



Analyseforudsætninger til Energinet 2022 – Transport

Baggrundsnotat

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
5. januar 2023

J nr. 2022 – 13659

/PKHA/NHA/ULO

Indholdsfortegnelse

Udvikling frem mod 2050.....	2
Vejtransport.....	2
Banetransport.....	4
Søfart	5
Lufttransport.....	7
Metode og antagelser	8
Vejtransport.....	8
Banetransport.....	12
Søfart	12
Luftfart	13
Usikkerhed.....	14
Usikkerhedsparametre.....	14
Følsomhedsanalyser.....	15
Ændringer ift. AF21	17

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 og den forventede udvikling i de enkelte transportkategorier gennemgås i det følgende.

Analyseforudsætningerne for transport vedrører ikke forbruget af brint og evt. afledte PtX-brændstoffer, som i stedet håndteres på overordnet plan i PtX-notatet. Derudover henvises til baggrundsnotat om transport i Klimaprogram 2022 for en række scenarier for anvendelsen af PtX-brændstoffer i transporten.

Det bemærkes, at der er fokus på de store linjer i udviklingen og at forudsætninger derfor er baseret på overordnede skøn og pejlemærker.

Vejtransport

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

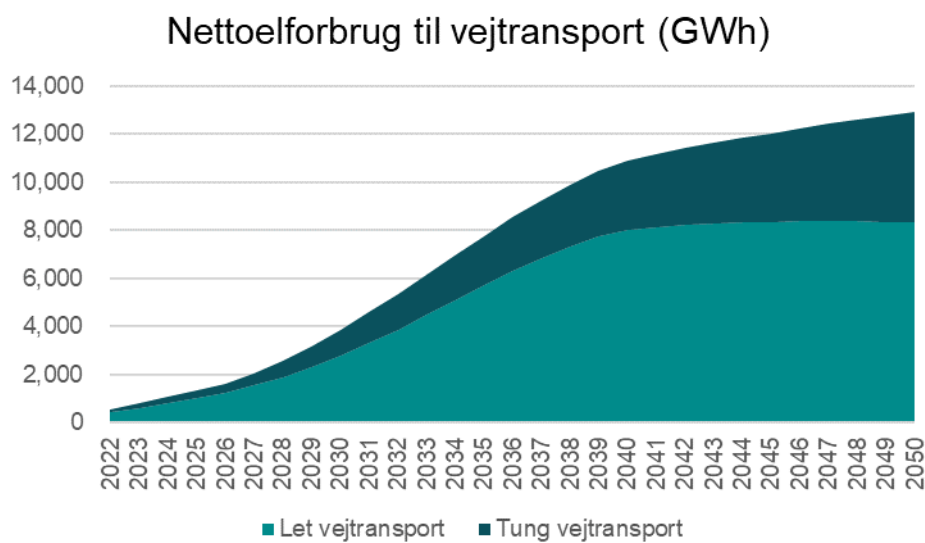
Figur 1 viser den forventede udvikling i vejtransportens elforbrug frem mod 2050. Forbruget er opdelt i let og tung vejtransport, hvor den lette vejtransport omfatter person- og varebiler samt motorcykler, mens den tunge vejtransport består af lastbiler og busser.

Elforbruget til den lette vejtransport antages at stige fra det nuværende årlige forbrug på omkring 0,3 TWh til et årligt forbrug på ca. 3 TWh i 2030 og ca. 8 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 medføre behov for større forstærkninger af elnettet de steder, hvor der fx 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 det lægges til grund, at alle nye person- og varebiler i Danmark vil være rene elbiler. Forudsætningen medfører, under stor usikkerhed, at tæt på 30 pct. af personbilsbestanden og 17 pct. af varebilsbestanden i 2030 vil være elbiler. I perioden 2035-2050 stiger elforbruget derfor i takt med, at bestandene langsomt vokser og løbende udskiftes med rent batteridrevne person- og varebiler. Fra omkring 2040 forventes en svagere stigning i elforbruget som følge af, at væksten i bilbestanden aftager. Der forventes ligeledes en omstilling til elmotorcykler, men i et betydeligt langsommere tempo end person- og varebiler. Da motorcykler udgør en marginal andel af den lette vejtransportens energiforbrug, har dette en meget lille indvirkning på det samlede elforbrug.



Elforbruget i den tunge vejtransport er i dag særdeles begrænset. På trods af en begyndende indfasning af elkøretøjer ventes elforbruget at være relativt lavt frem mod 2030, hvorefter salget af elbusser og -lastbiler forventes væsentligt forøget. Elforbruget til den tunge vejtransport ventes derfor at stige jævnt 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 at være i størrelsesorden 5 TWh.

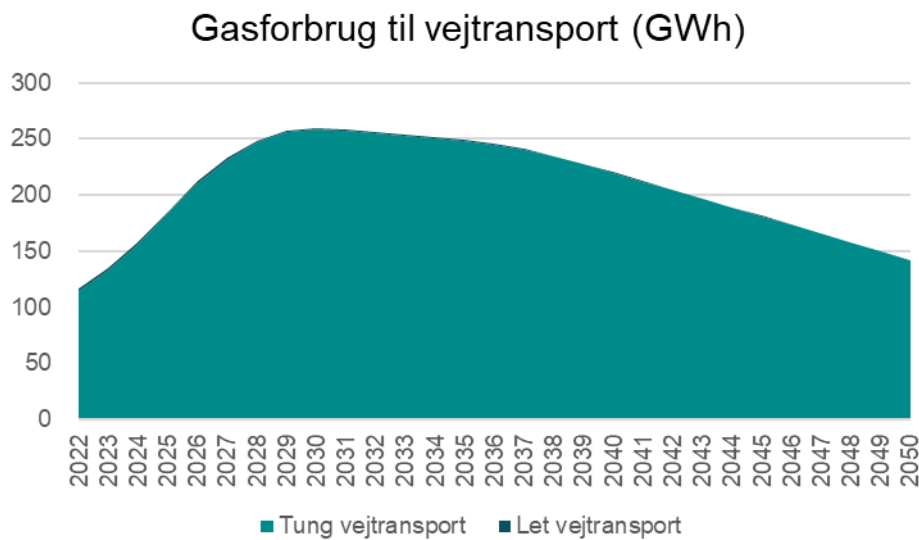


Figur 1: Udvikling i det forventede nettoelforbrug til vejtransport, fordelt på let vejtransport (personbiler, varebiler og motorcykler) og tung vejtransport (lastbiler og busser) (GWh).

Forventningerne til, at elteknologien vil blive betydeligt forbedret og at den vil kunne imødekomme størstedelen af tunge køretøjers transportbehov er steget mærkbart i løbet af det seneste par år. På trods af dette, satses der fra producenternes side på flere teknologier, som kan supplere hinanden i omstillingen af den tunge vejtransport. Grundet de ændrede geopolitiske forhold omkring gas, vurderes det mindre sandsynligt, at der fremadrettet vil blive satset på gaskøretøjer i et større omfang. Udviklingen i det forventede gasforbrug fra vejtransporten 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 er særdeles stor usikkerhed omkring udviklingen i gasforbruget, både på den korte og lange bane. Den nuværende situation med begrænsede gasmængder, stigende priser og et fælles europæisk fokus på at nedbringe forbruget og afhængigheden af gas (dog i første omgang gas til opvarmning) kan reducere gasforbruget, mens forhold som øget biogasproduktion, træghed i omstillingen, allerede indgåede købskontrakter og en mulig fremtidig normalisering trækker i modsat retning.



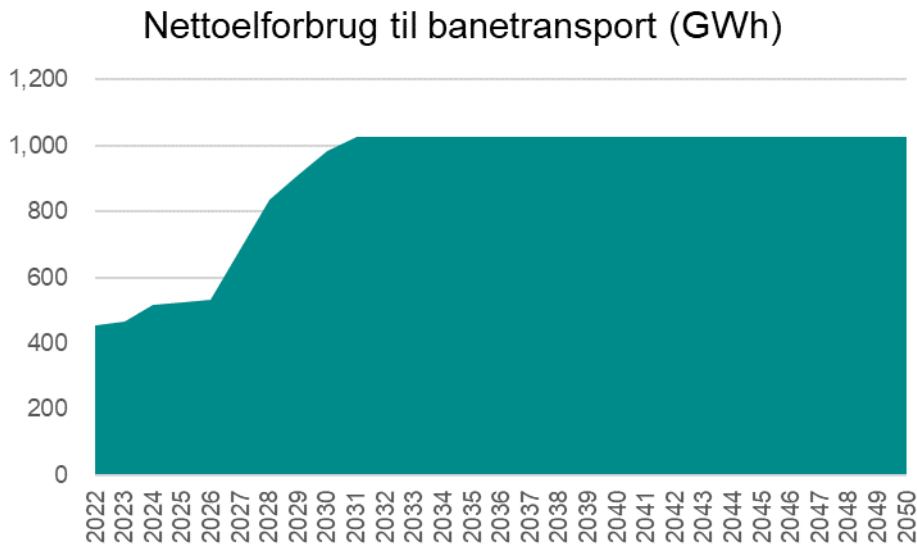
Gas forventes ikke i nævneværdigt omfang anvendt i den lette vejtransport, hvor den grønne omstilling vurderes primært at ske gennem direkte elektrificering, dvs. elbiler.



Figur 2: Udvikling i det forventede gasforbrug til 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 færdig elektrificeret 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.

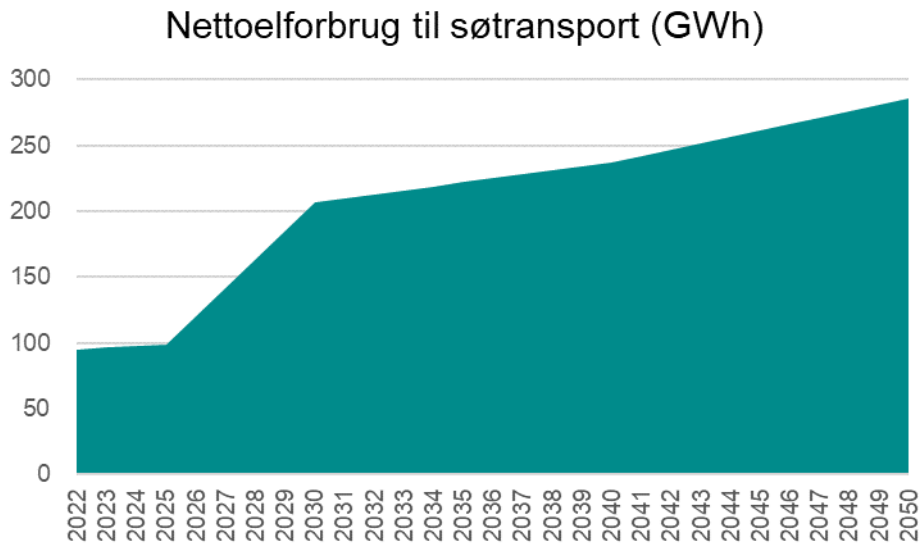
Søfart

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.

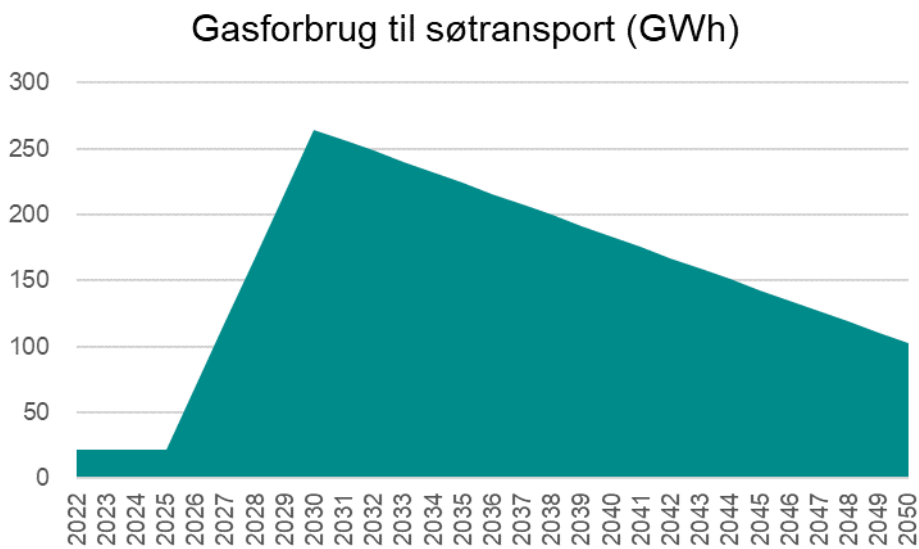
Elforbruget stiger betydeligt frem mod 2030 som følge af en antagelse om, at størstedelen af indenrigsfærgerne elektrificeres. Endvidere forventes et øget elforbrug fra udenrigsfærgerne og det samlede elforbrug fra søfarten forventes tæt på tredobles i perioden frem mod 2050. Godstransporten forventes ikke omstillet til el.

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, at den anvendte gas i fremskrivningsperioden leveres via nettet, evt. i form af fordråbningsanlæg på anvendelsesstedet. Særligt på grund af de nuværende 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 en stigning i gasforbruget frem mod 2030, som efterfølgende falder langsomt mod 2050, svarende til IEA's forventninger for den globale søfart i deres Net-Zero Emissions by 2050 Scenario¹.

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



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

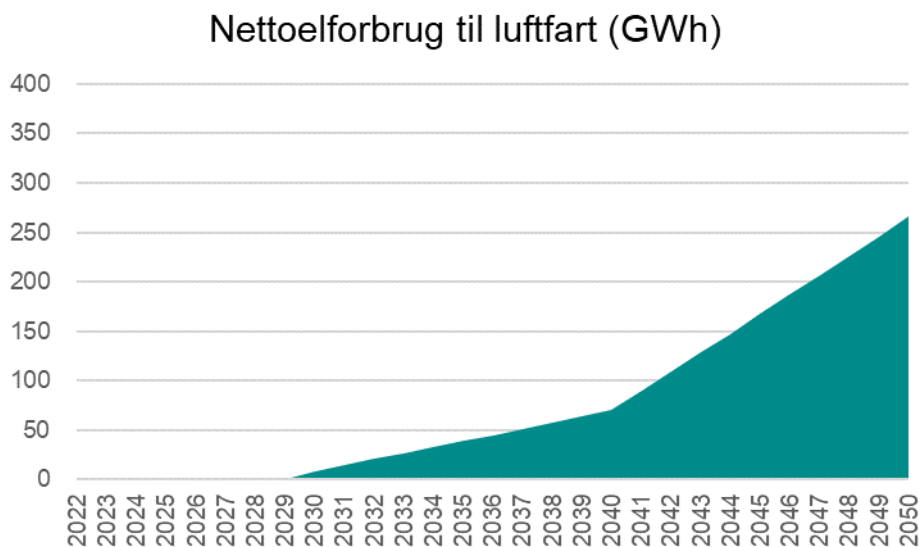


Figur 5: Udvikling i det forventede gasforbrug til søtransport (GWh).



Luftransport

Grøn 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. Udviklingen og testningen af 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 luftransport (GWh).

Gas forventes ikke anvendt til luftransport.



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 følger forløbene i KF22 i perioden frem til 2025, da der på den korte bane vurderes at være en begrænset effekt af yderligere politiske tiltag.

Vejtransport

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

Udviklingen i el- og gasforbruget er modelleret i Energistyrelsens transportmodel, FREM, (se beskrivelse af transportmodellen på Energistyrelsens hjemmeside²), og afhænger hovedsageligt af antagelser til udviklingen i køretøjsbestandene og indfasningshastigheden for alternative drivmidler såsom el- og gaskøretøjer.

Derudover er også køretøjernes årskørsel og energiintensitet vigtige forudsætninger for det endelige energiforbrug.

Person- og varebiler

Som en del af Fit for 55 (FF55) har EU-kommissionen foreslået at skærpe CO₂-emissionsnormerne for nye person- og varebiler i 2030 og 2035. Forslaget indeholder 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 til et forbud mod salg af nye person- og varebiler med forbrændingsmotor, herunder plug-in hybridbiler, fra 2035. Både Europarådet og Europaparlamentet har tilsluttet sig forslaget om disse krav. Den endelige aftale udestår og forventes indgået ultimo 2022. Forventningen er, at forslaget bliver vedtaget og at det vil være retningsgivende for indfasningen af elkøretøjer i bestanden af person- og varebiler i EU og dermed også i Danmark. Lovforslaget forventes 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.

² <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning>.
Forudsætningsnotater 1C.

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 KF22.

2025-2030: Med udgangspunkt i KF22 øges salgsandelen for elbiler lineært fra 2025 til 2030, mens salgsandelene for de øvrige teknologier reduceres 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 KF22, dvs. at de reduceres relativt lige meget. Den overordnede størrelsesfordeling af køretøjerne, på tværs af teknologier, er fastholdt på samme niveau som i KF22, mens forskydninger i størrelsessegmenter inden for de enkelte teknologier godt kan variere i forhold til KF22.

2030-2035: Efter 2030 sker en yderligere acceleration i indfasningshastigheden for elkøretøjer, og tilsvarende reduktion i de øvrige teknologier, indtil der i 2035 opnås en reduktion i udledningerne fra nye person- og varebiler på 100 pct. i forhold til 2021. Der er antaget et lineært forløb frem mod 2035, hvor elbiler og elvarebiler udgør 100 pct. af salget af nye køretøjer.

2035-2050: Salget af nye person- og varebiler består udelukkende af elkøretøjer. Udviklingen i elforbruget i denne periode følger af ændringer i den samlede bestand af person- og varebiler, den løbende udskiftning af bestandene samt ændringer i størrelsessammensætning og energieffektiviteter.

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 de lettere lastbiler til el, men det vurderes at være forbundet med en betydelig merpris. For de 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 i sektoren og hos fabrikanterne stor tiltro til en rivende teknologisk udvikling, understøttet af den nuværende og kommende regulering i både Danmark og EU (der er udformet som teknologineutrale og derfor generelt understøtter nul- og lavemissionskøretøjer, herunder både el- og brintlastbiler). I 2019 indførte EU CO₂-emissionsnormer for lastbiler med krav om at



reducere udledningerne fra nye store lastbiler³ med i gennemsnit 15 pct. i 2025 og 30 pct. i 2030 i forhold til perioden 1. juli 2019 til 30. juni 2020. Emissionsnormerne skal revideres i 2022 med mulighed for at stramme kravene, udvide til et større segment af den tunge vejtransport og fastlægge reduktionskrav for 2035 og 2040. I Danmark indføres i 2025 en kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, differentieret efter lastbilernes CO₂-udledning. Dertil kan der komme yderligere reguleringstiltag for at sætte ekstra skub i omstillingen af lastbiler, fx gennem tilskudspuljer eller oprettelse af et kvotesystem for vejtransporten i EU som foreslået i FF55. Indfasningen af ellastbiler ligger derfor betydeligt over niveauet i KF22.

Der er dog ikke indregnet en fuld elektrificering af lastbilerne inden 2050, hvilket følger af usikkerheden omkring teknologi- og prisudviklingen (både i forhold til selve lastbilerne men også opladeinfrastrukturen) kombineret med det faktum, at flere lastbilproducenter satser på forskellige teknologier, og at udviklingen i Danmark er stærkt afhængig af udviklingen i resten af Europa.

Særligt på grund af de ændrede geopolitiske forhold omkring gas vurderes det dog mindre sandsynligt, at der fremadrettet vil blive satset på gaskøretøjer i et større omfang. Som følge af den store usikkerhed og tidsperspektivet i forhold til bl.a. pris og tilgængelighed af naturgas, politiske prioriteter og indsatser (fx om gassen forbeholdes specifikke sektorer) og produktionen af biogas, er der derfor valgt at reducere salget af gaslastbiler i forhold til forløbet i KF22. Dertil bemærkes, at der arbejdes på en ændring af EU's gruppefritagelsesforordning. Af udkastet fremgår, at der kun kan ydes støtte til køb af el- og brintkøretøjer, hvilket udelukker støtte til gaskøretøjer. Gaslastbiler vil derfor sandsynligvis ikke kunne omfattes, når ændringerne til gruppefritagelsesforordningen træder i kraft. Det er pt. usikkert, hvornår ændringen træder i kraft.

Antagelser og pejlemærker

Elforbruget til lastbiler flugter med EI-scenariet i Klimaprogram 2022 (KP22) i årene 2030 og 2050. Det antages, at 10 pct. af trafikarbejdet i 2030 og 66 pct. af trafikarbejdet i 2050 udføres af ellastbiler, hvilket svarer til, at ellastbiler står for ca. 27 pct. og ca. 80 pct. af salget af nye lastbiler i hhv. 2030 og 2050 (mod 15 pct. i 2030 i KF22).

2021-2025: Udviklingen følger KF22.

2025-2030: Med udgangspunkt i KF22 øges salget af ellastbiler således, at ellastbiler i 2030 står for 10 pct. af trafikarbejdet, mens salget af de øvrige teknologier (herunder gas) reduceres tilsvarende og proportionalt ud fra deres respektive andele af salget i KF22, dvs. at de reduceres relativt lige meget. Mellem 2025 og 2030 antages en lineær udvikling i salget af de enkelte teknologier.

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1242&from=EN>



2030-2050: Efter 2030 øges salget af ellastbiler lineært indtil de i 2050 udfører 66 pct. af lastbilernes trafikarbejde. Salget af de øvrige teknologier reduceres tilsvarende.

Busser

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

Omstillingen er allerede godt i gang og der forventes i KF22 en betydelig elektrificering af særligt rutebusserne, som har et kørselsmønster, der er lettest at imødekomme med elbusser samtidig med, at valg af drivmiddel/teknologi er styret gennem udbud. De øvrige busser kan på en række parametre minde om lastbiler, fx i forhold til længere køreafstande og varierende ruter, herunder til udlandet, hvor elbusser er forbundet med både tekniske og økonomiske udfordringer, i hvert fald for nuværende.

Som for lastbiler kan der komme yderligere reguleringstiltag der gør, at elektrificeringen af busserne ligger over niveauet i KF22. Rutebusserne går mod fuld elektrificering i 2050, 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.

Antagelser og pejlemærker

Det antages, at alle nye rutebusser i 2030 vil være elbusser, mens elektrificeringen af øvrige busser følger udviklingen for lastbiler. For busser samlet set medfører dette, at ca. 50 pct. af trafikarbejdet i 2030 udføres af elbusser, hvilket flugter med EI-scenariet i KP22. Forløbet svarer til, at elbusser står for ca. 70 pct. og 90 pct. af det samlede salg af nye busser i hhv. 2030 og 2050 (mod 57 pct. i 2030 i KF22).

2021-2025: Udviklingen følger KF22.

2025-2050 - rutebusser: Salgsandelen for el-busser øges lineært fra KF22-niveau i 2025 til 100 pct. i 2030 (i KF22 er salgsandelen i 2030 ca. 85 pct. for rutebusser). For de øvrige teknologier reduceres salgsandelene lineært fra KF22-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 følge udviklingen for lastbiler således, at elbusser udgør 27 pct. af salget i 2030 og 80 pct. af salget i 2050. Salget for de øvrige teknologier (herunder gas) reduceres tilsvarende og proportionalt ud fra deres respektive andele af salget i KF22, 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 motorcykler 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 KF22.

2025-2050: Det er antaget, at salgsandelen af elmotorcykler stiger lineært fra KF22-niveau i 2025 til 80 pct. i 2050. Salget af øvrige teknologier reduceres tilsvarende.

Banetransport

Banetransporten omfatter fjern- og regionaltoget, S-tog, metro, letbaner, godstog samt øvrige tog (lokalbaner mv.). Udviklingen i elforbruget følger den opdaterede fremskrivning fra Trafikstyrelsen, som også indgår i KF22. Hele banetransportens energiforbrug forventes at blive dækket af elektricitet på den anden side af 2030.

Søfart

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

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.

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).

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

Grundet de nuværende geopolitiske forhold forventes gas ikke at spille en yderligere rolle i indenrigssøfarten i forhold til KF22, hverken for passager- eller godstransport.

Energiforbrug og udledninger fra udenrigssøfarten (både passager- og godstransport) håndteres for nuværende gennem FN's søfartsorganisation IMO og er ikke omfattet af de danske klimamål. FF55 indeholder dog en række forslag på området, bl.a. om at medtage emissioner fra søfart i EU's kvotesystem og at indføre et gradvist stigende fortrængningskrav (for vugge til gravudledningerne), der har til hensigt at sætte skub i den grønne omstilling af international søfart.

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 godssejlsads. Udenrigsfærger følger ligeledes denne fremskrivning for så vidt angår forbruget af gas, mens der antages en stigning i elforbruget (i modsætning til IEA's scenarium, som ikke indeholder el til udenrigssøfart).

Antagelser og pejlemærker

Elforbruget til søfart flugter med EI-scenariet i KP22 i årene 2030 og 2050.

2021-2025: Udviklingen følger KF22.

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

2025-2050 - Udenrigssøfart: Der antages et elforbrug på ca. 340TJ i 2021 fra udenrigsfærger (færger som sejler mellem DK/udland) stigende til omkring 660TJ 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.

Luftfart

Luftfarten forventes overvejende omstillet gennem iblanding af bæredygtigt flybrændstof, herunder eksempelvis brint, 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.



Elektrificering af luftfarten fordrer samtidig en betydelig udvikling og opbygning af bl.a. ladeinfrastruktur.

Antagelser og pejlemærker

Regeringen har udmeldt et nationalt mål om, at indenrigsluftfarten skal være grøn senest i 2030, hvilket en elektrificering kan bidrage til. Det er dog forventningen, at langt størstedelen af indenrigsluftfarten 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 EI-scenarie i KP22⁵.

2021-2029: Udviklingen følger KF22.

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

2030-2050 - Udenrigsluftfart: Udviklingen følger KF22 frem til 2040 (i og med at ruterne generelt er længere og transporterer flere passagerer og derfor er sværere 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 AF22, 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 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

⁵ I KP22 er andelen opgjort i forhold til trafikarbejdet, mens det opgøres i forhold til energiforbruget i AF22. 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.



ladeinfrastruktur med tilstrækkelig høj kapacitet. Andre teknologier end el, bl.a. brint, kan ligeledes vinde indpas, i et større omfang end antaget i AF22, hvilket vil reducere det direkte elforbrug fra tunge køretøjer. Herudover er der betydelig usikkerhed omkring fremtidsudsigterne for gaslastbiler og –busser og dermed også gasforbruget til den tunge vejtransport.

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 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. Dette gælder i høj grad udenrigs sø- og luftfart, men også for indenrigs flyvninger og godssejls.

Følsomhedsanalyser

Da der vurderes at være betydelig usikkerhed om hvorvidt, og i hvilket omfang, gas vil blive udbredt som brændstof i transportsektoren fremadrettet, anbefales det, at Energinet supplerer AF22 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 AF22 med følsomhedsanalyser på udviklingen – både ift. mængder og forbrugsprofiler. De anbefalede parametervariationer ift. mængder fremgår af figurene herunder.

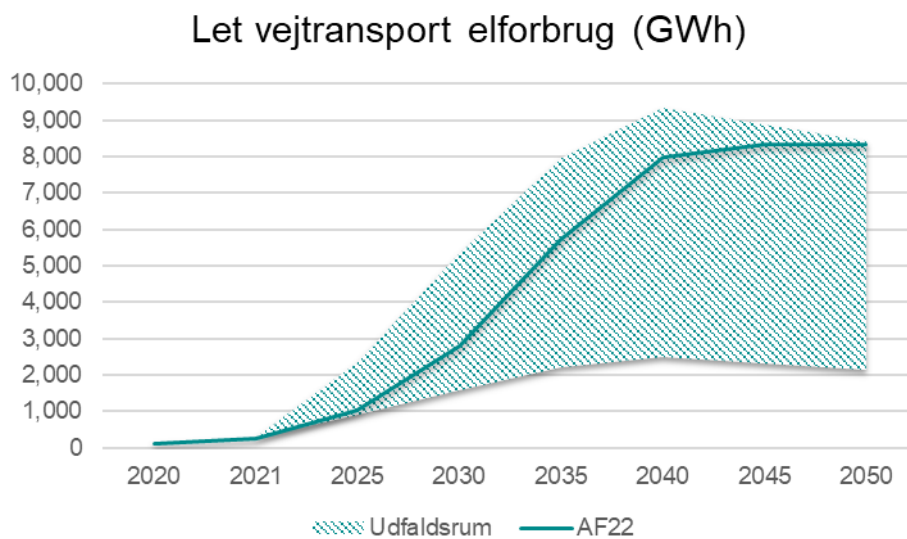
For hhv. den lette og tunge vejtransport viser Figur 7 og Figur 8 et udfaldsrum for elforbruget. Udfaldsrummet præsenterer det maksimale spænd for udviklingen i elforbruget fra den lette og tunge vejtransport, på baggrund af de antagelser og den metode, der ligger til grund for fremskrivningen.

Den øvre del af spændet er beregnet ud fra en antagelse om, at alle nye køretøjer solgt fra 2023 og frem er rent batteridrevne. Elforbruget stiger i takt med, at bestanden af køretøjer gradvist omstilles til el, hvorefter elforbruget følger den

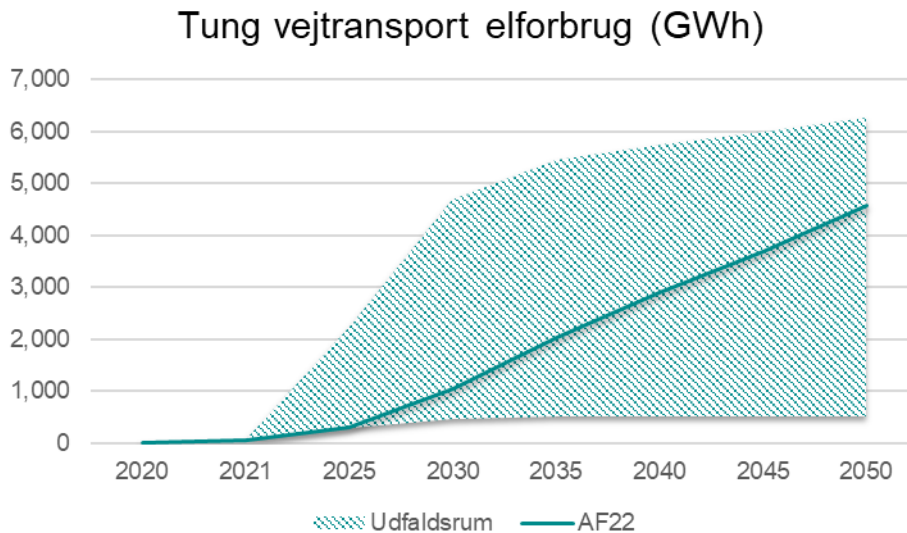
forventede udvikling i bestanden/trafkarbejdet (bestandsudvikling for personbiler og trafikarbejde for øvrige køretøjer). Det er således en indikation af det maksimale niveau for elforbruget.

Den nedre del af spændet er beregnet ud fra en antagelse om, at alle nye køretøjer fra 2023 og frem følger salgsandelen i KF22 for året 2023, hvilket svarer til, at salgsandelen for el-køretøjer i årene efter 2023 holdes konstant og dermed ikke stiger. Elforbruget vokser således i takt med, at en mindre andel af bestanden omstilles til el, hvorefter elforbruget følger den forventede udvikling i bestanden/trafkarbejdet. Samlet set giver udfaldsrummet et billede af, hvor AF22-forløbet for hhv. den lette og tunge vejtransport ligger i det maksimale spænd.

Til AF22 anbefales Energinet at arbejde med usikkerheder, som ligger inden for udfaldsrummet. Præcis hvilke usikkerhedsforløb, som vil være relevante at anvende, afhænger af formålet med følsomhedsberegningen. Det anbefales at fastlægge disse i samarbejde med Energinet.



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. AF21

Siden AF21 er der foretaget en række ændringer i metode og antagelser, hvoraf de mest betydende er oplyst her:

- AF22 går til 2050 mens AF21 gik til 2040.
- Ny EU-regulering for den lette vejtransport: Som følge af forslaget i FF55 om at skærpe CO₂-emissionsnormerne for nye person- og varebiler i 2030 og 2035 (som både Europarådet og Europaparlamentet har tilsluttet sig i 2022) er indfasningen af rene elbiler og elvarebiler øget i AF22 i forhold til AF21. Det er i AF22 antaget, at alle nye person- og varebiler fra 2035 er rent batteridrevne. Heraf følger samtidig, at forventningerne til plug-in hybridbiler er faldet i AF22 i forhold til AF21, da biler med forbrændingsmotor med forslagets vedtagelse ikke må sælges i EU fra 2035. For personbilernes vedkommende udgjorde el- og plug-in hybridbiler i AF21 100 pct. af salget af nye personbiler i 2035, med en fordeling på 70 pct. rene elbiler og 30 pct. plug-in hybridbiler. Der blev således ikke solgt benzin- og dieslbiler i hverken AF21 eller AF22.
- Siden AF21 er der internationalt set (på baggrund af den teknologiske udvikling og udmeldinger fra producenternes side) markant øgede



forventningerne til ellastbiler og elbusser og elektrificeringen af den tunge vejtransport er øget betydeligt i AF22 i forhold til AF21.

- Ligeledes er forventningerne til elektrificering af søfarten (indenrigsfærger) øget siden AF21
- Luftfarten er inkluderet i AF22, mens den ikke var med i AF21. Dette skyldes øgede forventninger til, at elfly kan komme til at spille en rolle i den grønne omstilling – dog primært på kortere ruter og med færre passagerer.
- Gasforbruget i AF22 er generelt set nedjusteret betydeligt (både i den tunge vejtransport og i søfarten), primært med afsæt i den nuværende geopolitiske udvikling med begrænsede gasleverancer, stigende priser og et fælleseuropæisk fokus på at nedbringe forbruget og afhængigheden af gas.

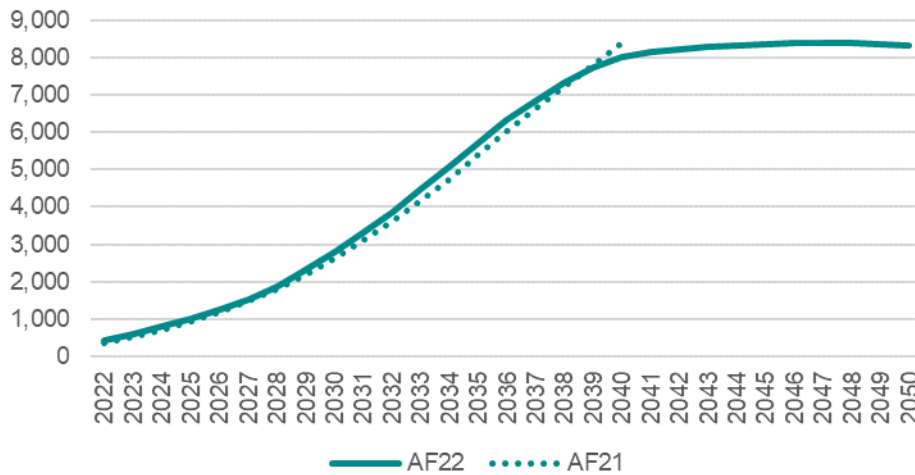
Nedenfor præsenteres i hovedtræk forskellen i el- og gasforbruget mellem AF21 og AF22.

Let vejtransport

Elforbruget til den lette vejtransport er hen mod 2040 en anelse højere i AF22 end i AF21, jf. Figur 9, som følge af den hurtigere indfasning af rene elkøretøjer samt, at der i AF22-forløbet ikke længere sælges plug-in hybridkøretøjer i den lette vejtransport fra 2035. Forskellen er dog ikke særlig stor, da der i AF21 indgik en antagelse om, at el- og plug-in hybridbiler til sammen udgjorde 100 pct. af salget af nye personbiler med en fordeling på 70 pct. elbiler og 30 pct. plug-in hybridbiler.

Stigningen i elforbruget begynder at stabilisere sig og aftage betydeligt hen mod 2040 på trods af en løbende udskiftning af bilparken med rene elbiler og elvarebiler. At elforbruget flader ud skyldes en antagelse om, at antallet af biler pr. person når et mætningspunkt og at bestanden derefter følger udviklingen i befolkningens størrelse. Denne effekt var ikke inkluderet i AF21, men ville heller ikke have slået igennem, da AF21 kun gik til 2040.

Elforbrug let vejtransport (GWh)



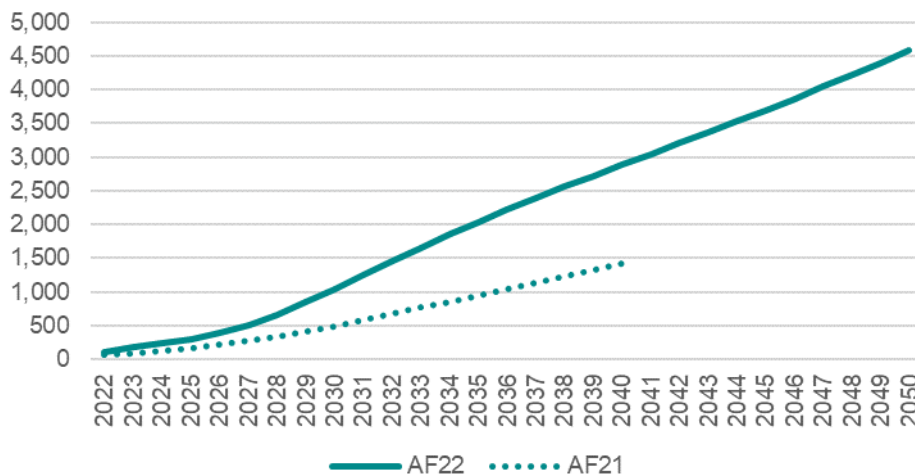
Figur 9: Elforbrug til let vejtransport i AF22 og AF21.

Tung vejtransport

El- og gasforbruget til tung vejtransport i AF22 og AF21 fremgår af Figur 10 og Figur 11.

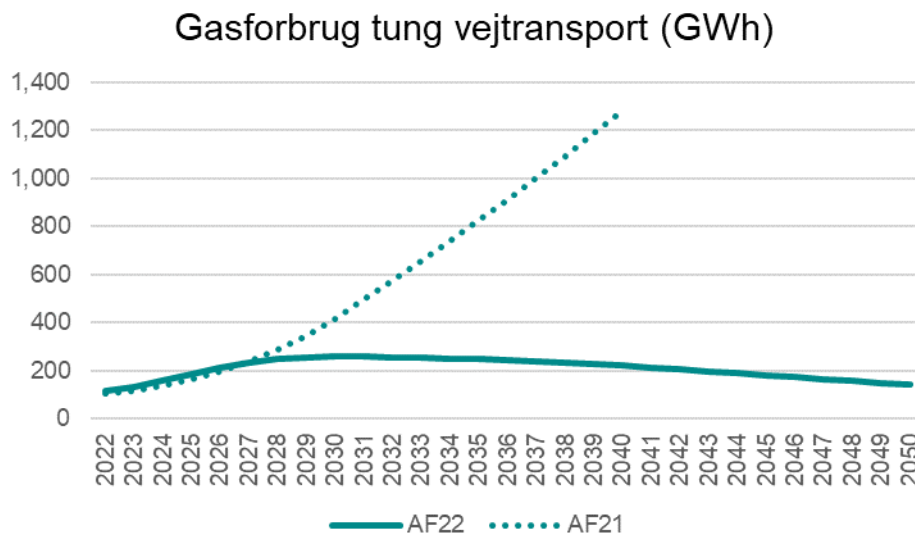
Siden AF21 er der sket en opjustering af forventningerne til teknologiudviklingen og at ellastbiler kan imødekomme en lang række af lastbilers og bussers transportbehov, ikke kun i de små størrelsessegmenter men også for større og tungere køretøjer med længere køreafstande. Elforbruget til tunge køretøjer ligger i AF22 derfor betydeligt over elforbruget i AF21, jf. Figur 10.

Elforbrug tung vejtransport (GWh)



Figur 10: Elforbrug til tung vejtransport i AF22 og AF21.

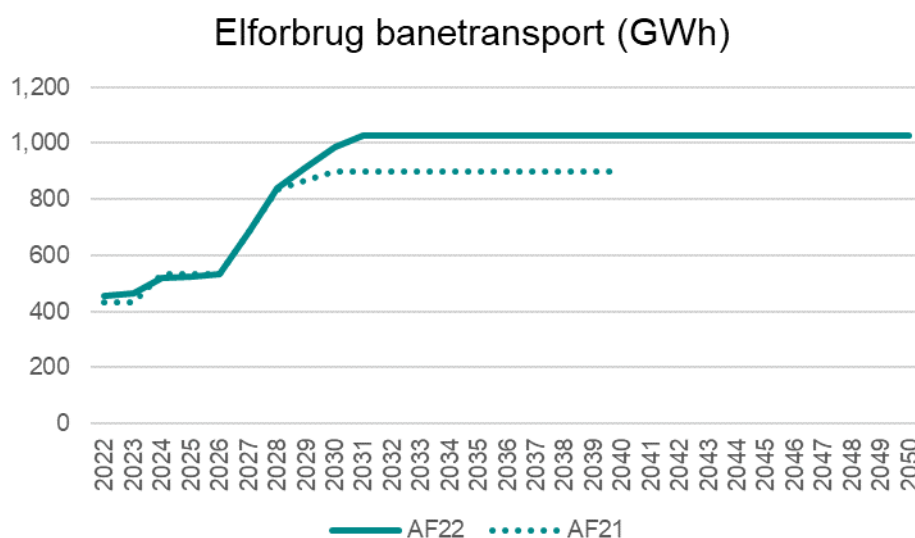
Samtidig med de højere forventninger til elteknologien er forventningerne til gaslastbiler og –busser nedjusteret i AF22, primært med begrundelse i de nuværende geopolitiske forhold omkring gas og at elkøretøjer på sigt vurderes som en mere oplagt løsning. Gasforbruget i AF22 til tung vejtransport ligger derfor betydelig under sidste års fremskrivning, jf. Figur 11.



Figur 11: Gasforbrug til tung vejtransport i AF22 og AF21.

Banetransport

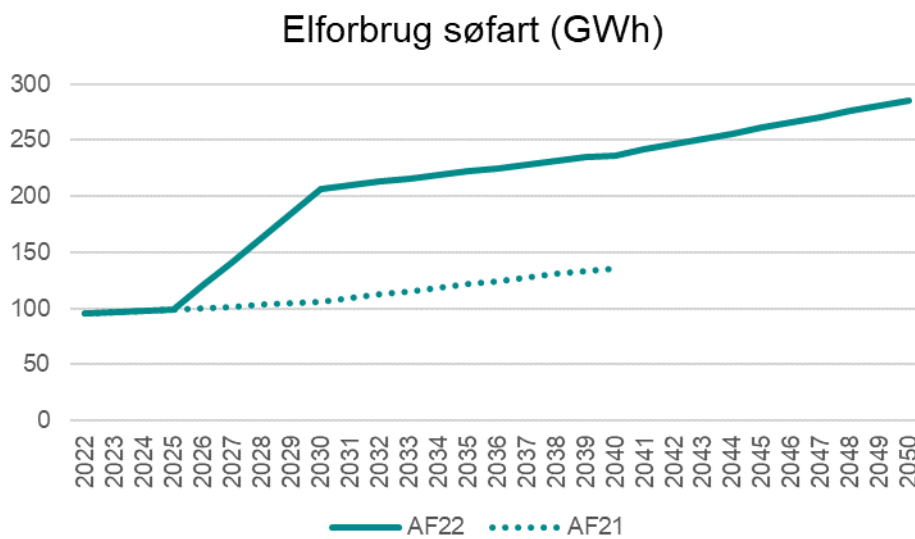
Der er i AF22 en forventning om 100 elektrificering af banetransporten, hvilket også er indregnet i KF22. Elforbruget fra banetransporten ligger i AF22 over elforbruget i AF21, jf. Figur 12.



Figur 12: Elforbrug til banetransport i AF22 og AF21.

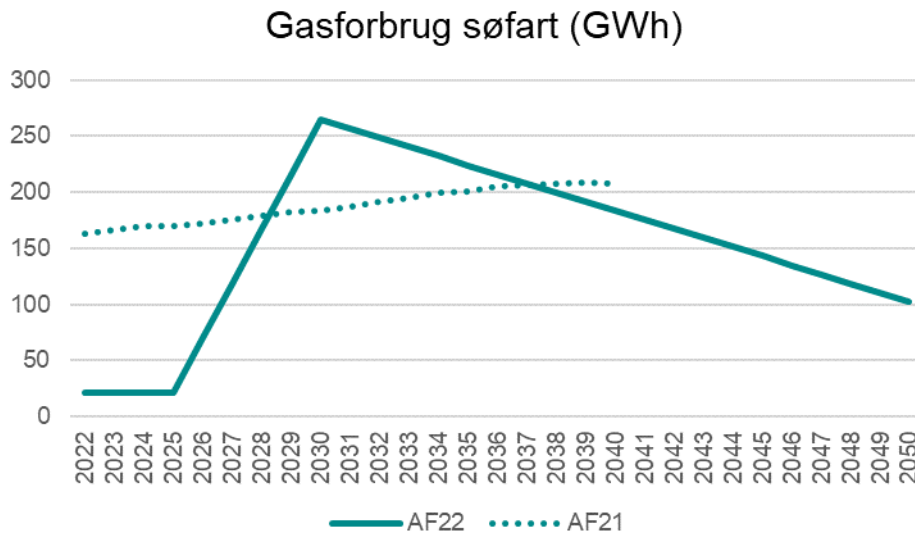
Søfart

El- og gasforbruget til søfarten i AF22 sammenlignet med AF21 er vist i Figur 13 hhv. Figur 14. Elforbruget er betydeligt højere i AF22 i forhold til AF21, jf. Figur 13, hvilket skyldes antagelsen om en betydelig elektrificering af indenrigsfærgerne, som ikke var inkluderet i AF21. Omstillingen til elfærger er antaget at ske i perioden 2025-2030. Herefter stiger elforbruget som følge af et stigende elforbrug til udenrigsfærger, som også var inkluderet i AF21 (dog kun til 2040, som fremskrivningen gik til).



Figur 13: Elforbrug til søfart i AF22 og AF21.

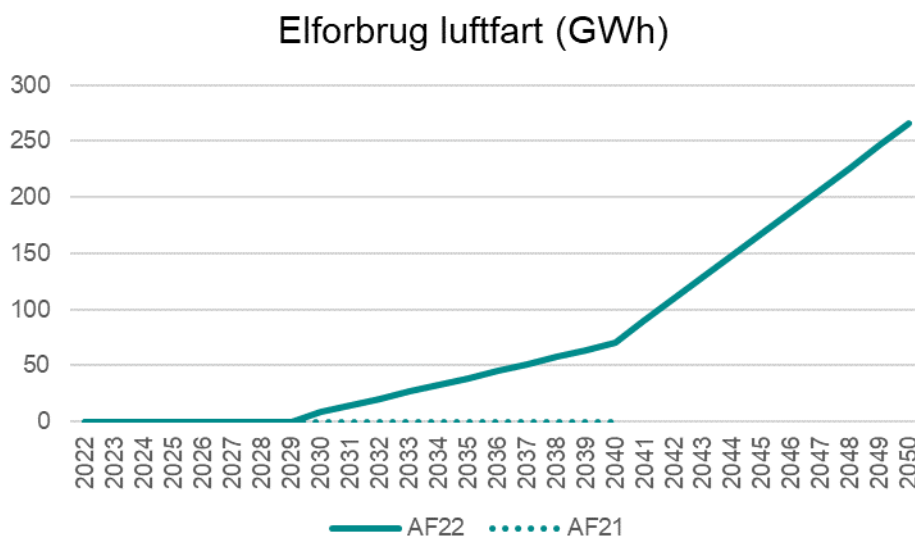
Gasforbruget til søfart steg i AF21 jævnt frem til 2040, jf. Figur 14, mens gasforbruget i AF22 bærer præg af at følge IEA's fremskrivning for 2030 og 2050 (i et scenarium mod klimaneutralitet i 2050 på globalt plan) og, af modeltekniske årsager, lineær interpolation frem mod disse punkter. I perioden frem til 2025 er gasforbruget i AF22 væsentligt lavere end i AF21, hvilket skyldes, at AF21 anvendte et estimeret gasforbrug til indenrigssøfart samt en forventning om et langsomt stigende gasforbrug til udenrigssøfart. AF22 lægger Energistatikkens opgjorte gasforbrug til indenrigssøfart til grund for fremskrivningen frem til 2025, hvori gasforbruget er blevet nedjusteret betydeligt. Gasforbruget i AF22 ligger over AF21-niveauet i 2030, hvorefter forbruget falder, jf. Figur 14.



Figur 14: Gasforbrug til søfart i AF22 og AF21.

Luftfart

Som noget nyt er der i AF22 medtaget forventninger til luftfartens omstilling til el. Dette var ikke en del af AF21, jf. Figur 15.



Figur 15: Elforbrug til luftfart i AF22 og AF21.