Oberleitungs-Lkw in Deutschland", Öko-institut e.V., Institut für angewandte Ökologie, Instut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg, Fraunhofer.

11 Bilag

11.1 Anlægsomkostninger

I hovedtræk indeholder anlægsoverslaget følgende poster:

- Entreprisearbejder, inkl. arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger
- Arealerhvervelse
- Projektering, tilsyn og administration
- Korrektionstillæg

De er uddybet herunder.

Entreprisearbejder, inkl. arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger

Entreprisearbejder indeholder indkøb og etablering af:

- Transformerarbejder, herunder blandt andet indkøb og etablering af transformere inkl. bygninger, UPS system, switchgear, rectifier og kontrolsystem.
- Kabelføring, herunder blandt andet kabelføring til transformerstationer, fra transformerstationer til master samt tilslutningsomkostninger.
- Køreledningsarbejder, herunder blandt andet etablering af fundamenter til køreledningsmaster, transmissionsledningsmaster, montage af køreledninger, bæretov og hængere, barduner og fundament til barduner, vægtudløser stang, bevægeligt opfang, jording og potentialudligning.
- Færdselstavler og vejvisningstavler, herunder opstilling af information om anvendelse af systemet.
- Beskyttelsesforanstaltninger, herunder autoværn og rækværk.
- Centralt SCADA system.
- Adgangsveje til transformerbygninger, mm.

Arbejdsplads og færdselsregulerende foranstaltninger indeholder:

- Etablering af arbejdspladser, eksempelvis rømning af arealer, etablering af adgangsveje samt indhegning, tyveriforsikring og hærværkssikring, mm.
- Strøm
- Rydning af eventuelt eksisterende udstyr, inventar og beplantning.
- Færdselsregulerende foranstaltninger, herunder etablering og opbrydning af midlertidige kørespor, opsætning af trafikværn, intelligente tavler og overvågning med kamera.

Arealerhvervelse

Posten arealerhvervelse omfatter alle udgifter til midlertidige og permanente arealer. Desuden et skønnet antal ekspropriationer inkl. eventuel indtægt fra gensalg eller nedrivning, servitutter, generelt ulempeerstatning, skønnet behov for landbrugsomlægninger, mm.

Projektering, tilsyn og administration

Projektering, tilsyn og administration omfatter udgifter til projektering af anlægget i såvel ide-design og projekteringsfasen håndtering af udbud, kontraktholdelse og opfølgning samt udgifter til tilsyn og kontrol under anlæg. Gennemgang og granskning af systemet samt godkendelsesproces hos Trafikstyrelsen.

11.2 Trafik

Trafik i 2030

Herunder fremgår antallet af lastbiler, der kører på køreledningsstrækningen i 2030 uanset valg af drivmiddel. Tallene er baseret på Grøn Mobilitetsmodel, der er en langsigtmodel. Det betyder, at vi har forudsat en fuld tilpasning til åbningen af Femern Bælt-forbindelsen.

Tabel 30

Lastbiler pr. hverdagsdøgn (2030) på køreledningsstrækningen

Fra/til	Danmark	Sverige	Norge	Finland	Tyskland	Benelux	Syd- og Østeur.	I alt
Danmark	2.400 ¹	390	192	6	1.637	131	172	4.928
Sverige	374				391	282	147	1.194
Norge	91				278	64	61	494
Finland	8				4	3	3	17
Tyskland	1.242	352	274	16				1.884
Benelux	106	269	60	13				447
Syd- og Østeuropa	202	193	55	18				467
I alt	4.422	1.203	580	54	2.310	480	382	9.400

- National (>50 km) i alt: 2.400 (25%)
- International i alt: 4.600 (48%)
- Transit i alt: 2.500 (26%)

Kilde: Egne beregninger baseret på Grøn Mobilitetsmodel.

Note: Totalerne er afrundet.

¹ I den nationale trafik indgår kun det estimerede antal ture på over 50 km.

Tabel 31

Lastbilkilometer (1.000) pr. hverdagsdøgn (2030) på køreledningsstrækningen

Fra/til	Danmark	Sverige	Norge	Finland	Tyskland	Benelux	Syd- og Østeur.	I alt
Danmark	216 ¹	29	14	0	121	10	13	403
Sverige	28				66	48	25	167
Norge	7				47	11	10	75
Finland	1				1	0	0	2
Tyskland	92	60	47	3				201
Benelux	8	46	10	2				66
Syd- og Østeuropa	15	33	9	3				60
I alt	366	167	80	9	236	69	49	970

■ National (>50 km) i alt: 220 (22%)

■ International i alt: 340 (34%)

■ Transit i alt: 420 (44%)

Kilde: Egne beregninger baseret på Grøn Mobilitetsmodel.

Note: Angiver kun de kilometer, der køres i Danmark. Totalerne er afrundet.

¹ I den nationale trafik indgår kun det estimerede antal ture på over 50 km.

Datagrundlag og usikkerheder for trafikken

Der findes ikke en specifik OD for køreledningsstrækningen, dvs. oplysninger om, hvor hver lastbil på strækningen kører fra og til. Vi bruger derfor følgende kilder til at opgøre sammensætningen af trafikken på strækningen:

- Den generelle OD fra Grøn Mobilitetsmodel, som viser det totale antal lastbiler mellem alle zoner, men som ikke viser, hvor mange af lastbilerne der kører på køreledningsstrækningen.
- Kort over trafikken fra Grøn Mobilitetsmodel, der viser, hvordan indgangstrafikken til Østdanmark forgrener sig fra de fire relevante porte til Østdanmark (trafikneg): Femern Bælt-forbindelsen, Gedser-Rostock, Øresundsbroen og Helsingør-Helsingborg. De viser det samlede antal lastbiler, som kører internationalt/transit på strækningen, men giver ikke det komplette billede af, hvor lastbilerne skal fra og til.
- Egne rutevalgsestimater for hver OD for at koble de to ovenstående kilder, så vi får en strækningsspecifik OD for international trafik og transittrafik. Dvs. at vi for hver OD vurderer, hvor stor en andel af lastbilerne der kører på køreledningsstrækningen.
- Snittal fra Grøn Mobilitetsmodel, der giver det samlede antal lastbiler på udvalgte punkter på motorvejsnettet på Sjælland. Det ekstra antal lastbiler, som ikke indgår i trafiknegene, udgøres af national trafik.

Fra trafik opgjort i hverdagsdøgn til årstrafik

Grøn Mobilitetsmodel opgør trafikken i hverdagsdøgn. Der er sparsom viden om omregningen fra hverdagsdøgn til år for den specifikke strækning. Efter aftale med Vejdirektoratet har vi forudsat, at årstrafikken svarer til 250 gange trafikken pr. hverdagsdøgn.

Opgørelse af international trafik og transittrafik på strækningen

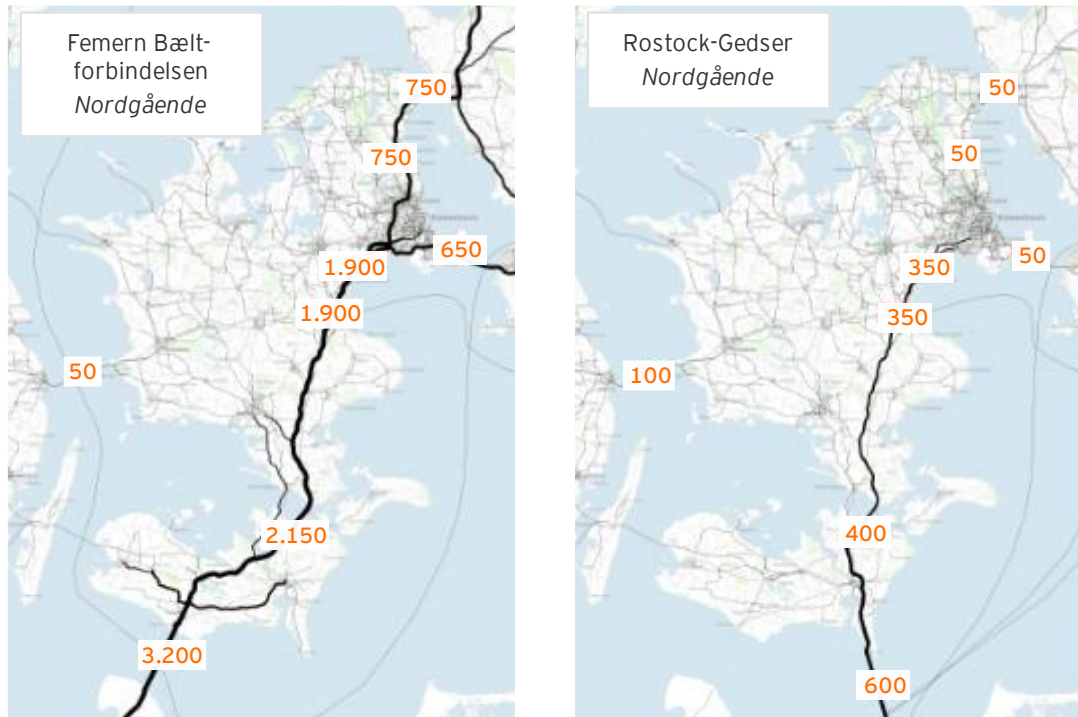
Der er fire primære indgange til Østdanmark fra udlandet for lastbiler, der kører på strækningerne: Femern Bælt-forbindelsen, Gedser-Rostock, Øresundsbroen og Helsingør-Helsingborg. Vi bruger trafikneg fra hver port (figur 13 og figur 14) til at opgøre det samlede antal lastbiler, der kører internationalt og transit. Vi beskriver tilgangen for Femern Bælt-forbindelsen nedenfor og bruger samme metode til de øvrige tre porte.

I 2040 kører 3.200 lastbiler pr. hverdagsdøgn over Femern Bælt-forbindelsen i retning mod Danmark, jf. figur 13. Heraf kører 750 videre langs HH, mens 650 kører videre langs Øresundsbroen. Samlet set er transittrafikken fra indgangsporten ved Femern Bælt-forbindelsen derfor 1.400 lastbiler.

Blandt de resterende 1.800 lastbiler skal 50 videre ad Storebæltsbroen og er derfor ikke relevante. Det betyder, at 1.750 af lastbilerne har destination et sted i Østdanmark. Vi antager, at der tilsvarende er 1.750 lastbiler med start i Østdanmark, som kører sydpå langs Femern Bælt-forbindelsen. Den internationale trafik via indgangsporten Femern Bælt-forbindelsen er derfor 3.500 lastbiler.

Trafiknetet viser desuden, at størstedelen af trafikken skal til hovedstadsområdet, mens ca. en tredjedel har destination på Lolland/Falster eller Sydsjælland. Det er iøjnefaldende, at andelen til hovedstadsområdet ikke er større, og det kan skyldes uhensigtsmæssig datakvalitet.

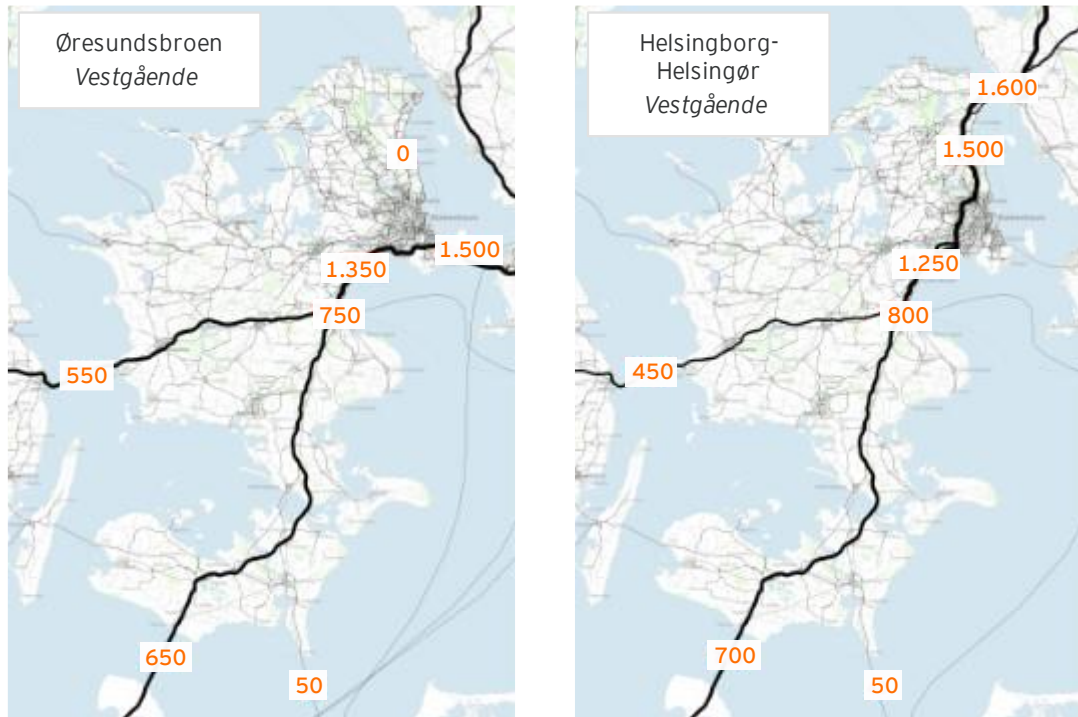
Figur 13 International trafik og transittrafik via Østdanmark fra syd (antal lastbiler pr. hverdagsdøgn i 2040)



Kilde: Vejdirektoratet.

Tilsvarende viser trafiknegene fra de nordlige indgangsporte, at det meste af den internationale trafik fra nord til Østdanmark har destination i hovedstadsområdet, jf. figur 14. Disse lastbiler kører derfor relativt kort på den danske del af køreledningsstrækningen. Blandt de 1.500 lastbiler, der kører over Øresundsbroen, kører 750 forbi Køge, og 700 af dem er transittrafik. Der er altså blot 50 lastbiler, der skal til Sydsjælland eller Lolland/Falster.

Figur 14 International trafik og transittrafik via Østdanmark fra nord (antal lastbiler pr. hverdagsdøgn i 2040)



Kilde: Vejdirektoratet.

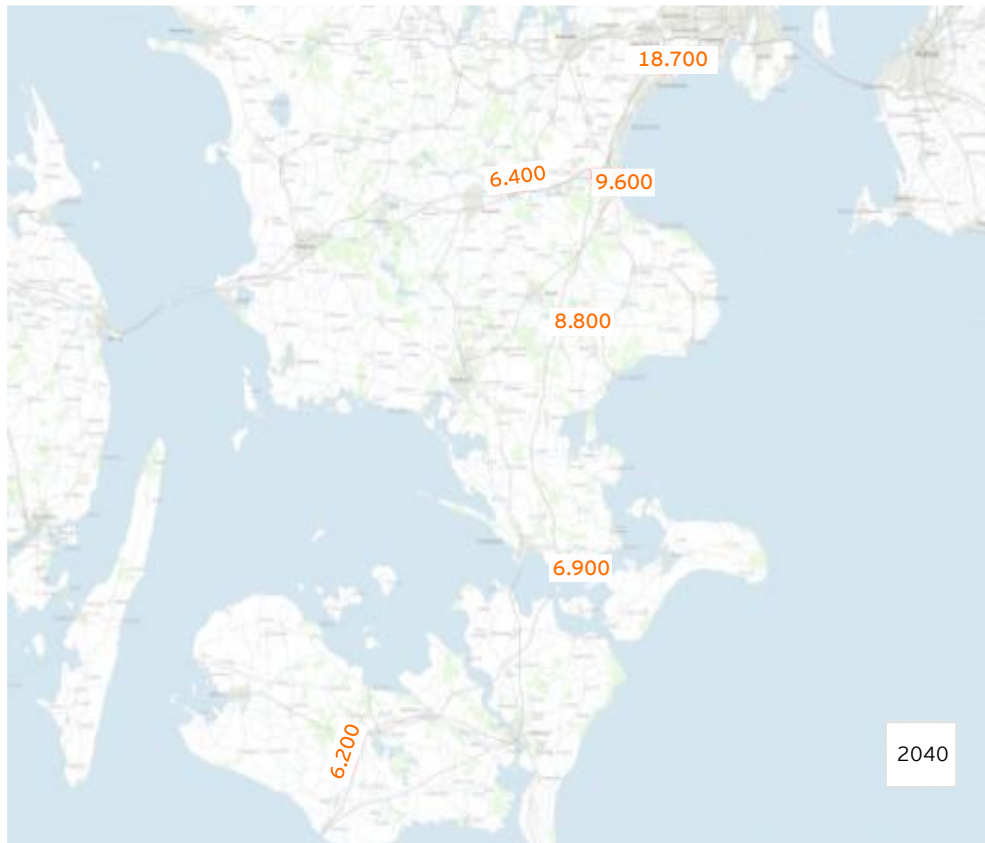
Opgørelse af national trafik på strækningen

Der er generelt stor usikkerhed i opgørelsen af den nationale trafik, fordi kilderne ikke giver et direkte indblik i national kørsel langs strækningen. Vi giver her et bud på, hvor mange lastbiler der kører helt eller delvist langs strækningen og samlet set kører over 50 km. Vi ser bort fra ture under 50 km, fordi rækkevidden på køreledningslastbilernes batterier overflødiggør selve køreledningerne for denne gruppe.

Figur 15 viser den samlede mængde trafik på udvalgte punkter i Østdanmark i 2040. Da vi allerede har en opgørelse af international trafik og transittrafik, er antagelsen, at den resterende del må være national trafik.

Figur 15

Samlet antal lastbiler pr. hverdagsdøgn på udvalgte punkter i 2040



Kilde: Vejdirektoratet.

På E47 omkring Vordingborg er der 6.900 lastbiler pr. hverdagsdøgn. På samme punkt er der omtrent 4.000 lastbiler, som kører internationalt eller transit.¹⁴ De resterende 2.900 lastbiler kører således nationalt. Der er både argumenter for og imod at regne med, at det samlede antal lastbiler er mindre og større end 2.900:

- På den ene side vil nogle af lastbilerne i dette punkt køre under 50 km og derfor ikke skulle tælles med jf. vores definition af national trafik. Det trækker i retning af, at der er færre nationale lastbiler end 2.900.
- På den anden side vil der være lastbiler, der kører over 50 km, men ikke krydser dette punkt. Det gælder fx lastbiler mellem Haslev og København. Det trækker i retning af, at der er flere nationale lastbiler end 2.900.

Vi bruger de 2.900 som et centralt skøn, der er behæftet med stor usikkerhed.

¹⁴ Ud fra negene vurderer vi, at der er ca. 2.100 over Femern Bælt-forbindelsen, 400 over Gedser-Rostock, 700 over Øreundsbroen og 800 over Helsingør-Helsingborg.

Vi antager, at de i gennemsnit kører 90 km (svarende til fx Vordingborg-Hvidovre) baseret på INRIX-data (tabel 15) og generelle erfaringer. Det er ligeledes usikkert. Vi regner således med, at der er 261.000 kilometers national trafik, der kan flyttes til køreledninger, hvis vognmændene har interesse i det.

11.3 Overflytning til køreledninger i 2030

Herunder fremgår, hvor mange af lastbilerne på strækningen der vil anvende køreledninger i 2030. Som beskrevet i afsnit 6.2 regner vi med en indfasningsperiode for vognmændene på fem år, hvilket gør overflytningen til køreledninger relativt lille i åbningsåret 2030.

Tabel 32

Antal lastbiler pr. hverdagsdøgn i 2030 på køreledningsstrækningen

	National	International	Transit	I alt
Trafik i alt	2.400	4.600	2.500	9.500
1. Korrektion for udbredelse af køreledninger i udlandet	0	-1.800	-2.000	-3.800
2. Korrektion for unikke køretøjer vs. gengangere	-250	-300	-50	-600
3. Korrektion for vognmændenes drivmiddelvalg	-1.850	-2.250	-400	-4.500
Trafik efter korrektioner	300	250	50	600

Kilde: Egne beregninger.

11.4 Forudsætninger om vognmændenes omkostninger

Omkostningsanalysen er baseret på en lang række forudsætninger og fremskrivninger. Vi har så vidt muligt taget udgangspunkt i den nyeste tilgængelige viden på området. Den tilgængelige viden er ofte generel og forholder sig ikke til forskelle mellem national, international og transittrafik. Derfor har vi i flere tilfælde foretaget vurderinger til denne case på baggrund af kilderne i stedet for at bruge dem direkte.

Vi inddeler dette afsnit i seks underafsnit. I det første underafsnit definerer vi de lastbiler, analysen baseres på. I de resterende fem underafsnit præsenterer vi omkostningerne:

1. Lastbilspecifikationer, herunder kørselsmønster mv.
2. Faste omkostninger (prisen på selve lastbilen)
3. Variable omkostninger
 - a. Tid
 - b. Brændstof
 - c. Kørsel
 - d. Emissionsklasseafhængige vejafgifter
4. Ladeinfrastruktur
5. Nyttelast og vægtbegrænsninger
6. Geneomkostninger

1. Lastbilspecifikationer

Antagelserne om lastbilernes type og kørselsmønster i hver trafiktype fremgår af tabel 33.

Tabel 33

Generelle lastbilspecifikationer

	National	International	Transit
Lastbiltype ¹	Lastbil Type 3/Type 4 (VECTO: 4-RD)	Sættevogntog Type 5 (VECTO: 10-LH)	Sættevogntog Type 5 (VECTO: 10-LH)
Lastbilens levetid (år) ²	10	10	10
Kørselsomfang pr. år (km) ³	60.000	130.000	130.000
Kørselsdage pr. år ³	220	260	260
Kørselsomfang pr. kørselsdag (km) ³	273	500	500
Gns. turlængde (km) ⁴	90	378	947
- heraf i Danmark ⁴	90	71	170
Andel af kørsel i Danmark ⁴	100%	20%	19%
Ture pr. dag ⁴	3,0	1,3	0,5
Gennemsnitlig hastighed (km/t) ⁵	65	70	70
Kørselstimer pr. kørselsdag	4,2	7,1	7,1
Pausetimer pr. kørselsdag ⁶	0,75	0,75	0,75

Kilder: ¹ Vi tager udgangspunkt i, at lastbilerne i den internationale trafik og transittrafikken er sættevognstrækkere (type 5-lastbiler). Det er en forsimplende antagelse, at alle lastbilerne er sættevognstrækkere, men GMM-data viser, at det gælder langt størstedelen af den grænseoverskridende trafik. Vi tager udgangspunkt i, at lastbilerne i den nationale trafik er type 3/4 og dermed nogle lidt mindre, billigere lastbiler.

² Forudsætning som i Klimarådet (2021).

³ Forudsætning baseret på EU-data i ICCT (2023a), figur 6. Vi har taget udgangspunkt i de lastbiltyper, der ligger tættest op ad vores. Vi har vurderet, at lastbilerne i den nationale trafik pga. deres korte ture (50-200 km) har et lidt mindre kørselsomfang end ICCT's type 4-RD. Tilsvarende har vi vurderet, at lastbilerne i den internationale trafik og transittrafikken har et lidt større kørselsomfang end ICCT's type 5-LH.

⁴ Opgjort på baggrund af trafikdata (se afsnit 4).

⁵ Forudsætning.

⁶ Køre- og hviletidsregler i EU.

Ved køb af lastbiler på batteri, brint eller køreledning kan man vælge forskellige modeller, hvor fx rækkevidden på batteriet gør en forskel for prisen. I tabel 34 til tabel 36 fremgår forudsætningerne for hvert specifikt drivmiddel. De ganges sammen med enhedspriser - fx pris pr. kWh batteri - for at beregne prisen på lastbilen.

Tabel 34 Specifikationer for batterilastbiler

	National Lille batterilastbil	International/transit Lille batterilastbil	International/transit Stor batterilastbil
Batterirækkevidde ¹	400 km	400 km	800 km
Motorkraft	200 kW	350 kW	350 kW

Kilder: Forudsat batterirækkevidde. Motorkraft anvendes i Transportministeriets Lastbilsvalgsmodel (pr. marts 2023).
 Note: Forudsætninger er fastlagt på baggrund af en type 3/4-lastbiler til national trafik og en type 5-lastbil til international/transittrafik. ¹ Vi har beregningsteknisk forudsat, at lastbilen har samme kilometerrækkevidde i alle år.

Tabel 35 Specifikationer for brintlastbiler

	National	International/transit
Batteristørrelse ¹	40 kWh	70 kWh
Motorkraft ²	200 kW	350 kW
Brændselscellesystem ¹	180 kW	210 kW
Brinttank ³	400 km kræver: 2022: 21 kg 2030: 14 kg 2040: 13 kg	800 km kræver: 2022: 63 kg 2030: 45 kg 2040: 42 kg

Kilder: ¹ Anvendes i ICCT (2023a), tabel A5. ² Anvendes i Transportministeriets Lastbilsvalgsmodel (pr. marts 2023). ³ Anvendes i ICCT (2023a), tabel A10. Vi interpolerer mellem årene og antager ingen vækst efter 2040.
 Note: Forudsætninger er fastlagt på baggrund af en type 3/4-lastbiler til national trafik og en type 5-lastbil til international/transittrafik.

Tabel 36 Specifikationer for køreledningslastbiler

	National	International/transit
Batterirækkevidde ¹	50 km	50 km
Motorkraft	200 kW	350 kW

Kilder: Forudsat batterirækkevidde. Motorkraft anvendes i Transportministeriets Lastbilsvalgsmodel (pr. marts 2023).
 Note: Forudsætninger er fastlagt på baggrund af en type 3/4-lastbiler til national trafik og en type 5-lastbil til international/transittrafik. ¹ Vi har beregningsteknisk forudsat, at lastbilen har samme kilometerrækkevidde i alle år.

2. Faste omkostninger (prisen på selve lastbilen)

For hvert drivmiddel opgør vi markedsprisen på en lastbil i alle år. For diesellastbiler regner vi med, at en lastbil til national kørsel (type 3/4) koster 0,6 mio. kr. i dag, mens et sættevogntog (type 5) koster 0,9 mio. kr.¹⁵ Vi regner med, at de stiger 10% i pris fra 2022 til 2040.¹⁶

For de øvrige drivmidler beregner vi lastbilens pris ved at dekomponere de elementer, der kræves for en lastbil på drivmidlet. Vi opgør produktionsprisen på hvert element og opskalerer dernæst til markedspriser. Vi refererer til produktionsprisen som de direkte omkostninger, mens opskaleringen udgøres af indirekte omkostninger. De indirekte omkostninger afspejler, at forbrugeren (vognmanden) betaler en markup udover producentens direkte omkostninger til produktion af lastbilen. Markuppen dækker bl.a. forskning og udvikling, marketing og profit.

De direkte omkostninger udgøres af:

- Glideren (base truck)
- Batteri
- Motor
- Brændselsceller og brinttank på brintlastbiler
- Pantograf på køreledningslastbiler
- Øvrige komponenter (bl.a. aircondition, luftkompressor og servopumpe).

Glideren og de øvrige komponenter har en fast pris uanset drivmiddel. Vi regner med, at de koster 0,28 mio. kr. for en type 3/4-lastbil og 0,44 mio. kr. for en type 5-lastbil.¹⁷

Prisen på de øvrige komponenter afhænger af drivmiddel. Tabel 37 viser de enhedspriser, vi bruger i kombination med de drivmiddelspecifikke lastbilspecifikationer fra underafsnit 1.

¹⁵ Kilde: ICCT (2023a).

¹⁶ Kilde: ICCT (2023b). Prisstigningen afspejler, at diesellastbiler bliver mere energieffektive for at minimere de variable omkostninger, hvilket gør selve lastbilen dyrere.

¹⁷ Kilde: ICCT (2023b). Vi anvender "tractor truck, short haul" til type 3/4 og "tractor truck, long haul" til type 5.

Tabel 37 Enhedspriser på lastbilkomponenter (produktionspriser)

	2022	2030	2040	2050
Energibatteri, kr. pr. kWh ¹	1.914	1.217	737	665
Strømbatteri, kr. pr. kWh ²	3.099	1.903	1.698	
Motor mv., kr. pr. kW ²	442	129	107	
Brændselsceller, kr. pr. kW ²	3.502	1.751	761	
Brinttank, kr. pr. kg ²	6.853	3.997	3.426	3.426
Pantograf, kr. pr. stk. ³		175.120	129.436	83.753

Kilder: ¹ 2022-pris er opgjort af Færdselsstyrelsen. Vi har fremskrevet priserne med et simpelt gennemsnit af væksten i ICCT (2023a) og IFT (2022). Bemærk, at Færdselsstyrelsen har opgjort en markedspris på 2.600 kr./kWh. Af formidlingsmæssige årsager angiver vi her produktionsprisen på 1.914 kr. Forskellen mellem de to indgår i de indirekte omkostninger.

² ICCT (2023a) tabel A17.

³ Centralt estimat fra ITF (2022).

Note: Alle priser er omregnet til 2023-priser i danske kroner.

Note: Energibatteri anvendes til batteri- og køreledningslastbiler, mens strømbatteri anvendes til brintlastbiler.

Note: Vi interpolerer priserne mellem de år, som kilderne har angivet data for. De enhedspriser, som kilderne kun har opgjort frem til 2040, har vi antaget ikke ændrer sig frem mod 2050.

Fx har vi forudsat, at en batterilastbil til national kørsel kræver en motoreffekt på 200 kW. I 2030 vil det derfor koste 129 kr./kW * 200 kW, svarende til 26.000 kr., at producere motoren.

Vi opskalerer fra produktionspriser til markedspriser med nøgletallene i tabel 38. Elementer med højt kompleksitetsniveau opskales mere end elementer med lavt kompleksitetsniveau, fordi det kræver mere at udvikle dem.

Tabel 38 Opskalering fra produktionspriser til markedspriser

	Kompleksitetsniveau	2020	2030
Base truck, "Glider"	Lav	1,43	1,27
Batteri	Lav	1,43	1,27
Motor mv.	Lav	1,43	1,27
Brændselsceller	Høj	1,57	1,37
Brinttank	Høj	1,57	1,37
Pantograf	Høj	1,57	1,37
Andre komponenter	Lav	1,43	1,27

Kilde: ICCT (2023b), tabel 2. Vi interpolerer mellem 2020 og 2030 og regner ikke med yderligere ændringer efter 2030.

Fx betyder det i eksemplet, hvor batterilastbilens motor koster 26.000 kr. at producere, at der er indirekte omkostninger på 27% af produktionsprisen, så forbrugeren (vognmanden) skal betale 33.000 kr. for motorkomponenten.

Som eksempel viser vi her den samlede pris på at købe en batterilastbil til national kørsel i 2030:

Tabel 39

Eksempel: Faste omkostninger ved køb af batterilastbil til national kørsel i 2030

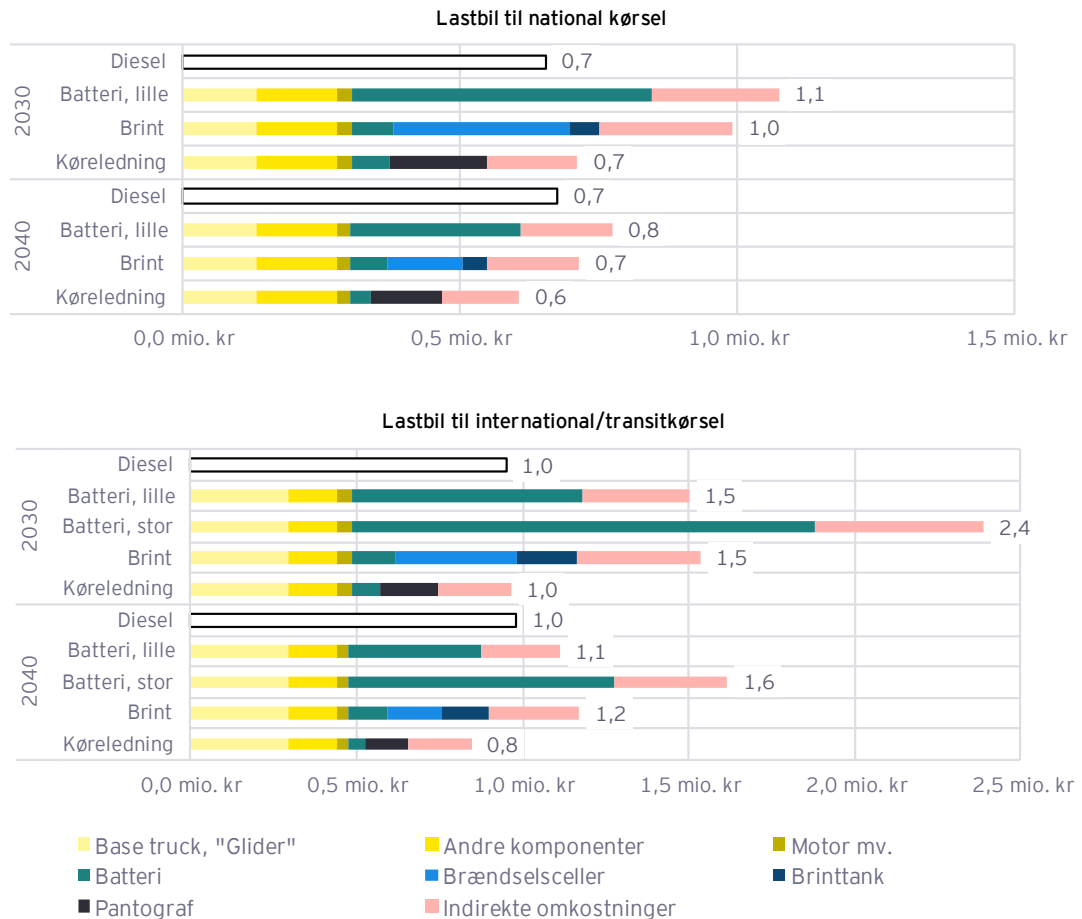
	Direkte omkostninger	Indirekte omkostninger	I alt
Base truck, "Glider"	132.000	36.000	168.000
Batteri	542.000 ¹	146.000	688.000
Motor mv.	26.000	33.000	33.000
Andre komponenter	146.000	40.000	186.000
I alt	846.000	229.000	1.075.000

Kilde: Egne beregninger.

Note: ¹ I 2030 kræver det et batteri på ca. 450 kWh at have en rækkevidde på 400 km. Det underbygges i underafsnittet om variable omkostninger.

Figur 16 viser den samlede markedspris, som vognmanden skal betale for at vælge hvert drivmiddel.

Figur 16 Markedspris på lastbil ved køb i 2030 og 2040



Kilde: Egne beregninger baseret på ICCT (2023a), ICCT (2023b), ITF (2022), Klimarådet (2021) og Færdselsstyrelsen.
 Note: Vi har ikke opdelt diesellastbiler på delkomponenter.

Blandt lastbilerne til international/transitkørsel spænder priserne i 2040 fra 0,8 mio. kr. på en køreledningslastbil til 1,6 mio. kr. på en stor batterilastbil med 800 km rækkevidde.

Den store batterilastbil har høje faste omkostninger pga. det dyre batteri, men er til gengæld billigere i drift end den lille batterilastbil, fordi den kan klare alle kørselsdage uden opladningspauser. Vi har belyst konsekvenserne af, at de store batterilastbiler ikke kan lade fuldt ud i pauserne i en følsomhedsanalyse, jf. afsnit 9.3.

3. Variable omkostninger

Når selve lastbilen er købt (underafsnit 2), har vi forudsat, at den kører i 10 år. Der er omkostninger i form af:

- Brændstof

- Kørsel (reparation, dækslid)
- Tid (primært chaufførlønninger)
- Emissionsklasseafhængige vejafgifter.

Vi bruger generelt Transportøkonomiske Enhedspriser v. 2.0 til at opgøre alle variable omkostninger pr. kørt kilometer. Kilden er dog ikke tilstrækkelig til at opgøre alle relevante parametre, og i nogle tilfælde heller ikke retvisende for international trafik og transittrafik.

Brændstof

Kilometeromkostningerne for brændstofbrug fremkommer ved at gange brændstofeffektiviteten med brændstofprisen.

Vi bruger forudsætninger om brændstofeffektivitet fra Transportministeriets Lastbilvalgsmode (pr. marts 2023) i 2021 for diesel-, batteri- og brintlastbiler.¹⁸ Vi antager, at køreledningslastbiler er 90% så energieffektive som batterilastbiler pga. transmissionstab, jf. forudsætning i Klimarådet (2021).

- Diesel:
 - Type 3/4: 4,59 km pr. liter
 - Type 5: 3,57 km pr. liter
- Batteri:
 - Type 3/4: 0,82 km pr. kWh
 - Type 5: 0,64 km pr. kWh
- Brint:
 - Type 3/4: 0,40 km pr. kWh
 - Type 5: 0,31 km pr. kWh
- Køreledning:
 - Type 3/4: 0,74 km pr. kWh
 - Type 5: 0,57 km pr. kWh

Fra 2022 til 2050 fremskriver vi energieffektiviteten med den udvikling, der ligger i Transportøkonomiske Enhedspriser for hhv. diesel- og batterilastbiler. Vi regner med, at brint- og køreledningslastbiler følger udviklingen for batterilastbiler.

Vi bruger brændstofpriser fra Transportøkonomiske Enhedspriser - dog med en enkelt undtagelse. Vi regner med, at diesellastbiler kører på 2. generations biofuels fra 2050. Det gør brændstof til diesellastbiler 44% dyrere fra 2050.¹⁹ Merprisen slå igennem løbende fra 2040, da vi har forudsat, at vognmændene vælger lastbil ud fra totalomkostningerne i en 10-årig periode.

Kørsel

Kørselsomkostningerne består af dækslid og reparationsomkostninger.

¹⁸ Vi bruger Lastbilvalgsmodekens undergruppe "4-RD" til type 3/4-lastbiler og undergruppe "10-LH" til type 5.

¹⁹ Vi har beregnet en literpris på 12,39 kr. i 2050 baseret på European Commission (2021). Til sammenligning koster en liter diesel i Transportøkonomiske Enhedspriser i samme år 8,59 kr.

Kørselsomkostningerne fra Transportøkonomiske Enhedspriser er ikke opdelt på drivmiddel. Vi bruger nøgletallene herfra for dækslidet pr. kilometer for alle drivmidler.

Vi bruger også nøgletal fra Transportøkonomiske Enhedspriser til reparationsomkostninger pr. kilometer for diesellastbiler. Vi antager, at reparationsomkostningerne er 8% lavere for batteri-, brint- og køreledningslastbiler (resultat fra Klimarådet (2021)).

Tid

Vi opgør tidsomkostningerne ved at gange omkostningen pr. time med antallet af timer, som lastbilen er i drift over 10 års levetid. 'I drift' refererer her både til under kørsel, chaufførpauser og opladningspauser. Vi har i hovedanalysen forudsat, at batterilastbiler i gennemsnit kan anvende 50% af deres køre-hviletids-pauser til opladning.

De tidsafhængige omkostninger er primært chaufførlønninger.²⁰ Vi bruger enhedspriser fra Transportøkonomiske Enhedspriser for den nationale trafik. For international trafik og transittrafik forudsætter vi 50% af de danske enhedspriser.²¹ Det skyldes, at mange chauffører er udenlandske og kører til en lavere løn.

Uanset drivmiddel kører en lastbil lige mange timer for at nå sin rute. Batterilastbiler kan dog have for kort rækkevidde og derfor blive nødt til at bruge ekstra tid på opladning undervejs. Det gælder ikke for lastbiler på diesel, brint og køreledninger, som alle derfor har den samme tidsomkostning.

Forudsætningerne bag de forudsatte rækkevidder på batterilastbilen er følgende:

- I den **nationale trafik** har de en rækkevidde på 400 km. Med deres kørselsmønster (i gennemsnit 273 km om dagen, jf. tabel 33) er det tilstrækkeligt til at foretage alle ture uden mertid til opladning. Nogle lastbiler vil i praksis have et højere kørselsomfang. Behovet for opladning undervejs kan for nogle dækkes ifm. af- og pålæsning.
- **Den store batterilastbil i international trafik og transittrafik** har en rækkevidde på 800 km. Det er tilstrækkeligt til at nå alle ture uden opladning undervejs, så al opladning sker om natten.
- **Den lille batterilastbil i international trafik og transittrafik** har en rækkevidde på 400 km. Det er i mange tilfælde ikke tilstrækkeligt til at nå gennem hele ruten uden opladning. Vi regner med, at de i gennemsnit skal bruge tid på at oplade hele batteriet én gang om dagen.

Vi har forudsat, at ladeeffekten er 250 kW i dag, og at den stiger til 500 frem mod 2040, hvorefter den er konstant.

Eksempel: I 2040 kræver det et batteri på 541 kWh at køre 400 km. Det betyder, at en lille batterilastbil i 2040 skal bruge 1,1 timer pr. kørselsdag på at lade op. Vi antager, at

²⁰ En mindre del af tidsomkostningerne består af tidsafhængige reparationsomkostninger og kapacitetsomkostninger. Kapacitetsomkostninger omfatter udgifter til administration, kontor, reklame, revisor m.m.

²¹ Vi har skønnet de 50% på baggrund af nummerpladedata fra Øresundsbroen korrigeret for, at der også kan køre udenlandske chauffører på danske nummerplader. Vi har dernæst beregnet gennemsnitslønnen til omtrent 50% af de danske enhedspriser på baggrund af lønniveauerne i Europa:
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Wages_and_labour_costs#Labour_costs

halvdelen af chaufførens 0,75 timers pause kan afholdes under opladningen. Derfor kræver den lille batterilastbil 0,7 timer mere pr. kørselsdag end de øvrige drivmidler, svarende til en meromkostning på 170 kr. Over et helt år bliver det en meromkostning på 43.000 kr. ift. de øvrige drivmidler. I de tidligere analyseår, hvor ladeeffekten er mindre, er omkostningen større.

Emissionsafhængige kørselsafgifter

For den del af kørslen, der foregår i Danmark, har vi medregnet de emissionsafhængige kørselsafgifter, der fremgår af tabel 40.

Tabel 40 Kørselsafgifter (kr. pr. km) fra 2028

Emissionsklasse	National (18-32 ton)	International (over 32 ton)	Transit (over 32 ton)
Diesel (emissionsklasse 3)	0,96	1,03	1,03
Batteri, brint og køreledning (emissionsklasse 5)	0,21	0,21	0,21

Kilde: Beregnet på baggrund af <https://www.skm.dk/media/13791/aftaletekst-om-kilometerbaseret-vejafgift.pdf>. Beregningen er en sammenvægtning af 'miljøzoner' og 'øvrige', hvor vi har antaget, at miljøzoner vægter 2%. Det skyldes, at køreledningsstrækningen ikke går gennem miljøzoner.

Note: Fra 2025 til 2027 er der en indfasningsperiode med lavere afgifter.

Vi har forsimplet antaget, at diesellastbiler fra 2030 er energieffektive nok til at tilhøre emissionsklasse 3, mens de øvrige drivmidler tilhører emissionsklasse 5. Vi har også forsimplet antaget, at alle lastbiler i den nationale trafik vejer mellem 18 og 32 ton, mens alle lastbiler i den internationale trafik og transittrafikken vejer over 32 ton.

4. Ladeinfrastruktur

Lastbiler, som kører på batteri, brint og køreledning, har brug for ladeinfrastruktur for at køre. Da der allerede i dag er veludbygget dieselinfrastruktur, har vi ikke indregnet en merpris for energiinfrastruktur for diesellastbiler.

Batteri- og køreledningslastbiler

Vi beregner her, hvor store omkostninger følgende lastbiltyper har til ladeinfrastruktur:

- Lille batterilastbil (400 km rækkevidde på batteriet)
- Stor batterilastbil (800 km rækkevidde på batteriet)
- Køreledningslastbil (50 km rækkevidde på batteriet).

Vi viser beregningseksemplet for lastbiler, der bruges til international trafik og transittrafik. Til sidst i afsnittet viser vi resultaterne for alle trafiktyper.

Den store batterilastbil og køreledningslastbil kan dække alle opladningsbehov om natten, mens den lille batterilastbil har brug for hurtigopladning i løbet af dagen.

Vi antager, at ladestanderne har en levetid på 15 år.²² Prisen på en ladestander er højere, jo større effekt den skal oplade med. Generelt har lastbilerne brug for en høj ladeeffekt ved hurtigoplading i løbet af dagen, mens de kan klare sig med en mindre ladeeffekt om natten, hvor der er god tid til at oplade batteriet til den kommende dag.

Vi regner med, at totalomkostningerne for en natoplader er 4.200 kr. pr. kW ladeeffekt, jf. tabel 41. Det betyder fx, at en 10 kW-natoplader koster 42.000 kr., og en 50 kW-natoplader koster 210.000 kr. Omkostningerne dækker ladestander, installation og tilslutningsafgift. Vi har ikke taget højde for, at der november 2023 er indgået en politisk aftale, der medfører at staten afholder en del af omkostningerne til etablering af ladeinfrastruktur til lastbiler på motorvejsnettet i Danmark.

Tabel 41

Enhedspriser på ladestander (kr. pr. kW ladeeffekt)

Priserne er totalomkostninger, der dækker ladestander, installation og tilslutningsafgift

	2030
Natoplading (baseret på 100 kW-oplader)	4.200
Hurtigoplading (baseret på 350 kW-oplader)	4.000

Kilde: ICCT (2021), omregnet til danske kroner og opskaleret til 2023-priser med nettoprisindekset. Vi har ikke indregnet prisfald efter 2030.

Hurtigopladerne er en smule billigere pr. kW, men bliver i alt dyrere, fordi lastbilerne har brug for højere ladeeffekt til hurtigoplading.

Omkostningerne til infrastruktur til natoplading fremgår af tabel 42. Fx har køreledningslastbiler små batterier og kan lade fuldt op om natten på en ladestander med en lav effekt på fx 10 kW. Som udgangspunkt har én lastbil brug for én natladestander. De behøver dog kun lade op efter de dage, hvor de har kørt, og derudover har ladestanderne længere levetid end lastbilerne, så vognmanden behøver ikke købe en ny oplader, hver gang de køber en ny køreledningslastbil. Det reducerer den samlede udgift til natopladningsinfrastruktur til 20.000 kr.

²² Levetiden på 15 år anvendes af Klimarådet (2021).

Tabel 42

Pris på natopladere pr. lastbil, kr. (international/transittrafik, 2030)

	Batteri, lille	Batteri, stor	Køreledning
(a) Ladestanderpris pr. kW	4.200	4.200	4.200
(b) Påkrævet ladestandereffekt ¹	38	76	10
(c) Pris pr. ladestander (a*b)	159.000	318.000	42.000
(d) Påkrævede ladestandere pr. lastbil, før korrektioner	1	1	1
(e) Korrektion for levetid ²	0,67	0,67	0,67
(f) Korrektion for kørselsdage ³	0,71	0,71	0,71
(g) Påkrævede ladestandere pr. lastbil, efter korrektioner (d*e*f)	0,47	0,47	0,47
Pris på ladestandere pr. lastbil (c*g)	76.000	151.000	20.000

Kilde: Egne beregninger baseret på enhedspriser fra ICCT (2021).

Noter: ¹ Baseret på, at lastbilerne kan lade 12 timer pr. nat. Fx har en lille batterilastbil i 2030 et batteri på 573 kWh, så det kræver en effekt på 38 kW at lade batteriet 80% op på 12 timer. Vi regner med, at en ladestander skal have min. 10 kW ladeeffekt. ² Baseret på, at lastbiler har en levetid på 10 år, mens ladestandere har en levetid på 15 år. ³ Baseret på 260 kørselsdage pr. år.

Batterilastbilerne har større batterier og derfor større krav til ladeeffekt, hvilket giver dyrere ladestandere. Hver gang vognmanden køber en stor batterilastbil, kræver det køb af natopladere for 151.000 kr.²³ Tilsvarende kræver det natopladere for 76.000 kr. at drifte en lille batterilastbil.

Den lille batterilastbil har dog også brug for hurtigopladningsinfrastruktur for at køre sine ture. Vi har forudsat, at udbygningen af infrastrukturen finansieres af brugerne, så hver batterilastbil betaler sin andel af prisen på hurtigladerne ud fra, hvor meget de bruges. Opgørelsen er behæftet med væsentlig usikkerhed.

I 2030 har vi antaget, at hurtigopladerne har en effekt på 375 kW (se underafsnit 3 om tidsomkostninger). Totalomkostninger for en ladestander på 375 kW er i 2030 ca. 1,5 mio. kr., jf. enhedspriserne i tabel 41. Det dækker både selve ladestanderen, installation og tilslutningsafgift.

Vi antager, at en hurtigoplader er i brug 9 timer om dagen.²⁴ En lille batterilastbil skal bruge en hurtigoplader 1,5 timer om dagen i 2030. Det betyder, at der skal 6 batterilastbiler til at finansiere ladestanderen, hvilket giver en pris pr. lastbil på 250.000 kr. Ligesom for natopladerne korrigerer vi for, at lastbilerne kun medfinansierer ladestanderen på kørselsdage, samt at ladestanderen har en længere levetid end lastbilerne. Det giver en samlet omkostning på 121.000 kr. til hurtigopladningsinfrastruktur.

I den internationale trafik regner vi således med følgende omkostninger til ladeinfrastruktur i 2030:

²³ Prisen på ladestandere falder frem mod 2040, efterhånden som batterierne bliver mere energieffektive.

²⁴ Samme antagelse anvendes af Klimarådet (2021).

- Lille batterilastbil: 196.000 kr.
- Stor batterilastbil: 151.000 kr.
- Køreledningslastbil: 20.000 kr.

Brintlastbiler

Ligesom ladeinfrastrukturen endnu ikke er udbygget til de eldrevne køretøjer, er den ikke udbygget til brintkøretøjer. Vi regner derfor også for brintlastbilerne med, at udbygningen af infrastrukturen finansieres af brugerne, så hver brintlastbil betaler sin andel af prisen på hurtigladerne ud fra, hvor meget de bruges.

Vi antager følgende nøgletal for at beregne omkostningerne til ladeinfrastruktur til brintlastbiler²⁵:

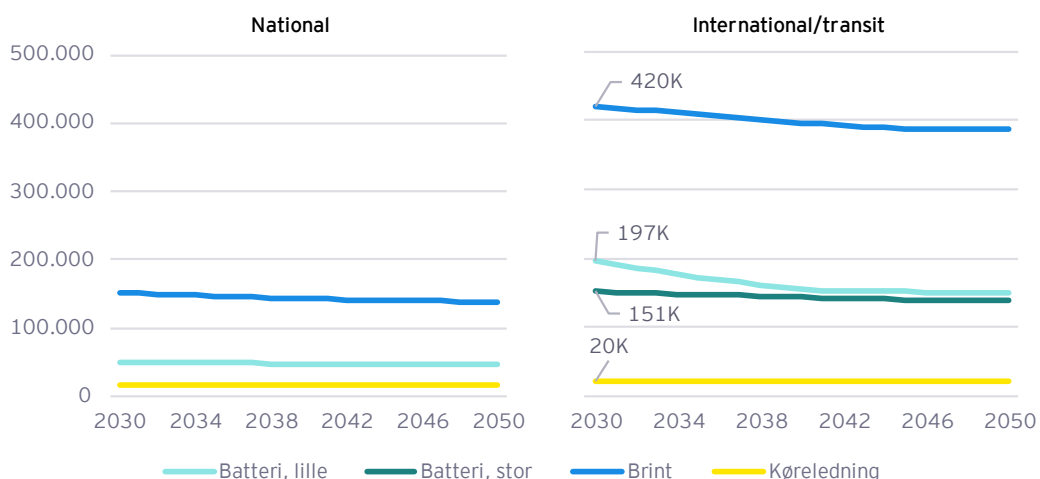
- En brintstander koster 34 mio. kr. i 2022, faldende til 27 mio. kr. i 2030.
- Brintstanderne har et gennemløb på 3,6 kg brint pr. minut (svarende til 5,2 ton pr. dag).
- 26% af det maksimale gennemløb benyttes, så brintstanderne har et gennemløb på 1,4 ton brint pr. dag.
- Brintstanderen har en levetid på 15 år.

I 2030 har en brintlastbil til den internationale trafik og transittrafikken et brintbehov på 43 kg pr. kørselsdag. Med et gennemløb på 1,4 ton om dagen kan standeren derfor betjene 31 lastbiler. Det giver en pris pr. lastbil på 880.000 kr. Ligesom for batteri- og køreledningslastbiler korrigerer vi for, at lastbilerne kun medfinansierer brintstanderne på kørselsdage, samt at brintstanderne har en længere levetid end lastbilerne. Det giver en samlet pris pr. lastbil på 420.000 kr.

²⁵ Samme antagelse anvendes af Klimarådet (2021).

Resultaterne for alle trafiktyperne fremgår af figur 17.

Figur 17 Omkostninger til ladeinfrastruktur (kr.) over hele levetiden



Kilde: Egne beregninger baseret på ICCT (2021) og Klimarådet (2021).

Omkostningerne til ladeinfrastruktur er generelt noget lavere for lastbiler i den nationale trafik, fordi de kører mindre. Derfor kan batterilastbiler i den nationale trafik fx klare kørslen udelukkende med natopladning.

5. Nyttelast og vægtbegrænsninger

Mængden af gods, en lastbil kan transportere, kan begrænses enten af volumen eller vægt. Klimarådet (2021) finder på baggrund af tyske og hollandske studier, at volumen oftest er den begrænsende faktor. Vi antager, at 12% af lastbilernes godsmængde er begrænset af vægt.²⁶

Vi har ikke fundet anledning til at indregne en forskel i volumenbegrænsninger på tværs af drivmidler. Uanset drivmiddel har lastbilen plads til samme mængde gods. Der er dog forskel på, hvor meget lastbiler vejer alt efter drivmiddel, hvilket har betydning for nyttelasten i de 12% af lastbilerne, hvor vægt er den begrænsende faktor. Da så tilpas få lastbiler er begrænset af vægt, er omkostningerne i dette underafsnit relativt små.

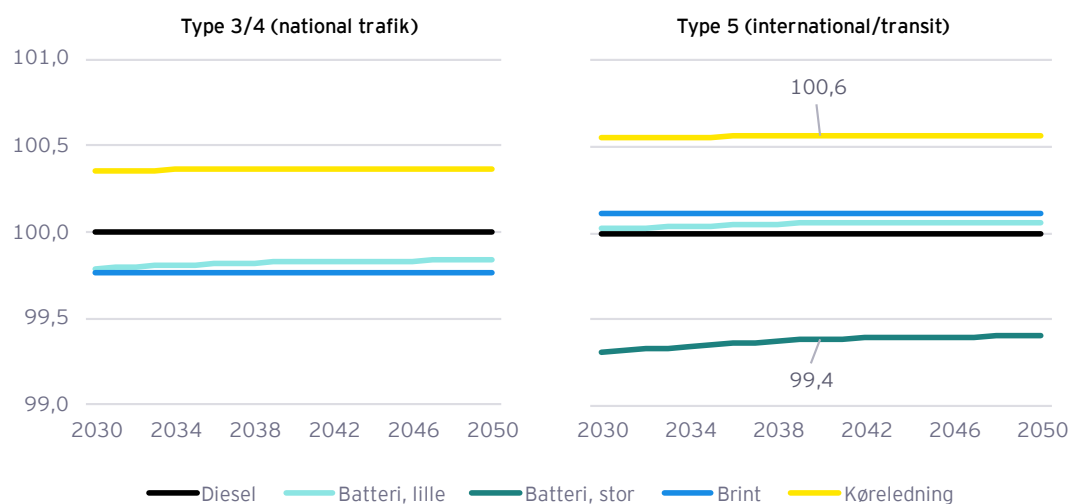
I dette underafsnit opgør vi, hvor store omkostninger der er ved nyttelastbegrænsningen. Hvis vognmanden skifter til et drivmiddel, hvor lastbilen vejer mere, skal der flere lastbiler til for at transportere samme mængde gods.

Figur 18 viser, hvor meget nyttelast lastbiler med andre drivmidler kan have ift. en diesellastbil. Fx kan en stor batterilastbil i den internationale trafik og transittrafikken i 2040 i gennemsnit have 0,6% mindre last med end en diesellastbil. Gennemsnittet dækker over, at de 88%, som ikke

²⁶ Forudsætning baseret på COWI (2021), der på baggrund af WIM-data har opgjort, at 10% af 6-akslede sættevognstog har en vægtudnyttelsesgrad på 100%. Estimatet er i tråd med Klimarådets (2021) gennemgang.

er begrænset af vægt, kan have samme last med, mens de 12%, som begrænses af vægt, kan have 5% mindre last med. Det skyldes primært, at batteriet i en stor batterilastbil vejer mere end en dieseltank.

Figur 18 Nyttelast efter drivmiddel (indeks, diesel = 100)



Kilde: Egne beregninger baseret på Mareev & Sauer (2018), Transport & Environment (2020) og COWI (2021).
 Note: Lastbiler med batterier kan have mere nyttelast med senere i analyseårene, hvor de har brug for mindre batterier for at køre samme antal kilometer.

Køreledningslastbiler vejer omvendt mindre end diesellastbiler, fordi de kun har brug for et lille batteri, og pantografen forudsættes at veje 100 kg. I 2040 kan en køreledningslastbil derfor i gennemsnit have 0,6% mere last med end en diesellastbil.

Det betyder, at der skal færre køreledningslastbiler til for at transportere samme mængde gods, som hvis man havde valgt diesellastbiler. Beregningsteknisk indregner vi effekten ved at korrigere de øvrige omkostninger for køreledningslastbiler i 2040 med -0,6%. Det svarer til 42.000 kr. over hele levetiden.

Resultaterne er baseret på forudsætningerne i tabel 43.

Tabel 43

Forudsætninger til nyttelastkorrektion: Vægt på lastbilkomponenter (ton)

	Lastbiltype			Relevant for		
	Type 3/4	Type 5	Diesel	Batteri	Brint	Køreledning
Karosseri ¹	6,7	13,5	X	X	X	X
Dieselmotor og -tank ²	1,5	2,4	X			
Elektrisk motor og inverter ²	0,5	0,5		X	X	X
Batteri (<i>Wh pr. kg</i>) ³	318	318		X	X	X
Brinttank ³	1,3	1,3			X	
Pantograf ⁴	0,1	0,1				X
Maks. tilladt vægt ⁵	32	47	X	X	X	X

Kilder: ¹ Baseret på Mareev & Sauer (2018). Angiver lastbilens vægt ekskl. de øvrige komponenter og last. ² Simpelt gennemsnit af Mareev & Sauer (2018) og Transport & Environment (2020). ³ Transport & Environment (2020). Batteriets vægt antages propotionalt med størrelsen i kWh. Over tid stiger energitætheden i batterierne og derfor falder batterilastbilernes vægt. Der er taget højde for, at batteriernes vægt falder 42% ift. i 2022. ⁴ Mareev & Sauer (2018). ⁵ Transportministeriet: "Faktaark: Beskrivelse af længde- og vægtforøgende tiltag". Forsimplende beregningsforudsætning, at type 3/4-lastbiler i gennemsnit har en tilladt totalvægt på 32 ton.

6. Geneomkostninger

Køreledningslastbiler kan kun bruges på køreledningsnetværket (og op til 50 km væk fra det i til- og fraslutning). Derfor er det mindre fleksibelt for en vognmand at have en køreledningslastbil end en lastbil på de øvrige drivmidler. Det er svært at kvalificere, hvor stor genen ved manglende fleksibilitet er.

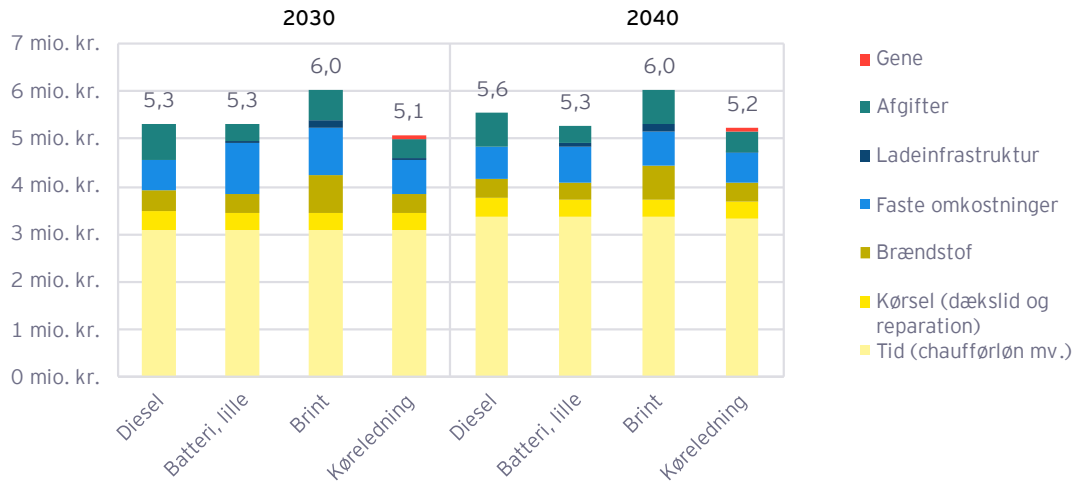
Vi har forudsat, at geneomkostningen er 100.000 kr. i alle år, hvilket svarer til omkring 1,4% af de øvrige omkostninger. Det er baseret på, at en vognmand fx køber en køreledningslastbil i forbindelse med en kontrakt om kørsel i en korridor, hvor der er køreledninger. Efter kontrakten er udløbet, sælger vognmanden køreledningslastbilen på det internationale brugtvognsmarked. Det er muligt, da vi har forudsat, at køreledninger er udbredte i både Sverige og Tyskland. De 100.000 kr. skal derfor afspejle den samlede gene ved kun at kunne bruge køreledningslastbilen på strækninger med køreledninger. Da forudsætningen er usikker, belyser vi i følsomhedsanalyser, hvordan de samfundsøkonomiske resultater afhænger af geneomkostningen.

11.5 Resultater for vognmændenes omkostninger og drivmiddelvalg

I dette afsnit fremgår omkostninger og drivmiddelvalg for den nationale trafik og transittrafikken på strækningen, som potentielt kan anvende køreledningerne.

Figur 19

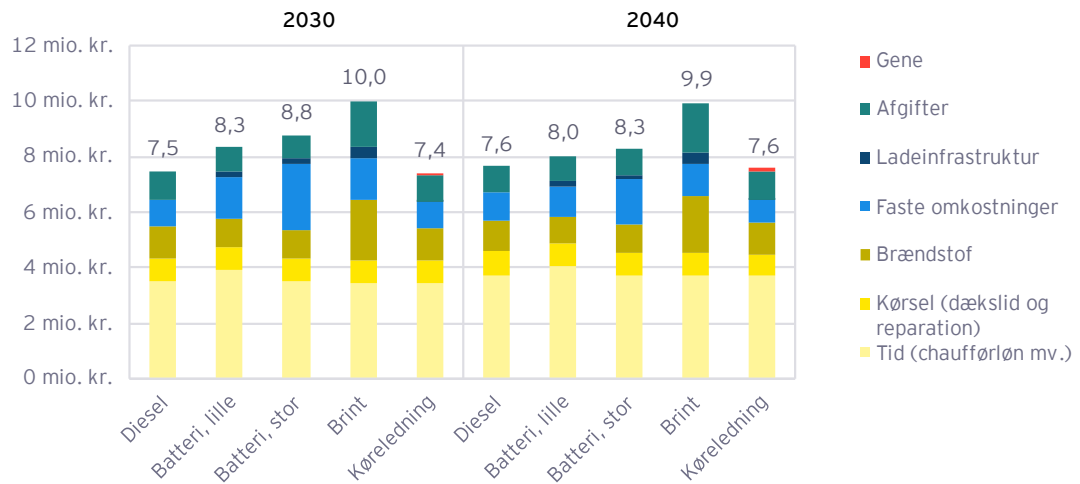
National trafik: Omkostninger over levetiden efter købsår for en gennemsnitlig lastbil (diskonteret)



Kilde: Egne beregninger.
 Note: Omkostninger er korrigeret for nyttelast ved hvert drivmiddel.

Figur 20

Transittrafik: Omkostninger over levetiden efter købsår for en gennemsnitlig lastbil (diskonteret)

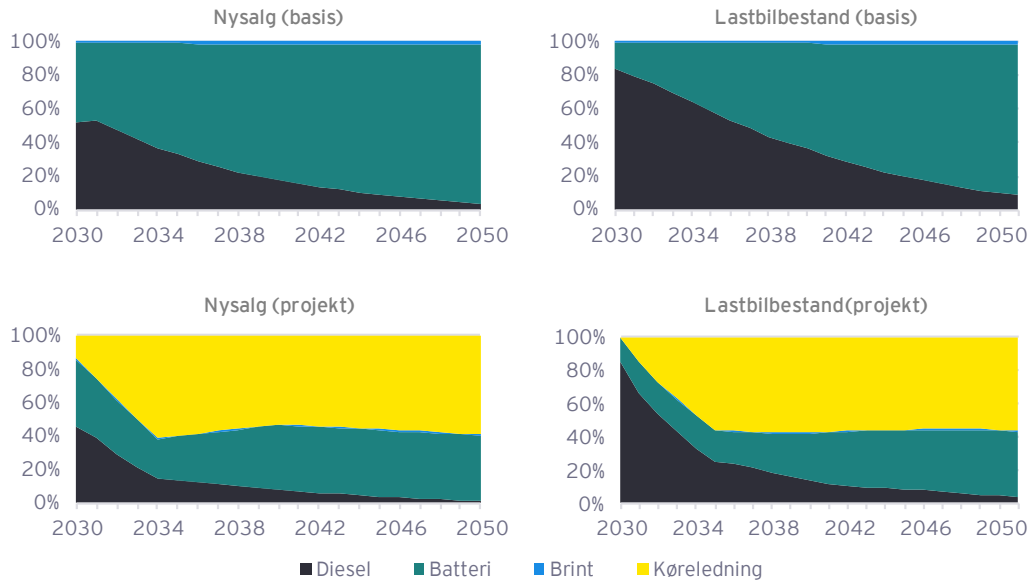


Kilde: Egne beregninger.
 Note: 'Batteri, lille' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 400 km, mens 'batteri, stor' dækker over en lastbil med en batterirækkevidde på 800 km. Omkostninger er korrigeret for nyttelastbegrænsninger. Fx vejer en stor batterilastbil mere end en diesellastbil, så det kræver flere lastbiler at transportere samme mængde gods.

Figur 21

National trafik: Drivmiddelfordeling

Fordelingen dækker kun den del af trafikken på køreledningsstrækningen, som potentielt kan skifte til køreledninger, jf. afsnit 5.

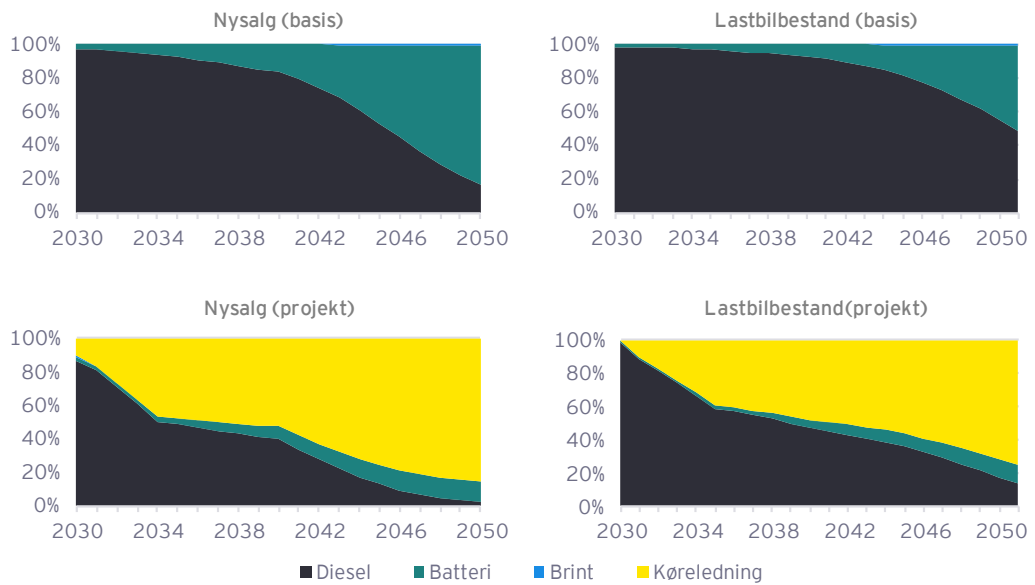


Kilde: Egne beregninger.

Figur 22

Transittrafik: Drivmiddelfordeling

Fordelingen dækker kun den del af trafikken på køreledningsstrækningen, som potentielt kan skifte til køreledninger, jf. afsnit 5.



Kilde: Egne beregninger.

11.6 Vognmændenes gevinster

Vi gennemgår her beregningstilgangen for den internationale trafik i 2040 som eksempel. Vi anvender samme tilgang til at opgøre gevinsterne for alle år og trafiktyper.

Vognmændenes gevinster

På baggrund af antallet af ture, lastbilernes årlige kørselsomfang og deres turlængde opgør vi, at der bliver købt 207 lastbiler i 2040 til den internationale trafik. I basissituationen vil de 172 køre på diesel, 35 på batteri og ingen på brint, jf. analysen af drivmiddelvalg. Når vognmændene får mulighed for at vælge køreledningslastbiler i stedet, vælger de 110 køreledningslastbiler, 81 diesellastbiler og 16 batterilastbiler. Det fremgår af tabel 44.

I gennemsnit sparer vognmændene 80.000 kr. ved at vælge en køreledningslastbil i stedet for en diesellastbil. Vi justerer gevinsten for at tage højde for, at vognmændene kun vil vælge køreledningslastbilerne i de 54% af tilfældene, hvor det er billigst. Vi uddyber, hvordan vi justerer, i næste afsnit. Det betyder, at vognmændene får en gevinst på 355.000 kr. for hver køreledningslastbil, som i basissituationen havde kørt på diesel. Det drejer sig om 92 lastbiler, hvilket giver en samlet gevinst på 33 mio. kr.

Tilsvarende er der en samlet gevinst på 11 mio. kr. for de køreledningslastbiler, som i basissituationen havde kørt på batteri. Tilsammen giver det vognmændene en gevinst på 44 mio. kr.

Alle de 44 mio. kr. medregnes i den samfundsøkonomiske analyse med global afgrænsning. I hovedanalysen med national afgrænsning medtager vi alle gevinsterne fra den nationale trafik, halvdelen af gevinsterne fra den internationale trafik og ingen af gevinsterne fra transittrafikken (som det er standard i samfundsøkonomiske beregninger med national afgrænsning).

Tabel 44

Opgørelse af vognmandsgevinster i den internationale trafik i 2040

	Diesel	Batteri	Brint	Køreledning	I alt
Antal nysolgte lastbiler					
Basis	171	35	0	0	207
Projekt	79	16	0	111	207
Ændring	-92	-19	0	111	0
Omkostninger pr. lastbil (1000 kr.)					
Totalomkostning	7.660	8.050	9.920	7.580	
Gns. gevinst ved at vælge køreledning	80	470	2.340		
Justeringsfaktor ¹	4,43	1,23	1,00		
Gevinst for dem, der vælger køreledning	355	577	2.340		
Gevinster i alt (mio. kr.)²	33	11	0		44
- Heraf i Danmark ³	16	5	0		22

Kilde: Egne beregninger.

Note: Vi har her vist beregningen med vognmændenes diskonteringsrente på 6,5%. Resultaterne i den samfundsøkonomiske analyse er en smule anderledes, fordi de opgøres med den samfundsøkonomiske diskonteringsrente. ¹ Baggrunden for at justere de gennemsnitlige gevinster er beskrevet i bilag 11.6. ² Anvendes i den samfundsøkonomiske analyse med global afgrænsning. ³ Anvendes i den samfundsøkonomiske analyse med national afgrænsning.

Vi gentager beregningen for alle år og trafiktyper.

Tilgang til beregning af justeringsfaktor

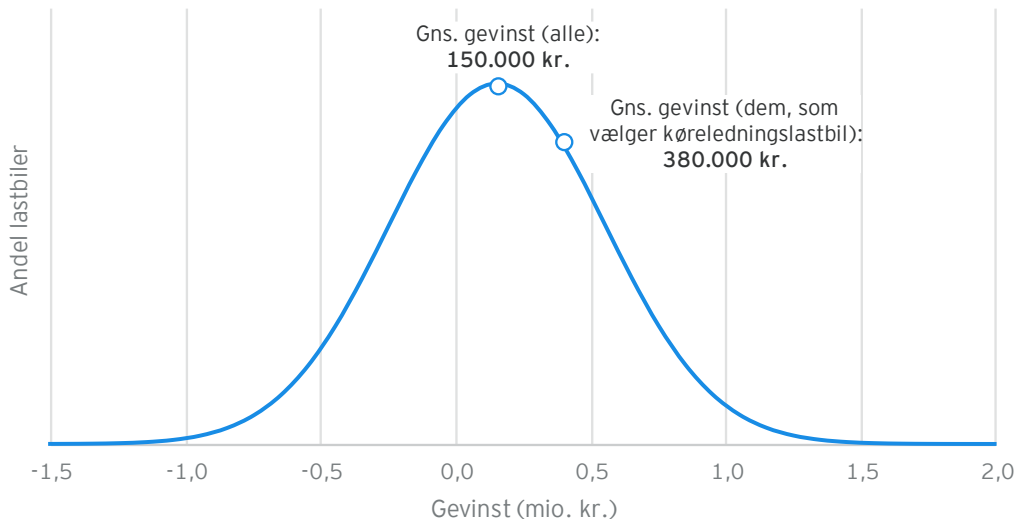
Vognmændenes gennemsnitlige gevinst ved at vælge køreledningslastbiler, i forhold til hvad de havde valgt i basissituationen, er ca. 150.000 kr. (sammenvægtet mellem dem, der alternativt havde valgt hhv. diesel, batteri og brint). 54% af vognmændene vælger at købe køreledningslastbiler. Det afspejler, at gevinsten er mindre end 0 kr. for 46%, hvilket bl.a. kan skyldes individuelle forhold vedrørende kørselsomfang, chaufførlønninger og andet.

De 46%, som ikke vælger køreledningslastbiler, er upåvirket af køreledningsnetværket. Deres gevinst er derfor 0 kr. Blandt de 54%, som rent faktisk skifter, er gevinsten dog højere end 150.000 kr.

For at opgøre, hvor stor gevinsten er blandt de 54%, har vi antaget, at gevinsterne er normalfordelt, jf. figur 23. Spredningen på fordelingen kalibreres ud fra, hvor mange der vælger hvert drivmiddel.

Figur 23

Vognmandsgevinster som følge af mulighed for at købe køreledningslastbiler (eksempel for international trafik i 2040)



Kilde: Egne beregninger baseret på forudsætning om, at gevinster følger en normalfordeling.

Note: Vi har her vist beregningen med vognmændenes diskonteringsrente på 6,5%. Resultaterne i den samfundsøkonomiske analyse er en smule anderledes, fordi de opgøres med den samfundsøkonomiske diskonteringsrente.

Med antagelsen kan vi beregne, at den gennemsnitlige gevinst blandt de vognmænd, der rent faktisk vælger køreledningslastbiler, er 380.000 kr. pr. lastbil.

11.7 Samfundsøkonomiske resultater

I dette afsnit fremgår de detaljerede samfundsøkonomiske resultater for alle fire varianter med national afgrænsning og tilsvarende fire varianter med global afgrænsning.

Tabel 45 Nutidsværdi (mia. kr.), national afgrænsning

	Lav CO ₂ -pris		Høj CO ₂ -pris	
	Ingen gevinster 2051-2079	Gvinster 2051-2079	Ingen gevinster 2051-2079	Gvinster 2051-2079
Anlægsomkostninger	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6
Vedligeholdelsesomkostninger	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
Gvinster for vognmænd	0,4	1,0	0,4	1,0
Klima	0,3	0,3	0,7	0,7
Luftforurening	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Afgiftskonsekvenser	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4
I alt²	-3,7	-3,3	-3,4	-3,0
Intern rente	Negativ	0,4%	Negativ	0,6%
CO₂-skyggepris	16.300	14.500	16.300	14.500

Kilde: Egne beregninger.

Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser.

Note: ¹ Der er en lille effekt på ca. 20 mio. kr.

Note: ² Tal summer ikke nødvendigvis pga. afrunding.

Tabel 46 Nutidsværdi (mia. kr.), global afgrænsning

	Lav CO ₂ -pris		Høj CO ₂ -pris	
	Ingen gevinster 2051-2079	Gvinster 2051-2079	Ingen gevinster 2051-2079	Gvinster 2051-2079
Anlægsomkostninger	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6
Vedligeholdelsesomkostninger	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
Gvinster for vognmænd	1,0	2,5	1,0	2,5
Klima	1,3	1,3	2,7	2,7
Luftforurening	0,1	0,1	0,1	0,1
Afgiftskonsekvenser	-0,1	0,1	-0,1	0,0
I alt¹	-1,9	-0,2	-0,5	1,1
Intern rente	1,3%	3,1%	2,7%	4,3%
CO₂-skyggepris	3.300	1.600	3.300	1.600

Kilde: Egne beregninger.

Note: Nutidsværdien er opgjort i 2023 i 2023-priser.

Note: ¹ Tal summer ikke nødvendigvis pga. afrunding.

11.8 Samfundsøkonomiske forudsætninger

Den samfundsøkonomiske analyse følger de officielle retningslinjer fra Transportministeriet (2015) og de nyeste opdateringer fra Finansministeriet (2023). Vi har i tabellen herunder givet en oversigt over centrale forudsætninger og antagelser, der er anvendt i den samfundsøkonomiske analyse.

Tabel 47

Centrale forudsætninger og antagelser i den samfundsøkonomiske analyse

	Anvendt
Regnearksmodel	TERESA version 6.0
Enhedspriser	Transportøkonomiske Enhedspriser v2.0 ¹
Prisniveau og beregningsår for nutidsværdi	2023
Diskonteringsrente	3,5% fra år 0-35, 2,5% fra år 35-50
Nettoafgiftsfaktor	1,28
Arbejdsudbudseffekt	²
Byggeperiode	2025-2029
Åbningsår	2030
Kalkulationsperiode	2030-2079
Trafikvækst	2030-2040: 2,1% årligt, derefter 0% årligt ³
Korrektionsreserve	50%
EU-tilskud	0%

Kilde: EY.

Note: ¹ Med justeringer som beskrevet i afsnit 6. ² Jf. Finansministeriet (2023), så der ikke er nogen arbejdsudbudseffekter.

³ Baseret på Grøn Mobilitetsmodel for 2030 og 2040.