



Analyseforudsætninger til Energinet 2025 – Transportsektoren

Baggrundsnotat – (høringsudgave)

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
24. september 2025

J nr.
3657-2025

ulo/trmn

Indholdsfortegnelse

Introduktion til transportsektoren	2
Politiske målsætninger, ambitioner og regulering	2
Teknologisk udvikling	3
1. Vejtransport - udvikling frem mod 2050	3
1.1 Præsentation af AF25-forløbene for vejtransporten.....	3
1.2 Uddybning af AF25 forløb og kvalificering ift. AF24	4
1.3 Metode og antagelser for vejtransporten	6
1.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger for vejtransporten	8
1.5 Fremadrettede udviklingsønsker	10
2. Bane, sø- og luftfart - udvikling frem mod 2050	10
2.1 Præsentation af AF25-forløbene for bane, sø- og luftfart	10
2.2 Uddybning af AF25 forløb og kvalificering ift. AF24	14
2.3 Metode og antagelser for banetransport, sø- og luftfart.....	15
2.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger for bane, sø- og luftfart	18
2.5 Fremadrettede udviklingsønsker	18

Dette baggrundsnotat er en del af Analyseforudsætninger til Energinet 2025 (AF25). AF25 er et målopfyldesscenarie, hvilket vil sige, at AF25 grundforløbet som udgangspunkt er kompatibelt med opfyldelse af de politiske målsætninger og ambitioner på klima- og energiområdet. Det er dog ikke alle målsætninger og ambitioner på klima- og energiområdet, der direkte afspejles i AF25. Desuden specificeres konkrete virkemidler eller tiltag til at indfri de politiske målsætninger og ambitioner ikke.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



Introduktion til transportsektoren

I AF25 omfatter transportsektoren følgende kategorier:

- Vejtransport
- Søtransport
- Luftfart
- Banetransport

Generelt vil det være fint at gøre tydeligere opmærksom på, hvor der afviges fra KF25 og hvad den konkrete afvigelse skyldes.

Dette baggrundsnotat fremstiller de afgrænsninger og metoder som ligger til grund for udviklingerne på transportområdet i AF25. For de enkelte kategorier er opgjort det el- og gasforbrug som forudsættes anvendt fra det danske el- og gasnet til transportsektoren. Desuden opgøres transportsektorens direkte brintforbrug til brændselsceller om end dette forudsættes at være relativt småt.

Politiske målsætninger, ambitioner og regulering

Der er ingen nationale målsætninger og ambitioner for transportsektorens udvikling i Danmark, som indregnes eksplicit i AF25. Det skyldes, at ambitionerne om 1 mio. grønne biler i 2030 og en hel grøn indenrigsluftfart i 2030 begge skønnes opfyldt med nuværende regulering. Transportsektoren reguleres i vid udstrækning af EU, hvor store lovpakker og reguleringssystemer bl.a. har til hensigt at fremme en gradvis udfasning af fossile brændstoffer, ligesom opnåelsen af de danske klimamål i 2045 og 2050 forventes at indebære en reduktion i transportsektorens drivhusgasudledninger på sigt.

Transportsektoren er et centralt element i EU's "European Green Deal" og målsætningen om at reducere udledninger med 55 pct. inden 2030. Den tilhørende Fit-for-55 lovpakke indeholder en række initiativer med direkte indflydelse på transportsektoren, herunder:

- Revision af ETS (Emissions Trading System) – inkl. udvidelse til søfart og et separat system for vejtransport og bygninger (ETS II fra 2027).
- Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) – krav til lade- og tankinfrastruktur for el, brint, landstrøm m.m.
- FuelEU Maritime – CO₂e-fortrængningskrav i søfarten.
- ReFuelEU Aviation – iblandingskrav i luftfarten.
- CO₂-reduktionskrav for biler, varebiler og tunge køretøjer.

Dertil kommer nationale tiltag, som gør det dyrere at bruge fossile brændsler i transportsektoren eller billigere at omstille sig. Heraf kan bl.a. nævnes CO₂-afgiften, CO₂-fortrængningskravet, der stiller krav til brug af grønne brændsler og lempeligere registreringsafgift for el-biler.



Teknologisk udvikling

Foruden de konkrete reguleringsmæssige tiltag vedrørende fremtidens transport, sker der også en løbende teknologisk udvikling, som kan få indflydelse på teknologisammensætningen i fremtidens transportsektor.

I AF25 indgår forudsætninger om øget elektrificering i både søfart og luftfart, som overstiger, hvad der påvirkes direkte via regulering af sektorerne.

1. Vejtransport - udvikling frem mod 2050

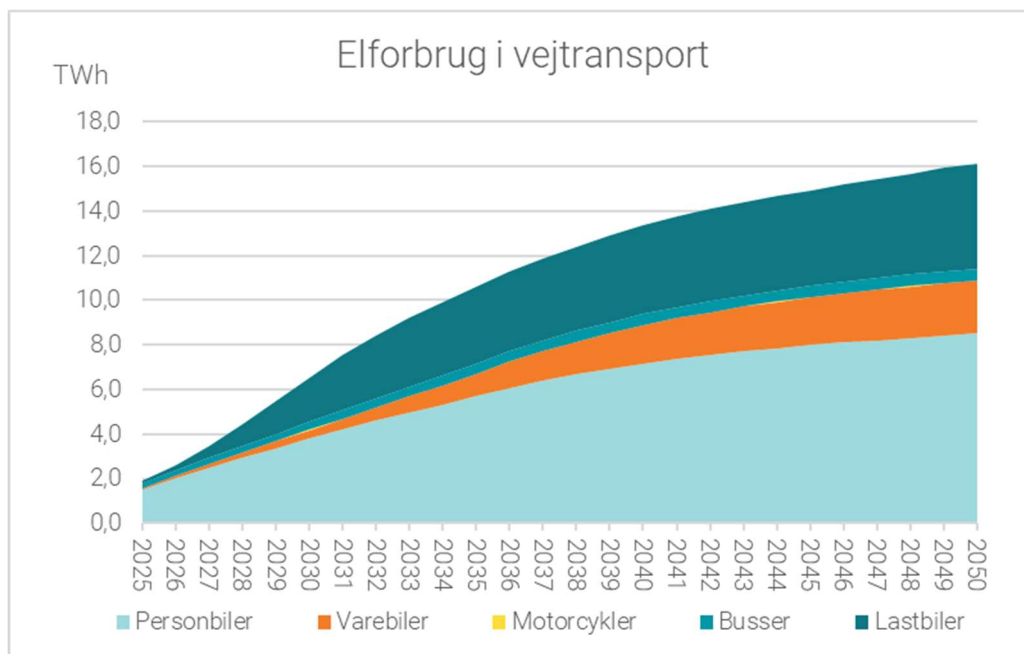
1.1 Præsentation af AF25-forløbene for vejtransporten

Figur 1 og figur 2 viser den forudsatte udvikling i AF25 for vejtransportens forbrug af el og gas frem mod 2050. Forbruget opdeles i fem underkategorier, hvor den lette vejtransport omfatter person- og varebiler samt motorcykler, imens den tunge vejtransport består af lastbiler og busser.

1.1.1 Elforbrug i vejtransporten

Figur 1 viser, at elforbruget til vejtransport i AF25 forudsættes at stige fra 1,9 TWh i 2025, til 6,5 TWh i 2030 og yderligere til cirka 16 TWh i 2050, i takt med at de fem underkategorier omstilles til batterielektiske køretøjer (BEV).

I KF25 er disse tal hhv. 1,33 og 5,11 TWh. En relativ stor forskel fra KF. Det vil være fint at tydeliggøre forskellen og årsagen til afvigelsen.



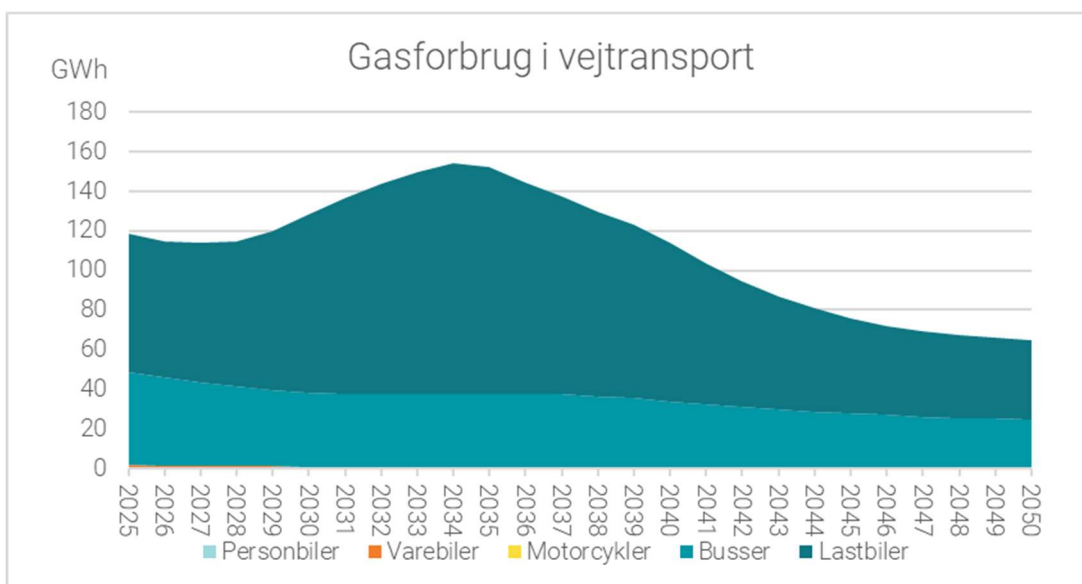
Figur 1: Udvikling i vejtransportens nettoelforbrug fordelt på personbiler, varebiler og motorcykler (let vejtransport), samt lastbiler og busser (tung vejtransport).

Note: Elforbruget i figuren er inklusiv ladetab på 5 pct.



1.1.2 Gasforbrug i vejtransporten

Gasforbruget i vejtransporten i AF25 forudsættes at være meget lavt, og det er næsten udelukkende knyttet til tung vejtransport. Gasbusser forudsættes at udgøre en lav andel af den samlede busbestand, mens det beregningsteknisk er lagt til grund, at gasforbruget fra lastbiler stiger i mindre omfang frem mod 2035. I AF25 forudsættes gasforbruget at falde til cirka 114 GWh 2027, for igen at stige til 154 GWh i 2034. Frem mod 2050 forudsættes gasforbruget i vejtransporten at aftage. Det bemærkes, at gas forbrugt i vejtransporten ikke nødvendigvis kommer fra ledningsført gas, idet dele af forbruget potentielt kan dækkes af LNG transporteret med skib eller lastbil, eller fra biogasanlæg uden om ledningsnettet.



Figur 2: Udvikling i vejtransportens gasforbrug.

Metoden bag resultaterne uddybes i afsnit 1.3.

1.2 Uddybning af AF25 forløb og kvalificering ift. AF24

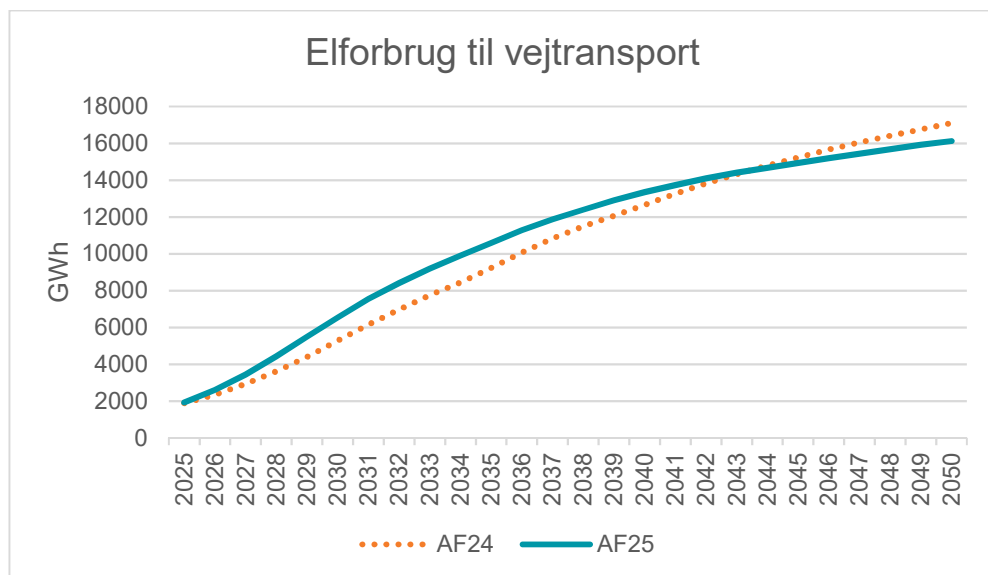
Figurerne i dette afsnit viser en sammenligning af det samlede elforbrug til vejtransporten, for henholdsvis AF25 og AF24.

1.2.1 Elforbrug i vejtransporten ift. AF24

I de seneste år har indfasning af specielt eldrevne personbiler i det første fremskrivningsår vist sig at være højere end hidtil fremskrevet for det givne år. Som følge heraf har der i den årlige opdatering af data været behov for at justere i størrelsen på den elektriske bilpark i forhold det seneste historiske år (i dette tilfælde 2024). For AF25 medfører dette, at elforbruget på kort sigt er højere end i AF24. Politisk og reguleringsmæssigt er det de samme parametre, som var inkluderet i AF24, og dermed er de største ændringer at finde i input til FREM-



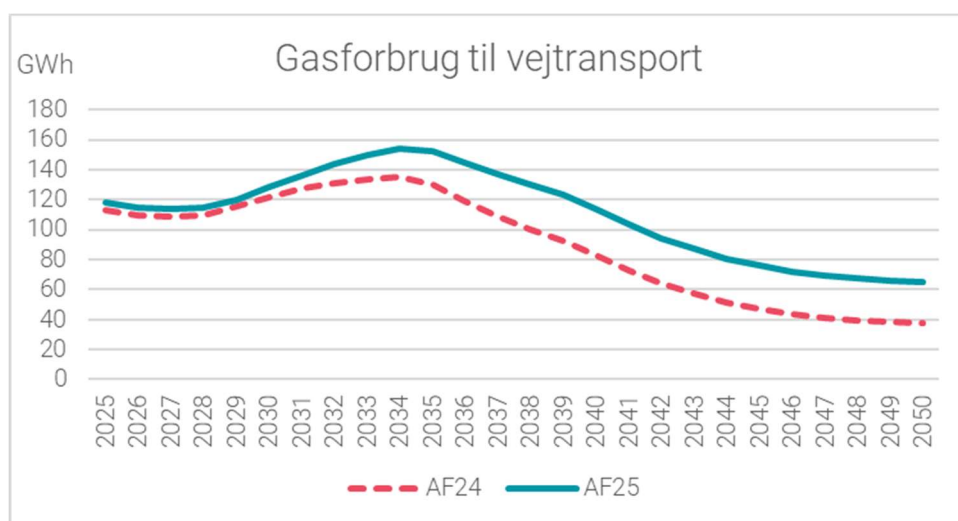
modellen, som bl.a. indebærer hurtigere indfasning af elbiler, samt en anelse lavere fremtidigt trafikarbejde.



Figur 3 Elforbrug i vejtransporten i AF24 og AF25 (GWh).

I 2050 er elforbruget til vejtransporten i AF25 en anelse lavere end i AF24. Dette skyldes primært en nedjustering i det forudsatte trafikarbejde, som input i FREM-modelleringen. På kort sigt er der derimod et lidt højere forbrug, idet omstillingen til elbiler sker hurtigere end i AF24.

1.2.2 Gasforbrug i vejtransporten ift. AF24



Figur 4 Gasforbrug for vejtransporten i AF24 og AF25 (GWh).



Udgangspunktet er et lidt større gasforbrug i AF25 end i AF24, hvilket skyldes et opgjort højere forbrug i 2024 relativt til 2023 samt en beregningsteknisk antagelse om en mindre stigning i forbruget. Størrelsen på gasforbruget i vejtransporten er dog fortsat meget lavt sammenlignet med elforbruget i sektoren.

1.3 Metode og antagelser for vejtransporten

I AF25 baseres langt størstedelen af transportfremskrivningen på *Klimastatus og -fremskrivning 2025* (KF25). Dette skyldes, at KF25-fremskrivningen går til 2050 samt at mange EU tiltag nu er vedtaget og dermed indgår i KF25. KF-fremskrivningen udarbejdes ved hjælp af modelværktøjet FREM - for nærmere beskrivelse af forudsætninger og modeltilgang bag KF25 henvises til www.kefm.dk.

1.3.1 Let vejtransport (personbiler, varebiler og motorcykler)

Udviklingen i den lette vejtransport afhænger bl.a. af 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 teknologisk set, forventes at være enten batterielektriske biler (BEV - battery electric vehicle) eller brint (brændselscellebiler - FCV - Fuel Cell Vehicles)².

1.3.2 Tung vejtransport (lastbiler og busser)

For tung transport følger AF25 udviklingen modelleret i KF25, som for lastbiler baseres på Transportministeriets Lastbilvalgsmodel, hvor bl.a. den kilometerbaserede vejafgift øger indfasningen af ellastbiler. Ligeledes afhænger udviklingen i den tunge vejtransport af EU-forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye tunge køretøjer, hvor der bl.a. stilles krav om 90 pct. reduktion af udledningerne fra nye lastbiler og busser fra 2040.

I AF25 indgår et lidt større salg af gaskøretøjer i tung transport end i KF25. Gassens rolle forudsættes 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. Det bemærkes, at der er stor usikkerhed omkring udviklingen i gaskøretøjer og det dertilhørende forbrug, både på den korte og lange bane.

Det vil være fint at beskrive, hvorfor der forudsættes et større salg af gaskøretøjer.

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. Der forudsættes dog en meget lille anvendelse af denne mulighed, og at undtagelsen kun vil blive anvendt af nichesegmenter. I AF25 er der derfor set bort fra denne undtagelsesmulighed.



1.3.3 Modellering af vejtransportens elforbrug ift. elsystemet

I takt med elektrificering af transportsektoren vil opladningsprofiler for elektriske transportmidler få stor betydning for belastningen af elsystemet, både i forhold til balancering og i forhold til den nødvendige kapacitet i elnettet. Opladeprofilerne forventes at være mere eller mindre fleksible i forhold til flere faktorer, blandt andet opladningstypen, transportmidlet, dets anvendelse og funktion (erhverv/privat anvendelse), elpriser og hvilke økonomiske incitamenter, der er gældende – fx tarif differentiering.

Udbredelsen af elektriske transportmidler (hovedsageligt elektriske køretøjer) åbner, ud over den fleksible opladning, også muligheden for at benytte transportmidlernes batterier direkte i elsystemet og sende strøm tilbage til elnettet kaldet vehicle to grid (V2G). V2G kan fx udnyttes til ydelser, der aflaster elnettet og direkte salg af el i spotmarkedet.

I en fremskrivningssammenhæng er der fortsat en udfordring med tilgængelig empiri og data i forhold til ladeprofiler og forventninger om udbredelse og faktisk udnyttelse af V2G er forbundet med stor usikkerhed. En ladeprofil er for alle modellerede timer defineret ud fra to forhold: 1) brugerens ønske om bilens niveau af minimum og maksimum opladning (såkaldt "State-of-Charge"), og 2) af andelen af biler tilkoblet elnettet. Ladeprofilen definerer således, hvordan ejeren har mulighed for at lade sin bil mest omkostningseffektivt i form af fleksibelt forbrug, og for V2G biler, hvordan ejeren kan tjene penge på at stille en del af batterikapaciteten til rådighed for nettet.

I mangel af tilgængelighed af danske data, er der i AF25 for Danmark antaget en flad ladeprofil (dvs. samme ladeeffekt i alle årets timer, i modsætninger til fx kogespidsen) for alle elektriske transportmidler. I markedssimulering af udlandet benyttes i AF25 hhv. *ERAA24* og *TYNDP24*, idet begge scenarier beskriver metoder for transportsektorens fleksibilitet. I *ERAA24*, som benyttes frem til 2035, implementeres transportsektoren som rent fleksibelt forbrug og uden mulighed for V2G. Forbruget flyttes indenfor 4 perioder dagligt og er prisfølsomt.³

TYNDP24 inkluderer V2G⁴ ud fra en række antagelser om andelen af personbiler, der tilbyder V2G og i en given time er tilsluttet elnettet, bl.a. afhængig af hvor der lades (kantsten eller ved egen lader), udvikling i bilernes batterikapacitet og profiler for "State of Charge". I AF25 er metoden fra *TYNDP24*s justeret ved at reducere, hvor stor en del af den samlede batterikapacitet i transportsektoren, der står til rådighed for fleksibelt forbrug og V2G. Der anvendes således i AF den antagelse at

³ ERAA24 dokumentation: <https://www.entsoe.eu/eraa/2024/downloads/>

⁴ TYNDP dokumentation: <https://2024.entsoe-tyndp-scenarios.eu/>



20 procent af den tilsluttede batterikapacitet er tilgængelig for fleksibelt forbrug og V2G svarende til fx en 60-40 pct. ændring i State-of Charge.

1.3.4 Ændringer ift. AF24

Den største ændring i forhold til AF24 er, at AF25 nu er baseret på KF for hele perioden frem mod 2050 (som er tidshorisont for KF25), frem for blot til 2035 (som var tidshorisont for KF24). I forhold til AF24 er personbilsbestanden i 2050 fremskrevet til at være lidt højere, men med et lidt lavere samlet trafikarbejde.

Ift. modellering af elsystemet er ladeprofilen for alle elektriske transportmidler i AF25 lagt fladt ind, frem for som i AF24 at følge profilen for det almindelige elforbrug.

1.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger for vejtransporten

1.4.1 Usikkerheder ift. vejtransportens energiforbrug

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

Usikkerheden omkring den langsigtede udvikling for elektriske tunge køretøjer er blevet væsentligt reduceret som følge af vedtagelsen af EU's seneste revision af CO₂ reduktionskrav for tunge køretøjer. Samlet set er der dog stadig relativ stor usikkerhed knyttet til både endeligt teknologivalg og indfasningshastighed, da andre teknologier end batterielektriske køretøjer, kan vise sig mulige i fremtiden.

Udover selve indfasningen af elektriske køretøjer er der stor usikkerhed forbundet med deres opladningsmønstre og potentiale for udnyttelse af V2G. Det skyldes både usikkerhed om teknologiudviklingen, og adfærden omkring opladning. Fx kræver V2G, at køretøjerne dels er tilkoblet nettet, når der er behov for ydelser, at teknologien og reguleringen er tilstede og at der gives incitament til at udnytte fleksibiliteten fra transportmidlets batteri.

Der er også stor usikkerhed knyttet til brændselscellekøretøjernes (Fuel Cell Vehicles) langsigtede potentiale, da det både afhænger af teknologi- og prisudvikling samt udrulning af brintinfrastruktur i både ind- og udland. Der kan dog være anvendelser, hvor disse køretøjer vinder frem – f.eks. turistbusser. Men det vil i høj grad afhænge af den fremtidige konkurrencedygtighed og teknologiske udvikling for batterielektriske køretøjer.



Gaslastbiler er kendt teknologi, men potentialet for udrulning af gaslastbiler afhænger dels af prisudviklingen for konkurrerende teknologier samt rammevilkår. Samlet set er det således usikkert, hvilken rolle gaslastbiler kan komme til at spille i transportsektoren, men ift. gassystemet vil der under alle omstændigheder kun være tale om et relativt marginalt forbrug.

1.4.2 Følsomhedsberegninger for vejtransportens energiforbrug

Indfasning af elektriske køretøjer

Trods regulering og markedstegn på at vejtransporten elektrificeres, er der usikkerhed om præcis, hvornår indfasningen af elektriske køretøjer i en given køretøjskategori ventes at slå igennem. Ift. elektriske bybusser viser de historiske tal således, at der kan ske en meget hurtig omstilling, hvor andelen af elektriske køretøjer i nysalget over ganske få år går fra en lav andel til at være helt dominerende.

I 2024 oversteg nysalget (og brugtimporten) af elektriske personbiler ligeledes tidligere fremskrivninger herfor. Denne stigning medfører en hurtigere omstilling af personbilerne, end tidligere antaget. Det betyder også, at udviklingen for antallet af ladestandere, deres effekttræk mm. er svær at forudsige på kort sigt. Det kan derfor anbefales at regne på forskellige scenarier for indfasningen af både elektriske personbiler, men i særdeleshed også lastbiler. Lastbiler har en kortere levetid end personbiler, og kan derfor se et hurtigere skift i sammensætningen af flåden, når den elektriske andel af nysalget bliver dominerende. Det bemærkes i denne forbindelse, at dette skift kan forekomme nogle år senere end antaget i AF25, og stadig leve op til EU-reguleringen i 2040.

Opladning af elektriske køretøjer

AF25 opgør alene transportens elforbrug på årsbasis og definerer således umiddelbart ikke timingen af opladningen eller hvorvidt opladningen af eksempelvis personbiler sker via privat hjemmeopladning, offentlig kantstensopladning eller offentlig lynladning. Ift. timing af opladning er opladningsprofilen, der anvendes i elsystemsmodelleringen i AF25, lagt ind fladt, og det anbefales at supplere med følsomhedsberegninger for betydningen af andre opladningsprofiler. **if. typen af opladning anbefales det ligeledes at regne på scenarier for både mindre og større andele af offentlig lynladning, da denne teknologi forudsættes at fortsætte sin udvikling, hvor hurtigere opladningstider og lavere omkostninger kan gøre det til den foretrukne opladningsteknologi.** Antallet og effekten af fremtidige ladeparker til både person- og lastbiler kan således variere alt efter præferencer og teknologisk udvikling (i bl.a. rækkevidde og ladehastigheder).

Det er vores forventning, at hjemmeopladning for personbiler og depotladning for lastbiler vil være den dominerende opladningstype, da priserne typisk er lavere end ved opladning på offentligt tilgængelige ladestationer. Bemærk i den sammenhæng, at ca. 68 pct. af danskerne har let adgang til etablering af hjemmeopladning til personbiler.



1.5 Fremadrettede udviklingsønsker

De fremadrettede udviklingsønsker ift. transportsektorens energiforbrug i AF handler i høj grad om en bedre forståelse af samspillet mellem transportsektoren og elsystemet ift. bl.a. opladningsprofiler og –mønstre samt de forskellige mulighed for at udnytte batterierne i elektriske køretøjer som ellagring fx Vehicle-to-grid (V2G), Vehicle-to-home (V2H) mv. Disse elementer afhænger bl.a. af antallet af elektriske køretøjer, anvendelsen af disse køretøjer og adfærd omkring opladning, samt den teknologiske og regulatoriske udvikling ift. muligheden for sammenkobling mellem køretøjer og elnet. Ikke kun forbrug men også leverance af betydelige mængder elektricitet vil således potentielt kunne gøres fleksible, hvilket kan have stor betydning for fremtidens elsystem.

Ift. vejtransportens samlede elforbrug er der endvidere et ønske om bedre forståelse og kvantificering af ladetab ved opladning af køretøjer ved forskellige ladeteknologier og ladehastigheder. I AF25 er ladetabet således sat til 5%, men induktiv opladning kan fremadrettet blive en mulighed, hvilket kan indebære et større ladetab. Ladetabene er også afhængig af ladetypen/ -hastigheden (fx nødlader, hjemmelader (typisk 11 kW) eller hurtigladning via jævnstrøm), og en bedre kvantificering af de fremtidige ladetab vil således kræve en bedre forståelse af den fremtidige ladeadfærd.

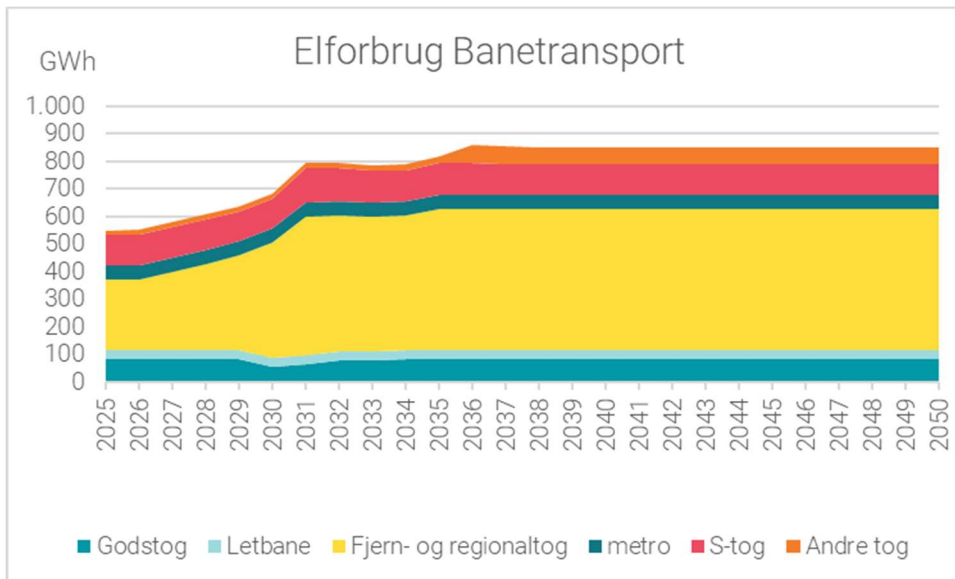
2. Bane, sø- og luftfart - udvikling frem mod 2050

Nedenfor vises den forudsatte udvikling i energiforbrug i AF25 til hhv. bane, sø- og luftfart. I de tre sektorer er det kun i søfarten, at der forudsættes et gasforbrug, imens elektrificering forventes at være relevant for alle tre områder.

2.1 Præsentation af AF25-forløbene for bane, sø- og luftfart

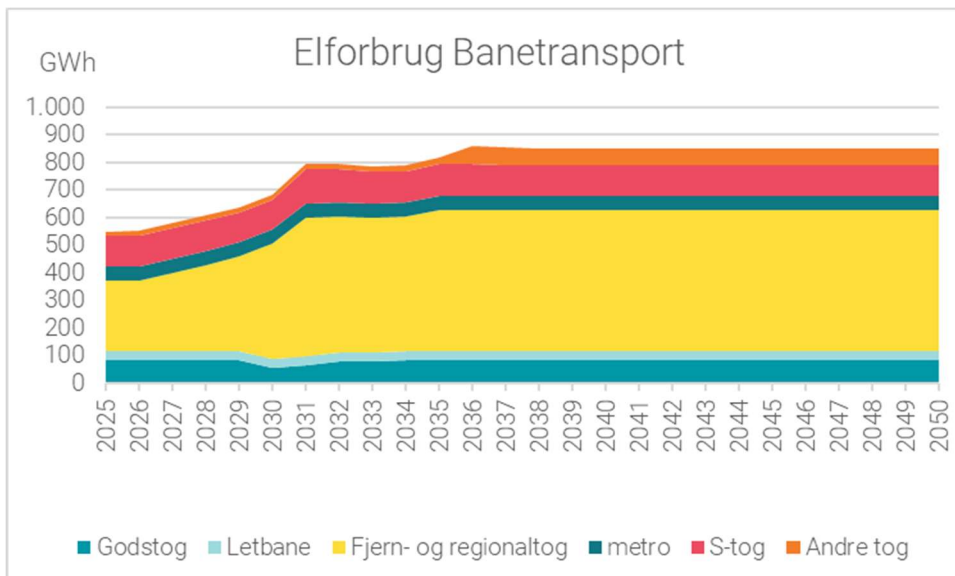
2.1.1 Elforbrug i banetransporten

Banetransporten består af fjern- og regionaltoget, S-tog, metro, letbaner, lokalbaner og godstog. Elforbruget til banetransport i AF25 fremgår af figur 5



Det lader til at være den samme figur to gange. Er der konsistens med KF25?

der viser, at elforbruget stiger i perioden frem mod 2050 i takt med elektrificeringen af de danske jernbaner. Resultatet stammer fra modelkørsler af Trafikstyrelsen.



Figur 5: Elforbrug i banetransport (Kilde Trafikstyrelsen)

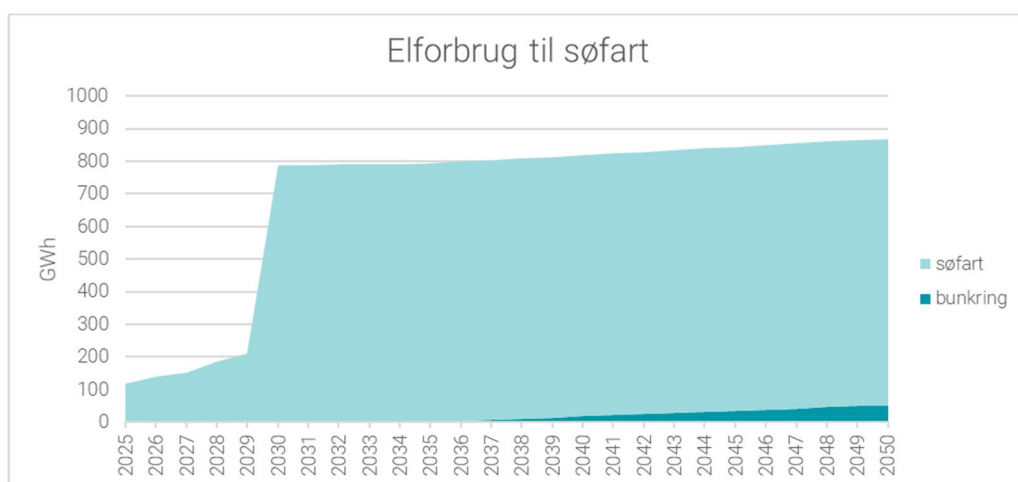
2.1.2 El- og gasforbrug i søfarten

Udviklingen i elforbruget og gasforbruget til søfart er vist i hhv. figur 6 og figur 7, som i AF25 omfatter el og gas opladet/tanket i Danmark til både indenrigs- og udenrigssøfart.



Elforbrug i søfarten

Søfartens elforbrug stiger i AF25 betydeligt frem mod 2030, både som resultat af flere elektrificerede færgeruter, samt krav om landstrøm (skibe der kobles til elnettet, mens de ligger i havn / ved kaj). Udviklingen er således baseret på antagelser om, at en del af både inden- og udenrigsfærgerne elektrificeres samt at EU-lovgivning vedrørende anvendelse af landstrøm vil betyde en forøgelse af strømforbruget til både passager- og godstransport i søfarten. Derudover er det antaget at en mindre andel (2%) af udenrigsbunkringen⁵ elektrificeres frem mod 2050. Dette er gjort ud fra en observation af, at hybridløsninger til større skibe er på vej, hvor betydelige dele af fremdriften leveres fra batterier, hvilket stiller krav til opladning fra det danske elnet.



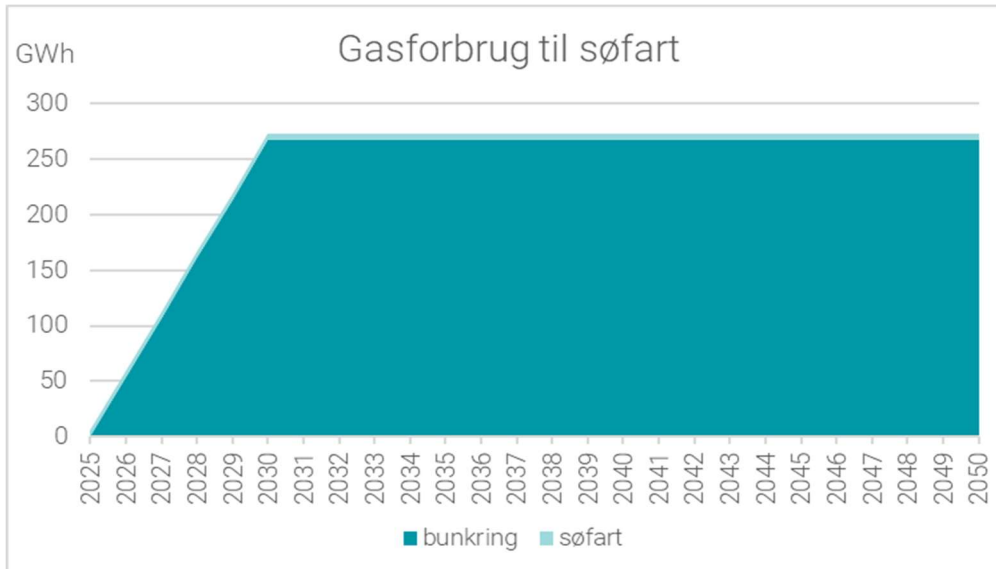
Er der konsistens med KF25?

Figur 6: Udvikling i søfartens forudsatte elforbrug.

Gasforbrug i søfarten

Det antages i AF25, at den anvendte gas i søfart i fremskrivningsperioden leveres via gasnettet, hvilket kræver etablering af fordråbningsanlæg i Danmark. Det er dog muligt, at noget af gassen leveres uden om gasnettet fx som LNG transporteret med skib eller lastbil, eller via biogasproduktionsanlæg uden om nettet.

⁵ Brændstof, der bunkres i Danmark til udenrigsskibsfart.

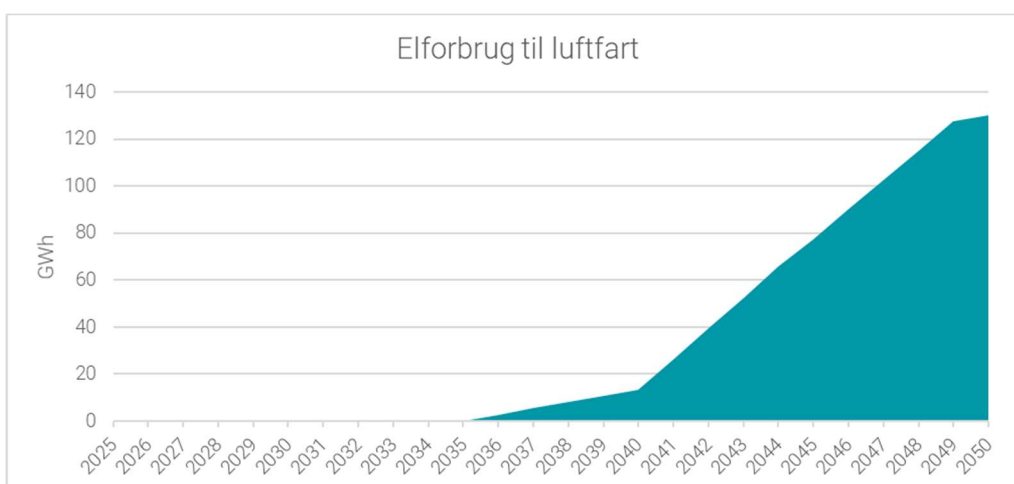


Figur 7: Udvikling i søfartens forudsatte gasforbrug.

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 AF25.

2.1.3 Elforbrug i luftfarten

I AF25 lægges det til grund, at direkte elektrificering af luftfarten vinder udbredelse frem mod 2050, om end i relativt lille omfang samlet set. Luftfartens elforbrug i AF25 er vist i figur 8.



Figur 8: Udvikling i luftfartens forudsatte nettoelforbrug inklusiv ladetab på 5 pct.

Figuren viser en gradvis indfasning af elforbrug i luftfarten, startende i 2036, på cirka 2,6 GWh. Elforbruget forudsættes stigende til 130 GWh i 2050, ud fra en



forudsætning om teknologisk udvikling, samt en øget konkurrenceevne for elektriske flytyper.

2.2 Uddybning af AF25 forløb og kvalificering ift. AF24

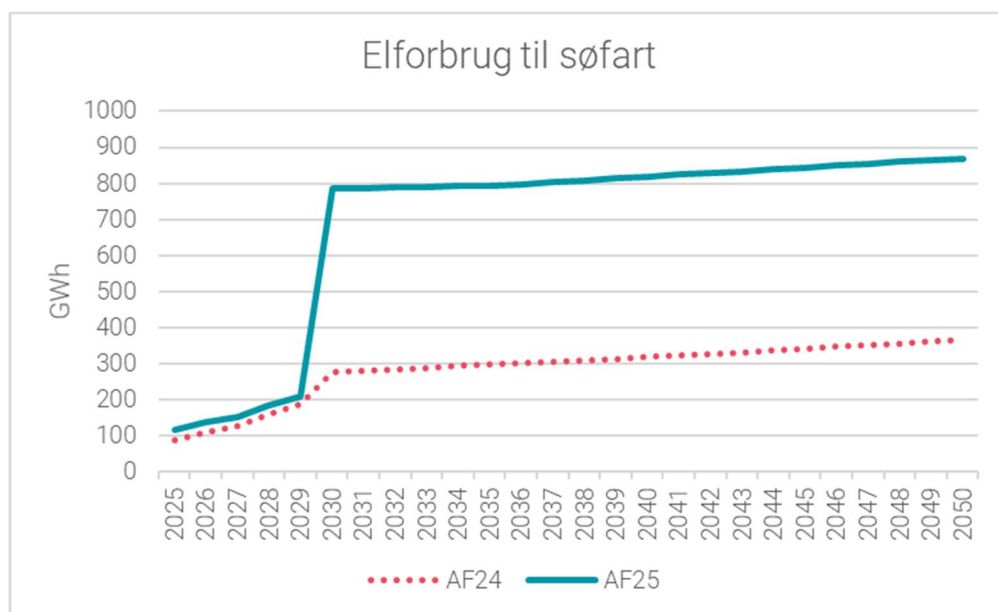
Dette afsnit omhandler sammenligning af AF25 elforbruget til banetransport samt sø- og luftfart med AF24. De største forskelle i dette elforbrug i AF25 sammenlignet med AF24 ses i søfarten, mens forskellene for de øvrige sektorer er små.

Ændringerne for søfarten uddybes i afsnittene nedenfor

2.2.1 Elforbrug i søfarten ift. AF24

Som det fremgår af figur 9 forudsættes der en betydelig stigning i sektorens elforbrug fra AF24 til AF25. I AF25 ses således et samlet elforbrug i søfarten på 786 GWh i 2030 sammenlignet med 278 GWh i AF24. Ændringen skyldes de teknologiske tendenser, som ses inden for skibsfarten. Der arbejdes således nu på både større skibe samt hurtigfærger, der helt eller delvist sejler med elektricitet som drivmiddel. Dette har, sammen med dialog med branchen, udvidet rammen for hvilke færgeruter og skibstyper, som kan tænkes at blive elektrificeret eller omstillet til hybriddrift inden 2050. I AF25 indgår således højere forudsætninger til elektrificeringen af søfarten end i AF24.

En anden forskel mellem AF25 og AF24 er, at der i AF25 medregnes et elforbrug som en andel af den årlige bunkring. Konkret er det i AF25 2 pct. af bunkringen af fossile brændstoffer i 2050, som omregnes til et tilsvarende elforbrug (med forbehold for lavere energiintensitet ved elektriske drivlinjer), med en lineær indfasning startende i 2036.

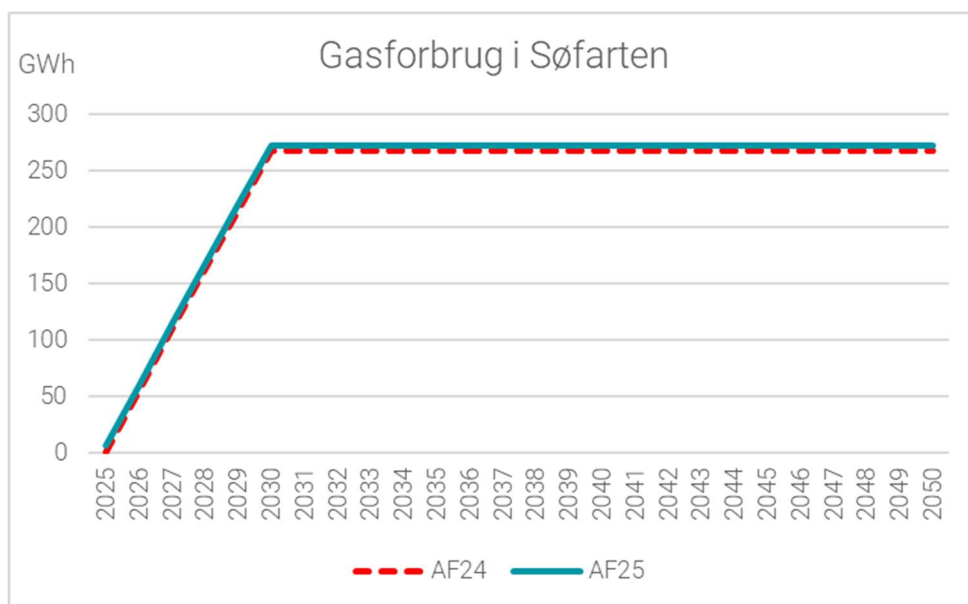




Figur 9: Elforbrug i søfarten i AF24 og AF25.

2.2.2 Gasforbrug ift. AF24

AF25 og AF24 bygger på samme metodetilgang, hvilket afspejles i figur 10. Der er således antaget en vedvarende efterspørgsel på gas (LNG) til udenrigssøfart, som antages leveret fra fordråbningsanlæg i Danmark.



Figur 10: Gasforbrug i søfarten i AF24 og AF25

2.3 Metode og antagelser for banetransport, sø- og luftfart

AF25 baseres som udgangspunkt på forløbene i KF25, men disse forløb tilpasses efterfølgende for at tage højde for, at AF har en anden geografisk afgrænsning end KF, samt at AF er en anden type fremskrivning end KF. Ift. geografisk afgrænsning omfatter AF således også de dele af udenrigs luft- og søfart, der er relevante for trækket på det danske el- og gassystem. Fsva. type af fremskrivning er AF et målopfyldelses scenarie og inddrager derfor også tekniske trends mv. der skønnes at forudsætte ny regulering for at vinde indpas.

2.3.1 Banetransport

Banetransporten er alene baseret på KF25, hvortil Trafikstyrelsen har leveret en fremskrivning af energiforbruget fordelt på de respektive kategorier i banetransporten. Trafikstyrelsen har anvendt deres egen 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 for banetransport

- I AF25 antages det, at togdriften elektrificeres kraftigt frem mod 2030, og elforbruget stiger frem mod 2036, hvor det forudsættes at banetransport er helt elektrificeret.

2.3.2 Søfart

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

Elforbrug i søfarten

I AF25 tager fremskrivningen af søfartens elforbrug udgangspunkt i KF25-forløbet, der omfatter indenrigssøfarten samt ruter mellem Danmark og hhv. Grønland og Færøerne. Dertil lægges så beregninger for yderligere færgeruter, der i AF ventes elektrificeret, hvilket i AF25 både gælder visse udenrigsruter samt hurtigfærgerne på Kattegat. Desuden tillægges den land- og ladestrøm, som store internationale skibe skal anvende ifølge EU-lovgivningen (FuelEU Maritime og Alternative Fuel Infrastructure reguleringerne). Ladestrøm er endvidere tillagt et ladetab på 5 pct.

Elforbruget i søfarten er summen af den samlede land- og ladestrøm. Antagelser om elektrificering er baseret på faglige vurderinger med udgangspunkt i energiforbruget fra Energistatistikken og på forudsætninger 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 forudsættes en omlægning til elfærger for alle mindre færger samt Kattegatfærgerne. For større udenrigsfærger forudsættes tilsvarende en vis grad af elektrificering. Elforbrugene er udregnet ud fra rutelængder og data fra Energistyrelsens Teknologikatalog for søfart.

Landstrøm forudsættes at blive leveret i overensstemmelse med EU-bestemmelserne, hvilket omfatter havne med nærmere angivne antal anløb for container- og krydstogsskibe samt passagerfærger over 5.000 bruttotonnage.

Omstillingen af indenrigsfærger til el frem mod 2035 er baseret på 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. Dertil blev Investeringsstøtteordningen (deludmøntning af omstillingsstøtten i GSR-aftalen fra 2022) tilført flere midler i 2025, som Molslinjen har ansøgt om til køb af el-hurtigfærger. 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 i søfarten

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 vil blive dækket fra ledningsført gas i Danmark (og dermed have betydning for Energinets netplanlægning), eller om det vil blive dækket af importeret LNG eller leverancer direkte fra fx biogasproduktionsanlæg uden om gasnettet. I AF25 forudsættes det, i takt med stigende mængder LNG i søfarten, som følge af en stor andel LNG skibe i de internationale ordrebøger, at der vil opstå en tilsvarende efterspørgsel på LNG. I AF25 er det antaget at baseres på ledningsført gas.

Antagelser og pejlemærker for søfart

- Mindre færger antages omstillet til batterielektriske drivlinjer, da disse antages at være kommercielt fordelagtige.
- Større færger, herunder hurtigfærger, antages også i visse tilfælde at kunne omstilles til batterielektriske systemer, om end batteridrift på lange distancer med store skibe er teknisk udfordrende.
- Gas i søfarten antages at stige markant frem mod 2030, og fastholde sit niveau frem mod 2050, idet LNG forudsættes at spille en væsentlig rolle i fremtidens udenrigssøfart.

2.3.3 Luftfart

Aftale om Grøn Luftfart indebærer, at indenrigsluftfarten skal være grøn senest i 2030. Det er dog forudsætningen, at luftfarten frem mod 2030 omstilles gennem anvendelse af SAF (Sustainable Aviation Fuel), mens direkte elektrificering ventes at have væsentligt længere udsigter.

Antagelser og pejlemærker for luftfart

- AF25 følger en antagelse om, at elektrificering af luftfarten først begynder at få effekt efter 2035, og herefter vil udvikle sig til at udgøre 30 pct. af indenrigsruternes energiforbrug og 1 pct. af udenrigsruternes energiforbrug i 2050.
- I AF25 er der, som det også er tilfældet for øvrige transportkategorier der anvender batterier, tillagt et ladetab på 5 pct. til de estimerede elforbrug.



2.4 Usikkerheder og følsomhedsberegninger for bane, sø- og luftfart

2.4.1 Usikkerheder

For banetransporten er der relativ stor sikkerhed for udviklingen og valget af teknologier, da der med få aktører og langsigtede investeringer allerede har tegnet sig et billede af fuld elektrificering. I AF25 tages udgangspunkt i den fremskrivning som Trafikstyrelsen har leveret til KEFM i forbindelse med KF25.

Søfarten er præget af mange forskellige typer af skibe, både indenrigs- og udenrigs, som alt efter de specifikke arbejdsopgaver vil stille forskellige krav til alternative drivlinjer. Potentialet for elektrificering er både begrænset og stærkt usikkert, og det er helt afhængigt af den tekniske og prismæssige udvikling. Der er derfor stor usikkerhed forbundet med de størrelser (og deraf potentielle energiforbrug), som ventes at kunne elektrificeres helt eller delvist frem mod 2050.

Luftfarten er teknologisk stadig i et meget tidligt stadie ift. omstilling. Derfor er usikkerheden stor i forhold til, i hvilket omfang kortere ruter vil blive elektrificeret. Potentielt kan opgaven løses af grønne brændstoffer (SAF), hvormed rollen for elektriske fly reduceres kraftigt.

2.4.2 Følsomhedsberegninger

Elektrificering ift. sø- og luftfarten er særdeles usikkert. Samtidig er der tale om et relativt begrænset elforbrug. Den geografiske placering af elforbruget kan dog have væsentlig betydning for Energinets netplanlægning.

For luftfarten er det meget usikkert hvorvidt og i hvilken grad elektriske fly vil spille en rolle, specielt i indenrigsluftfarten. Her kan laves følsomhedsberegninger, som både har 0 pct. og 100 pct. elektrisk indenrigs luftfart i 2050, grundet den store usikkerhed.

Der er væsentligt usikkerhed knyttet til gasforbruget i søfarten, både ift. omfang og ift. om gasforbruget dækkes af ledningsført gas. Det anbefales derfor, at Energinet supplerer AF25 med følsomhedsanalyser på udviklingen ift. ledningsført gas. Som én mulig parametervariation kan anvendes et forløb uden brug af gas til søtransport.

2.5 Fremadrettede udviklingsønsker

Yderligere kvalificering af fremskrivningen af sø- og luftfarten vil øge sikkerheden omkring fremskrivningen af det tilhørende el- og gasforbrug. Ifm. AF24 skete større metodiske ændringer ift. beregning af skibsfartens opladningsbehov, og dette arbejde kan videreudvikles og forfines. Endvidere vil det løbende skulle evalueres,



hvilke ruter som kan forudsættes at blive elektrificeret og dermed indgå i energiforbruget i AF. For luftfarten er den nuværende fremskrivningsmetode meget simpel, hvilket hænger sammen med de store usikkerheder, der binder sig til elektrisk luftfart og tidshorizonten for implementeringen. Men i takt med at branchen eller andre lande opbygger erfaring med elektriske passagerfly, kan der udarbejdes mere sofistikerede metoder til at estimere elforbruget til elfly i fremtiden.