

Dette sektorforudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2023 (KF23). KF23 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrosset" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget har besluttet før 1. januar 2023 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se kapitel 1 Principper for frozen policy i sektorforudsætningsnotatet Principper og politikker.

Indholdsfortegnelse

Introduktion og opsummering	3
1. Hvad omfatter transportsektoren i KF?	3
2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF22	4
3. Hvordan indgår forudsætninger og modeller i beregning af udledningerne?	5
Kapitel 1: Transportmodellen FREM	8
1.1 FREM's rolle i det samlede modelkompleks	8
Kapitel 2: Modeller og metode for vejtransport	9
2.1 Metoden bag KF23 forløbet	9
2.1.1 De væsentligste parametre i modellerne	12
2.1.2 Personbilsmodellen	14
2.2 Kvalificering af model og metode for vejtransporten	23
2.2.1 Modeludvikling siden KF22	23
2.2.2 Usikkerhed og kritiske parametre i modellerne	23
2.2.3 Planlagt udvikling frem mod KF24	24
Kapitel 3: Forudsætninger for vejtransporten	25
3.1 Frozen policy antagelser til KF23	25
3.2 Tværgående forudsætninger bag KF23 forløbet	29
3.3 Forudsætninger særskilt for lastbiler, varebiler, busser og motorcykler	41
3.4 Forudsætninger særskilt for personbiler	43
3.5 Iblanding af VE-brændstoffer	54
3.6 Kvalificering af forudsætninger for vejtransporten	56
3.6.1 Sammenligning med KF22	56
3.6.2 Usikkerhed	56
3.6.3 Planlagt udvikling frem mod KF24	57



Kapitel 4: Banetransport - Metode og forudsætninger	58
4.1 Sammenligning med KF22, usikkerhed og planlagt udvikling	58
Kapitel 5: Indenrigssøfart - Metode og forudsætninger	59
5.1 Sammenligning med KF22, usikkerheder og planlagt udvikling	60
Kapitel 6: Indenrigsluftfart - Metode og forudsætninger	61
6.1 Sammenligning med KF22, usikkerheder og planlagt udvikling	62
Kapitel 7: Øvrige transport - Metode og forudsætninger	63
Kilder	64
Bilag	67
Bilag 1: Metode for fremskrivning af energiforbruget til vejtransporten	67
Bilag 2: Modellen FLEETSIZE	69
Bilag 3: Matematisk-metodisk fundament for Bilvalgsmodellen	71

Introduktion og opsummering

1. Hvad omfatter transportsektoren i KF?

I Klimafremskrivningen (KF) omfatter transportsektoren udledninger forbundet med vejtransport (inkl. grænsehandel med brændstoffer), banetransport, indenrigssøfart og –luftfart samt militær og fritidsfartøjer¹.

For at illustrere størrelsesordenen af disse udledninger er de historiske udledninger fra de forskellige dele af transportsektoren jf. KF22 vist i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet..** Som det fremgår af tabellen, tegner vejtransporten (som igen kan opdeles i personbiler, varebiler, lastbiler, busser, motorcykler og grænsehandel) sig for langt størstedelen af udledningerne. Inden for vejtransporten står personbiler alene for mere end halvdelen af udledningerne.

Tabel 1: Historiske udledninger (mio. ton CO₂e) for transportsektoren

	2019	2020
Vejtransport – heraf		
Personbiler	7,2	6,4
Vejtransport – heraf		
Varebiler	2	1,9
Vejtransport – heraf		
Lastbiler	1,7	1,7
Vejtransport – heraf		
Busser	0,6	0,5
Vejtransport – heraf		
Motorcykler	0,1	0,1
Vejtransport – heraf		
Grænsehandel	0,8	0,8
Vejtransport i alt	12,3	11,3
Banetransport	0,2	0,2
Indenrigssøfart	0,5	0,5
Indenrigsluftfart	0,2	0,1
Militær og fritidsfartøjer	0,2	0,3
F-gasser	0,1	0,1
Transportsektoren i alt	13,5	12,4
De samlede udledninger for alle sektorer	47,5	44,9
Transportsektorens andel af de samlede udledninger for alle sektorer	28%	28%

Note: Udledningen forbundet med F-gasser fra f.eks. køling ved køletransporter var i KF22 ikke opgjort som en særskilt kategori men indgik i kategorien med militær og fritidsfartøjer (i KF23 er F-gasser opgjort som en særskilt kategori).
Kilde: KF22.

¹ Udledninger forbundet med intern transport i serviceerhverv, fremstillingserhverv og bygge-anlæg samt landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri opgøres som en del af disse sektorer udledninger.

2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF22

De væsentligste ændringer i metode og forudsætninger ift. KF22 vedrører fremskrivningen af vejtransportens energiforbrug samt udledninger og omfatter:

Metodemæssige ændringer

- Ændring i fremskrivningen af den samlede personbilsbestand, hvor der er introduceret en dæmpende faktor, som afspejler effekten fra en forventet mætning i bilbestanden.
- Introduktion af brugtvognsimport i salget af personbiler (i KF22 blev det antaget, alle nye personbiler var nyregistrerede og dermed fabriksnye biler).
- Fordelingen af nye lastbiler på teknologier og størrelser foretages i KF23 med udgangspunkt i en lastbilvalgsmodel, udarbejdet af Transportministeriet, fremfor udelukkende på baggrund af en faglig vurdering som i KF22.

Opdatering af inputparametre

- Opdatering af anskaffelsespriser og sortiment (modeller af de forskellige teknologier) for personbiler.
- Opdatering af bestande og salg af køretøjer i det referenceår, som fremskrivningen tager udgangspunkt i (2022 for personbiler og 2021 for øvrige køretøjer).
- Opdatering af brændselspriser samt udvikling i BNP og befolkningens størrelse.

Nye politiske aftaler

- Betydningen af de strammere krav til CO₂-reduktioner fra nye person- og varebiler i EU (forordning om CO₂-krav for lette køretøjer) er medtaget for 2035 som en begrænsning i teknologivalget for nyregistrerede person- og varebiler. Det antages, at der ikke længere vil blive solgt nye benzin-, diesel og plug-in hybridbiler i 2035 som følge af forordningen.
- Nedjustering af vækstrater for lastbilers trafikarbejde samt øget salg af nye og mere energieffektive lastbiler, herunder ellastbiler, som følge af den aftalte 'Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler'.

Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 indeholder en omlægning af afgifterne på brændstof til vejtransport, fra energiafgift til CO₂-afgift. Det fremgår af aftalen, at så meget som muligt op til en CO₂-afgift på 750 kr./ton skal omlægges, samt at afgifterne på benzin og diesel ikke skal stige. Det er endnu ikke fastlagt, hvordan denne omlægning vil blive implementeret, herunder hvor meget som omlægges til CO₂-afgift, samt hvor meget energiafgiften reduceres. Det er derfor lagt til grund, at de nugældende energi- og CO₂-afgifter på vejtransport fastholdes uændret i fremskrivningsperioden.

For transport, som ikke i dag er omfattet af samme høje afgifter som vejtransporten, indebærer aftalen om grøn skattereform en betydelig forhøjelse af CO₂-afgiften. Der vil dermed være en større effekt på brændstofprisen for indenrigs luft- og søfart, der i dag er fritaget fra energi- og CO₂-afgift på brændstoffer, og hvor der ikke er krav om iblanding af VE-brændstoffer. Til trods for den større prisstigning på brændstoffer til sø- og luftfart vil omkostningerne ved skift til f.eks. biobrændstoffer være højere end afgiften, hvorfor den afledte effekt af *Aftale om grøn skattereform*

for industri mv. fra 2022 skønnes at være begrænset også for sø- og luftfart. Der er dog indregnet en effekt på udviklingen i aktivitetsniveauet for indenrigsluftfarten som følge af aftalen.

Det skal bemærkes, at trafikken til Grønland og Færøerne ikke er omfattet af *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022*, da det ikke vurderes muligt at afgiftspålægge, og derfor ikke bliver påført en højere afgift.

Diesel til banetransport er fritaget fra energiafgift, men der betales CO₂-afgift, som med reformen vil stige. Imidlertid bliver størstedelen af banetransporten omstillet til el frem mod 2030, hvorfor effekten vil være meget begrænset.

3. Hvordan indgår forudsætninger og modeller i beregning af udledningerne?

I de efterfølgende kapitler dokumenteres de forudsætninger, der lægges til grund for fremskrivningen af udledningerne fra transportsektoren i KF23. Som læsevejledning til disse mere detaljerede kapitler følger her afslutningsvis et kort overblik over de forudsætninger og modeller, der indgår i disse kapitler.

Transportsektorens udledninger stammer fra forbruget af fossile brændsler og dermed energiforbruget. Derfor opgøres transportsektorens drivhusgasudledninger også på baggrund af forbruget af fossile brændsler til transport².

Selve energiforbruget i de forskellige dele af transportsektoren beregnes i transportmodellen FREM (suppleret af Personbilsmodellen ift. fremskrivning af personbilsbestanden og fordelingen på teknologier). Anvendelsen af VE-brændstoffer i transportsektoren fastlægges ud fra gældende krav og under hensyntagen til VE-brændstofferne bæredygtighed samt gældende standarder for benzin og diesel. Der skelnes i gennemgangen her overordnet mellem:

1. Fremskrivningen af energiforbruget til vejtransporten (inkl. grænsehandel)
2. Fremskrivningen af energiforbruget til bane, indenrigssøfart og –luftfart samt Forsvaret og fritidsfartøjer
3. Fremskrivning af brændstofsammensætningen til at dække energiforbruget, herunder iblanding af VE-brændstoffer

Vejtransport

Forbruget af fossile brændsler for hvert segment af vejtransporten afhænger grundlæggende af, hvor meget vi kører, hvilke køretøjer vi kører i, og hvilken brændstofsammensætning vi anvender, hvilket kan beskrives ud fra følgende parametre:

- Trafikarbejdet (antal kørte kilometer)
- Køretøjets teknologi (fx benzin, diesel, PHEV³, BEV⁴, etc.) og køretøjets energiforbrug per kørt kilometer.

² Eneste undtagelse er udledninger forbundet med F-gasser, som stammer fra f.eks. køling ved køletransporter.

³ Plug-in Hybrid Electric Vehicle.

⁴ Battery Electric Vehicle.

- Brændstofsammensætningen (fx iblanding af VE-brændstoffer i benzin og diesel).

For alle køretøjstyper baseres fremskrivningen af energiforbruget på en fremskrivning af trafikarbejdet, som tager udgangspunkt i den faktiske (statistisk opgjorte) bestand af køretøjer. For personbiler foretages en eksplicit fremskrivning af den samlede bilbestand vha. Energistyrelsens Personbilsmodel, mens fremskrivningen for varebiler, lastbiler, busser og motorcykler baseres på vækstrater for trafikarbejdet. For varebiler og lastbiler baseres vækstraterne for trafikarbejdet på Transportministeriets Grøn Mobilitetsmodel (tidligere benævnt Landstrafikmodel), mens der for busser og motorcykler anvendes en skønnet vækst.

Centrale parametre i fremskrivningen af energiforbrug for køretøjsbestande omfatter bl.a.:

- Køretøjernes årskørsler (dvs. gennemsnitlige antal kilometer et køretøj tilbagelægger på et år). Årskørslerne er eksogent givet i KF.
- Køretøjernes overlevelsesrater (dvs. hvor stor en andel af køretøjerne i et givet år, der fortsat indgår i bestanden året efter). Overlevelsesraterne har stor betydning for, hvor hurtigt den eksisterende bestand af køretøjer bliver udskiftet med nye, mere energieffektive køretøjer. Overlevelsesraterne er eksogent givet i KF.
- Køretøjernes fremskrevne energiintensitet (dvs. energiforbruget for køretøjer i en given årgang fordelt på køretøjstype, størrelsessegment og teknologi). Udviklingen i bilernes energiintensitet fremskrives som en del af KF forudsætningsarbejdet og præsenteres i afsnit 0.

Metoderne og antagelserne er nærmere beskrevet i kapitel 2 og 3. Selve udviklingen i energiforbrugene, køretøjsbestandene og brændstofsammensætningen fastlægges i modelkørslerne og foreligger derfor først som en del af KF hovedrapporten og sektorresultaterne.

Udledninger forbundet med grænsehandel med brændstoffer indgår i fremskrivningen, fordi FN's regler for udledningsopgørelser tilsiger, at alle udledninger knyttet til salget af brændstoffer i et land skal indregnes i dette lands udledningsregnskab, selvom brændstofferne efterfølgende transporteres ud af landet. Metoden og antagelserne bag KF23 grænsehandelsforløbet er nærmere beskrevet i afsnit 0.

Banetransport, indenrigssøfart og –luftfart, samt militær og fritidsfartøjer

Fremskrivningen af energiforbruget for banetransport, indenrigssøfart og –luftfart samt militær og fritidsfartøjer baseres på forskellige metoder og modeller:

- Fremskrivningen af energiforbruget til bane foretages af Trafikstyrelsen.
- Fremskrivningen af energiforbruget til indenrigsluftfart baseres på en model udarbejdet af Rambøll i 2017, der beregner den forventede udvikling i flytrafikken og flyenes energieffektivitet.
- Fremskrivningen af energiforbruget til indenrigssøfart er baseret på en antagelse om, at den samlede søtransport som udgangspunkt er konstant. Energiforbruget korrigeres dog ud fra en faglig vurdering af blandt andet øget energieffektivitet, herunder omstilling til el på en række mindre færges.

- Fremskrivningen af energiforbruget til militær og fritidsfartøjer antages at være uændret i fremskrivningsperioden.

Metoden og antagelserne bag KF23 forløbene er nærmere beskrevet i kapitel 4, 0, 0 og 0. Selve udviklingen i energiforbrugene fastlægges i modelkørslerne og foreligger derfor først som en del af KF hovedrapporten og sektorresultaterne.

Brændstofsammensætning

Brændstofsammensætningen afgøres dels af sammensætningen af bilparken (benzin, diesel, gas, brint og el) og den gældende regulering af brændstoffer. Denne regulering er bygget op omkring et CO₂e-fortrængningskrav, der omfatter vej- og banetransport samt brændstofforbrug til "intern transport" i bl.a. landbrug, skovbrug, bygge- og anlægssektoren. CO₂e-fortrængningskravet kan bl.a. opfyldes ved iblanding af VE-brændstoffer, der har en lavere vugge-til-grav udledning af CO₂e end fossile brændstoffer. Fordelingen på forskellige typer af VE-brændstoffer er især styret af VE-brændstoffernes tekniske begrænsninger for anvendelsen (fx udelukkelse af soja og palmeolie), bæredygtighedskriterier og de relative prisforskelle på de forskellige brændstoffer.

Metoderne og antagelserne er nærmere beskrevet i afsnit 3.5. Selve udviklingen i brændstofsammensætningen fastlægges ifm. de øvrige modelkørsler og foreligger derfor først som en del af KF hovedrapporten og sektorresultaterne.

Kapitel 1: Transportmodellen FREM

1.1 FREM's rolle i det samlede modelkompleks

Fremskrivning af energiforbruget i transportsektoren i Danmark foregår ud fra en bottom-up tilgang i Energistyrelsens transportmodel kaldet FREM (FREmskrivning af Energiforbrug ved Mobilitet). Energiforbrug fra FREM indgår efterfølgende i Energistyrelsens overordnede modelsystem, hvor det samlede danske energiforbrug beregnes.

På baggrund af fremskrivningen af energiforbruget, fordelt på brændsler, beregner Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) udledningen af drivhusgasser.

FREM er et modelsetup, der dækker følgende fem transportkategorier:

1. Vejtransport
2. Banetransport
3. Indenrigssøfart
4. Indenrigsluffart
5. Forsvaret og fritidsfartøjer

Energiforbruget inden for de enkelte kategorier fremskrives separat og på forskellig vis i selvstændige moduler. Tilgangen og detaljeringsgraden varierer mellem kategorierne afhængig af det tilgængelige datagrundlag og andelen af transportsektorens samlede energiforbrug og udledninger. Detaljeringsgraden er størst for vejtransporten, herunder særligt for personbiler, som står for langt størstedelen af udledningen af drivhusgasser.

For alle transportkategorier beregnes en udvikling i energiforbruget, fordelt på brændsler. Udviklingen i energiforbruget modsvarer en række vækstrater, som efterfølgende ganges på det faktiske (statistisk opgjorte) energiforbrug. Herved kalibreres fremskrivningen til energiforbruget i statistikåret.

Der er i fremskrivning af transportsektorens energiforbrug og udledninger ikke taget eksplicit højde for eventuelle langtidseffekter af covid-19 eller betydningen af den geopolitiske situation for udviklingen i priser og deraf efterspørgslen på transport og teknologivalg.

Kapitel 2: Modeller og metode for vejtransport

Idet vejtransport står for langt den største andel af energiforbruget og udledningerne i transportsektoren er hovedvægten af Energistyrelsens modeludvikling fokuseret på vejtransporten. I nedenstående afsnit er tilgangen og de forskellige delmodeller for vejtransporten uddybet.

2.1 Metoden bag KF23 forløbet

Til beregning af energiforbruget i vejtransporten opdeles vejtransporten på 5 køretøjstyper og en særskilt kategori for grænsehandel med brændstof:

- Personbiler
- Varebiler
- Lastbiler
- Busser (hhv. rutebusser og turistbusser)
- Motorcykler
- Grænsehandel

Foruden inddelingen i de fem ovenstående typer af køretøjer er de yderligere opdelt efter teknologi, størrelsessegment og alder, som det fremgår af



Tabel 1.



Tabel 1.1: Køretøjstyper og kategorisering efter teknologi, størrelse og alder

Køretøjstype	Teknologi	Segment	Alder
Personbiler	Benzin Diesel Gas (naturgas) PHEV El Brint	Teknologier fordelt på 6 bilklasser: - Mikro - Lille - Mellem - Stor - Premium - Luksus & Sport	0 (nysalg) → 75 år
Varebiler	Benzin Diesel Gas (naturgas) El PHEV	Ingen størrelsesdifferentiering	0 (nysalg) → 75 år
Lastbiler*	Diesel Gas (naturgas) El Brint	Diesel og Gas: - TT/AT 28-34t - TT/AT 34-40t - TT/AT 40-50t - TT/AT 50-60t - TT/AT >60t - Sololastbil <12t - Sololastbil >12t Brint og El: - TT/AT - Sololastbil	0 (nysalg) → 75 år
Rutebusser	Brint Diesel Gas (naturgas) El	Ingen størrelsesdifferentiering	0 (nysalg) → 75 år
Turistbusser	Diesel Gas El	Ingen størrelsesdifferentiering	0 (nysalg) → 75 år
Motorcykler	Benzin	Ingen størrelsesdifferentiering	0 (nysalg) → 75 år

* TT/AT dækker over lastbil m. påhængsvogn/sættevognstrækker

Udviklingen i energiforbruget fastlægges på baggrund af en fremskrivning af trafikarbejdet (det samlede antal kørte kilometer) samt tilhørende energiintensiteter (energiforbrug pr. kørt kilometer). Tilgangen til fremskrivning af trafikarbejdet varierer mellem de enkelte køretøjstyper.

- **Lastbiler, varebiler, busser og motorcykler:** Fremskrivningen af trafikarbejdet for lastbiler, varebiler, busser og motorcykler sker ved en fremskrivning af selve trafikarbejdet. Trafikarbejdet fastlægges for referenceåret 2021, og beregnes på baggrund af

køretøjsbestandene i referenceåret samt køretøjernes årskørsler, dvs. hvor mange køretøjer der er, ganget med det antal km de gennemsnitligt kører. Når trafikarbejdet således er fastlagt for referenceåret, fremskrives trafikarbejdet ved hjælp af eksogent givne vækstrater, jf. afsnit 3.2. Når udviklingen i trafikarbejdet kendes, kan energiforbruget hertil beregnes på baggrund af køretøjernes energiintensitet (som for personbiler).

- **Personbiler:** Personbiler står for størstedelen af vejtransportens energiforbrug samt udledninger og detaljeringsgraden i modelleringen er derfor størst for personbiler. Fremskrivningen af trafikarbejdet for personbiler er baseret på en fremskrivning af personbilsbestanden, som foretages i en særskilt fremskrivningsmodel (Personbilsmodellen), jf. afsnit 2.1.2. Der tages i KF23 udgangspunkt i bestanden af personbiler i referenceåret 2022. For hvert fremskrivningsår beregnes den samlede bestand af personbiler, som fordeles mellem den eksisterende bilbestand (andelen af foregående års bilbestand, som fortsat er i bestanden, hvilket fastlægges vha. køretøjernes overlevelsesserater) og nye biler tilført bestanden (differencen mellem den samlede fremskrevne bilbestand og den eksisterende bilbestand). De nye biler i bestanden deles efterfølgende op i en andel bestående af importerede brugte biler (brugtvognsimpport) og salget af fabriksnye biler, fordelt på teknologier og størrelsessegmenter.

Når fremskrivningen af bilbestanden foreligger, beregnes trafikarbejdet ud fra køretøjernes antal kørte km på et år, de såkaldte årskørsler. For at sikre konsistens i fremskrivningen af vejtransportens samlede trafikarbejde foretages en justering af udviklingen i det beregnede trafikarbejde for personbiler, jf. afsnit 3.2. Til sidst omregnes trafikarbejdet til et energiforbrug vha. køretøjernes energiintensitet.

Fremskrivningsmetoden er yderligere beskrevet i bilag 1.

2.1.1 De væsentligste parametre i modellerne

I det følgende gennemgås de mest betydende parametre i modellen, mens selve parameterverdierne og kilder er beskrevet i kapitel 3 om forudsætninger.

Årskørsler

Årskørsler angiver det gennemsnitlige antal kilometer, som en køretøjstype tilbagelægger på et år. Dette antal kilometer ganges med de respektive køretøjsbestande til beregning af køretøjernes trafikarbejde i referenceåret. For personbiler anvendes årskørslerne desuden til beregning af trafikarbejdet i fremskrivningsårene (på baggrund af den fremskrevne personbilsbestand). For de øvrige køretøjstyper laves det modsatte regnestykke, idet der på baggrund af det fremskrevne trafikarbejde udregnes køretøjsbestandenes størrelse i fremskrivningsårene (dvs. at der beregnes det antal køretøjer, som skal til for at opfylde det samlede trafikarbejde).

Vækstrater for trafikarbejdet

Vækstrater for trafikarbejdet angiver den gennemsnitlige årlige ændring i det samlede trafikarbejde for de enkelte køretøjstyper (lastbiler, varebiler, busser og motorcykler).

Overlevelsesrater

Overlevelsesrater beskriver, hvor længe et køretøj forventes at være i brug, og dermed bidrage til udledningerne. Begrebet anvendes til at estimere, hvor mange køretøjer i et givent år, som fortsat indgår i bestanden året efter, dvs. overlever fra år til år.

Fordeling af nye køretøjer på teknologier og størrelser

Afhængig af køretøjstype er der anvendt forskellige metoder for introduktionen af nye køretøjer i bestanden og fordelingen af disse på størrelsessegmenter og teknologier.

- **Personbiler:** For brugtvoignsimporten anvendes fordelingen på teknologier og størrelser som i referenceåret 2022, mens der for fabriksnye personbiler benyttes de markedsandele, der beregnes i Bilvalgsmodellen, som indgår i Personbilsmodellen, jf. afsnit 2.1.2.
- **Lastbiler:** Fordelingen af nye lastbiler på teknologier og størrelser foretages med udgangspunkt i en lastbilsvalgsmodel udarbejdet af Transportministeriet, jf. afsnit 3.3.
- **Varebiler:** Indfasningen af nul- og lavemissionsvarebiler sker ud fra en faglig vurdering, som beror på en række vurderinger og forudsætninger i forhold til regulering i Danmark og EU, internationale forventninger til teknologiudviklingen og salget i EU.

Busser: Den forventede teknologifordeling for nye busser baseres på en faglig vurdering, som blandt andet tager højde for, at busdriften (rute-/bybusser) styres gennem offentlige udbud, som fastlægger vilkår og krav til teknologier og drivmidler, og dermed inddrages trafiksekskabernes forventninger til fremtidige udbud.

- **Motorcykler:** For motorcykler, som udgør en meget begrænset del af energiforbruget og udledningerne, beror teknologifordelingen af nye køretøjer sig på Energistyrelsens faglige vurdering og regulering på området.

Energiintensitet

Energiintensiteter angiver energiforbruget i MJ/km for køretøjer i en given årgang fordelt på køretøjstype, størrelsessegment og teknologi. Energiintensiteterne anvendes sammen med trafikarbejdet til at beregne energiforbruget i fremskrivningsperioden. Efterfølgende anvendes vækstraterne for energiforbruget sammen med det statistisk opgjorte energiforbrug til at fastlægge den endelige fremskrivning af energiforbruget.

Iblanding af VE-brændstoffer

Når fremskrivningen af trafikarbejdet og energiforbruget er fastlagt og fordelt på teknologier, antages der en iblanding af VE-brændstoffer efter den gældende regulering herfor. Dermed fordeles energiforbruget fra konventionelle køretøjer på hhv. fossile brændstoffer og VE-brændstoffer.

Grænsehandel

I det danske klimaregnskab, og dermed i KF, indgår alle udledninger knyttet til *salget* af brændstoffer inden for landets grænser, uanset om dette brændstof efterfølgende føres ud af landet i tanken på et køretøj og dermed forbruges i et andet land. Dette følger af FN's regneregler for udledningsopgørelser. Salget af brændstof i udlandet, som føres ind i landet, indgår således ikke i det danske klimaregnskab.

I fremskrivningen af energiforbruget i vejtransporten er det imidlertid ikke det forventede *salg* af brændstof, men det forventede *forbrug* af brændstof, der fremskrives (baseret på fremskrivningen af trafikarbejdet og energiintensiteter). Der er derfor behov for at korrigere for niveauet af netto-grænsehandel med brændstoffer. Nettogrænsehandlen er umiddelbart forskellen mellem salget af brændstof og forbruget af brændstof. Eftersom forbruget også dækker over udenlandske køretøjers forbrug i Danmark, og da en del af danske køretøjers forbrug finder sted uden for Danmark, kan forbruget og grænsehandlen ikke opgøres præcist. Der er derfor tale om et estimat.

2.1.2 Personbilsmodellen

Personbilsmodellen består af to integrerede delmodeller, Bilbestandsmodellen og Bilvalgsmodellen og beregner og fremskriver størrelsen af den samlede personbilsbestand, det samlede salg af personbiler samt fordelingen af bestanden og salget på teknologier og størrelser.

Bestanden og salget af personbiler er karakteriseret ved 6 størrelsessegmenter, 4 teknologier samt bilernes alder. Fremskrivningen af bestandsudviklingen indgår som input i den samlede fremskrivning af vejtransportens energiforbrug, hvor trafikarbejdet i fremskrivningsperioden beregnes vha. tilhørende årskørsler og energiforbruget beregnes vha. energiintensiteter.

Bilbestandsmodellen

Metodegrundlag for bilbestandsmodellen

Modellen og metoden, som anvendes ved fremskrivning af bestanden og salget af personbiler, er baseret på parametre i DTU's model FLEETSIZE [1], der beskriver den historiske udvikling i bilbestanden. FLEETSIZE er en regressionsmodel af typen "Autoregressive Distributed Lag" og er estimeret på tidseriedata fra 1976 - 2018. De forklarende tidserier omfatter:

- Omkostning ved køb af bil (CAPEX)
- Årlige omkostninger ved bilejerskab (OPEX)
- Bruttonationalproduktet (BNP)
- Befolkningens størrelse (POP)

Den estimerede model angiver en beregnet efterspurgt "ligevægtsbilbestand".

Ligevægtsbestanden øges med faldende priser på køb af bil og med faldende omkostninger ved bilejerskab. Ligeledes forøges bilbestanden med stigende befolkning (POP) og stigende BNP per indbygger (BNP/POP).

For at kunne anvende FLEETSIZEMODELLEN til fremskrivninger er det nødvendigt at forudsætte en udvikling i de ovenfor omtalte tidsserier, der indgår i modellen. I det følgende defineres og redegøres for Energistyrelsens metodiske tilgang til fremskrivning af henholdsvis CAPEX og OPEX, som er integreret med Bilvalgsmodellen. BNP og POP er eksogene forudsætninger.

Omkostning ved køb af bil (CAPEX)

Trods betegnelsen CAPEX omfatter omkostningen ved køb af bil *ikke* finansieringsomkostninger. Omkostningen beregnes som en gennemsnitlig salgsvægtet anskaffelsespris for nye biler beregnet med bilvalgsmodellens salgfordeling for biler fordelt på segmenter og teknologier:

$$(1) CAPEX_{bil}^y = \sum_{st} P_{st}^y \cdot \Pi_{st}^y$$

hvor P_{st}^y er salgfordelingen beregnet i bilvalgsmodellen og Π_{st}^y er forudsætningen for bilvalgsmodellens anskaffelsespris for en ny bil i segmentet s med teknologi t i fremskrivningsåret y . Anskaffelsesprisen inkluderer de aktuelle afgiftssatser.

Det bemærkes, at CAPEX i den af DTU estimerede model repræsenterer omkostningen ved anskaffelse af bil, uanset om det er en ny eller en brugt bil. Det er antaget, at prisen på nye og brugte biler er proportionale, dvs. følges ad. Et fald i prisen på nye biler antages således tilnærmelsesvis at give anledning til et tilsvarende procentvis fald i priserne på brugtvognsmarkedet.

Årlige omkostninger ved bilejerskab (OPEX)

Den årlige omkostning ved bilejerskab omfatter anvendelsesrelaterede omkostninger til eksempelvis brændstof og elektricitet samt faste årlige omkostninger, som er uafhængig af, hvor meget bilen anvendes. Eventuelle renter og afdrag forbundet med finansiering af bilerne medregnes ikke.

I fremskrivningsmodellen beregnes den årlige omkostning ved bilejerskab som et vægtet gennemsnit af omkostningerne baseret på sammensætningen af den samlede bestand af personbiler, B_{sta}^y , på størrelse, teknologi og for alle aldre a i det aktuelle fremskrivningsår:

$$(2) OPEX_{bil}^y = \frac{1}{B_{bil}^y} \cdot \sum_{st} \sum_{av \in (s,t|y=v+a)} B_{sta}^y \cdot (E_{stv}^y \cdot KM_{sta}^y \cdot \pi_t^y + FIX_{stv}^y [E_{stv}^y])$$

hvor

- E_{stv}^y er energiforbrug per km og afhænger af bilens segment, teknologi og årgang
- KM_{sta}^y er kørsel per år og afhænger af bilens segment, teknologi og alder i fremskrivningsåret
- π_t^y er prisen på energi relateret til bilens teknologi (drivmiddel) i året
- B_{bil}^y er den samlede bilbestand: $\sum_{sta} B_{sta}^y$

Variablen betegnet FIX_{stv}^y omfatter bl.a. den årlige ejer- og udligningsafgift, som afhænger af bilens energieffektivitet – eller den relaterede CO₂-udledning (der i modellen alene antages at være knyttet til bilens årgang ν). Hertil lægges yderligere et fast beløb for alle biler for at repræsentere en årlig omkostning forbundet med kasko- og motoransvarsforsikring.

Ligeledes tillægges en kilometerafhængig vedligeholdelsesudgift.

Model og metode for fremskrivning af bilbestanden

I Energistyrelsens implementering af DTU's FLEETSIZE-model foregår fremskrivningen af bilbestanden og bilsalget sekventielt fra år til år. Dette er en konsekvens af den tidsmæssigt forsinkede natur i FLEETSIZE-modellen. Fremskrivningen af bilbestanden afhænger dels af variabelernes værdi i fremskrivningsåret, men også af variabelernes værdi 1-2 år inden det aktuelle fremskrivningsår. Der er i bilag 2 redegjort yderligere for implementeringen. I det følgende gennemgås, hvorledes FLEETSIZE-modellen indgår i den samlede model for fremskrivning af bestanden af personbiler og det hermed forbundne salg af biler.

Det samlede salg af biler (brugtvognsimpport og fabriksnye biler) i år $y + 1$ (fremskrivningsåret), S_{bil}^{y+1} , beregnes som forskellen mellem den fremskrevne ligevægtsbestand, B_{bil}^{y+1} , og den bilbestand fra året før, som stadig er i brug, OB_{bil}^{y+1} , og dermed fortsat er en del af den samlede ligevægtsbestand:

$$(3) S_{bil}^{y+1} = B_{bil}^{y+1} - OB_{bil}^{y+1}$$

Den samlede ligevægtsbestand beregnes med FLEETSIZE-modellen:

$$(4) B_{bil}^{y+1} = FLEETSIZE[CAPEX_{bil}^{y+1}, OPEX_{bil}^{y+1}, BNP_{bil}^{y+1}, POP_{bil}^{y+1}, CAPEX_{bil}^y, \dots]$$

og den tilbageværende bestand, OB_{bil}^{y+1} , beregnes med overlevelseshastigheder, O_{sta} , som angiver hvor stor en andel af bestanden fra året før, i et givet segment og med en given teknologi, som fortsat er i brug i fremskrivningsåret $y + 1$ (hvor bilerne er blevet et år ældre):

$$(5) OB_{bil}^{y+1} = \sum_{sta} O_{sta} \cdot B_{sta}^y$$

Det beregnede *samlede* salg i året, S_{bil}^{y+1} , fordeles på en andel bestående af brugtvognsimpport (ud fra den statistisk opgjorte brugtvognsimpport) og en andel bestående af nyregistrerede biler fordelt på segmenter og teknologier med salgsandelene beregnet i bilvalgsmodellen P_{st}^{y+1} . Herved fremkommer salgstallet af de nyregistrerede biler fordelt på segmenter s og teknologier t - eller tilsvarende, den segment- og teknologidetaljerede bestand af personbiler med alder $a=0$:

$$(6) S_{st}^{y+1} = B_{st0}^{y+1} = (S_{bil}^{y+1} - brugtvognsimpport) \cdot P_{st}^{y+1}$$

Eftersom de årlige omkostninger i fremskrivningsåret, jf. ligning (2), afhænger af sammensætningen af bestanden i fremskrivningsåret:

$$OPEX_{bil}^{y+1} = OPEX_{bil}^{y+1} [B_{sta}^{y+1}]$$

og det samlede salg i fremskrivningsåret, jf. ligning (3), afhænger af den fremskrevne samlede bestand:

$$S_{bil}^{y+1} = S_{bil}^{y+1} [B_{bil}^{y+1}]$$

og bestandens sammensætning, jf. ligning (6), afhænger af det samlede salg (og salgsfordelingen fra bilvalgsmodellen):

$$B_{sta}^{y+1} = B_{sta}^{y+1} [S_{sta}^{y+1}]$$

evalueres modellen numerisk i hvert fremskrivningsår ved iteration af ligningerne (1) til (6).

Det bemærkes, at der arbejdes på en justering af bilbestandsmodellen, herunder introduktion af et mætningspunkt for antallet af biler pr. person, hvorfra udviklingen i den samlede bilbestand vil følge udviklingen i befolkningens størrelse. For nuværende foretages en justering, hvor væksten i bilbestanden dæmpes ved hjælp af en faktor, der afspejler effekten af en forventet mætning i bilbestanden.

Bilvalgsmodellen

Fordelingen af salget af nye personbiler på teknologier og størrelser foregår i Bilvalgsmodellen. Bilvalgsmodellen blev udviklet i forbindelse med KF21 som en udløber af Energistyrelsens modelbidrag til arbejdet med "Kommissionen for grøn omstilling af personbiler" [2] og i samarbejde med bl.a. Transportministeriet, Skatteministeriet og Finansministeriet.

Der skelnes mellem 22 repræsentative biler klassificeret i 6 størrelsessegmenter og 4 teknologier (teknologierne "diesel" og "PHEV" ikke er repræsenteret i mikro-segmentet, hvorfor der er 22 og ikke 24 repræsentative biler).

Modellen omfatter en række detaljer om de biler, der vælges imellem, og modellens koefficienter er estimeret på et omfattende datagrundlag for (hypotetiske) valg mellem teknologier og segmenter. Der modelleres detaljerede præferencer relateret til omkostninger og teknologier, samt præferencer relateret til substitution på tværs af størrelsessegmenter. Da det empiriske grundlag for faktiske valg fortsat er begrænset, har det været nødvendigt at anvende koefficienter baseret på et stated preference studie [3].

Empirisk grundlag for Bilvalgsmodellen

Grundlaget for modellen er en måling udført som en spørgeskemaundersøgelse ("Stated preference"). På baggrund af spørgeskemaundersøgelsen er der opstillet en matematisk model for bilkøbernes vægtning af en række karakteristika ved personbiler. Projektet er udført af DTU Management [3].

Energistyrelsens Bilvalgsmodel er en let modificeret version af den af DTU estimerede model for vægtning af forbrugers præferencer.



Implementering og overordnet struktur for Bilvalgsmodellen

Den teoretiske ramme for bilvalgsmodellen er en såkaldt "Discrete Choice Model" baseret på "Random Utility Theory" af typen "Multinomial Logit".

I valget mellem alternativerne (bilerne) er nytten (eller "brugsværdien") repræsenteret ved en "systematisk nytte" for hver enkelt bil udtrykt ved en vægget sum over karakteristika ved de biler, der kan vælges i mellem. Alternativerne er overordnet beskrevet ved bilens størrelse s og bilens teknologi t , hvor

$$s \in S = \{Mikro, Lille, Mellem, Stor, Premium, LuksusOgSport\}$$

og

$$t \in T = \{Benzin, Diesel, PHEV, BEV\}$$

PHEV betegner plug-in hybridbiler ("Plugin Hybrid Electric Vehicle") og BEV er rene elbiler ("Battery Electric Vehicle").

Den systematiske nytte V_{st}^y for en bil i året y med størrelse s og teknologi t er i den aktuelle model udtrykt generisk ved den matematiske form:

$$V_{st}^y = \sum_{k \in K} \beta_k \cdot X_{stk}^y$$

hvor β_k er vægtningskoefficienter (eller marginale nyttet) for de omfattede karakteristika $k \in K$.

X_{stk}^y er værdien af den pågældende karakteristika i året y for en bil i segmentet s og med teknologi t .

Til illustration beregnes markedsandelene P_{st}^y i den simpleste version som en Multinomial Logit-model, hvor der simultant vælges mellem alle alternativer:

$$P_{st}^y = \frac{\exp(V_{st}^y + ASC_{st})}{\sum_{s't'} \exp(V_{s't'}^y + ASC_{s't'})}$$

Konstanterne ASC_{st} er såkaldte kalibreringskonstanter, som tvinger modellen til at gengive observerede markedsandele i basisåret.

Den faktiske estimering og implementering af modellen er af typen "Mixed Logit" involverende såkaldte "Error Components" og korrelation på tværs af segmenter og teknologier. I bilag 3 gives en overordnet introduktion til sådanne modeller.

De karakteristika K ved bilerne, som indgår i Bilvalgsmodellen, fremgår af

Tabel 2.2 sammen med værdien for den estimerede og anvendte vægtningskoefficient.



Tabel 2.2: Bilvalgsmodellens vægtningskoefficienter

Karakteristika, K	Koefficient, β_k	Værdi	Enhed
Omkostninger			
Anskaffelsespris	$\beta_{purchase}$	-6,874e-6	1/kr.
Faste årlige omkostninger	β_{annual}	-1,2310e-4	1/(kr./år)
Anvendelses omkostning	$\beta_{operation}$	-0,5928	1/(kr./km)
Tekniske			
Rækkevidde på el	β_{range}^{BEV}	0,0031	1/km
	β_{range}^{PHEV}	0,3045	1/ln(km)
CO ₂ -emission	β_{CO_2}	-0,0032	1/(g/km)
Acceleration	$\beta_{acceleration}^y$	-0,0311	1/(sek. til 100 km/t)
Baggagerumsstørrelse	$\beta_{bootsize}$	0,1721	-
	$\beta_{bootsize,0}$	-0,1474	-
Ladeinfrastruktur			
Afstand fra bolig til oplader	$\beta_{HomeDist}$	-0,000473	1/m
Ledighedsfrekvens	$\beta_{HomeAvailability}$	0,3469	1/(ud af 4)
Privat oplademulighed	$\beta_{PrivateCharge}^{BEV}$	1,8806	-
	$\beta_{PrivateCharge}^{PHEV}$	1,5600	
Afstand mellem opladere	$\beta_{FastDist}$	-0,000111	1/km
Ledighedsfrekvens	$\beta_{FastVacant}$	0,3469	1/(ud af 4)
Opladningshastighed	$\beta_{FastSpeed}$	0,0042	1/(km per 10 min)
Øvrige			
Sortiment	$\beta_{Sortiment}$	1	-
Kalibrering	ASC_{st}	Kalibreres	-

Specifikation af nyttefunktionen i Bilvalgsmodellen

Specifikationen af det matematiske nytteudtryk er en smule mere kompleks end det umiddelbart fremgår af den generiske form ovenfor. For at simplificere præsentationen af nytteudtrykket opdeles specifikationen i en række nyttekomponenter, hvorved den samlede nyttefunktion er sammensat således:

$$V_{st}^y = V_{st, Cost}^y + V_{st, Technical}^y + V_{st, HomePrivate}^y + V_{st, SlowPublic}^y + V_{st, FastPublic}^y + V_{st, Sortiment}^y$$

Omkostninger

Det første led er nytten (eller dis-nyttens) ved omkostningerne og har den matematiske struktur:

$$V_{st, Cost}^y = \beta_{purchase}^y \cdot X_{st, purchase}^y + \beta_{annual}^y \cdot X_{st, annual}^y + \beta_{operation}^y \cdot X_{st, operation}^y$$

dvs. en sammenvægtning af anskaffelsespris, faste årlige omkostninger samt omkostninger forbundet med anvendelse.

Tekniske bilkarakteristika

Det andet led er nytten af tekniske bilkarakteristika og har den matematiske struktur:

$$V_{st, Technical}^y = \delta_{t=BEV} \cdot \beta_{range}^{BEV} \cdot X_{st, range}^y + \delta_{t=P} \cdot \beta_{range}^{PHEV} \cdot \ln(X_{st, range}^y) + \beta_{CO2} \cdot X_{st, CO2}^y + \beta_{acceleration} \cdot X_{st, acceleration}^y + \beta_{bootsize} \cdot X_{st, bootsize}^y + \beta_{bootsize, 0}$$

hvor $\delta_{t=BEV}$ er lig 1 såfremt teknologien t er BEV og 0 ellers. Tilsvarende er $\delta_{t=PHEV}$ lig 1 såfremt teknologien t er PHEV og 0 ellers. For teknologierne BEV og PHEV udskilles således nytten af elektrisk rækkevidde (relativt til nytten af rækkevidden for en konventionel bil).

Ladeinfrastruktur

Repræsentationen af den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur er opdelt i langsomme ("Slow Charger") opladningsmuligheder i forbindelse med længerevarende parkering ved bopæl (eller arbejdsplads) og hurtige ("Fast Charger") opladningsmuligheder i forbindelse med længere køreture, hvor opladning kan være påkrævet undervejs.

Langsom ladeinfrastruktur

Kvaliteten af den offentligt tilgængelige ("Slow") ladeinfrastruktur relateret til parkering ved bopæl (eller arbejdsplads) er karakteriseret ved afstanden mellem parkeringen ved bopæl/arbejdsplads og opladerens placering samt ledighedsfrekvensen for opladerne.

Der skelnes i nyttespecifikation for denne infrastruktur mellem, hvorvidt bilkøberen har mulighed for privat hjemmeopladning eller ej. Såfremt en bilkøber har mulighed for privat opladning, udtrykkes dette i specifikationen af nytten ved en indikator, $\delta_{PrivateCharge}^y$, som så er lig med 1 for en bilkøber med privat opladningsmulighed, og 0 ellers.

Modellen antager, i overensstemmelse med DTU's estimering af modellens koefficienter for denne ladeinfrastruktur, at det udelukkende er bilkøbere der ikke har privat opladning, som har nytte af den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur relateret til parkering. Nyttens af offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur relateret til parkering tilordnes for BEV- og PHEV-teknologierne således nytten:

$$V_{st, SlowPublic}^y = (1 - \delta_{PrivateCharge}^y) \cdot \delta_{t=BEV, PHEV} \cdot (\beta_{HomeDist}^y \cdot X_{st, HomeDist}^y + \beta_{HomeAvailability}^y \cdot X_{st, HomeAvailability}^y)$$

Privat opladning

Nytten af privat opladningsmulighed tilordnes for BEV- og PHEV-teknologien nytten:

$$V_{st,HomePrivate} = \delta_{PrivateCharge}^y \cdot (\delta_{t=BEV} \cdot \beta_{PrivateChar}^{BEV} + \delta_{t=PHE} \cdot \beta_{PrivateCharge}^{PHEV})$$

Hurtig ladeinfrastruktur

De hurtige oplademuligheder (på det overordnede vejnet) i forbindelse med længere ture er antaget alene at bidrage til nytten for BEV-teknologien:

$$V_{st,FastPublic}^y = \delta_{t=BEV} \cdot \left(\begin{array}{l} \beta_{FastDist}^y \cdot X_{st,FastDist}^y \\ + \beta_{FastVacant}^y \cdot (X_{FastVacant}^y - 4) \\ + \beta_{FastSpeed}^y \cdot X_{st,FastSpeed}^y \end{array} \right)$$

I forhold til DTU's modelspecifikation er der tilføjet et led for betydningen af hurtigladerens ledighedsfrekvens. Denne antages at indgå med samme koefficient som for de langsomme offentligt tilgængelige ladestander. I den oprindelige specifikation forudsattes det, at hurtigopladerne altid var ledige, svarende til værdien 4. Nyttens svarende hertil er derfor fratrukket i ovenstående udtryk for at forskyde referencepunktet.

Øvrige

Sortiment

Hver af de 22 biltyper repræsenterer i virkelighedens verden en række serier, modeller og varianter. Der er således flere muligheder, M_{st}^y , for at vælge en bil indenfor hver kombination af segment og teknologi, hvor der i dag er væsentligt flere konventionelle biler end nul- og lavemissionsbiler at vælge i mellem i hvert segment. I logit-modellens nytte udtrykkes denne ulige fordeling ved:

$$V_{st,Sortiment}^y = \beta_{Sortiment}^y \cdot \ln(M_{st}^y)$$

Det bemærkes, at dette nytteelement er en tilføjelse til DTU's nyttespecifikation. Betydningen af sortiment indgik ikke i DTU's spørgeskemaundersøgelse, og er dermed ikke en del af DTU's estimering af koefficienter for vægtning af øvrige bilkarakteristika.

Kalibrering

Modellen kalibreres med kalibreringskonstanter ("Alternative Specific Constants", ASC) således, at modellen i referenceåret gengiver den observerede salgsfordeling i dette år. På trods af betegnelsen "konstanter" kan disse ikke forudsættes uændrede i fremskrivningsårene. Konstanterne udtrykker den gennemsnitlige bilkøbers værdisætning af forhold og bilkarakteristika, som ikke indgår i den systematiske nytte, og der har for nuværende ikke været empirisk eller metodisk grundlag for at repræsentere dette mere eksplicit.

2.2 Kvalificering af model og metode for vejtransporten

2.2.1 Modeludvikling siden KF22

Siden KF22 er der sket følgende ændringer i model og metode for vejtransporten:

- Fordeling af nye lastbiler på teknologier og størrelser foretages i KF23 med udgangspunkt i en lastbilvalgsmodel, hvor det i KF22 udelukkende skete på baggrund af en faglig vurdering.
- Fremskrivningen af den samlede personbilsbestand nedjusteres i KF23 i forhold til KF22 ved introduktion af en dæmpende faktor, som afspejler effekten fra en forventet mætning i bilbestanden. Nedjusteringen sker på baggrund af en faglig vurdering begrundet i tilbagemeldinger fra KF22-høringsrunden om, at bilbestanden som blev præsenteret i KF22 sandsynligvis var overestimeret.
- Brugtvognsimporten af personbiler har ikke tidligere været håndteret i modellerne, hvilket har medført, at salget af fabriksnye (nyregistrerede) personbiler i tidligere fremskrivninger har været overestimeret. Brugtvognsimporten indgår i den faktiske (statistisk opgjorte) bestand af personbiler, som fremskrivningen tager udgangspunkt i, men indgår ikke i den faktiske (statistiske) opgørelse af nyregistrerede biler. I de tidligere fremskrivninger har hele nysalget (dvs. differencen mellem den samlede bestand i fremskrivningsåret og den eksisterende bestand) været kategoriseret som fabriksnye biler og har dermed ligget betydeligt højere end det historiske niveau for nyregistrerede biler.

2.2.2 Usikkerhed og kritiske parametre i modellerne

Som ved alle fremskrivninger er der usikkerhed knyttet til model og metode samt de forudsætninger, der lægges til grund.

Metoden til fastlæggelse af størrelsen af det samlede salg er særdeles følsom med hensyn til overlevelseshastighederne. Endvidere fremskrives bilparkens størrelse alene på baggrund af omkostningerne ved at købe og eje bil samt BNP pr. indbygger. Bilbestandsmodellen tager ikke højde for eventuelt opståede trængsel på vejene og tidsomkostninger forbundet med længere rejsetider med heraf potentielle modale skift som konsekvens. Ligeledes er valg af bilejerskab ikke påvirket af ændringer i vilkårene for andre transportformer, herunder omkostninger, ligesom modellen ikke kan opfange pludselige ændringer i foretrukken transportform, som fx covid-19 kan have afstedkommet.

Det bemærkes, at DTU's FLEETSIZEMODEL, som ligger til grund for fremskrivning af bilbestanden, er en makroøkonomisk ligevægtsmodel. Bilbestanden i basisåret, som der i Energistyrelsens fremskrivning kalibreres til, kan udelukkende antages at være tæt på den "ligevægtsbestand", som beregnes med FLEETSIZEMODELLEN. Metodeteoretisk betragtes bilbestanden i DTU's tidsserieestimering af modellen som en "stokastisk variabel", hvormed de faktisk observerede bilbestande i de givne år anskues som fluktuationer omkring en estimeret gennemsnitlig udvikling i bestanden (ligevægtsbestanden) på baggrund af de forklarende variable.

Angående usikkerheder knyttet til DTU's FLEETSIZE-model for udviklingen i den samlede bestand af personbiler, samt elasticiteter knyttet til de forklarende variable, henvises til DTU's dokumentation [1].

Angående usikkerheder vedrørende metode og vægtningskoefficienter, som indgår i bilvalgsmodellen, henvises til dokumentation offentliggjort af DTU [3].

2.2.3 Planlagt udvikling frem mod KF24

Frem mod KF24 er der planer og forventninger om følgende:

- Det forventes, at lastbilvalgsmodellen vil være under fortsat udvikling, ligesom Energistyrelsen løbende vil gennemgå og validere modellen og dens antagelser i forhold til implementering i kommende klimafremskrivninger. Sideløbende hermed, forventes Energistyrelsen i løbet af 2023 at offentliggøre et teknologikatalog for tung vejtransport, som vil kunne bidrage til kvalificering af modellen.
- Der vil blive arbejdet videre med at forbedre og validere metoden for fremskrivning af bilbestanden, herunder et 'naturligt' mætningspunkt i bestandsudviklingen og hvordan dette spiller sammen med antallet af biler pr. husstand, årskørsler og overlevelsesserater. Dette forløb vil så vidt muligt anvende viden og input fra et pågående arbejde under Transportministeriet, Vejdirektoratet og DTU med opdatering af Grøn Mobilitetsmodel, hvor der bl.a. kigges på fremskrivningen af bilejerskab og den geografiske opdeling heraf (opdateringen af Grøn Mobilitetsmodel har en planlagt tidshorisont frem til 2025).

Kapitel 3: Forudsætninger for vejtransporten

I modellerne for vejtransporten indgår en række forudsætninger, som dette kapitel beskriver. Indledningsvist gives et overblik over de seneste politiske aftaler for vejtransporten, som er indregnet i KF23. Dernæst beskrives antagelserne til de inputparametre, som er gældende på tværs af køretøjer, hvorefter der følger et afsnit med antagelser specifikt for lastbiler, busser, varebiler og motorcykler og et afsnit med antagelser vedrørende personbiler. Afslutningsvist gøres rede for antagelserne bag iblanding af VE-brændstoffer i benzin og diesel.

3.1 Frozen policy antagelser til KF23

I 2022 er indgået og vedtaget en række nye politiske aftaler med betydning for vejtransporten.

Tabel 3.1 giver en oversigt over de politiske aftaler i Danmark og EU vedtaget i 2022, som vedrører vejtransporten, og som er indregnet i fremskrivningen.

Det bemærkes, at *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* [4] indeholder en delvis omlægning af brændstofafgifterne på vejtransport (fra energiafgift til CO₂-afgift). Da der er tale om en omlægning og ikke en forhøjelse, hvor den præcise implementering endvidere endnu ikke er kendt, er aftalen ikke medtaget i tabellen.

Eventuelle yderligere afgiftstiltag for vejtransport vil blive behandlet i ekspertgruppen for en grøn skattereforms endelige rapport. Aftale om 'Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X strategi)' [5] vurderes ikke at have en ekstra effekt i transportsektoren uden yderligere regulering. I den udstrækning brændstoffer af denne type anvendes i transportsektoren vil de med den nuværende regulering blot erstatte biobrændstoffer. Denne substitution er der taget højde for i fremskrivningen, dog uden estimat af den præcise fordeling mellem de enkelte VE-brændstoftyper.

Tabel 3.1: Oversigt over nye politiske tiltag

Tiltag	Beskrivelse af tiltaget	Effekter af tiltaget
EU-tiltag		
<i>CO₂-forordning for nye person- og varebiler (stramning af den eksisterende CO₂-forordning (EU)2019/631, del af "Fit for 55") [6]</i>	Pålægger producenterne af person- og varebiler at reducere de gennemsnitlige udledninger fra nye solgte person- og varebiler i EU med hhv. 55% og 50% i 2030 ift. 2021 niveauet og 100% for både person- og varebiler i 2035 ift. 2021 med store bøder til følge, hvis kravene ikke overholdes.	Forordningen vil fremme salget af nulemissionskøretøjer i EU og påvirker derfor sammensætningen af nye person- og varebiler på teknologier og størrelser. Derudover kan forordningen få indflydelse på udviklingen af konventionelle køretøjs brændstofeffektivitet og/eller sammensætningen af salget af konventionelle køretøjer, ligesom den kan få betydning for størrelsen af brugtvogets importen og levetiden for eksisterende konventionelle køretøjer.
Danske tiltag		
<i>Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler (aftaletekst d. 24. juni 2022) [7]⁵</i>	<p>Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, som træder i kraft 1. januar 2025 og erstatter den eksisterende periodebaserede vejbenyttelsesafgift (Eurovignetten).</p> <p>Overordnet set bliver vejafgiften differentieret efter lastbilernes CO₂-udledning med en forhøjet afgiftssats i byer med miljøzoner. De omfattede lastbiler (afhængig af vægt) og det omfattede vejnet (hvor det offentlige vejnet er opdelt på statsvejnettet og kommunalt vejnet) øges gradvist.</p> <p>Dertil er der aftalt at gennemføre 11 initiativer, der giver mulighed for øget maksimalvægt eller – længde på tunge køretøjer.</p>	<p>Den kilometerbaserede vejafgift vil have en effekt på udviklingen i lastbilernes trafikarbejde (da kørselsomkostningen pr. kilometer øges) samt på teknologivalget og brændstofeffektiviteten af nye lastbiler (som følge af CO₂-differentieringen).</p> <p>De 11 initiativer til øget effektivisering af vejgodstransporten vil alt andet lige mindske trafikarbejdet, da lastbilerne vil kunne transportere mere gods pr. kørt kilometer.</p>

Der er generelt stor usikkerhed om, hvordan de to aftaler vil påvirke efterspørgslen på vejtransport i Danmark samt valg af køretøj (i forhold til teknologi, størrelse, energieffektivitet, mv.). Nedenfor redegøres for, hvordan aftalerne er håndteret i KF23.

CO₂-forordning for nye person- og varebiler

For så vidt angår stramningen af EU's CO₂-forordning er der i fremskrivningen lagt til grund, at producenterne af person- og varebiler vil leve op til CO₂-reduktionskravene i 2035. Det antages således, at salget af nye person- og varebiler i 2035 udelukkende vil bestå af nulemissionsbiler.

⁵ Det bemærkes, at skæringsdatoen for indregning af politiske tiltag er ved årsskiftet 2022/2023 og at der derfor er taget udgangspunkt i aftaleteksten fra 24. juni 2022. De ændrede takster fra aftaleteksten d. 29. marts 2023 er ikke indregnet.

Denne antagelse implementeres for personbiler via et begrænset teknologivalg i 2035 i Bilvalgmodellen.

I perioden frem mod 2035 kan forordningen forventes at medføre en række dynamiske effekter i forhold til bl.a. teknologi- og prisudviklingen af de forskellige teknologi- og størrelsessegmenter, sammensætning af nysalget samt brugtvognsimpport og –eksport af køretøjer. Reduktionskravene frem mod 2035 kan eksempelvis opfyldes ved en kombination af at sælge flere nul- eller lavemissionsbiler, flere mindre brændstofforbrugende konventionelle biler eller teknisk forbedring af energieffektiviteten for konventionelle biler generelt.

Med et stop for salg af nye person- og varebiler med forbrændingsmotorer i 2035 er incitamentet til at investere i energieffektivisering og nyudvikling af konventionelle biler formentligt mindsket betydeligt. Kravene vil derfor formentlig blive søgt opnået dels via et større salg af nul- og lavemissionsbiler og dels ved at fremme de mest brændstoføkonomiske konventionelle modeller. For at opnå dette, vil producenterne være nødsaget til at ændre i både deres produktionsportefølje og prissætningen heraf. Sammenhængen af disse mulige effekter er vanskelig at forudse.

Endelig gælder CO₂-reduktionskravene EU-niveau, og derfor kan forordningen have forskellig betydning for salget af person- og varebiler i de forskellige EU-lande, og forordningen dikterer derfor ikke nødvendigvis direkte fordelingen af salget på teknologier i Danmark. Dog med undtagelse af året 2035, hvor forordningen vil medføre samme fordeling af salget (ren nulemission) i alle landende.

Da det endnu er uvist, hvordan bilproducenterne og markedet vil reagere, og hvilke konsekvenser det har for pris- og teknologiudvikling, foretages der i KF23 for perioden frem mod 2035 ikke ændringer i antagelserne for overlevelseshastigheder, udvikling i energiintensiteten for konventionelle person- og varebiler eller den relative prisudvikling for elbiler i forhold til benzinbiler som følge af CO₂-forordningen.

Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler

Den kilometerbaserede vejafgift for lastbiler øger omkostningerne pr. kørt kilometer samtidig med, at de 11 initiativer til effektivisering af vejgodstransporten øger mulighederne for at transportere mere gods pr. lastbil. Dette vil alt andet lige reducere trafikarbejdet fra de omfattede lastbiler. Effekten på trafikarbejdet indregnes i KF23 i overensstemmelse med de af Skatteministeriet beregnede effekter. Endvidere vil CO₂-differeintieringen af afgiften øge incitamentet til at vælge nye og mere energieffektive lastbiler, herunder batterilastbiler. Denne effekt implementeres gennem indarbejdelse af afgiften i lastbilvalgsmodellen.

Øvrige tiltag

EU Kommissions "Fit for 55"-pakke indeholder en lang række forslag til reguleringsændringer med betydning for transportsektoren.

Et af forslagene med betydning for vejtransporten, som blev vedtaget i slutningen af 2022, er implementering af et separat kvotesystem "ETS til vejtransport og opvarmning af bygninger". Aftalen er stilet mod regulering af udledninger i forbindelse med brændstoffer anvendt i bygninger og til vejtransport, og er dermed rettet mod brændstoffleverandører frem for brugerne. Der

foreligger endnu ikke tilstrækkeligt konkrete aftaletekster og det har på den baggrund ikke været muligt at skønne over eventuelle effekter. Aftalen er derfor ikke indregnet i KF23.

Andre elementer i "Fit for 55"-pakken fordrer en efterfølgende national implementering. Først når en sådan er vedtaget, vil det kunne indregnes i fremskrivningen. Dette gælder f.eks. VE-direktivet, hvor der er en vis metodefrihed til opnåelse af de opstillede mål.

3.2 Tværgående forudsætninger bag KF23 forløbet

Dette delkapitel beskriver forudsætningerne i KF23 for de centrale parametre i fremskrivning af vejtransporten.

For alle køretøjstyper tages udgangspunkt i det statistisk opgjorte energiforbrug fra Energistyrelsens årlige Energistatistik [8], hvor energiforbruget er opdelt på transportform og brændsler.

Det seneste statistikår, 2021, vurderes dog ikke at udgøre et retvisende udgangspunkt for kalibrering af modellen som følge af covid-19's konsekvenser for energiforbruget i 2021. Udgangspunktet for kalibrering af fremskrivningen i KF23 vil således være 2019, ligesom det var tilfældet for både KF21 og KF22.

I rapporteringen vil fremskrivningen for årene 2020 og 2021 blive overskrevet med tal for 2020 og 2021 fra Energistatistikken, og første reelle fremskrivningsår vil derfor være 2022.

Køretøjsbestande

Køretøjsbestandene anvendes til beregning af trafikarbejdet i et referenceår, som fremskrivningen tager udgangspunkt i.

De faktiske (statistisk opgjorte) bestande af lastbiler, varebiler, busser og motorcykler for 2021 leveres af DTU. Bestandene er aggregeret på størrelse, teknologi og alder og tilpasses efterfølgende den opdeling, som indgår i FREM.

For personbiler anvendes data for 2022 indsamlet fra Bilstatistikken [9], som muliggør en mere detaljeret segmentopdeling end DTU's datasæt tillader.

Tabel 3.2: Bestanden af køretøjer ultimo i 2021 (og ultimo 2022 for personbiler)

År	Kilde	Køretøj	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	Gas	Brint
2021	Bilstatistik.dk (DBI IT A/S)	Personbiler	1.842.013	795.031	66.618	77.882	142	173
	DTU	Varebiler	36.762	332.858	2.632	784	144	3
	DTU	Lastbiler	245	42.462	56	0	329	3
	DTU	Busser	302	10.156	307	0	171	4
	DTU	Motorcykler	260.066	37	9.021	0	1	12
2022	Bilstatistik.dk (DBI IT A/S)	Personbiler	1.821.858	754.280	112.679	104.953	130	147

Årskørsler

Årskørslerne for lastbiler, varebiler og busser er dannet på baggrund af synsdata og leveret af DTU. De er opdelt på køretøjstype, størrelsessegment, teknologi og alder. For personbiler anvendes årskørsler estimeret af Danmarks Statistik i 2020. Disse estimater differentierer på diesel og øvrige drivmidler samt størrelse. Det antages, at nye køretøjer (alder = 0) indføres jævnt over et introduktionsår og dermed kører halvdelen af en fuld årskørsel.

Danmarks Statistik analyserede i 2020 data for personbilers årskørsler med henblik på at vurdere, om der, inden for de enkelte køretøjstyper og størrelser, var forskel i årskørslerne på tværs af teknologier. Konklusionen lød, at der ikke var tilstrækkeligt grundlag til at afgøre, om årskørslerne for el- og plugin-hybrid biler afviger signifikant fra årskørslerne for benzinbiler. Denne analyse er ikke siden blevet opdateret. Det antages derfor, at årskørslerne for el- og plug-in hybridbiler svarer til benzinbiler inden for samme størrelsessegment. Denne antagelse begrundes med, at der så vidt Energistyrelsen er bekendt med ikke foreligger analyser, der giver grundlag for at antage andet, og at der de seneste år er sket en betydelig udvikling, hvor elbilernes rækkevidde er øget, opladningstiden mindsket og infrastrukturen udbygget således, at elbiler i langt højere grad end tidligere kan bruges til samme formål som fossile biler.

Årskørsler for personbiler er vist i



Tabel 3.3. Efterfølgende falder årskørslerne 3 pct. som funktion af bilernes alder.



Tabel 3.3: Årskørsler [km/år] for 1 år gamle personbiler i 2021, fordelt på størrelse og teknologier

Størrelse	Benzin, BEV og PHEV	Diesel
Mikro	15.000	N/A
Lille	15.000	23.500
Mellem	17.500	25.000
Stor	21.000	28.500
Premium	22.500	27.500
LuksusOgSport	12.500	22.500

Årskørsler for øvrige køretøjer kan ses i

Tabel 3.4. Efterfølgende falder årskørslerne som udgangspunkt ca. 2 pct. om året som funktion af køretøjets alder.



Tabel 3.4: Årskørsler [Km/år] for 1 år gamle køretøjer i 2021, fordelt på køretøj, størrelse og teknologi

Kategori	Størrelse	Diesel	Benzin	BEV, PHEV, Gas og Brint
Varebiler	Alle	27.000	17.500	22.000
Lastbiler	Solo	N/A	N/A	65.500
Lastbiler	Solo <12t	36.000	N/A	36.000
Lastbiler	Solo >12t	81.500	N/A	81.500
Lastbiler	TT/AT*	N/A	N/A	137.000
Lastbiler	TT/AT >60t	147.000	N/A	147.000
Lastbiler	TT/AT 28-34t	80.000	N/A	80.000
Lastbiler	TT/AT 34-40t	131.500	N/A	131.500
Lastbiler	TT/AT 40-50t	145.000	N/A	145.000
Lastbiler	TT/AT 50-60t	163.000	N/A	163.000
Busser	Turistbus	47.000	N/A	47.000
Busser	Rutebus	130.500	N/A	130.500
Motorcykler	Alle	N/A	4.500	4.500

* TT/AT dækker over lastbiler med påhængsvogn og sættevognstrækkere

Vækstrater for trafikarbejdet

For lastbiler og varebiler er vækstraterne fastsat med udgangspunkt i udviklingen i trafikarbejdet beregnet i Transportministeriets Grøn Mobilitetsmodel [10]. Vejdirektoratet lavede i forbindelse med KF22 en fremskrivning af trafikarbejdet med (bassiscenarie) og uden effekten af besluttede nye infrastrukturprojekter i fremskrivningsperioden, hvilket dækkede over vej- og baneprojekter indeholdt i Infrastrukturplan 2035 [11]. Ligeledes blev der lavet en opgørelse af den historiske udvikling i trafikarbejdet med og uden infrastrukturprojekter. Vejdirektoratet har ikke lavet en ny fremskrivning til KF23 og der tages derfor udgangspunkt i den samme udvikling i trafikarbejdet, som anvendt til KF22.

Historisk set har infrastrukturudbygning bidraget mere til stigningen i trafikarbejdet end den effekt, der er estimeret i Grøn Mobilitetsplan for nye besluttede projekter i fremskrivningsperioden. Dette kan bl.a. skyldes, at Infrastrukturplan 2035 kun omfavner statsvejnettet, mens der samtidig kan

forventes en fortsat udbygning af vejnettet i regi af kommunerne. Der er derfor valgt en tilgang, hvor bidraget til trafikarbejdet i fremskrivningsperioden fra nye infrastrukturprojekter trækkes fra basisscenariet, hvorefter det historiske bidrag fra infrastrukturudbygning til udviklingen i trafikarbejdet tillægges.

Vækstraterne for lastbiler er efterfølgende nedjusteret i perioden 2025-2030 i forhold til den forventede effekt af 'Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler', som blev estimeret i forbindelse med udarbejdelse af aftalen i juni 2022. Der gælder samme afgiftssats for perioden efter 2030 og effekten af aftalen på trafikarbejdet er derfor holdt konstant efter 2030.

For busser og motorcykler anvendes en skønnet vækst i trafikarbejdet. For busser antages at trafikarbejdet for rutebusser er konstant, mens trafikarbejdet for øvrige busser antages at stige marginalt.

De gennemsnitlige årlige vækstrater anvendt i KF23 fremgår af tabel 3.5, opdelt på femårsintervaller (da fremskrivningen af trafikarbejdet for varebiler, lastbiler, busser og motorcykler tager udgangspunkt i det beregnede trafikarbejde i 2021, går første interval fra 2021). Det bemærkes at den gennemsnitlige årlige vækstrate for lastbiler i perioden 2021-2025 dækker over en stigning i trafikarbejdet til og med 2024 og et markant fald i trafikarbejdet i 2025 som følge af den kilometerbaserede vejafgift.

Tabel 3.5: Gennemsnitlige vækstrater (p.a.) for trafikarbejdet.

Køretøjstype	2021–2025	2025–2030	2030–2035
Varebiler	0,97%	0,73%	0,55%
Lastbiler	-1,61%	1,16%	1,06%
Busser	0,11%	0,11%	0,11%
Motorcykler	0,50%	0,50%	0,50%

For personbiler tager fremskrivningen som beskrevet udgangspunkt i en fremskrivning af bilbestanden, hvorefter en udvikling i trafikarbejdet beregnes ved hjælp af årskørsler. For at sikre konsistens med Vejdirektoratets fremskrivning af den overordnede udvikling i vejtransportens aktivitetsniveau, korrigeres personbilernes årskørsler således, at trafikarbejdet følger Vejdirektorats forventninger til udviklingen i personbilernes trafikarbejde. De gennemsnitlige årlige vækstrater for personbiler i KF23 er vist i tabel 3.6, opdelt på femårsintervaller (da fremskrivningen af personbilerne tager udgangspunkt i bilbestanden i 2022, og dermed det beregnede trafikarbejde i 2022, går første interval fra 2022). Trafikarbejdet i de historiske år 2019-2021 justeres efter trafikarbejdet angivet i Vejdirektoratets nøgletalskatalog [12]. Da trafikarbejdet i 2022 endnu ikke er opgjort, er det antaget, at trafikarbejdet i 2022 svarer til niveauet i 2019. Antagelsen afspejler en forventning om, at aktivitetsniveauet for personbiler i 2022 er tilbage på før covid-19-niveau.

Tabel 3.6: Gennemsnitlige vækstrater (p.a.) for personbilers trafikarbejde.

Køretøjstype	2022 – 2025	2025-2030	2030 – 2035
Personbiler	1,73%	1,21%	0,95%

Overlevelsesserater

Overlevelsesseraterne er for alle køretøjstyper etableret på baggrund af Motorregistret [13] og leveret af DTU.

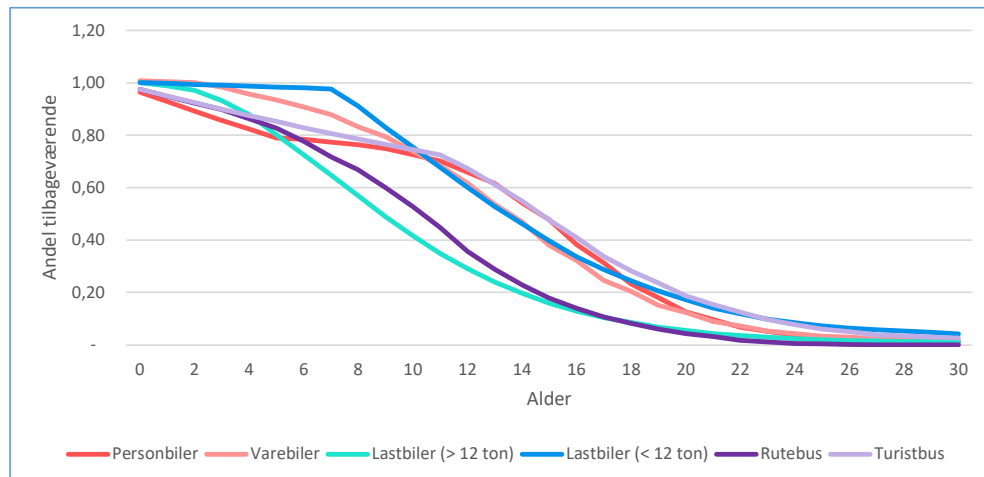
For personbiler gælder, at en betydelig del af nysalg indregistreres som leasingbiler, hvoraf en væsentlig andel eksporteres efter leasingperiodens udløb (typisk 1-5 år), hvormed de ikke længere indgår i den danske personbilsbestand. For at tage højde for dette foretages en mindre nedjustering af overlevelsesseraterne for personbiler i de første 5 år af deres levetid.

I KF23 er der for personbiler foretaget en løbende justering af overlevelsesseraterne i fremskrivningsperioden med henblik på at reducere det samlede salg af personbiler til et mere plausibelt niveau. Ved at øge antallet af køretøjer, som overlever hvert år, reduceres størrelsen af det nysalg, der skal til for at udfylde mankoen i den samlede bestand. Nedjusteringen sker på baggrund af en faglig vurdering begrundet i tilbagemeldinger fra KF22-høringsrunden om, at salget af personbiler, som blev præsenteret i KF22, sandsynligvis var overestimeret.

Det er værd at påpege, at justeringen af overlevelsesseraterne, som giver en effekt på det samlede nysalg af personbiler, udelukkende medfører en ændring i sammensætningen af bestanden og trafikarbejdet. Det fører ikke til en ændret samlet bestand, da denne allerede er estimeret i Bilbestandsmodellen. Justeringen leder heller ikke til en ændring i det samlede trafikarbejde, da dette efterfølgende korrigeres i forhold til Vejdirektoratets forventninger til væksten i trafikarbejdet.

For en simplificeret illustration er overlevelsesseraterne for forskellige køretøjstyper vist i figur 3.1 ved de afledte overlevelseskurver. De afledte overlevelseskurver angiver, hvor stor en andel af en nyregistreret årgang køretøjer, som efterfølgende er en del af bestanden. Jo flere år der går, fra køretøjerne er blevet indregistreret, dvs. jo højere en alder køretøjerne har, des mindre er andelen af årgangen, som fortsat indgår i bestanden. Effekten af, at et forholdsvis stort antal personbiler eksporteres inden for de første 5 år efter indregistrering, ses ved, at den afledte overlevelseskurve for personbiler ligger under de øvrige kurver for 1-5 år gamle køretøjer.

Figur 3.1: Overlevelseskurver afledt af overlevelsesraterne.



Middellevetider svarende til overlevelseskurverne i figur 3.1 er vist i tabel 3.7.

Tabel 3.7: Middellevetid for køretøjstyper.

Køretøj	Middellevetid (år)
Personbiler	13,5 (15,6 - uden korrektion for leasing)
Varebiler	13,9
Lastbiler (>12 ton)	10,3
Lastbiler (<12 ton)	14,5
Rutebus	10,7
Turistbus	14,6

Energiintensitet

Energiintensiteter for årene til og med 2021 er eksogene input, som leveres af DCE, og opdateres årligt på baggrund af nyeste tilgængelige data. Tabel 3.8 og tabel 3.9 viser energiintensiteterne gældende for 2021 for hhv. personbiler og øvrige køretøjer opdelt på størrelsessegment og teknologi. For personbiler har Energistyrelsen tilpasset energiintensiteterne fra DCE for benzin og diesel, da der her anvendes en anden segmentfordeling, end den som DCE kan levere.

Tabel 3.8: Energiintensiteter [MJ/km] for nye personbiler i 2021, fordelt på størrelse og teknologi. PHEV's energiintensitet er beregnet som 70:30 mellem en benzin og en BEV

Køretøj	Størrelse	Benzin	Diesel	BEV	PHEV
Personbil	A: Mikro	1,48	N/A	0,49	1,18
Personbil	B: Lille	1,74	1,66	0,54	1,38
Personbil	C: Mellem	1,98	1,96	0,59	1,56
Personbil	D: Stor	2,40	2,17	0,63	1,87
Personbil	E: Premium	2,62	2,33	0,68	2,04
Personbil	F: Luksus og Sport	4,12	3,22	0,75	3,11

Tabel 3.9: Energiintensiteter [MJ/km] for nye køretøjer i 2021, fordelt på køretøjer, størrelse og teknologi. PHEV's energiintensitet er beregnet som 70:30 mellem en benzin og en BEV

Category	Size	Benzin	Diesel	BEV	Brint	Gas	PHEV
Varebiler	Alle	1,83	2,65	0,79	N/A	3,24	1,52
Motorcykler	Alle	1,42	N/A	0,17	N/A	N/A	N/A
Busser	Rutebus	N/A	10,86	6,79	15,20	15,54	N/A
Busser	Turistbus	N/A	10,17	2,79	N/A	12,11	N/A
Lastbiler	Solo	N/A	N/A	2,58	6,01	N/A	N/A
Lastbiler	Solo <12t	N/A	4,62	N/A	N/A	4,54	N/A
Lastbiler	Solo >12t	N/A	8,35	N/A	N/A	9,53	N/A
Lastbiler	TT/AT	N/A	N/A	6,20	10,77	N/A	N/A
Lastbiler	TT/AT >60t	N/A	12,51	N/A	N/A	14,85	N/A
Lastbiler	TT/AT 28-34t	N/A	8,17	N/A	N/A	9,70	N/A
Lastbiler	TT/AT 34-40t	N/A	9,24	N/A	N/A	10,97	N/A
Lastbiler	TT/AT 40-50t	N/A	10,34	N/A	N/A	12,28	N/A
Lastbiler	TT/AT 50-60t	N/A	12,51	N/A	N/A	14,85	N/A

Energistyrelsen estimerer efterfølgende en udvikling i energiintensiteterne (se tabel 3.10), som anvendes i fremskrivningsperioden, baseret på vurderinger af den teknologiske udvikling, gældende regulering på EU-niveau samt trends i markedet for køretøjer. Metoden til fastlæggelse af udviklingen i energieffektiviteten for benzin- og diesel person- og varebiler er beskrevet nedenfor og svarer til metoden i KF22.

Med udgangspunkt i det indberettede data til European Environment Agency i forbindelse med EU's CO₂-forordning [14] beregnes de seneste europæiske salgsvægtede typegodkendte CO₂-emissioner per km fordelt på teknologier. Sammen med prognoser for de europæiske markedsandele for nul- og lavemissionsbiler baseret på Bloomberg's Electric Vehicle Outlook 2021 (EVO 2021) [15] beregnes den nødvendige energieffektivisering af benzin- og dieslbiler, som bilproducenterne må præstere for at opfylde CO₂-forordningens krav til nye person- og varebilers salgsvægtede CO₂-emissioner og dermed undgå bøder.

Ved revisionen af CO₂-forordning i forbindelse med FF55-pakken er CO₂-kravene for person- og varebiler blevet strammet fra hhv. 37,5 pct. og 30 pct. for person- og varebiler til hhv. 55 pct. og 50 pct. i 2030. Derudover er der tilføjet et 100 pct. CO₂-reduktionskrav i 2035 for både person- og varebiler.

Da prognoserne for de europæiske markedsandele for nul- og lavemissionsbiler fra Bloomberg fortsat beror på EVO 2021 (ligesom det var tilfældet i KF22), dvs. inden stramningen af CO₂-forordningen, er det sandsynligt, at metoden vil medføre en overvurdering af energieffektivitetsforbedringen af konventionelle biler, hvis der tages udgangspunkt i den reviderede CO₂-forordning (da markedsandelene for nul- og lavemissionsbiler i EVO 2021 forventeligt ligger lavere end de vil gøre i en ny prognose, som tager højde for de strammere CO₂-reduktionskrav). Forventningen er nærmere, at bilproducenterne i lyset af revisionen vil sætte flere kræfter ind på at få elektrificeret deres portefølje, så de samtidig sikrer, at de kan overholdet kravet i 2035. Der er derfor valgt at tage udgangspunkt i den tidligere CO₂-forordning (Regulation (EU) 2019/631 [16]) i forhold til effektivisering af konventionelle biler. I KF23 anvendes derfor samme udvikling i effektiviteten for konventionelle person- og varebiler som i KF22.

CO₂-forordningen for lastbiler er under revision, hvorfor der anvendes samme værdier som i KF22. Metoden til fastsættelse af udviklingen i energieffektiviteten er den samme som for person- og varebiler.

For busser og motorcykler baserer udviklingen sig på Energistyrelsens skøn. Der anvendes samme forløb i KF23 som i KF22.

Tabel 3.10 Forudsætninger for den årlige udvikling i energiintensiteten for benzin- og dieseldrøjetøjer

Benzin og Diesel	2022 – 2025	2026 – 2030	2031-2035
Personbiler	-0,6%	0%	0%
Varebiler	-2,2%	0%	0%
Lastbiler	-2,9%	-0,8%	-0,8%
Busser	-0,5%	-0,5%	-0,5%
Motorcykler	-0,3%	-0,3%	-0,3%

For elkøretøjer er der antaget en effektivitetsforbedring, som afspejler et teknologisk potentiale. Disse fremgår af tabel 3.11.



Tabel 3.11 Forudsætninger for den årlige udvikling i energiintensiteten for elkøretøjer

EI	2022 – 2035
Personbiler	-0,5%
Varebiler	-0,6%
Lastbiler	-0,5%
Busser	-0,2%
Motorcykler	-0,5%

Grænsehandel

Grænsehandel med transportbrændstoffer håndteres ud fra en antagelse om, at denne er uændret i forhold til seneste statistiske opgørelse af grænsehandel.

Skatteministeriet står for at vurdere omfanget af grænsehandel med brændstoffer. Der tages i KF23 udgangspunkt i Skatteministeriets seneste grænsehandelsrapport fra 2017 [17], hvor niveauet i 2016 for netto-grænsehandel med brændstoffer er estimeret (der både indføres og udføres brændstoffer).

Begrundelsen for en flad fremskrivning af grænsehandlen er, at der ikke foreligger oplysninger, der giver mulighed for reelt at fremskrive grænsehandlen, bl.a. fordi grænsehandlen både påvirkes af, hvad der sker i Danmark, men i høj grad også af, hvad der fremadrettet sker i landene omkring os, som kan påvirke tankningsmønstre især for den tunge transport. Dette omfatter ikke alene prisændringer, men også ændringer i regler for tung transport, regler for chauffører og ændret infrastruktur mv. Da vores nabolande er underlagt samme overordnede regulering fra EU's side, er det også en antagelse, at nettoeffekten af den løbende implementering af EU's direktiver mv. ikke giver anledning til de store grænsehandelsudsving på den lange bane.

Fremtidig regulering i Danmark og vore nabolande kan således både lede til øget og reduceret grænsehandel, men er vanskelig at forudsige og kvantificere.

3.3 Forudsætninger særskilt for lastbiler, varebiler, busser og motorcykler

Fordeling af nye lastbiler, varebiler, busser og motorcykler på teknologier og størrelser

Lastbiler

For fordelingen af nye lastbiler på teknologier og størrelser foretages med udgangspunkt i en lastbilvalgsmode, der er udviklet af Transportministeriet. Lastbilvalgsmode, er beskrevet i notatet "Dokumentation af lastbilvalgsmode, – version 1.0" på hjemmesiden under "øvrige materiale" (jf. "KF23 forudsætningsnotater, tilhørende dataark og øvrige materiale"). I fremskrivningen tages højde for den gældende regulering. Endvidere er effekten af 'Aftale om udmøntning af pulje til grøn transport' [18], som forventes udmøntet inden udgangen af 2022,

indregnet. Der forventes med puljen et mindre antal batterilastbiler ekstra i forhold til, hvad der ellers ville være tilfældet.

Da Transportministeriets model ikke inkluderer gaslastbiler, og idet modellen ikke leder til nogen indfasning af brintlastbiler⁶, er modelresultaterne i KF23 justeret, så der fremkommer en marginal salgandel af gas- og brintlastbiler og en tilsvarende proportional reduktion i andelen af batteri- og diesellastbiler i modellen. En yderligere tilpasning er foretaget for at tage hensyn til de batterilastbiler, der som nævnt introduceres som følge af tilskudspuljen til køb af grønne lastbiler.

Det antages, at gaslastbiler vil udgøre 1,3% af det samlede lastbilmarked frem til 2030. Derefter forventes deres andel af salget at falde lineært med 50 pct. mellem 2030 og 2035. Den årlige salgandel på 1,3% er gennemsnittet af salget af gaslastbiler i 2020 og 2021. Salget af gaslastbiler i 2022 er ikke anvendt på grund af afbrydelsen i gasforsyningerne fra Rusland som følge af de geopolitiske konflikter. Udviklingen i salget af brintlastbiler er baseret på en forventning om, at brint formentligt vil komme til at spille en rolle i særlige segmenter af den tunge vejtransport.

I forbindelse med anvendelsen af lastbilvalgsmodellen til fremskrivning af salgsfordelingen i KF23 er der foretaget en oversættelse af modellens 9 lastbilklasser og 6 drivlinetyper til klassificeringen anvendt i Energistyrelsens modelsetup, FREM, der fremgår af tabel 2.1.

Varebiler

Forventningerne til salgandelen for elvarebiler tager i de første fremskrivningsår udgangspunkt i den faktiske (statistisk opgjorte) salgandel i Danmark. Salget forventes at stige, men udviklingen forventes at gå langsommere end for personbiler, særligt i starten af fremskrivningsperioden. Udvalget af elvarebiler er begrænset samtidig med, at prisen for en elvarebil er væsentligt højere end prisen for en fossildreven varebil. Sammenlignet med personbiler er registreringsafgiften for varebiler betydeligt mindre, hvorfor afgiftslempelser for elvarebiler ikke slår igennem på anskaffelsesprisen på samme måde som for personbiler. Den europæiske CO₂-forordning for lette køretøjer [6], som stiller krav til CO₂-udledningerne fra nye varebiler, forventes dog at sætte skub i den teknologiske udvikling og være med til at øge udbuddet og presse priserne nedad. Samtidig vil elektriske varebiler kunne drage nytte af den igangværende udrulning af ladeinfrastruktur. Revisionen af CO₂-forordningen per 2022 forventes at give producenterne yderligere incitament til omstilling mod elektriske varianter. I revisionen strammes reduktionskravet i 2030 fra 31 pct. til 50 pct. og tilføjer derudover et 100 procent CO₂-reduktionskrav i 2035, hvilket effektivt udelukker muligheden for nysalg af benzin- og dieselvarebiler fra 2035.

Busser

For busser baserer den forventede teknologifordeling sig på Energistyrelsens faglige vurdering og industriens egne forventninger til udviklingen. Fremskrivningen tager højde for de senest indgåede aftaler, som har betydning for den grønne omstilling af busser.

⁶ Brintkøretøjer dækker i KF23-sammenhæng over køretøjer, der drives med brændselscelle og elmotor. Brint kan også anvendes i en forbrændingsmotor (Internal Combustion Engine), men denne teknologi er ikke overvejet i forbindelse med KF23. Tilsvarende dækker elkøretøjer i KF23 over køretøjer, der drives med batteri og elmotor



Trafikselskaberne er i fuld gang med den grønne omstilling via målrettede udbud, hvor vilkår for eldrift er mere favorable end dieseldrift. Derfor sker der en inddragelse af trafikselskabernes forventninger til fremtidige udbud af busdrift i fastlæggelsen af indfasningen af nye teknologier i fremskrivningen. Der forventes en elektrificering af særligt rutebusser i byerne.

Den daværende regering indgik i 2021 en udvidelse af klimasamarbejdsaftalerne med en række kommuner og regioner, som forpligter sig til en ambitiøs omstilling af den kollektive bustrafik [19], og som led i "Aftale om infrastrukturplan 2035" [11] blev der afsat en pulje på 250 mio. kr. til den kollektive bustrafik og flextrafikken. Begge disse puljer medvirker til at fremme den grønne omstilling af busserne.

Motorcykler

For motorcykler, som udgør en begrænset del af energiforbruget og udledningerne, er omstillingen til el fortsat begrænset. Motorcykler har lange levetider, hvilket gør omstillingsperioden betydeligt længere end for øvrige køretøjstyper. Desuden er elektrificering af motorcykler udfordret af andre forhold. Motorcykler er fx teknisk set mere følsomme i forhold til batteriernes vægt end øvrige køretøjstyper, og idet drivlinen udgør en stor del af motorcyklers samlede pris, har en dyrere drivline langt større effekt på motorcyklers samlede pris end på eksempelvis personbiler. Derudover er produktionsvolumen lavere og der er endnu ingen regulering på EU-niveau, som sætter reduktionskrav til udledningerne fra motorcykler, og fremmer elektriske motorcykler.

I KF23 forventes dog, at der vil være en vis elektrificering af motorcykler i fremskrivningsperioden, som følge af den generelle trend i transportsektoren.

3.4 Forudsætninger særskilt for personbiler

Andel af plug-in hybrid kørsel på el

Andelen af plug-in hybridbilers årskørsel, som forventes tilbagelagt ved brug af el frem for konventionelle brændstoffer, anvendes til beregning af brændstofforbruget for plug-in hybridbiler. Der er i KF23 antaget en 30:70 fordeling af plug-in hybridbilernes årskørsel på hhv. el og benzin. Denne antagelse baseres på en rapport fra COWI udgivet i februar 2022 [20]. I rapporten når COWI frem til et brændstofforbrug, angivet som km/liter (jf. tabel 8 i rapporten), på 15,2 km/liter for en benzinbil og 21,0 – 23,7 km/liter for en plug-in hybridbil. Energistyrelsen vurderer, at dette svarer til en kørsel på el på omkring 28–36 pct. og antager på den baggrund, at plug-in hybridbiler kører 30 pct. af deres kørsel på el.

Tidligere I KF har der været antaget en fordelingen på 50:50. Denne antagelse blev understøttet af en spørgeskemaundersøgelse fra marts 2022, udført af Skatteministeriet i samarbejde med Danmarks Statistik, om danskernes brug af plug-in hybridbiler, som indikerer, at ca. halvdelen af kørslen er elektrisk [21]. Endvidere viser en opdatering fra 2022 af et tidligere studie fra ICCT, at andelen i Danmark ligger inden for et interval på ca. 45-60% afhængig af den elektriske rækkevidde, hvor det globale vægtede gennemsnit ligger på 45-49% [22]. Ovenstående estimer er baseret på privatbiler, mens andelen af plug-in hybridbilers kørsel på el er lavere for firmabiler.

Ændringen fra 50 til 30 pct. kørsel på el skyldes, at studiet udført af COWI på vegne af Vejdirektoratet er fortaget på konkrete danske biler under danske forhold. Derudover har Energistyrelsen tidligere fået kritik for 50:50 antagelsen, fordi mange danske plug-in hybridbiler er firmabiler, hvorfor 50 pct. vurderes at være en overestimering.

Brugtvognsimport af personbiler

Brugtvognsimporten er i hele fremskrivningsperioden fastholdt på niveauet for brugtvognsimporten i 2021. Data for brugtvognsimporten fås fra Bilstatistikken [9]. I fremskrivningsperioden antages det, at fordelingen af brugtbilimporten på teknologi vil følge nybilsalgets udvikling i forhold til andelen af elbiler med en mindre forsinkelse. Der er ikke lavet en konkret vurdering af, om EU's CO₂-forordning for person- og varebiler kan få betydning for brugtvognsimporten.

Omkostninger

Anskaffelsespris [kr.]

Bilkøberens anskaffelsespris (købspris) ved køb af en bil i et givent år er resultatet af bilens pris før afgift og den for året gældende registreringsafgift.

Før-afgiftspriserne for referenceåret er dannet med udgangspunkt i et datasæt fra Motorregistret [13] (bearbejdet af Skatteministeriet i 2022) med detaljeret information om bilmærker, -serier og -varianter solgt i Danmark, herunder oplysninger om før-afgiftspriser og salgstal. Til KF23 anvendes data for 2022, hvor før-afgiftspriserne beregnes som salgsvægtede gennemsnitspriser.

De beregnede før-afgiftspriser fremgår af tabel 3.12.

Tabel 2: Bilpriser før registreringsafgift (inklusive moms) i 2022 [kr.]

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	89.394	N/A	N/A	221.676
Lille	134.228	171.201	245.493	254.409
Mellem	180.868	217.763	287.511	393.449
Stor	231.049	276.286	382.488	478.469
Premium	323.430	311.105	473.007	698.871
Luksus og Sport	629.096	666.304	1.009.704	942.771

Priserne før registreringsafgift dækker over produktionsprisen plus omkostninger hos bilimportør og bilforhandler samt avance i de tre led (producent, importør og forhandler).

I fremskrivningen af bilpriserne er der ikke taget højde for, at den nye CO₂-forordning kan have en effekt på priserne af de forskellige teknologier og størrelser.

Prisen før registreringsafgift for benzin- og dieslbiler fastholdes (idet der regnes i faste priser), da markedet herfor er veludviklet, og der ikke forventes væsentlige ændringer i produktionsprisen.

Udviklingen i prisen før registreringsafgift for el- og plug-in hybridbiler dækker over forskellige udviklingsforløb for produktionsprisen samt for omkostninger og avancer i de forskellige led. Fremskrivningen af de enkelte elementer er forbundet med stor usikkerhed, hvoraf udviklingen i produktionsprisen, herunder batteriprisen, slår mest igennem. Fremskrivningen af priserne blev foretaget i 2020 i et samarbejde med sekretariatet for kommissionen for Grøn omstilling af personbiler (herefter Bilkommissionen). Prisudviklingen i Bilvalgsmodellen i KF23 bygger således grundlæggende på de samme forudsætninger, som Bilkommissionens forløb for prisudviklingen.

Den samlede pris før registreringsafgift på elbiler forudsættes at falde med ca. 3 % p.a. relativt til benzin- og dieslbiler mod en minimumspris på 10% under prisen for en benzinbil i samme segment. Produktionsprisen for elbiler antages dermed, som følge af en mere simpel mekanisk produktionsplatform, på længere sigt at blive lavere end produktionsprisen for tilsvarende konventionelle biler.

For plug-in hybridbiler forudsættes et samlet prisfald på ca. 1,5 % p.a. mod en minimumspris på 10% over prisen for en benzinbil i samme segment. Fremstillingsprisen for plug-in hybridbiler antages dermed, som følge af den dobbelte drivlinje med både en forbrændingsmotor og elmotor, på længere sigt at være højere end tilsvarende konventionelle biler.

Der henvises til Bilkommissionens første delrapport for yderligere detaljer forbundet med forudsætninger for prisudviklingen for el- og plug-in hybridbiler, herunder for de enkelte priselementer [2].

Registreringsafgiften beregnes på baggrund af afgiftsreglerne pr. 1. januar 2023.

Omkostninger ved ejerskab [kr. per år]

Omkostningerne omfatter ejeravgift (samt udligningsafgift for dieslbiler) og forsikringsomkostninger. Omkostningerne forbundet med ejeravgift og udligningsafgift beregnes i modellen på baggrund af bilernes NEDC brændstoffeffektivitet (biler indregistreret før 1. juli 2021) eller CO₂-udledning (biler indregistreret 1. juli 2021 og frem) sammen med fremskrivningsårenes gældende afgiftstakster.

Anvendelsesomkostninger [kr. per kilometer]

Anvendelsesomkostningen for bilerne baseres på en 'faktisk' energieffektivitet i kombination med priser på brændstof og elektricitet.

Elbilejere forventes i betydeligt omfang at tilslutte sig abonnementsordninger med kombinationer af en fast månedlig ydelse og en fast pris på forbrug - eventuelt med fri opladning. Omkostninger forbundet med opladning bliver dermed en sammenvægtning af både en årlig "Omkostning ved ejerskab" og en "Anvendelsesomkostning". I den aktuelle fremskrivning er dette repræsenteret i de anvendelsesmæssige omkostninger med en "effektiv elafgift" på 25 øre/kWh.

I anvendelsesomkostningen tillægges yderligere en kilometerbaseret omkostning forbundet med vedligehold/slitage, hvor det er lagt til grund, at udgiften for en elbil udgør 0,25 kr./km, svarende til halvdelen af udgiften for en konventionel bil (som er fastsat til 0,5 kr./km, på linje med Transportøkonomiske enhedspriser [23]). For en plug-in hybridbil forudsættes udgiften 10 pct. højere end konventionelle biler, dvs. 0,55 kr./km, som følge af den kombinerede teknologi. Dette er ud fra en betragtning om at elbiler forventes at have lavere vedligeholdelsesomkostninger end

konventionelle biler, da elbilernes drivlinje indeholder markant færre bevægelige og slidbare dele, hvorimod plug-in hybridene, som både har en brændstof- og elmotor, må forventes at have øgede vedligeholdelsesomkostninger.

Øvrige bilkarakteristika

Elektrisk rækkevidde

I modelleringen indgår forudsætninger om rækkevidden på elektricitet for el- og plug-in hybridbiler. Rækkevidderne og udviklingen i disse er forudsat som vist i tabel 3.13.

Tabel 3.13: Elektrisk rækkevidde for BEV og PHEV (km)

Teknologi	Segment	2022	2025	2030	2035
BEV	Mikro	290	320	370	410
	Lille	360	400	470	520
	Mellem	460	520	600	660
	Stor	510	550	610	670
	Premium	600	660	730	800
	Luksus og Sport	550	600	670	740
	PHEV	Lille	50	60	70
	Mellem	60	70	80	90
	Stor	70	80	100	110
	Premium	60	70	90	100
	Luksus og Sport	70	80	100	110

Anm.: Der er antaget en udvikling i den elektriske rækkevidde på hhv. 4%, 3% og 2% i perioden 2022-2025, 2025-2030 og 2030-2035 for Mikro, Lille og Mellem segmenterne. For Stor, Premium og LuksusOgSport er der antaget hhv. 3%, 2% og 2% i perioden 2022-2025, 2025-2030 og 2030-2035. For PHEV er der skønnet for alle størrelsessegmenter, hhv. 5%, 4% og 2% i 2022-2025, 2025-2030 og 2030-2035.

Rækkevidderne i 2022 er baseret og skønnet på baggrund af data fra Bilstatistikken [9], hvor der er anvendt elektrisk rækkevidde (angivet efter WLTP) for de i 2022 solgte el- og plug-in hybridmodeller. Det bemærkes, at rækkevidderne angiver den maksimalt opnåelige rækkevidde under WLTP testforhold. Den faktiske oplevede rækkevidde afhænger af kørestil og kørselsmønster samt ikke mindst af klimatiske forhold som omgivelsestemperatur og luftfugtighed.

Rækkevidderne forventes at vokse som følge af udviklingen i batteriteknologien. Den forventede forøgelse af rækkevidderne er imidlertid en kompliceret teknisk og økonomisk balance mellem bl.a. batteriernes pris [kr./kWh] og energitæthed [kWh/kg], batterikapaciteten [kW] og bilens samlede vægt. Yderligere skal disse elementer afvejes i forhold til producenternes behov for avancer og bilernes samlede pris i forhold til bilkøbernes betalingsvillighed for rækkevidde. Disse overvejelser bidrager til antagelsen om, at forøgelsen af den elektriske rækkevidde forventes at være relativt mindre over fremskrivningsperioden i forbindelse med, at køretøjerne opnår en elektrisk

rækkevidde, som tilsvarende langt de fleste forbrugeres daglige behov, hvorefter udvikling af batteriet kan forventes at gå mod reduktion af pris og vægt.

Det forudsættes, at udviklingen i batteriteknologi og batteripriser medfører en forholdsvis større stigning i rækkevidden på elbiler i de mindre bilsegmenter sammenholdt med elbiler i de større bilsegmenter. Forudsætningen bygger på en antagelse om, at efterspørgslen på øget rækkevidde er størst for bilkøberne af de mindre elbiler, hvor rækkevidden i dag er lavere. For elbiler i de større bilsegmenter forventes den teknologiske udvikling i form af højere energitæthed, og en deraf lavere vægt pr. batterikapacitet, først og fremmest at slå igennem på priserne og relativt mindre på rækkevidden. Det er antaget, at rækkevidderne vokser lineært mellem de forudsatte rækkevidder i 2022 og de skønnede fastsatte rækkevidder i hhv. 2025, 2030 og 2035.

Typogodkendte CO₂-emissioner [g CO₂/km]

CO₂-emissioner for benzin-, diesel- og plug-in hybridbiler er beregnet på basis af bilernes typogodkendte emissioner ifølge Bilstatistikken [9]. Forudsætninger for fremskrivning af emissionerne følger forudsætningerne for fremskrivning af energieffektiviteten, som er beskrevet i afsnit 0. De typogodkendte emissionerne ses i tabel 3.14.

Tabel 3: WLTP CO₂-emission per km i året 2022 (g CO₂/km).

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	111	N/A	N/A	0
Lille	123	126	34	0
Mellem	133	134	30	0
Stor	156	146	29	0
Premium	163	147	35	0
Luksus og Sport	209	186	44	0

Acceleration

I Bilvalgsmodellen indgår indflydelsen af bilernes acceleration som en præferenceparameter. I fremskrivningen er der ikke antaget ændringer i bilernes accelerationer over tid og disse fastholdes, for hvert segment og teknologi, på tilordningerne som vist i tabel 3.15.

Tabel 4: Personbilernes forudsatte acceleration [sek. til 100 km/t].

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	13	13	10	10
Lille	13	13	9	9
Mellem	13	13	8	8
Stor	11	11	8	8
Premium	9	9	7	7
Luksus og Sport	9	9	6	6

Selvom bilernes acceleration fastholdes over tid, har parameteren betydning for det simultane valg på tværs af både segmenter og teknologier.

Baggagerumsstørrelse

I Bilvalgsmodellen indgår endvidere betydningen af, i hvilket omfang bilerne kan medbringe baggage. Modellen skelner mellem 5 kategorier: Meget lille, Lille, Mellem, Stort og Ekstra stort baggagerum, hvor kategorierne er tilknyttet de numeriske værdier: 1, 2, 3, 4 og 5.

I fremskrivningen forudsættes bilernes baggagerumsstørrelse ikke at ændre sig over tid og fastholdes, for hvert segment og teknologi, på tilordningerne som vist i tabel 3.16.

Tabel 5: Baggagerumsstørrelse angivet ved numerisk værdi.

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	1	1	1	1
Lille	2	2	2	2
Mellem	3	3	3	3
Stor	4	4	4	4
Premium	5	5	5	5
Luksus og Sport	5	5	5	5

Note: Kategorien luksus og sport er i modellen slået sammen som én kategori, selvom de kan variere på nogle parametre, eksempelvis baggagerumsstørrelse. De udgør dog en lille andel af bilbestanden.

Selvom størrelsen af baggagerummene ikke ændrer sig over tid, har parameteren betydning for Bilvalgsmodellens simultane valg på tværs af både segmenter og teknologier.

Ladeinfrastrukturen

Den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur har indflydelse på udbredelsen af elbiler og indgår som en parameter i Bilvalgsmodellen. Jo bedre mulighederne er for at oplade en elbil i det offentlige rum, både for bilejere uden mulighed for privat opladning og i forbindelse med længere ture, des flere bilejere vil kunne få dækket deres kørselsbehov med en elbil.

Forudsætningerne for og karakteriseringen af ladeinfrastrukturen er i historiske år baseret på hhv. Vejdirektoratets (2019 og 2020) og Transportministeriet/Færdselsstyrelsens (2021 og 2022) opgørelser. Det bemærkes, at data ikke nødvendigvis er fuldstændige og at der er usikkerhed omkring disse opgørelser.

Dataet omfatter indsamlet information om positioner, antal ladestik (ladepunkter) på de geografiske positioner samt typen (ladeeffekten) for opladerne. I Energistyrelsens anvendelse af denne information skelnes mellem langsomme ladepunkter (Slow Charger's , <50 kW) og hurtige ladepunkter (Fast+ Charger's , >= 50 kW), som det fremgår af tabel 3.17.

Tabel 3.17: Forudsætninger for omfanget af ladeinfrastruktur.

Opladertype	Antal	2019	2020	2021	2022	2025	2030	2035
Langsomme (< 50 kW)	Lokaliteter	850	1.193	1.012*	1.907*	2.200	3.200	4.200
	Ladepunkter	2.200	2460	4.173	7.555	35.000	70.000	90.000
Hurtige og superhurtige (>= 50 kW)	Lokaliteter	165	174	179*	337*	350	400	450
	Ladepunkter	230	275	571	1.204	5.000	10.000	13.000

*Fordelingen af ladelokaliteter på hhv. hurtig og langsomme ladestandere har ikke været tilgængelige for årene 2021 og 2022. Disse er derfor skønnet på baggrund af fordelingen i 2019 og 2020 (hvor ca. 85 pct. af ladelokaliteterne var langsomme og ca. 15 pct. hurtige).

Udbydere af offentligt tilgængelig ladeinfrastruktur har planer for udbygning af deres respektive ladenetværk de kommende år, ligesom traditionelle tankstationer i stigende grad forventes at tilbyde oplademuligheder. Derudover blev der i forbindelse med "Aftale om infrastrukturplan 2035" [11] og "Udmøntning af pulje til grøn transport" [18] afsat midler til investeringer i den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur. Endvidere er kommunernes og regionernes muligheder for at medfinansiere, og dermed fremme, opsætningen af offentligt tilgængelige ladestandere forbedret med "Aftale om regulering af ladestandermarkedet" [24]. Fremskrivningen af ladeinfrastrukturen og den forudsatte vækst i udbygningen afspejler bl.a. disse politiske aftaler og afsatte midler.

Den kvantitative opgørelse af ladeinfrastrukturen er ikke nødvendigvis den samme som bilkøbernes *opfattelse* af ladeinfrastrukturen. I det følgende redegøres for, hvorledes den forudsatte vækst i og omfanget af den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur er omsat til, hvordan udviklingen i infrastrukturen forventes at blive opfattet af bilkøberne.

Det skal således understreges, at det er den gennemsnitlige bilkøbers *opfattelse* af ladeinfrastrukturens karakteristika og kvalitet, som indgår i Bilvalgsmodellen, og ikke de faktiske geografiske forhold og de faktiske afstande, ledighedsfrekvenser og ladehastigheder. Ligeledes understreges det, at modellen for repræsentation af ladeinfrastrukturens "kvalitet" er i en udviklingsfase.

Den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur har størst betydning for den andel af bilkøberne, som ikke har mulighed for opstilling af ladestandere på privat grund, hvilket på baggrund af data fra Danmarks Statistik antages at være 25 pct. [25]⁷.

Afstand mellem bolig og offentlige ladestandere (langsomme)

Bilkøberens opfattelse af afstanden, D_{slow}^y , mellem boligen (eller arbejdspladsen) og placeringen af den langsomme parkeringsopladning beregnes endogent i modellen og antages at falde med den forudsatte udbygning af den (langsomme) ladeinfrastruktur og dermed antallet, $N_{slowlocation}^y$, af opladelokaliteter i fremskrivningsåret, således at:

$$D_{slow}^y = D_{slow}^{2019} \cdot \left(\frac{N_{slowlocation}^{2019}}{N_{slowlocation}^y} \right)$$

Det forudsættes således, at opfattelsen af afstanden aftager omvendt proportionalt med antallet af opladelokaliteter. Opfattelsen af afstanden i 2019, D_{slow}^{2019} , er ud fra Energistyrelsens vurdering sat til 1500 meter.

Ledighedsfrekvens for offentligt tilgængelige ladepunkter (langsomme)

Ledighedsfrekvensen ved offentligt tilgængelige ladestandere er i Bilvalgsmodellen knyttet til antallet af offentligt tilgængelige ladepunkter (oplademuligheder ved ladestanderne) sammen med efterspørgslen på opladning foranlediget af den aktuelle bestand af elbiler.

Ledighedsfrekvensen, ω_{slow}^y , beregnes endogent i modellen og antages at skalere lineært med antallet af opladepunkter, $N_{slowpoint}^y$, per antal opladelokaliteter, $N_{slowlocation}^y$, og omvendt proportionalt med BEV-bestanden, B_y , i fremskrivningsåret y således, at:

$$\omega_{slow}^y = \omega_{slow}^{2019} \cdot \left(\frac{N_{slowpoint}^y / N_{slowlocation}^y}{N_{slowpoint}^{2019} / N_{slowlocation}^{2019}} \right)^\kappa \cdot \left(\frac{B_{2019}}{B_y} \right)^\chi$$

Eksponenterne κ og χ er "elasticiteter", som af Energistyrelsen er sat til henholdsvis $\kappa = 1$ og $\chi = 1/2$. Opfattelse af ledighedsfrekvensen i 2019, ω_{slow}^{2019} , vurderes og fastsættes til 25 %.

Afstand mellem ladestandere (hurtige) på det overordnede vejnet

Ved fremskrivningen antages det, at den opfattede gennemsnitsafstand, D_{fast}^y , mellem de hurtigere ladestanderes placering tilnærmelsesvist skalerer omvendt proportionalt med antallet af lokaliteter med hurtigopladningsmuligheder, $N_{fastlocation}^y$, således, at:

$$D_{fast}^y = D_{fast}^{2019} \cdot \left(\frac{N_{fastlocation}^{2019} - 1}{N_{fastlocation}^y - 1} \right)$$

⁷ Der anvendes data for familier, som har købt ny bil i 2018, 2019 og 2020. Det antages at der ikke er mulighed for opstilling af ladestander på privat grund for boligtyperne etageboliger, kollegier og andre typer af boliger.

Opfattelse af gennemsnitsafstanden i 2019, D_{fast}^{2019} , vurderes og fastsættes af Energistyrelsen til 100 km.

Ledighedsfrekvens for ladestandere (hurtige) på det overordnede vejnet

I lighed med ledighedsfrekvensen for offentligt tilgængelige langsomme opladepunkter er ledighedsfrekvensen for offentligt tilgængelige hurtige opladepunkter i Bilvalgsmodellen knyttet til antallet af offentligt tilgængelige opladepunkter (oplademuligheder ved ladestanderne) sammen med efterspørgslen på opladning foranlediget af den aktuelle bestand af elbiler.

Ledighedsfrekvensen, ω_{fast}^y , beregnes således endogen i modellen og antages at skalere lineært med antallet af oplademuligheder, $N_{fastpoint}^y$, per antal opladelokaliteter, $N_{fastlocation}^y$, og omvendt proportionalt med BEV-bestanden B_y i året y :

$$\omega_{fast}^y = \omega_{fast}^{2019} \cdot \left(\frac{N_{fastpoint}^y / N_{fastlocation}^y}{N_{fastpoint}^{2019} / N_{fastlocation}^{2019}} \right)^\phi \cdot \left(\frac{B_{2019}}{B_y} \right)^\psi$$

Eksponenterne ϕ og ψ er "elasticiteter", som af Energistyrelsen er sat til henholdsvis $\phi = 1$ og $\psi = 1/2$. Opfattelsen af ledighedsfrekvensen, ω_{fast}^{2019} , vurderes og fastsættes af Energistyrelsen til 25 % i 2019. Det antages således, at bilkøberens opfattelse af disse opladningsmuligheder i 2019 er, at de kun i nogen udstrækning opfattes som tilgængelige ved behov, eksempelvis i forbindelse med længere køreture.

Opladehastighed for ladestandere (hurtige) på det overordnede vejnet

Opladehastigheden udtrykkes i modellen ved det antal rækkeviddekilometer, som kan opnås ved opladning på 10 minutter.

Opladehastighederne for de hurtige ladestanderne er skønnet og fastsat på baggrund af oplysninger fra FDEL [26]. En effekt på 50 kW giver typisk omkring 35 kilometer per 10 min, mens superladere med ladeeffekter på over 200 kW giver mulighed for op mod 200 km ved 10 minutters opladning.

Med en forventet udbredelse af "Fast Charger's", men også "Extra Fast Charger's" og "Ultra Fast Charger's", vil den gennemsnitlige opladehastighed på det overordnede vejnet generelt forøges.

Elbiler i de forskellige segmenter ventes ikke at få ligelig gavn af en generel gennemsnitlig forøgelse af ladeeffekten ved hurtig opladning, idet ikke alle elbiler vil være udstyret med dertil indrettet teknologi og batteri. Den påkrævede teknologi ventes hovedsageligt udbredt i de større bilsegmenter.

Dette forhold er i forudsætningerne afspejlet ved en forudsat maksimal opnåelig opladehastighed i segmentet, jf. tabel 3.18. Ligeledes afspejles dette i den forudsatte gennemsnitlige opladehastighed for segmenterne i 2019.

Tabel 3.18: Opladehastigheder ved hurtigladere [km per 10 min opladning].

Segment	Maksimal Ladehastighed	Gennemsnitlig Ladehastighed	2019	2025	2030	2035
Mikro	45	+ 10% p.a.	35	45	45	45
Lille	80		35	62	80	80
Mellem	175		35	62	100	160
Stor	200		40	71	114	180
Premium	250		45	80	128	205
Luksus og Sport	250		45	80	128	205

Opladehastigheden, X_s^y , beregnes dermed som:

$$X_s^y = \min[X_s^{max}, X_s^{2019} \cdot (1 + \rho)^{(y-2019)}]$$

hvor X_s^{max} er den maksimale opladningshastighed og ρ er væksten p.a. af den gennemsnitlige opladehastighed, som i basisåret 2019 er X_s^{2019} for BEV'er i segmentet s .

Andre forudsætninger

Sortiment

I Bilvalgsmodellen indgår, udover ovennævnte karakteristika for bilerne, også det forhold, at der i dag er betydelig forskel i sortimentet mellem de forskellige teknologier.

Hver af de 22 biltyper, der indgår i Bilvalgsmodellen, repræsenterer i virkelighedens verden en række mærker, serier, modeller og varianter (og dermed muligheder for at vælge) inden for hver kombination af segment og teknologi. Der er i dag fortsat flere konventionelle biler end nul- og lavemissionsbiler at vælge i mellem i hvert segment og derfor mange flere kombinationsmuligheder.

Fastsættelsen af forholdet i sortiment (sammenlignelige/substituerbare modeller) mellem på den ene side el- eller plug-in hybrid-bilmodeller og på den anden side konventionelle bilmodeller er baseret på salgsdata for 2022 fra Bilstatistikken [9]. Opgørelsen giver anledning til et gennemsnitligt forhold over alle størrelsessegmenter på ca. 40 elbiler per 100 benzinbiler og ca. 45 plug-in hybridbiler per 100 benzinbiler i år 2022. Der er dog betydelige forskelle mellem størrelsessegmenterne, som det fremgår af tabel 3.19.

Tabel 3.19: Forudsætninger for udbud af bilmodeller i år 2022.

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	8	N/A	N/A	7
Lille	47	11	5	13
Mellem	56	35	31	30
Stor	46	40	32	17
Premium	14	16	14	8
Luksus og Sport	25	4	7	4

Forholdet mellem el- og plug-in hybrid-bilmodeller relativt til konventionelle biler forudsættes at ændre sig betydeligt således, at forholdet i 2030 opleves som 1 til 1 for begge teknologier (som det også blev antaget i KF21 og KF22). Denne antagelse baserer sig på bilproducenternes forventede markeds lancering af et markant antal nye el- og plug-in hybrid-modeller og –serier inden for de nærmeste år samt en forventning om, at en række konventionelle bilmodeller udgår.

Kalibrering

Bilvalgmodellen kalibreres i referenceåret 2022 med konstanter således, at modellen gengiver den observerede salgsfordeling i dette år. Kalibreringskonstanterne benævnes også "Alternative Specific Constant's" (ASC), og tvinger modellen til at tage udgangspunkt i den observerede salgsfordeling i referenceåret.

Salgsfordelingen i Bilvalgmodellens referenceår er fremkommet ved aggregering af salgsdata fra Bilstatistikken til Bilvalgmodellens segmenter og teknologier. Salgstal og markedsandele er vist i tabel 3.20.

Tabel 3.20: Salgstal for år 2022

Segment/Teknologi	Benzin	Diesel	PHEV	BEV
Mikro	4.339			558
Lille	43.582	374	1.316	2.733
Mellem	20.878	4.735	13.611	15.304
Stor	6.097	6.780	8.473	10.843
Premium	486	1.906	2.586	595
Luksus og Sport	209	9	168	416
Samlet	75.591	13.804	26.154	30.449

Bilvalgsmodellen kalibreres dermed til den observerede fordeling af bilsalget i referenceåret efter bilvalgsmodellens 6 segmenter og 4 teknologier, hvilket resulterer i kalibreringskonstanter for hver kombination af segment og teknologi.

Konstanterne repræsenterer betydningen af idiosynkratiske præferencer hos bilkøberne (dvs. særegne og ikke-observerbare præferencer hos enkeltindivider, der adskiller sig fra den gennemsnitlige bilkøber) samt kendte og/eller ukendte bilkarakteristika, som ikke indgår i specifikationen af den systematiske nytte.

På trods af betegnelsen "konstanter" kan de *kalibrerede* konstanter for referenceåret dog *ikke* antages at være uændrede i fremskrivningsårene. I takt med den teknologiske udvikling vil elbiler kunne tilfredsstille et større antal bilejeres behov og præferencer. Samtidig kan eventuelle forbehold og usikkerhed over for den mindre udbredte teknologi forventes at aftage fremadrettet. Der er for nuværende ikke fundet empirisk eller metodisk grundlag for at repræsentere disse aspekter anderledes end gennem en forudsat udvikling i differensen mellem "konstanterne".

Det antages, at forskellen vedrørende idiosynkratiske forhold og ikke-adresserede bilkarakteristika mellem teknologierne i hvert segment udjævnes i årene fremover, hvorved differensen mellem "konstanterne" forandres. Der er pragmatisk antaget en lineær udvikling, hvor forskellen mellem konstanterne ændres frem mod 2035. Året for "paritet" (eller indifferens) på denne parameter er i KF23 år 2030. I årene efter 2030 forudsættes det, at elbiler på denne parameter alment vil være mere attraktive end konventionelle benzin- og dieslbiler.

3.5 Iblanding af VE-brændstoffer

De politiske rammer for anvendelse af VE-brændstoffer (herunder bio- og PtX-brændstoffer) i KF23 er identiske med de forudsætninger, der blev anvendt for KF22, og det forventes derfor også, at KF23-forløbet vil ligge tæt op ad forløbet i KF22. Forløbet kan først fastlægges, når der er fastlagt et indfasningsforløb for elbiler mv., da dette har betydning for, hvor meget VE-brændstof, der i sidste ende skal anvendes.

Fra 2022 reguleres anvendelsen af VE-brændstoffer ved et CO₂e-fortrængningskrav med udgangspunkt i vugge-til-grav udledninger for de anvendte brændstoffer [27]. Fortrængningskravet omfatter benzin, diesel og gas og kan opfyldes f.eks. ved iblanding af en lang række forskellige biobrændstoffer og andre VE-brændstoffer (f.eks. biogas og PtX-brændstoffer, herunder brint). El er ikke omfattet af det nationale CO₂e-fortrængningskrav og kan heller ikke benyttes til opfyldelse af kravet.

Det forventes, at anvendelsen af biobrændstoffer og andre VE-brændstoffer, fx PtX-brændstoffer, vil stige i takt med, at fortrængningskravet øges, jf. *Aftale om grøn omstilling af vejtransporten* fra december 2020 [28].

Tabel 3.21: CO₂e-fortrængningskrav fra 2022-2030

	2022	2025	2028	2030
CO ₂ e-fortrængningskrav	3,4	5,2 pct.	6 pct.	7 pct.

Note: Kravet er sat i forhold til en reference på 94,1 g CO₂e/MJ

Sammensætningen af VE-brændstoffer vil samtidig ændre sig i takt med at fortrængningskravene skærpes. Der er dog usikkerheder forbundet med at forudsige, præcist hvordan brændstofleverandørerne vil reagere på de skærpelser, der følger af kravet. Ud fra en vurdering af mulighederne og økonomien inden for de i dag gældende standarder, antages det i fremskrivningen, at dette primært vil lede til en øget iblanding i diesel, da loftet for iblanding i benzin pt. er nået. På nuværende tidspunkt kan der maksimalt iblandes 10 pct. (volumen) biobrændstoffer i benzin og 7 pct. i diesel. Derudover kan der iblandes yderligere VE-brændstof i form af f.eks. HVO (brintberiget bioolie) eller syntetisk diesel mv. i diesel, hvor brændstoffet i sig selv opfylder kravene for dieselstandard⁸. Iblandingsprocenten i benzin antages således at være uændret i hele perioden.

CO₂e-fortrængningsevnen for de enkelte brændstoffer fastlægges i fremskrivningen på basis af de indberetninger, der årligt kommer fra branchen (hvor trends forlænges på basis af de seneste 3-4 års data). Disse opdateres årligt i tilknytning til KF.

Derudover tages der hensyn til omkostninger forbundet med opfyldelse af krav – og branchens tilgang til opfyldelse af kravene – givet de enkelte VE-brændstoffers egenskaber og begrænsninger for anvendelse.

Generelt foretrækker brændstofleverandørerne iblanding af bioethanol i benzin – frem for iblanding af biodiesel i diesel. Det skyldes, at bioethanol har gavnlige egenskaber for benzin, der ellers vil skulle "tilføres" på anden vis⁹.

Den forventede drivhusgasintensitet og relative prisudvikling for en række VE-brændstoffer (i forhold til benzin og diesel) er opdateret siden KF22. Dette vil kunne påvirke de samlede brændstofpriser og derigennem have en effekt på trafikarbejdet samt valg af drivmiddel. Da der allerede indgår iblanding af VE-brændstoffer i både forudsætninger for Landstrafikmodellen (som har betydning for fremskrivningen af trafikarbejdet for lastbiler og varebiler) og i tidligere prisforløb for brændstofpriser (som indgår i bilbestands- og bilvalgsmodellen og dermed har betydning for fremskrivningen af trafikarbejdet for personbiler) er det kun nettoændringerne (som er små), der er relevante. Nye beregninger vil således kun have en marginal effekt på de samlede kørselsomkostninger. Der er derfor ikke grundlag for nye kørsler af modellerne (iterationer) som følge heraf.

Det nationale CO₂e-fortrængningskrav omfatter også diesel anvendt i ikke-vejpgående mobile maskiner (f.eks. entreprenørmaskiner, landbrugs- og skovbrugsmaskiner osv.). Antagelsen vil her være, at der først fra 2025 sker en iblanding af biobrændstoffer i disse sektorer og dette i form af f.eks. HVO, da der kan være udfordringer med at anvende biodiesel i den type tankanlæg, der står på f.eks. landbrug og byggepladser. Iblandingen i diesel til de ikke-vejpgående mobile maskiner forventes derfor at være væsentligt lavere end det, der benyttes i transportsektoren.

⁸ HVO opfylder, som det eneste, ikke kravet om massefylde, der er marginalt for lav. Dette har ingen betydning for motoren mv.

⁹ F.eks. øger bioethanol oktantallet i benzin.

Aftalen udelukker brug af biodiesel baseret på palmeolie og soja, begrundet med at disse afgrøder har høj ILUC-risiko¹⁰.

I aftalen om at indføre et CO₂e-fortrængningskrav indgår endvidere, at der senest fra 2025, hvor kravet forhøjes, skal indføres ILUC-værdier eller lignende i en endnu ikke nærmere defineret form. Inddragelse af ILUC-værdier eller lignende forventes at få en vis effekt på sammensætningen af biobrændstoffer, hvor især 1.g. biodiesel kan blive berørt, da der typisk er høje ILUC-værdier for de olieholdige råvarer, der anvendes til 1.g. biodiesel. Da denne del af aftalen endnu ikke er besluttet indgår det ikke i KF23.

Ændringsforslag til VE-direktivet, som indgår i EU's "Fit for 55"-pakke, indgår ikke som grundlag i KF23, da der foreløbig er tale om forslag og ikke vedtaget politik. Ændringer i VE-direktivet vil endvidere skulle implementeres i dansk lov (eller der skal indgås aftale herom), før det vil blive en del af klimafremskrivningen.

3.6 Kvalificering af forudsætninger for vejtransporten

3.6.1 Sammenligning med KF22

Følgende forudsætninger er opdaterede i forhold til KF22:

- Vækstrater for lastbilers trafikarbejde på baggrund af aftalen om kilometerbaseret vejafgift.
- Bestand og salg af personbiler for referenceåret (2022)
- Sortimentet af de forskellige teknologier for personbiler i 2022
- Anskaffelsespriser for personbiler i 2022
- Bestand og salg af øvrige køretøjstyper for referenceåret (2021)
- Typegodkendte emissionsværdier for personbiler 2021 og 2022
- Begrænsning i teknologivalget af nyregistrerede person- og varebiler i 2035 som følge af EU's reviderede CO₂-forordning.
- Andel af plug-in hybridbilers kørsel på hhv. el og benzin
- Justering af overlevelseshastighederne for personbiler (for at nedjustere salget)
- Justering af trafikarbejdet for personbiler, så det følger Vejdirektoratets forventninger til udviklingen (beregnet i GGM).
- Ændring i reduktionen i personbilernes årskørsler som funktion af bilernes alder

3.6.2 Usikkerhed

Ud over de usikkerheder beskrevet i afsnit 2.2.2 knyttet til selve metode og modelopbygning, er fremskrivningen af vejtransportens energiforbrug og udledninger baseret på en række inputparametre og forudsætninger, der hver er forbundet med en usikkerhed. Disse usikkerheder vil påvirke den samlede fremskrivning af vejtransportens energiforbrug og udledninger. Nogle usikkerheder kan trække i samme retning mens andre i modsat retning. Det er vanskeligt at knytte specifikke usikkerhedsvurderinger til de enkelte forudsætninger. I forbindelse med KF23 vil der

¹⁰ ILUC: Når biomasse til biobrændstoffer dyrkes på et areal, der tidligere har været anvendt til fødevarer, vil fødevarerproduktionen blive overflyttet til nye arealer. Når et tidligere u-dyrket areal tages i brug frigøres der drivhusgasser fra arealet. Denne effekt omtales "indirect Land Use Change", som bør tilskrives biobrændstofferne.

derfor blive udarbejdet følsomhedsanalyser af udvalgte forudsætninger og variable, som kan være med til at belyse størrelsen og betydningen af usikkerhedernes effekter.

Nogle usikkerheder er knyttet til forudsætninger om udviklingen i trafikarbejdet, priser, teknologiudvikling, energiintensiteter og andelen af plug-in hybridbilers kørsel, som er elektrisk. Specifikt for Bilvalgsmodellen er der usikkerhed forbundet med rækken af inputparametre og forudsætninger omkring køb af elbiler, eksempelvis usikkerhed i forhold til forudsætninger om udviklingen i modeludbuddet, markedet og prisen for opladning, hastighed for udbygning af den offentligt tilgængelige ladeinfrastruktur. Det gælder ligeledes antagelser til udviklingen i de kalibreringskonstanter ("Alternative Specific Constants", ASC), der udtrykker den gennemsnitlige bilkøbers værdisætning af forhold og bilkarakteristika, som ikke indgår i den systematiske nytte (se afsnit 3.4).

3.6.3 Planlagt udvikling frem mod KF24

Rækken af forudsætninger og inputparametre til modellerne er omfattende og usikkerheden knyttet hertil betydelig for fremskrivningen. På kort sigt søges dette håndteret gennem identifikation af de mest betydelige usikkerhedsparametre og følsomhedsberegninger. Samtidig sker der en vedvarende afsøgning af ny viden, der kan bidrage til at reducere usikkerhederne. Det gælder særligt prisudviklinger og de markedsændringer, der sker i forhold til f.eks. udbuddet af nul- og lavemissionskøretøjer.

På brændstofsiden forventes, at der i løbet af 2023 vil blive truffet beslutning om, hvordan ILUC skal håndteres fremadrettet. Dette kan resultere i en ændret brændstofsammensætning i kommende fremskrivninger.

Dertil vil effekten af implementeringen af et separat kvotesystem i EU for vejtransport og opvarmning af bygninger blive belyst med henblik på at indregne disse effekter i KF24.

Kapitel 4: Banetransport - Metode og forudsætninger

Banetransporten består af fjern- og regionaltog, S-tog, metro, letbaner, godstog samt øvrige tog (lokalbaner mv.). Energiforbruget er fordelt på el og diesel, og den forventede udvikling i energiforbruget fremskrives af Trafikstyrelsen.

Trafikstyrelsen leverer en fremskrivning af energiforbruget fordelt på de respektive togformer, hvorefter Energistyrelsen aggregerer energiforbruget til et samlet estimat for banetransporten, fordelt på el og diesel. Udviklingen i energiforbruget ganges efterfølgende på det opgjorte energiforbrug for 2019 fra Energistyrelsens Energistatistik [9]. I Trafikstyrelsens fremskrivning af energiforbruget indgår effekten af jernbaneprojekter, indkøb af batteritog og ladeinfrastruktur til batteritog fra Aftale om infrastrukturplan 2035 [11].

Diesel til banetransport er fritaget fra energiforbrugsafgift men ikke CO₂-afgift. *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* medfører således, at afgiften på diesel til banetransport vil stige. Størstedelen af banetransporten bliver imidlertid omstillet til el frem mod 2030, hvorfor en mulig effekt af aftalen er særdeles begrænset og derfor ikke medtaget i fremskrivningen.

4.1 Sammenligning med KF22, usikkerhed og planlagt udvikling

Banetransporten er generelt stærkt reguleret og med relativt få aktører, og fremskrivningen af energiforbruget vurderes derfor at være forbundet med en lille usikkerhed. Der henvises til Trafikstyrelsen for yderligere information om metode og antagelser for fremskrivning af banetransportens energiforbrug.

I forhold til KF22 har Energistyrelsens håndtering af fremskrivningen af energiforbruget fra Trafikstyrelsen ikke ændret sig. Der er desuden ikke planer om videreudvikling af metoden i FREM for fremskrivning af energiforbruget i banetransporten.

Kapitel 5: Indenrigssøfart - Metode og forudsætninger

Fremskrivningen af indenrigssøfartens energiforbrug og udledninger dækker søfart, der forbinder to danske havne (både færge- og godstransport), samt energiforbrug og udledninger fra brændstof bunkret i Danmark til ruter mellem Danmark og hhv. Grønland og Færøerne, idet disse ruter er omfattet af Danmarks reduktionsforpligtelser i forhold til FN's Klimakonvention.

Ifølge FN's opgørelsesregler indregnes udledninger af CO₂, CH₄ og N₂O fra den nationale søfart.

Metode for indenrigssøfart

Metoden for fremskrivning af indenrigssøfartens energiforbrug og tilhørende udledninger er ikke baseret på en model, men på Energistyrelsens faglige vurdering med udgangspunkt i energiforbruget for 2019 fordelt på brændstoftyper, som opgjort i Energistatistikken [8]. Den faglige vurdering er baseret på forventninger til udvikling i teknologi og omkostninger samt reguleringen på området, herunder tilskudsordninger og ændringer i afgifter mv.

Forudsætninger for indenrigssøfart

Fremskrivningen af energiforbruget til indenrigssøfart er ud fra en samlet vurdering af aktivitet, ændrede rammevilkår mv. baseret på en antagelse om, at den samlede søtransport som udgangspunkt er konstant.

Energiforbruget korrigeres ud fra Energistyrelsens faglige vurdering af ændret energieffektivitet som følge af en vis elektrificering af den nationale færgesejls. Omstillingen af færger til el frem mod 2035 fremskrives overordnet set på baggrund af 'Aftale om Udmøntning af pulje til grøn transport', 2021 [18] og 'Aftale om udmøntning af midler fra grøn transportpulje II til omstilling af indenrigsfærger', 2021 [29], hvor der er afsat i alt 285 mio. kr. til omstilling af kommunalt drevne og kommercielle indenrigsfærger.

10 indenrigsfærgeruter (svarende til 11 færger) fik i december 2021 tilsagn om, at de kan få tilskud fra puljen [30]. Der blev således allerede i KF22 forudsat en vis elektrificering af småfærgerne, så der bliver blot tale om justeringer. I 2022 har yderligere tre indenrigsfærger fået tilsagn om tilskud på i alt ca. 50 mio. kr. [31]. Der ud over vil Molslinjen indsætte elfærger på to færgeruter i løbet af 2024 og 2025 [32].

I vurderingen indgår endvidere *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* [4], der pålægger en gradvist øget CO₂-afgift på indenrigssøfarten, samt *Aftale om infrastrukturplan 2035* [11], som er med til at fremme elektrificering af indenrigsfærgerne. I aftalen er der bl.a. afsat en havnepulje (tilskud til bl.a. infrastruktur til landstrøm) og en færgepulje (medfinansiering af tekniske investeringer). Ud over en delvis elektrificering af færgerne vurderes både biobrændstoffer og andre VE-brændstoffer (PtX) at være relativt dyre alternativer for den nationale søtransport i fremskrivningens tidshorisont uden yderligere politiske tiltag. Ændringer i energiforbrug og udledninger fra indenrigssøfarten vurderes derfor at være relativt små i fremskrivningsperioden.

Som en del af EU's fit for 55-pakke er det vedtaget, at kvotehandelssystemet udvides til at omfatte udledninger fra skibsfart fra 2024. Der foreligger endnu ikke tilstrækkeligt konkrete aftaletekster til at det er muligt at indregne i KF23.

5.1 Sammenligning med KF22, usikkerheder og planlagt udvikling

Usikkerheder knyttet til fremskrivning af indenrigssøfartens energiforbrug og udledninger er, i takt med et generelt øget politisk fokus, politiske aftaler om fremtidige rammevilkår og en voksende teknologisk udvikling, relativt store. Der er eksempelvis væsentlige usikkerhed omkring prisudviklinger på teknologier og brændstoffer. Til gengæld er de samlede udledninger fra indenrigssøfarten i KF23 relativt små i forhold til de øvrige transportkategorier, og betydningen derfor mindre ift. de samlede udledninger i KF23.

Ift. KF22 er der ikke foretaget ændringer i selve tilgangen til indenrigssøfarten.

I takt med vedtagelse af FF55-tiltag rettet mod søfart og et generelt øget fokus vil der frem mod KF24 blive set nærmere på metoden til fremskrivning af energiforbruget fra indenrigssøfarten.

Kapitel 6: Indenrigsluftfart - Metode og forudsætninger

Fremskrivningen af indenrigsluftfartens energiforbrug og udledninger omfatter brændstof anvendt til luftfart mellem danske lufthavne samt udledninger fra brændstof tanket i Danmark til ruter mellem Danmark og hhv. Grønland og Færøerne, idet disse ruter indgår i de nationale opgørelser omfattet af Danmarks reduktionsforpligtelser i forhold til FN's Klimakonvention.

Ifølge FN's opgørelsesregler skal der kun indregnes udledninger af CO₂, CH₄ og N₂O fra den nationale luftfart, og den årlige Klimastatus og -fremskrivning opgør derfor ikke øvrige klimaeffekter.

Metode for indenrigsluftfart

Fremskrivningen af energiforbruget tager udgangspunkt i det statistisk opgjorte energiforbrug for 2019 fra Energistatistikken [8]. Fremskrivningen er baseret på en model udarbejdet af Rambøll i 2017. Heri beregnes den forventede udvikling i flytrafikken (aktivitetsniveauet) og flyenes energieffektivitet.

Fremskrivningen af flytrafikken baseres på forventede forretningsrejser og turisme til og fra Danmark, som er en funktion af den forventede udvikling i BNP, befolkningens størrelse samt billetpriser. En række elasticiteter fastsætter, hvorledes ændringer i disse parametre påvirker flytrafikken. Elasticiteterne er fremkommet på baggrund af den historiske sammenhæng mellem udviklingen i parametrene og flytrafikken. Udviklingen i energieffektiviteten er baseret på en faglig vurdering.

Tilgangen for fremskrivningen af energiforbruget i luftfarten i KF23 er den samme som i KF22. Inputparametrene for fremskrivning af flytrafikken er opdaterede, mens antagelserne om udviklingen i energieffektiviteten ikke er revurderet. Elasticiteterne i modellen, som er holdt konstante i fremskrivningsperioden, er ikke opdaterede siden 2017 og vil kunne ændre sig over tid.

Forudsætninger for indenrigsluftfart

Luftfartsindustrien har været, og er fortsat, hårdt ramt af covid-19. På den baggrund har Transportministeriet i samarbejde med Skatteministeriet opdateret passagerfremskrivningen, således at aktivitetsniveauet gradvist vil genoprettes til 2019-niveau i 2025, hvilket er indregnet i KF23. Effekten af covid-19 for indenrigsluftfarten i 2020 og 2021 vil fremgå af det statistisk opgjorte energiforbrug.

Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 [4] vil med en gradvist stigende CO₂-afgift for indenrigsflyvninger fra 2025 øge omkostningerne og derigennem være med til at dæmpe væksten i aktivitetsniveauet. Derudover øges incitamentet til at effektivisere eller skifte til andre drivmidler. Idet merprisen for VE-brændstoffer eller nye alternative teknologier vurderes relativ høj, er fremskrivningen dog baseret på en antagelse om, at afgiften ikke vil øge iblandingen af VE-brændstoffer eller investering i elektriske fly til indenrigsflyvninger. Ligeledes er det antaget, at afgiften heller ikke medfører en øget tilskyndelse til energieffektivitetsforbedringer ud over den generelle forventning om effektiviseringer, som allerede er indarbejdet i fremskrivningen.

Flere flyselskaber har fastsat egne mål for reduktion af udledningen af drivhusgasser og investerer i udvikling og produktion af VE-brændstoffer, som kan rykke fremskrivningen betydeligt. Målene er dog ikke bindende og kan for nuværende ikke inkluderes i en frozen policy fremskrivning.

Som en del af EU's fit for 55-pakke er det vedtaget at øge ambitionsniveauet for luftfarten i kvotehandelssystemet ved bl.a. at udfase gratiskvoter til luftfartsselskaberne. Der foreligger dog endnu ikke tilstrækkeligt konkrete aftaletekster til at det er muligt at indregne i KF23.

6.1 Sammenligning med KF22, usikkerheder og planlagt udvikling

Modellen, som estimerer den forventede udvikling i flytrafikken og flyenes energieffektivitet, og dermed udviklingen i energiforbruget, er ikke valideret siden 2017. Inputparametrene for fremskrivning af flytrafikken er opdaterede, men forbundet med betydelig usikkerhed, mens antagelserne om udviklingen i energieffektiviteten ikke er revurderede. Elasticiteterne i modellen, som er holdt konstante i fremskrivningsperioden, er ikke opdaterede siden 2017 og vil kunne ændre sig over tid. Desuden er eventuelle langvarige covid-19 effekter uvisse. Der er derfor væsentlig usikkerhed i forbindelse med fremskrivning af indenrigsluftfartens udvikling i energiforbrug og udledninger.

Selve tilgangen for fremskrivningen af energiforbruget i indenrigsluftfarten er den samme som i KF22.

Det er hensigten, at tilgangen og modellen for indenrigsluftfartens energiforbrug og udledninger vil blive revideret og opdateret frem mod KF24.

Kapitel 7: Øvrige transport - Metode og forudsætninger

Den øvrige transport dækker over transportforbruget fra militær og fritidsfartøjer. Militærets energiforbrug opgøres i Energistatistikken på baggrund af den solgte mængde brændstof og antages i hele fremskrivningsperioden er forblive konstant på niveauet i 2019. Aftalen fra marts 2022 'Nationalt kompromis om dansk sikkerhedspolitik' [33] løfter forsvarsbudgettet og kan forventes at have betydning for energiforbrug og udledninger fra militæret. Det er dog på nuværende tidspunkt ikke muligt at kvantificere effekterne og aftalen er derfor ikke indregnet i KF23. Det bemærkes endvidere, at udledningerne fra militær udgør en relativ lille andel af transportsektorens samlede udledninger.

Det antages, at også brændstoffer solgt til militæret vil indeholde VE-brændstoffer, ligesom brændstoffer solgt til vej og bane.

Fritidsfartøjer er en ekstra kategori, som blev tilføjet i KF21 og som ikke særskilt opgøres i Energistatistikken. Energiforbruget til fritidsfartøjer overføres fra vejtransportens forbrug af benzin og diesel, og niveauet estimeres af DCE. Fritidsfartøjer kategoriseres under øvrig transport ifølge Klimakonventionen. I fremskrivningsperioden antages fritidsfartøjer at have et konstant energiforbrug, om end det antages, at iblandingen af VE-brændstoffer følger den øvrige vejtransport.

Kilder

[1]: "Analysis and prediction of private car ownership and use in Denmark", Dereje Fentie Abegaz, Katrine Hjort, Thomas Jensen og Ninette Pilegaard, DTU Management (2020).

[2]: Delrapport 1: Veje til grøn bilbeskatning, Kommissionen for grøn omstilling af personbiler, Finansministeriet (2020): <https://fm.dk/udgivelser/2020/september/delrapport-1-veje-til-groen-bilbeskatning/>

[3]: "Analyse af indfasning af elbiler: SP metode og model", Anders Fjendbo Jensen, Mikkel Thorhauge, Stefan Eriksen Mabit og Jeppe Rich, DTU management (2020).

[4]: Grøn skattereform for industri mv., Aftale mellem regeringen og Venstre, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Det Konservative Folkeparti (24. juni 2022): <https://www.skm.dk/media/11974/aftale-om-groen-skattereform-for-industri-mv.pdf>

[5]: Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X strategi), Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet), Venstre, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet (15. marts 2022): <https://www.regeringen.dk/media/11146/aftale-om-udvikling-og-fremme-af-brint-og-groenne-braendstoffer.pdf>

[6]: CO2 forordning for nye person- og varebiler:

- 2019/631:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>

- 2021/0197 (COD):

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52021PC0556>

og

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0556&from=EN>

[7]: Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, 24. juni 2022:

<https://www.skm.dk/media/11975/aftaletekst-kilometerbaseret-vejafgift.pdf>

[8]: Energistatistikken 2021: <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-ogkort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

[9]: Bilstatistik.dk (DBI IT A/S): <https://www.bilstatistik.dk/>

[10]: Grøn Mobilitetsmodel, Vejdirektoratet: <https://www.vejdirektoratet.dk/segment/groen-mobilitetsmodel>

[11]: Infrastrukturplan 2035: <https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-infrastrukturplan-2035-aftale> [11]: Motorregistret, Skatteministeriet: <https://motorregister.skat.dk/dmr-kerne/>

[12]: Vejdirektoratet, Nøgletal om vejtransport (Fane "TA2"):

<https://www.vejdirektoratet.dk/side/trafikkens-udvikling-i-tal>



[13]: Motorregistret: <https://motorregister.skat.dk/dmr-kerne/>

[14]: European Environment Agency, Monitoring of CO₂ emissions from passenger cars – Regulation (EU) 2019/631: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-cars-emission-22>

[15]: BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook 2021: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

[16]: Europa-parlamentets og rådets CO₂-forordninger (EU): 2019/631: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>

[17]: Skatteministeriet, Status over grænsehandel i 2016 (2017): <https://www.skm.dk/aktuelt/publikationer/rapporter/status-over-graensehandel-2016>

[18]: Aftale om udmøntning af pulje til grøn transport (25. juni 2021), herunder tillægsaftale: <https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-udmoentning-af-pulje-til-groen-transport>
<https://ens.dk/node/3874/pdf>

[19]: Klimasamarbejdsaftaler mellem staten og kommuner og regioner, <https://www.trm.dk/temaer/klimasamarbejdsaftaler-om-groen-kollektiv-trafik/klimasamarbejdsartikler/klimasamarbejde-mellem-stat-kommuner-og-regioner-fremmer-den-groenne-omstilling/>

[20]: Brændstofforbrug for plug-in hybridbiler, udarbejdet af COWI for Vejdirektoratet, 25. februar 2022: https://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2022-06/Br%C3%A6ndstofforbrug%20for%20plug-in%20hybridbiler_wcag.pdf

[21]: Skatteministeriet, Ny dansk undersøgelse: Danske plug-in-hybridbiler oplades flittigt: <https://www.skm.dk/aktuelt/presse-nyheder/pressemeddelelser/ny-dansk-undersogelse-danske-plug-in-hybridbiler-oplades-flittigt/>

[22] ICCT, White Paper, “Real-world usage of plug-in hybrid vehicles in Europe” – A 2022 update on fuel consumption, electric driving, and CO₂-emissions, june 2022: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/06/real-world-phev-use-jun22-1.pdf>

[23]: Transportøkonomiske Enhedspriser 2.0 (Fanen ”Katalog – enhedspriser”): <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

[24]: Aftale om regulering af ladestandermarkedet (28. oktober 2021): [file:///C:/Users/B029416/Downloads/aftaletekst-281021%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/B029416/Downloads/aftaletekst-281021%20(1).pdf)

[25]: Danmarks Statistik, Statistikbanken, BIL68: Familiernes bilkøb (faktiske tal) efter købstype, boligforhold og købsmønster: <https://www.statistikbanken.dk/BIL68>

[26]: Elbilforeningen, forenede danske elbilister (FDEL), <https://fdel.dk/guides/ladning/hvor-lang-tid-tager-det-at-lade/>

[27]: Bekendtgørelse om CO₂e-fortrængningskrav og bæredygtighed m.v.: <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2021/2520>

[28]: Aftale om grøn omstilling af vejtransporten: https://fm.dk/media/18511/aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten_a.pdf

[29]: Aftale om udmøntning af midler fra grøn transportpulje II til omstilling af indenrigsfærger (29. april 2021): <https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-udmoentning-af-midler-fra-groen-transportpulje-ii-til-omstilling-af-indenrigsfaerger>

[30]: "11 danske indenrigsfærger får tilskud til grøn omstilling" (22.12.2021), Trafikstyrelsen: <https://www.trm.dk/nyheder/2021/11-danske-indenrigsfaerger-faar-tilskud-til-groen-omstilling/>

[31]: Grøn Transportpulje II: <https://www.trm.dk/nyheder/2022/tre-danske-indenrigsfaerger-faar-tilskud-til-groen-omstilling>

[32]: "To vundne udbud sikrer grønne færgeruter" (25.08.2022): <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/to-vundne-udbud-sikrer-gronne-faergeruter?publisherId=12030451&releaseId=13657418>

"Nu bygges elfærgen til Samsø" (30.08.2022): <https://www.sn.dk/kalundborg-kommune/nu-bygges-elfaergen-til-samsoe/>

[33]: National kompromis om dansk sikkerhedspolitik, Aftale mellem Regeringen (Socialdemokratiet) og Venstre, SF, Radikale Venstre og Konservative, 6. marts 2022: <https://www.regeringen.dk/media/11124/nationalt-kompromis-om-dansk-sikkerhedspolitik.pdf>

Bilag

Bilag 1: Metode for fremskrivning af energiforbruget til vejtransporten

For varebiler, lastbiler, busser og motorcykler baserer modellen sin fremskrivning af energiforbruget på opfyldelse af en kvote trafikarbejde i de enkelte fremskrivningsår, i.e. antal kilometer kørt af den samlede køretøjsbestand.

Trafikarbejdet beregnes med udgangspunkt i den statistisk opgjorte bilbestand, som sammen med kørselslængder (årskørsler) fordelt på køretøjstyper giver et trafikarbejde i basisåret. Trafikarbejdet i basisåret fremskrives efterfølgende med en række eksogent givne vækstrater (hvor vækstraterne for varebiler og lastbiler er baseret på Landstrafikmodellen, mens de for busser og motorcykler er skønnet). Personbiler afviger fra denne tilgang og anvender i stedet en fremskrivning af den samlede personbilsbestand, fordelt på teknologier og størrelsessegmenter, som efterfølgende ganges med en række årskørsler for at estimere trafikarbejdet i hvert fremskrivningsår.

For varebiler, lastbiler, busser og motorcykler kan tilgangen skitseres som følgende:

A. Beregning af det samlede trafikarbejde i fremskrivningsårene

1. Statistisk bestand som eksogent input, opdelt på køretøjstyper
2. Kørselslængde (årskørsel) som eksogent input, opdelt på køretøjstyper
3. **1 og 2** = Trafikarbejde i statistikåret, opdelt på køretøjstyper
4. Årlige vækstrater for trafikarbejdet som eksogent input, opdelt på køretøjstyper for perioderne 2020–2025, 2025–2030, 2030–2035
5. **3 og 4** = Trafikarbejde i fremskrivningsårene, opdelt på varebiler, lastbiler, busser og motorcykler

Herefter skal trafikarbejdet i fremskrivningsårene inden for hver køretøjstype fordeles på størrelse, teknologi og alder. For personbilerne er essensen den samme, hvor det blot er den samlede bilbestand, som fordeles. For alle køretøjstyper foregår dette gennem to trin:

1) Den største andel af trafikarbejdet (bilbestanden for personbiler) tildeles den eksisterende bestand af køretøjer, som i fremskrivningsåret er blevet et år ældre. Det antages, at køretøjernes årskørsel er reduceret en anelse som følge af slitage, som bilerne måtte pådrage sig med alderen. Desuden udfases nogle af køretøjerne, som, under antagelse af at udfasningen sker jævnt hen over året, bidrager med en halv årskørsel. I forlængelse af punkt A ovenfor, kan tilgangen for varebiler, lastbiler, busser og motorcykler skitseres som:

B. Beregning af trafikarbejde for eksisterende køretøjer

6. Overlevelseshastigheder som eksogent input, opdelt på køretøjstyper, teknologier og størrelser (detaljeringsgrad varierer for hver køretøjstype)
7. Trafikarbejde i forrige fremskrivningsår (når der kigges på første fremskrivningsår er forrige år statistikåret, dvs. punkt A.3.)

8. **2, 6 og 7** = Trafikarbejde fra eksisterende køretøjer som er blevet et år ældre, opdelt på køretøjstyper, herunder trafikarbejde fra eksisterende køretøjer som udfases

2) Den resterende andel af trafikarbejdet (bilbestanden for personbiler) opfyldes af nye køretøjer fordelt på teknologier og størrelser. For personbiler er fordelingen baseret på beregninger fra Bilvalgsmodellen, mens den for lastbiler tager udgangspunkt i Transportministeriets lastbilvalgsmodel. For varebiler, busser og motorcykler er fordelingen på teknologier baseret på en faglig vurdering, hvor den faglige vurdering for bussernes vedkommende bl.a. beror på en dialog med udvalgte busselskaber. Tilgangen bag indfasningen af nye teknologier kan skitses som:

C. Beregning af trafikarbejde for nye teknologier

9. Salgsandele for køretøjer fordelt på teknologier
10. **2 og 9** = Salgsandelene (baseret på antal) oversættes med køretøjernes respektive årskørsler til andele baseret på køretøjernes bidrag i et samlet trafikarbejde. For personbiler anvendes salgsandele (**9**) direkte.
11. **A, B og 10** = Trafikarbejde som udføres af nye indfasede køretøjer fordelt på teknologier og størrelser (mankoen i trafikarbejdet, efter beregning eksisterende køretøjer, fordeles på nye køretøjer således, at kvoten for det fremskrevne trafikarbejde er opfyldt. For personbiler fordeles mankoen i den fremskrevne bestand efter beregning af eksisterende personbiler)

Efter trafikarbejdet er fordelt på de forskellige køretøjer, beregnes energiforbruget ud fra køretøjernes energiintensitet. For personbilerne beregnes først trafikarbejdet på baggrund af bestanden og data for årskørsler. For at sikre konsistens mellem fremskrivningen og energistatistikken er der valgt at tage udgangspunkt i det statistiske energiforbrug og så fremskrive dette med vækstraterne for det beregnede energiforbrug. Dette kan skitses som:

D. Beregning af energiforbrug

12. Energiintensitet som eksogent input
13. **B, C og 12** = Beregnet energiforbrug fra vejtransporten, fordelt på køretøjstyper, som bruges til at estimere en række vækstrater for energiforbruget.
14. Energiforbrug til transport fra Energistatistikken som eksogent input
15. **13 og 14** = Endeligt energiforbrug fra vejtransporten (det statistiske energiforbrug fremskrives med de beregnede vækstrater for energiforbruget)

Afslutningsvist bestemmes antallet af varebiler, lastbiler, busser og motorcykler:

E. Beregning af bilbestand

16. **B, C og 2** = Endelig bestand af køretøjer i bilparken, opdelt på køretøjstyper



Bilag 2: Modellen FLEETSIZE

Den fuldstændige specifikation og Energistyrelsen implementering af FLEETSIZE-modellen i forbindelse med fremskrivningen har den matematiske form:

$$\ln\left(\frac{B^{y+1}}{POP^{y+1}}\right) = (1 + c_1) \cdot \ln\left(\frac{B^y}{POP^y}\right) + c_2 \cdot \ln\left(\frac{B^{y-1}}{POP^{y-1}}\right) + c_3 \cdot \ln\left(\frac{BNP^{y+1}}{POP^{y+1}}\right) + c_4 \cdot \ln\left(\frac{BNP^y}{POP^y}\right) + c_5 \cdot \ln(CAPEX^{y+1}) + c_6 \cdot \ln(CAPEX^y) + c_7 \cdot \ln(OPEX^{y+1}) + c_8 \cdot \ln(OPEX^y) + c_9 - C_{basis} + C_{ref}$$

I Energistyrelsens model er FLEETSIZE implementeret i den anbefalede "kapitaltilpasnings"-version med restriktioner på parametrene c_i :

$$c_1 = \left(\frac{c_2 \cdot c_3}{c_4} - \frac{c_4}{c_3} - 1\right), \quad c_6 = \frac{c_5 \cdot c_4}{c_3}, \quad \text{og} \quad c_8 = \frac{c_7 \cdot c_4}{c_3}$$

Værdierne for de nødvendige parametre med kapitaltilpasnings-specifikationen fremgår af nedenstående Tabel.

Tabel B2.1: Koefficienter i FLEETSIZE-modellen [1].

Parameter	Værdi
c_2	-0,513
c_3	0,233
c_4	-0,166
c_5	-0,160
c_7	-0,095
c_8	-0,004

Konstanten C_{basis} er en konstant, som indekserer de indgående variable til 1 i basisåret *basis*:



$$\begin{aligned}
 C_{basis} = & (1 + c_1) \cdot \ln\left(\frac{B^{basis}}{POP^{basis}}\right) + c_2 \cdot \ln\left(\frac{B^{bas}}{POP^{bas}}\right) \\
 & + c_3 \cdot \ln\left(\frac{BNP^{bas}}{POP^{basis}}\right) + c_4 \cdot \ln\left(\frac{BNP^{basis}}{POP^{basis}}\right) \\
 & + c_5 \cdot \ln(CAPEX^{bas}) + c_6 \cdot \ln(CAPEX^{basis}) \\
 & + c_7 \cdot \ln(OPEX^{basis}) + c_8 \cdot \ln(OPEX^{basis})
 \end{aligned}$$

Konstanten C_{ref} skalerer de basisår-indekserede variable til værdien af indekset i det sidste år (ref) med den indeksering for tidserierne, som lå til grund for estimering af FLEETSIZE-modellen:

$$\begin{aligned}
 C_{ref} = & (1 + c_1) \cdot \ln(I_{B/POP}^{ref}) + c_2 \cdot \ln(I_{B/POP}^{ref}) \\
 & + c_3 \cdot \ln(I_{BNP/POP}^{ref}) + c_4 \cdot \ln(I_{BNP/POP}^{ref}) \\
 & + c_5 \cdot \ln(I_{CAPEX}^{ref}) + c_6 \cdot \ln(I_{CAPEX}^{ref}) \\
 & + c_7 \cdot \ln(I_{OPEX}^{ref}) + c_8 \cdot \ln(I_{OPEX}^{ref})
 \end{aligned}$$

Bilag 3: Matematisk-metodisk fundament for Bilvalgsmodellen

Den nyeste bilvalgsmodel, som DTU har estimeret, er matematisk mere avanceret end den matematiske form anvendt i den tidligere model, nemlig en standard MNL-model ("Multi-Nomial Logit"-model). I en standard MNL-model er andelen eller sandsynligheden P_{st}^y for at en bilkøber i året y vælger en bil med størrelse s og teknologi t matematisk udtrykt ved:

$$P_{st}^y = \frac{e^{(V_{st}^y + A_{st})}}{\sum_{s't'} e^{(V_{s't'}^y + ASC_{s't'})}}$$

Den nye model er af typen "Mixed Logit", hvor sandsynlighederne, P_{st}^y , er udtrykt på en integralform omfattende en vægtning over såkaldte "Error Components". Dette medfører bl.a. en mere generel matematisk form for sandsynlighedsfunktionen, P_{st}^y , end den simple MNL-form. Der skal ikke her redegøres i detalje for teorien og matematikken bag den nye bilvalgsmodel, idet der henvises til DTU's dokumentation [3] samt den faglige litteratur på området. Her forsøges blot at give et overblik.

Sandsynlighederne er i "Mixed Logit"-modellen givet ved et integral-udtryk:

$$P_{st}^y = \int \frac{e^{(V_{st}^y + \varphi_{st} + AS_{st})}}{\sum_{c't'} e^{(V_{s't'}^y + \varphi_{s't'} + ASC_{s't'})}} \cdot f(\bar{\varphi}_{st}) \cdot d\bar{\varphi}_{st}$$

hvor $f(\bar{\varphi}_{st})$ er en vægtningsfunktion for fejl-komponenterne φ_{st} .

Ofte antages φ_{st} at være normalfordelte og i praksis evalueres integralet ved en sum af formen:

$$P_{st} = \frac{1}{R} \cdot \sum_{r \in R} \frac{e^{-(V_{st}^y + \varphi_{str} + ASC_{st})}}{\sum_{c't'} e^{-(V_{s't'}^y + \varphi_{s't'r} + ASC_{s't'})}}$$

hvor "fejl-leddene" φ_{str} trækkes fra normalfordelinger med middelværdier og spredninger, som er estimeret for modellen på det indsamlede datagrundlag fra spørgeskemaundersøgelsen.

I den af DTU estimerede model er "fejl-leddet" adskilt i komponenterne:

$$\varphi_{st} = \varphi_s + \varphi_t$$

hvor henholdsvis φ_s og φ_t er stokastiske normalfordelte "Error Components" med middelværdi 0 og spredninger σ_s og σ_t hørende til henholdsvis segment s og teknologi t :

$$\varphi_s \sim N(0, \sigma_s)$$

og

$$\varphi_t \sim N(0, \sigma_t)$$

De respektive "Error Component's" er marginale fordelinger i en simultan normalfordeling, som tillader korrelation imellem dem. For at beskrive den simultane fordeling benyttes såkaldte Cholesky-faktorer.