

EMISSIONSFAKTORER FOR VEJTRANSPORT FREM MOD 2080

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	2
2	Opgaveløsning	2
3	Bilpark	3
3.1	Nysalg af el-biler	4
4	Energieffektivitet og emissionsfaktorer	9
4.1	Køremønstre	12
4.2	Elforbrug til tunge køretøjer.	12
5	Emissioner fra elproduktion	13
6	Resultater	14

BILAG

Bilag A	Fordeling på teknologier	18
Bilag B	Energistyrelsens følsomhedsanalyse	20
Bilag C	Følsomhedsanalyse med 1 mio. elbiler i 2030	21

PROJEKTNR.

A112365

DOKUMENTNR.

A112365-01

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

15. november
2018

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

jjd

KONTROLLERET

tnha, hgr

GODKENDT

hgr

1 Indledning

Vejdirektoratet har behov for at beregne klima- og miljøpåvirkning af en eventuel vejforbindelse over Kattegat som en del af den samlede "Nærmere undersøgelse af en ren vejforbindelse over Kattegat". Til det formål er der brug for at beregne emissionsfaktorer pr kørt km fra og med et åbningsår i 2030 og frem til år 2080. Resultatet kan derefter benyttes sammen med de beregninger af trafikarbejde, som Vejdirektoratet sideløbende beregner med Landstrafikmodellen.

COWI blev af Vejdirektoratet bedt om bistand til at beregne disse emissionsfaktorer. Dette notat beskriver resultatet. Samtidig har COWI udarbejdet en regnearksmodel, der dokumenterer resultaterne. Med regnearksmodellen kan en bruger desuden ændre centrale forudsætninger for beregningerne (f.eks. prognoser for, hvor hurtigt elbiler kan forventes indfaset) og dermed give baggrund for justerede beregninger – eller følsomhedsvurderinger af fremtidige emissioner.

Modellen er opstillet på en måde, der gør det muligt at anvende resultaterne også til øvrige beregninger om emissioner fra vejtransport og ikke kun til vurdering af en eventuel Kattegatforbindelse.

Regnearksmodellen og dette notat omfatter kun vejtransport. For øvrige transportmidler (færger, fly og tog) er der udarbejdet et særskilt notat, der beskriver fremtidige emissioner på et mere spinkelt grundlag og er målrettet til brug for vurderinger i sammenhæng med en eventuel Kattegatforbindelse.

2 Opgaveløsning

Hovedopgaven var at beregne gennemsnitlige emissionsfaktorer (det vil sige emissioner pr kørt km) for vejgående køretøjer i perioden fra 2030 til 2080. Resultatet skal anvendes sammen med Landstrafikmodellen, og derfor er de gennemsnitlige emissionsfaktorer beregnet for hver af de køretøjskategorier, der indgår i Landstrafikmodellen:

- > Personbil
- > Varebil
- > Bybusser
- > Turistbusser
- > Lastbiler.

Desuden er køremønster meget afgørende for emissioner pr kørt km. Derfor er der for hver køretøjstype beregnet emissionsfaktorer for tre typiske køremønstre, som anvendes i TEMA2015¹:

- > Motorvej

¹ Transport-, Bygnings- og Boligministeriet (2015): TEMA2015, <https://www.trm.dk/da/publikationer/2015/tema-2015>

- > Landevej
- > Bykørsel.

For at beregne de gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjskategorier kombineres tre grupper af inputdata:

- 1 Prognose for sammensætningen af køretøjer (den samlede *bilpark*)
- 2 Prognose for *energieffektivitet og emissionsfaktorer* for de enkelte køretøjer
- 3 Prognose for *emissioner fra elproduktion* (til brug for emissionsfaktorer for elbiler).

3 Bilpark

Til modellen er der lavet en fremskrivning af bilparkens sammensætning år for år, der muliggør beregning af gennemsnitlige emissionsfaktorer for hvert køremønster og køretøjstype for hver enkelt år². Som udgangspunkt forventes, at der hvert år skrottes en andel af de ældre biler, der erstattes af nye biler i takt med indfasning af ny teknologi. Skrotning af de eksisterende køretøjer er for både personbiler, varebiler og lastbiler beregnet med samme metode som anvendes af DTU til beregning af den årlige nationale fremskrivning for både personbiler, varebiler og lastbiler.

Nye teknologier som hybrid, el, plugin hybrid og gas er i modellen indfaset ved hjælp af S-kurver for alle køretøjer. Formen af S-kurven er fastlagt ud fra den eksisterende prognose fra Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018³, kombineret med viden indsamlet fra litteraturundersøgelser og interview med relevante eksperter, for eksempel fra Energistyrelsen.

Basisfremskrivning er Energistyrelsens faglige vurdering af, hvordan energiforbrug og energiproduktion vil udvikle sig under forudsætning af et såkaldt "Frozen Policy" scenarie⁴. Det vil sige uden yderligere politiske tiltag.

Udover prognosen fra Energistyrelsen er der i denne opgave foretaget en følsomhedsanalyse med beregning af et scenarie, hvor der som antagelse er medregnet de seneste udmeldinger fra Regeringen, hvor der tales om 1 mio. elbiler i 2030 og stop for salg af diesel- og benzinbiler i 2030. Resultaterne fra denne følsomhedsanalyse er vist i Bilag C. Det er ikke vurderet, hvad der skal til for at et sådant scenarie vil kunne materialisere sig.

² Emissionskoefficienterne beregnes ved at vægte med bilernes andel af parken. Derved antages samme årskørsel for alle bilkategorier.

³ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/basisfremskrivning_2018.pdf juni 2018

⁴ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger>, 14. november 2018

3.1 Nysalg af el-biler

3.1.1 Personbiler og varebiler

Energistyrelsens basisfremskrivning 2018 fremskriver nysalget af elbiler og plug-in hybrid biler frem til 2030.

Tabellen nedenfor viser andelen i nybilsalget 2017 – 2030 ifølge basisfremskrivningen.

Tabel 3-1 Elandel af nybilsalg i basis fremskrivning.

	Andel Elbiler	Heraf Plug-in hybrid
2018	1.2%	45%
2019	1.4%	34%
2020	1.3%	26%
2021	3.0%	25%
2022	3.5%	33%
2023	5.2%	35%
2024	5.9%	39%
2025	7.9%	41%
2026	9.7%	40%
2027	12.5%	39%
2028	15.2%	39%
2029	18.5%	39%
2030	22.2%	39%

Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2018: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger>. COWIs egne beregninger af procentdele

Energistyrelsen har til denne opgave oplyst, at den anvendte model for bilvalg vil beskrive en tilnærmelsesvist eksponentiel udvikling i nysalget af el-biler efter 2030. Denne eksponentielle udvikling stopper ved 100% på et ikke nærmere fastlagt tidspunkt i fremtiden. Energistyrelsen er ikke i stand til at udvide tidshorisonten i deres fremskrivningsmodel.

Andelen af plug-in hybridbiler i nybilsalget antages i denne opgave at blive udfaset gradvist fra 2030 og vil være helt udfaset i 2050. Energistyrelsen har i basisfremskrivningen også lavet et følsomhedsscenario på el-bilsalget, hvor elbilsalget er dobbelt så højt i 2030. De to scenarier sammenlignes nedenfor.

Tabel 3-2 Energistyrelsens følsomhedsscenario for udvikling i elbilandel.

	El Andel i Nybilsalg	El Andel i Nybilsalg
	Centralt Skøn	Følsomhedsanalyse
2018	1.2%	1.4%
2019	1.4%	2.0%
2020	1.3%	3.0%
2021	3.0%	4.5%
2022	3.5%	6.5%
2023	5.2%	9.0%
2024	5.9%	12.1%
2025	7.9%	15.9%
2026	9.7%	20.4%
2027	12.5%	25.6%
2028	15.2%	31.3%
2029	18.5%	37.3%
2030	22.2%	43.3%

Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2018: <https://ens.dk/service/frem-skrivninger-analyser-modeller/basisshy-fremskrivninger>. COWIs egne beregninger af procentdele. Bloomberg⁵ har lavet en fremskrivning i 2017, der forventer, at elbilsalget vil have en andel på 68% af nybilsalget i EU i 2040. En af de vigtige faktorer i Bloombergs fremskrivning er, hvornår de samlede omkostninger ændres, således at elbilerne samlet set bliver billigere end biler med de traditionelle teknologier. Bloomberg forventer, at det vil ske mellem 2025 og 2030.

Set i forhold til EU, så øger det progressive afgiftssystem i Danmark forskellen på nybilpriserne, fordi dyre biler beskattes mere end billige biler. I perioden frem til ca. 2025 - 2030 forventes elbilerne at være dyrere end diesel og benzin, hvilket med det progressive danske afgiftssystem vil være til benzin- og dieselmiljøernes fordel. Efter 2030, hvor elbilerne forventes at blive billigere end benzin- og dieselmiljøer, vil det progressive afgiftssystem blive en fordel for elbilerne.

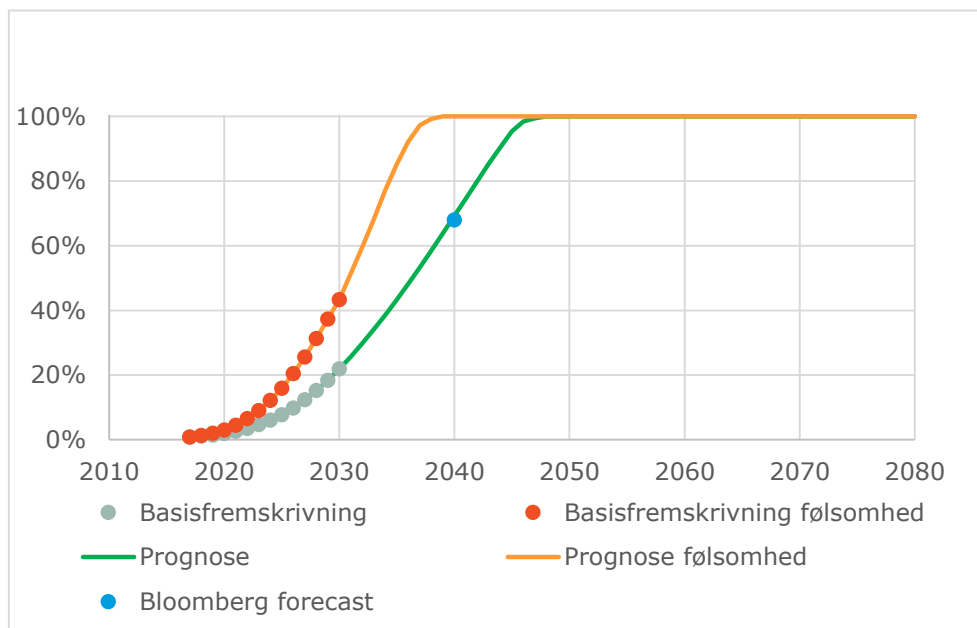
Sammenlignet med andre lande i Europa er Danmark desuden et relativt lille land med korte afstande. Det kan også påvirke markedssituationen positivt for elbiler, så længe elbilernes rækkevidde er begrænset.

Samlet set vurderes det, at markedssituationen for elbiler, når man kommer på den anden side af 2030, er mindst lige så gunstig i Danmark som i andre lande i EU. Derfor er det i denne opgave valgt at anvende Bloombergs estimat for elbilandelen i nybilsalget i 2040 som et centralt estimat.

Den samlede prognose fremkommer ved at kombinere Energistyrelsens basisfremskrivning med Bloombergs estimat for 2040, som vist i nedenstående figur.

⁵ Kilde: Bloomberg (2017): Electric Vehicle Outlook 2017. https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF_EVO_2017_ExecutiveSummary.pdf Juni, 2018

Figur 1 Elbilers andel af nybilsalget.

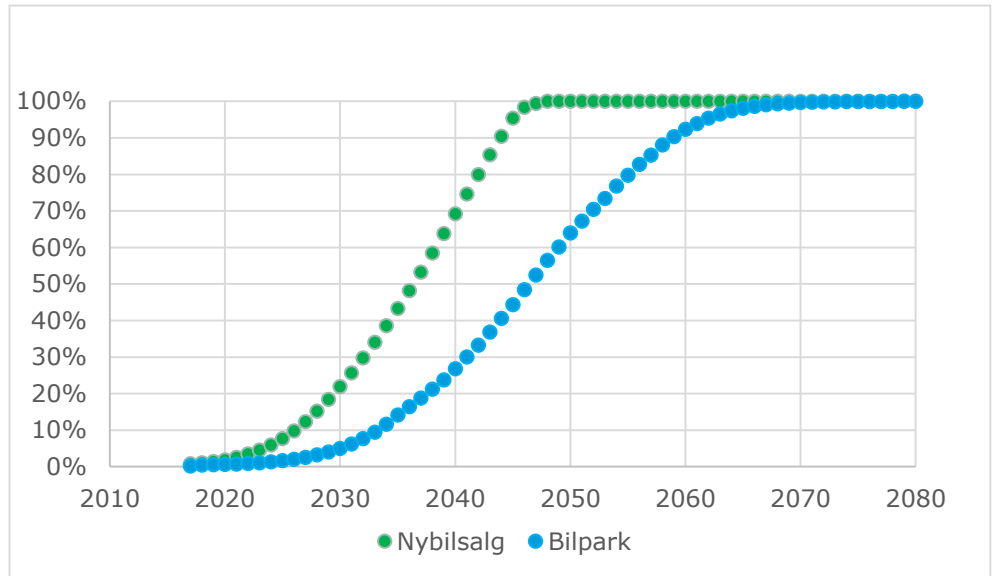


Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2018: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger-og-egne-beregninger>

Det antages i modellen, at elandelen når 100 %, selv om der sandsynligvis vil være en meget lille andel veteranbiler og andre køretøjer, som fortsat kører på fossile brændstoffer. Andelen af køretøjer med biobrændstoffer og andre VE brændstoffer udgør i da en ubetydelig andel i de samlede resultater. Med vækst i brug af elbiler antages andelen at blive endnu mindre og de er derfor ikke medtaget.

Med den viste andel af nybilsalget, vil el-andelen af bilparken udvikle sig som vist i figuren nedenfor. I Bilag A vises bilparkens sammensætning fordelt på drivmiddel for alle køretøjstyper.

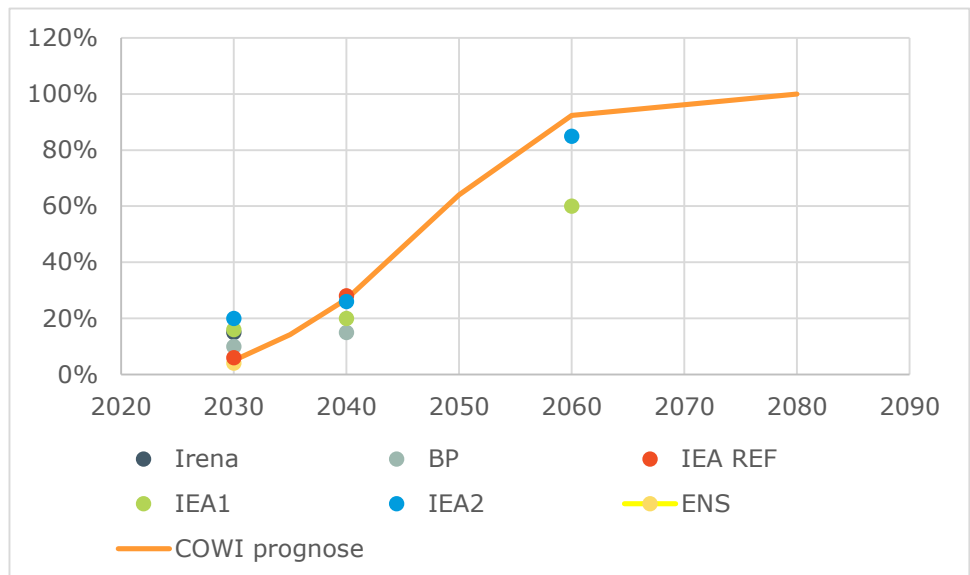
Figur 2 Elbilers andel af nybilsalg og andel af samlet bilpark.



Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2018: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger> og egne beregninger

Figuren nedenfor viser prognosen for den danske elbilandel sammenlignet med andre fundne prognoser.

Figur 3 Elandel af bilparken i den anvendte prognose sammenlignet med internationale prognoser.

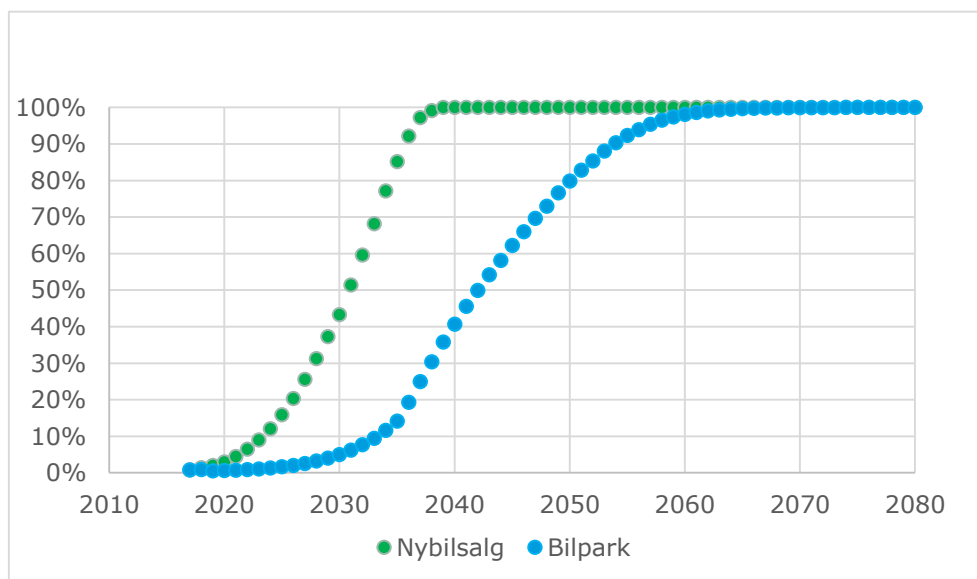


Kilde: IEA (2017), Global EV Outlook 2017, IRENA (2017): Electric Vehicles, Technology Briefs og egne beregninger.

Vores valgte prognose ligger relativt lavt i starten, hvilket passer med at det danske nuværende afgiftssystem gør elbilerne mindre konkurrencedygtige, så længe de er dyrere end benzin- og dieslbilerne. Senere ligger vores valgte prognose i den høje ende, hvilket passer med, at det danske nuværende afgiftssystem vil favorisere elbiler, når de bliver billigere end traditionelle teknologier.

Udover det centrale estimat har Energistyrelsen også udarbejdet et følsomheds-scenarie. Dette scenarie går også kun frem til 2030. COWI har forlænget dette scenarie frem til 2080 ved at ekstrapolere tidsserien efter samme principper som ovenfor. I Energistyrelsens følsomhedsanalyse er det antaget, at elandelen stiger dobbelt så hurtigt frem til 2030 som i basisscenariet. Denne antagelse er i denne opgave videreført frem til en elbilandel på 85%, hvorefter stigningen aftager og gradvist nærmer sig 100%.

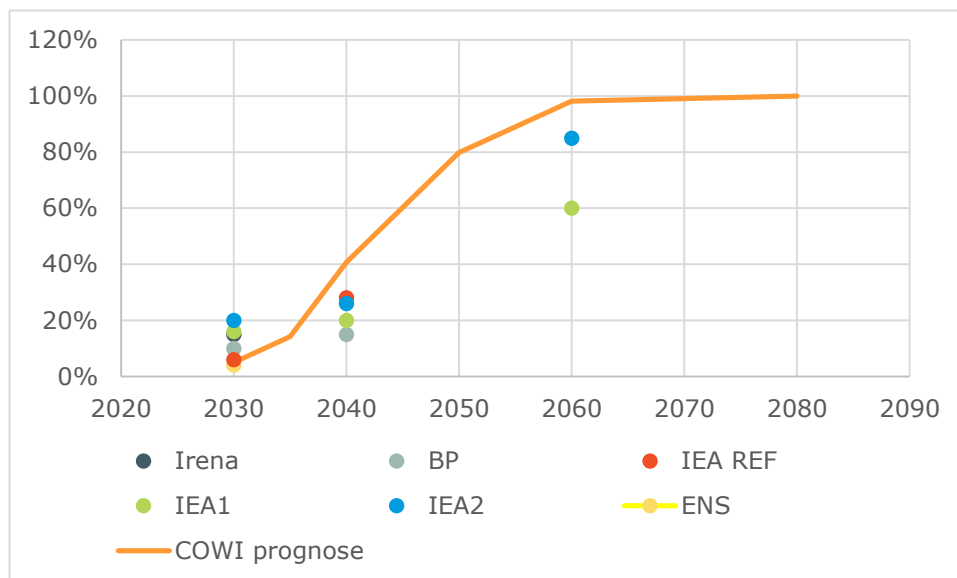
Figur 4 Elbilers andel af nybilsalg og andel af samlet bilpark i Energistyrelsens følsomheds-scenarie.



Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2018: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger> og egne beregninger

Figuren nedenfor viser den alternative prognose for den danske elbilandel sammenlignet med andre prognoser.

Figur 5 Elandel af bilparken med brug af Energistyrelsens følsomhedsscenarie sammenlignet med internationale prognoser.



Kilde: IEA (2017), Global EV Outlook 2017, IRENA (2017): Electric Vehicles, Technology Briefs og egne beregninger.

3.1.2 Tunge køretøjer

For tunge køretøjer (over 3,5 tons) er det i denne opgave antaget, at der kan anvendes en udvikling, der er parallel med udviklingen for personbiler, blot nogle år forsinket. Det skyldes, at det kræver mere udvikling af batterier, før de kan anvendes i tunge køretøjer, som dels bruger mere energi og dels kører længere ture.

Vi har i prognosen valgt at anvende resultaterne af en analyse gennemført af Mckinsey⁶. I den analyse beregnes, at for lastbiler vil den relative omkostning for tunge køretøjer (lastbiler over 15 t) tippe 10 år senere end for små lastbiler (3,5 – 6 t) og 5 år senere end for mellemstore lastbiler. Da det yderligere antages, at de små lastbiler vil være 5 år forsinket i forhold til personbiler, fås den samlede forsinkelse på tunge køretøjer i forhold til personbiler som følger:

- > Små lastbiler 5 års forsinkelse.
- > Buser og mellemstore lastbiler 10 års forsinkelse.
- > Store lastbiler 15 års forsinkelse.

4 Energieffektivitet og emissionsfaktorer

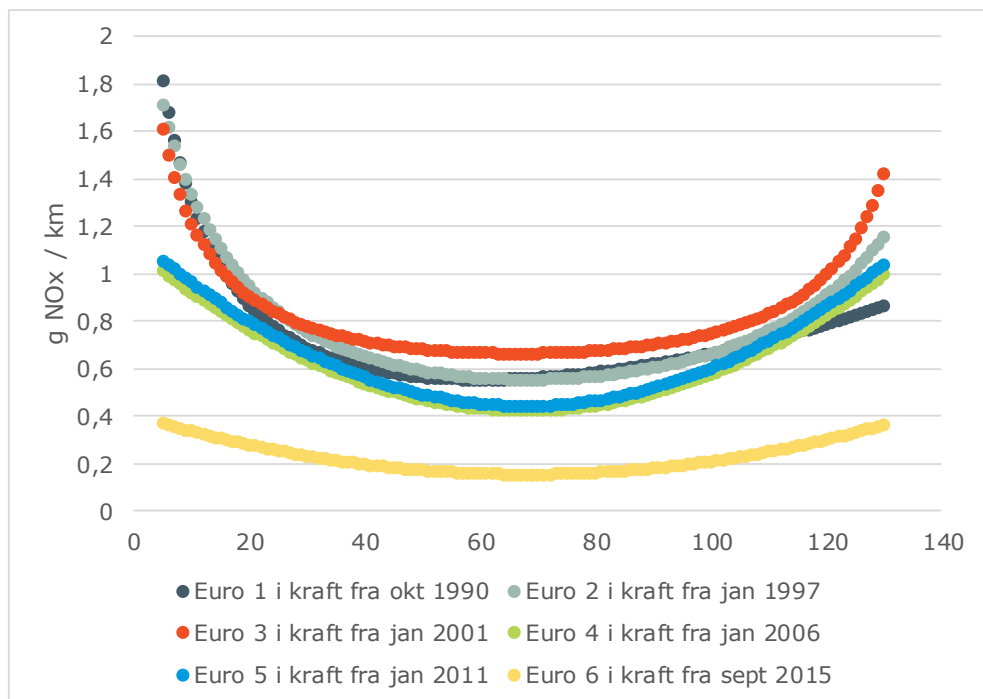
Til beregning af emissionerne fra de enkelte køretøjer er der taget udgangspunkt i Transport-, Bygnings- og Boligministeriets beregningsværktøj TEMA2015 til energiforbrug og emissioner (luftforurening) for transportere i Danmark.

⁶ <https://www.mckinseyenergyinsights.com/insights/new-reality-electric-trucks-and-their-implications-on-energy-demand>, juni 2018

TEMA2015 kan beregne energiforbrug og emissioner for både person- og gods-transport for følgende transportmidler: Personbiler, busser, tog, fly, færger, varerbiler, lastbiler, godstog, godsfærger og fragtskibe.

TEMA2015 beregner et statisk billede af køretøjernes emissioner i 2015, hvor emissionerne fra bilerne inden for EURO normerne ikke ændrer sig. Prognoser for bilparken som helhed afhænger derimod af bilparkens sammensætning, som beskrevet i forrige kapitel.

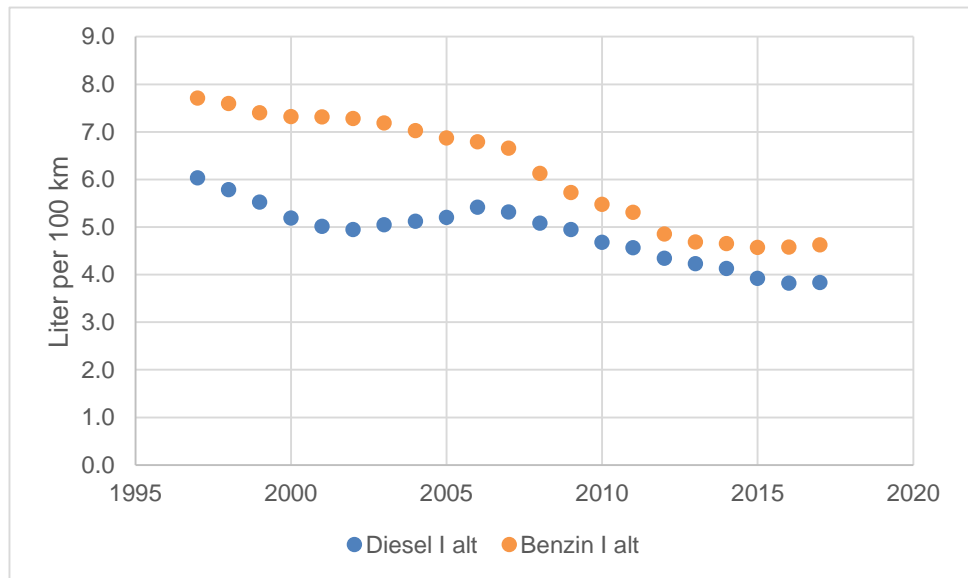
De to vigtigste parametre ved beregning af emissionerne fra køretøjerne er godkendelsesnormen (EURO normen) og køremønsteret. Brændstofforbrug og emissioner pr kørt km afhænger af, hvordan kørslen foregår. I byområder med mange stop og efterfølgende accelerationer er der relativt høje emissioner. På landevej ved 70 - 90 kilometer i timen ved nogenlunde konstant kørsel er der lave emissioner, fordi kørslen foregår jævnt, og fordi luftmodstanden ved disse hastigheder kun spiller en mindre rolle. Ved høje hastigheder vil energiforbruget og emissionerne stige, fordi luftmodstanden medfører øget energiforbrug for at bringe køretøjet fremad. Figur 6 illustrerer sammenhængen mellem hastighed og NO_x emissioner for en mellemstor diesel personbil.



Figur 6 Eksempel, der viser NO_x emissioner for dieselpersonbil ved forskellige hastigheder. Kilde: TEMA2015.

Med hensyn til CO₂ udslip, så er bilernes effektivitet generelt forbedret historisk. Figuren nedenfor viser energieffektiviteten i nybilsalget i perioden 1997 til 2017.

Figur 7 Energieffektivitet i nybilsalget 1997 - 2017



Kilde: Statistikbanken tabel EE1

Som det fremgår er der sket en væsentlig forbedring i effektiviteten i denne periode. En stor del af forbedringen skyldes imidlertid bilproducenternes metoder til at måle energiforbruget og i visse tilfælde manipulere målemetoderne. Ifølge en rapport fra T&E (Mind the Gap, 2016)⁷ er forskellen mellem producenternes angivne forbrug og det faktiske forbrug i samme periode steget fra 9% til 40%. Bilerne bruger tilsyneladende i dag ca. 40% mere brændstof, end det fremgår af ECE normen. Når der korrigeres for denne forskel har der i perioden været en forbedring på ca. 18% for dieselmobilene og ca. 23% for benzinebilerne. Det svarer til ca. 1% reduktion om året. Vi har til denne opgave antaget, at udviklingen fortsætter med 1% forbedring årligt frem til 2040 og 0.5% fra 2040 til 2080. Vi har her antaget, at bilproducenternes fokus på forbedringer af konventionelle køretøjer reduceres efter 2040, hvor der er mere fokus på elbiler, som vil udgøre en stor andel af den samlede bilpark.

Det antages, at denne forbedring også vil gælde for elbiler, busser og lastbiler.

Energiforbrug og udledning af NO_x og partikler er to forskellige ting. Bilproducenternes primære formål er at tilpasse bilernes emissioner, så de overholder normerne. Hvis bilerne bliver mere energioekonomiske, vil bilproducenterne sandsynligvis spare på rensningsudstyret for lige netop at opnå emissioner, der lever op til normerne. Vi forventer samtidig, at bilproducenterne og lovgiverne frem over vil fokusere på elbilerne og ikke på at ændre på normerne for køretøjer, som reelt forventes udfaset.

Udviklingen i emissioner af partikler og NO_x er styret af EURO normerne, som har sikret, at emissionerne gradvist er mindsket de sidste 30 år. Der er ikke planer om nye skærpelser af normerne. Det er dog værd at bemærke, at der er en problemstilling, da de nye EURO 6 biler i dag ikke helt lever op til kravene. Det

⁷ https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/T%26E_Mind_the_Gap_2016%20FINAL_0.pdf

betyder, at TEMA2015 (som vi anvender til beregning af emissioner) undervurderer NO_x emissionerne fra EURO 6 diesebiler. Fremover skærpes testmetoderne for derved at opnå, at bilerne i højere grad kommer til at leve op til normerne fremover. Det betyder, at NO_x emissionerne fra EURO 6 diesebilerne vil blive reduceret og derved komme tættere på de emissioner, som TEMA2015 beregner.

4.1 Køremønstre

Emissioner fra køretøjerne afhænger i høj grad af køremønstret. Ved bykørsel er emissionerne betydeligt højere end tilfældet er ved kørsel på landevej.

Vi har i vores model som standardværdi anvendt den fordeling på køremønstre, som også er standardværdien i TEMA 2015.

Tabel 4-1 Standardværdier for fordeling på køremønstre. Kilde: TEMA20154

	Andel trafik
By	32%
Land	44%
Motorvej 110 kmt	12%
Motorvej 130 kmt	12%

Brugeren kan ændre standardværdierne, således at de passer med de faktiske forhold i de analyser, som man skal bruge resultaterne til.

I tilfældet med analyser af en fast forbindelse over Kattegat vil langt de største ændringer ske på motor- og landevej. Man kan med fordel benytte udtræk fra de anvendte trafikmodeller for at få et godt billede af den konkrete fordeling i den enkelte analyse.

4.2 Elforbrug til tunge køretøjer.

Beregning af elforbruget til tunge køretøjer er beregnet ud fra lastbilernes energiforbrug, omregnet til elforbrug ud fra virkningsgraderne i Energistyrelsens Model for alternative drivmidler, den såkaldte AD-Model, version 3.0⁸. Ifølge AD-Modellen har konventionelle dieseldrevne lastbiler en virkningsgrad på 23%, mens eldrevne lastbiler har en virkningsgrad på 65,4% inklusive ladetab. Det betyder, at elforbruget for en eldrevet lastbil kan beregnes som 35% af energiforbruget til en tilsvarende dieseldrevet lastbil.

⁸ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/alternativ_drivmiddelmodel_3.0_2.xlsm

5 Emissioner fra elproduktion

Emissioner fra elproduktion baseres på Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, version 2018⁹. Der tages således udgangspunkt i den officielle fremskrivning af de forventede emissioner fra elproduktion, som Energistyrelsen anbefaler at anvende i samfundsøkonomiske vurderinger.

Emissionerne knyttet til el er baseret på den af Energistyrelsen forventede gennemsnitlige danske elproduktion.

⁹ Energistyrelsen (2018): Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Oktober 2018.

Tabel 5-1 Emissioner fra elproduktion baseret på Energistyrelsens beregningsforudsætninger.

	CO2	CH4	N2O	SO2	NOx	PM2,5
	kg/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh	g/MWh
2018	165	118	3,4	125	253	1,5
2019	154	120	3,5	91	241	1,4
2020	144	115	4,0	82	224	1,3
2021	133	99	3,6	74	206	1,2
2022	126	93	3,5	72	201	1,1
2023	109	87	3,4	66	198	1,1
2024	106	82	3,4	66	194	1,1
2025	97	75	3,2	63	184	1,1
2026	91	67	3,0	60	170	1,0
2027	84	61	2,8	56	159	1,0
2028	78	55	2,7	53	149	0,9
2029	70	50	2,5	49	138	0,9
2030	22	47	2,1	36	118	0,8
2031	20	42	1,9	34	111	0,7
2032	19	39	1,9	33	105	0,7
2033	18	36	1,8	31	101	0,7
2034	17	33	1,7	30	95	0,6
2035	15	32	1,7	29	94	0,7
2036	13	32	1,5	28	81	0,4
2037	10	30	1,3	26	69	0,3
2038	9	29	1,3	25	66	0,3
2039	9	27	1,2	24	64	0,3
2040	9	27	1,2	24	63	0,3

Kilde: Energistyrelsen (2018): Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Oktober 2018. Tabel 14.

6 Resultater

I det følgende vises tabeller med oversigt over emissionsfaktorerne for hver af køretøjstyperne i udvalgte år 2018 – 2080. I det efterfølgende afsnit er vist alle beregnede emissionsfaktorer for alle årene.

Oversigt over resultaterne fra følsomhedsanalysen, hvor elbilsalget frem til 2035 er baseret på Energistyrelsens følsomhedsanalyse, er vist i Bilag B.

Tabel 6-1 Emissionsfaktorer for personbiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	148,2	142,8	115,2	79,7	38,6	8,9	1,7	1,3
NO_x	0,2854	0,2501	0,1335	0,0801	0,0464	0,0198	0,0130	0,0126
PM	0,00438	0,00348	0,00130	0,00085	0,00045	0,00014	0,00006	0,00006

Tabel 6-2 Emissionsfaktorer for varebiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	247,4	244,0	211,0	147,3	56,7	10,3	2,9	2,1
NO_x	0,6698	0,5780	0,3143	0,2112	0,0940	0,0320	0,0217	0,0207
PM	0,02776	0,02029	0,00495	0,00227	0,00082	0,00020	0,00010	0,00009

Tabel 6-3 Emissionsfaktorer for busser, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	699,0	695,5	633,5	517,8	293,9	107,2	26,7	7,9
NO_x	4,0871	3,2104	0,9357	0,5484	0,3238	0,1508	0,0736	0,0548
PM	0,08349	0,06042	0,01119	0,00448	0,00235	0,00099	0,00040	0,00026

Tabel 6-4 Emissionsfaktorer for lastbiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	713,1	705,4	638,7	559,7	434,0	244,8	103,2	49,6
NO_x	2,4369	1,7940	0,6573	0,5038	0,4229	0,3367	0,2741	0,2499
PM	0,04392	0,03107	0,00857	0,00501	0,00356	0,00238	0,00156	0,00124

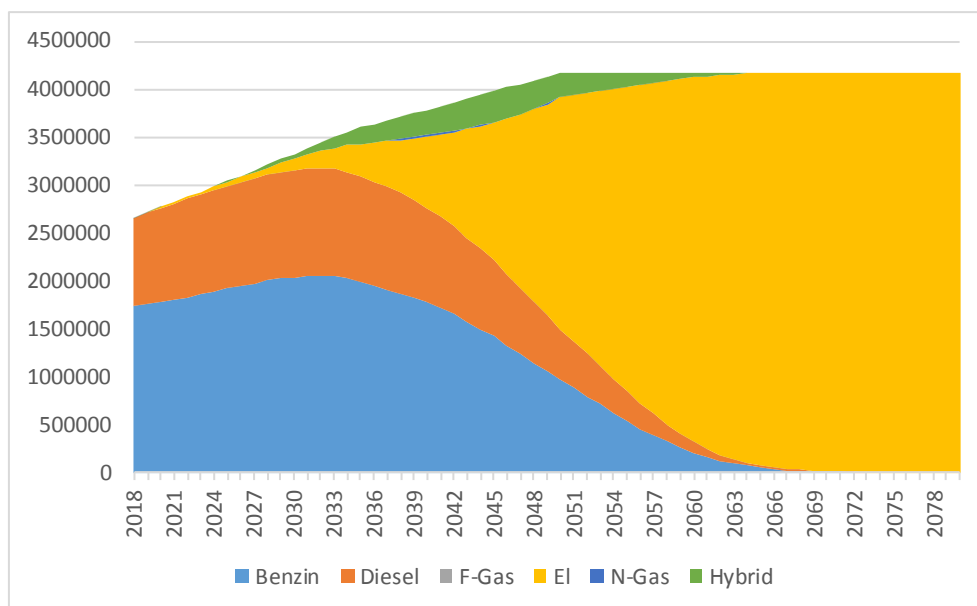
Tabel 6-5 Detaljerede resultater

År	Personbiler			Busser			Varebiler			Lastbiler		
	CO2 g/km	NOx g/km	PM g/km	CO2 g/km	NOx g/km	PM g/km	CO2 g/km	NOx g/km	PM g/km	CO2 g/km	NOx g/km	PM g/km
2018	148,2	0,2854	0,0044	699,0	4,0871	0,0835	247,4	0,6698	0,0278	713,1	2,4369	0,0439
2019	145,5	0,2665	0,0039	697,9	3,6462	0,0713	245,8	0,6232	0,0239	709,9	2,0862	0,0369
2020	142,8	0,2501	0,0035	695,5	3,2104	0,0604	244,0	0,5780	0,0203	705,4	1,7940	0,0311
2021	140,1	0,2350	0,0031	691,6	2,7989	0,0509	241,7	0,5348	0,0171	700,0	1,5551	0,0264
2022	137,4	0,2208	0,0027	686,6	2,4465	0,0431	239,0	0,4947	0,0143	693,8	1,3576	0,0225
2023	134,6	0,2074	0,0024	680,9	2,1493	0,0367	236,1	0,4580	0,0119	687,3	1,1961	0,0193
2024	131,9	0,1946	0,0021	674,6	1,8793	0,0309	233,1	0,4277	0,0101	680,4	1,0637	0,0168
2025	129,2	0,1825	0,0019	668,0	1,6444	0,0257	230,0	0,4028	0,0087	673,3	0,9559	0,0146
2026	126,5	0,1710	0,0017	661,3	1,4468	0,0215	226,6	0,3805	0,0076	666,3	0,8681	0,0129
2027	123,8	0,1603	0,0016	654,4	1,2817	0,0180	223,1	0,3609	0,0067	659,2	0,7972	0,0115
2028	121,1	0,1503	0,0014	647,4	1,1435	0,0152	219,4	0,3433	0,0059	652,2	0,7402	0,0103
2029	118,3	0,1414	0,0014	640,5	1,0302	0,0130	215,5	0,3279	0,0054	645,4	0,6942	0,0094
2030	115,2	0,1335	0,0013	633,5	0,9357	0,0112	211,0	0,3143	0,0050	638,7	0,6573	0,0086
2031	112,2	0,1266	0,0012	626,6	0,8573	0,0097	206,6	0,3025	0,0046	632,0	0,6272	0,0079
2032	109,1	0,1207	0,0012	619,9	0,7936	0,0086	201,9	0,2921	0,0043	625,5	0,6027	0,0074
2033	105,8	0,1156	0,0012	613,3	0,7414	0,0076	196,9	0,2827	0,0041	619,0	0,5827	0,0069
2034	102,2	0,1110	0,0011	606,9	0,7009	0,0069	191,8	0,2743	0,0039	612,7	0,5663	0,0065
2035	98,5	0,1070	0,0011	600,5	0,6688	0,0063	186,3	0,2664	0,0038	606,5	0,5530	0,0062
2036	94,7	0,0981	0,0010	585,9	0,6413	0,0059	178,7	0,2540	0,0033	599,1	0,5426	0,0059
2037	91,0	0,0917	0,0010	570,1	0,6158	0,0054	170,9	0,2423	0,0030	590,0	0,5319	0,0057
2038	87,3	0,0871	0,0009	553,4	0,5919	0,0051	163,2	0,2316	0,0027	580,5	0,5220	0,0054
2039	83,7	0,0835	0,0009	536,0	0,5696	0,0048	155,3	0,2214	0,0025	570,3	0,5127	0,0052
2040	79,7	0,0801	0,0009	517,8	0,5484	0,0045	147,3	0,2112	0,0023	559,7	0,5038	0,0050
2041	76,0	0,0770	0,0008	499,2	0,5261	0,0042	139,1	0,2002	0,0021	551,1	0,4954	0,0048
2042	72,3	0,0740	0,0008	480,0	0,5045	0,0040	130,8	0,1894	0,0019	542,0	0,4874	0,0047
2043	68,3	0,0709	0,0007	459,9	0,4829	0,0038	122,5	0,1786	0,0018	531,9	0,4795	0,0045
2044	64,2	0,0676	0,0007	439,1	0,4616	0,0035	113,7	0,1675	0,0016	520,9	0,4717	0,0044
2045	60,0	0,0644	0,0007	416,5	0,4393	0,0033	105,0	0,1563	0,0015	508,8	0,4638	0,0042
2046	55,5	0,0607	0,0006	393,5	0,4170	0,0031	94,4	0,1429	0,0013	495,6	0,4558	0,0041
2047	51,2	0,0571	0,0006	370,1	0,3947	0,0029	84,5	0,1302	0,0012	481,4	0,4477	0,0039
2048	46,8	0,0535	0,0005	344,5	0,3707	0,0027	74,9	0,1177	0,0011	466,2	0,4395	0,0038
2049	42,8	0,0501	0,0005	319,0	0,3471	0,0025	66,2	0,1065	0,0010	450,7	0,4313	0,0037
2050	38,6	0,0464	0,0005	293,9	0,3238	0,0023	56,7	0,0940	0,0008	434,0	0,4229	0,0036
2051	35,1	0,0434	0,0004	270,6	0,3023	0,0022	49,1	0,0840	0,0007	417,4	0,4148	0,0034
2052	31,6	0,0404	0,0004	248,2	0,2818	0,0020	42,1	0,0748	0,0006	400,0	0,4065	0,0033
2053	28,5	0,0376	0,0003	226,9	0,2621	0,0019	36,2	0,0670	0,0006	381,9	0,3980	0,0032
2054	24,9	0,0344	0,0003	207,2	0,2440	0,0017	30,2	0,0589	0,0005	363,4	0,3895	0,0031
2055	21,8	0,0316	0,0003	187,6	0,2259	0,0016	25,3	0,0523	0,0004	344,2	0,3807	0,0030
2056	18,7	0,0288	0,0002	170,0	0,2095	0,0014	21,2	0,0468	0,0004	324,7	0,3719	0,0028
2057	16,1	0,0264	0,0002	152,2	0,1930	0,0013	17,8	0,0422	0,0003	304,9	0,3631	0,0027
2058	13,2	0,0238	0,0002	136,4	0,1782	0,0012	14,7	0,0380	0,0003	284,7	0,3542	0,0026
2059	11,0	0,0217	0,0002	120,8	0,1637	0,0011	12,3	0,0347	0,0002	264,7	0,3454	0,0025

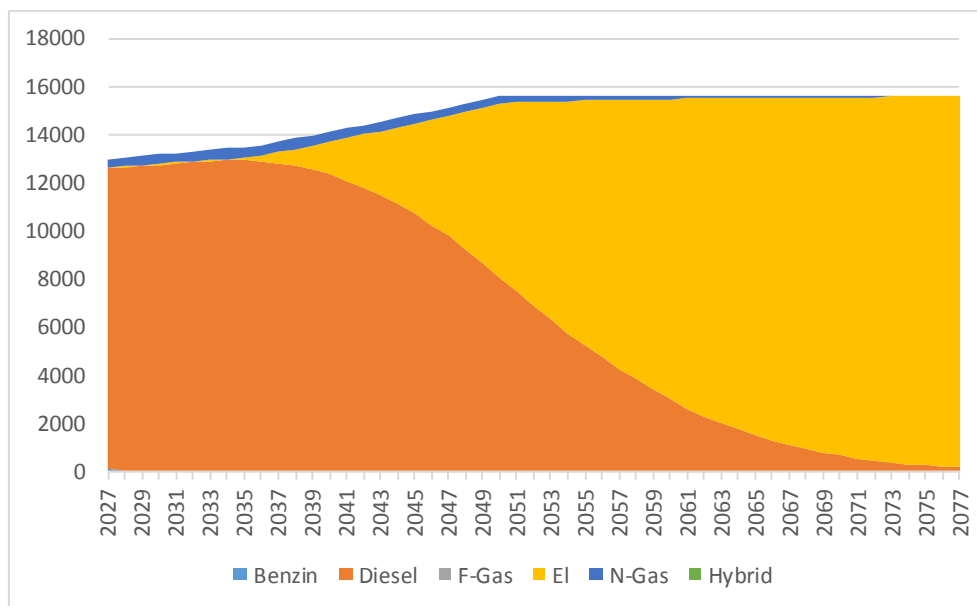
År	Personbiler			Busser			Varebiler			Lastbiler		
	CO2	NOx	PM	CO2	NOx	PM	CO2	NOx	PM	CO2	NOx	PM
	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
2060	8,9	0,0198	0,0001	107,2	0,1508	0,0010	10,3	0,0320	0,0002	244,8	0,3367	0,0024
2061	7,3	0,0183	0,0001	94,1	0,1385	0,0009	8,8	0,0298	0,0002	225,3	0,3282	0,0023
2062	5,8	0,0169	0,0001	82,7	0,1277	0,0008	7,4	0,0280	0,0002	206,4	0,3199	0,0022
2063	4,7	0,0159	0,0001	72,2	0,1176	0,0007	6,3	0,0265	0,0002	189,3	0,3124	0,0021
2064	3,8	0,0150	0,0001	63,1	0,1089	0,0007	5,5	0,0253	0,0001	173,7	0,3055	0,0020
2065	3,2	0,0144	0,0001	54,7	0,1009	0,0006	4,8	0,0243	0,0001	159,8	0,2993	0,0019
2066	2,6	0,0139	0,0001	47,6	0,0940	0,0006	4,2	0,0235	0,0001	147,1	0,2937	0,0018
2067	2,3	0,0135	0,0001	41,1	0,0877	0,0005	3,7	0,0229	0,0001	134,3	0,2880	0,0017
2068	2,0	0,0133	0,0001	35,6	0,0823	0,0005	3,4	0,0224	0,0001	122,8	0,2829	0,0017
2069	1,8	0,0131	0,0001	30,7	0,0776	0,0004	3,1	0,0220	0,0001	112,4	0,2783	0,0016
2070	1,7	0,0130	0,0001	26,7	0,0736	0,0004	2,9	0,0217	0,0001	103,2	0,2741	0,0016
2071	1,5	0,0129	0,0001	22,7	0,0696	0,0004	2,7	0,0214	0,0001	94,9	0,2704	0,0015
2072	1,5	0,0128	0,0001	19,4	0,0664	0,0003	2,6	0,0212	0,0001	87,4	0,2670	0,0015
2073	1,4	0,0127	0,0001	16,8	0,0637	0,0003	2,5	0,0211	0,0001	80,7	0,2640	0,0014
2074	1,4	0,0127	0,0001	14,6	0,0616	0,0003	2,4	0,0210	0,0001	74,7	0,2613	0,0014
2075	1,3	0,0127	0,0001	12,9	0,0598	0,0003	2,3	0,0209	0,0001	69,3	0,2588	0,0014
2076	1,3	0,0127	0,0001	11,4	0,0584	0,0003	2,2	0,0208	0,0001	64,5	0,2566	0,0013
2077	1,3	0,0126	0,0001	10,3	0,0572	0,0003	2,2	0,0208	0,0001	60,2	0,2547	0,0013
2078	1,3	0,0126	0,0001	9,3	0,0562	0,0003	2,2	0,0207	0,0001	56,3	0,2529	0,0013
2079	1,3	0,0126	0,0001	8,5	0,0554	0,0003	2,1	0,0207	0,0001	52,8	0,2513	0,0013
2080	1,3	0,0126	0,0001	7,9	0,0548	0,0003	2,1	0,0207	0,0001	49,6	0,2499	0,0012

Bilag A Fordeling på teknologier

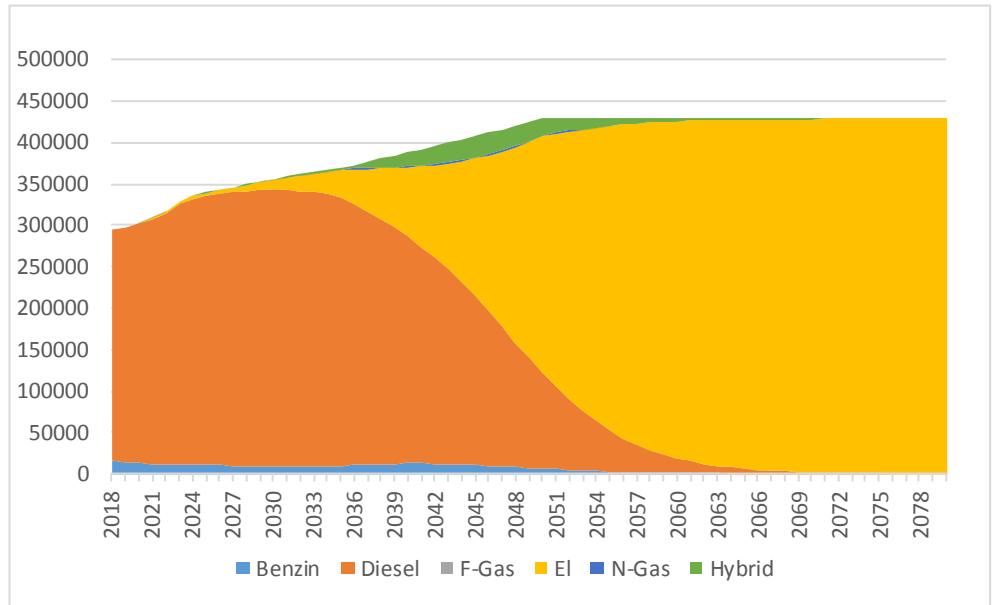
Figur A-1 Fordeling på teknologier, antal personbiler



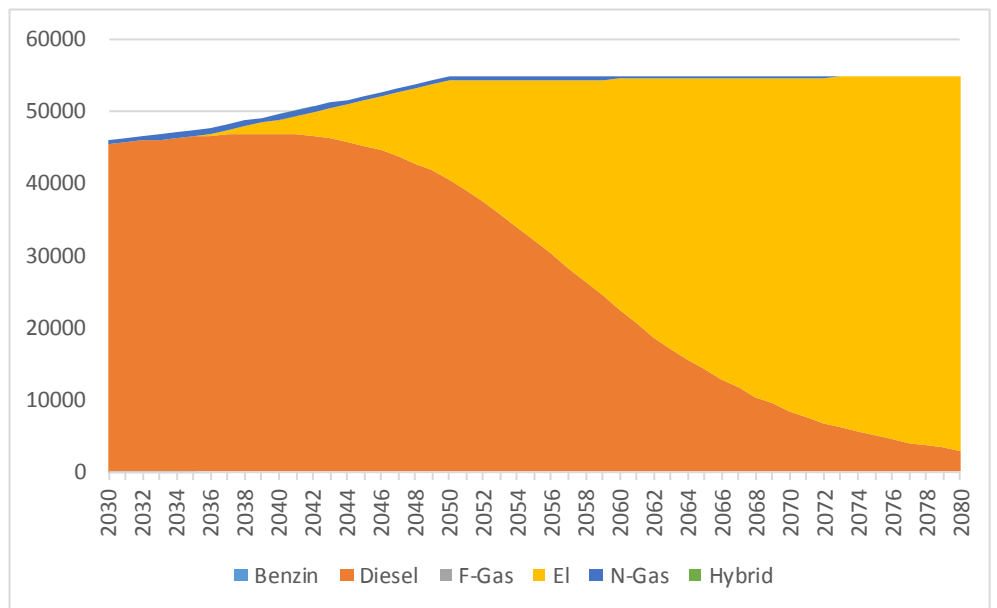
Figur A-2 Fordeling på teknologier, antal busser



Figur A-3 Fordeling på teknologier, antal varebiler



Figur A-4 Fordeling på teknologier, antal lastbiler



Bilag B Energistyrelsens følsomhedsanalyse

Tabellerne nedenfor viser hovedresultater om emissionsfaktorer fra følsomhedsanalysen, hvor elbilsalget frem til 2035 er baseret på Energistyrelsens følsomhedsanalyse som vist i Tabel 3-2.

Tabel B-1 Emissionsfaktorer for personbiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	147,7	142,2	111,3	60,3	22,6	3,6	1,4	1,3
NO_x	0,2845	0,2491	0,1296	0,0636	0,0321	0,0148	0,0127	0,0126
PM	0,00436	0,00347	0,00126	0,00066	0,00028	0,00008	0,00006	0,00006

Tabel B-2 Emissionsfaktorer for varebiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	246,9	243,3	204,0	111,1	36,0	6,9	2,6	2,1
NO_x	0,6684	0,5763	0,3050	0,1659	0,0671	0,0274	0,0212	0,0206
PM	0,02770	0,02023	0,00479	0,00176	0,00054	0,00016	0,00010	0,00009

Tabel B-3 Emissionsfaktorer for busser, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	698,5	694,7	631,9	462,7	186,3	57,1	13,8	6,2
NO_x	4,0835	3,2064	0,9336	0,4996	0,2242	0,1024	0,0604	0,0530
PM	0,08341	0,06034	0,01117	0,00411	0,00159	0,00062	0,00030	0,00024

Tabel B-4 Emissionsfaktorer for lastbiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	713,0	705,3	638,5	542,1	337,6	145,6	64,5	36,8
NO_x	2,4360	1,7934	0,6573	0,4956	0,3804	0,2937	0,2566	0,2439
PM	0,04390	0,03105	0,00857	0,00493	0,00307	0,00186	0,00135	0,00117

Bilag C Følsomhedsanalyse med 1 mio. elbiler i 2030

Tabellerne nedenfor viser emissionsfaktorer fra den udførte følsomhedsanalyse, hvor det blev antaget, at der vil være 1 mio. elbiler i 2030 og, at der ikke sælges benzin- og varebiler fra 2030. Der er alene regnet på person- og varebiler.

Tabel C-1 Emissionsfaktorer for personbiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	148,2	142,0	89,8	34,6	13,8	4,0	1,5	1,3
NO_x	0,28544	0,22984	0,10532	0,04295	0,02440	0,01522	0,01279	0,01263
PM	0,00438	0,00346	0,00099	0,00039	0,00019	0,00009	0,00006	0,00006

Tabel C-2 Emissionsfaktorer for varebiler, g/km

	2018	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080
CO₂	247,4	244,3	162,6	50,6	10,5	3,1	2,2	2,1
NO_x	0,6698	0,5896	0,2612	0,0850	0,0315	0,0217	0,0207	0,0206
PM	0,0278	0,0213	0,0039	0,0009	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001