



Analyseforudsætninger til Energinet 2023 – Transport

Baggrundsnotat

Kontor/afdeling
Systemanalyse og
Innovation

Dato
13. oktober 2023

J nr. 2023 – 2106

NHA, ULO / JMOE

Indholdsfortegnelse

Udvikling frem mod 2050	2
Vejtransport	2
Banetransport	5
Søfart	5
Lufttransport	7
Metode og antagelser	8
Vejtransport	8
Banetransport	12
Søfart	13
Luftfart	14
Usikkerhed	15
Usikkerhedsparametre	15
Følsomhedsanalyser	16
Ændringer ift. AF22	18

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



Udvikling frem mod 2050

På transportområdet omfatter analyseforudsætningerne el- og gasforbrug i vej-, bane-, sø- og luftfarten. Den forventede udvikling i de enkelte transportkategorier gennemgås i det følgende.

Analyseforudsætningerne for transport har fokus på transportsektorens fremtidige el- og gasforbrug, men inddrager ikke forbruget af brint og evt. afledte PtX-brændstoffer, som i stedet håndteres på overordnet plan i PtX-notatet. Ligeledes er forbrug af biobrændstoffer ikke integreret i transportafsnittet af AF. Det er derfor implicit antaget, at målopfyldelse af klimaneutralitet i 2045 sikres ved at supplere elektrificeringen med anvendelse af klimaneutrale brændstoffer.

Det bemærkes, at der er fokus på de store linjer i udviklingen, og at forudsætninger derfor er baseret på overordnede skøn og pejlemærker. Der er dog også inddraget effekter af specifikke politiske forslag.

Vejtransport

Elektrificering af vejtransporten er i gang og ventes at accelerere yderligere, dels understøttet af den forventede pris- og teknologiudvikling, dels af de politiske mål og udmeldinger på området, både i Danmark, i EU og globalt.

Figur 1 viser den forventede udvikling i vejtransportens elforbrug frem mod 2050. Forbruget er opdelt i let og tung vejtransport, hvor den lette vejtransport omfatter person- og varebiler samt motorcykler, mens den tunge vejtransport består af lastbiler og busser.

Lette køretøjer

Elforbruget til den lette vejtransport antages at stige fra det nuværende årlige forbrug på ca. 0,6 TWh til et årligt forbrug på ca. 2,8 TWh i 2030 og ca. 11,1 TWh i 2050.

Det bemærkes, at en del af det øgede elforbrug forventes koncentreret de steder, hvor der massivt udbygges med ladeinfrastruktur til både lette og tunge køretøjer. Dette kan fx medføre behov for større forstærkninger af elnettet de steder, hvor der sættes store ladeparker op.

Forløbet af det forventede elforbrug bygger på en forudsætning om hurtig indfasning af elkøretøjer frem mod 2030 og videre mod 2035, hvor EU's forordning for CO₂ for person- og varebiler lægges til grund for, at alle nye person- og varebiler i Danmark vil være nulemissionsbiler. Langt størstedelen af disse vil være batterielbiler (BEV – Battery Electric Vehicles), men potentielt vil der også komme en lille andel varebiler med brændselsceller (FCV – Fuel Cell Vehicles).

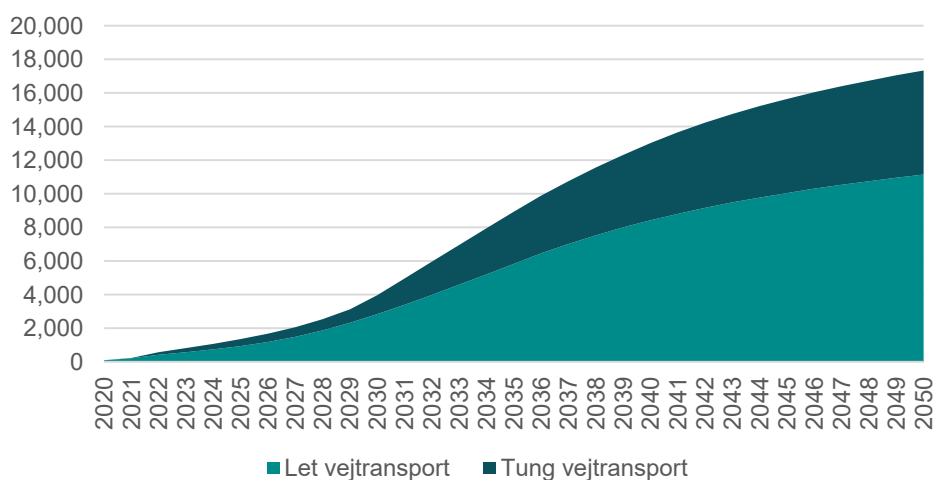
I perioden 2035-2050 stiger elforbruget derfor i takt med, at bestanden af lette køretøjer langsomt vokser og løbende udskiftes med rent batteridrevne person- og varebiler. Fra omkring 2040 forventes en svagere stigning i elforbruget idet væksten i bilbestanden forudsættes at aftage og samtidig mættes af elbiler. Der forventes ligeledes at ske en øget elektrificering af motorcykler, men i et betydeligt langsommere tempo end person- og varebiler. Eftersom motorcykler udgør en marginal andel af den lette vejtransports energiforbrug, har dette kun marginal indvirkning på det samlede elforbrug.

Der forudsættes i AF23 ingen gasforbrug i den lette vejtransport.

Tunge køretøjer

Elforbruget i den tunge vejtransport er i dag særdeles begrænset, men forventningerne til el-teknologiens muligheder for at imødekomme en voksende del af tunge køretøjers tekniske krav, er steget mærkbart i løbet af de seneste år. Elforbruget vil dog stadig være relativt lavt frem mod 2030. Salget af rutebusser forventes helt omstillet til el i 2030, mens salget af elturistbusser og -lastbiler forventes væsentligt forøget fra 2028 og frem. Elforbruget til den tunge vejtransport ventes derfor at stige markant fra ca. 1,1 TWh i 2030 frem mod 2050 i takt med, at det forøgede salg slår igennem i bestandene. Gennem hele perioden vil elforbruget dog være betydeligt lavere end elforbruget til let vejtransport. I 2050 forventes det årlige elforbrug til tung vejtransport i AF23 at være i størrelsesorden 6,2 TWh.

Nettoelforbrug til vejtransport (GWh)



Figur 1: Udvikling i det forventede nettoelforbrug til vejtransport, fordelt på let vejtransport (personbiler, varebiler og motorcykler) og tung vejtransport (lastbiler og busser) (GWh).

Ellastbiler (BEV) ventes at udgøre størstedelen af omstillingen væk fra forbrændingsmotorer og fossile brændstoffer. Der satses fra producenternes side



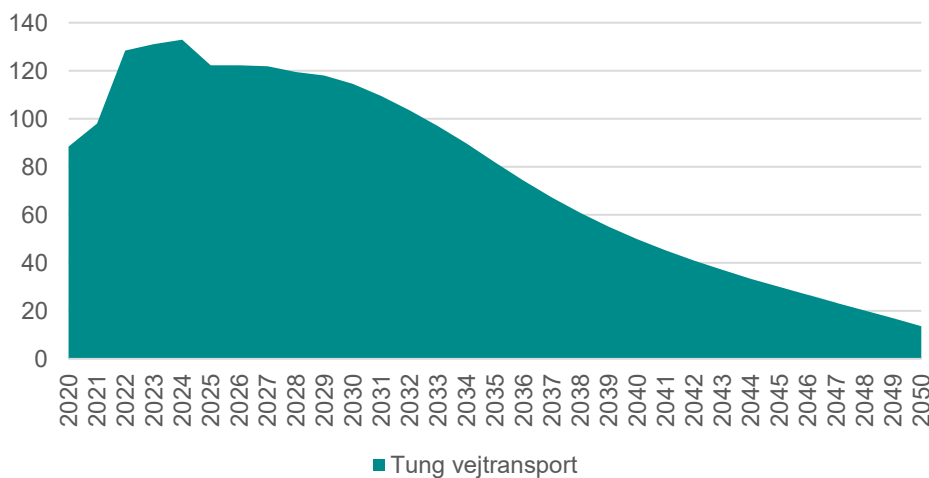
dog på flere teknologier, som kan supplere hinanden i omstillingen af den tunge vejtransport. Det gælder fx brændselscellestbiler (FCV), der kan have særlige fordele i nogle køretøjssegmenter og i forbindelse med særlige transportopgaver. Der er i AF23 derfor indlagt en vis indfasning af FCV-lastbiler voksende fra 1 pct. af salget i 2030 til 5 pct. af nysalget i 2050.

Det skal understreges, at der er betydelige usikkerheder forbundet med udviklingen i salgets fordeling på teknologier frem mod 2050.

I forhold til gaskøretøjer (CNG/LNG) er der i AF23 kun indlagt en beskedent andel gas i tung transport. Dette begrundes dels med, at gaslastbiler, trods tilstedeværelse på markedet gennem en del år, stadig kun findes i begrænset antal i Danmark og ikke har udvist en stigende tendens. Desuden er der et fælles europæisk fokus på at nedbringe forbruget og afhængigheden af gas (dog i første omgang gas til opvarmning), og samtidig er der forventning om, at BEV køretøjernes konkurrenceevne vil vinde frem. Omvendt kan forhold som øget biogasproduktion, træghed i omstillingen til elektrificering, allerede indgåede købskontrakter samt en mulig prisudvikling i gasbilernes favør trække i modsat retning.

Udviklingen i det forventede gasforbrug fra vejtransporten, som alene stammer fra tung vejtransport, er vist i Figur 2, hvor der på den korte bane ses et stigende forbrug, som efterfølgende falder frem mod 2050. Det bemærkes, at der, trods en forventning om et relativt lavt absolut gasforbrug i transport, er stor usikkerhed omkring udviklingen i gasforbruget, både på den korte og lange bane.

Gasforbrug til vejtransport (GWh)

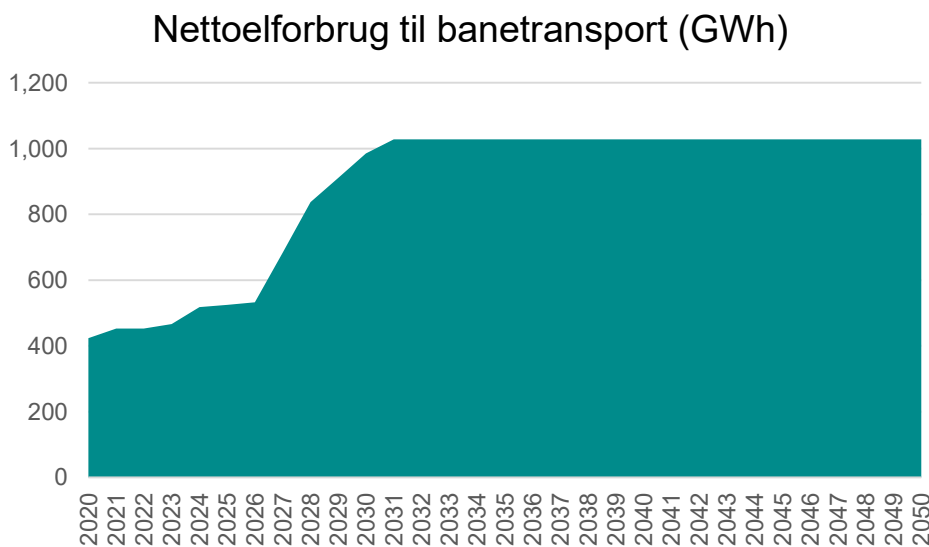


Figur 2: Udvikling i det forventede gasforbrug i den samlede vejtransport (GWh).



Banetransport

Elforbruget til banetransport fremgår af figur 3, der viser, at forbruget mere end fordobles over perioden frem mod 2050 i takt med den omfattende elektrificering af de danske jernbaner. Det store spring i forbruget omkring 2027 skyldes en forudsætning om, at der indsættes væsentligt flere eltog, når hovedbanen fra Fredericia til Aalborg er færdigelektrificeret i 2026. Det er forventningen, at hele banetransportens energiforbrug vil blive dækket af elektricitet fra 2031.



Figur 3: Udvikling i det forventede nettoelforbrug til banetransport (GWh).

Der benyttes ikke gas til banetransport.

Søfart

Udviklingen i elforbruget og gasforbruget til søfart er vist i hhv. Figur 4 og Figur 5 og omfatter el og gas opladet/tanket i Danmark til både indenrigs- og udenrigssøfart.

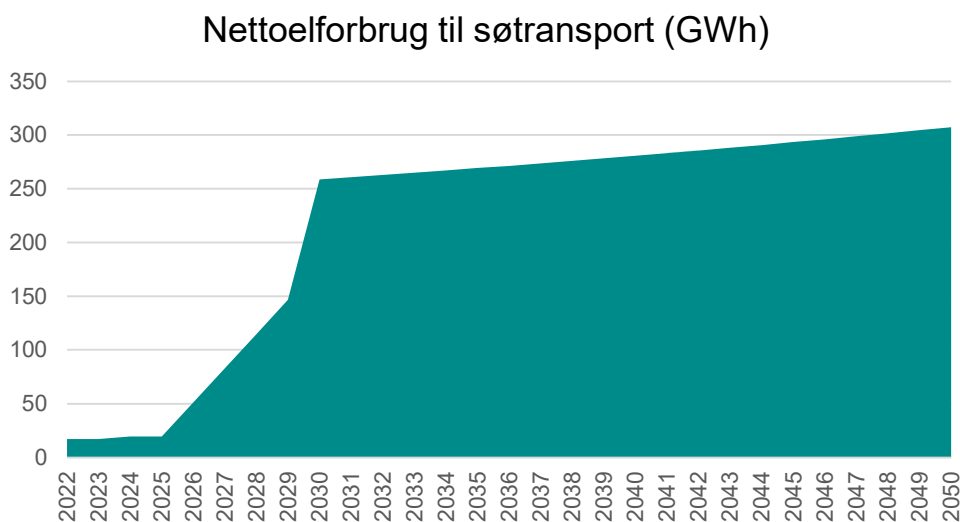
Elforbruget ventes at stige betydeligt frem mod 2030, og derefter med en lavere stigning frem mod 2050. Det grunder i antagelser om, at en del af indenrigsfærgerne elektrificeres, men også forventning om, at der vil ske en vis elektrificering af større udenrigsfærger efter 2030. Hertil kommer at ny lovgivning vedrørende anvendelse af landstrøm vil betyde en væsentlig forøgelse af strømforbruget til både passager- og godstransport. Det samlede elforbrug fra søfarten forventes således samlet set at vokse til 310 GWh i perioden frem mod 2050.

Enkelte indenrigsfærgeruter anvender i dag gas i form af LNG, der transporteres med lastbil til anvendelsesstedet, og dermed ikke på nuværende tidspunkt leveres



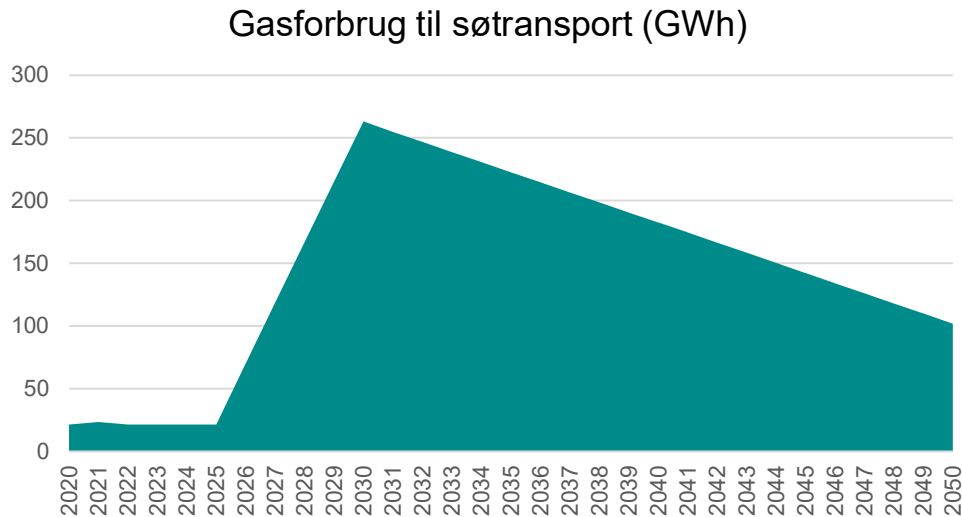
via gasnettet. Det antages dog i AF, at den anvendte gas i fremskrivningsperioden leveres via nettet, evt. i form af fordråbningsanlæg på anvendelsesstedet, idet det ikke var tænkt som en varig løsning med fjerntransport af LNG med lastbil. På grund af andre alternative teknologiers konkurrencedygtighed og geopolitiske forhold omkring gas forventes der ikke at ske yderligere investeringer i gasskibe til indenrigssøfart.

For udenrigssøfarten kan gasskibe dog stadig finde anvendelse i et mindre omfang, og der er antaget, med afsæt i IEA's forventninger for den globale søfart i deres Net-Zero Emissions by 2050 Scenario¹, en stigning i gasforbruget frem mod 2030, som efterfølgende falder langsomt mod 2050



Figur 4: Udvikling i det forventede nettoelforbrug til søtransport (GWh).

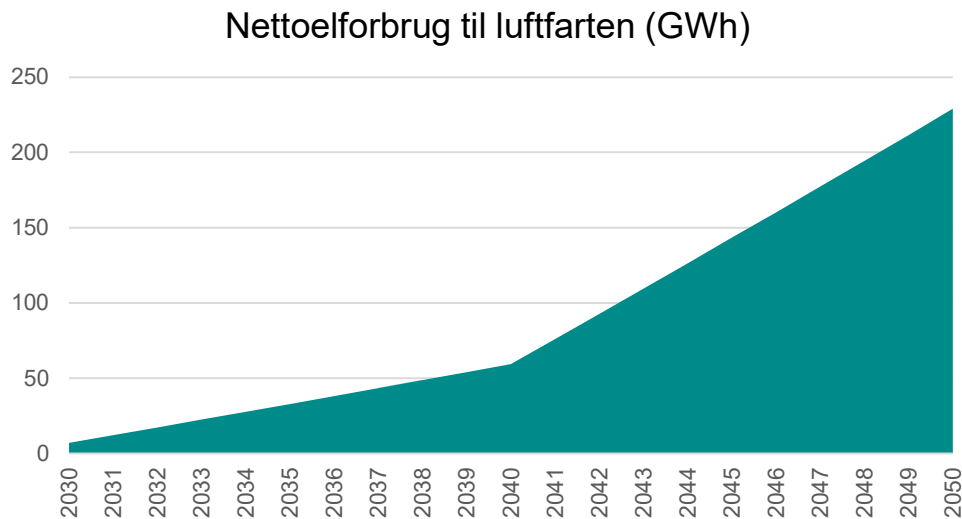
¹ https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf



Figur 5: Udvikling i det forventede gasforbrug til søtransport (GWh).

Luftransport

Omstilling af luftfarten forventes overvejende at ske gennem iblanding af bæredygtigt flybrændstof (SAF, Sustainable Aviation Fuel), herunder bio- og PtX-brændstoffer, mens direkte elektrificering vurderes at have længere udsigter og et mindre potentiale. Udviklingen af mindre elfly er dog i gang og ventes på sigt at kunne betjene kortere flyruter. Elforbruget er vist i Figur 6, hvor der ses en begyndende elektrificering på den anden side af 2030, stigende mod 2050, i takt med, at en mindre andel indenrigsruter samt nogle korte udenrigsruter elektrificeres. Udviklingen følger en antagelse om, at elektricitet dækker 30 pct. af indenrigsruternes energiforbrug og 1 pct. af udenrigsruternes energiforbrug i 2050.



Figur 6: Udvikling i det forventede elforbrug til lufttransport (GWh).

Gas forventes ikke anvendt til lufttransport.

Metode og antagelser

Nedenfor beskrives den overordnede metode og antagelser for fremskrivningen.

Det bemærkes, at der er fokus på de store linjer i udviklingen i el- og gasforbruget, og at metode og forudsætninger derfor er baseret på overordnede pejlemærker og antagelser.

For samtlige transportkategorier gælder, at fremskrivningen som udgangspunkt følger forløbene i KF23 i perioden frem til 2025, da der på den korte bane vurderes at være en begrænset effekt af yderligere politiske tiltag. Derudover tager fremskrivningen afsæt i elektrificeringsscenarioet fra Klimaprogram 2022², og en målsætning om klimaneutralitet i 2045.

Vejtransport

For vejtransporten skelnes mellem personbiler, varebiler, motorcykler, lastbiler og busser.

² AF23 er i praksis en opdatering af AF22, som var direkte relateret til KP22's elektrificeringsscenario. Der kan derfor være en visse afvigelser mellem AF23 ift. KP22. Justeringerne vil dog være ambitionsmæssigt skærpende ift. KP22.



Udviklingen i el- og gasforbruget er modelleret i Energistyrelsens transportmodel, FREM, (se beskrivelse af transportmodellen på Energistyrelsens hjemmeside³), og afhænger hovedsageligt af antagelser om udviklingen i køretøjsbestandene og indfasningshastigheden for elkøretøjer. Derudover er også køretøjernes årskørsel og energiintensitet vigtige forudsætninger for det endelige energiforbrug.

Person- og varebiler

Forordning om CO₂-emissioner for nye personbiler og varevogne stiller krav om, at udledningerne fra nye person- og varebiler på EU-niveau i gennemsnit skal reduceres med hhv. 55 pct. og 50 pct. i 2030 i forhold til 2021 og med 100 pct. i 2035. Dette svarer i praksis til et forbud mod salg af nye person- og varebiler med forbrændingsmotor, herunder plug-in hybridbiler, fra 2035. Der er dog indført en undtagelse for biler med ICE (Internal Combustion Engine) teknologi, der kun kan køre på klimaneutrale brændstoffer (fx elektrofuels). Kommissionen skal afklare nærmere regler for disse biler. Det forventes dog en meget lille anvendelse af denne mulighed. Det forventes, at undtagelsen kun vil blive anvendt af nichesegmenter. I AF23 er der derfor set bort fra denne undtagelse for både person- og varebiler.

Forordningen forventes således at medføre en fortsat forbedring af elbilernes teknologi (rækkevidde, opladningstid, mv.), øget produktionskapacitet, større udbud af forskellige modeller og varianter og, i forlængelse heraf, faldende priser. Der er dog også forhold, som kan trække prisudviklingen den modsatte vej, særligt den stigende efterspørgsel efter kritiske råstoffer til produktion af batterier, men samlet set vurderes de faktorer, der påvirker priserne i nedadgående retning, at vægte tungest.

Antagelser og pejlemærker

EU-reduktionskravene for 2030 og 2035 anvendes som pejlemærker for fremskrivningen og det antages, at salget af nye biler i Danmark følger kravene på EU-niveau.

2021-2025: Udviklingen følger KF23.

2026-2035: Med udgangspunkt i KF23 øges salgsandelen for elbiler markant og med en tilpasset S kurve, der sigter mod en fuld indfasning i 2035. For de øvrige teknologier reduceres udledningerne tilsvarende, således at der i 2030 opnås en reduktion i udledningerne fra nye køretøjer på hhv. 55 pct. fra personbiler og 50 pct. fra varebiler i forhold til udledningerne i 2021. Salget af de øvrige teknologier reduceres proportionalt ud fra de respektive salgsandele i KF23, dvs. at de reduceres relativt lige meget. Den overordnede størrelsesfordeling af nysalget af

³ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning>.
Forudsætningsnotater 1C.



personbiler på fx mikrobiler, små biler, mellem osv., er fastholdt på samme niveau som i KF23, mens der vil være forskydninger i størrelsessegmenter inden for de enkelte teknologier i forhold til KF23. Det vil sige, at der inden for fx elbiler vil være forskel mellem AF og KF på, hvordan nysalget af elbilerne fordeler sig på størrelsessegmenter. Segmentforskydningen inden for en teknologi skyldes, at teknologiens fordeling på segmenter går mod den samlede fordeling af segmenter, dvs. på tværs af teknologier, i takt med at teknologien går mod 100 % af salget.

2035-2050: Salget af nye person- og varebiler består næsten udelukkende af elkøretøjer. Kun varebiler har en lille andel af FCV-køretøjer. Udviklingen i elforbruget i denne periode følger af ændringer i den samlede bestand af person- og varebiler, den løbende udskiftning af bestande samt ændringer i størrelsessammensætning og energieffektivitet.

Lastbiler

Omstillingen af lastbilerne er mere usikker end for den lette transport, både hvad angår omstillingshastigheden, hvilke alternative teknologier, der vil komme i spil, og i hvilket omfang. Det er i dag teknisk muligt at omstille lastbiler til el, herunder særligt dem med kortere eller faste kørselsmønstre. Ellastbiler vil i en del år fremover være forbundet med en betydelig merpris ved indkøb, men merprisen forventes i mange tilfælde opvejet over tid af lavere driftsomkostninger.

For nogle større lastbiler, som kører med mere vægt og/eller tunge påhængsvogne, samt længere ruter, er ellastbiler stadig forbundet med tekniske udfordringer i forhold til rækkevidde, opladningstid, opladningsmuligheder, mv. Der er dog både i sektoren og hos fabrikkerne en klar forventning om, at den teknologiske udvikling og udrulning af egnet ladeinfrastruktur vil løse disse udfordringer.

Udviklingen understøttes kraftigt af den nuværende og kommende regulering i både Danmark og EU.

I KF23, som AF23 tager afsæt i, anvendtes Transportministeriets Lastbilvalgmodel, hvilket medførte en øget indfasning af ellastbiler i forhold til tidligere. KF23 indeholder også den kilometerbaseret og CO₂-differentieret vejafgift for lastbiler. Den kraftigt øgede indfasning efter 2025 i AF23 hviler på nye politiske forslag og tendenser, der ventes at påvirke omstillingen væsentligt. Det gælder særligt kommissionens forslag om en ny strammet CO₂ forordning for tunge køretøjer. Forslaget indebærer bl.a.:

- Udvidelse af gældende krav til at gælde næsten alle tunge køretøjer. (omfattede køretøjer står for 25 pct. af EU-transportsektorens udledninger, 42 pct. af dieselforbruget)
- 2030: 45 pct. reduktion ift. 2019 (tidligere 30 pct.)
- 2030: 100 pct. Zero Emission bybusser



- 2035: 65 pct. reduktion ift. 2019
 - 2040: 90 pct. reduktion ift. 2019
- (Forslaget er udformet som teknologineutralt og derfor understøttes nul- og lavemissionskøretøjer, både af BEV og FCV lastbiler).

Derudover vil den allerede vedtaget ETS2 kvoteordning for vejtransport, samt den vedtagne AFIR (Alternative Fuel Infrastructure Regulation), der skal sikre at lade- og brintinfrastruktur udrulles langs TEN-T vejnettet, samt EURO 7 normerne, der stiller strengere forureningskrav, påvirke udviklingen.

Antagelser og pejlemærker

Ellastbiler indføres som i KF23 frem til 2025, hvorefter indfasningen accelererer så den på sigt modsvarer kravene i EU's forslag til stramning af CO₂ forordningen for tunge køretøjer, og desuden opfylder EI-scenariet i Klimaprogram 2022 (KP22). Det antages, at 8,5 pct. af trafikarbejdet i 2030 og mere end 90 pct. af trafikarbejdet i 2050 udføres af ellastbiler.

2021-2025: Udviklingen følger indfasningskurven for KF23.

2025-2045: Udviklingen følger målene i forslaget om CO₂ krav for tunge køretøjer.

Busser

Busser er opdelt i rutebusser og øvrige busser som fx turistbusser.

Omstillingen er allerede i gang og i AF23 er der en betydelig elektrificering af særligt rutebusserne, som har et kørselsmønster, der er lettest at imødekomme med elbusser (BEV) samtidig med, at valg af drivmiddel/teknologi i et vist omfang er styret gennem udbud. Øvrige busser, som fx turistbusser, minder teknisk set mere om lastbiler, fx i forhold til længere køreafstande, varierende ruter og højere hastigheder, og i AF23 forventes de derfor at følge indfasningen for lastbiler.

Europa-Kommissionens forslag om revision af CO₂-reduktionskrav til nye tunge køretøjer indeholder bl.a. et 100 pct. reduktionskrav for bybusser (nysalg) fra 2030. Rutebusserne går derfor mod fuld elektrificering i 2030, mens dette ikke er tilfældet for de øvrige busser, bl.a. som følge af usikkerhed omkring teknologi- og prisudviklingen, jf. forrige afsnit om lastbiler. Det vurderes ligeledes mindre sandsynligt, at gasbusser fremadrettet vil spille en betydende rolle i den grønne omstilling af busser, fordi de alternative muligheder med nulmissionskøretøjer løbende vil blive mere konkurrencedygtige, og fordi EU's CO₂ forordning for tunge køretøjer på sigt lukker vinduet for rentable investeringer i udvikling af gaskøretøjer og tilhørende udrulning af gasinfrastruktur.

Antagelser og pejlemærker



Det antages, at alle nye rutebusser i 2030 vil være elbusser, mens elektrificeringen af øvrige busser følger et udviklingsforløb der ligner det for lastbiler. For busser samlet set medfører dette, at ca. 59 pct. af trafikarbejdet i 2030 udføres af elbusser, hvilket flugter med EI-scenariet i KP22 med fremrykket klimaneutralitetsmål i 2045. Forløbet svarer til, at elbusser står for ca. 72 pct. og 98 pct. af det samlede salg af nye busser i hhv. 2030 og 2050 (mod 65 pct. i 2030 i KF23).

2021-2025: Udviklingen følger KF23.

2025-2050 - rutebusser: Salgsandelen for el-busser følger KF23 til 100 pct. i 2030. For de øvrige teknologier reduceres salgsandelene lineært fra KF23-niveau i 2025 til 0 pct. i 2030. Fra 2030-2050 er alle nye rutebusser elbusser og udviklingen i elforbruget følger af den løbende udskiftning af bestanden.

2025-2050 - øvrige busser: Indfasningshastigheden for elbusser antages at lægge tæt op ad udviklingen for lastbiler. Salget for de øvrige teknologier (herunder gas) reduceres tilsvarende og proportionalt ud fra deres respektive andele af salget i KF23, dvs. at de reduceres relativt lige meget. I perioden 2025-2030 og perioden 2030-2050 antages en lineær udvikling i salget fra de enkelte teknologier.

Motorcykler

Udviklingen og markedsføringen af elektriske motorcykler går relativt langsomt ift. de øvrige kategorier. Sammen med motorcyklers høje levealder forventes omstillingen af motorcykelbestanden indtil videre derfor at ske forholdsvis langsomt. Det er dog stadig forventningen, at både regulering og udvikling i retning af elektriske motorcykler vil ske i kølvandet på de andre køretøjstyper.

Antagelser og pejlemærker

2021-2025: Udviklingen følger KF23.

2025-2050: Det er antaget, at salgsandelen af elmotorcykler stiger lineært fra KF23-niveau i 2025 til 80 pct. i 2050. Salget af øvrige teknologier reduceres tilsvarende.

Banetransport

Banetransporten omfatter fjern- og regionaltog, S-tog, metro, letbaner, godstog samt øvrige tog (lokalbaner mv.). Udviklingen i elforbruget følger den opdaterede fremskrivning fra Trafikstyrelsen, som også indgår i KF23. Hele banetransportens energiforbrug forventes i AF23 at blive dækket af elektricitet på den anden side af 2030.



Søfart

Søfart omfatter indenrigs- og udenrigssøfart, opdelt på hhv. passager- og godstransport.

I AF23 er der gennemført en mere eksplicit vurdering af udviklingen i elforbrug forbundet med land- og ladestrøm inden for søfart. Dette er baseret på indhentet data for større skibes anløb i de større havne og for energiforbruget knyttet til tid i havn samt udmeldinger fra, og dialog, med branchen.

Udviklingen understøttes af EU Forordningerne, FuelEU maritime og Alternative Fuel Infrastructure Regulation (AFIR), der stiller krav om at passager- og containerskibe skal anvende landstrøm fra 2030.

For indenrigssøfarten er fordelingen mellem passager- og godstransport ca. 50/50. Det anses som teknisk og økonomisk muligt at elektrificere indenrigsfærger med faste og kortere ruter. Det antages derfor, at samtlige indenrigsfærgeruter, der i dag anvender dieselolie, elektrificeres frem mod 2030, bortset fra færgerne over Kattegat, til Bornholm og Færøerne⁴. Dette svarer til, at ca. 24 pct. af indenrigsfærgernes energiforbrug kommer fra el. Hertil lægges en vis forventning til nogle større udenrigsfærgeruters planer for fuld elektrificering.

Indenrigs godssejls omfatter bulk- og containerskibe, som ofte også anvendes til international godstransport. Da skibene generelt er større og tungere og ruterne ofte varierer og typisk er længere, vurderes det ikke oplagt at elektrificere denne del af søtransporten (omstillingen forventes at ske vha. PtX eller biobrændstoffer).

Gas forventes ikke at spille en yderligere rolle i indenrigssøfarten i forhold til KF23, hverken for passager- eller godstransport.

Danmark har meget lille indflydelse på valg af teknologier og brændstoffer i den internationale godstransport og der er stor usikkerhed omkring udviklingen. Der er derfor valgt at lægge IEA's Net-Zero Emission by 2050 Scenario (for den globale søfart) til grund for fremskrivning af el- og gasforbruget til international godssejls. Udenrigsfærger følger ligeledes denne fremskrivning for så vidt angår forbruget af gas.

Antagelser og pejlemærker

2025-2050 - Indenrigssøfart: Elektricitet antages at erstatte 24 pct. af indenrigsfærgernes fossile energiforbrug i 2030 (inkl. færgerute til Færøerne). Elforsbruget øges lineært fra 2025-2030 og holdes derefter konstant.

⁴ Ruter til Færøerne og Grønland regnes ifølge FN's emissionsopgørelser med som indenrigs (der er dog ikke en færgerute mellem Danmark og Grønland).



Der er antaget en omregningsfaktor på 1:0,45 fra diesel/fuelolie til el. Indenrigsfærgernes gasforbrug fastholdes på det nuværende niveau. For godstransporten antages hverken et el- eller gasforbrug i fremskrivningsperioden.

Fra 2030 tilføjes et estimeret forbrug fra passager- og containerskiber baseret på regler om brug af landstrøm i overensstemmelse med de vedtagne EUforordninger, FuelEU-Maritime og Alternative Fuel Infrastructure Regulation

2025-2050 - Udenrigssøfart: Der antages et elforbrug på ca. 17 GWh i 2023 fra udenrigsfærger (færger som sejler mellem DK/udland) stigende til omkring 150 GWh i 2050. Der forventes ikke yderligere elektrificering af gods i udenrigssøfart. Gas følger IEA's Net-Zero by 2050 Scenario, hvor gas udgør 3 pct. af energiforbruget i 2030 og 1 pct. af energiforbruget i 2050.

Luffart

Luffarten forventes overvejende omstillet gennem iblanding af SAF (Sustainable Aviation Fuel), herunder eksempelvis PtX produkter, mens direkte elektrificering ventes at have længere udsigter. Den teknologiske udvikling og testning af elfly er i gang og kan primært forventes at blive relevant for korte ruter med relativt få passagerer.

Antagelser og pejlemærker

Politisk er der ønsket om, at indenrigsluffarten skal være grøn senest i 2030, hvilket en elektrificering kan bidrage til. Det er dog forventningen, at langt størstedelen af indenrigsluffarten fortsat vil anvende flydende brændstof i 2030.

Fremskrivningen følger en langsigtet antagelse om, at elektricitet udgør 30 pct. af indenrigsruternes energiforbrug og 1 pct. af udenrigsruternes energiforbrug i 2050, hvilket flugter med El-scenarie i KP22⁵.

2021-2029: Udviklingen følger KF23.

2030-2050 - Indenrigsluffart: I 2030 erstatter elektricitet 2 pct. af indenrigsluffartens energiforbrug, hvilket stiger lineært til 30 pct. i 2050. Der er antaget en omregningsfaktor på 1:1 fra fossil til el.

2030-2050 - Udenrigsluffart: Udviklingen følger KF23 frem til 2040 (i og med at ruterne generelt er længere og transporterer flere passagerer, og derfor er sværere

⁵ I KP22 er andelen opgjort i forhold til trafikarbejdet, mens det opgøres i forhold til energiforbruget i AF23. Så længe at teknologi/drivmiddel er uændret, vil energiforbruget være proportionalt med trafikarbejdet. Når nye teknologier/drivmidler indføres, og energieffektiviteten varierer (fx hvis elmotoren er mere effektiv end motoren i traditionelle fly), vil proportionaliteten ikke længere være gældende. Dette er der dog ikke taget højde for i beregningerne.



at elektrificere), hvorefter elforbruget øges lineært frem mod 2050, hvor elektricitet antages at erstatte 1 pct. af energiforbruget til udenrigsluftfart.

Usikkerhed

De største usikkerhedsparametre beskrives, efterfulgt af anbefalinger til følsomhedsberegninger.

Usikkerhedsparametre

Forudsætningerne, der ligger til grund for udviklingen i el- og gasforbruget til transport i AF23, er forbundet med betydelig usikkerhed.

For vejtransporten som helhed vurderes der at være en anselig usikkerhed i forhold til *hvornår* de givne niveauer af elektrificering præcist opnås, mens det i mindre grad vurderes usikkert, *om* de nævnte køretøjskategorier elektrificeres frem mod 2045/2050. For tunge køretøjer er det særdeles usikkert, hvor hurtigt elektrificeringen kommer til at gå, da bl.a. fremtidige rammevilkår har afgørende indflydelse herpå, ligesom der er betydelig usikkerhed hvad angår produktionskapaciteten, teknologi- og prisudviklingen, herunder råstoffer til batterier, samt udrulningen af ladeinfrastruktur med tilstrækkelig høj kapacitet. Andre teknologier end el, bl.a. brint, kan ligeledes vinde indpas, i et større omfang end antaget i AF23, hvilket vil reducere det direkte elforbrug fra tunge køretøjer. Herudover er der betydelig usikkerhed omkring fremtidsudsigterne for gaskøretøjer og dermed også gasforbruget til den tunge vejtransport, om end selve niveauet forventes at være et relativt marginalt forbrug.

Udviklingen i elforbruget fra personbiler, der i dag står for ca. 60 pct. af vejtransportens energiforbrug, afhænger særligt af indfasningshastigheden for elbiler og udviklingen i størrelsen af den samlede bilbestand.

For banetransporten er der er usikkerhed om det nøjagtige tidspunkt for afslutning af elektrificeringsarbejdet på banen, og om hvornår der er indkøbt tilstrækkeligt med eltog til at betjene de elektrificerede strækninger fuldt ud, men usikkerheden vurderes dog at være af mindre betydning for den overordnede udvikling i det samlede elforbrug.

Både for sø- og luftfarten er der særdeles stor usikkerhed omkring teknologiudviklingen og den deraf fremtidige sammensætning af teknologier og drivmidler.

Særligt er der i forhold til elektrificering af søfarten store usikkerheder. Det gælder blandt andet i forhold til, hvor meget landstrøm, der vil blive anvendt til skibe, der ikke er omfattet af kravene i EU forordningerne. Fx kan der ske en væsentlig



yderligere elektrificering med landstrøm til fiskefartøjer. I forhold til elektrificering af ladestrøm/fremdrift er der ligeledes meget stor usikkerhed knyttet til, hvor mange, hvilke og hvornår færgeruter omstilles til eldrift. Dette gælder ikke mindst udenrigsruter. Samtidig er der dog i forhold til det samlede elforbrug fra transportsektoren formentligt tale om relativt små forbrug.

Følsomhedsanalyser

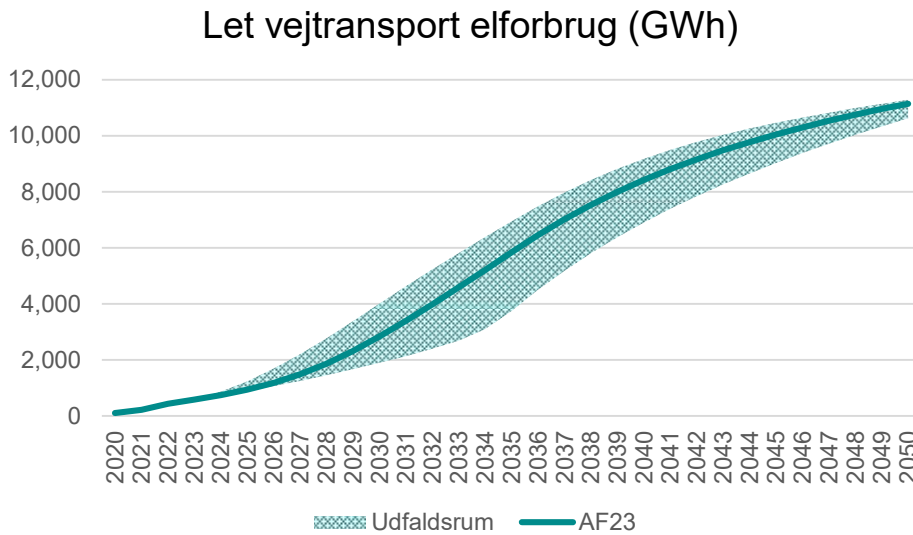
Der er væsentligt usikkerhed knyttet til i hvilket omfang gas vil blive udbredt som brændstof i transportsektoren på sigt. Det anbefales derfor, at Energinet supplerer AF23 med følsomhedsanalyser på udviklingen i gasforbruget. Som én mulig parametervariation kan anvendes et forløb uden brug af gas til transport.

El til transport udgør i dag en begrænset andel af det samlede elforbrug men stiger betydeligt over perioden. Da dette elforbrug på mange måder har andre karakteristika end det øvrige elforbrug, og da der er stor usikkerhed om tempoet og omfanget af elektrificeringen, opfordres Energinet til at supplere AF23 med følsomhedsanalyser på udviklingen – både ift. mængder og forbrugsprofiler. De anbefalede parametervariationer ift. mængder fremgår af figureerne herunder.

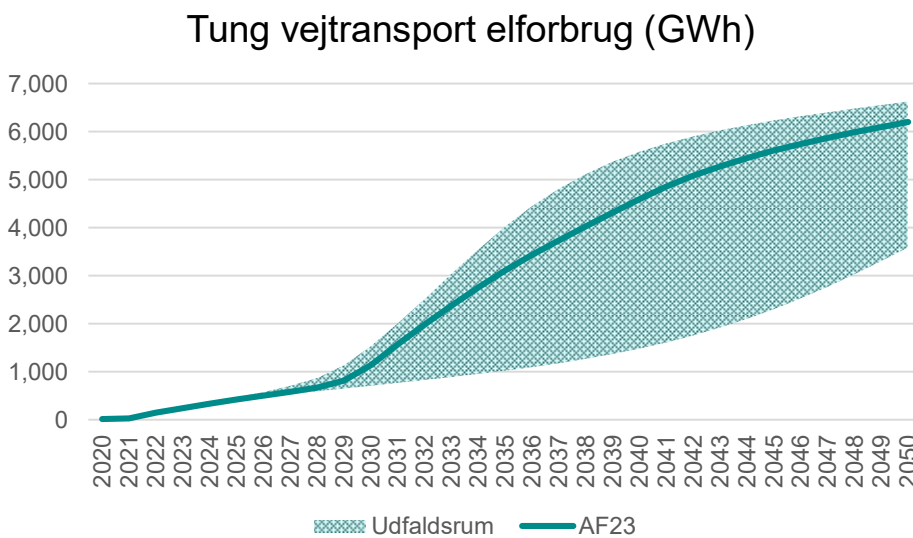
For hhv. den lette og tunge vejtransport viser Figur 7 og Figur 8 et udfaldsrum for elforbruget. Udfaldsrummet præsenterer det maksimale spænd for udviklingen i elforbruget fra den lette og tunge vejtransport, på baggrund af de antagelser og den metode, der ligger til grund for fremskrivningen.

Det øvre og nedre spænd antager en hhv. øget og reduceret omstilling til elektriske køretøjer, og afspejler det resulterende udvikling i elforbruget, i takt med, at bestanden af køretøjer gradvist omstilles til el, hvorefter elforbruget følger den forventede udvikling i bestanden/trafkarbejdet (bestandsudvikling for personbiler og trafikarbejde for øvrige køretøjer).

For den lette vejtransport er der betydelig mindre usikkerhed forbundet med omstilling til el, set i forhold til den tunge vejtransport.



Figur 7: Udfaldsrum for udviklingen i elforbruget til let vejtransport.



Figur 8: Udfaldsrum for udviklingen i elforbruget til tung vejtransport.

For sø- og luftfarten er usikkerheden betydelig og Energinet anbefales at regne på et usikkerhedsspænd i elforbruget på +/- 100 pct.

Udviklingen i elforbruget til banetransport er langt mindre usikker, da den baserer sig på planer og udmeldinger fra Banedanmark. Det anbefales at regne med en usikkerhed på +/-20 pct.



Ændringer ift. AF22

Siden AF22 er der foretaget en række ændringer i metode og antagelser, hvoraf de mest betydende er oplistet her:

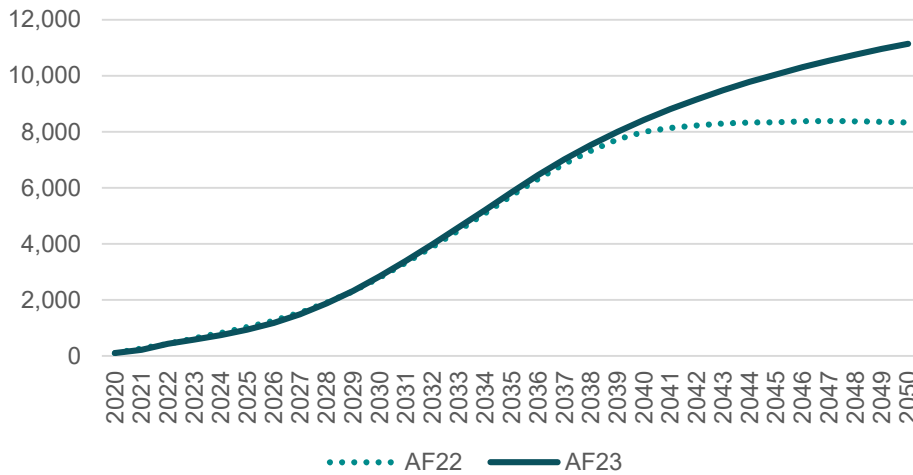
- AF23 tager udgangspunkt i KF 23, hvor der blev foretaget modeltekniske ændringer. I forhold til personbiler blev der indarbejdet en dæmpning i væksten af bilbestanden, der blev vurderet at være for aggressiv. Dette har desuden haft indflydelse på størrelsen på nysalget af personbiler. Dette er yderligere påvirket af at effekter fra brugtimporten blev eksplicit inddraget. Endelig er der foretaget justeringer i forhold til årskørsler og levealder.
- I forhold til lastbiler er der i KF 23 anvendt Transportministeriets lastbilvalgmodel (LVM), der ud fra TCO beregninger (Total Cost of Ownership) fordeler nysalget på teknologier.
- Disse ændringer har betydning for forskelle mellem AF22 og AF23
- I AF23 er der øget fokus på elektrificering af søfarten. Det gælder både i forhold til nye lovkraav om anvendelse af landstrøm for passager- og containerskibe, men også øgede forventninger til elektrificering af søfarten (udenrigsfærger)
- Gasforbruget i AF23 er generelt set nedjusteret betydeligt i den tunge vejtransport
- Nedenfor præsenteres i hovedtræk forskellen i el- og gasforbruget mellem AF22 og AF23.

Let vejtransport

Elforbruget til den lette vejtransport er hen mod 2040 næsten uændret i AF23 i forhold til AF22, jf. Figur 9, da forventningerne til elektrificering ikke har ændret sig markant og bestanden af lette køretøjer gradvist elektrificeres. Efter 2040 er langt størstedelen af bestanden elektrificeret, og udviklingen afspejler derfor i højere grad antagelserne bag vækst i trafikarbejdet, som for AF23 er antaget forsat stigende, men for AF22 var antaget at være aftagende. Generelt er udviklingen efter 2040 yderst usikker



Nettoelforbrug til let vejtransport (GWh)



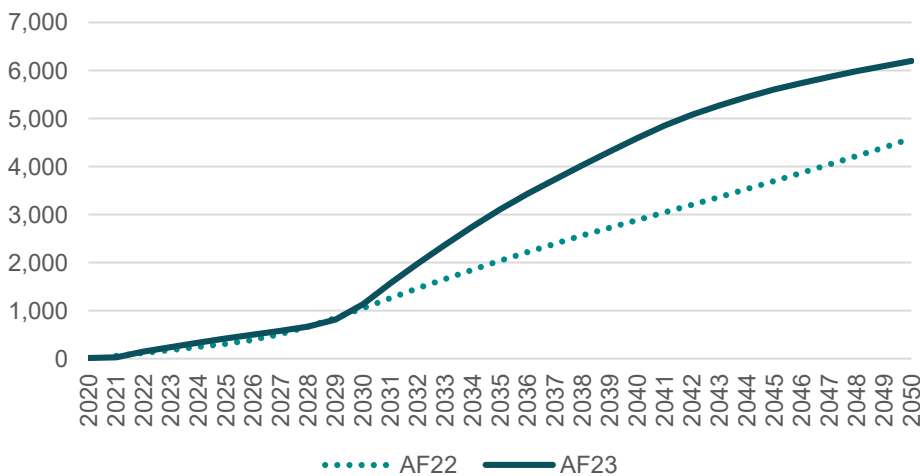
Figur 9: Elforbrug til let vejtransport i AF23 og AF22.

Tung vejtransport

El- og gasforbruget til tung vejtransport i AF23 og AF22 fremgår af Figur 10 og Figur 11.

Siden AF22 er der efter år 2030 sket en opjustering af forventningerne til teknologiudviklingen og forventningen til, at ellastbiler kan imødekomme lastbiler og bussers transportbehov, herunder for større og tungere køretøjer med længere køreafstande. Elforbruget til tunge køretøjer ligger i AF23 derfor betydeligt over elforbruget i AF22, jf. Figur 10.

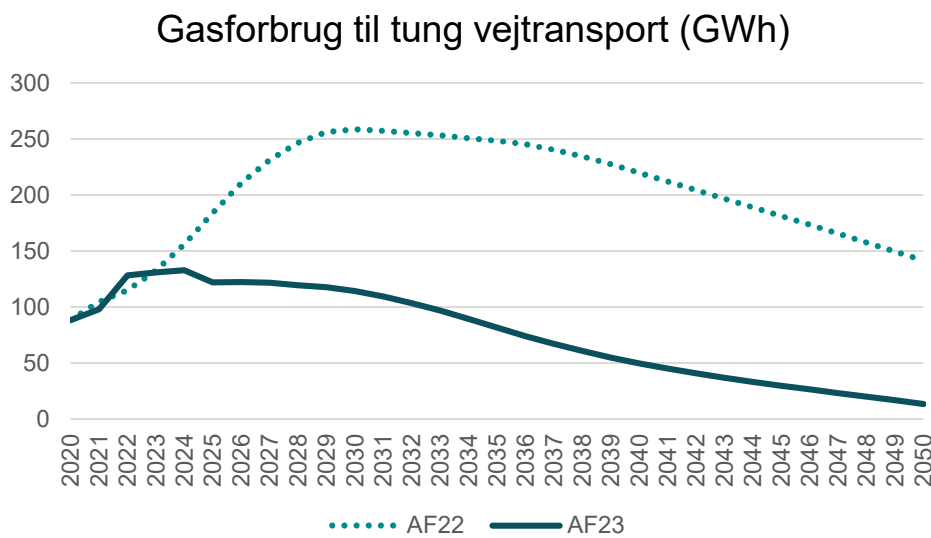
Nettoelforbrug til tung vejtransport (GWh)



Figur 10: Elforbrug til tung vejtransport i AF23 og AF22.



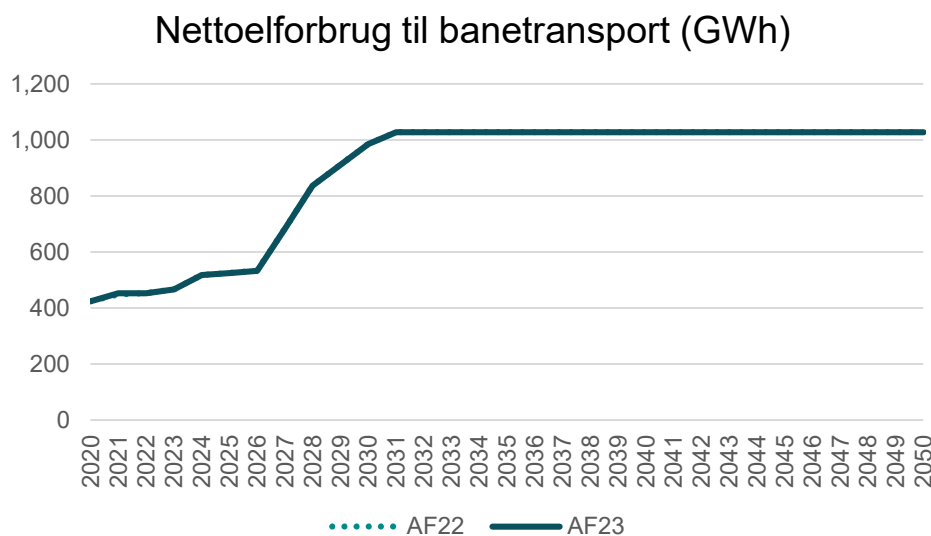
Samtidig med de højere forventninger til el-teknologien er forventningerne til gaslastbiler og –busser nedjusteret i AF23. Dette skyldes dels de nuværende geopolitiske forhold omkring gas, dels at elkøretøjer på sigt vurderes at blive den mest økonomiske løsning i forhold til TCO (Total Cost of Ownership). Gasforbruget i AF23 til tung vejtransport ligger derfor betydelig under sidste års fremskrivning, jf. Figur 11.



Figur 11: Gasforbrug til tung vejtransport i AF23 og AF22.

Banetransport

Der er i AF23 fortsat en forventning om 100 pct. elektrificering af banetransporten, hvilket også er indregnet i KF23. Der er ikke foretaget ændringer til forventningerne for elforbruget i banetransporten i forhold til AF22.

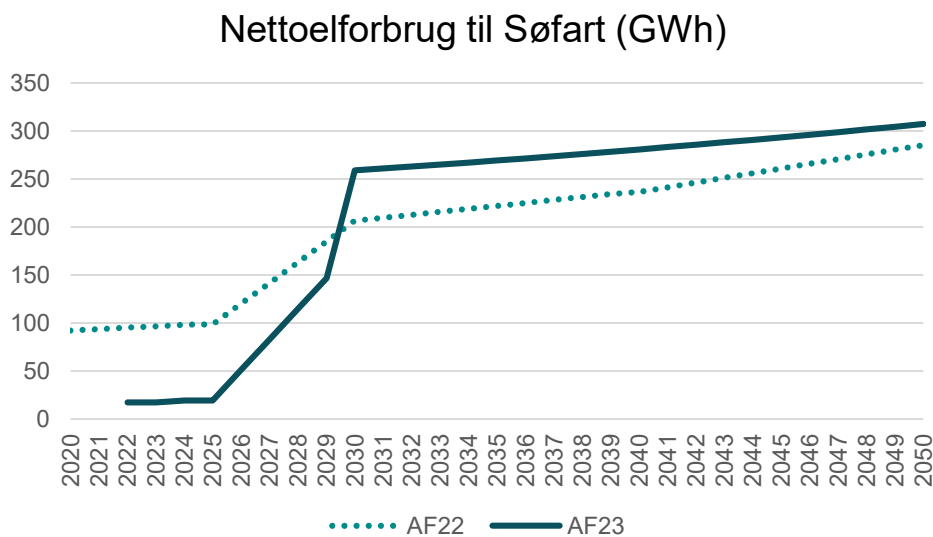


Figur 12: Elforbrug til banetransport i AF23 og AF22.

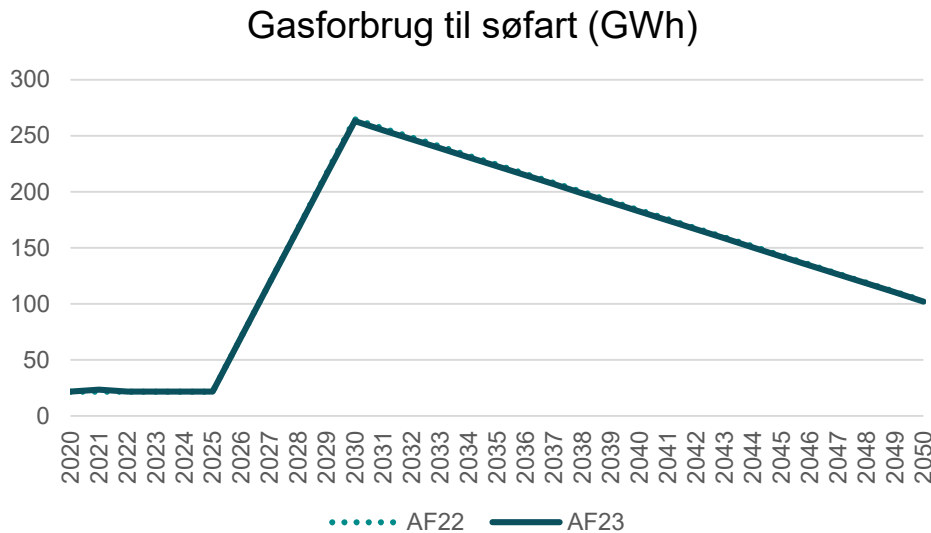
Søfart

El- og gasforbruget til søfarten i AF23 sammenlignet med AF22 er vist i Figur 13 hhv. Figur 14. Der er i AF23 eksplicit foretaget beregninger for landstrøm ligesom der er foretaget vurderinger af størrelsesordner for ladestrøm for en række udenrigsfærgeruter. Dette var tidligere baseret på et mere generelt skøn fra Energinet. Det ses, at der forløbene for AF22 og AF23 er lidt forskellige, men de styrende niveauer er relativt tætte.

Gasforbruget er ikke ændret i forhold til AF22.



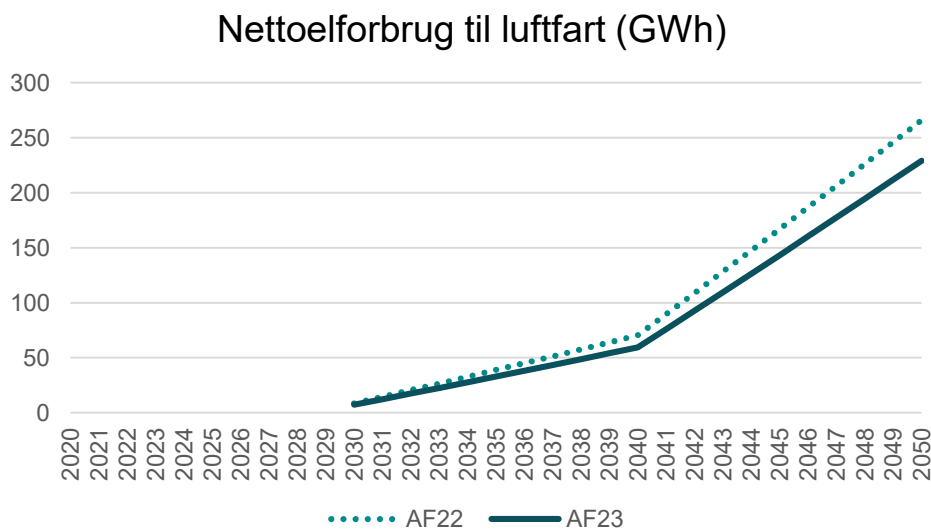
Figur 13: Elforbrug til søfart i AF23 og AF22.



Figur 14: Gasforbrug til søfart i AF23 og AF22.

Luffart

Der har ikke været grundlag for opdatering af forventninger til elforbrug i luftfarten for AF23. Samme antagelser som anvendt i AF22 resulterer derfor i marginale forskelle i AF23. Forskellen skyldes en lidt lavere forventning til den generelle udvikling i luffart.



Figur 15: Elforbrug til luffart i AF23 og AF22.