

Transportsektoranalys 2024

Svenskt Näringsliv



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Kund
Upprättad av
Datum
Ver

556767-9849
Transportanalys 2024
Svenskt Näringsliv
Astrid Agering, Erik von Essen, Martin Görling, Theodor Ingman, Bezawit Tsegai
2024-04-19
Slutrapport

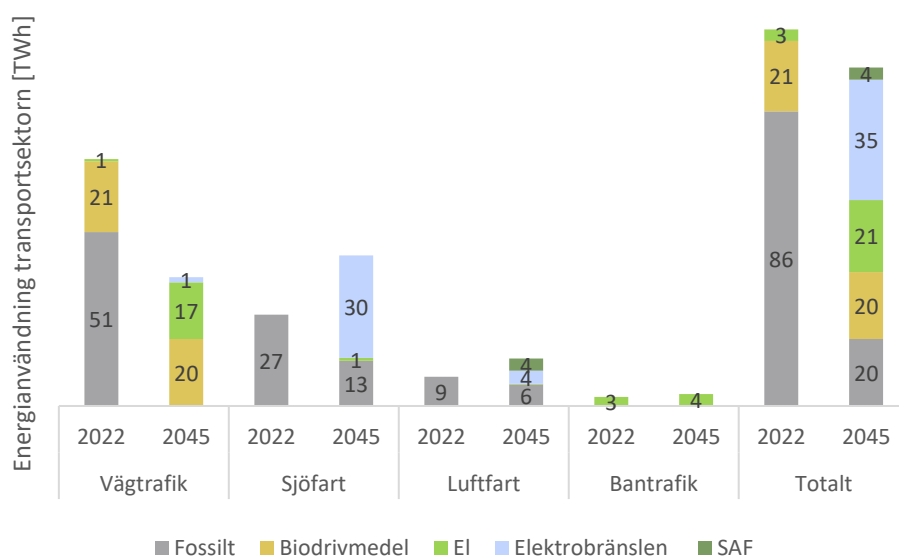
1	Inledning	7
1.1	Syfte och frågeställning	8
2	Energiläget i transportsektorn.....	9
2.1	Transportsektorns energianvändning	9
2.2	Styrmedel och mål för transportsektorn.....	10
2.3	Elektrifiering inom olika trafikslag idag	13
2.3.1	Vägtrafik	13
2.3.2	Sjöfart	17
2.3.3	Luftfart.....	18
2.3.4	Bantrafik	19
2.3.5	Utbyggnaden av laddinfrastruktur för vägtransporter	20
3	Transportsektorns framtida elanvändning	22
3.1	Introduktion av elektrifieringsscenarioer för vägtransporter	22
3.1.1	Scenario Medel	22
3.1.2	Scenario Hög.....	23
3.1.3	Scenario Låg	23
3.2	Utfall och framtida elbehov	23
3.2.1	Vägtrafik	23
3.2.2	Sjöfart	27
3.2.3	Luftfart.....	28
3.2.4	Bantrafik	29
4	Andra drivmedel och dess roller	30
4.1	Behovet av alternativa drivmedel	30
4.2	Utvecklingen av befintliga drivmedel.....	30
4.3	Elektrobränslen och andra framtida lösningar för transportsektorn	33
4.3.1	Vägtrafik	33
4.3.2	Sjöfart	37
4.3.3	Luftfart.....	41
4.3.4	Bantrafik	43
5	Transportsektorns beroende och kopplingar till andra sektorer utveckling	44

Sammanfattning

Transportsektorn förväntas genomgå en strukturell omställning mot en fossilfri fordonsflotta under kommande decennier. Till 2045 har Sverige som mål att nå nettonollutsläpp. För transportsektorns del förväntas elektrifiering stå för en stor del av omställningen. För vägtransporter förväntas elektrifieringsgraden bli som högst och gå som snabbast för personbilar och bussar, medan övriga vägtransporter antas elektrifieras något långsammare. År 2045 antas samtliga vägtransporter ske med icke-fossila drivmedel, där de fordon som inte drivs på el förväntas drivas antingen på biodrivmedel eller vätgas.

För inrikes sjöfart respektive luftfart förväntas en lägre elektrifieringsgrad än för vägtransporter, vilket innebär att alternativa bränslen förväntas utgöra en större andel av drivmedelsmixen för dessa trafikslag. För sjöfartens del kommer e-metanol och eventuellt ammoniak bli viktiga framtida bränslen, medan det för flygfarten snarare kan antas handla om SAF inklusive syntetiskt flygbränsle (e-kerosene). Bantrafiken är redan idag till stor del elektrifierad och antas fortsätta vara det.

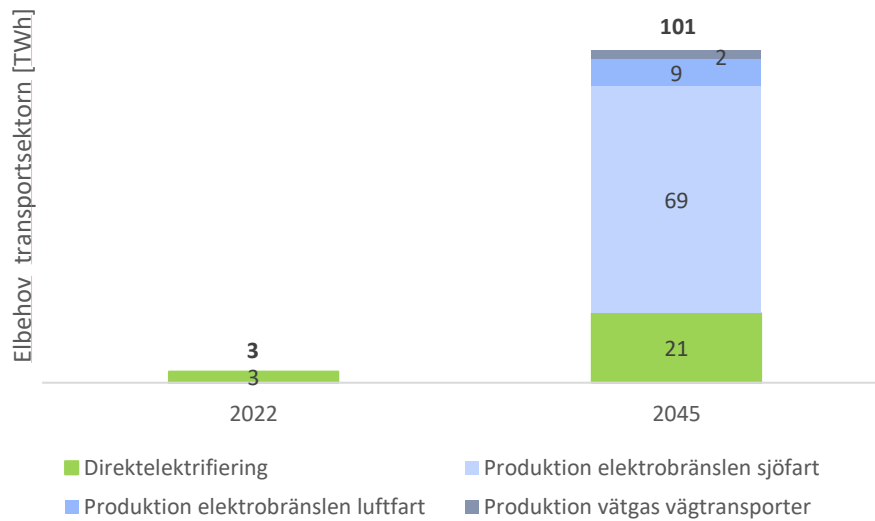
I Figur 1 presenteras energianvändningen inom transportsektorn per segment och bränsle för 2022 respektive 2045 enligt Swecos analys. Sammanlagt uppgår energianvändningen år 2045 till 99 TWh, där elektrobränslen utgör största andelen bränslevolym, redovisat i Figur 2.



Figur 1. Energianvändning inom transportsektorn 2022 samt 2045 baserat på Swecoanalys.

Omställningen från fossila bränslen till el och alternativa icke-fossila bränslen förväntas leda till ett ökat elbehov, både direkt och indirekt i form av tillverkning av elektrobränslen. Rapportens medelscenario skulle innebära ett elbehov för direkt elektrifiering på 21 TWh år 2045. Detta motsvarar en ökning på 18 TWh jämfört med referensåret 2022 och skulle medföra ett ökat effektbehov om ca 4–5 GW. Utöver direkt laddning tillkommer behovet av elektrobränslen som skulle addera ytterligare ca 10 GW i medeleffekt. Detta kan jämföras med nuvarande topplasteffekten i elnätet på ca 26

GW och Energiföretagens prognos om 49 GW¹ år 2045. Utvecklingen av nödvändig infrastruktur och tillgången till el och icke-fossila bränslen kommer att vara beroende av ett samspel med övriga samhällssektorer, policys och trender på den globala marknaden. Både synergier och motsättningar kan antas uppstå mellan transportsektorn och andra sektorer. Därmed lär behovet av tydliga spelregler och aktörssamarbeten få en viktig roll för vägen framåt.



Figur 2. Total direkt och indirekt elanvändning inom transportsektorn år 2022 respektive 2045 baserat på Swecos analys.

¹ Sveriges elbehov 2045 – Hur stänger vi gapet?, Energiföretagen 2023

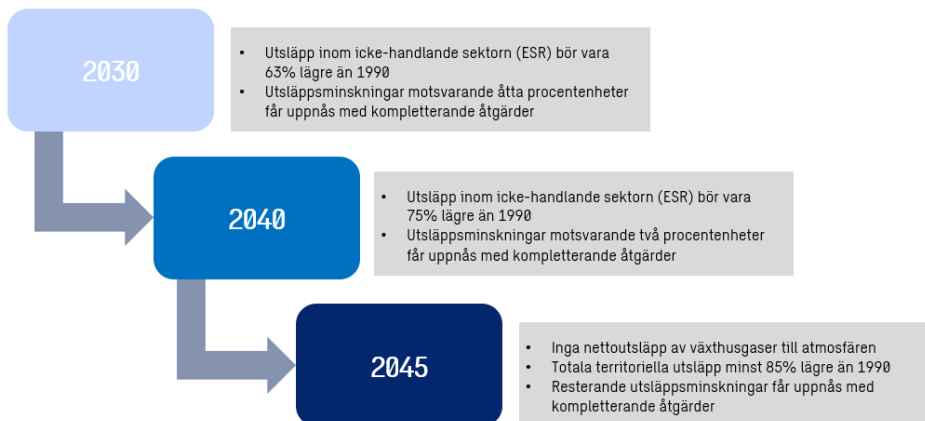
Förkortningar och begreppsförklaringar

AFIR	Alternative Fuels Infrastructure (Infrastruktur för alternativa bränslen)
EU ETS	European Emission Trading System (EU:s handelssystem för utsläppsrätter)
FAME	Fatty Acid Methyl Esters (Fettsyramentylester)
GEBR	Gruppundantagsförordningen
GHG	Green House Gas emissions (Växthusgasutsläpp)
HVO	Hydrerad Vegetabilisk Olja
ICE	Internal Combustion Engine (Förbränningsmotor)
LBG	Liquefied Biogas (Flytande biogas)
LNG	Liquefied Natural Gas (Flytande naturgas)
PBF	Plan- och byggförordningen
PBL	Plan- och bygglagen
RED	Renewable Energy Directive (Förnybarhetsdirektivet)
RNFBO	Renewable Fuels of Non-Biological Origin (Förnybara bränslen av icke-biologiskt ursprung)
SAF	Sustainable Aviation Fuels (Hållbara flygbränslen)
VLSFO	Very low sulphur fuel oil (Lågsvavlig eldningolja)

1 Inledning

Globalt sker nu ett omfattande arbete för att ställa om samhällen till att bli mindre klimatbelastande. Som en del i Parisavtalet har ambitiösa klimatmål antagits inom EU, där klimatneutralitet till 2050 är slutmålet. Sveriges klimatmål är ambitiösare än så, med mål om nettonollutsläpp till 2045, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Se Figur 3.

Figur 3: Sveriges klimatmål till 2045 samt etappmål.



Källa: Naturvårdsverket

Klimatmålen innebär att en rad samhällsbärande sektorer, däribland transportsektorn, behöver göra en resa mot att i huvudsak drivas av förnybara bränslen i stället för fossila. För transportsektorn, liksom för många andra sektorer, står elektrifiering för majoriteten av omställningen. Sveriges transportsektor har under de senaste åren påbörjat sin elektrifieringsresa, men ännu återstår en lång väg tills sektorn nått hela vägen fram till en utsläppsfri fordonsflotta.

Sverige är ett avlångt och glesbefolkat land, med tung exportberoende industri som till stor del är placerad i landets norra delar. Detta leder till ett behov av transporter över långa avstånd, då exportvaror ska fraktas till andra länder. Vissa transporter är möjliga att utföra med spårbunden trafik, medan andra sträckor är bättre lämpade för tung vägtrafik. Utanför tätorterna är avstånden ofta långa och möjligheten till kollektivtrafik begränsad vilket leder till att behovet av persontransporter med bil är relativt stort. De långa avstånden ställer krav på fordonens framtida teknikutveckling vad avser räckvidd samt tillräcklig och heltäckande utbyggnad av nödvändig infrastruktur.

Inom tätorterna, där avstånden är kortare, har elektrifiering av bussar och lätta lastbilar redan tagit fart, medan tyngre transporter ännu inte kommit lika långt i utvecklingen. Tågtrafiken, som redan idag till stor del är elektrifierad, upplever ett ökat tryck på befintlig infrastruktur, med behov av en omfattande förnyelse. Det sker även dialog om utbyggnad av spårbunden trafik och i Stockholm byggs bland annat nya tunnelbanelinjer för första gången på 30 år.

För att lyckas ställa om transportsektorn mot att bli fossilfri kommer det därför, utöver ett skifte i fordonsflottans sammansättning, att krävas en utbyggnad av nödvändig infrastruktur genom hela landet. Det kommer till stor del att handla om infrastruktur för eldrivna transporter, men även andra typer av infrastruktur såsom vätgasstationer lär ha en stöttande roll i omställningen då inte alla trafikslag och sträckor lämpar sig för

eldrift. Även de drivmedel som inte består av el i sin direkta form – bland annat vätgas och elektrobränslen - kan antas kräva el vid tillverkning och därmed öka elbehovet ytterligare.

Den storskaliga elektrifieringen av transportsektorn sker parallellt med elektrifiering av andra samhällssektorer, såsom tunga industrier och jordbruk. Det totala behovet av el i Sverige antas därför öka markant under kommande år, drygt två gånger dagens nivåer fram till 2050 enligt Energimyndighetens högscenario för elbehovet². Hur elsystemet klarar av att hantera en sådan ökning av efterfrågan kommer att vara avgörande för omställningen.

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med denna rapport är att ge en bild av nuläge samt möjlig framtida utveckling av den svenska fordonsflottan. Den centrala frågeställningen är i vilken grad olika trafikslag kan antas elektrifieras till år 2045. De trafikslag som inkluderas i arbetet är personbilar, lätta och tunga lastbilar, bussar samt inrikes luft- och sjöfart. För luft- och sjöfart görs även en internationell utblick eftersom det kommer ha stor påverkan på den nationella utvecklingen gällande teknikval och krav, samt inte minst bränslebehovet. Utöver att ta fram olika scenarier för fordonsflottans elektrifiering, läggs stor vikt vid att kvalitativt diskutera vilken roll alternativa drivmedel kan komma att spela. En diskussion förs sedan kring hur det resulterande elbehovet från transportsektorn kan komma att se ut framåt, baserat på den totala sammansättningen av fordonsflottan och dess bränslebehov.

² Scenarier för Sveriges energisystem 2023, Energimyndigheten

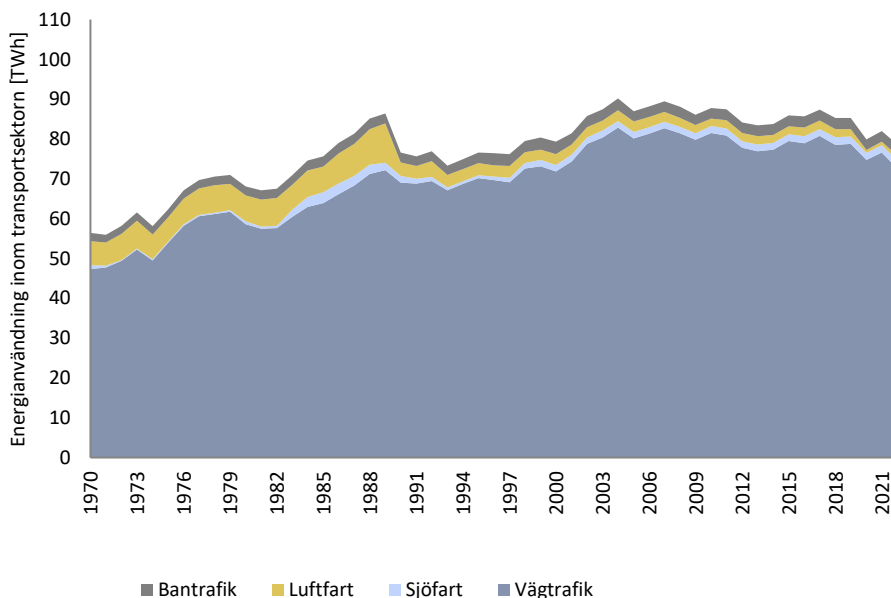
2 Energiläget i transportsektorn

I det här kapitlet ges en bakgrund till och nulägesbild av transportsektorns sammansättning och energianvändning. En övergripande genomgång av aktuella regelverk och styrmedel kopplade till transportsektorn presenteras. Dessutom ges en kort lägesbild vad gäller aktuella teknikskiften, nya aktörer och trender inom sektorn.

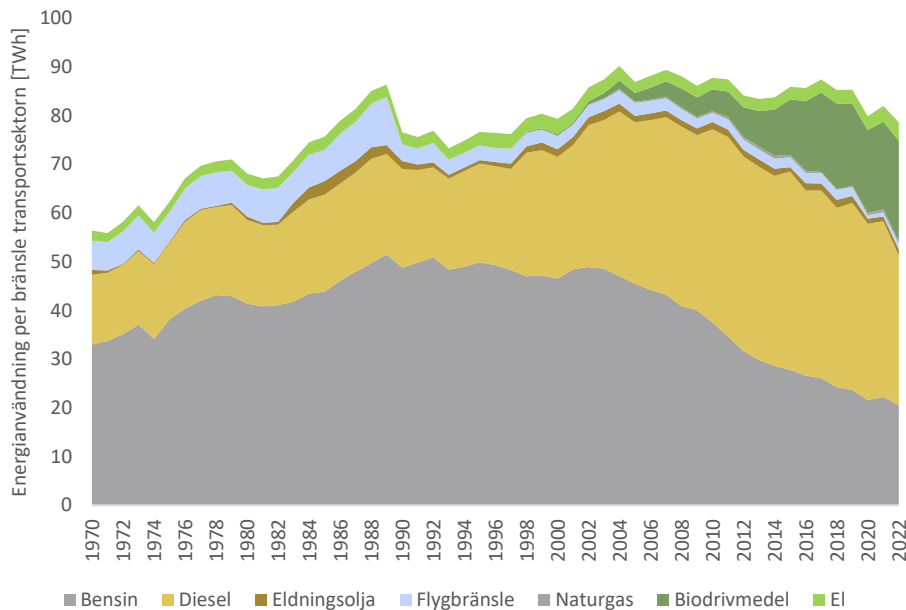
2.1 Transportsektorns energianvändning

Idag står den samlade transportsektorn för ca en fjärdedel av Sveriges totala energianvändning och ca 30 % av växthusgasutsläppen. Energinvändningen inom inrikes transporter uppgick år 2022 till 79 TWh och utgjordes främst av petroleumprodukter som bensin, diesel och flygbränsle, även om både biodrivmedel och el tar allt större andelar⁷.

Vägtrafiken står för den absolut största energianvändningen (73 TWh år 2022) och bensin och diesel utgör fortfarande de vanligaste drivmedlen. Bantrafik är det trafikslag som i dagsläget står för den största användningen av elenergi. Sjö- och luftfart använder oftast fossila bränslen (eldningsolja och flygbränsle) även om förnybar energi börjat användas och möjligheten till en mer omfattande elektrifiering har börjat diskuteras⁸. I Figur 4 och Figur 5 visas energianvändningen för inrikes transporter uppdelat per segment samt per bränsle. Diesel har fått större betydelse de senaste 20 åren, samtidigt som användning av biodrivmedel, såsom biodiesel har ökat kraftigt de senaste 10 åren.

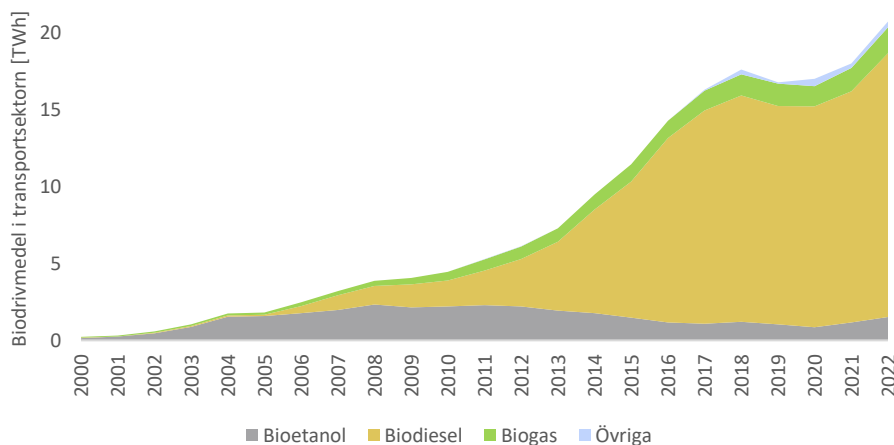


Figur 4. Total energianvändning inom transportsektorn, inrikes, 1970–2022, TWh (Energiläget i siffror 2023)



Figur 5. Slutlig energianvändning i transportsektorn per bränsle, inrikes, fr.o.m. 1970–2022, TWh. (Energiläget i siffror 2023)

Den stora ökningen av biodrivmedel har framför allt skett genom ökad låginblandning i bensin och diesel. Energimyndigheten uppskattar att ca 80 % av biodieseln har använts som låginblandning i vanlig diesel³, se Figur 6.



Figur 6. Biodrivmedel i transportsektorn, inrikes, 2000–2022 TWh. (Energiläget i siffror 2023)

2.2 Styrmedel och mål för transportsektorn

För att uppnå Parisavtalets målsättningar om begränsad global uppvärmning har Sverige och EU i stort antagit ambitiösa klimatmål för kommande år. En viktig del i att minska klimatutsläppen handlar om att ställa om transportsektorn från fossila till förnybara

³ Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 Delrapport 1 av 2, Energimyndigheten

bränslen. För att detta ska lyckas finns en uppsjö olika regelverk, direktiv och policys på både EU-nivå och inom Sverige. Somliga är redan införda medan andra snart ska implementeras. Vissa är inriktade mot fordonsflottan som sådan, medan andra fokuserar på bränslen eller infrastruktur för laddning och drivmedel.

Nedan redogörs kort för ett urval av sådana regelverk och policys som Sweco bedömer som relevanta för den framtida utvecklingen av transportsektorn. Vissa av nedanstående policys och regelverk ligger till grund för de olika modellscenarier som presenteras senare i rapporten, medan andra använts mer kvalitativt och som bakgrund till arbetet.

Tabell 1. Styrmedel och mål för transportsektorn

Policy/regelverk	Nyckelord	EU/Nationellt	Beskrivning
AFIR	Laddinfrastruktur, täthet, nätverk, vätgas	EU	Ställer krav på utbyggnad av laddinfrastruktur och täthet i laddnätverk. Innehåller även krav för vätgasstationer och viss elladdning av stillastående flyg samt fartyg i hamn. Del av Fit for 55-paketet.
Bränsleskatt	Energiskatt, koldioxidskatt	Nationellt	Bränsle för användning till transporter beskattas generellt med en kombinerad energi- och koldioxidskatt.
Flygskatt	Koldioxidskatt	Nationellt	Flygningar från svenska flygplatser åläggs en nationell flygskatt. Skatten betalas av flygbolagen och tas ut per passagerare.
Clean Vehicles Directive	Vägtransporter, offentlig upphandling	EU	Direktiv som ställer krav på andelen "rena" vägtransporter i offentlig upphandling. För Sveriges del är målet 38,5 % för lätta fordon, 15 % för tunga lastbilar och 65 % för bussar 2030.
CO ₂ -krav för lätta fordon	Tailpipe-utsläpp, lätta fordon, nybilsförsäljning	EU	Ställer krav om maximala utsläpp från nya lätta fordon. 50–55 % minskade utsläpp från lätta fordon (personbilar samt lätta lastbilar) till 2034 och 100 % utsläppsminskningar från 2035 jämfört med 2021. Del av Fit for 55-paketet.
Sveriges elektrifieringsstrategi	Elektrifiering, transporter, nationell samordning	Nationellt	S-regeringen presenterade sin elektrifieringsstrategi 2022 som M-regeringen sedan slopade. Delar av strategin tas dock vidare. I nya regeringens politik kring elektrifiering ingår ett antal olika myndighetsuppdrag under 2024, bland annat kopplat till elektrifiering av sjöfart och främjad utbyggnad av laddinfrastruktur i flerbostadshus.
Energy Performance of Buildings Directive	Byggnader, energiprestanda, laddinfrastruktur, smart laddning	EU	Ställer krav på byggnaders energiprestanda. Direktivet inkluderar krav på antal elbilsaddare per flerbostadshus och krav på att förbereda för framtida laddinstallationer. Föreslagna uppdateringar inkluderar även krav kring smart laddning och laddning i två riktningar. Del av Fit for 55-paketet.
Energy Tax Directive	Minimum beskattning	EU	Fastställer miniminivåer för beskattningen av energiprodukter såsom drivmedel, uppvärmningsbränslen och elektricitet. Medlemsstaterna är dock fria att sätta högre skattesatser om de så önskar. Direktivet tillåter också vissa undantag och reduceringar för specifika användningsområden eller sektorer för att stödja ekonomiska och miljöpolitiska strategier. Konventionella fossila bränslen, såsom gasolja och bensin, samt icke-hållbara biobränslen omfattas av högsta minimiskattesatsen på €10,75/GJ vid användning som drivmedel. Förslag på revidering av direktivet för att gå i linje med EU:s skärpta klimatmål ligger på bordet som en del inom Fit for 55-paketet.

EU ETS (flyg/sjöfart)	Utsläppsrätter, tung industri, flyg, sjöfart	EU	Utsläppshandelssystem som inkluderar energisektor, tung industri och flyg. Från och med 2024 inkluderas även sjöfart, med successiv upptrappning av utsläppsreduktioner och omfattade delar av sjöfarten. År 2025: 40% av utsläppen från 2024, år 2026: 70% av utsläppen 2025, år 2027: 100% av utsläppen. Från 2024 inkluderas endast CO ₂ utsläpp och från 2026 även CH ₄ och N ₂ O. Vidare gäller EU ETS 50% av utsläppen från rutten in/ut från EU samt 100% av utsläppen inom EU.
EU ETS 2 (byggnader, vägtransporter)	Utsläppsrätter, vägtransport, byggnader	EU	Utsläppshandelssystem med start 2027, skilt från det befintliga EU ETS 2. Innefattar byggnader och vägtransporter samt de verksamheter inom energi-, industri och byggsektor som inte omfattas av "vanliga" EU ETS. EU ETS 2 ska ha egna utsläppskvoter och potter av utsläppsrätter.
EU-taxonomi	Hållbara investeringar, ramverk	EU	Ramverk för hållbara ("gröna") investeringar. Taxonomi omfattar ett antal huvudområden med ekonomiska aktiviteter som anses hållbara om vissa krav uppfylls. Transporter är ett sådant huvudområde, där bl.a. aktiviteter kopplade till transporter på väg, järnväg och sjöfart ingår.
Regeringens klimathandlingsplan	Klimatmål, klimatpolitik, elektrifiering, transporter	Nationellt	Den nya klimathandlingsplanen presenterades i december 2023 och lägger fram förslag kring hur klimatpolitiken bör utformas för att Sverige ska nå sitt mål om nettonollutsläpp 2045. Bland annat föreslås att etappmålen till 2030 bör ses över och utformas så att de bättre går i linje med EU-målen. Här nämns särskilt etappmålet för inrikes transportsektorn.
Energiinriktningspropositionen	Energimål, energipolitik		I mars 2024 presenterar regeringen en ny energipolitisk inriktningsproposition där förslag om nya energipolitiska mål bland annat ska ingå. Till dessa hör nya mål både för leveranssäkerhet respektive planeringsmål för elsystemet. Syftet är att lägga fram en energipolitik som stöttar den gröna omställningen av transport- och industrisektor.
Miljöbilspremie	Klimatbonus, miljöanpassade fordon, slopad	Nationellt	Tidigare fanns en klimatbonus för miljöanpassade fordon, vilken avvecklats under regeringens budgetproposition för 2023. Förordningsändringarna för klimatbonus trädde i kraft den 28 februari 2023. Klimatbonusbilar som köpts eller beställts före 8 november 2022 kan ansöka om klimatbonus fram till 31 maj 2024. Klimatbonusen för bilar som inte har några utsläpp av koldioxid sänks från 70 000 kronor till 50 000 kronor dessutom skärps koldioxidutsläppsgränsen till 30 g CO ₂ /km.
PBL/PBF	Plan- och bygglagen, plan- och byggförfordningen	Nationellt	Sedan i maj 2020 är laddning av elfordon ett nytt egenskapskrav i plan- och bygglagen (PBL). De byggnader som ska ha utrustning för laddning av elfordon eller förberedelse för laddning genom ledningsinfrastruktur framgår av plan- och bygglovsförfordningen (PBF).1 Reglerna är ett resultat av att EU:s direktiv om byggnaders energiprestanda, EPBD, uppdaterades under 2021 (Europeiska kommissionen, 2021c).
REDIII	EU mål, utsläppsminskning, andel förnybar energi	EU	2030 ska antingen: 14,5 % minskning i GHG-intensitet uppnås i transportsektorn via förnybar energi, eller uppnå minst 29% förnybar energi i slutenergianvändning i transportsektorn till 2030. Dessutom undermål kring syntetiska bränslen: 5,5% av förnybar energi i transporter ska vara avancerade biobränslen eller RFNBOs (Renewable fuels of non-biological origin), varav minst 1 % från RFNBOs.

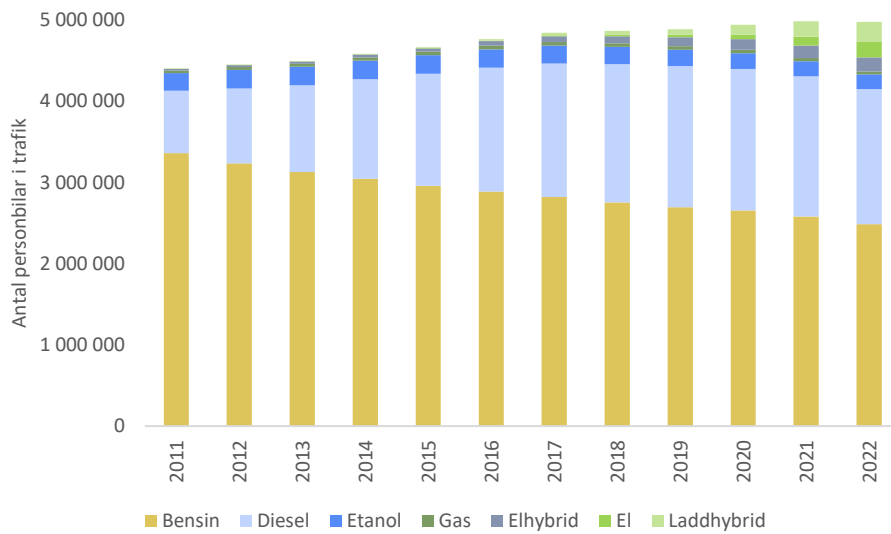
Reduktionsplikt	Biobränslen, bensen, diesel, utsläppsminskning	Sverige	Från och med 2024–2026 sänks reduktionsplikten till 6 % inblandning av biodrivmedel i bensen och diesel. Föreslås helt slopad reduktionsplikt från 2027–2030. Regeringen ska återkomma med beslut om reduktionsnivåer för åren efter 2026. Tidigare nivåer på reduktionsplikt var 7,8% för bensen och 30,5 % för diesel, med successivt ökande kvoter.
ReFuelEU Aviation	Flygsektorn, SAF (hållbart flygbränsle)	EU	Huvudsyftet med RefuelEU Aviation, som en viktig del av EU:s Fit for 55-paket, är att öka både efterfrågan på och utbudet av hållbara flygbränslen (SAF), som har lägre CO ₂ -utsläpp än fotogen från fossila bränslen, samtidigt som man säkerställer ett lika villkor på EU:s lufttransportmarknad. Bränsleleverantörer kommer att behöva införliva 2 % SAF 2025, 6 % 2030 och 70 % 2050. Från 2030 måste 1,2 % av bränslena också vara syntetiska bränslen, vilket ökar till 35 % 2050. Rådet antog ReFuelEU Aviation i oktober 2023.
FuelEU Maritime	Sjöfart, utsläppsminskning, RNFBO	EU	Rådet antog förordningen om FuelEU Maritime i juli 2023, vilken innefattar att fartyg över 5000 bruttoton, ska minska växthusgasintensiteten i bränslen som används av sjöfartssektorn med 2 % år 2025, 6 % år 2030, 14,5 % år 2035, 31 % år 2040, 62 % år 2045, 80 % år 2050 jämfört med genomsnittet år 2020. Direktivet omfattar också obligatoriskt mål för RNFBO:er: om användningen av förnybart bränsle förblir under 1 % i bränslemixen 2031, kommer ett mål på 2 % att fastställas för 2034. Vidare ställs krav på att passagerar- samt containerfartyg efter år 2030 ska ansluta till landström eller annan nettonollutsläppsteknik när de ligger i kaj.
Upphandlingsregler	Offentlig upphandling	Sverige	Krav för offentlig upphandling av persontransporter, godstransporter, drivmedel, däck, kollektivtrafik och fordon.
Statligt stöd för lätta och tunga lastbilar	Investeringsstöd, lastbilar	Sverige	I januari 2024 beslutade regeringen om ett tillfälligt investeringsstöd för lätta och tunga lastbilar för att påskynda elektrifieringen av transportsektorn. För lätta lastbilar kan stödet uppgå till 50 kSEK per fordon, medan det för tunga utsläppsfria lastbilar som mest kan uppgå till 25% av inköpspris. Stödet träder i kraft i februari 2024 och ska sedan fasas ut successivt under 2025.

2.3 Elektrifiering inom olika trafikslag idag

2.3.1 Vägtrafik

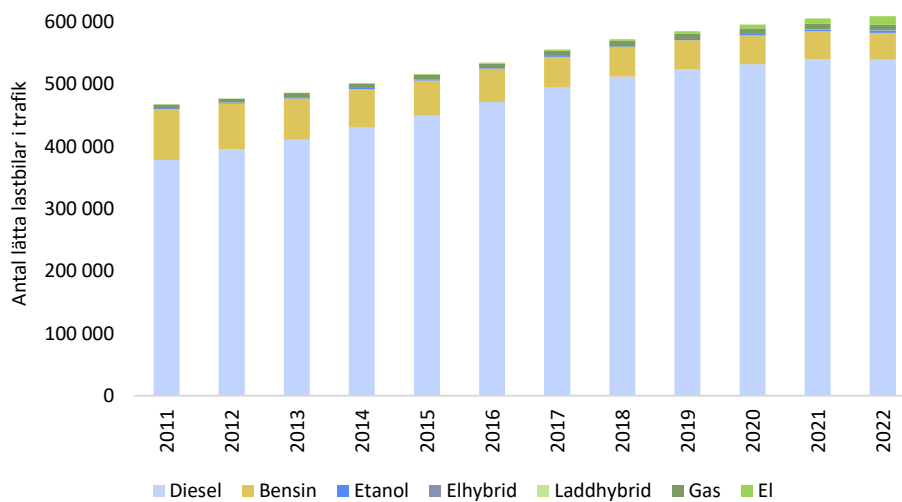
Storleken av flottan samt elektrifieringen av Sveriges fordonsflotta har ökat under de senaste åren inom samtliga fordonsslag.

Personbilsflottan har ökat från drygt 4,4 miljoner fordon år 2011 till knappt 5 miljoner år 2022. År 2011 var ca 75 % av flottan bensinbaserad men därefter har denna andel sjunkit successivt till förmån för diesel och andra drivmedel. Under perioden har andelen elfordon i flottan ökat från ca 0 % till 4 % vilket visas i Figur 7.



Figur 7. Personbilsflottans utveckling och sammansättning mellan 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

Den lätta lastbilsflottan har ökat från knappt 470 000 år 2011 till drygt 600 000 år 2022. Under denna period har diesel varit det avsevärt mest populära drivmedlet. Elektrifieringstakten ligger något efter personbilsflottan och uppgår år 2022 till 2,2 %. Se Figur 8 för den lätta lastbilsflottans utveckling.



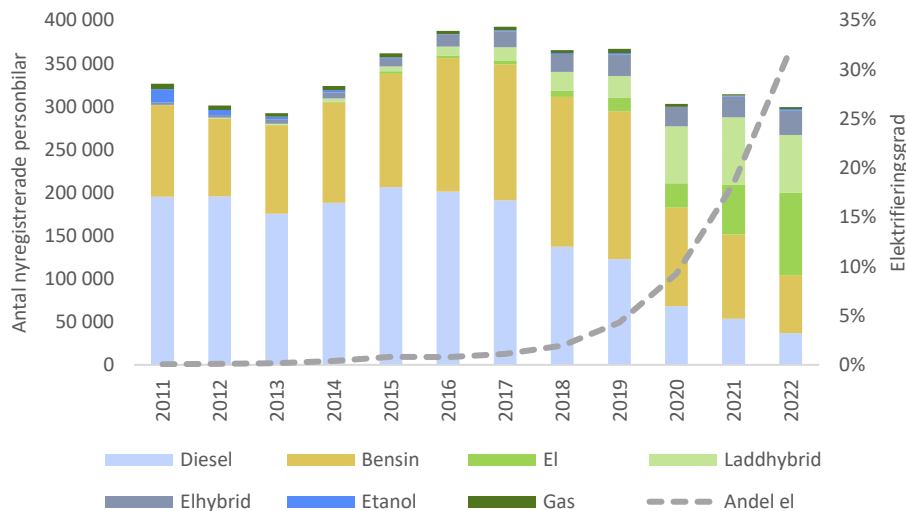
Figur 8. Den lätta lastbilsflottans utveckling och sammansättning mellan 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

Den tunga lastbilsflottan har ökat från drygt 80 000 år 2011 till drygt 86 000 för år 2022. Nästan 100 % av flottan drivs på diesel eller bensin under hela perioden. År 2022 var elektrifieringsandelen knappt 0,3 %. Den svenska bussflottan har legat kring 14 000 fordon under hela perioden och elektrifieringsandelen har ökat från ca 0 % år 2011 till knappt 6,5 % 2022.

Trenden inom nyregistreringar

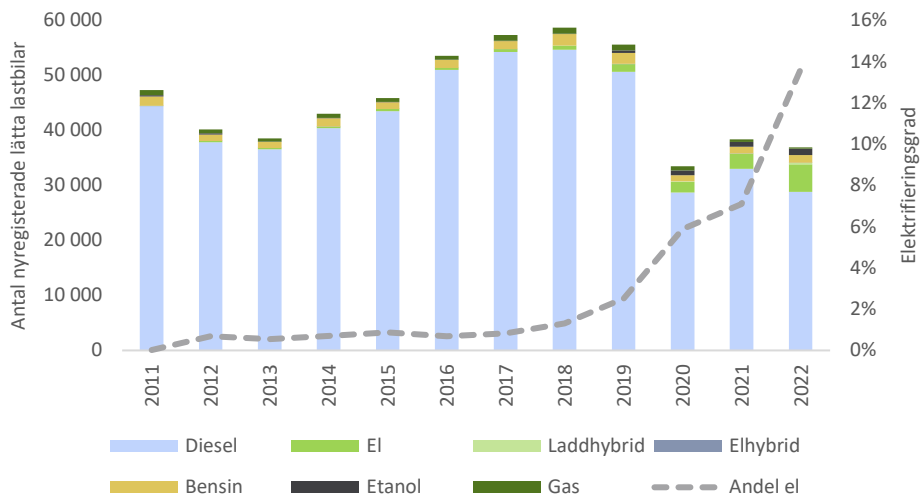
Elektrifieringen av de svenska nyregistrerade fordonen har sett en kraftig uppgång under de senaste åren och ökningen har skett över samtliga fordonsslag.

För personbilar har ökningen av andelen nyregistrerade elfordon varit den kraftigaste, från några procent år 2017 till över 30 % år 2022. Även laddhybrider har sett en stor ökning under samma period. Under tidsperioden har andelen fossilt drivna fordon minskat avsevärt vilket kan utläsas i Figur 9.



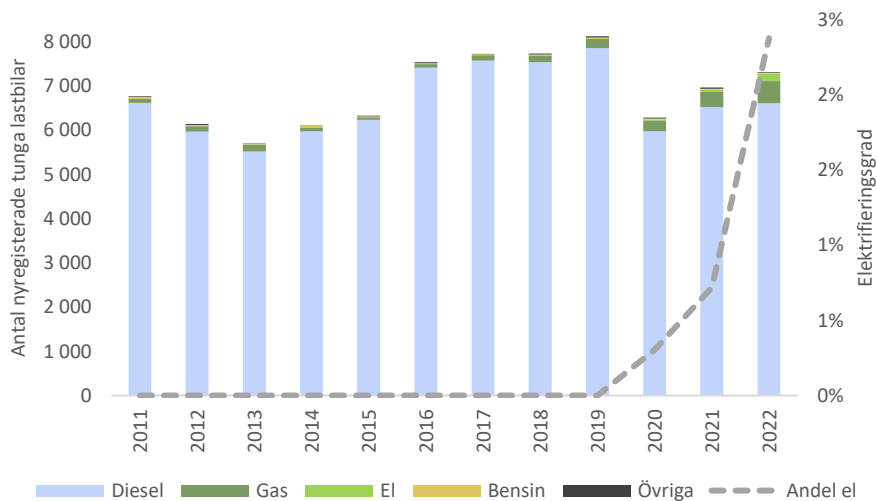
Figur 9. Utvecklingen av nyregistrerade personbilar per drivmedel samt elektrifieringsgrad för perioden 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

Ökningen för elektrifierade lätta lastbilar kom i gång något tidigare jämfört med nyregistreringen för personbilar dock med en lägre ökningstakt under de senaste åren. År 2022 var drygt 14 % av nytillförseln av lätta lastbilar rena elfordon vilket visas i Figur 10.



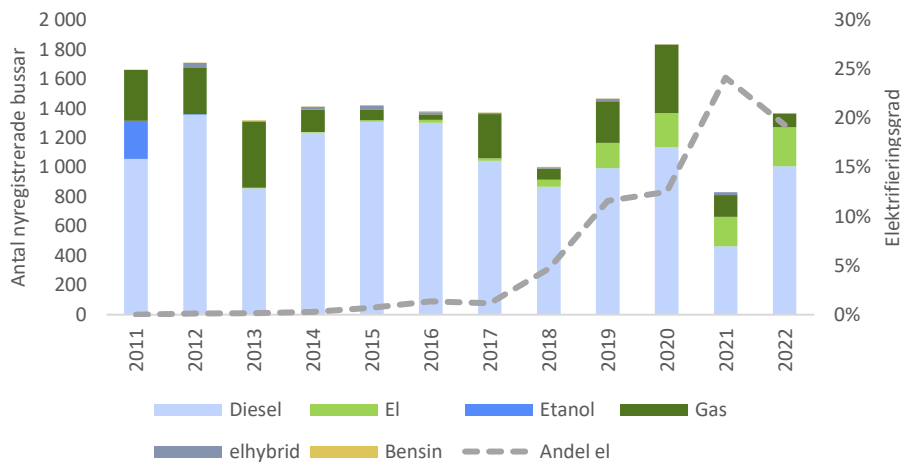
Figur 10. Utvecklingen av nyregistrerade lätta lastbilar per drivmedel samt elektrifieringsgrad för perioden 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

Elektrifieringen av nyregistrerade tunga lastbilar ligger efter både lätta lastbilar och personbilar. Under 2019 var andelen nära noll och år 2022 är andelen knappt 2,5 %. Andelen tunga lastbilar som drivs på diesel har gått från nära 100% år 2011 till ca 90 % år 2022. Utvecklingen visualiseras i Figur 11.



Figur 11. Utvecklingen av tunga lastbilar per drivmedel samt elektrifieringsgrad för perioden 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

Bussflottans sammansättning i nyregistreringar baseras i stor del på stora upphandlingar och därmed kan sammansättningen ändras drastiskt från år till år. En tydlig trend är dock ökningen av elektrifieringen som gått från ca 0 % år 2014 till drygt 19 % år 2022 vilket visas i Figur 12.



Figur 12. Utvecklingen av bussar per drivmedel samt elektrifieringsgrad för perioden 2011–2022. Källa: Trafa, 2023.

2.3.2 Sjöfart

Ett första steg att elektrifiera sjötrafiken är ökad användning av landström, då fartyget ligger i hamn, genom att koppla upp fartygen mot elnätet för att kunna stänga ner dieselgeneratorer. På större kryssnings- och passagerarfartyg kan effektbehovet vara mycket stort (1-10 MW) vilket medför stora infrastrukturinvesteringar för att möjliggöra landström till fartyg med olika elsystem (spänningsnivåer och frekvens). Det totala energibehovet för landström har uppskattats till ca 700–900 GWh men i dagsläget är det endast drygt 30 GWh som förbrukas.⁴

Eldrift för framdrift av fartyg är framför allt möjligt inom passagerartrafiken som återkommande trafikerar samma sträcka. Alltmer av pendlingstrafiken elektrifieras men storlek på fartyg och fartbehovet sätter energibehovet och är således begränsande faktorer för batteridrift. Även den långa livslängden på fartyg ger långsammare omställning jämfört med bilflottan. Sett till ny pendlartrafik börjar elektrifieringen få genomslag där även tester av fartyg med bärplan inletts för att möjliggöra högre hastigheter samtidigt som bränsleförbrukningen minskas. Pendlingstider är ofta avgörande för valet av färdmedel vilket gör just hastigheten till en viktig faktor.

Trafikverket Färjerederi har som mål inom "Vision 2045" att göra samtliga vägfärjor klimatneutrala senast 2045 där eldrift utgör huvudspåret. Planen är att köpa 20 helt nya färjor samt konvertera 30 av totalt 70 befintliga färjor. Totalt handlar det om ca 130 GWh bränsle per år som ska ersättas (baserat på 34 500 tCO₂e/år).⁵

Norge är på många sätt ett föregångsland när det gäller elektrifierade sjötransporter med över hälften av alla befintliga elfartyg och en fjärdedel av fartygen i orderböcker.

Trafikanalys hade under 2022 ett uppdrag att se över förutsättningarna för att öka användningen av el inom sjöfarten och föreslog då ett antal nya styrmedel, framför allt för att underlätta utbyggnad av laddinfrastruktur och användningen av laddström.

För större fartyg och utrikes sjöfart ses dock inte elektrifierad framdrift som den huvudsakliga lösningen på längre sikt eftersom energimängden som krävs är mycket stor

⁴ Trafikanalys, 2022, Förutsättningar och styrmedel för ökad elsjöfart

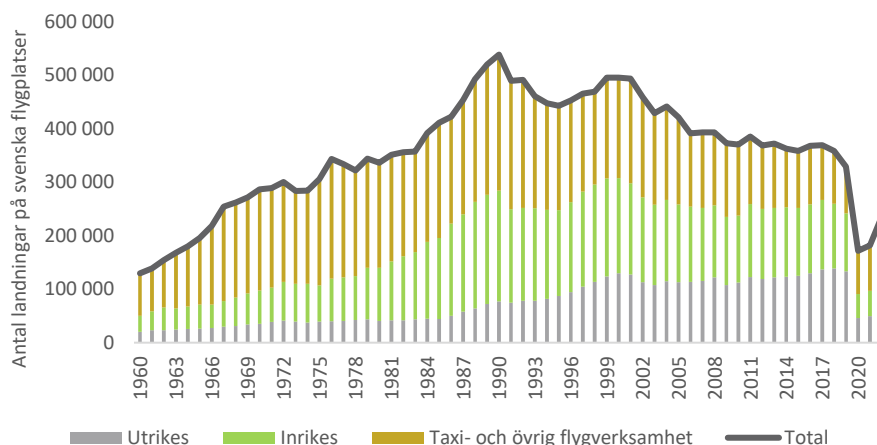
⁵ Trafikverk, Vision 45 – Den gula färjan ska bli grön

och därför inte passar batterier. Däremot är en trend inom internationell sjöfart att allt fler fartyg beställs förberedda för alternativa drivmedel (49 % under 2023), framför allt LNG (Liquified Natural Gas) och metanol men även ammoniakdrivna fartyg.⁶

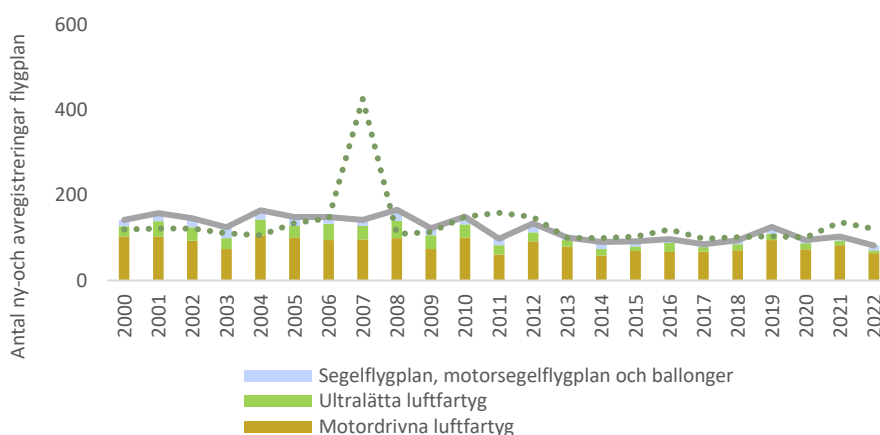
2.3.3 Luftfart

Gällande luftfarten finns idag, likt sjöfarten, större osäkerheter och utmaningar kring framdrift på el, till följd av längre transportsträckor samt tyngre laster. Även om tekniken gör framsteg, återstår utmaningar som batteriers vikt och energitäthet, främst för längre flygresor. Elektrifieringen inom luftfarten riktas därför idag främst mot kortare, inrikes samt regionala flygsträckor.

I Figur 13 nedan redovisas antalet landningar gjorda på svenska flygplatser från 1960–2022. Inrikes landningar utgjorde år 2022 ca 32 % av flygtrafiken⁷ och motsvarar idag runt 2 % av de totala territoriella utsläppen⁸. I figuren observeras också en stor minskning av antalet landningar år 2020 och framåt, vilket återspeglar pandemins inverkan på flygsektorn.



Figur 13. Antal landningar på svenska flygplatser mellan 1960–2022. Källa: Trafa, 2023.



⁶ <https://www.ammoniaenergy.org/articles/order-book-for-alternative-fueled-vessels-grows-in-2023/>

⁷ Trafa 2023, Sweco analys

⁸ <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>

Figur 14. Antal ny- och avregistreringar av flygplan i Sverige mellan 2000–2022 (avvikande avregistrering 2007 pga. rensning i statistiken). Källa: Trafa, 2023.

Det pågår flera initiativ för att minska utsläppen från flygsektorn, bland annat genom att utveckla elflygplan för regional trafik. De första flygplanen förväntas vara i drift i slutet av 2020-talet med en passagerarkapacitet på 30 personer och räckvidd på 200 km. Universitet, tekniska institut och andra företag utforskar olika aspekter av teknologiutvecklingen, inklusive batteriteknik och optimering av elflygplanens design och effektivitet.

Vidare omfattar elektrifieringen av luftfartens infrastrukturella behov som snabbbladdningsstationer på flygplatser och integrationen av elflyg i det befintliga luftrummet. Det finns ett erkänt behov av att förbättra elnätets kapacitet för att hantera de höga effektuttag som krävs för att ladda elflygplan, särskilt vid större flygplatser där elflyg kan leda till nya effekttoppar.

Även om tekniska framsteg görs, kommer elektrifiering av längre flygrutter kräva andra lösningar, såsom hybridteknik eller drift på alternativa bränslen, vilket redogörs i kapitel 4.3.3.

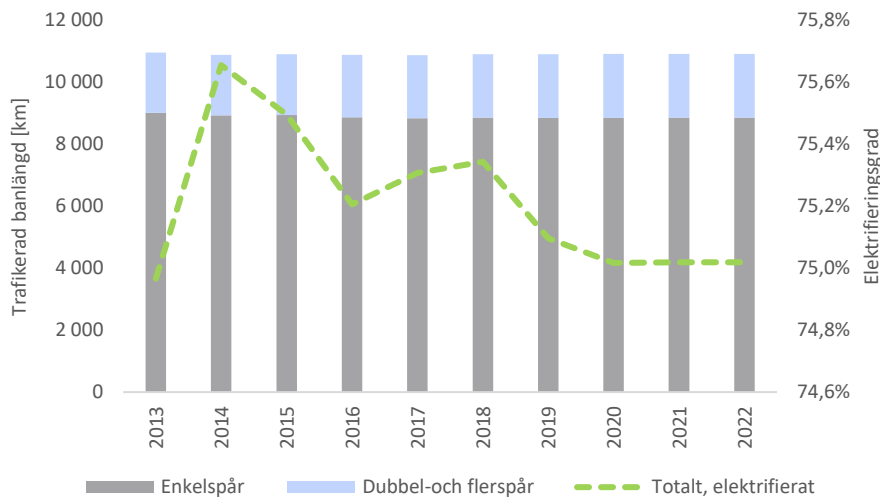
2.3.4 Bantrafik

Den svenska bantrafiken, bestående av järnväg, spårväg och tunnelbana, är i dagsläget till stor del redan elektrifierad. Både spårväg och tunnelbana är helt elektrifierade, medan ca 75 % av järnvägen år 2022 var elektrifierad vilket motsvarar ungefär samma nivå som för år 2021. Elektrifieringsgraden över tid redovisas, tillsammans med den totala trafikerade banlängden, i Figur 15. Hela den trafikerade dubbel- och flerspåriga banlängden på 2 058 kilometer var elektrifierad 2022, medan ca 70 % av den enkelspårigt trafikerade banlängden var elektrifierad.⁹

Den trafikerade banlängden, vilken motsvarar ca 90 % av den totala banlängden, har varit relativt konstant senaste åren. Dock planeras ett flertal utbyggnationer av både nya spår samt elektrifieringar av återstående, icke-elektrifierad banlängd. Bland annat planeras elektrifiering av sträckorna Nässjö – Värnamo (80 km), Nässjö – Eksjö (20 km), Tunadalsspåret (8,5 km) samt Älmhult – Olofström (41 km, Sydostlänken). Vidare planeras utbyggnad av ny järnväg bland annat mellan sträckorna Olofström – Blekinge kustbana (17 km), Byarum – Tenhult (18,5 km) samt Mora Strand – Lomsmyren. Utbyggnationerna och elektrifiering kommer öka elbehovet lokalt/regionalt. Dock tros elektrifiering av vissa sträckor leda till minskad tid för växling samt minskade transporttider.¹⁰

⁹ Trafa, 2023, Sweco analys

¹⁰ Trafikverket, 2023

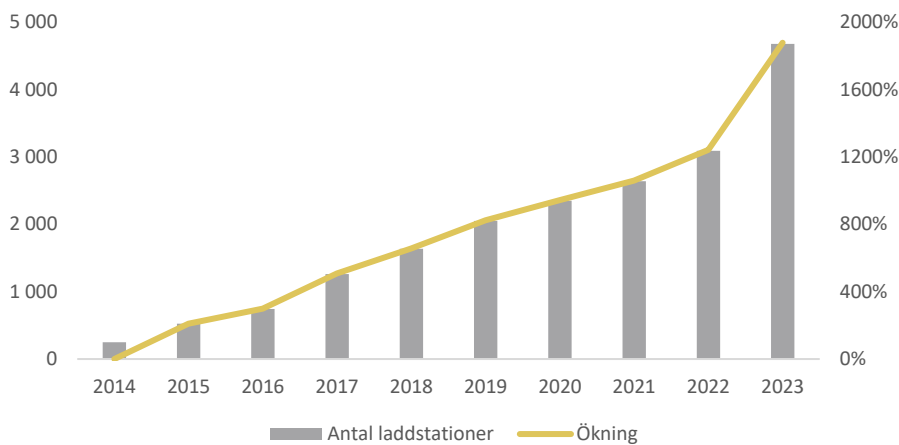


Figur 15. Järnväg, trafikerad banlängd samt elektrifieringsgrad mellan 2013–2022. Källa: Trafa, 2023.

Även om både tunnelbana och spårväg idag är helt elektrifierade, kan utbyggnationer av den spårbundna trafiken ha regional inverkan på elförsörjningen. I exempelvis Stockholm, där det redan i dagsläget förekommer elnätskapacitetsbrist, pågår utbyggnationer av tunnelbanan, vilka planeras vara färdigställda år 2030. Projektet omfattar fyra nya sträckor av tunnelbanan, en ny depå samt en sammankoppling av två befintliga linjer, vilka förväntas öka elbehovet i regionen.¹¹ Förstärkningsåtgärder för elnätet är dock på gång och förväntas vara avslutade inom ett decennium.

2.3.5 Utbyggnaden av laddinfrastruktur för vägtransporter

Laddinfrastrukturen inom Sverige har genomgått en snabb och kraftig utbyggnad under det senaste decenniet. Sedan 2014 har antalet publika laddstationer ökat med nära 2000 %, för att 2023 uppgå till 4 675 stationer. Se Figur 16. Av det totala antalet publika laddstationer erbjöd 1 040 snabbladdning år 2023¹².



¹¹ Nya Tunnelbanan, u.d

¹² Power Circle, ELIS. <https://powercircle.org/statistik/>

Figur 16: Utveckling av antalet publika laddstationer i Sverige de senaste 10 åren. Källa: Power Circle, bearbetad av Sweco

Totalt i landet finns nu över 32 000 unika publika laddpunkter. Den vanligaste typen av laddning är så kallad normalladdning. Det innebär laddning med effekter under 50 kW. Inom normalladdning är den vanligaste typen av laddpunkt 22 kW AC-laddning, vilka utgör omkring 40% av det totala beståndet av publika laddpunkter. Ca 9 % av de publika laddpunkterna erbjuder snabbladdning, vilket innefattar laddeffekter över 50 kW. Inom beståndet med publik laddinfrastruktur förekommer både laddpunkter med AC- och DC-laddning, det vill säga antingen laddning med växelström eller likström. Generellt gäller att laddning till lägre effekter oftare utförs med växelström (AC) medan laddning till högre effekter oftare utförs med likström (DC).

Utslaget på hela svenska fordonsflottan finns 0,06 publika laddpunkter per laddbart fordon. Inom EU finns riktlinjer sedan några år tillbaka kring att det bör finnas 0,1 publika laddpunkter per laddbart fordon. Jämfört med det riktmärket kan konstateras att Sverige ligger en bit efter och att utbyggnaden av laddinfrastruktur skulle behöva påskyndas för att fortsatt kunna stötta den omfattande omställningen inom fordonsflottan mot större andel eldrift. I AFIR-direktivet presenteras nya sätt för att beräkna behovet av publik laddinfrastruktur, där riktlinjer på 0,8 kW publik laddkapacitet per laddhybrid respektive 1,3 kW laddkapacitet per ren elbil föreslås¹³. För den svenska fordonsflottan, som 2023 bestod av drygt 270 000 laddhybrider och strax över 290 000 rena elbilar, innebär det att den samlade installerade publika laddeffekten bör uppgå till ungefär 600 MW. Den faktiska sammanlagda installerade publika laddeffekten uppgick 2023 till ca 750 MW. Det kan alltså konstateras att med detta alternativa mått ligger Sverige över rekommendationen, med omkring 25 % ytterligare installerad publik laddinfrastruktur jämfört med riktlinjen.

¹³ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-25-2023-INIT/en/pdf>

3 Transportsektorns framtida elanvändning

I följande kapitel presenteras de olika elektrifieringsscenarierna samt dess utfall. Metodiken skiljer sig något åt mellan vägtransporter och övriga sektorer. Inom vägtransporterna har elektrifiering fått ett tydligt grepp om nyförsäljningen och utifrån antaganden kring framtida nyförsäljning och fordonens livslängd kan fordonsflottan som helhet prognostiseras för de olika scenarierna.

Inom övriga trafikslag blir analysen mer kvalitativ utifrån uppsatta mål och möjliga tekniskifften för att uppnå dessa.

3.1 Introduktion av elektrifieringsscenarier för vägtransporter

I detta kapitel introduceras tre olika scenarion för elektrifiering av transportsektorn fram till år 2045. Samtliga scenarion baseras på befintliga regleringar, annonserade mål samt estimeringar av etablerade fordonstillverkare. Nedan redovisas Scenario Medel, följt av Scenario Hög och Scenario Låg.

3.1.1 Scenario Medel

I Scenario Medel uppnås befintliga regleringar till det år lagkravet införs. EU har infört ett förbud mot nyregistreringar av fossilt drivna personbilar och lätta lastbilar från och med år 2035. I medelscenariot antas detta mål uppnås genom att 95 % av nyregistrerade personbilar och 80 % av lätta lastbilar blir elektrifierade från och med år 2035. Övriga nyregistrerade fordon efter 2035 antas drivas av andra icke-fossila drivmedel. Efter 2035 behålls andelen nyregistrerade personbilar och lätta lastbilar på en konstant nivå vilket i sin tur ökar andelen elektrifierade personbilar och lätta lastbilar i trafik. Tunga lastbilar och bussar påverkas ej av samma lagkrav som personbilar och lätta lastbilar. Lastbilstillverkare uppskattar en ökning av andelen elektrifierade tunga lastbilar och andelen elektrifierade bussar i kommunal och regional trafik ökar stadigt. EU-kommissionen har föreslagit en revision av förordningen om CO₂-utsläpp för tunga fordon vilket skulle innebära att koldioxidutsläppen från tunga lastbilar och bussar måste minska med 90 % jämfört med 2019 års nivå till och med år 2040.¹⁴

Tabell 2 Tabell 2 visar samtliga antaganden som använts i medelscenariot.

Tabell 2. Andelen nyregistreringar i vägtrafik för Scenario Medel.

Scenario Medel - Nyregistreringar	El
Personbilar - 2035	95%
Lätta lastbilar - 2030	50%
Lätta lastbilar - 2035	90%
Tunga lastbilar - 2030	40%
Tunga lastbilar - 2045	80%
Bussar - 2030	90%

¹⁴ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles_en

Bussar - 2045	95%
---------------	-----

3.1.2 Scenario Hög

Scenario Hög baseras på samma befintliga regleringar som beskrivs i Scenario Medel men med skillnaden att elektrifieringen av fordonsflottan går snabbare vilket resulterar i att målen uppnås tidigare samt att andelen elfordon blir högre.

Tabell 3 visar samtliga antaganden som använts i högscenariot.

Tabell 3. Andelen nyregistreringar i vägtrafik för Scenario Hög.

Scenario Hög - Nyregistreringar	EI
Personbilar - 2030	95%
Lätta lastbilar - 2030	60%
Lätta lastbilar - 2035	95%
Tunga lastbilar - 2030	50%
Tunga lastbilar - 2045	90%
Bussar - 2027	90%
Bussar - 2045	95%

3.1.3 Scenario Låg

Likt Scenario Hög baseras Scenario Låg på samma befintliga regleringar som beskrivs i Scenario Medel men att elektrifieringen av fordonsflottan går långsammare vilket resulterar i att målen uppnås senare samt att andelen elfordon blir lägre.

Tabell 4 visar samtliga antaganden som använts i lågscenariot.

Tabell 4. Andelen nyregistreringar i vägtrafik för Scenario Låg.

Scenario Låg - Nyregistreringar	EI
Personbilar - 2030	50%
Personbilar - 2035	95%
Lätta lastbilar - 2030	40%
Lätta lastbilar - 2035	80%
Tunga lastbilar - 2030	30%
Tunga lastbilar - 2045	60%
Bussar - 2035	90%
Bussar - 2045	95%

3.2 Utfall och framtida elbehov

3.2.1 Vägtrafik

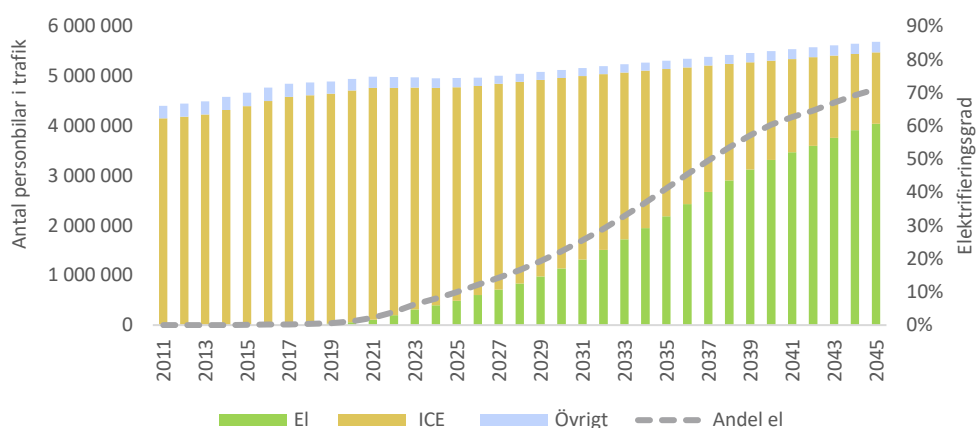
Flottans sammansättning i samtliga scenarier bygger på att den årliga nybilsregistreringen år för år byter ut den befintliga flottan. Då livslängden för fordonen är relativt lång, se Tabell 5, skapas en tröghet i hur fordonsflottan byts ut och förändras. Som ett resultat av trögheten kommer skillnaderna mellan fordonsflottans sammansättning och nybilsregistreringen vara stora under omställningen.

Tabell 5. Livslängden för de olika fordonstyperna

Fordonstyp	Livslängd (år)
Personbil	19
Lätt lastbil	21
Tung lastbil	15
Buss	11

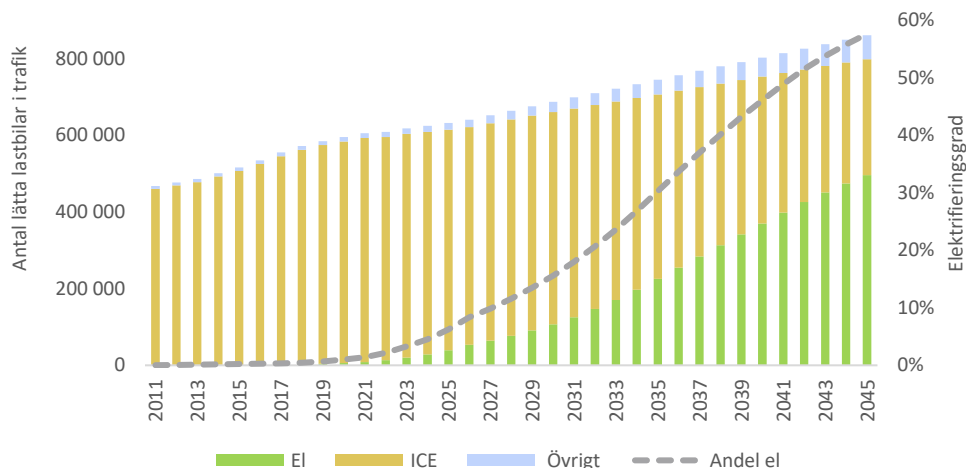
I följande figurer redovisas sammansättningen av fordonsflottan per drivmedel för medelscenariot fram till 2045.

Figur 17 visar personbilarnas utveckling där elektrifieringsgraden i flottan går från låga nivåer 2019 till 71 % år 2045. Ökningen sker på bekostnad av fordon med förbränningsmotor (ICE - Internal Combustion Engine). Övriga drivmedel ligger på relativt små volymer över hela perioden.



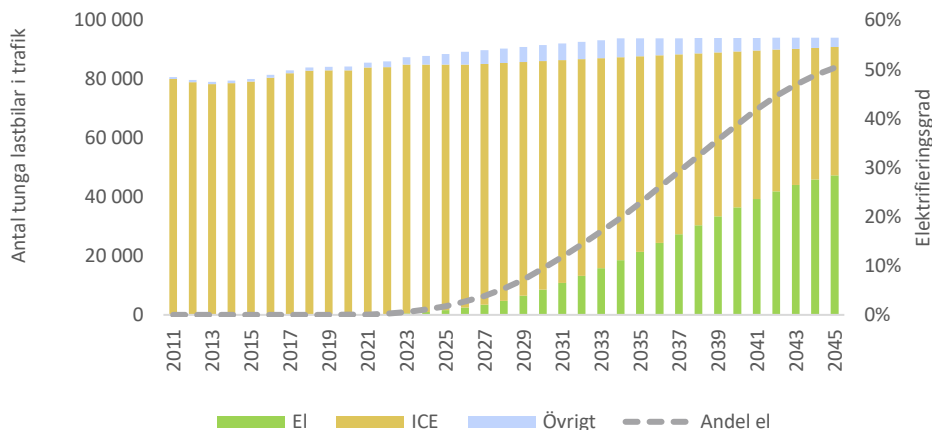
Figur 17. Personbilflottans sammansättning i medelscenariot fram till 2045 samt flottans elektrifieringsgrad.

Utvecklingen i medelscenariot för lätta lastbilar följer ett liknande mönster som personbilarna, dock med en större tillväxt i den totala flottan samt en långsammare elektrifieringstakt. År 2045 antas 58 % av flottan vara elektrifierad vilket visas i Figur 18. ICE-fordon ser en kraftig minskning under perioden medan övriga fordon ökar succesivt fram till 2045.



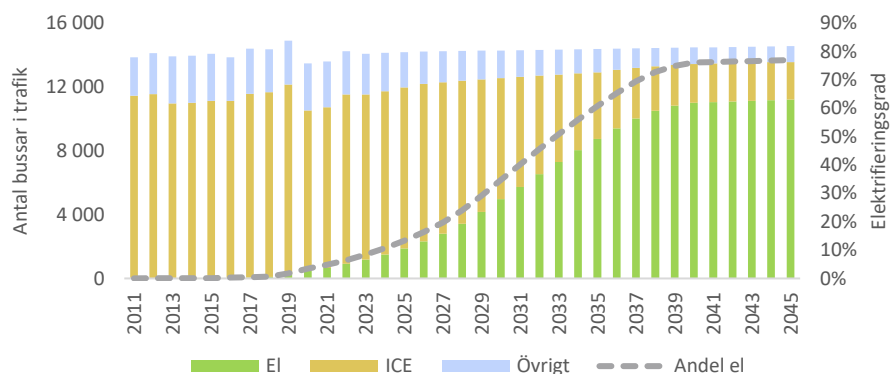
Figur 18. Den lätta lastbilsflottans sammansättning i medelscenariot fram till 2045 samt flottans elektrifieringsgrad.

De tunga lastbilarna följer liknande mönster som personbilar och lätta lastbilar men med en svagare ökning av elektrifieringsgraden, vilket visualiseras i Figur 19. År 2045 har det i medelscenariot nåtts en elektrifieringsgrad på 50 % för den tunga lastbilsflottan.



Figur 19. Den tunga lastbilsflottans sammansättning i medelscenariot fram till 2045 samt flottans elektrifieringsgrad.

Utvecklingen av bussflottans sammansättning karakteriseras av en relativt snabb elektrifieringstakt på bekostnad av ICE-fordon. Övriga drivmedel har en större andel inom bussflottan än övriga fordonsegment men här sker en minskning över tid då elektrifieringsgraden ökar. År 2045 har det i medelscenariot nåtts en elektrifieringsgrad på 77 % vilket visas i Figur 20.



Figur 20. Bussflottans sammansättning i medelscenariot fram till 2045 samt flottans elektrifieringsgrad.

I Tabell 6 redovisas elektrifieringsgraden för de olika vägtransporttyperna inom låg, medel och högsценario för år 2030 och 2045.

Tabell 6. Elektrifieringsgrad för de olika fordonstyperna år 2030 och 2045 för låg, medel och högsценario.

Scenario	Fordonstyp	Elektrifieringsgrad 2030	Elektrifieringsgrad 2045
Låg	Personbil	21%	68%
Medel	Personbil	22%	71%
Hög	Personbil	26%	77%
Låg	Lätt lastbil	14%	51%
Medel	Lätt lastbil	16%	58%
Hög	Lätt lastbil	17%	62%
Låg	Tung lastbil	8%	39%
Medel	Tung lastbil	9%	50%
Hög	Tung lastbil	11%	58%
Låg	Buss	29%	70%
Medel	Buss	35%	77%
Hög	Buss	41%	89%

Sammanfattningsvis resulterar den ovan beskrivna elektrifieringen av vägtransporter ett totalt elbehov mellan 15,2–18,3 TWh år 2045 (se Tabell 7).

Tabell 7: Uppskattat elbehov år 2045 från elektrifiering av vägtransporter.

Elbehov (TWh)	Personbilar	Lätta lastbilar	Tunga lastbilar	Bussar	Totalt
Scenario Låg	10,5	1,8	2,1	0,78	15,2
Scenario Medel	10,9	2,0	2,8	0,86	16,6
Scenario Hög	11,9	2,2	3,2	0,96	18,3

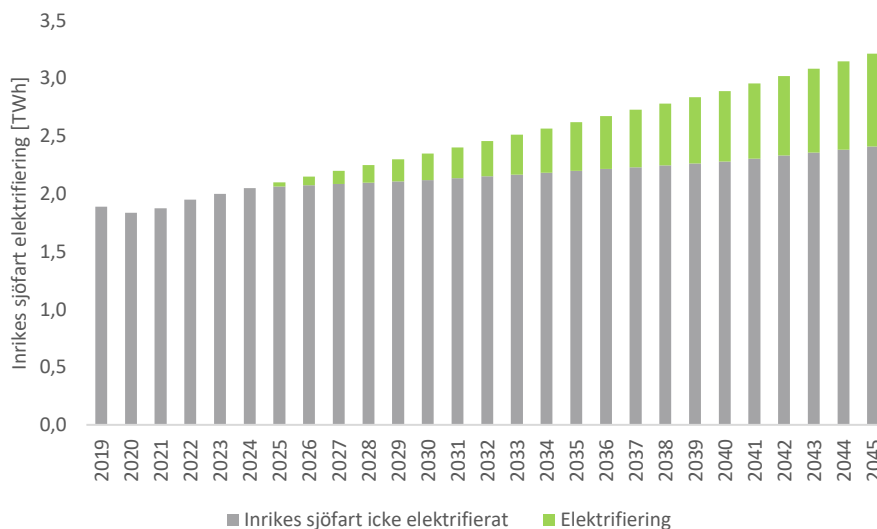
3.2.2 Sjöfart

Direkt elektrifieringen av sjöfarten antas ske för en mindre del av inrikes sjötrafik, vilket resulterar i ett antaget elbehov mellan 0,48 – 1,61 TWh år 2045 för de olika scenarierna. I Figur 21 redovisas andelen elektrifierad inrikes sjötrafik från 2019 – 2045 enligt scenario Medel och i Tabell 8 även utvalda år för scenario Hög och Låg.

I Scenario Medel antas framför allt vägfärjor och pendlingstrafik, med kortare körsträckor, att elektrifieras. Denna typ av sjöfart är mer lämplig för elektrifiering till följd av att de korta avstånden kräver mindre energi och därmed mindre batterikapacitet, vilket gör det mer genomförbart ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv. Resterande andel av sjötrafiken förväntas drivas på alternativa bränslen.

I Scenario Hög antas en större del av inrikes sjötrafik elektrifieras, vilket utöver vägfärjor och pendlingstrafik även inkluderar viss reguljär kustfart. Detta scenario skulle innebära en större övergång till elektriska fartyg, vilket i sin tur skulle kunna innebära en större infrastrukturell investering och ett högre elbehov. Dock blir det antagna elbehovet fortfarande relativt sett väldigt lågt och förväntas ha en mindre inverkan på systemet i helhet. Vidare antas resterande del av flottan även i detta scenario drivas på alternativa bränslen.

I Scenario Låg antas alternativa drivmedel, framför allt elektrobränslen, få större genomslag. I detta scenario möjliggörs fortsatt drift av befintliga fartyg med eventuellt mindre modifikationer, vilket ur ett perspektiv kan vara mer kostnadseffektivt än fullständig elektrifiering. Det kan också vara en övergångslösning medan fullständig elektrifiering fortfarande är under utveckling.



Figur 21. Antagen (direkt) elektrifieringsandel av inrikes sjöfart 2019 – 2045 i scenario Medel. Antagande: Tillväxt enligt BNP (OECD, 2023); Andelen inrikes respektive utrikes sjöfart antas vara samma som år 2022 (Energimyndigheten, 2023).

Tabell 8. Antaget elbehov för sjöfarten under de olika scenarierna [TWh] (avser enbart direkt elektrifiering).

År	2022	2025	2030	2035	2040	2045
Scenario Låg	0	0,02	0,14	0,25	0,37	0,48
Scenario Medel	0	0,04	0,23	0,42	0,61	0,80
Scenario Hög	0	0,08	0,46	0,84	1,22	1,61

3.2.3 Luftfart

Även direkt elektrifieringen av luftfarten antas ske för en mindre del av inrikes lufttrafik, vilket resulterar i ett antaget elbehov mellan 0 – 0,5 TWh år 2045 för de olika scenarierna. I Figur 22 redovisas andelen elektrifierad inrikes luftfart från 2019 – 2045 och i Tabell 9 även utvalda år för de olika scenarierna.

I scenario Medel antas en mindre del av kortare flygresor, främst små passagerarflyg som trafikerar lokala rutter och pendelflyg mellan närliggande städer och öar, att elektrifieras. Tekniken och infrastrukturell utbyggnad antas utgöra hinder för utvecklingen och i stället riktar sig sektorn snarare mot alternativa förnybara flygbränslen.

I scenario Hög går den tekniska utvecklingen för elflyg framåt i högre utsträckning, vilket resulterar i en högre andel elektrifierade flyg med flygningar kortare än 1h. Likaså byggs även infrastrukturen för snabblandning ut på svenska flygplatser ut i högre utsträckning. Trots detta utgör det totala elbehovet för scenario hög endast 0,5 TWh år 2045 och har därmed liten inverkan på elsystemet i stort.

I Scenario Låg antas att elektrifieringen av luftfarten förblir en nischprodukt för mindre flygplan och främst privatflyg. I stället får alternativa förnybara bränslen som SAF och elektrobränslen större genomslag inom flygsektorn. Elektrifieringsvolymerna anses därmed inte få något större inverkan på det totala elbehovet och antas vara 0 TWh.



Figur 22. Antagen elektrifieringsandel av inrikes flygfart 2019 – 2045 i scenario Medel. Antagande: Tillväxt enligt tillväxt för antalet flyg EU-17 (Eurocontrol, 2022). Andelen inrikes respektive utrikes luftfart antas vara samma som år 2022 (Energimyndigheten, 2023).

Tabell 9. Antaget elbehov för luftfarten under de olika scenarierna [TWh].

År	2022	2025	2030	2035	2040	2045
Scenario Låg	0	0	0	0	0	0
Scenario Medel	0	0	0,03	0,09	0,15	0,20
Scenario Hög	0	0	0,08	0,22	0,37	0,50

3.2.4 Bantrafik

Det antagna elbehovet för bantrafiken år 2045 varierar mellan 3–4 TWh år 2045. Se Tabell 10. I Scenario Hög antas majoriteten av befintliga bansträckor som inte är elektrifierade idag ställas om till el till år 2045. Dessutom antas nya bansträckor byggas, inkluderat nya stambanor, vilka uteslutande antas drivas av el. Utöver detta antas i Scenario Hög att det spårbundna transportarbetet ökar något till 2045.

I Scenario Medel antas det spårbundna transportarbetet öka något till år 2045, medan antalet nya spårsträckningar antas bli färre än vad som antagits i Scenario Hög, vilket leder till ett jämförelsevis lägre elbehov 2045.

I Scenario Låg antas elbehovet från bantrafiken ligga konstant fram till 2045. Det baseras på ett antagande om att ökande transportarbete förväntas ske framför allt med andra trafikslag än bantrafik. Dessutom antas endast en marginell utbyggnad av nya spårsträckningar och ingen elektrifiering av de bansträckningar som idag sker med fossila bränslen antas ske. Dessa sträckor antas fortsatt drivas på diesel, motsvarande en energivolym på ca 0,2 TWh årligen.

Tabell 10: Antaget elbehov för bantrafik under de olika scenarierna [TWh].

År	2022	2030	2035	2040	2045
Scenario Låg	2,7	3	3	3	3
Scenario Medel	2,7	3,2	3,3	3,4	3,5
Scenario Hög	2,7	3,1	3,5	3,7	4

4 Andra drivmedel och dess roller

I det här kapitlet diskuteras vilken roll andra drivmedel utöver el kan komma att spela i transportsektorns omställning mot en fossilfri fordonsflotta. Både behovet av befintliga drivmedel och behovet av nya typer av drivmedel diskuteras.

4.1 Behovet av alternativa drivmedel

I de modellerade scenarierna för transportsektorns utveckling antas olika stor andel av den totala fordonsflottan elektrifieras till år 2045. Att inte fordonsflottan antas elektrifieras till 100 % innebär att en del av fordonsflottan antas drivas på andra, alternativa drivmedel. Andelen av den totala fordonsflottan, sett till antal fordon, som förväntas drivas av alternativa drivmedel varierar mellan de tre modellerade scenarierna.

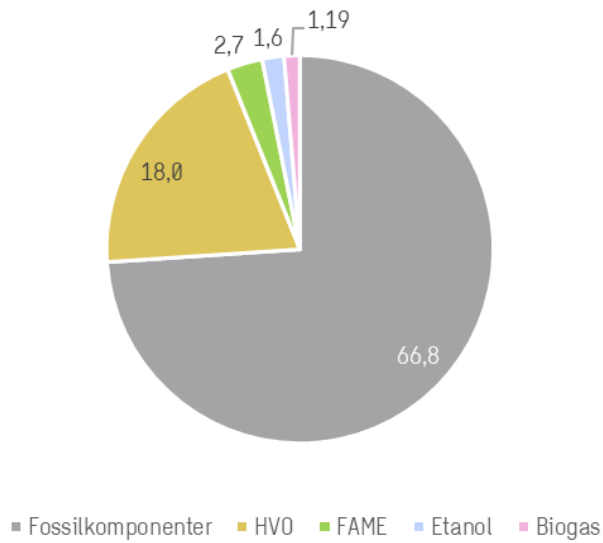
Hur utvecklingen av dessa alternativa drivmedel – nya och befintliga – kommer att se ut fram till 2045 är svårt att förutspå. Utvecklingen beror av en rad olika faktorer såsom policy- och teknikutveckling, omställning inom andra sektorer som kan konkurrera med transportsektorn samt globala makrotrender som får konsekvenser på tillgång till och pris på insatsråvaror för drivmedelstillverkning. Sweco presenterar här möjliga tänkbara utvecklingsbanor för drivmedelsmixen framåt för den del av fordonsflottan som inte spås elektrifieras. Till grund ligger ett antal antaganden kring underliggande trender och deras effekt på drivmedelsutvecklingen.

Mot bakgrund av de uppsatta klimatmålen om nettonollutsläpp till 2045 kan antas att samtliga alternativa bränslen för vägtransporter vid den tidpunkten kommer att behöva vara icke-fossila. Det begränsade utrymme för fortsatta utsläpp som medges inom klimatmålen år 2045 (som kan kvittas mot s.k. kompletterande åtgärder) antas för transportsektorns del därför fyllas av växthusgasutsläpp som uppstår under produktion, distribution och användning av icke-fossila bränslen.¹⁵ Därmed antar Sweco i detta arbete att samtliga alternativa drivmedel för vägtransporter, vid sidan av el, år 2045 kommer att bestå av någon form av icke-fossila bränslen. Till dessa hör biodrivmedel såsom LBG och HVO, vätgas, e-metanol och andra syntetiska gröna elektrobränslen. Sjö- och flygfart antas inte nå nettonollutsläpp till 2045 utan inom dessa sektorer antas åtagandena inom ReFuelEU vara styrande för sektorernas utveckling.

4.2 Utvecklingen av befintliga drivmedel

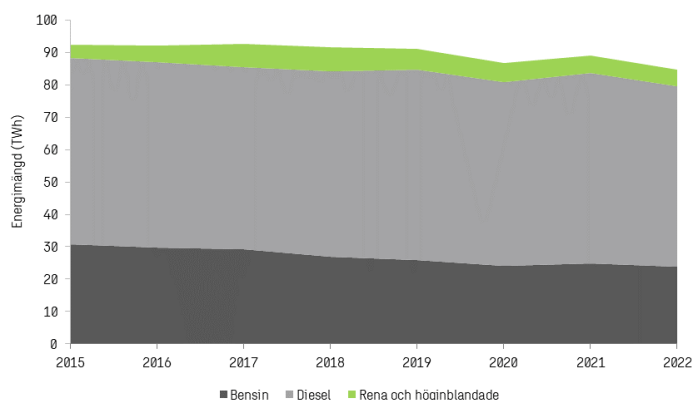
Sverige har idag en relativt utbredd användning av biobaserade bränslekomponenter inom transportsektorn, även om fossila komponenter fortfarande utgör merparten. Idag utgör biokomponenter strax över en fjärdedel av den totala drivmedelssammansättningen i Sverige, sett till energiinnehåll. År 2022 utgjordes den totala drivmedelsmängden i Sverige av ca 67 TWh fossila komponenter och ungefär 24 TWh biokomponenter. Det förnybara dieselbränslet HVO (Hydrerad Vegetabilisk Olja) utgjorde den största delen av biokomponenterna med 18 TWh följt av FAME (Fettsyrametylester) 2,7 TWh. Se Figur 23.

¹⁵ Notera att biobränslen leder till utsläpp under användning, medan andra icke-fossila drivmedel såsom vätgas är utsläppsfria vid användning (s-k- zero tailpipe emission fuels). Vätgas och andra elektrobränslen leder dock ofta till en viss mängd växthusgasutsläpp under sin produktions- och distributionsfas.



Figur 23: Svensk bränslemix 2022 uppdelat per bränslekomponent. Källa: Energimyndigheten, bearbetad av Sweco.

Sett till den svenska drivmedelsmixen, det vill säga färdigblandade bränslen att tanka vid pump¹⁶, utgörs en majoritet fortsatt av bensin och diesel. Notera att den största delen av biokomponenter enligt Figur 23 ovan ingår som inblandning i bensin och diesel. Därmed är andelen rena och höginblandade biodrivmedel betydligt lägre jämfört med den totala andelen biokomponenter i drivmedelsmixen som helhet. Se Figur 24 för en översikt över utvecklingen av drivmedelsmixen under de senaste åren. Det kan noteras att den totala energimängden från drivmedel minskat något under perioden, medan mängden rena och höginblandade biodrivmedel legat relativt konstant de senaste åren. Sveriges inhemska biodrivmedelsproduktion nådde omkring 9 TWh år 2021, medan den totala användningen låg på ca 20 TWh¹⁷. Majoriteten av biodrivmedlen som används inom Sverige är alltså importerade.



¹⁶ Med drivmedel menas färdigblandade bränsleprodukter som tankas vid pump. Exempelvis består drivmedlet bensin av en blandning av komponenterna fossil bensin och biobaserad etanol.

¹⁷ <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=201409>

Figur 24: Utveckling av den svenska drivmedelsmixen. Källa: Energimyndigheten, bearbetad av Sweco.

En bidragande faktor till den höga andelen biokomponenter som blandas in i bensin och diesel är de krav som funnits på utsläppsminskningar från fossila drivmedel, bland annat i form av reduktionsplikten. Sedan 2018, då reduktionsplikten infördes, har kraven på inblandning av biokomponenter i bensin och diesel successivt skärpts. I slutet av 2023 beslutades dock att kraftigt sänka reduktionsplikten under 2024–2026 för att under 2027–2030 helt slopas. Regeringen ska dock återkomma om reduktionsnivåer för 2027–2030 framöver. Med start i januari 2024 är kravet på utsläppsminskning för både bensin och diesel därför nu endast 6 % i stället för de tidigare nivåerna för 2023 om 7,8 % för bensin och 30,5 % för diesel.

Hur utvecklingen av befintliga drivmedel till 2045 kommer att se ut beror på en rad faktorer. Exempelvis spelar elektrifieringsgraden av fordonsflottan roll samt vilka utsläppsmål som klubbats för transportsektorn. Dessutom kommer den bero på tillgången till olika typer av insatsråvaror för drivmedelsproduktion samt andra sektors efterfrågan på drivmedel eller dess råvaror.

Sweco antar, som nämnts ovan, att samtliga alternativa drivmedel år 2045 kommer att behöva vara icke-fossila för att utsläppsmålen ska kunna uppnås. Det innebär att inga fossila drivmedel antas finnas i bränslemixen år 2045. Sweco antar att de fordon med förbränningsmotor som kvarstår i fordonsflottan och som tidigare körts på fossila drivmedel, kan ställa om till biodrivmedelsdrift.

För biodrivmedel ser Sweco två övergripande trender som kan påverka utvecklingen av biodrivmedel framåt och som till viss del motverkar varandra. Det handlar å ena sidan om den sänkta reduktionsplikten, å andra sidan om skärpta krav på hållbart skogsbruk och vad som kan klassas som hållbara biobränslen.

Den sänkta reduktionsplikten kan antas leda till lägre efterfrågan på biodrivmedel i svenska transporter, vilket sannolikt i första hand skulle minska importen av biodrivmedel medan den inhemska biodrivmedelsproduktionen kan antas fortsätta på samma nivå. Ett flertal drivmedelstillverkare satsar stort på att ställa om till produktion av biodrivmedel. Detta pekar på att de inhemska produktionsvolymerna av biodrivmedel kan komma att öka framöver, och att andelen som exporteras möjligen kommer att öka beroende på hur den inhemska efterfrågan utvecklas.

Gällande skärpta krav på hållbart skogsbruk och krav på biobränslen för att få klassas som hållbara har EU den senaste tiden visat tendenser på att riktlinjerna kan komma att skärpas framöver. Inför uppdateringen av förnybarhetsdirektivet (REDIII) hölls diskussioner om att GROT, grenar och toppar från skogsavverkning, inte längre skulle klassas som hållbart biobränsle, även om detta inte klubbades i slutändan.¹⁸ Dessutom har EU-regelverket kring markanvändning och skogsbruk (LULUCF) skärpts under 2023¹⁹ vilket innebär ett skärpt mål om nettoupptag från skog och mark till 2030. Det skulle kunna komma att påverka det svenska skogsbruket och vilka mängder som blir möjliga att avverka. Utöver detta är det inte osannolikt att efterfrågan på skogsråvara och biobränslen ökar i andra sektorer och branscher. Exempelvis kan en tendens ses i att efterfrågan på trä som byggnadsmaterial eller förpackningsmaterial spås öka globalt på medellång sikt.²⁰ Samtidigt har ökande bränslepriser och ökad efterfrågan på bioråvara lett till att bioråvara som tidigare inte varit lönsam att tillvarata nu blivit mer intressant

¹⁸ <https://www.energi.se/artiklar/2023/mars-2023/inga-skarpta-krav-for-skogsbranslen-i-energisektorn/>

¹⁹ <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2023/03/28/fit-for-55-package-council-adopts-regulations-on-effort-sharing-and-land-use-and-forestry-sector/>

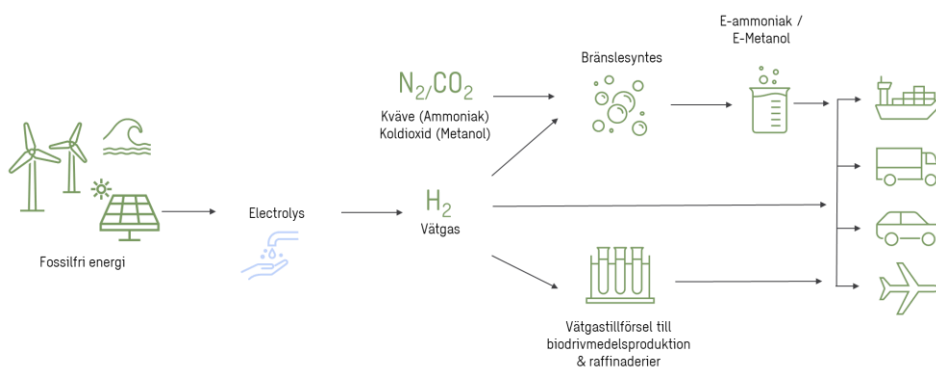
²⁰ <https://bioenergidningen.se/ny-rapport-storre-medelklass-okar-efterfragan-pa-skogsravaror/>

att förädla till bränsle. Det kan delvis motverka ovanstående trender och i stället leda till ökade inhemska volymer bioråvara.

Mot bakgrund av ovanstående resonemang är en möjlig utveckling bland flera att Sveriges inhemska produktion av biodrivmedel kan komma att öka något från dagens nivåer, men inte i den omfattning som kommer behövas för att ställa om samtliga trafikslag. Hur efterfrågan efter bioråvara utvecklas inom andra inhemska sektorer samt på den globala arenan kommer att få stor påverkan på de tillgängliga volymerna för transportsektorn och därmed på prisbilden.

4.3 Elektrobränslen och andra framtida lösningar för transportsektorn

Elektrobränslen, är som namnet låter, en samling bränslen som producerats med hjälp av vätgas som framställts med hjälp av elektricitet. Vätgasen kan i sig används som ett drivmedel men även vara en av byggstenarna till andra drivmedel. Vätgas är omständligt att lagra och distribuera vilket också är en drivande faktor för vidare förädling. Vätgas kan även användas för att öka produktionen vid framställning av biodrivmedel utan ytterligare tillförsel av biomassa, exempelvis biogas. Se Figur 25 för schematisk bild.



Figur 25: Schematisk bild över produktionsstegen för elektrobränslen.

4.3.1 Vägtrafik

Trots att eldrift förväntas stå för en stor del av framtidens vägtransporter, antas elektrifiering vara svår att uppnå inom vissa användningsområden. Exempelvis antas vissa tunga transporter få svårt att gå över till eldrift bland annat på grund av att batterierna som skulle krävas skulle bli alltför tunga. I andra fall kan tänkas att tillgången till nödvändig laddinfrastruktur inte kommer att finnas tillgänglig och att alternativa bränslen därför kommer att krävas över vissa sträckor.

Sweco har för vägtransporter antagit att de fordon som år 2045 inte drivs av el ("residualen") måste använda ett fossilfritt drivmedel. I och med att det tar tid för fordonsflottans sammansättning att ändras, givet fordonens livslängd, kommer mönstren för nyregistrerade fordon att slå igenom på fordonsflottan som helhet med viss fördröjning. Med tanke på detta antas en viss del av fordonsflottan av vägfordon år 2045 fortsatt att vara fordon med förbränningsmotor avsedd för fossila bränslen. Sweco antar för dessa fordon att de kan, och kommer att, ställas om till drift av biodrivmedel. Utöver dessa fordon antas residualen också bestå av ett antal ursprungligen biodrivna fordon, samt ett mindre antal fordon som drivs på övriga bränslen. De "övriga" fordon

som återstår inom residualen, det vill säga de fordon som varken antas drivas på el eller biodrivmedel år 2045, antas drivas på vätgas.

Flera av de stora fordonstillverkarna har annonserat planer på vätgasdrivna fordon vid sidan av satsningar på eldrivna fordon. Inte minst för tunga transporter antas vätgas spela en roll i framtiden. Exempelvis har Volvo under 2023 för första gången provkört en bränslecellslastbil på allmän väg. Företaget har annonserat att deras bränslecellsdrivna lastbilar antas lanseras på marknaden någon gång mellan 2025–2029.²¹ Fordonstillverkarna arbetar med ett flertal drivlinor eftersom det inte finns ett drivmedel som löser alla behoven utan framtiden förutspås bli en mix av elektrifiering, vätgas och olika typer av biodrivmedel. Sweco är av uppfattningen att andra typer av alternativa bränslen utöver vätgas, såsom e-metanol och ammoniak, idag inte diskuteras som huvudsakliga alternativ för vägtransporter. Se vidare diskussion kring denna typ av bränslen under avsnitten för sjöfart och luftfart. Det finns en möjlighet att öka drivmedelsproduktionen från bioråvara genom att tillföra vätgas. Denna hybrid av elektrobränsle och traditionell biodrivmedelsproduktion kan väsentligt öka produktionen av de typer av drivmedel som idag används för vägtransporter. De ökade utvecklingsinsatserna för framtagande av elektrobränslen kommer således även göra avtryck inom befintlig drivmedelstillverkning baserad på biomassa.

Mot bakgrund av EU-kravet om endast utsläppsfria lätta fordon i nybilsförsäljningen år 2035, har Sweco i modelleringen av fordonsflottan antagit att samtliga nyregistrerade fordon²² efter 2035 som inte antas drivas på el i stället drivs på vätgas. Det innebär att ingen hänsyn tagits till eventuella vätgasdrivna vägfordon som finns inom fordonsflottan innan 2035. Vidare har Sweco i sin modellering inte gjort någon skillnad på olika typer av biodrivmedel. I stället har en genomsnittlig bränsleförbrukning beräknats för de olika typerna av drivmedel som används i fordonsflottan idag. Till dessa hör etanol, biogas, FAME100 och HVO100. Bränsleförbrukningen har antagits vara densamma år 2045 som den år 2022.

Med dessa antaganden om den vägbundna fordonsflottans sammansättning uppskattas den totala energivolymer biodrivmedlen och vätgas för vägtransporter år 2045 uppgå till mellan 17–24 TWh. Nedan presenteras resultaten för de alternativa drivmedlen per fordonsslag.

Personbilar

Enligt Swecos modellering antas mellan 1,3–1,8 miljoner personbilar år 2045 drivas på andra drivmedel än el, motsvarande 23–32 % av den totala personbilsflottan. Av dessa förväntas 1,1–1,6 miljoner vara äldre fordon med förbränningsmotor avsedd för fossila bränslen, alternativt fordon ursprungligen avsedda för biodrivmedel. Samtliga av dessa fordon antas år 2045 drivas på biodrivmedel. Övriga icke-elektrifierade personbilar, motsvarande omkring 145–210 000, antas drivas på vätgas. Totalt sett beräknas den totala volymen biodrivmedel för personbilsflottan uppgå till mellan 7,2–11,1 TWh år 2045, medan det tillkommande elbehovet från vätgasproduktion antas uppgå till ca 1,1–1,6 TWh. Se Tabell 11.

Tabell 11: Antal fordon och energivolymer för alternativa drivmedel för personbilar 2045.

Scenario	Antal fordon, biodrivmedel (tusen)	Antal fordon, vätgas (tusen)	Energivolymer biodrivmedel (TWh)	Indirekt elbehov vätgas (TWh)
Låg	1 650	145	11,1	1,1

²¹ <https://www.volvogroup.com/se/news-and-media/news/2023/may/news-4534634.html>

²² Samma antagande har gjorts för tunga lastbilar och bussar. Notera dock att dessa fordonstyper inte ingår i det nämnda EU-direktivet.

Medel	1 502	145	10,1	1,1
Hög	1 072	209	7,2	1,6

Lätta lastbilar

År 2045 antas 38–49 % av den totala flottan av lätta lastbilar drivas på andra drivmedel än el, vilket motsvarar mellan 329–422 000 fordon. Av dessa antas 311–367 000 fordon drivas på biodrivmedel, medan 18–55 000 fordon antas drivas på vätgas. Totalt sett beräknas den totala volymen biodrivmedel för lätta lastbilar uppgå till 3,0–3,5 TWh år 2045, medan det tillkommande elbehovet från vätgasproduktion antas uppgå till ca 0,21–0,64 TWh. Se Tabell 12.

Tabell 12: Antal fordon och energivolymer för alternativa drivmedel för lätta lastbilar 2045.

Scenario	Antal fordon, biodrivmedel (tusen)	Antal fordon, vätgas (tusen)	Energivolum biodrivmedel (TWh)	Indirekt elbehov vätgas (TWh)
Låg	367,3	54,7	3,5	0,64
Medel	328,2	36,5	3,1	0,43
Hög	310,6	18,2	3,0	0,21

Tunga lastbilar

Antalet tunga lastbilar som drivs antingen på biodrivmedel eller vätgas förväntas år 2045 uppgå till 45–65 000 fordon, motsvarande 45–65 % av den totala flottan av tunga lastbilar. Den totala volymen biodrivmedel och vätgas för tunga lastbilar uppskattas uppgå till 5,2–7,4 TWh år 2045. Se Tabell 13.

Tabell 13: Antal fordon och energivolymer för alternativa drivmedel för tunga lastbilar 2045.

Scenario	Antal fordon (tusen)	Energivolum alternativa drivmedel (TWh)
Låg	64,7	7,4
Medel	52,7	6,1
Hög	45	5,2

Bussar

För bussar antas 2 000–4 400 fordon år 2045 drivas på biodrivmedel eller vätgas. Det motsvarar 14–30 % av den totala bussflottan. Den totala volymen biodrivmedel för bussar uppskattas år 2045 uppgå till 0,5–1,1 TWh. Se Tabell 14.

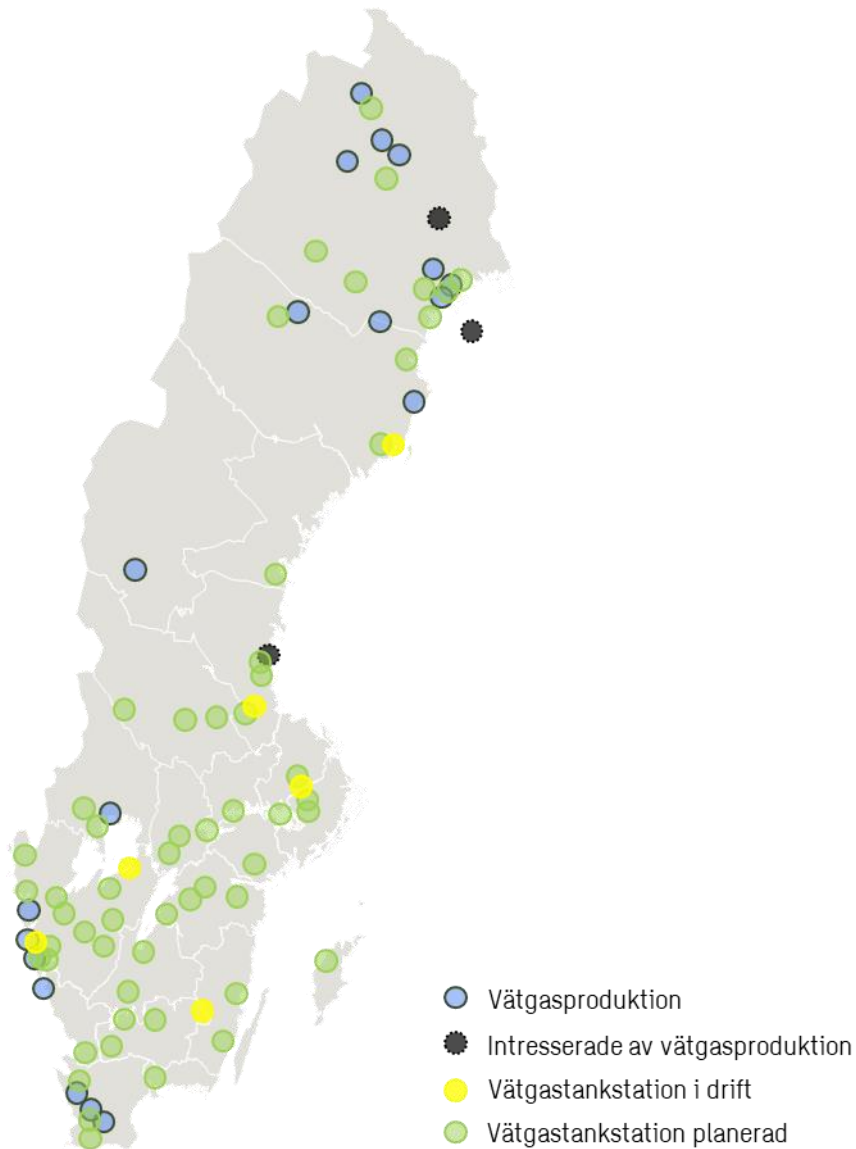
Tabell 14: Antal fordon och energivolymer för alternativa drivmedel för bussar 2045.

Scenario	Antal fordon	Energivolum alternativa drivmedel (TWh)
Låg	4 400	1,1
Medel	3 400	0,8

Hög	2 000	0,5
-----	-------	-----

Kartläggning av vätgastankstationer och vätgasproduktion

Idag finns sex vätgastankstationer i drift i Sverige²³ och ett 60–70 planerade. I Figur 26 nedan redovisas både befintliga vätgastankstationer samt planerade vätgasproduktionsanläggningar och tankstationer i Sverige enligt Swecos kartläggning.



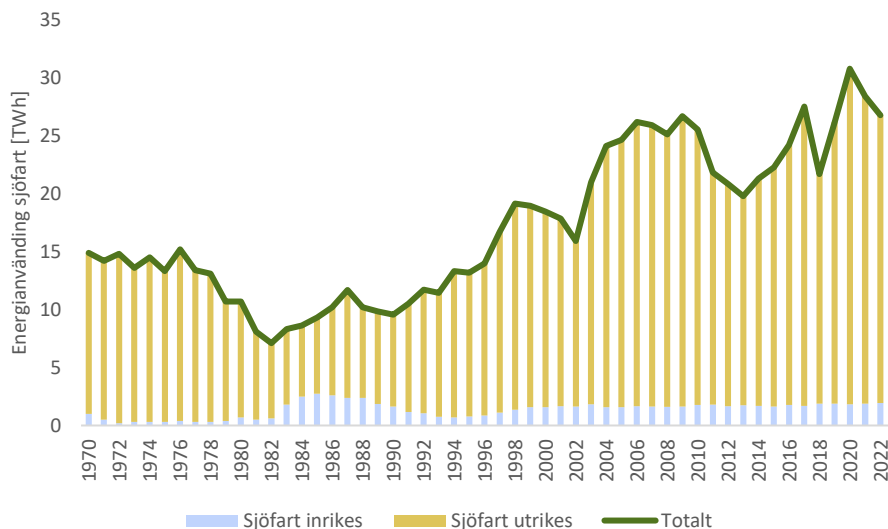
Figur 26. Befintliga och planerade vätgastankstationer samt planerade vätgasproduktionsanläggningar i Sverige. Baserat på Swecos kartläggning.

4.3.2 Sjöfart

Till följd av att elektrifiering av större fartyg innefattar utmaningar kommer större andelen av sjöfarten behöva använda alternativa bränslen för att klara av energiomställningen. Sjöfarten använde år 2022 ca 27 TWh energi, där den större

²³ Vätgas Sverige, hämtad februari 2024.

andelen, närmare 93 %, utgjordes av utrikestransporter. I Figur 27 nedan redovisas utvecklingen av sjöfartens energianvändning från 1970 – 2022.



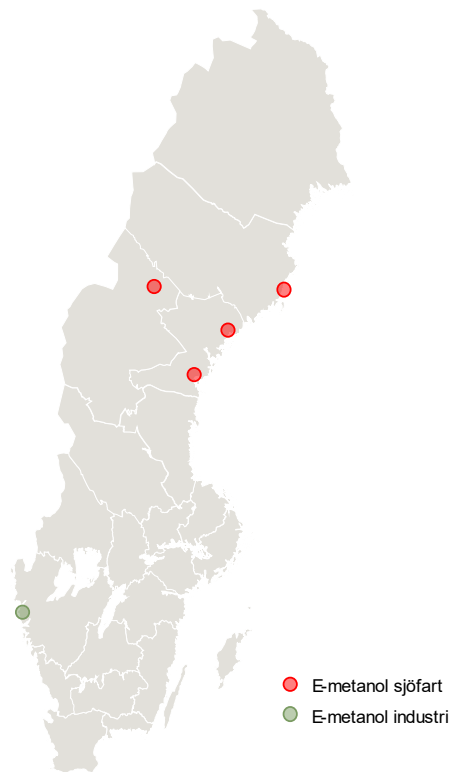
Figur 27. Historisk energianvändning för inrikes samt utrikes sjöfart i Sverige. (Energimyndigheten, 2023).

För närvarande dominerar sjöfartens bränsleanvändning av fossila bränslen, även om användningen av LNG (flytande naturgas) samt inblandning av LBG (flytande biogas), ökat under senare år. Bland annat har så kallade duel-fuel motorer exempelvis möjliggjort för fartyg att drivas på både LNG/LBG och diesel. Trots detta kvarstår utmaningar att producera LBG i tillräckliga volymer för att möta sjöfartens efterfrågan, även om det idag finns ett flertal LBG-anläggningar under byggnation. Eftersom LBG också används i tung vägtransport, kan det förväntas att en stor del av de nya LBG-volymererna kommer att allokeras till tunga vägtransporter. Sjöfarten har därmed börjat intressera sig för elektrobränslen som ett alternativ för att nå sina klimatmål.

Elektrobränslen, vilka utgörs av derivat framställda från förnybar vätgas genom elektrolytprocesser av vatten med insats av fossilfri elektricitet, har framträtt som ett lovande alternativ för sjöfartsindustrin. Specifikt har e-metanol samt e-ammoniak blivit betydelsefulla i sjöfartens omställning mot en hållbar framtid. Den teknologiska mognadsgraden för e-metanol är för närvarande mer etablerad och det finns flera produktionsprojekt under utveckling. Dessutom har betydande större aktörer inom sektorn initierat beställningar av fartyg konstruerade för drift på e-metanol. Även om teknikutvecklingen för fartyg drivna med ammoniak inte kommit lika långt, bedöms den ha en väsentlig potential att tjäna som en central komponent i omställningen till en mer hållbar sjöfartssektor.

I Sverige planeras för närvarande fem produktionsanläggningar av e-metanol, fyra av vilka troligtvis kommer förse sjöfarten med bränsle.²⁴ Planerade e-ammoniak-anläggningar i Sverige syftar för närvarande till jordbrukssektorn och gödsel. Den totala e-metanolproduktionen förväntas uppgå till ca 2 TWh/år, med startår mellan 2025–2026. I Figur 28 nedan redovisas vart dessa anläggningar planeras byggas enligt Swecos kartläggning.

²⁴ Enligt Swecos kartläggning



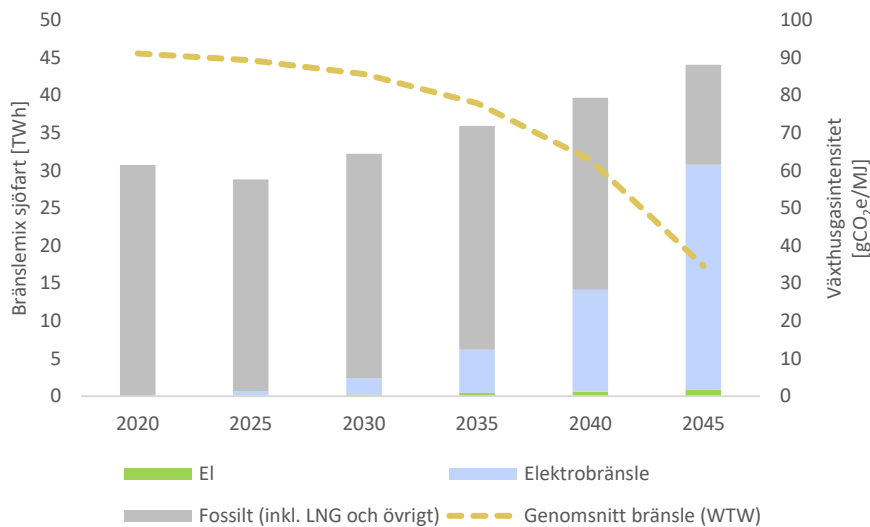
Figur 28. Planerade produktionsanläggningar av e-metanol. Baserat på Swecos kartläggning.

För att driva på omställningen inom sjöfarten har EU infört direktivet ReFuelEU Maritime, vilket bland annat omfattar krav på bränslen inom sjöfartens genomsnittliga växthusgasintensitet. Kraven innefattar att fartyg över 5 000 bruttoton ska minska växthusgasintensiteten med 2 % år 2025, 6 % år 2030, 14,5 % år 2035, 31 % år 2040, 62 % år 2045 och 80 % år 2050 jämfört med genomsnittet år 2020. Om reduktionskraven för använt bränsle enligt ReFuelEU maritime inte uppfylls förekommer en straffavgift på 2 400 EUR/tonVLSFOekv.²⁵

Direktivet omfattar också obligatoriska mål för RNFBO:er – om användningen av förnybart bränsle förblir under 1 % i bränslemixen 2031, kommer ett mål på 2 % att fastställas för 2034. Vidare ställs krav på att passagerar- samt containerfartyg efter år 2030 ska ansluta till landström eller annan nettonollutsläppsteknik när de ligger i kaj inom EU. I Figur 29 redovisas Swecos analys av ReFuelEU Martimes inverkan på sjöfartens bränslemix till 2045.²⁶

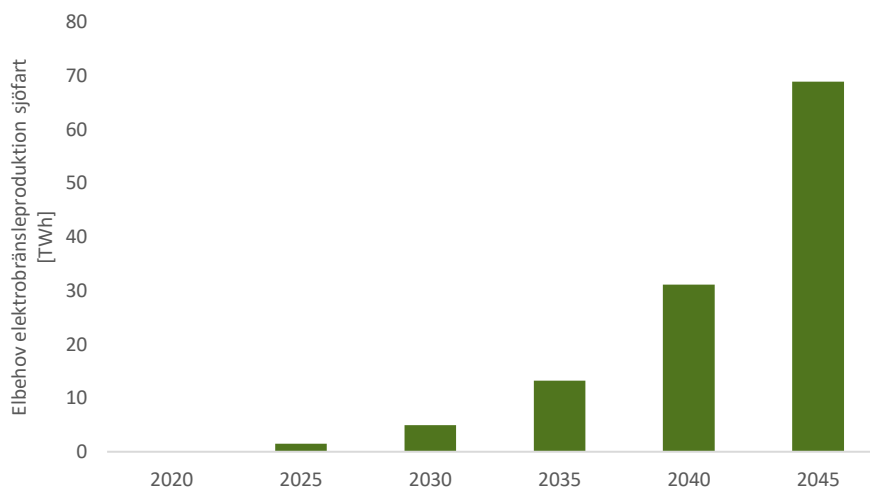
²⁵ VLSFO = Very low sulphur fuel oil

²⁶ EU Comissionen, 2023



Figur 29. Swecoanalys av EU fuel Maritime inverkan på sjöfartsektorns bränslemix i Sverige. Antaganden: total bränslevolymer ökar med Sverige GDP (index – 2022)²⁷. Fossil bränslemix antas vara konstant från år 2020, baserat på EU:s bränslemix. Beräkningen tar inte hänsyn till att användning av LNG samt LBG kan bidra till minskning av växthusgasintensitet och på så sätt reducera framtida behovet av elektrobränslen.

Baserat på den estimerade volymen elektrobränslen som kommer att behövas inom sjöfarten, både för inrikes och utrikestransporter, har ett uppskattat elbehov beräknats för medelscenariot, vilket presenteras i Figur 30. Elbehovet estimeras uppgå till ca 69 TWh, vilket motsvarar ca hälften av Sveriges årliga elkonsumention idag.



Figur 30. Estimerat elbehov för produktion av elektrobränslen för att uppfylla EU direktivet ReFuelEU maritimes krav. Baserat på Sweco analys av bränslebehov enligt Figur 29. Antagande inkluderar 2,3 MWh el per producerade MWh e-metanol (2,5 MWh) och e-ammoniak (2,1 MWh).

27

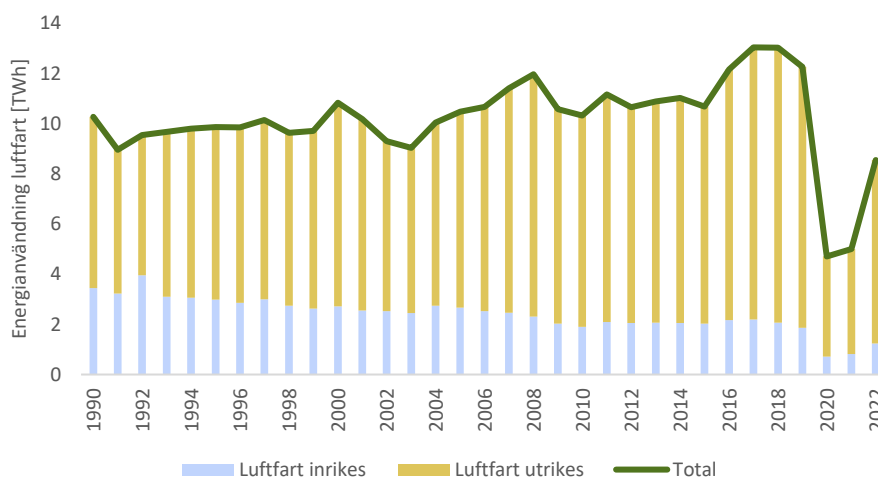
Vidare inkluderas sjöfarten från och med år 2024 i EU:s utsläppshandelssystem, EU ETS, vilket förväntas driva på omställningen ytterligare. För att implementera EU ETS på ett smidigt sätt sker inkluderingen i en övergångsperiod enligt:

- 2025: för 40 % av utsläpp rapporterade 2024;
- 2026: för 70 % av utsläpp rapporterade 2025;
- 2027 och framåt: för 100 % av rapporterade utsläpp.

EU ETS appliceras för 50 % av resor som startar eller slutar utanför EU samt 100 % av utsläppen för resor som sker mellan två EU-hamnar och när fartyg befinner sig inom EU-hamnar. Fram till 2026 inkluderas enbart CO₂-utsläpp och därefter även CH₄ (metan) och N₂O (dikväveoxid). Inkluderingen i EU ETS blir vidare ett incitament att driva på energiomställningen inom sjöfarten.

4.3.3 Luftfart

Även om delar av den svenska luftfarten, dvs. kortare flygsträckor samt inrikes flyg kan komma att elektrifieras, kommer större delen av flygsektorn att behöva använda sig av alternativa flygbränslen för att klara av energiomställningen. I Sverige har flygsektorn historiskt sett förbrukat ungefär 10 TWh energi/år, vilket runt pandemin år 2020 mer än halverades. Efter pandemin har energianvändningen ökat och år 2022 används ungefär 8,5 TWh av energi inom flygsektorn, se Figur 31.

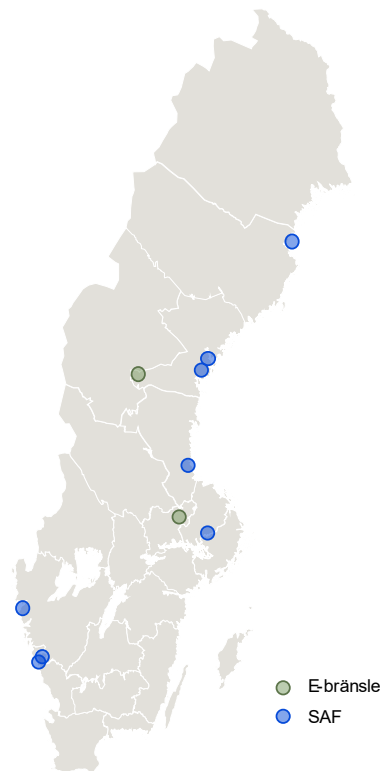


Figur 31. Historisk energianvändning för inrikes samt utrikes luftfart i Sverige (Energimyndigheten, 2023).

Så kallade Sustainable Aviation Fuels (SAF), vilka till exempel produceras av trädbränslen eller oljor, kommer att spela en stor roll för flygsektorns energiomställning. I dagsläget både produceras och används en mindre del SAF inom flygsektorn globalt, vilken representerar ungefär 0,1 % av den globala flygbränslemixen. För närvarande domineras fortfarande flygbränsle av flygfotogen.²⁸ Även så kallade syntetiska flygbränslen, producerade av vätgas kombinerat med biogen koldioxid, kommer ha en inverkan på framtidens flygomställning.

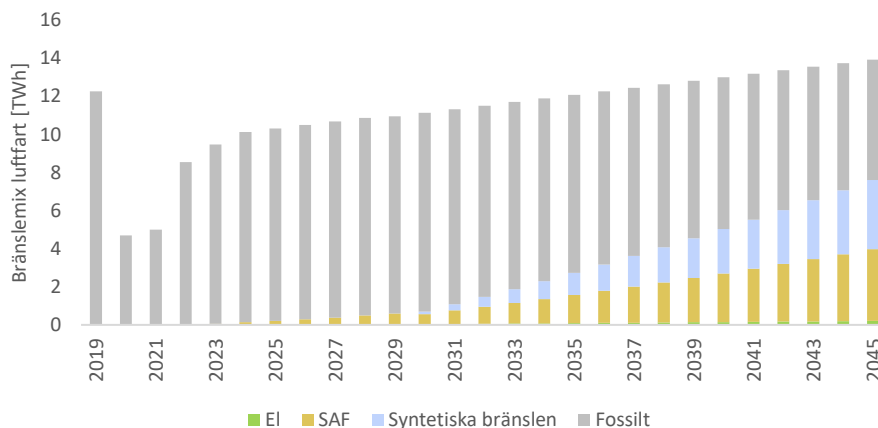
²⁸ IEA, 2023

I Sverige planeras flertalet produktionsanläggningar av både SAF och syntetiska flygbränslen. Figur 32 redovisar annonserade projekt i Sverige baserat på Swecos kartläggning.



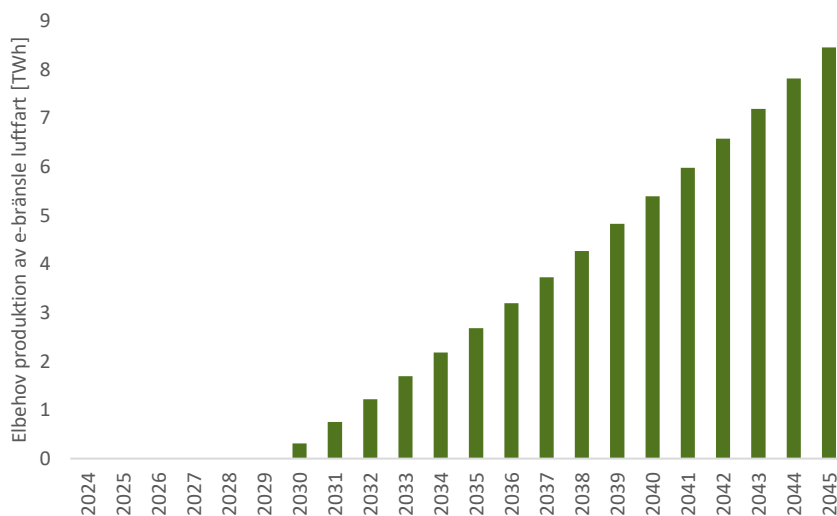
Figur 32. Planerade elektrobränsle och SAF produktionsanläggningar i Sverige. Baserat på Swecos kartläggning.

För att driva på flygfartens omställning har EU likt för sjöfart infört krav på flygsektorns bränslemix genom direktivet ReFuelEU Aviation. Direktivet omfattar att flygsektorns bränslemix år 2025 består av 2 % SAF, 6 % år 2030 och 70 % år 2050. Från 2030 måste också 1,2 % av bränslena vara syntetiska bränslen, vilket ökar till 35 % 2050. I Figur 33 nedan redovisas Swecos analys av flygsektorns bränslemix fram till 2045 för inrikes och utrikes luftfart i Sverige, baserat på kraven i ReFuelEU Aviation.



Figur 33. Sweco analys av ReFuelEU Aviation inverkan på flygsektorns bränslemix i Sverige. Antagande: bränsleanvändningens tillväxt baseras på prognoser för antal flygningar²⁹ från och med år 2022, 2019–2022 historisk data (Energimyndigheten, 2023). EU krav applicerat på resterande andel som ej elektrifieras.

Baserat på den estimerade volymen syntetiska flygbränslen (e-kerosene) som kommer att behövas inom luftfarten, både för inrikes och utrikestransporter, har ett estimerat elbehov beräknats enligt Figur 34. Elbehovet estimeras uppgå till ca 9 TWh.



Figur 34. Estimerat elbehov för produktion av e-kerosene för att uppfylla EU direktivet ReFuelEU Aviations krav. Baserat på Sweco analys av bränslebehov enligt Figur 33. Antagande inkluderar 2,3 MWh el per producerade MWh e-kerosene³⁰.

4.3.4 Bantrafik

Bantrafiken antas inte ha något behov av alternativa bränslen år 2045. I Scenario Medel och Scenario Hög antas bantrafiken helt elektrifieras, medan det i Scenario Låg fortsatt förväntas krävas en mindre mängd diesel (0,2 TWh årligen) för de sträckor som idag inte är elektrifiera

²⁹ Eurocontrol, 2022

³⁰ EU Commission, Transport & Environment, 2024

5 Transportsektorns beroende och kopplingar till andra sektors utveckling

Omställningen av transportsektorn innebär både nya möjligheter och utmaningar. Både den direkta elektrifieringen av fordonsflottan samt tillverkningen av vätgas och andra elektrobränslen kommer att kräva tillräcklig tillgång på el. Medan direkt elektrifiering kräver att elen finns tillgänglig momentant då laddning sker, möjliggör produktion av elektrobränslen en frikoppling mellan produktion och användning i och med att sådana bränslen kan produceras då tillgången på fossilfri el är hög och sedan lagras tills de används. På så sätt har elektrobränsleproduktion möjligheten att bidra till att stabilisera elnätet. Det kan komma att ha stor betydelse inte minst då den direkta elektrifieringen förväntas öka markant, vilket kommer att sätta press på elnäten som redan idag på många håll är begränsade av flaskhalsar. I och med det ökande energibehovet i samhället i stort ökar behovet av att utnyttja energin smart och ta tillvara sekundär energi och biprodukter från diverse processer. Här finns en potential för synergier mellan energisystemet i stort och elektrobränsleproduktion, exempelvis i form av att nyttja spillvärme och syrgas från elektrolys av vätgas.

En ytterligare potentiell positiv aspekt med elektrobränsletillverkning är att flera av de planerade större produktionsanläggningarna är planerade i norra Sverige. Om dessa planer uppfylls skulle det innebära ett avsevärt tillkommande elbehov i de delarna av landet som idag är produktionsdominerade. Mer elkonsument i dessa områden skulle därför hjälpa till att jämnar ut den nord-sydliga kraftbalansen vilket skulle ha positiva effekter på det svenska elnätet i stort både i form av minskade förluster, färre flaskhalsar och mindre spridning i elpriser inom landet. För att planerna på tillverkning av elektrobränslen faktiskt ska bli verkliga krävs dock en stor utbyggnad av fossilfri elproduktion.

Utöver möjliga positiva effekter för det svenska elsystemet, kan produktionskapacitet för elektrobränslen avsedd för transportsektorn också ses som en väg mot ökad resiliens i energisystemet. Detta då en uppbyggd infrastruktur för elektrobränsleproduktion för fordonssektorn om så krävs kan ställas om för att användas för el- och värmeproduktion. Notera dock att ett sådant utnyttjande av elektrobränslen är betydligt mindre effektivt än direkt elproduktion, eftersom det kräver flera omvandlingssteg. Sverige är idag importberoende både avseende fossila drivmedel och även majoriteten av biodrivmedlen. Inhemsk produktion skulle minska detta beroende samtidigt som befintlig biodrivmedelproduktion på världsmarknaden frigörs för andra marknader.

Transportsektorns övergång till icke-fossila drivmedel medför också ett antal utmaningar. Utöver den redan nämnda problematiken kring den ansträngda elnätssituationen, kan det även uppstå konkurrens om tillgången till biobränslen och råvaror för produktion av elektrobränslen. Andra sektorer utöver transportsektorn, däribland industrin, kan antas ha ett intresse av samma typ av bränslen. Samtidigt som den inhemska efterfrågan på både biobränslen och elektrobränslen kan öka i samhället i stort förmodas också den globala efterfrågan på samma råvaror och bränslen öka. I kombination med en eventuell begränsning av möjliga avverkningsvolymerna från skog och mark till följd av skärpta EU-regelverk, kan det därför uppstå konkurrens om dessa bränslen och råvaror. Det i sin tur kan minska de volymer som finns tillgängliga för

Sveriges inhemska transportsektor och därmed också driva upp priserna på bioråvara och elektrobränslen.

Som ett konkret exempel på de utmaningar som kan uppstå kan exempelvis produktionen av e-metanol belysas. För att producera 1 TWh e-metanol krävs motsvarande mängd biobränsle från vilken grön koldioxid kan produceras, där koldioxiden sedan används som insatsråvara tillsammans med vätgas i e-metanolproduktionen. Tillgången till grön koldioxid kan komma att bli begränsad, då bioråvara efterfrågas i ett flertal sektorer samtidigt som de tillgängliga volymerna av bioråvara kan komma att begränsas, som nämnts ovan. Viss grön koldioxid kan dock antas finnas tillgänglig också från koldioxidinfångning kopplad till förbränning av biogena material, men sannolikt kommer en relativt stor andel av dessa koldioxidmängder att lagras i berggrunden då det ofta är ett krav för att erhålla EU- eller statsstöd, vilket många sådana projekt antas vara beroende av åtminstone inom de närmsta åren. Det är svårt att förutspå vilka volymer av bioråvara och elektrobränslen som kommer att efterfrågas totalt sett framöver och hur de tillgängliga produktionsvolymerna kommer att se ut, men tydligt är att transportsektorn inte kan analyseras isolerat i denna fråga utan att det finns tydliga kopplingar till andra sektorer och samhällsutvecklingen i stort.

Sammanfattningsvis kan konstateras att transportsektorns utveckling och omställning till att bli fossilfri är tätt kopplad till utvecklingen inom andra sektorer. För att transportsektorn ska kunna ställa om krävs bland annat en teknikutveckling inom fordonsteknologi och fortsatt utbyggnad av nödvändig infrastruktur för laddning och tankning av alternativa bränslen. Utöver detta krävs att produktionskapaciteten ökar vad gäller alternativa drivmedel, samtidigt som fossilfri elproduktion behöver öka och elnätets kapaciteten stärkas för att kunna stötta direkt elektrifieringen dels inom transportsektorn, dels inom andra sektorer under omställning. För vissa delar av utvecklingen kan antas att det finns synergier med övriga sektorer. Exempelvis är det rimligen positivt att efterfrågan på vätgas är stor också från andra sektorer, eftersom det snabbar på teknologiutvecklingen och på så sätt leder till lägre produktionskostnader på sikt. Å andra sidan finns delar i utvecklingen där transportsektorn tydligare kan tänkas konkurrera med andra sektorer, såsom i tillgången på bioråvara och vad gäller direkt elektrifiering även i tillgång på el.

För att utvecklingen ska kunna ske så effektivt och snabbt som möjligt lär gränsöverskridande aktörssamarbeten, tydliga marknadsvillkor och policys och regelverk som hänger ihop över relaterade samhällssektorer bli viktiga.

Together with our clients and the collective knowledge of our 18,500 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together