



Analyseforudsætninger til Energinet 2024 – Transport

Baggrundsnotat

Høringsversion

Kontor/afdeling
Systemanalyse og
Innovation

Dato
30. august 2024

J nr.
2024 - 979

ULO, TRMN / JMOE

Indholdsfortegnelse

1. Udviklingen frem mod 2050	2
2. Vejtransport.....	2
2.1 Præsentation af AF24-forløbet frem mod 2050	2
2.2 Uddybning af AF24 forløbet og kvalificering ift. AF23.....	4
2.3 Metode og antagelser.....	7
2.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger	9
2.4.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet	10
2.4.2 Anbefalede følsomhedsberegninger	10
2.5 Planlagt udvikling	11
3. Bane, Sø- og luftfart.....	11
3.1 Præsentation af AF24-forløbene frem mod 2050	11
3.2 Uddybning af AF24 forløbene og kvalificering ift. AF23.....	14
3.3 Metode og antagelser – bane, sø- og luftfart	18
3.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger	20
3.4.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet	20
3.4.2 Anbefalede følsomhedsberegninger	21
3.5 Planlagt udvikling	21

Dette baggrundsnotat er en del af Analyseforudsætninger til Energinet 2024 (AF24). AF24 er et målopfyldelsesscenarie, hvilket vil sige, at AF24 grundforløbet som udgangspunkt er kompatibelt med opfyldelse af de politiske målsætninger på klima- og energiområdet. Det er dog ikke alle målsætninger på klima- og energiområdet, der er direkte afspejlet i AF24, og AF24 specificerer endvidere ikke konkrete virkemidler til at indfri de politiske målsætninger.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



1. Udviklingen frem mod 2050

På transportområdet omfatter analyseforudsætningerne vejtransport samt bane, sø- og luftfart. AF24-transport har fokus på de energiforbrug i transportsektoren, som anvender Energinets el- og gasnet. Forbruget af flydende PtX-brændstoffer og biobrændstoffer indgår dermed ikke i transportanalysen i AF24, da disse produkter enten iblandes, eller helt substituerer, fossile brændstoffer og benytter egen infrastruktur. I baggrundsnotatet for PtX indgår dog forventninger til elforbruget ved PtX-brændstoffer.

Det antages, at opfyldelse af målsætningen om klimaneutralitet i 2045 sikres ved at supplere direkte elektrificering (samt den del, der drives med brint/brændselsceller) med anvendelse af kulstoffattige og klimaneutrale PtX- og biobrændstoffer, der erstatter fossile brændstoffer i de tilbageværende forbrændingsmotorer, eller med negative udledninger i andre sektorer (jf. også AF24 sammenfatningsnotatet).

Det bemærkes, at der i AF24 er fokus på de store linjer i udviklingen, og at forudsætningerne, bag modelleringerne, er baseret på overordnede skøn og pejlemærker. Disse har til formål at inkludere effekter fra specifikke politiske tiltag og den teknologisk udvikling.

Under kapitel 2 beskrives forholdene omkring vejtransport, som er den transportkategori med langt det største energiforbrug, og samtidig den, der behandles mest detaljeret i AF24. Under kapitel 3 beskrives tilsvarende udviklingen og metoder vedrørende transportkategorierne banetransport, sø- og luftfart.

2. Vejtransport

2.1 Præsentation af AF24-forløbet frem mod 2050

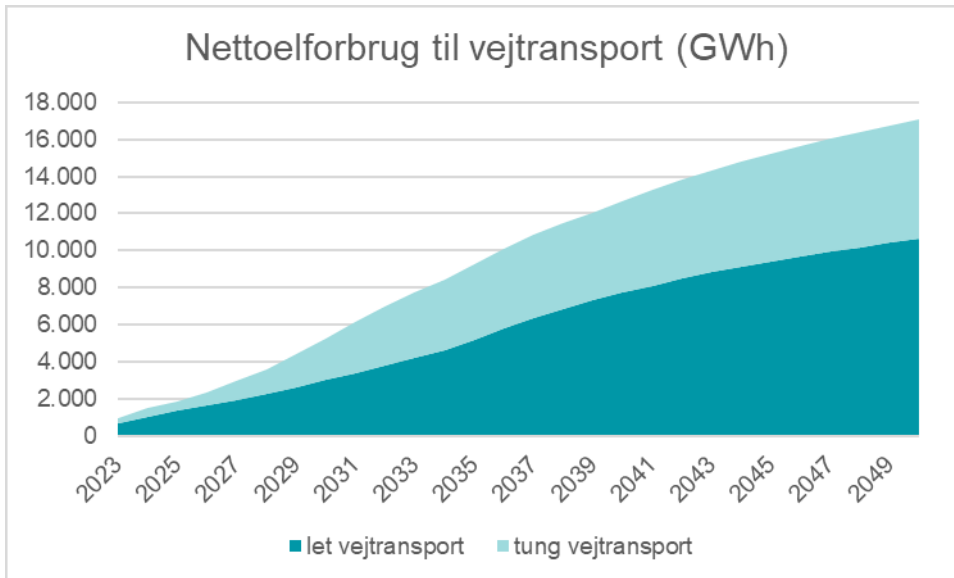
Figurene 1 og 2 viser den forventede udvikling i AF24 for vejtransportens forbrug af el og gas frem mod 2050. Forbruget er opdelt i let og tung vejtransport, hvor den lette vejtransport omfatter person- og varebiler samt motorcykler, mens den tunge vejtransport består af lastbiler og busser.

Elforbrug

Som figur 1 viser, forventes elforbruget til vejtransport at stige fra cirka 1 TWh i 2023, til cirka 5 TWh i 2030 og derefter at stige markant op til 17 TWh i 2050.



Figur 1: AF24's udvikling ivejtransportens nettoelforbrug, inkl. ladetab på 5 pct., fordelt på let vejtransport (personbiler, varebiler og motorcykler) og tung vejtransport (lastbiler og busser) (GWh).

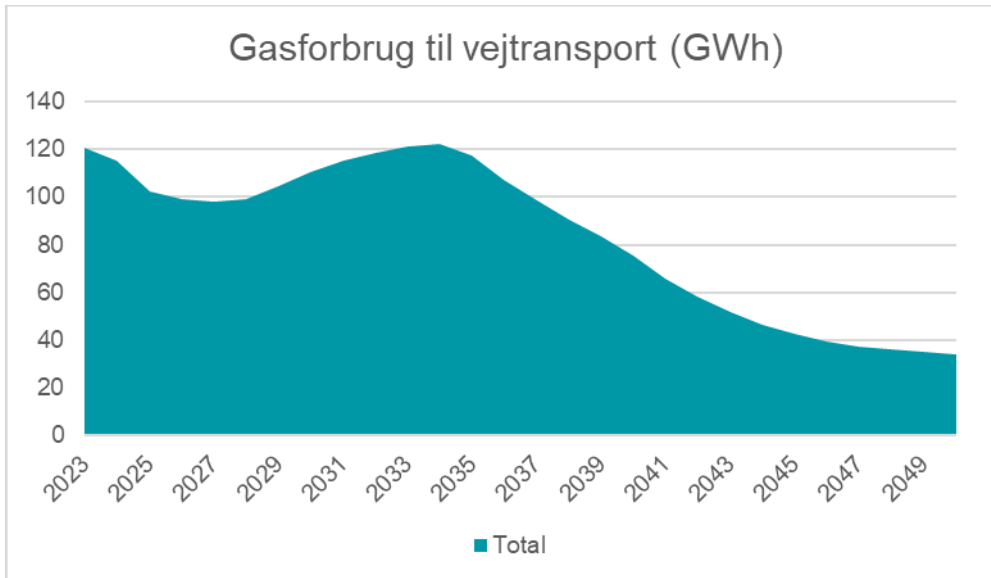


Gasforbrug

Både det nuværende og forventede gasforbrug er næsten udelukkende knyttet til tung vejtransport. Gasforbruget i busser ventes at aftage hastigt frem mod 2030 i takt med udfasning af gasbusser og overgang til elbusser. Gaslastbiler kan derimod spille en let voksende rolle frem mod 2035, afhængig af udmøntningen af ramme til gaslastbiler, der er afsat ifm. aftale om Deludmøntning af Grøn Fond af 15 april 2024.



Figur 2: Udvikling i vejtransportens forventede gasforbrug (GWh). Forbruget er næsten udelukkende knyttet til tunge køretøjer.



Samlet set falder gasforbruget til 98 GWh 2027, for igen at stige til 122 GWh i 2034. Frem mod 2050 skønnes gasforbruget at aftage, i takt med at andre teknologier ventes mere konkurrencedygtige. Det bemærkes, at gas forbrugt i vejtransporten ikke (som antaget i AF24) nødvendigvis kommer fra ledningsført gas, idet noget fx kan dækkes af LNG transporteret med skib eller lastbil, eller fra biogasanlæg uden om ledningsnettet.

Væsentlige usikkerheder ift. AF24 forløbet for vejtransport omfatter følgende (jf. også afsnit 2.4):

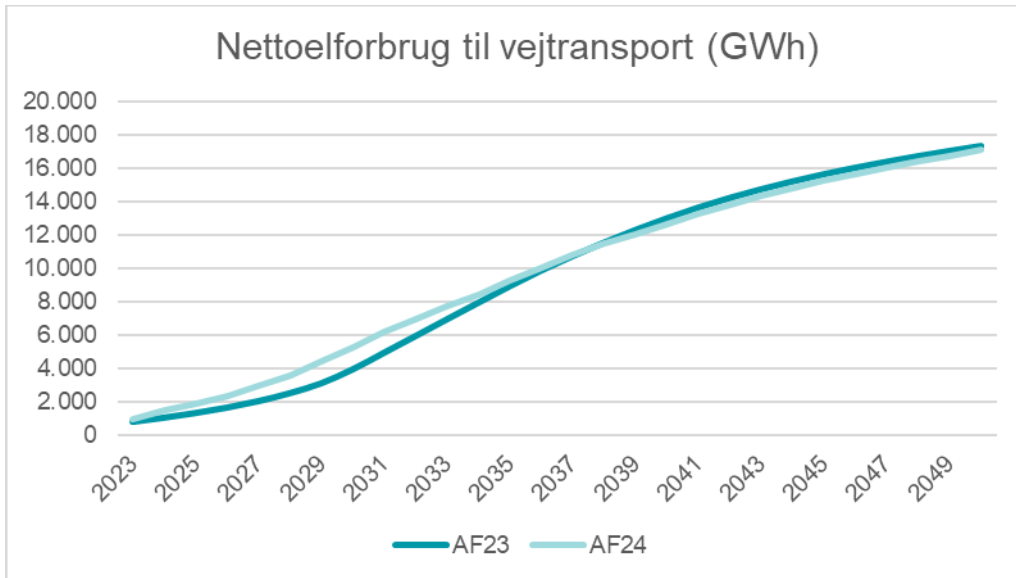
- Indfasningshastighed af forskellige teknologier. Det gælder særligt lastbilers og turistbussers salgsfordeling på de forskellige teknologier - batterielektriske, brint/brændselsceller og gas.
- Udvikling i køretøjsbestande og tilhørende årskørsler for de forskellige kategorier. Det gælder særligt personbilsparken, som ventes af vokse betydeligt, men hvor der er usikkerhed knyttet til mætningspunktet, hvilket bl.a. skyldes usikkerhed ift. økonomi, forbrugeradfærd herunder behov og kørselsmønstre på den lange bane.

2.2 Uddybning af AF24 forløbet og kvalificering ift. AF23

Ændringer i resultater for de el- og gasforbrug i AF24 i forhold til AF23 er gengivet nedenfor i figur 3 og 4.



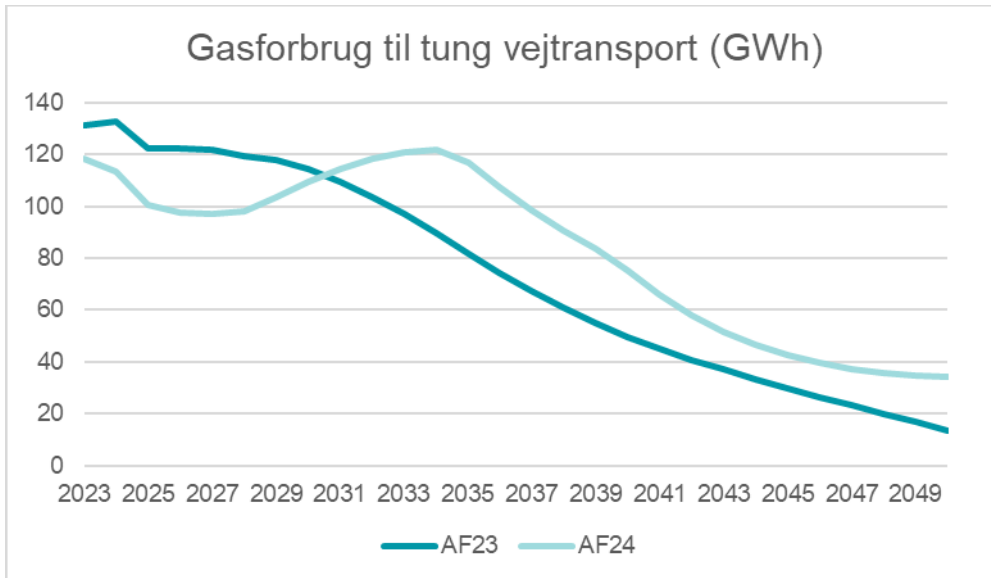
Figur 3: Sammenligning af det forventede elforbrug fra let vejtransport (GWh) i AF24 med AF23.



Elforbruget i AF24 ligger frem mod 2035 en anelse over AF23, hvilket primært drives af en hurtigere indfasning af elkøretøjer – særligt ift. tunge køretøjer. Desuden er der i AF24 tillagt et ladetab, der ikke var medregnet i AF23, hvilket alt andet lige øger elforbruget tilsvarende. Frem mod 2050 er elforbruget en anelse lavere i AF24 end i AF23. Det skyldes, at den samlede personbilsbestand ventes at nå et lavere niveau i AF24 end i AF23, hvilket sammen med en forventning om et lavere trafikarbejde, medfører et lavere elforbrug.



Figur 4: Sammenligning af det forventede gasforbrug fra tung vejtransport (GWh) i AF23 med AF24.



Gas skønnes med usikkerhed kun relevant i tung transport, men er samtidig vanskelig at forudsige. Udgangspunktet er et lidt mindre gasforbrug i AF24 end i AF23, hvilket skyldes en mindre bestand af tunge gaskøretøjer i statistikåret 2023 end antaget i AF23. Forbruget forventes at falde frem mod 2027, men i modsætning til AF23 forventes forbruget at stige igen frem mod 2034 bl.a. som følge af ramme til gaslastbiler afsat ifm. Deludmøntning af Grøn Fond. Frem mod 2050 forventes gasforbruget at falde markant i både AF23 og AF24.

De væsentligste ændringer for vejtransport i AF24 ift. AF23 omfatter følgende:

- Lavere elforbrug i let vejtransport. Trods øget hastighed for indfasning af elektriske personbiler og indregning af et ladetab på 5 pct, er det samlede elforbrug i 2050 i AF24 lavere end i AF23. Det skyldes, at bilbestanden i AF24 sættes til et lavere niveau, end det var tilfældet i AF23. På længere sigt vil der samlet set være færre biler, og dermed et mindre antal elbiler med et lavere trafikarbejde og elforbrug i AF24 end i AF23.
- Øget elforbrug i tung transport skyldes en kraftig forøget indfasning af batterielektriske lastbiler frem mod 2035, hvilket skyldes, at batterielektriske lastbiler i modelleringen i højere grad skønnes rentable ud fra anskaffelses- og anvendelsesomkostninger. Desuden er der i AF24 indregnet et ladetab på 5. pct.
- Gasforbruget i AF24 er højere end i Af23, om end det stadig er relativt lavt. Den ændrede kurve er drevet af bl.a. rammen fra Deludmøntning af Grøn Fond.



2.3 Metode og antagelser

Nedenfor beskrives de overordnede antagelser og anvendte metoder for AF24's fremskrivningen af vejtransportens udvikling.

For samtlige af vejtransportens kategorier gælder, at AF24, som udgangspunkt følger forløbene i KF24 frem til 2035, der er tidshorisonten for KF24. Dette skyldes, at det i AF24 vurderes, at store centrale tiltag, på både nationalt og EU niveau, der driver udviklingen, er vedtaget, og at der vil være en mere begrænset effekt af yderligere politiske tiltag inden for denne tidshorisont. For nærmere beskrivelse af forudsætninger og modeltilgang bag KF24 henvises til www.kefm.dk.

AF24 forløbet er efter 2035 modelleret i samme modelværktøj (FREM) som KF24, men med en række modeltilpasninger og yderligere antagelser. Udviklingen efter 2035 afhænger hovedsageligt af antagelser om udvikling i køretøjsbestande, herunder fordeling på størrelsessegmenter og indfasningshastigheden for nye teknologier. Derudover indgår også forudsætninger mht. køretøjernes årskørsel og energiintensitet i udregninger af det endelige energiforbrug.

Lette køretøjer: Personbiler, varebiler og motorcykler

I AF24 bygger indfasning af nye teknologier for lette køretøjer, som i KF24, på bl.a. EU's forordning om CO₂ reduktionskrav for nye person- og varebiler¹. Forordningen 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. Det svarer i praksis til, at alle nysolgte person- og varebiler i 2035 skal være nulemissionsbiler, hvilket vil sige batterielektriske biler (BEV - battery electric vehicle) eller brint/brændselsbiler (FCV - Fuel Cell Vehicles)². Forordningen giver køretøjsproducenterne incitament til at intensivere deres forskning og teknologiske udvikling inden for elektrificering. På sigt vil det medføre en fortsat forbedring af elbilernes teknologi, øget produktionskapacitet, større udbud af forskellige modeller og varianter og faldende priser.

Nysalget af personbilens størrelsesfordeling fordelt på fx mikrobiler, små biler, mellem osv., er i fremskrivningsperioden i AF24 baseret på skøn og den historiske størrelsesfordeling.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0851>

² Der findes 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, og undtagelsen kun vil blive anvendt af nichesegmenter. I AF24 er der derfor set bort fra denne undtagelsesmulighed.



Der forventes ligeledes at ske en øget elektrificering af motorcykler, men i et betydeligt langsommere tempo end person- og varebiler. Motorcykler udgør mindre end 1 pct. af den lette vejtransportens energiforbrug, og har derfor ingen reel indvirkning på det samlede elforbrug.

Langt størstedelen af omstillingen af lette køretøjer vil ske til BEV, men der er i AF24 også indregnet en vis mængde FCV varebiler med et tilhørende brintforbrug. Denne indfasning følger KF24 og stiger til 1 pct. af nysalget i 2030 og videre til 2 pct. af nysalget i perioden 2035-2050.

Gaskøretøjer (CNG/LNG) udgør en marginal andel af den nuværende bestand af lette vejtransport, og der skønnes i AF24 ikke noget salg af lette gaskøretøjer.

Antagelser og pejlemærker

- EU's forordning om CO₂ reduktionskrav for 2035 anvendes som pejlemærke for fremskrivningen af person- og varebiler fordelt på teknologier. Det antages dermed, at salget af nye biler i Danmark følger kravene på EU-niveau.
- 2024-2035: Udviklingen i person- og varebilers indfasning af BEV og FCV med tilhørende el- og brintforbrug følger KF24.
- 2035-2050: Salget af nye person- og varebiler består næsten udelukkende af BEV, bortset fra en lille andel af FCV-varebiler (2 pct. af nysalget). 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.

Tunge køretøjer: Lastbiler og busser

AF24 følger frem til 2035 KF24's indfasning af BEV- og FCV køretøjer. Denne indfasning er baseret på Transportministeriets Lastbilvalgsmodel, hvor bl.a. den kilometerbaserede vejafgift leder til en hurtig indfasning af BEV lastbiler.

Udviklingen efter 2035 bygger på antagelsen om, at politiske tiltag både på nationalt- og EU-niveau driver denne udvikling. Nationalt skønnes ramme til grøn omstilling og effektiviseringer af vejgodstransporten afsat ifbm. aftale om Deludmøntning af Grøn Fond sammen med bl.a. kilometerbaseret vejafgift for lastbiler fra 2025 at bidrage til udviklingen mod elektrificering. På længere sigt forventes udviklingen primært drevet af EU's forordning om CO₂-reduktionskrav til tunge køretøjer. Forordningen indfører krav om til 45 pct. reduktion af CO₂ udledningen fra nysalget af tunge køretøjer i 2030 (100 pct. reduktion for bybusser), 65 pct. i 2035 og 90 pct. reduktion i 2040.



I AF24 omstilles salget af rutebusser næsten helt til el i 2030 (hvor EU forordningen kræver 90 pct nulreduktion for bybusser i 2030). Salget af elturistbusser og -lastbiler forventes væsentligt forøget fra 2026.

Producenter af tunge køretøjer satser på flere teknologier, som kan supplere hinanden i omstillingen af den tunge vejtransport. Det gælder fx nulemissionskøretøjer i form af brændselscellekøretøjer (FCV), der kan have særlige fordele i nogle køretøjssegmenter og i forbindelse med særlige transportopgaver. AF24 følger KF24s indfasning af FCV-køretøjer voksende fra 1 pct. af salget i 2030 til cirka 6 pct. af nysalget i perioden 2035 til 2050.

I AF24 indgår et lidt større salg af gaskøretøjer i tung transport end i KF24. Gassens rolle vurderes dog stadig relativ beskeden, hvilket til dels begrundes med, at gaslastbiler, trods teknologiens tilstedeværelse på markedet gennem en del år, stadig kun findes i begrænset antal i Danmark og ikke har udvist en stigende tendens. Samtidig er der forventning om, at BEV køretøjernes konkurrenceevne relativt hurtigt vil vinde frem. Omvendt satses der i forskellig grad på gaskøretøjer i andre lande, hvilket også kan påvirke det danske marked.

Det bemærkes, at der er stor usikkerhed omkring udviklingen i gaskøretøjer og det dertilhørende forbrug, både på den korte og lange bane.

Antagelser og pejlemærker

- EU-reduktionskravene for tunge køretøjer er vedtaget, og i AF24 er der på den lange bane antaget, at salget af nye tunge køretøjer i Danmark modsvarer reduktionskravene på EU-niveau.
- 2024-2035: Udviklingen for indfasning af teknologier og tilhørende energiforbrug er baseret på KF24 og Transportministeriets LVM model. Dog er der i AF24 et let øget salg af gaslastbiler som følge af støttemidler, der forventes udmøntet frem mod 2030.
- 2035-2050: Salget af nye tunge køretøjer drives af EU's forordning, og i 2040 antages 90 pct. af lastbilsnysalget at være nulemissionskøretøjer, hvilket vokser til 98 pct. i 2050.

2.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger

Fremskrivning af vejtransporten kompliceres af et stort antal enheder, hvis udvikling i energiforbrug afhænger stærkt af både teknologisk- og økonomisk udvikling samt adfærd. Retningen for omstillingen af vejtransporten er dog i AF24 mindre usikker end i tidligere AF, idet en række afgørende politiske tiltag er vedtaget, der mere entydigt driver det fremtidige teknologivalg i retning af elektrificering.



2.4.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet

For vejtransporten som helhed vurderes det relativt sikkert, at de forskellige køretøjskategorier elektrificeres frem mod 2050, mens der stadig er usikkerhed om, hvornår givne niveauer af elektrificering og tilhørende elforbrug præcist opnås.

Udviklingen i elforbruget fra personbiler afhænger, ud over af indfasningshastigheden for elbiler, af udviklingen i størrelsen af den samlede bilbestand samt trafikarbejdet. På langt sigt frem mod 2050 er der betydelig usikkerhed i forhold til det endelige niveau for den samlede bestand, og det tilhørende trafikarbejde. Denne usikkerhed giver således fuldt udslag i forhold til elforbruget.

Udviklingen for elektriske tunge køretøjer er blevet væsentligt mere sikker med vedtagelse af EU's seneste revision af CO₂ reduktionskrav for tunge køretøjer. Samlet set er der dog stadig relativ stor usikkerhed knyttet til både teknologivalg og indfasningshastighed.

Der er stor usikkerhed knyttet til FCV køretøjernes langsigtede potentiale, da det både afhænger af teknologi- og prisudvikling samt udrulning af brintinfrastruktur i ind- og udland.

Gaslastbiler er kendt teknologi, men potentialet for udrulning af gaslastbiler afhænger dels af prisudviklingen for konkurrerende teknologier, samt rammevilkår herunder støttepuljen frem mod 2030. Samlet set er det usikkert, hvilken rolle gaslastbiler kan spille, om end selve niveauet forventes at være et relativt marginalt forbrug.

2.4.2 Anbefalede følsomhedsberegninger

Anbefaling til følsomheder for vejtransport:

- Indfasning af elektriske køretøjer anses mindre usikker for lette end tunge køretøjer. For både let og tung vejtransport er der dog tale om en asymmetrisk usikkerhed, da det ikke forventes, at indfasningen kan gå væsentligt hurtigere end i AF24. Det tilhørende elforbrug er dog fortsat usikkert da det afhænger af udvikling i trafikarbejde, og i køretøjernes energieffektivitet. Desuden er betydningen af vejtransportens elforbrug for planlægning af elnettet stærkt afhængigt af ladeprofiler og fleksibilitetsmuligheder. Derfor opfordres Energinet til at supplere AF24 med følsomhedsanalyser ift. ladeprofiler og maksimal effekt.



- Der er væsentlig usikkerhed knyttet til gas. Både i forhold til hvilket omfang gas vil blive udbredt som brændstof i transportsektoren på sigt, men også i forhold til hvilken del af gasforbruget der dækkes af ledningsført gas. Det anbefales derfor, at Energinet supplerer AF24 med følsomhedsanalyser på udviklingen i forhold til ledningsført gas. Som én mulig parametervariation kan anvendes et forløb uden brug af gas til transport.

2.5 Planlagt udvikling

Der er i regi af AF et ønske om at få afdækket og uddybet en række forhold vedr. vejtransporten. Det gælder særligt i forhold til elforbruget, der frem mod 2050 ventes at blive dominerende.

Ladetab:

Opladning af elektriske køretøjer er forbundet med et ladetab. Tabet er stærkt afhængigt af ladetype (AC eller DC), strømstyrke, temperaturer, men også af batteriteknologi og køretøjets tekniske egenskaber. Der er i AF24 tillagt et ladetab på 5 pct. til det elforbrug køretøjerne bruger under kørsel. Dette er et overordnet og formentligt konservativt skøn for det gennemsnitlige ladetab baseret på blandt andet oplysninger fra den tyske bilistforening ADAC³. En bedre forståelse for ladeadfærd herunder hjemmeopladning vs hurtig- og lynladning vil kunne kvalitetssikre det anvendte ladetab i AF.

Afdækning af ladeprofiler og fleksibilitet:

Ladeprofiler har afgørende betydning for elkøretøjernes belastning af elnettet. Der er derfor ønske om i AF at få afdækket og øget vidensniveauet omkring ladeprofiler/ fleksibilitet/priselasticiteter. Sammen med viden om ladetab. vil en øget geografisk opdeling af elforbruget kunne bringes i spil, i forbindelse med Energinets planlægning.

3. Bane, Sø- og luftfart

3.1 Præsentation af AF24-forløbene frem mod 2050

I afsnittene nedenfor vises den forventede udvikling i energiforbrug i AF24 for hhv. bane, sø- og luftfart frem mod 2050. For bane og luftfart er der antaget et elforbrug men intet gasforbrug.

Bane

Banetransporten består af fjern- og regionaltoget, S-tog, metro, letbaner, lokalbaner

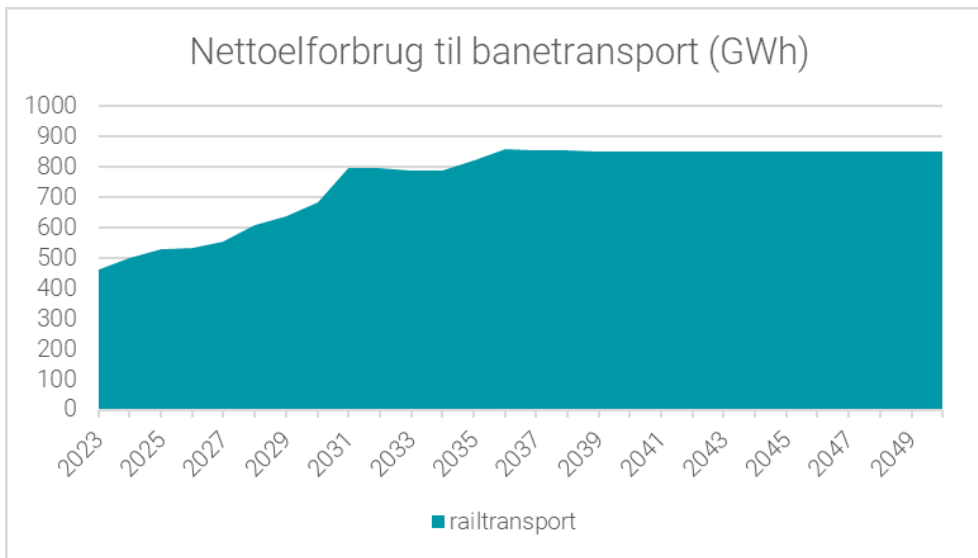
³ Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.. Europas største bilistforening med omkring 17 millioner medlemmer.

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/ladeverluste-elektroauto-studie/>



og godstog. Elforbruget til banetransport fremgår af Figur 5, der viser, at forbruget mere end fordobles over perioden frem mod 2050 i takt med den omfattende elektrificering af de danske jernbaner.

Figur 5: Udvikling i banetransportens forventede nettoelforbrug (GWh).



Elforbruget stiger markant frem mod 2030 i takt med at størstedelen af banen elektrificeres. Banen forventes dog først fuldt elektrificeret efter 2037 hvor elforbruget stabiliseres omkring 850 GWh.

Søfart

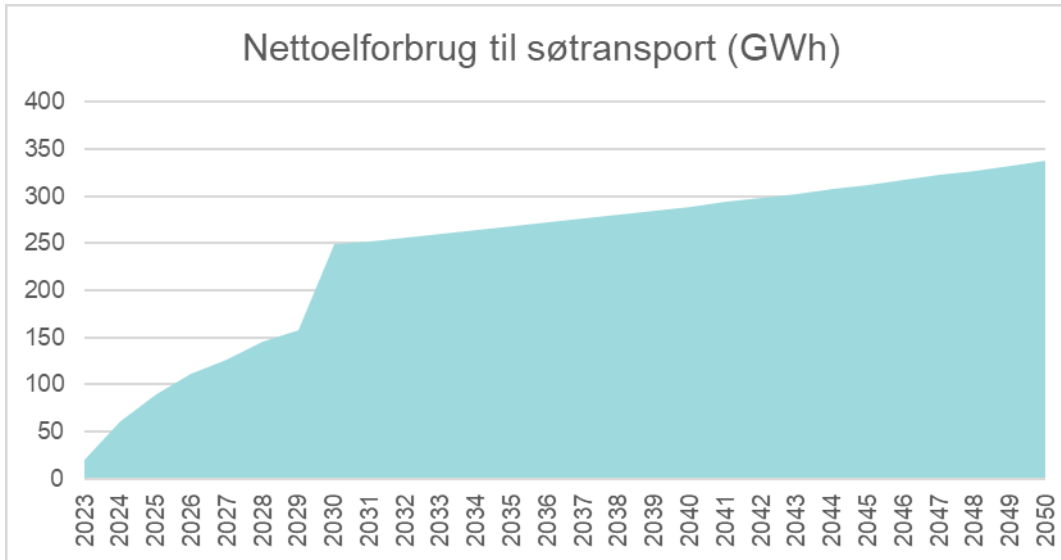
Udviklingen i elforbruget og gasforbruget til søfart er vist i hhv. Figur 6 og Figur 7, som omfatter el og gas opladet/tanket i Danmark til både indenrigs- og udenrigssøfart.

Elforbrug

I AF24 stiger elforbruget betydeligt frem mod 2030 til 248 GWh, og derefter med en lavere stigning til 338 GWh i 2050. Udviklingen er baseret på antagelser om, at en del af både inden- og udenrigsfærgerne elektrificeres. Hertil kommer, at EU-lovgivning (FuelEU Maritime og Aletnativ Fuel Infrastructure Reguleringerne) vedrørende anvendelse af landstrøm vil betyde en væsentlig forøgelse af strømforbruget til både passager- og godstransport.



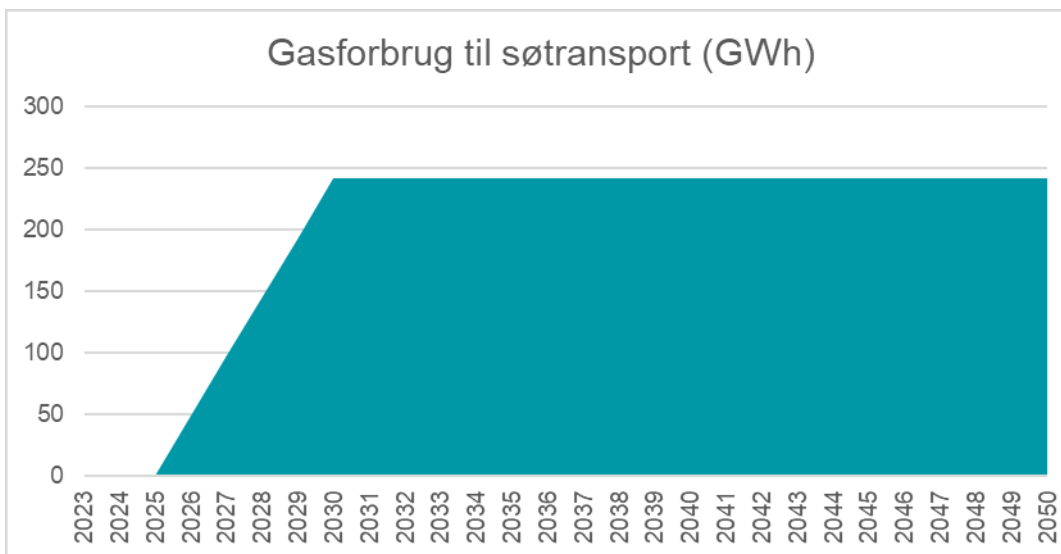
Figur 6: Udvikling i søfartens forventede nettoelforbrug inklusiv ladetab på 5 pct. (GWh).



Gas

Det antages i AF24, at den anvendte gas i søfart i fremskrivningsperioden leveres via gasnettet, hvilket kræver etablering af fordråbningsanlæg i Danmark. Det er dog muligt, at mere eller mindre af gassen leveres uden om nettet fx som LNG transporteret med skib eller lastbil, eller via biogasproduktionsanlæg uden om nettet.

Figur 7: Udvikling i søfartens forventede gasforbrug (GWh).



På grund af andre alternative teknologiers konkurrencedygtighed skønnes der ikke at ske væsentlige investeringer i gasskibe til indenrigssøfart. I udenrigssøfarten er

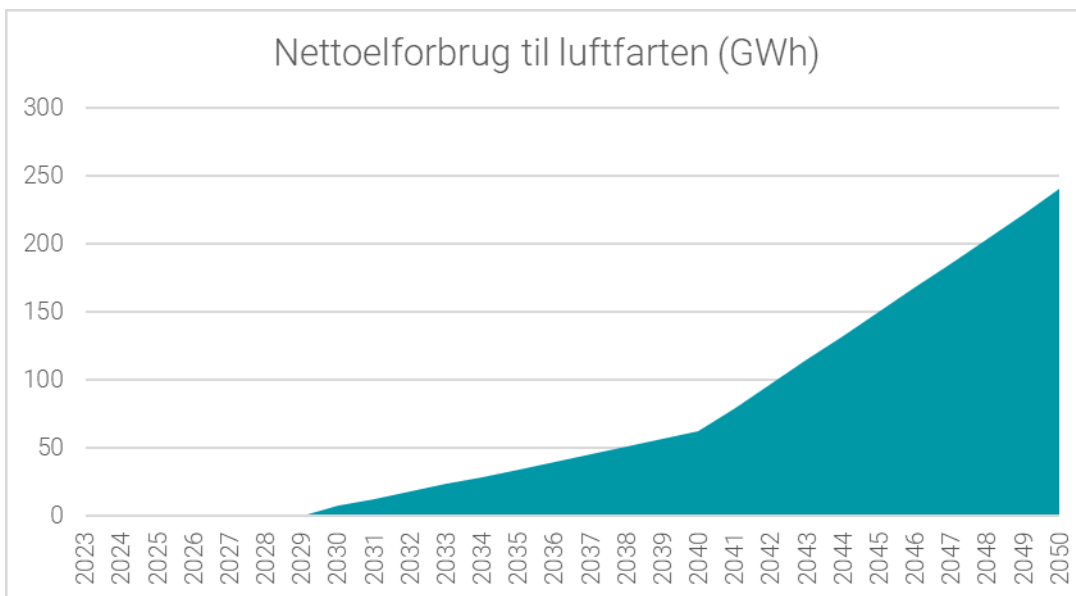


der dog en anseelig andel LNG-skibe, hvilket er afspejlet i AF24. Her forventes, med afsæt i IEA's forventninger for den globale søfart i deres Net-Zero Emissions by 2050 Scenario⁴, en stigning i gasforbruget frem mod 2030 til cirka 240 GWh for herefter at nivellere i perioden frem til 2050.

Luffart

Direkte elektrificering af luftfarten vurderes at have relativt lange udsigter og et begrænset udbredelsespotentiale. Luftfartens elforbrug, som vist i figur 8 skønnes at være beskedent frem mod 2040 og er hovedsageligt relevant i forhold til indenrigsruter, grundet ruternes kortere distancer.

Figur 8: Udvikling i luftfartens forventede nettoelforbrug inklusiv ladetab på 5 pct. (GWh).



Figuren viser en gradvis indfasning af elforbrug i luftfarten, startende i 2030, på cirka 7 GWh. Elforbruget forventes stigende til 240 GWh i 2050, ud fra en forventning om teknologisk udvikling, samt en øget konkurrenceevne for elektriske flytøyper.

3.2 Uddybning af AF24 forløbene og kvalificering ift. AF23

Ændringer i resultater for el- og gasforbrug i AF24 i forhold til AF23 er gengivet nedenfor i Figur 10. Som det ses af figur 9, er der et væsentligt lavere forventet elforbrug i AF24 og et ændret forløb i forhold til AF23. Forskellen beror på en

⁴ https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf



opdatering af Trafikstyrelsens modellering, som er grundlag for både KF24 og AF24.

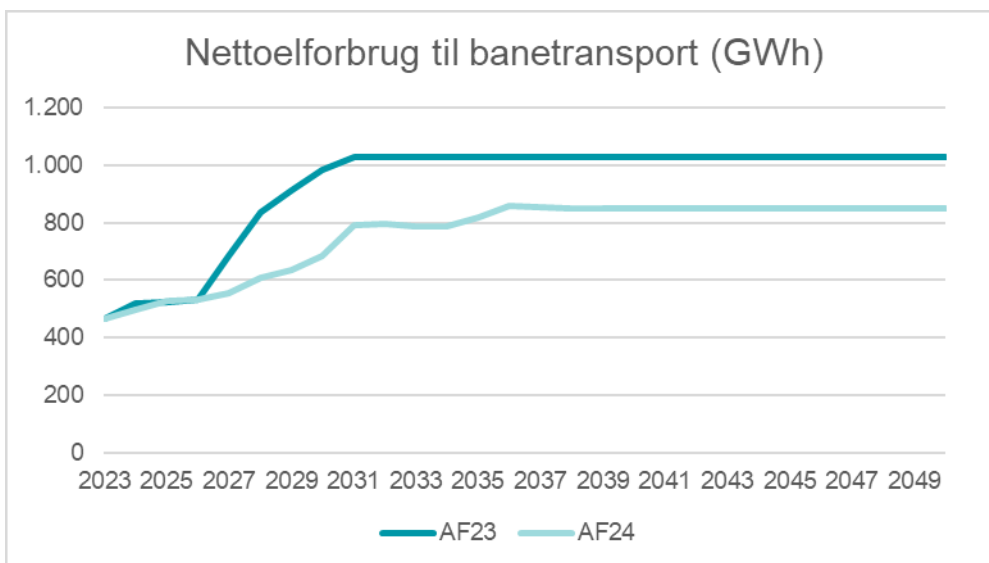
Figur 9 nedenfor.

Bane: AF24 / AF23

Som det ses af figur 9, er der et væsentligt lavere forventet elforbrug i AF24 og et ændret forløb i forhold til AF23. Forskellen beror på en opdatering af

Trafikstyrelsens modellering, som er grundlag for både KF24 og AF24.

Figur 9: Sammenligning af banetransportens forventede elforbrug (GWh) i AF24 med AF23



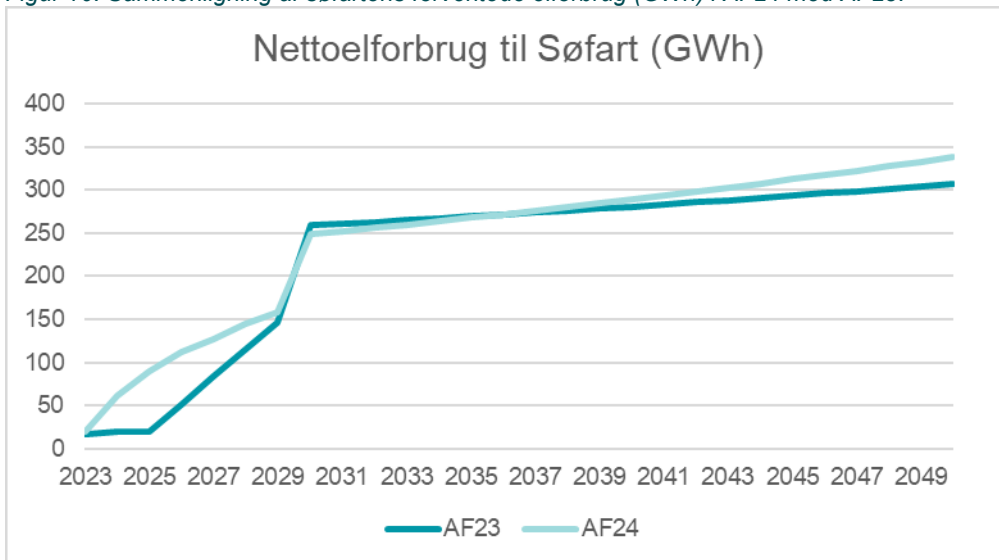
Søfart: AF24 / AF23

Elforbrug

Søfartens elforbrug i AF24 har, som vist i figur 10, et ændret forløb med en hurtigere elektrificering og ender med et lidt højere elforbrug end i AF23. Forskellen i forløbene skyldes en ændret indfasning af både land- og ladestrøm til elektriske færrer. Endvidere tillægges landstrømmen en øget vækst, i perioden efter 2030, ud fra en forventning om, at flere skibstyper vil anvende landsstrømsfaciliteter på havnene. Endeligt er der tillagt et ladetab på 5 pct. i forbindelse med ladestrøm i AF24.



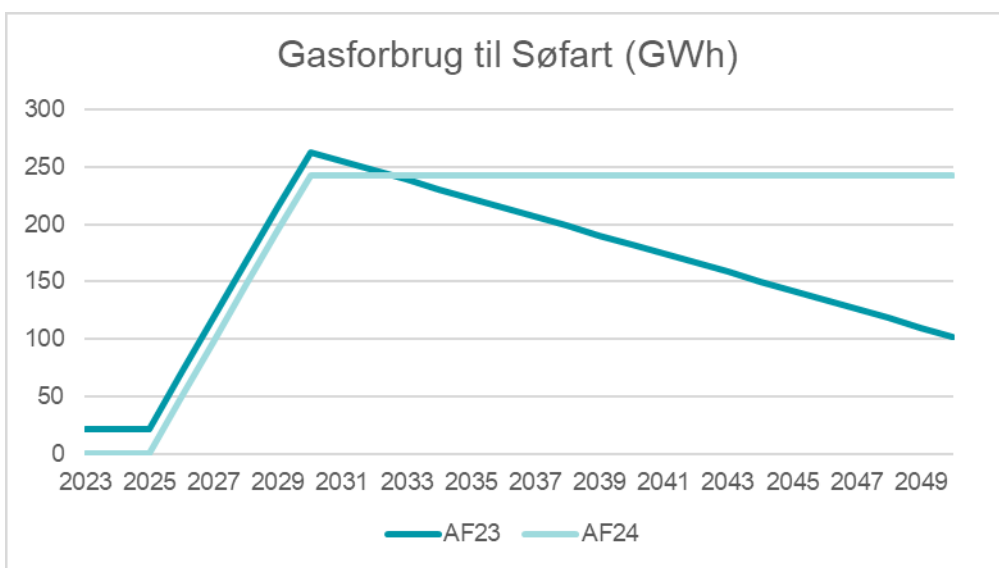
Figur 10: Sammenligning af søfartens forventede elforbrug (GWh) i AF24 med AF23.



Gasforbrug

AF24 og AF23 bygger på samme forudsætninger, men AF24 har, som vist i figur 11, et andet statistisk afsæt. Forløbene er derfor næsten sammenfaldende forløb frem til 2030. Forskellen efter 2030 skyldes, at der i AF24 er antaget en vedvarende efterspørgsel på gas til udenrigssøfart, som antages leveret fra fordråbningsanlæg i Danmark.

Figur 11: Sammenligning af søfartens forventede gasforbrug (GWh) i AF24 med AF23.

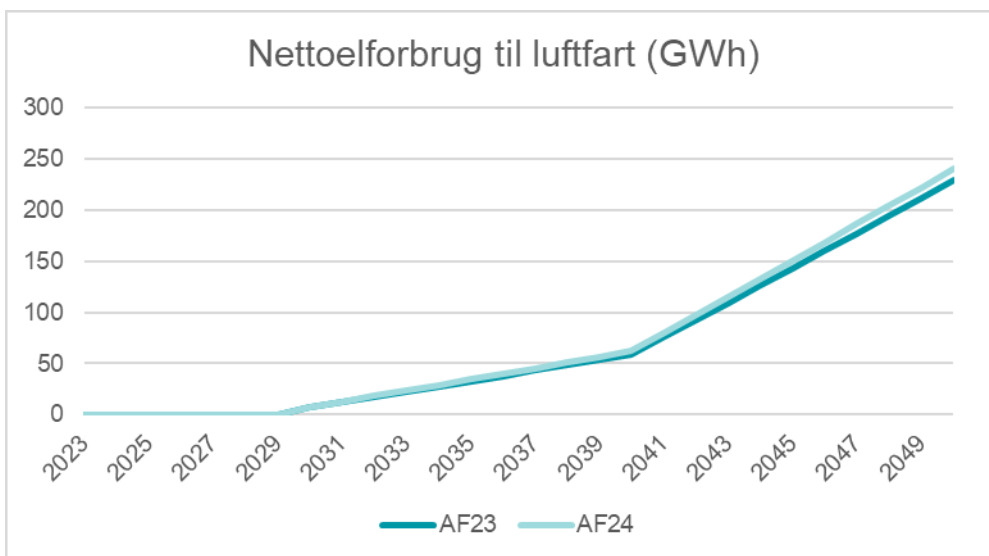




Luffart: AF24 / AF23

Elforbruget i AF24 for luftfart er, som vist i figur 12, helt sammenfaldende med elforbruget i AF23, bortset fra et tillæg på ladetab på 5 pct. i AF24.

Figur 12: Sammenligning af luftfartens forventede elforbrug (GWh) i AF24 med AF23.



De væsentligste ændringer for bane, sø- og luftfart i AF24 ift. AF23 omfatter følgende:

- Elektrificering af banetransport følger et ændret forløb i AF24 end i AF23, og leder til et lavere elforbrug. Ændringen skyldes en opdatering af Trafikstyrelsens modellering, der udgør grundlaget for banetransport i AF24.
- Søfartens elforbrug følger på længere sigt tendensen fra AF23. Der er dog en ændring forvetning i årene 2023-2030 for indfasningen af land- og ladestrøm, hvilket sammen med et tillagt ladetab på 5 pct. medfører et højere elforbrug. Landstrømmen er yderligere øget med en forventet vækst på 2 pct. i perioden 2030-2050. Samme vækstrate gør sig gældende for el til opladning, hvilket også var gældende i AF23.
- Gasforbruget i søfarten er næsten sammenfaldende frem til 2030, hvorefter AF24 opretholder niveauet fra 2030, mens der i AF23 var antaget en aftagende efterspørgsel.
- Luftfartens elforbrug følger AF23, dog tillagt et ladetab på 5 pct.



3.3 Metode og antagelser – bane, sø- og luftfart

Nedenfor beskrives de overordnede antagelser og anvendte metoder for AF24's fremskrivning for bane, sø- og luftfart.

AF24 baseres som udgangspunkt på forløbene i KF24 frem til 2035, der er tidshorisonten for KF24. Derefter bygger forløbene frem mod 2035 på antagelser og beregninger i AF24 eget modelværktøj.

Banetransport

Banetransporten består af fjern- og regionaltoget, S-tog, metro, letbaner, lokalbaner og godstog. Elforbruget i AF24 er alene baseret på KF24, hvortil Trafikstyrelsen har leveret en fremskrivning af energiforbruget fordelt på de respektive kategorier i banetransporten. Energiforbruget er herefter aggregeret til et samlet estimat for banetransporten elforbrug. I fremskrivningen af energiforbruget indgår effekten af jernbaneprojekter, indkøb af el- og batteritog samt ladeinfrastruktur til batteritog fra *Aftale om infrastrukturplan 2035*. Trafikstyrelsen har anvendt en nyudviklet model til at foretage denne fremskrivning, og der henvises til Trafikstyrelsen for yderligere information om metode og antagelser.

Banetransporten er generelt stærkt reguleret og med relativt få aktører. Fremskrivningen af elforbruget vurderes derfor at være forbundet med lille usikkerhed.

Antagelser og pejlemærker

- I AF24 antages det, at togdriften elektrificeres kraftigt frem mod 2030, og elforbruget stiger frem mod 2040, hvor det forventes at banetransport er helt elektrificeret.

Søfart

Søfart omfatter indenrigs- og udenrigssøfart, opdelt på hhv. passager- og godstransport. I AF24 tager fremskrivningen af søfartens elforbrug udgangspunkt i KF24, der omfatter indenrigssøfarten samt ruter mellem Danmark og hhv. Grønland og Færøerne. I tillæg til søfarten angivet i KF24, inddrager AF24 beregninger for elfærger som sejler til og fra Danmark, samt den landstrøm som store internationale skibe skal anvende, ifølge EU-lovgivningen (FuelEUMaritime og Alternative Fuel Infrastructure reguleringerne) Desuden er ladestrøm tillagt i et ladetab på 5 pct.

Elforbruget i søfarten er summen af landstrøm og ladestrøm. Antagelser om elektrificering i KF24 er baseret på faglige vurderinger med udgangspunkt i energiforbruget for 2022 i Energistatistikken og på forventninger til udvikling i



teknologi og omkostninger samt reguleringen på området, herunder tilskudsordninger og ændringer i afgifter, ETS1 (inddragelse af skibsfart i EU's kvotesystem) mv. Ligeledes er det antaget, at den samlede indenrigssøfarts aktivitet som udgangspunkt er konstant. For indenrigsfærgerne ventes en omlægning til elfærger for alle mindre færger.

For større udenrigsfærger, forventes tilsvarende en vis grad af elektrificering. Landstrøm forventes at blive leveret i overensstemmelse med EU-bestemmelser, hvilket omfatter havne med nærmere angivne antal anløb for container- og krydstogsskibe samt passagerfærger over 5000 bruttotonnage.

Omstillingen af indenrigsfærger til el frem mod 2035 er baseret *Aftale om Udmøntning af pulje til grøn transport, 2021* og *Aftale om udmøntning af midler fra grøn transportpulje II til omstilling af indenrigsfærger, 2021*, hvor der blev afsat i alt 285 mio. kr. til omstilling af kommunalt drevne og kommercielle indenrigsfærger.

For udenrigsfærgerne foretages en eksplicit beregning af elforbruget som udgøres af land- og ladestrøm. Dette er baseret på indhentet data fra Danmarks Statistik for større skibes anløb i de større havne samt data fra DCE 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-, krydstogts- og containerskibe skal anvende landstrøm fra 2030.

Gasforbrug

Det bemærkes, at der er stor usikkerhed omkring udviklingen i gasforbruget i søfarten, både på den korte og lange bane. Desuden er et opmærksomhedspunkt hvorvidt gasforbrug i søfarten dækkes fra ledningsført gas med betydning for Energinets planlægning, eller baseres på importeret LNG eller leveres direkte fra fx biogasproduktionsanlæg uden om gasnettet. I AF24 forventes det, i takt med stigende mængder LNG i søfarten, at der vil opstå en tilsvarende efterspørgsel på LNG, baseret på ledningsført gas.

Antagelser og pejlemærker

- De mindre færger forventes omstillet til batterielektriske drivlinjer, da disse antages at være kommercielt fordelagtige.
- Større færger forventes også i visse tilfælde at kunne omstilles til batterielektriske systemer, men det vurderes usikkert, da batteridrift på lange distancer med store skibe kan være teknisk udfordrende, og da andre alternativer til konventionelle færger, kan vise sig mere relevante og konkurrencedygtige.



- Gas i søfarten ventes at stige markant frem mod 2030, og fastholde sit niveau frem mod 2050, idet LNG ventes at spille en væsentlig rolle i fremtidens søfart.

Luffart

Aftale om Grøn Luffart indebærer, at indenrigsluffarten sigter mod at være grøn senest i 2030. Det er dog forventningen, at luffarten frem mod 2030 omstilles gennem anvendelse af SAF (Sustainable Aviation Fuel), mens direkte elektrificering ventes at have væsentligt længere udsigter.

Antagelser og pejlemærker

- AF24 følger en antagelse om, at elektrificering først begynder at få en effekt efter 2030, og herefter vil udvikle sig til at udgøre 30 pct. af indenrigsruternes energiforbrug og 1 pct. af udenrigsruternes energiforbrug i 2050.
- Der er, som ved øvrige kategorier, der anvender batterier, tillagt et ladetab på 5 pct til de estimerede elforbrug.

3.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger

Usikkerheden og behovet for eventuelle følsomhedsbetragtninger ift. sø- og luffart i AF24 skyldes generelt mangel på data og kommercielle erfaringer. Specifikt sø- og luffart har stadig flere udviklingsveje, som hver især kan udfylde mindre eller større dele af den samlede efterspørgsel på transportydelse. I modsætning til vejtransporten, hvor de batterielektriske drivlinjer med stor sikkerhed vinder frem, så er der ikke én dominerende teknologiretning for sø- og luffart. Fremtidige scenarier for disse sektorer vil kunne overveje forskellige grader af elektrificering, og føre til tilsvarende stort eller lavt elforbrug.

3.4.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet

For banetransporten er der stor sikkerhed for udviklingen og valget af teknologier, da der med få aktører og langsigtede investeringer, allerede har tegnet sig et billede fuld elektrificering.

Søfarten er præget af mange forskellige typer af skibe, både indenrigs- og udenrigs, som alt efter sine specifikke arbejdsopgaver vil stille forskellige krav til alternative drivlinjer. Potentialet for elektrificering er både begrænset og stærkt usikkert, og helt afhængigt af teknisk og prismæssig udvikling.



Luffarten er teknologisk stadig i et meget tidlige stadie ift. omstilling. Derfor er usikkerheden stor i forhold til i hvilket omfang og hvornår elektrificering af danske indenrigsruter kan ventes at indtræde. Ligeledes findes en betydelig usikkerhed om hvorvidt det er elektriske fly, som bliver den primære teknologi, til at erstatte kortere flyruter.

3.4.2 Anbefalede følsomhedsberegninger

Anbefaling til følsomheder for bane, sø- og luftfart:

- Elektrificering ift. sø- og luftfarten er særdeles usikkert. Samtidig er der tale om relativt små potentielle elforbrug, og det er muligvis ikke nødvendigt at inddrage følsomhedsanalyser. Derimod kan overvejelser om geografisk placering være af stor vigtighed for Energinet.
- Der er væsentligt usikkerhed knyttet til gas. Både i forhold til omfang og i forhold til om gasforbruget dækkes af ledningsført gas. Det anbefales derfor, at Energinet supplerer AF24 med følsomhedsanalyser på udviklingen i forhold til ledningsført gas. Som én mulig parametervariation kan anvendes et forløb uden brug af gas til søtransport.

3.5 Planlagt udvikling

Der er ikke i forhold til AF planlagt nogen videreudvikling ift. bane, sø- og luftfart.