



Fremskrivning af transport

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
28. august 2019

J nr. 2019-35

PKHA/NHA/MIS

Til fremskrivning af energiforbruget i transportsektoren i Danmark anvendes Energistyrelsens transportmodel FREM, som dækker fem sektorer, nemlig vejtransporten, luftfarten, banetransporten, søtransporten og forsvarets transportmidler. Energiforbruget inden for de fem sektorer fremskrives separat og på forskellig vis. Tilgangen og detaljeringsgraden varierer mellem sektorerne, hvor der generelt er lagt mest fokus på de sektorer, som omfatter det største energiforbrug. Dette betyder, at detaljeringsgraden for vejtransporten er størst, efterfulgt af luftfarten, mens forsvaret, bane- og søtransporten fremskrives forholdsvis simpelt.

For yderligere beskrivelse af model og metode henvises til Energistyrelsens hjemmeside.

I dette bilag præsenteres de væsentligste data og antagelser, som anvendes i forbindelse med fremskrivningen.

Vejtransporten

Indledningsvist beskrives de væsentligste ændringer i forudsætningerne for fremskrivning af vejtransporten i forhold til tidligere fremskrivninger. Dernæst præsenteres datainput og antagelser med størst betydning for fremskrivningens resultater.

Ændringer i personbiltransporten i forhold til tidligere fremskrivninger

Ændringerne inddeles i to emner: ændrede rammevilkår og modeltekniske ændringer.

Ændrede rammevilkår

Ændrede rammevilkår dækker over ændringer i regler eller krav, som påvirker fremskrivningen. Ændringerne kan være vedtaget på nationalt såvel som på EU-niveau, såfremt de opfylder betingelserne for 'frozen policy'-tilgangen.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



Klima og luftudspil, samt transportkommission

I oktober 2018 fremlagde VLAK-regeringen et Klima- og luftudspil indeholdende en række mål og forslag til at sætte gang i den grønne omstilling af transportsektoren. Herfra er medtaget en udskydelse af registreringsafgiftslempelsens udfasning med 1 år for el- og plug-in hybridbiler således, at registreringsafgiften først hæves fra 20 % til 40 % i år 2020 fremfor i 2019. Derudover er der medtaget et bundfradrag til fordel for el- og plug-in hybridbilerne på 40.000 kr. i 2019 og 77.500 kr. i 2020.

I forlængelse af Klima- og luftudspillet blev der nedsat en kommission med fokus på personbiler, som skal levere en strategi for at fremme udbredelsen af lav- og nulmissionsbiler. Der er dog endnu ikke analyseret eller vedtaget konkrete virkemidler på området, hvorfor det ikke har indflydelse på fremskrivningen.

CO₂-udledningsstandarder

Europa-Kommissionen vedtog i starten af 2019 nye krav til bilproducenternes salgsvægtede CO₂-emissioner fra nye køretøjer i perioden efter 2020. Tidligere var kravet på 95 g CO₂/km i 2021 efter NEDC-standarden, men i forbindelse med overgangen til den nye WLTP-standard blev der fastlagt yderligere krav om en reduktion på hhv. 15 % i 2025 og 37,5 % i 2030, begge målt i forhold til niveauet i 2021.

Kravet kan opfyldes ved at sælge flere nul- og lavemissionskøretøjer, heraf bedst repræsenteret af elbilen, eller ved at energieffektivisere de konventionelle biler, så de udleder mindre CO₂.

I modellen er der under antagelse af en given indfasning af elbiler på EU-niveau beregnet den nødvendige energieffektivisering, som producenterne er nødt til at efterleve for at opfylde kravet. Denne udvikling i energieffektiviteten er i modellen medtaget for perioden 2021-2030, hvorefter der, under fravær af nye krav, ikke er antaget yderligere effektivisering for konventionelle biler.

Modeltekniske ændringer

Modellen forbedres og videreudvikles løbende. Særligt er der i år lavet ændringer til modellen, som påvirker fremskrivningen af transportens energiforbrug. De vigtigste er kort nævnt nedenfor.



Øget årskørsel for alle personbiler

I forbindelse med fremskrivningen af trafikarbejdet modtager Energistyrelsen en række vækstrater fra Landstrafikmodellen. Disse vækstrater er bygget på forudsætninger omkring udviklingen i BNP, befolkningsantal, bosættelse, arbejdspladser, mv. Derudover ligger også en forudsætning om, at folk kører længere hvert år.

Energistyrelsens transportmodel er bygget således op, at der ved en fastholdelse af årskørslen skal sælges flere biler for at opfylde det større trafikarbejde/kørselsbehov i fremskrivningsåret (der er fremkommet som følge af væksten i trafikarbejdet). Ved at medtage forudsætningen om en stigende årskørsel øger vi den eksisterende bestands andel af det samlede trafikarbejde og derved reduceres nysalget i fremskrivningsåret.

Øget årskørsel for elbiler

Der ligger i modellen en antagelse om, at elbiler i dag ikke kører lige så langt om året som en benzinbil. Antagelsen er foretaget på baggrund af, at en elbil i dag ikke har den samme rækkevidde som en benzinbil, og derudover skal bruge længere tid på at lade. I fremtiden forventes elbilers begrænsede rækkevidde dog at aftage og der er i modellen indlagt en stigning i elbilens årskørsel således, at den over tid når op på samme niveau som for en benzinbil. Dette betyder i modellen, at elbilerne udfylder en større andel af det samlede trafikarbejde i et givent fremskrivningsår, hvorfor der vil være et mindre behov for nye køretøjer til at opfylde det resterende trafikarbejde. Derudover vil det ekstra trafikarbejde, som elbilerne udfører, betyde et tilsvarende større elforbrug.

Medtaget kørsel fra udfasede biler

I modellen antages nyregistrerede køretøjer at blive indfaset jævnt hen over året, hvorfor de i gennemsnit blot bidrager med det halve af årskørslen for en 1-årig bil af samme slags. Denne logik overføres nu til de køretøjer, som hvert år udfases. Tidligere antagelse har været, at disse køretøjer udgik primo året og derfor ikke kørte i indeværende år, men i denne fremskrivning bidrager de med en halv årskørsel under antagelse af, at de udfases jævnt over året.

Dette betyder, at den eksisterende bestand udfylder en større andel af trafikarbejdet i et givent år, og der er derfor et mindre behov for at indfase nye køretøjer.



Konkrete datainput og antagelser

Ved estimering af vejtransportens energiforbrug anvendes en stor mængde data og forudsætninger, hvoraf de mest kritiske for fremskrivningens resultater præsenteres. Der tages udgangspunkt i en mellemstørrelse bil. For definition af størrelsessegmenter, henvises til Tabel 17 i appendiks med opgørelse over køretøjernes kategorisering i FREM.

Fremskrivningen af energiforbruget baseres på en fremskrivning af trafikarbejdet, som vejtransporten skal opfylde. Trafikarbejdet fremskrives med nogle vækstrater (Tabel 2), beregnet af Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen ved anvendelse af Landstrafikmodellen (LTM). I dette års fremskrivning er anvendt de samme vækstrater som sidste års fremskrivning, da LTM har været under opdatering i hele udarbejdelsesprocessen.

Tabel 1: Årlig vækst i trafikarbejde opdelt på køretøjstype.

[pct.]	2010 – 2020	2020 - 2030	2030 – 2040	2040 - 2050
Personbiler	2,10	1,97	1,97	1,97
Varebiler	1,32	0,86	0,86	0,86
Lastbiler	1,28	1,38	1,38	1,38
Busser	0,47	0,47	0,47	0,47

Trafikarbejdet beregnes på baggrund af den eksisterende bilbestand i basisåret og køretøjernes årskørsler (Tabel 2). Årskørslerne er beregnet af DTU på baggrund af synsdata for køretøjer over en længere periode. Der er antaget en lille stigning i årskørslen for alle personbiler på baggrund af øget vejinfrastruktur, økonomisk vækst og at folk pendler længere.

Derudover er der for elbilen antaget en ekstra stigning i årskørslen for at tage højde for den forventede udvikling i batteristørrelse og udbygning af ladeinfrastruktur, som elbilen drager fordel af (Tabel 3).

Tabel 2: Udvikling i årskørsel for en ny personbil, fordelt på drivmiddel og udvalgte år.

Tusinde [Km]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, Benzin	18,5	18,6	18,9	19,2
Mellem personbil, Diesel	26,6	26,8	27,3	27,7
Mellem personbil, El	14,0	15,3	17,4	19,2
Mellem personbil, Plug-in hybrid	18,5	18,6	18,9	19,2

**Tabel 3: Udvikling i årskørsel for en elbil i udvalgte år.**

[Indeks]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, El	1,00	1,08	1,21	1,32

Energieffektiviteten anvendes til beregning af køretøjernes energiforbrug, rækkevidde og registreringsafgift. Energieffektiviteten beregnes af DCE med deres interne model bygget på samme princip som den europæiske emissionsmodel COPERT. Der er i fremskrivningsperioden antaget en udvikling i energieffektiviteten, som bevirker, at bilproducenterne kan opfylde kravene fra EU's nye emissionsforordning¹.

Tabel 4: Udvikling i energiintensitet for en mellem personbil, fordelt på drivmiddel og udvalgte år.

[MJ / Km]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, Benzin	2,3	2,1	1,9	1,9
Mellem personbil, Diesel	3,4	3,1	2,8	2,7
Mellem personbil, El	1,7	1,6	1,5	1,4
Mellem personbil, Plug-in hybrid	1,9	1,8	1,6	1,6

Fremskrivningen anvender overlevelsesmatricer til at bestemme, hvor stor en andel af en oprindelig bilbestand, som stadig er fungerende i et givent fremskrivningsår. Disse overlevelsesrater er estimeret af DTU på baggrund af synsdata.

¹ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-stricter-limits/>

**Tabel 5: Andel af personbiler fra en given årgang, som stadig kører efter en given alder.**

[pct.]	5 år	10 år	15 år	20 år
Overlevet i året	99,7	97,1	88,2	70,6
Akkumuleret overlevelse	98,7	91,0	59,9	16,0

Eksempel: Af en given bestand med biler på 5 år overlever 99,7 % og vil køre igen året efter. Den akkumulerede overlevelse angiver, at 98,7 % af en given bilbestand fortsat vil køre efter 5 år.

Der er på baggrund af et studie fra ICCT² antaget en udvikling i realitetsfaktoren, som indikerer afvigelsen mellem NEDC norm-emissioner fra nye personbiler og de reelle emissioner. ICCT forventer, at realitetsfaktoren vil øges som følge af producenternes tiltagende tendens til, at få bilerne til at fremstå mere effektive, end de i virkeligheden er. Ved overgangen til WLTP-standarden og en lavere realitetsfaktor forventes der frem til 2025 fortsat at være smuthuller, som producenterne vil udnytte, hvormed realitetsfaktoren stiger.

Tabel 6: Antaget afvigelse mellem norm emissionsværdier og reelle emissioner for personbiler.

[pct.]	2017	2021	2025	2030
Forventet udvikling i realitetsfaktoren [NEDC standard]	1,42	1,49		
Forventet udvikling i realitetsfaktoren [WLTP standard]		1,23	1,31	1,31

Der er ikke antaget nye krav for iblanding af biobrændstoffer i benzin og diesel for vejtransporten efter 2020, da der ikke er nationale krav herom.

Tabel 7: Iblanding af biobrændstoffer i vejtransporten.

[pct.]	2017	2020	2025	2030
Benzin	3,3	3,3	3,3	3,3
Diesel	6,8	6,8	6,6	6,6

Estimering af personbilernes drivmiddelfordeling sker i bilvalgsmodellen, som har til formål, for hvert fremskrivningsår, at fordele nyregistrerede

² ICCT, "Quantifying the impact of real-world driving on total CO2 emissions from UK cars and vans", September 2015. (<https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2015/09/Impact-of-real-world-driving-emissions-for-UK-cars-and-vans.pdf>)



personbiler på forskellige drivmidler. Bilvalgsmodellen er en diskret valgmodel, som estimerer fordelingen af nysalget mellem drivmidler på baggrund af en række parametre såsom indkøbspris, rækkevidde, infrastruktur og kørselsomkostninger.

Indkøbsprisen for personbilerne omfatter den samlede udgift ved køb af køretøjet og inkluderer afgifter, moms og batteriomkostninger. Indkøbsprisen, som er angivet nedenfor, er en repræsentativ pris på baggrund af alle solgte køretøjer inden for størrelseskategorien med det givne drivmiddel.

Tabel 8: Udvikling i indkøbspris for personbiler, fordelt på drivmidler.

[Tusinde Kr.]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, Benzin	318	274	257	253
Mellem personbil, Diesel	304	260	240	235
Mellem personbil, El	321	324	273	254
Mellem personbil, Plug-in hybrid	494	398	405	388

Batteriprisen udgør en stor andel af investeringen for en elbil og er derfor angivet separat i tabellen nedenfor. Der er antaget en øget omkostning for plug-in hybrid batterierne, som omfatter en meromkostning per kWh på omkring 20 pct. i forhold til elbilers batterier³.

Tabel 9: Udvikling i batteripris for en elbil og for en plug-in hybridbil.

[Kr. / kWh]	2017	2020	2025	2030
Elbil batteri	1.581	1.275	951	750
Plug-in hybrid batteri	2.055	1.658	1.236	975

Batteripakkernes størrelse er antaget på baggrund af de eksisterende modeller og forventninger til deres udvikling. Batteristørrelserne er behæftet med nogen usikkerhed, da det er et område, som udvikler sig hurtigt.

3

http://centrodeinnovacion.uc.cl/assets/uploads/2018/12/global_ev_outlook_2018.pdf
f Side 64 - 65.

**Tabel 10: Batteripakkernes størrelse for el- og plug-in hybridbiler.**

[KWh]	2017	2020	2025	2030
Lille elbil	21	25	33	40
Mellem elbil	39	60	68	75
Stor elbil	80	80	85	90
Lille PHEV	8	9	9	9
Mellem PHEV	9	10	10	10
Stor PHEV	10	11	11	11

Kørselsomkostninger omfatter brændstofomkostningerne inkl. afgifter for de givne drivmidler. De følger udviklingen i brændselsprisfremskrivningen samt de forventede udviklinger i energieffektivitet.

Tabel 11: Udvikling i kørselsomkostninger for personbiler, fordelt på drivmidler.

[Kr. / Km]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, Benzin	0,8	0,7	0,7	0,7
Mellem personbil, Diesel	0,5	0,5	0,5	0,5
Mellem personbil, El	0,4	0,3	0,3	0,3
Mellem personbil, Plug-in hybrid	0,4	0,4	0,4	0,4

Elbilers rækkevidde forventes at vokse frem mod 2030, med den største udvikling/forbedring indenfor fremskrivningens første par år.

Tabel 12: Udvikling i elbilens rækkevidde.

[Km]	2017	2020	2025	2030
Mellem personbil, El	195	310	357	406

Udviklingen i udbygning af offentlige ladestandere til el og plug-in hybrider er antaget at følge udviklingen i bestanden af el- og plug-in hybridbiler. Udbygningen er i tabellen angivet i et indeks, hvor 1 er lig fuldt udbygget infrastruktur.

Tabel 13: Udvikling i lade-infrastruktur. Fuldt udbygget infrastruktur er indeks = 1.

[Indeks]	2017	2020	2025	2030
Lade-infrastruktur	0,01	0,04	0,13	0,38



Luftfarten

Udviklingen i luftfartens energieffektivitet er estimeret af Rambøll i starten af 2018. Estimerterne er baseret på desk research og interviews med NISA, CPH og Naviair. Udviklingen kan dekomponeres til udvikling forbundet med flyteknologi og markedsdrevne forhold som den største del, og yderligere optimering af operationelle forhold på jord og i luft.

Tabel 14: Udvikling i luftfartens energieffektivitet.

[pct.]	2017	2020	2025	2030
Udvikling i luftfartens energieffektivitet	1,9	1,9	1,7	1,5
Dekomponeret til:				
Flyteknologi og markedsdrevne forhold ang. sædekapacitet, flystørrelse og belægning	1,6	1,6	1,4	1,3
På jorden	0,1	0,1	0,1	0,1
Luftrummet	0,2	0,2	0,2	0,1

Fremskrivningen af luftfartens energiforbrug basseres på den forventede udvikling i passagerer. Ændringen i passagerer er beregnet i energistyrelsens luftfartsmodel udviklet af Rambøll, på baggrund af BNP, befolkningsfremskrivning, billetpriser og indkommende turisme.

Tabel 15: årlige ændringer i passagerudvikling.

[pct.]	2017	2020	2025	2030
Årlig ændring i udenrigspassagerer	2,6	2,3	2,2	2,3
Årlig ændring i indenrigspassagerer	2,9	2,9	2,9	2,9

Flybranchen har udmeldt ambitiøse planer for iblanding af biobrændstof, men det vurderes, at disse udmeldinger hverken er bindende eller afspejler et selskabsøkonomisk rentabelt udviklingsspor under fravær af nye tiltag. Det antages derfor, at der som udgangspunkt ikke vil være iblanding af biobrændstoffer til luftfart.

Tabel 16: Anvendelse af biobrændstoffer i luftfarten.

[pct.]	2017	2020	2025	2030
blanding af biobrændstoffer i luftfarten	0	0	0	0

Banetransporten

Banetransporten består af fjernbanen og Femern-forbindelsen samt S-tog, metro og letbane. Den forventede udvikling i energiforbruget til banetransport fremskrives af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen med



udgangspunkt i en tidligere beregning fra 2015 ("Fremskrivning af energiforbrug på banen 2013-2030"), som efterfølgende er tilpasset ændringerne for nye baneprojekter og infrastrukturprojekter, jf. figur 1, samt den forventede togdrift frem til 2030.

Søtransporten

Der tages udgangspunkt i energiforbruget fordelt på brændstoftyper som opgjort i Energistatistikken. Dernæst fremskrives fordelingen hen mod mere el i 2030 på baggrund af et studie fra Siemens, som undersøger, hvor mange færgeruter der potentielt (teknisk og økonomisk) kunne omlægges til elfærger⁴.

⁴ https://w3.siemens.dk/home/dk/dk/core_topics/intelligent-infrastructure/Documents/MOB_eferrystudy_1016UK_FINAL.pdf

Appendiks

Tabel 17: Størrelsesopdeling af vejtransportens køretøjer.

Køretøjstype	Drivmidler	Størrelsessegmenter
Personbiler	Benzin	For benzin og diesel:
	Diesel	- Lille: < 1,4 l
	Gas	- Mellem: 1,4 - 2,0 l
	(naturgas)	- Stor: > 2,0 l
	PHEV	For el og plug-in hybrid:
	El	- Lille: < 1,3 t
	Brint	- Mellem: 1,3 - 1,6 t - Stor: > 1,6 t
		For gas og brint: - Alle størrelser samlet i én kategori
Varebiler	Benzin	Alle størrelser samlet i én kategori
	Diesel	
	Gas	
	(naturgas)	
	El	
Lastbiler	Diesel	Diesel:
	Gas	- TT/AT 28-34t
	(naturgas)	- TT/AT 34-40t
	El	- TT/AT 40-50t
	Brint	- TT/AT 50-60t
		- TT/AT >60t
		- Sololastbil <12t
		- Sololastbil >12t
		Gas:
		- TT/AT 28-34t
		- TT/AT 34-40t
		- TT/AT 40-50t
		- TT/AT 50-60t
	- TT/AT >60t	
	- Sololastbil <12t	
	- Sololastbil >12t	
	El:	
	- Alle størrelser samlet i én kategori	
	Brint:	
	- Alle størrelser samlet i én kategori	



kategori		
Rutebusser	Biodiesel Brint Diesel Gas (naturgas) El	Alle størrelser samlet i én kategori
Turistbusser	Diesel	Alle størrelser samlet i én kategori

Figur 1. Oversigt over baneprojekter.

