

A decorative bokeh light effect with out-of-focus yellow and orange lights on a dark background, located in the top-left corner of the page.

Kontrollstation för reduktionsplikten 2022

Delrapport 2 av 2

ER 2022:15

A thick, solid red curved line that starts from the bottom left and sweeps upwards and to the right, ending at the bottom right corner of the page.

Energimyndighetens publikationer kan laddas ner eller
beställas via www.energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, januari 2022

ER 2022:15

ISSN 1403-1892

ISBN (pdf) 978-91-7993-090-5

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

Det långsiktiga målet för Sveriges klimatpolitiska ramverk är att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045. Det finns fyra etappmål, varav ett är att utsläppen för inrikes transporter ska minska med 70 procent till 2030 jämfört med utsläppen år 2010. I detta mål ingår inte flyget, men även flyget behöver minska sin klimatpåverkan. Den svenska reduktionsplikten för flygfotogen infördes 2021 för att minska flygets utsläpp. Det fanns också en förhoppning om att reduktionsplikten skulle stärka svensk industris omställning till en biobaserad ekonomi, ge långsiktiga förutsättningar för investeringar i produktionsanläggningar för biodrivmedel för flyget, samt inspirera andra länder till att ta efter och införa liknande styrmedel.

Utvecklingen i resten av Europa går också mot fler åtgärder för att minska flygets klimatpåverkan. Sverige är ett av tre länder som i dagsläget har infört ett styrmedel för att öka inblandningen av hållbart flygbränsle i fossilt flygfotogen. Flera andra länder planerar liknande styrmedel. Inom EU förhandlas också en ny förordning som kommer innebära krav på inblandning av hållbara flygbränslen i flygfotogen i samtliga medlemsstater, kallad ReFuelEU Aviation.

Energimyndigheten har fått i uppdrag av regeringen att ta fram underlag för den andra kontrollstationen inom ramen för reduktionsplikten för bensin, diesel och flygfotogen. Det här är den första kontrollstationen som genomförs efter det att reduktionsplikten för flygfotogen infördes. I den här rapporten ingår en utvärdering av reduktionsplikten för flygfotogen och en analys av bland annat marknaden för hållbara flygbränslen. Denna är fortfarande i sin linda och Energimyndigheten bedömer att det behövs en större marknad än vad den svenska reduktionsplikten åstadkommer på egen hand för att driva fram investeringar i ökad produktionskapacitet.

Energimyndigheten bedömer vidare det som sannolikt att ReFuelEU Aviation träder i kraft 1 januari 2025 och att den omöjliggör högre nationella inblandningskrav. Energimyndigheten föreslår därför att reduktionsnivån för år 2024 justeras för att göra övergången till EU-förordningens inblandningsnivåer mjukare. Ingen justering av reduktionspliktsavgiften föreslås.

Jag vill särskilt tacka de branschaktörer samt myndigheter som har bidragit i detta arbete. Jag vill även tacka mina medarbetare som tagit fram denna gedigna rapport.

Robert Andrén
Generaldirektör

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning	5
1 Begrepp och definitioner	9
2 Inledning	10
2.1 Bakgrund	10
2.2 Uppdraget	11
2.3 Metod	12
2.4 Rapportens disposition	12
3 Den svenska reduktionsplikten för flygfotogen	14
3.1 Användningen av SAF före reduktionsplikten	14
3.2 Införande av reduktionsplikt för flygfotogen	15
3.3 Reduktionsplikten för flygfotogen	15
3.4 Koppling till hållbarhetskriterier	17
3.5 Måluppfyllelse för 2021	17
3.6 Tillgodoräknande av SAF inom EU-ETS	18
3.7 Koppling till nationella räkenskaper för växthusgaser	19
4 Andra styrmedel som reglerar flygets växthusgasutsläpp	20
4.1 EU ETS	20
4.2 CORSIA	21
4.3 Beskattning av luftfart	22
4.4 ReFuelEU Aviation	23
4.5 Miljöstyrande start- och landningsavgifter	25
4.6 Jämförelse med andra styrmedel och reduktionspliktens additionalitet	25
4.7 Andra europeiska länders styrmedel för inblandning av SAF	28
5 Standarder för flygfotogen och SAF	31
5.1 Standarder för flygfotogen och SAF	31
5.2 Tillåtna processvägar och inblandningsnivåer	33
5.3 Standarder och reduktionsplikten	34

6	Utvecklingen inom flygsektorn	35
6.1	Flygsektorns historiska utveckling	35
6.2	Utvecklingen av flyget framgent	38
7	Marknaden för SAF	43
7.1	Nuläge	43
7.2	Policyutveckling viktig för att användningen av SAF ska öka	47
7.3	Marknadsutvecklingen framgent	48
7.4	Vad påverkar priset på SAF?	50
8	Kostnad för inblandning av SAF	52
8.1	Faktorer som påverkar kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten	52
8.2	Andra kostnader som påverkar biljettpriset	54
8.3	Ekonomitankning	55
8.4	Flera möjliga scenarier	56
8.5	Jämförelse av olika scenarier	61
8.6	Kostnad per utsläppsminskning	63
9	Förslag på justering av reduktionsplikten för flygfotogen och dess konsekvenser	65
9.1	Reduktionsnivåerna för flygfotogen åren 2024-2030	65
9.2	Reduktionspliktsavgiften föreslås vara oförändrad	69
10	Konsekvensanalys av Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikt	70
10.1	Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikten	70
10.2	Anledning till Försvarsmaktens undantag	71
10.3	Konsekvenser av undantaget	73
10.4	Förslag på justeringar	76
10.5	Försvarsmaktens omställning	78
11	Reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft	80
11.1	Mål för utsläpp av kväveoxider	80
11.2	Vilka utsläpp kommer från transportsektorn	81
11.3	Vad påverkar luftutsläppen	83
11.4	Effekter av reduktionsplikt	86
12	Referenser	88

Bilaga 1. Processvägar för SAF	97
Bilaga 2. Metodbeskrivning av modell för den svenska flygsektorns utveckling	99
Bilaga 3. Aktörskontakter	100

Sammanfattning

Detta är den andra delrapporten av två som redovisar Energimyndighetens uppdrag att under 2022 ta fram underlag till en kontrollstation av lagen (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel (hädanefter kallad reduktionsplikten). Fokus i den första delrapporten¹ var reduktionsplikten för bensin och diesel, medan denna delrapport fokuserar på reduktionsplikten för flygfotogen. Den innebär att bränsleleverantörer av flygfotogen måste blanda in hållbart flygbränsle (hädanefter SAF, från engelskans sustainable aviation fuel) i det flygfotogen som tankas på svenska flygplatser. SAF ska blandas in så att en viss reduktionsnivå av växthusgasutsläpp i procent (som ökar varje år till 2030) uppnås, jämfört med om rent fossilt flygfotogen nyttjades. För drivmedelsleverantörer som inte når den aktuella reduktionsnivån beslutar Energimyndigheten om en reduktionspliktsavgift, baserad på överträdelsens storlek.

Förutsättningarna för flyget har förändrats jämfört med 2019 när reduktionsplikten för flygfotogen utformades. På grund av restriktioner kopplade till covid-19-pandemin har flygtrafiken kraftigt reducerats och ännu inte återhämtat sig. I denna kontrollstation finns endast sex månader att utvärdera måluppfyllnaden av reduktionsplikten för, nämligen andra halvåret 2021, ett år som präglades av pandemin. Det finns samtidigt ett större internationellt intresse för en omställning av flyget. Inom EU finns det numera ett förslag på att införa ett gemensamt europeiskt styrmedel för inblandning av SAF i flygfotogen i och med förordningen ReFuelEU Aviation.

Harmoniserat europeiskt styrmedel för inblandning av SAF väntas

Förordningen ReFuelEU Aviation är i skrivande stund under förhandling. Förordningen syftar till att minska utsläppen från flyget inom EU genom att införa ett inblandningskrav för SAF. EU:s utsläppshandel (EU ETS) har visat sig vara otillräcklig för att en inblandning ska ske, vilket är en av anledningarna till förslagen i ReFuelEU Aviation. I förordningen betonas vikten av lika villkor i hela EU, inte minst för att minska risken för ekonomitankning². Energimyndighetens bedömning utifrån de förslag som ligger på bordet är att det sannolikt inte kommer vara möjligt för Sverige att ha högre inblandningskrav volymmässigt på nationell nivå än förordningens minimikrav. ReFuelEU Aviation är planerat att träda i kraft 1 januari 2025. Det betyder att Sverige sannolikt behöver harmonisera den svenska reduktionsplikten för flygfotogen till det europeiska regelverket tills dess. Energimyndigheten har inom ramen för detta uppdrag bedömt att det varken finns anledning eller tillräckligt underlag för att föreslå reduktionsnivåer för ett scenario där ReFuelEU Aviation skulle tillåta högre nationella inblandningsnivåer. För att jämma ut övergången till inblandningsnivåerna i ReFuelEU Aviation föreslår Energimyndigheten däremot att reduktionsnivån för 2024 fryses på samma nivå som 2023, alltså vid 2,6 procents växthusgasreduktion (vilket motsvarar en inblandning på ungefär 2,8 volymprocent), i stället för att öka till 3,5 procent. Enligt förslagen till ReFuelEU Aviation är kravet på inblandning 2,0 volymprocent år 2025.

¹ Energimyndigheten (2022). *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*.

² Ekonomitankning är när ett flygbolag väljer att tanka ett luftfartyg med mer bränsle än vad som går åt för en flygning, det vill säga luftfartyget bär med sig mer bränsle än nödvändigt för att behöva tanka mindre på destinationsflygplatsen inför nästa flygning.

Reduktionspliktsavgiften föreslås vara oförändrad

Energimyndigheten föreslår ingen ändring av reduktionspliktsavgiften. Det finns argument som talar både för och emot en höjning av reduktionspliktsavgiften. Energimyndighetens bedömning är att argumenten emot väger tyngst. Argument för en höjning är bland annat att inte alla reduktionspliktiga aktörer uppfyllde reduktionsplikten för flygfotogen under 2021, att det med ökade reduktionsnivåer kan bli mer ekonomiskt att betala reduktionspliktsavgiften än att blanda in SAF samt att andra länder med liknande system kan ha högre straffavgifter (vilket Frankrike har i dagsläget). Argument som talar emot en höjning är bland annat att det nu finns få producenter av SAF och att efterfrågan har ökat i snabbare takt än utbudet, vilket har lett till höga priser på SAF. En höjning av reduktionspliktsavgiften i en sådan situation riskerar att driva upp priset på SAF. Detta samtidigt som år 2021 var ett exceptionellt år för flygbranschen i och med covid-19-pandemin, med kraftigt reducerat flygande och lönsamhet som följd, och därför inte är ett bra år att utvärdera måluppfyllelsen ifrån. Dessutom gör Energimyndigheten bedömningen att Sverige sannolikt kommer att behöva harmonisera det nationella regelverket till ReFuelEU Aviation från och med 2025, vilket också sannolikt kommer inkludera någon form av straffmekanism.

Marknaden för SAF är fortfarande i startgroparna

Energimyndighetens bedömning är att den svenska marknaden är för liten för att driva investeringar i ökad produktionskapacitet. En harmonisering av den europeiska marknaden, genom förslagen i ReFuelEU Aviation, skulle skapa en större och stabilare marknad med enhetliga regler än vad de i dagsläget nationellt implementerade styrmedlen (Norge, Sverige och Frankrike) genererar. Flera länder i EU har planer på att införa nationella styrmedel, men har pausat dessa i väntan på förhandlingarna av det europeiska regelverket.

Produktionsprocessen för HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids) är i dagsläget den enda process som har kommersialiserats för produktion av SAF i större skala. Marknaden för SAF är fortfarande mycket liten och efterfrågan har sedan återgången från covid-19-pandemin ökat i snabbare takt än produktionskapaciteten, samtidigt som få aktörer producerar SAF. Detta har lett till att tillgången idag är begränsad, både i Europa och globalt, och priserna är höga. En bidragande faktor till detta är att produktionsutbyggnader har försenats på grund av pandemin. Samtidigt är produktionskapaciteten större än de faktiska volymerna av SAF som produceras. Detta då anläggningarna är flexibla och kan producera HVO i stället, vilket hittills har varit en mer lönsam produkt. De styrmedel som finns implementerade för att främja SAF, uteslutande i Europa och USA, har också varit blygsamma. Samtidigt finns frivilliga åtaganden för att blanda in SAF som gör det svårt att uppskatta efterfrågan framöver.

Kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten beror på många faktorer

Då SAF är betydligt dyrare än fossilt flygfotogen innebär inblandning av SAF en merkostnad. Kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten är beroende av flera faktorer utöver priserna på fossilt flygfotogen och SAF. Framför allt reduktionsnivån och växthusgasprestandan på den SAF som används för att uppfylla reduktionsplikten, samt priset på utsläppsrätter inom EU ETS.

Hittills har det inte varit någon större skillnad på de totala bränslekostnaderna mellan att välja att blanda in SAF jämfört med att inte blanda in och betala reduktionspliktsavgift eftersom reduktionsnivån har varit låg. Detta kan dock ändras i takt med att reduktions-

nivåerna ökar, beroende på hur de olika faktorerna som nämns ovan utvecklar sig. I ett scenario där priserna på fossilt flygfotogen och SAF är desamma som idag så skulle det vara något billigare att välja att inte blanda in SAF vid de reduktionsnivåer som är beslutade för 2030. I ett scenario där prisskillnaden mellan fossilt flygfotogen och SAF minskar skulle det vara mer ekonomiskt att blanda in SAF. Detsamma gäller i ett scenario med högre priser på utsläppsrätter.

En risk med att ha högre krav på inblandning av SAF i Sverige jämfört med andra länder är högre drivmedelspris, vilket kan leda till ekonomitankning. Redan vid ett prispåslag på 4–10 procent på flygbränsle skulle incitamenten för ekonomitankning öka kraftigt. I ReFuelEU Aviation finns en artikel som syftar till att förhindra förekomsten av ekonomitankning.

Reduktionsplikten bidrar med ytterligare utsläppsminskningar inom flyget i Sverige

Flyget är inkluderat i EU ETS sedan 2012, men hittills har priserna för utsläppsrätter inom EU ETS varit för låga för att ge tillräckligt incitament för inblandning av SAF i flyget. Prognoser visar att de heller inte kommer bli tillräckligt höga för att EU ETS ensamt ska kunna driva på användningen av SAF i flyget till 2030. Inte heller det globala styrmedlet CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) bedöms kunna ge tillräckliga ekonomiska incitament för att inblandningen av SAF ska öka. Detta är en av anledningarna till förslagen inom ReFuelEU Aviation. Således kan det också konstateras av den svenska reduktionsplikten bidrar med ytterligare utsläppsminskningar i flyget i Sverige utöver EU ETS och CORSIA. EU ETS sätter ett tak för utsläppen inom EU för de sektorer som ingår i systemet. Det innebär att de utsläppsminskningar som sker på grund av inblandningskraven i den svenska reduktionsplikten (och ReFuelEU Aviation) inte leder till motsvarande utsläppsminskning för de totala utsläppen inom EU ETS.³

Konsekvenser av Försvarmaktens undantag

Denna delrapport behandlar även två frågeställningar rörande konsekvenser av reduktionsplikten för bensin och diesel som inte togs upp i delrapport ett. Den första frågeställningen rör konsekvenser av Försvarmaktens undantag från reduktionsplikt (på bensin, diesel och flygfotogen).

Försvarmakten är undantagen reduktionsplikten, då de har behov av att kunna lagerhålla drivmedel och ställa fordon i förråd under längre perioder än 12 månader. Diesel vid pump innehåller FAME, vilket kan leda till tillväxt av mikroorganismer vid så lång lagerhållning. Försvarmaktens undantag leder till flera konsekvenser, främst: något högre utsläpp för Sverige som nation och att militära och civila transportsystem riskerar att gå isär över tid. Energimyndigheten föreslår att undantaget ska justeras för att tydliggöras och på sikt

³ Detta på grund av den så kallade vattensängseffekten, som innebär att en extra åtgärd som minskar utsläppen på en plats eller inom ett område medför att utsläppen kan öka någon annanstans inom EU ETS, eftersom utsläppstaket redan är förutbestämt. Marknadsstabilitetsreserven (MSR) och den annulleringsmekanism som införts, som sätter ett tak för hur många utsläppsrätter som kan finnas i MSR, kan göra att vattensängseffekten mildras. De förslag som finns för EU ETS i Fit-for-55-paket kan innebära att vattensängseffekten mildras ytterligare.

avvecklas. Utöver detta föreslår Energimyndigheten att Försvarsmakten ska främja omställningen till biodrivmedel och syntetiska bränslen generellt, och se över möjligheten att introducera andra drivmedelslinor där verksamheten tillåter det. Energimyndigheten bedömer att detta kan höja Sveriges beredskapsförmåga och Försvarsmaktens operativa förmåga på sikt.

Reduktionspliktens effekter på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen

Den andra kvarvarande frågeställningen från delrapport ett är en analys av reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider (NO_x) och andra ämnen till luft. Utsläppen av kväveoxider och partiklar är i princip lika stora oavsett om man använder fossil diesel eller HVO i sin bil. Det som har betydelse för luftutsläppen är framför allt fordonsflottans sammansättning och trafikarbetet.

En högre reduktionsplikt ger sannolikt högre drivmedelspriser som en konsekvens av att biodrivmedel är dyrare än fossila drivmedel. Högre drivmedelspriser ger en högre körkostnad vilket i sin tur dämpar trafikarbetsutvecklingen. Det går därmed att argumentera för att en högre reduktionsplikt leder till lägre nivåer av luftutsläpp både i form av NO_x och partiklar.

1 Begrepp och definitioner

Begrepp	Definition
Alcohol to jet	Process för produktion av syntetiskt flygbränsle från alkohol, framför allt etanol.
Avancerade biodrivmedel	Biodrivmedel som produceras från bränsleråvaror som finns i del A i bilaga IX i EU:s förnybartdirektiv.
Biodrivmedel	Vätskeformiga eller gasformiga produkter som framställts från biomassa och som kan användas för motordrift som låginblandade i fossila drivmedel och/eller som rena och höginblandade biodrivmedel.
Drivmedel	Ett bränsle, eller annan form av energibärare, som är avsett för motordrift.
Elektrobränsle	Ett bränsle som är framställt med hjälp av el, till exempel vätgas producerat genom elektrolys av vatten. Vätgasen kan sedan användas som bränsle, eller ingå som insatsvara i produktion av andra elektrobränslen, såsom ammoniak eller metanol. Kallas även för e-bränsle.
FAME	Förkortning för fettsyrametylester (engelska: Fatty Acid Methyl Ester). Kallas i vardagligt tal biodiesel och omfattar såväl rena bränslen som B100, även kallat FAME100, (ren FAME) som låginblandade volymer i vanlig diesel. Diesel vid pump i Sverige är B7 (en maxinblandning av 7 volymprocent FAME). RME, rapsmetylester, är en FAME som producerats genom förestring av rapsolja.
FT	Förkortning för Fischer-Tropsch, vilket är en processväg för att tillverka SAF. I denna processväg bryter man ner råvara med kol i till gas (så kallad syntetisk gas) och bygger upp dem till önskad molekyl, däribland SAF.
HEFA	Förkortning för väteprocessade estrar och fettsyror (engelska: hydroprocessed esters and fatty acids). Kan produceras från olika typer av oljor och fetter som genom en hydreringsprocess skapar ett syntetiskt bränsle som kan användas i flygfarkoster. HEFA är en godkänd processväg för flygbränsle, och idag den enda processväg som används i kommersiell skala.
HVO	Förkortning för vätebehandlad Vegetabilisk Olja (engelska: Hydrogenated Vegetable Oil). Kan produceras från olika typer av oljor och fetter som genom en hydreringsprocess skapar en syntetisk diesel som har identiska kemiska egenskaper med diesel av fossilt ursprung, dock en lägre densitet än fossil diesel.
Koldioxidekvivalenter	Det finns fler gaser än koldioxid som bidrar till global uppvärmning. Eftersom olika gaser har olika uppvärmningspotential så räknar man om uppvärmningspotentialen till motsvarande mängd koldioxid. Det gör att man kan jämföra olika växthusgaser.
LCA	Förkortning för Life Cycle Analysis. En metod för att bestämma en produkts eller tjänsts miljöpåverkan sett till utsläpp som uppkommer under dess livscykel. Kopplat till biodrivmedel innebär det fossila växthusgasutsläpp från bland annat odling och insamling av råvara, transporter, förädlingssteg till slutprodukt, transport av produkten, samt slutanvändning. Termen well-to-wheel (råoljekälla till hjul, det vill säga extrahering till förbränning) täcker utsläppen över hela livscykeln.
RED	Förkortning för förnybartdirektivet (engelska: Renewable Energy Directive). Det nuvarande (omarbetade) direktivet kallat RED-II trädde i kraft 2018 och skulle vara implementerat i EU:s medlemsländer senast 30 juni 2021. En ny revidering av direktivet (kallat RED-III) är under förhandling.
RFNBO	Förkortning för förnybara bränslen från icke-biologiska råvaror (engelska: Renewable Fuels of Non-Biological Origin). Se definition för elektrobränslen.
SAF	Förkortning för hållbart flygbränsle (engelska: Sustainable Aviation Fuel). Innefattar både hållbart flygfotogen baserat på biomassa och syntetiska flygbränslen, exempelvis elektrobränslen. När SAF är producerat av biomassa kallas det för biojet i vissa sammanhang.

2 Inledning

Detta är delrapport två av Energimyndighetens regeringsuppdrag att under 2022 ta fram underlag till en kontrollstation av lagen (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel (hädanefter reduktionsplikten). Delrapport ett⁴ publicerades 15 september 2022 och behandlar reduktionsplikten för bensin och diesel. Denna delrapport fokuserar på reduktionsplikten för flygfotogen, samt de delar rörande reduktionsplikten för bensin och diesel som inte togs upp i delrapport ett (konsekvensanalys av Försvarmaktens undantag och reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft). I detta kapitel beskrivs uppdraget som tilldelats Energimyndigheten med fokus på reduktionsplikten för flygfotogen, hur uppdraget är utformat, samt vilken metod som tillämpats för att utföra uppdraget.

2.1 Bakgrund

Lag (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp genom inblandning av biodrivmedel i bensin och dieselbränslen trädde i kraft 1 juli 2018. Detta med syfte att minska utsläppen av växthusgaser i vägtransporter och som ett viktigt styrmedel för att nå Sveriges klimatpolitiska mål om att minska utsläppen från inrikes transporter (exklusive flyg) med 70 procent till 2030 jämfört med 2010 års utsläppsnivåer. Flygfotogen inkluderades i lagen 1 juli 2021, genom en lagändring (2021:412), och lagen bytte då namn till Lag (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel.

Det huvudsakliga syftet med införandet av en reduktionsplikt för flygfotogen var att minska växthusgasutsläppen från flyget genom en succesiv ökad inblandning av biodrivmedel i fossilt flygfotogen. Andra skäl som angavs i propositionen⁵ var att en ökad inblandning av biodrivmedel i flygbränsle bidrar till:

- att stärka svensk industris omställning till en biobaserad ekonomi,
- att öka sannolikheten för en spridningseffekt så att fler länder inför liknande styrmedel och det internationella arbetet för ett fossilfritt flyg påskyndas,
- en grön återstart för flyget efter covid-19-pandemin,
- att öka incitamenten för produktion av biodrivmedel för flyget genom att ge långsiktiga förutsättningar för investeringar i produktionsanläggningar.

I samband med att reduktionsplikten infördes beslutades också att en kontrollstation ska genomföras var tredje år, för att säkerställa att styrmedlet fungerar som tänkt. År 2019 genomfördes den första kontrollstationen. Detta är den andra som genomförs, men den första kontrollstationen som inkluderar en utvärdering av reduktionsplikten för flygfotogen.

I Biojetutredningen⁶, som ligger till grund för utformningen av reduktionsplikten för flygfotogen, bedömdes att en reduktionsplikt för flygfotogen var det mest lämpliga

⁴ Energimyndigheten (2022) *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*

⁵ Prop. 2020/21:135

⁶ SOU 2019:11. *Biojet för flyget*

styrmedlet för att öka användningen av biodrivmedel i flyget. Sedan reduktionsplikten för flygfotogen utformades och beslutades har omständigheterna förändrats. Världen har genomgått en global pandemi med kraftigt minskad flygtrafik som följd, och Ryssland har invaderat Ukraina, ett krig som i skrivande stund fortfarande pågår. Det finns ett förslag till en EU-förordning om ett harmoniserat styrmedel för inblandning av hållbart flygbränsle i Europa, kallat ReFuelEU Aviation. Dessa händelser och geopolitiska/politiska utvecklingar har påverkat såväl produktionsplaner för SAF och efterfrågan på densamma, som prisbilden för råvaror och slutprodukten flygfotogen. Denna kontext bär Energimyndigheten med sig i denna utvärdering.

2.2 Uppdraget

Regeringen gav den 16 december 2021 Energimyndigheten i uppdrag att ta fram underlag för kontrollstation 2022 inom ramen för systemet med reduktionsplikt för bensen, diesel och flygfotogen, med slutdatum 15 december 2022.⁷ Energimyndigheten fick i uppdrag att

- analysera de satta reduktionsnivåerna för bensen och diesel i förhållande till utvecklingen inom transportsektorn och transportsektorns klimatmål för 2030 och vid behov föreslå förändringar,
- analysera reduktionsplikten för flygfotogen och vid behov föreslå förändringar,
- genomföra en utvecklad konsekvensanalys av effekterna av reduktionsplikten på bensen och diesel.

Den 24 mars 2022 justerade regeringen Energimyndighetens uppdrag och tidigare relaterade rapporteringen för konsekvensanalysen av reduktionsplikten på diesel och bensen samt eventuella förslag på nya reduktionsnivåer gällande bensen och diesel till den 15 september 2022. Denna del av uppdraget redovisades och publicerades i delrapport ett⁸, med undantag från två frågeställningar i konsekvensanalysen av effekterna av reduktionsplikten för bensen och diesel (se nedan). Resterande del av uppdraget som fokuserar på reduktionsplikten för flygfotogen ska rapporteras den 15 december 2022 och utgör denna rapport, delrapport två.

Energimyndigheten ska analysera införandet av reduktionsplikten på flygfotogen på marknaden, och analysen ska enligt uppdraget fokusera på:

- tillgången på biojetbränsle
- om nivån på reduktionspliktsavgiften bör justeras (och om den är tillräckligt hög för att uppfylla syftet med reduktionsplikten),
- kostnaden för att uppnå reduktionsplikten, samt
- i vilken utsträckning reduktionsplikten för flygfotogen bidrar med ytterligare utsläppsminskningar med hänsyn till att flyget även regleras av andra klimatstyrmedel som EU ETS.

⁷ Infrastrukturdokumentet (2021) *Uppdrag att ta fram underlag för kontrollstation 2022 inom ramen för systemet med reduktionsplikt på bensen, diesel och flygfotogen*

⁸ Energimyndigheten (2022) *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*

I denna rapport redovisas också två frågeställningar från konsekvensanalysen av reduktionsplikten för bensen och diesel som inte redovisades i delrapport ett, nämligen:

- konsekvenser av Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikten på bensen, diesel och flygfotogen, samt
- reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft

Konsekvenserna av Försvarsmaktens undantag ska enligt uppdraget analyseras i samråd med Försvarsmakten och Försvarsmaktens materielverk. Naturvårdsverket ska bidra i analysen av reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft.

I uppdraget specificerades vidare att kontrollstationen ska genomföras i samråd med Transportstyrelsen, Trafikverket, Trafikanalys, Naturvårdsverket, Skatteverket, Jordbruksverket, Skogsstyrelsen, Försvarets Materielverk, Försvarsmakten samt relevanta bransch- och intresseorganisationer.

2.3 Metod

Utredningen har genomförts med en kombination av litteraturstudier och kontakter med branschen samt egna analyser. Vi har genomfört intervjuer med 11 olika aktörer inom branschen bestående av producenter, bränsleleverantörer, flygbolag och Swedavia (se Bilaga 3) Sweco fick ett uppdrag att ta fram ett underlag till Energimyndigheten för att kartlägga och jämföra styrmedel i andra länder, vilket har använts som utgångspunkt för våra analyser av andra styrmedel⁹. Vi har utvecklat en modell för att prognosticera energianvändningen av flyget i Sverige framgent. Modellen är baserad på prognoser och statistik från Transportstyrelsen och statistik från Energimyndigheten (läs mer om denna i Bilaga 2) Metodbeskrivning av modell för den svenska flygsektorns utveckling.

Den 27 oktober genomfördes en öppen hearing angående de delar av uppdraget som rör flygfotogen. Deltagarna hade möjlighet att inför hearing skicka in frågor och synpunkter. Regelbundna samrådsmöten har hållits med de myndigheter som omnämnts i uppdraget. Synpunkter och information har också hämtats från samrådsmyndigheterna och de har haft möjlighet att läsa ett tidigt utkast av rapporten. Det gavs under hela projektiden möjlighet för de aktörer som kontaktats i uppdraget att lämna in synpunkter. En sammanställning över extern kommunikation inom utförandet av uppdraget finns i Bilaga 3.

2.4 Rapportens disposition

Kapitlen i denna rapport har följande innehåll:

- Kapitel 3 ger en genomgång av den svenska reduktionsplikten för flygfotogen, dess utformning och varför den är utformad så samt måluppfyllelsen hittills.
- Kapitel 4 redogör för andra styrmedel som också reglerar flygets växthusgasutsläpp och en analys görs av i vilken utsträckning reduktionsplikten för flygfotogen bidrar med ytterligare utsläppsminskningar jämfört med dessa. Kapitel 4 inkluderar också en genomgång av liknande styrmedel i andra europeiska länder som är implementerade eller planerade.

⁹ Sweco (2022) Analys av den svenska reduktionsplikten för flygfotogen – ett uppdrag åt Energimyndigheten

- Kapitel 5 ger en orientering i de standarder som används idag för flygfotogen och vilka förutsättningarna är för att blanda in SAF och fortfarande uppfylla standardspecifikationerna.
- Kapitel 6 beskriver hur utvecklingen har sett ut inom flygsektorn, samt vilken utveckling som kan väntas till 2030. I det här kapitlet utvärderar vi också i vilken utsträckning reduktionsplikten bidrar till att minska utsläppen från flyget.
- Kapitel 7 beskriver marknaden för SAF, både nuläget och hur det kan utveckla sig framöver, samt vad som påverkar priset på SAF.
- Kapitel 8 redogör för kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten och huruvida reduktionspliktsavgiften är tillräckligt hög för att uppfylla syftet med reduktionsplikten. I det här kapitlet bedömer vi även merkostnaden som reduktionsplikten medför i ökade bränslekostnader på grund av inblandningen av SAF.
- Kapitel 9 presenterar våra förslag på justering av reduktionsplikten för flygfotogen och förslagets konsekvenser.
- Kapitel 10 innehåller en konsekvensanalys av Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikt för bensin, diesel och flygfotogen. Kapitel 10 inkluderar också förslag till Försvarsmakten baserat på analysen.
- Kapitel 11 beskriver reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft.

3 Den svenska reduktionsplikten för flygfotogen

Kapitlet i korthet

Reduktionsplikten för flygfotogen är en plikt för bränsleleverantörer av flygfotogen att blanda in SAF i det flygfotogen som tankas på svenska flygplatser. Den trädde i kraft 1 juli 2021. SAF ska blandas in så att en viss reduktionsnivå av växthusgaser uppnås, jämfört med om rent fossilt flygfotogen nyttjades. Reduktionsnivåer finns beslutade till och med 2030 och de ökar för varje år. Nås inte den för året lagstadgade reduktionsnivån utdöms en straffavgift, kallad reduktionspliktsavgift, som uppgår till 6 kronor per kilogram koldioxidekvivalenter. Syftet med att införa en reduktionsplikt för flygfotogen i Sverige var framför allt att minska klimatpåverkan från flyget, men också att främja industrins omställning till en biobaserad ekonomi, öka incitamenten för produktion av biodrivmedel, samt öka sannolikheten för att fler länder tar efter och inför liknande styrmedel.

I denna rapport har måluppfyllelsen för reduktionsplikten endast utvärderats för sex månader under 2021. År 2021 gällde reduktionsnivån 0,8 procent, och den faktiska reduktionen landade på 0,6 procent. Av fem reduktionspliktiga aktörer, uppnådde två plikten helt, ett bolag betalade delvis reduktionspliktsavgift och resterade två bolag betalade hela reduktionspliktsavgiften i stället för att blanda in SAF.

3.1 Användningen av SAF före reduktionsplikten

HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids) är den enda processväg för SAF som har kommersialiserats storskaligt och produktionen började öka först under 2019. I Europa har det funnits specifika styrmedel för inblandning av SAF i flygfotogen sedan 2020, då Norge införde sitt styrmedel. Detta har sedan följts av Sverige under 2021 och Frankrike under 2022. Flyget har ingått i EU ETS sedan 2012. EU ETS har dock i praktiken inte lett till inblandning av SAF, då priset på utsläppsrätter varit för lågt i förhållande till att blanda in SAF.

Det har blandats in SAF i Sverige redan innan den svenska reduktionsplikten för flygfotogen infördes, och detta i form av olika frivilliga åtaganden. Swedavia har mellan 2016 och 2019 årligen upphandlat SAF motsvarande bolagens tjänsteflygresor, ungefär 450 ton SAF årligen.¹⁰ Swedavia har också initiativet ”SAF Incentive Programme” där flygbolag får 50 procent av merkostnaden för att tanka SAF subventionerat av Swedavia. Ett annat exempel i Sverige är Fly Green Fund, en icke vinstdrivande organisation som gör det möjligt för privatpersoner, företag och offentliga organisationer att vara med och finansiera SAF som tankas i Sverige. Organisationen startade 2015 och har hittills levererat 1 475 ton SAF till svenska flygplatser.¹¹

¹⁰ Swedavia AB (2019) *Års- och hållbarhetsredovisning 2019*

¹¹ Fly Green Fund (u.å.) *Om oss*

3.2 Införande av reduktionsplikt för flygfotogen

Införandet av en reduktionsplikt för flyget är ett resultat av utredningen Biojet för flyget¹² (nedan benämnt Biojetutredningen). Biojetutredningen föreslog en reduktionsplikt för flygfotogen som det huvudsakliga förslaget för att minska flygets utsläpp i linje med ambitionen i Parisavtalet. Förslaget ingick senare i januariavtalet som slöts mellan Socialdemokraterna, Centerpartiet, Liberalerna och Miljöpartiet de gröna i januari 2019. Syftet med att införa en reduktionsplikt för flygfotogen i Sverige var framför allt att minska klimatpåverkan från flyget, men också att stärka den svenska industrins omställning till en biobaserad ekonomi, öka incitamenten för produktion av biodrivmedel och ge flyget en grön återstart från pandemin. Regeringen bedömde även att en spridningseffekt i form av att andra länder inför liknande styrmedel skulle kunna uppstå.¹³ Eftersom omställningen till förnybara drivmedel ligger längre fram i tiden för flyget än för andra transportslag, bedömdes i Biojetutredningen att reduktionsplikten för flyget var en särskilt viktig åtgärd.¹⁴

Reduktionsnivåerna för flygfotogen i Biojetutredningen sattes utifrån förväntad tillgång på biojet, alltså förväntad utbyggnadstakt på SAF-produktionen, förväntad klimatprestanda på SAF samt en acceptabel prisökning på flygbränsle utifrån de antaganden som gjordes för prispåverkan på SAF och fossilt flygfotogen. Biojetutredningen konstaterade att även utan en reduktionsplikt så sker en viss inblandning av SAF i flygfotogen på grund av kundefterfrågan, men inte i den utsträckning som behövs. I avsnitt 7.1.2 beskrivs frivilligmarknaden mer.

3.3 Reduktionsplikten för flygfotogen

Flygfotogen inkluderades i lag (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel den 1 juli 2021, genom en lagändring (2021:412). Reduktionsplikten för flygfotogen fungerar likt reduktionsplikten för bensen och diesel på så sätt att den ger skattskyldiga bränsleleverantörer av flygfotogen en plikt att blanda in SAF i det flygfotogen som tankas på svenska flygplatser. Det finns idag fem leverantörer av flygfotogen i Sverige som träffas av reduktionsplikten. Reduktionsplikten omfattar endast flygfotogen, alltså är flygbensen undantaget (flygbensen finns endast i mindre mängder på den svenska marknaden). SAF ska blandas in så att en reduktion enligt Tabell 1 nedan uppnås varje år, jämfört med om rent fossilt flygfotogen nyttjades. Reduktionen är baserad på livscykelutsläpp, och jämförs med ett värde på 89 gram koldioxidequivaler per megajoule för fossilt flygfotogen. Reduktionsplikten för flygfotogen har som målsättning, liksom den för bensen och diesel, att minska mängden fossila utsläpp från flygfotogen per energienhet (specifikt per megajoule).¹⁵

¹² SOU 2019:11

¹³ Prop. 2020/21:135

¹⁴ Regeringskansliet (2020) *Reduktionsplikt för flygfotogen*

¹⁵ Reduktionsplikten tar inte så kallade höghöjdseffekter i beaktning, då även biodrivmedel som förbränns orsakar höghöjdseffekt. Höghöjdseffekten uppstår när flygplan förbränner bränsle över cirka 8000 meter över havet. Kväveoxider, partiklar och vattenånga släpps ut vid förbränningen och bidrar vid den höjden i högre utsträckning till växthuseffekten. Dessa ämnen har också en växthuseffekt i atmosfären. Inrikes flyg av kortare karaktär går aldrig upp på de höjderna och bidrar därför inte till höghöjdseffekten. Höghöjdseffekten beräknas bidra med ungefär lika mycket påverkan på klimatet som koldioxiden som släpps ut vid förbränning av flygfotogenet, men beror på faktorer så som luftfuktighet, lufttemperatur och exakt flyghöjd. Läs mer: Naturvårdsverket (u.å.) *Flygets klimatpåverkan*

Tabell 1. Reduktionsnivåer för flygfotogen under 2021–2030 enligt reduktionspliktslagen¹⁶

2021	0,8%
2022	1,7%
2023	2,6%
2024	3,5%
2025	4,5%
2026	7,2%
2027	10,8%
2028	15,3%
2029	20,7%
2030	27,0%

Det är möjligt för bolagen att handla med överlåtelse av växthusgasreduktion, om ett bolag har överpresterat sin inblandning av SAF. En överlåtelse av växthusgasreduktion innebär att en bränsleleverantör som har blandat in mer SAF än vad som behövs enligt lagen, kan överlåta utsläppsminskningar till en annan bränsleleverantör. Det går enligt nuvarande lagstiftning inte att handla med överlåtelse mellan flygfotogen och bensin eller diesel. Det första året med reduktionsplikt för flygfotogen handlades inga överlåtelse för detta bränsle. Reduktionspliktsavgiften för flygfotogen ligger idag på 6 kronor per kilogram koldioxidekvivalent.

I och med lagändringen 2021 så justerades reduktionsplikten så att även elektrobränslen kan blandas in i syfte att uppnå reduktionsplikten. Detta är i lagen om reduktionsplikt definierat genom att reduktionsplikten ska uppnås ”genom inblandning av förnybara eller andra fossilfria drivmedel” (2 §). I 16 § står det ”Regeringen får meddela föreskrifter om [...] 2. Vad som avses med förnybara och andra fossilfria drivmedel och hur det ska säkerställas att dessa drivmedel är hållbara”.¹⁷ I förordning om reduktionsplikt anges det dock att förnybara och andra fossilfria drivmedel är biodrivmedel.¹⁸ Det innebär i praktiken att förordningen skulle behöva justeras för att det ska vara tillåtet att använda elektrobränslen för att uppfylla reduktionsplikten. Anledningen till att man i lagen delegerade definitionen av vad biodrivmedel och andra fossilfria drivmedel är till förordningen var att det skulle bli enklare att genomföra förändringen i framtiden. EU-kommissionen väntas komma med delegerade akter som ska innehålla metoder för beräkning av livscykelutsläpp av växthusgaser och andel förnybar energi för elektrobränslen.¹⁹ I skrivande stund har utkast på de delegerade akterna²⁰ kommit men de har ännu inte beslutats. Energimyndigheten har ännu inte givits något uppdrag för att ta fram kriterier för vilka bränslen som avses, och hur hållbarheten för dessa ska säkerställas, så även om lagen öppnar för användandet av elektrobränslen, så finns det idag ännu ingen praktisk möjlighet för en bränsleleverantör att faktiskt tillgodoräkna sig dem inom reduktionsplikten.

Försvarsmakten är undantagen inblandning av biodrivmedel i flygfotogen, liksom för bensin och diesel. Mer om detta undantag finns beskrivet i kapitel 10.

¹⁶ SFS 2017:1201

¹⁷ SFS 2017:1201

¹⁸ § 2a SFS 2018:195

¹⁹ Prop. 2020/21:180

²⁰ Europeiska kommissionen (2022-05-23) *Commission launches consultations on the regulatory framework for renewable hydrogen*

3.4 Koppling till hållbarhetskriterier

För att SAF ska kunna blandas in i flygfotogen och räknas inom reduktionsplikten, behöver drivmedlet uppfylla lagen (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen (hållbarhetslagen). Lagen ställer krav på leverantörer av biodrivmedel och användare av biobränslen att uppfylla vissa hållbarhetskriterier. Hållbarhetslagen är en implementering av EU:s förnybartdirektiv²¹ (RED, Renewable Energy Directive) i svensk lag. I skrivande stund förhandlas RED-III, som är ett förslag på en revidering av det andra förnybartdirektivet som beslutades på EU-nivå under 2018 (RED-II). För mer information om förnybartdirektivet, se delrapport ett²².

Hållbarhetslagen ställer exempelvis krav på spårbarhet på råvaran, krav på att undvika viss typ av markanvändningsförändring²³, och krav på utsläppsminskningar av växthusgaser för det förnybara bränslet jämfört med den fossila motsvarigheten. För anläggningar som producerar biodrivmedel och tas i drift efter 31 december 2020 gäller ett krav på 65 procent minskning av växthusgasutsläpp jämfört med biodrivmedlets fossila motsvarighet. Förnybartdirektivet främjar också vissa råvaror som bedöms vara hållbara utifrån andra aspekter än klimatprestanda, dock kräver många av dessa nya tekniker för att kunna omvandlas till biodrivmedel (Annex IX del A i RED-II).

Som nämndes i föregående kapitel finns det ännu inga bestämmelser i hållbarhetslagen för hur hållbarheten för elektrobränslen ska säkerställas. På EU-nivå så förhandlas det i skrivande stund kring en delegerad akt för hur man kan säkerställa hållbarheten hos förnybara bränslen av icke-biologiskt ursprung, och därmed kunna tanka dem som ett förnybart flygfotogen.²⁴ Som nämns i kapitel 7.3, så förväntas inget SAF som inte härstammar från biomassa finnas på marknaden förrän omkring 2030, så regelverket kommer troligtvis inte vara ett hinder för att tillgodoräkna sig det i reduktionsplikten.

3.5 Måluppfyllelse för 2021

Reduktionsplikten för flygfotogen trädde i kraft 1 juli 2021, och därmed finns i skrivande stund endast ett halvårs rapporteringsdata att tillgå. År 2021 gällde reduktionsnivån 0,8 procent, och den faktiska reduktionen landade på 0,6 procent, en underprestation med 0,2 procentenheter. Den faktiska reduktionen för 2021 var 4 823 ton koldioxidekvivalenter, och den faktiska mängden SAF var 1 740 m³, motsvarande cirka 1 400 ton.

Av fem reduktionspliktiga aktörer, uppnådde två plikten helt. En aktör betalade delvis avgift och resterade två aktörer betalade hela avgiften i stället för att blanda in SAF. Sammanlagt utfärdade Energimyndigheten 14 miljoner kronor i avgifter. Det skedde inte någon överlåtelsehandel för flygfotogen under 2021.

²¹ Direktiv 2018/2001

²² Energimyndigheten (2022) *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*

²³ Syftet med detta är att skydda mark med höga kollagervärden, och skydda den biologiska mångfalden, så att uttaget av bioråvara för energianvändning inte leder till höga utsläpp från marken, eller att den biologiska mångfalden hotas. För jordbruksgrödor gäller detta enkelt uttryckt naturskyddade områden, mark som varit skog åtminstone fram till 2008, gräsmarker med hög biologisk mångfald, torvmarker och våtmarker. Inte heller för skogsråvaror accepteras råvaror från naturskyddade områden, men annars finns det inga förbud mot råvaror från vissa naturtyper utan kraven handlar snarare om att råvaran ska komma från områden där det finns lagstiftning eller andra förvaltningssystem som säkerställer att avverkningsarna går lagenligt och hänsynsfullt till samt att skogens kollager bibehålls på lång sikt.

²⁴ Europeiska kommissionen (2022) *Produktion av förnybara drivmedel – andel förnybar el (krav)*

Nedan redogörs för olika faktorer som kan ha bidragit till den bristande måluppfyllelsen under 2021.

- Som nämns i avsnitt 7.1.1 så har tillgången på SAF varit begränsad. Samtidigt är det hög marknadskoncentration. Detta har lett till höga priser på SAF. Bolagen kan ha valt att styra volymerna till en annan marknad som betalar bättre än den svenska, har inte fått tag på SAF eller helt enkelt valt att inte blanda in för att det har varit det ekonomiska valet. En ytterligare möjlighet är att flygbolagen i sin tur inte ville betala för det lite dyrare bränslet (även om skillnaderna i bränslekostnad hittills varit små mellan att blanda in och inte blanda in på grund av att små volymer har krävts).
- Enligt branschen finns det globalt en stor marknad driven av frivilliga åtaganden, denna uppges i dagsläget vara större än den regulatoriska marknaden. Läs mer i avsnitt 7.1.2. Dessa frivilliga initiativ väljer ofta att inte tillåta att den mängden tillgodoräknas i den svenska reduktionsplikten eller liknande styrmedel, då de vill säkerställa en additionalitet till kunden som betalar extra för inblandningen av SAF. Det kan också vara så att betalningsviljan på den frivilliga marknaden är högre än den som skapas genom straffavgiften i reduktionsplikten.
- Det svenska systemet med reduktionsplikt upplevs som relativt komplicerat, i och med att beräkningar och speciell rapportering behövs för att säkerställa reduktionen. För leverantörer som inte är vana vid den administrationen är det enklare att styra volymerna till en marknad med volymkrav.

De företag som uppfyllde plikten gjorde det antagligen för att de lyckats ingå ett fördelaktigt avtal med producenter och kunnat köpa SAF till ett acceptabelt pris. Andra anledningar kan vara att de vill följa lagstiftningen och inte riskera att få dålig publicitet genom att inte blanda in SAF. En annan anledning kan vara att deras kunder vill köpa flygfotogen med inblandning av SAF.

I Biojetutredningen antogs en växthusgasprestanda på 16 gram koldioxidekvivalenter per megajoule vid införandet av reduktionsplikten, och ett värde på 8–9 gram koldioxidekvivalenter per megajoule SAF år 2030. För år 2021 visar statistiken ett genomsnittsvärde på 7,5 gram koldioxidekvivalenter per megajoule, alltså lägre än vad Biojetutredningen antog. Detta har inneburit att det krävts mindre volymer av SAF för att uppfylla plikten än vad Biojetutredningen antog att det skulle behövas.

3.6 Tillgodoräknande av SAF inom EU-ETS

Under 2021 har inga av de flygoperatörer som är registrerade i Sverige för utsläppsrechts-handelssystemet tillgodoräknat sig SAF inom systemet. Det finns inga direkta hinder för detta i lagstiftningen, men det saknas samtidigt tydliga riktlinjer för hur det ska hanteras, och flygoperatörerna vittnar om att det är problematiskt att få tillgång till rätt information från bränsleleverantörerna. Enligt uppgifter från Naturvårdsverket²⁵ pågår ett samarbete på EU-nivå med att ta fram sådana riktlinjer.

²⁵ Möte med Naturvårdsverket den 23 september.

3.7 Koppling till nationella räkenskaper för växthusgaser

Reduktionsplikten omfattar allt flygfotogen som tankas på svenska flygplatser. I motsats, så ingår endast flygfotogen som förbränns i inrikesflyg i den svenska nationella växthusgasutsläppsräkenskapen. Därmed bidrar reduktionsplikten till både svenska territoriella utsläppsminskningar och internationella sådana. Under perioden 2010–2020 stod utrikes flyg för i genomsnitt 82 procent av de totala mängderna bränsle²⁶ till luftfart och samma andel av utsläppen av växthusgaser²⁷.

Denna problematik kopplar an till mål för hur utsläpp från inrikes flyg bör minska. Miljömålsberedningen presenterade 2022 förslaget att inrikesflygtrafik bör ingå i 2030-målet för transporter (att växthusgasutsläppen från inrikes transporter ska minska med 70 procent till 2030 jämfört med 2010). Om inrikes flyg skulle inkluderas i 2030-målet och målet ska uppnås genom att SAF faktiskt blandas in i drivmedlet som används i inrikesflyget, behöver man kunna följa olika fysiska flöden av SAF vid tankningen för att se hur mycket som går till inrikes respektive utrikes flyg. Detta skulle bli nästan praktiskt omöjligt att genomföra, då inrikesflyg och utrikesflyg använder samma tankningsinfrastruktur och inblandningen av SAF sker på massbalans (alltså behöver det inte vara exakt samma inblandning i varje liter flygfotogen). En sådan separation skulle innebära en hög nivå av administration och distribution. Några leverantörer motsätter sig rimligheten i ett sådant krav, och andra påpekar att det teoretiskt är genomförbart men kostsamt. En ytterligare faktor som komplicerar det hela är att reduktionsplikten för bensen och diesel också påverkar och påverkas av hur hög reduktionsplikten för flygfotogen är, om inrikes flyget ska ingå i 2030-målet.

²⁶ Energimyndigheten (u.å.) Energibalans, 2005 -

²⁷ Naturvårdsverket (u.å.) *Utrikes sjöfart och flyg, utsläpp av växthusgaser*; Naturvårdsverket (u.å.) *Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser*.

4 Andra styrmedel som reglerar flygets växthusgasutsläpp

Kapitlet i korthet

Flyget ingår sedan 2012 i EU:s system för utsläppshandel (EU ETS). Hittills har dock priserna för utsläppsrätter inom EU ETS varit för låga för att ge tillräckliga incitament för användning av SAF. Prognoser visar att de inte heller kommer bli tillräckligt höga för att EU ETS ensamt ska kunna driva på användningen av SAF i flyget. Inte heller det globala styrmedlet CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) bedöms kunna ge tillräckliga ekonomiska incitament för att inblandningen av SAF ska öka. Inom CORSIA måste flygbolagen köpa utsläppskrediter och därmed klimatkompensera för de koldioxidutsläpp som överstiger 2019 års nivå (85 procent av 2019 års utsläpp från och med 2024), eller blanda in SAF.

Det är bland annat därför som förordningen ReFuelEU Aviation, som nu är under förhandling, har föreslagits som en gemensam inblandningsplikt för SAF i EU. Syftet med förordningen är att upprätthålla lika villkor på unionens luftfartsmarknad och samtidigt öka användningen av hållbara flygbränslen. Energimyndigheten bedömer att medlemsstater sannolikt inte kommer att ha högre inblandningskrav än de i ReFuelEU Aviation. Detta skulle innebära att den svenska reduktionsplikten behöver anpassas eller upphöra tills förordningen träder i kraft 1 januari 2025.

Då ReFuelEU Aviation bedöms bidra med ytterligare utsläppsminskningar i flyget jämfört med EU ETS och CORSIA, så kan konstateras att även den svenska reduktionsplikten gör det (i Sverige och i den svenska flygsektorn). Dock är det viktigt vilka systemgränser som används i en analys av ett styrmedels additionalitet²⁸. De totala utsläppen inom EU (det vill säga inom alla sektorer) påverkas inte av den svenska reduktionsplikten (eller ReFuelEU Aviation), då EU ETS sätter ett tak för utsläppen inom EU.

4.1 EU ETS

Systemet för utsläppshandel (EU ETS; European Union Emissions Trading Scheme) inrättades 2005 och syftar till att på ett kostnadseffektivt sätt reducera utsläppen genom av handel med utsläppsrätter. I systemet sätts ett tak på hur stora utsläpp deltagande företag får släppa ut och företagen ansvarar för att genomföra utsläppsbegränsande åtgärder och investera i ny teknik. Taket sänks successivt för att på så vis reducera utsläppen i linje med EU:s klimatmål.

Flyg ingår sedan 2012 i det europeiska systemet för handel med utsläppsrätter, EU ETS. Ursprungligen inkluderades utsläpp från flygningar som ankommer till eller avgår från en flygplats inom det europeiska ekonomiska samarbetsområdet (EES). I praktiken har dock omfattningen, något förenklat, begränsats till att omfatta flygningar inom EES enligt det

²⁸ Det vill säga vilken ytterligare utsläppsminskning den svenska reduktionsplikten ger upphov till jämfört med andra styrmedel som också reglerar flygets klimatpåverkan.

så kallade ”stop the clock”-undantaget. Detta för att stötta utvecklingen av det globala styrmedlet för internationella flyg, CORSIA, se avsnitt 4.2. Enligt det senaste beslutet gäller undantaget till 2023, men det kan komma att ändras beroende på hur översynen av ETS-direktivet faller ut.²⁹ Flygoperatörerna som omfattas av systemet är skyldiga att annullera utsläppsrätter för de utsläpp som de ger upphov till. Varje flygoperatör tilldelas en medlemsstat som ansvarar för beslut om fri tilldelning av utsläppsrätter och fullgörande. En flygoperatör baserad i EES tilldelas den medlemsstat som utfärdar licensen medan en flygoperatör baserad utanför EES tilldelas den medlemsstat där den största delen av utsläppen sker.

Tilldelningen av utsläppsrätter för flyget sker på tre olika sätt. Andelen utsläppsrätter som tilldelas på respektive sätt under fas 3 är fördelade enligt följande:

- 82 procent genom fri tilldelning
- 15 procent genom auktionering³⁰
- 3 procent inom den särskilda reserven³¹

Viktigt i sammanhanget är betona att den fria tilldelningen i princip ger samma incitament till åtgärder som auktionering. Detta då en använd utsläppsrätt är en förlorad intäkt från försäljning av densamma (det vill säga alternativkostnaden). Den fria tilldelningen av utsläppsrätter för flyget är som regel inte kopplad till förändrad aktivitet till skillnad från systemet för stationära anläggningar, i stället baseras deras fria tilldelning på de utsläpp de hade året som de registrerades i systemet. Även om flygoperatören ökar utsläppen från sina flygningar så får de med andra ord inte fler gratis utsläppsrätter.

Enligt nuvarande förordning ska tilldelningen minska med den linjära reduktionsfaktorn på 2,2 procent varje år från 2021 och framåt (samma för både stationära anläggningar och flygoperatörer).³² Som en del av EU:s Fit-for-55-paket har EU-kommissionen föreslagit att helt fasa ut den fria tilldelningen av utsläppsrätter för flyget under perioden 2024–2027.³³ Det skulle innebära att utsläppsrätter kommer att behöva förvärvas via auktionering i stället.

4.2 CORSIA

ICAO (International Civil Aviation Organization) är ett specialorgan inom FN för internationell civil luftfart, som verkar för ett harmoniserat flygfartssystem i världen. I syfte att skapa ett internationellt harmoniserat system för att minska flygets klimatpåverkan har de utvecklat ett globalt marknadsbaserat styrmedel som kallas CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation). ICAO reglerar endast flygningar som går över nationsgränser, och systemet omfattar därför enbart utrikes flygresor mellan medlemsländerna.

²⁹ Europaparlamentet (2022-10-26) *Utsläpp från flygplan och fartyg: En överblick av EU:s åtgärder*

³⁰ Riksgälden ansvarar för att ta emot intäkter från auktionering av utsläppsrätter i Sverige. Intäkterna går till statskassan (Riksgälden, 2022-02-16, *Auktioner av utsläppsrätter*).

³¹ Den särskilda reserven är avsedd för nya flygoperatörer och för operatörer under kraftig expansion. (Naturvårdsverket, u.å., *Vägledning: Flygoperatörer i EU ETS*).

³² Europeiska kommissionen (u.å.) *Allocation to aviation*

³³ Europeiska kommissionen (2021) *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC as regards aviation's contribution to the Union's economy-wide emission reduction target and appropriately implementing a global market-based measure*

Implementeringen av CORSIA görs i tre faser. Under den så kallade pilotfasen (2021–2023), som är frivillig, innebär systemet att flygbolagen måste köpa utsläppskrediter och därmed klimatkompensera för de utsläpp som överstiger 2019 års nivå. Klimatkompenseringen bidrar till utsläppsminskningar inom andra sektorer. Alternativt kan flygoperatörer välja att blanda in SAF i flygfotogenet, med så kallade ”eligible fuels” (kvalificerade bränslen) för CORSIA. För att vara ett kvalificerat bränsle måste det uppfylla kriterier både vad gäller råvara, processväg och ha genomgått en certifieringsprocess. Det finns 16 olika råvaror, inklusive jordbruksgrödor, som är godkända för att använda inom CORSIA.³⁴ Det finns inga begränsningar av råvaror från jordbruksgrödor, till skillnad från ReFuelEU Aviation (se avsnitt 4.4) och förnybartdirektivet. De godkända processvägarna är även godkända enligt ASTM-standard³⁵, läs mer i kapitel 5. Enligt ett beslut i ICAO:s generalförsamling i oktober 2022 har ambitionen höjts för första och andra fasen (2024–2026 respektive 2027–2035) och innebär då att utsläppen inte får vara högre än 85 procent av koldioxidutsläppen under 2019.³⁶

I skrivande stund har 118 länder³⁷ meddelat att de avser delta i CORSIA, vilket blir obligatoriskt år 2027 för alla länder som deltar i ICAO (pilotfasen och första fasen är frivilliga). EU har åtagit sig att delta från och med pilotfasen.³⁸ Flygbolag som släpper ut mer än 10 000 ton koldioxidekvivalenter från internationella flygningar per år ska ingå i systemet och inkluderar alla flyg som har över 5 700 kg startvikt. Flygningar med medicinska, humanitära och brandbekämpande syften är undantagna, liksom flygbolag i de allra fattigaste länderna, små önationer, länder utan havskust, samt länder med mycket låg andel internationell flygtrafik.³⁹ Av de flygbolag som ingår i systemet för handel med utsläppsrätter i Sverige ligger sex av nio bolag över den gränsen.⁴⁰

4.3 Beskattning av luftfart

Artikel 24 a) i Chicago-konventionen från 1944⁴¹ anger att bränsle som redan befinner sig ombord på ett flygplan som flyger till eller från avtalsslutande stat eller genom dess luftrum ska undantas från skatt och andra liknande pålagor. Konventionen, i kombination med flera andra resolutioner, innebär i praktiken att bränsle som används i internationell flygtrafik ska undantas. Därför är det mesta flygbränslet som används för inrikes flyg också undantaget energi- eller koldioxidskatt.⁴²

³⁴ Fleming & de Lépinay (2019) *Environmental Trends in Aviation to 2050*

³⁵ Godkända processvägar är Fischer-Tropsch, Hydroprocessed esters and fatty acids (HEFA), Alcohol (etanol och isobutanol) to jet (ATJ) och Synthesized iso-paraffins (SIP).

³⁶ ICAO (2022) *CORSIA Newsletter September 2022*

³⁷ ICAO (u.å.) *CORSIA News*

³⁸ Europeiska rådet (2022-05-20) *Beslutet om kompensationskrav för lufttransportutsläpp: rådet antar ståndpunkt.*

³⁹ Naturvårdsverket (u.å.) *Flygoperatörer i Corsia*

⁴⁰ Naturvårdsverket (u.å.) *Vägledning: Flygoperatörer i EU ETS*

⁴¹ CAO (1944) *Convention on international civil aviation*

⁴² Nationellt så beskattas inte flygfotogen om passagerare eller gods transporteras mot ersättning. Alltså beskattas flygfotogen om en privatperson eller ett företag använder ett flygplan för att frakta passagerare eller gods för eget syfte. Se 1 kap. 11 § lag (1994:1776) om skatt på energi.

Sverige har infört en flygskatt⁴³ som läggs på varje flygstol. Skattesatserna för flygskatten omräknas varje år med utgångspunkt från förändringarna i det allmänna prisläget. Skatten för år 2022 ska betalas med:

- 64 kronor per passagerare som reser till europeiska länder i bilaga 1 till lagen (2017:1200) om skatt på flygresor,
- 265 kronor per passagerare som reser till en slutdestination i ett utomeuropeiskt land som anges i bilaga 2 till lagen (2017:1200) om skatt på flygresor, och
- 424 kronor per passagerare som reser till en annan slutdestination.⁴⁴

Syftet med skatten är att minska efterfrågan på flyg och därmed utsläppen av växthusgasutsläpp.⁴⁵

4.4 ReFuelEU Aviation

Som en del i fit-for-55-paketet presenterade EU-kommissionen ett förslag för gemensam inblandningsplikt för flygbränsle i form av en förordning som ska gälla inom hela EU. Den kallas för ReFuelEU Aviation och anger att leverantörer av flygbränsle ska blanda in en viss andel hållbara flygbränslen, inklusive elektrobränslen. Syftet med förordningen är att upprätthålla lika villkor på unionens luftfartsmarknad och samtidigt öka användningen av hållbara flygbränslen, då EU ETS har visat sig otillräckligt för att stimulera användning och produktion av SAF.⁴⁶ Någon straffavgift för utebliven inblandning är inte fastställd, men det ska vara möjligt att blanda in mer SAF retroaktivt för att kompensera för utebliven inblandning. SAF som ska kunna användas för att uppfylla inblandningskravet får inte vara producerade från livsmedels- och fodergrödor. Det ursprungliga förslaget angav att endast råvaror från Annex IX i förnybartdirektivet skulle få användas, men i rådets allmänna inriktning angavs att även andra råvaror (förutom livsmedels- och fodergrödor) ska få användas, dock max upp till tre procent.⁴⁷ Även syntetiska bränslen ska få användas, och främjas genom subkvoter.

Förslaget anger att flygbränsleleverantörer ska säkerställa att allt flygbränsle som tillhandahålls flygoperatörer vid varje unionsflygplats innehåller en minimiandel hållbart flygbränsle. Med unionsflygplats avses flygplatser där passagerartrafiken översteg 800 000 passagerare eller där godstrafiken översteg 100 000 ton under rapporteringsperioden (kalenderåret). För Sveriges del innefattar det enligt uppgifter från Transportstyrelsen⁴⁸ fyra till fem flygplatser (beroende på vad den slutgiltiga definitionen av unionsflygplatser blir), motsvarande 87 procent av alla avgångar i Sverige. Det är dock möjligt för en medlemsstat att utöka avgränsningen för vilka flygplatser som ska omfattas av inblandningskravet. Förslagen innehåller skrivningar om att flygbränsleleverantörerna får använda sig av ett massbalanssystem för att visa att de har uppfyllt kravet, men det är ännu inte helt tydligt exakt vad som avses med detta.

⁴³ SFS 2017:1200

⁴⁴ SFS 2021:1082

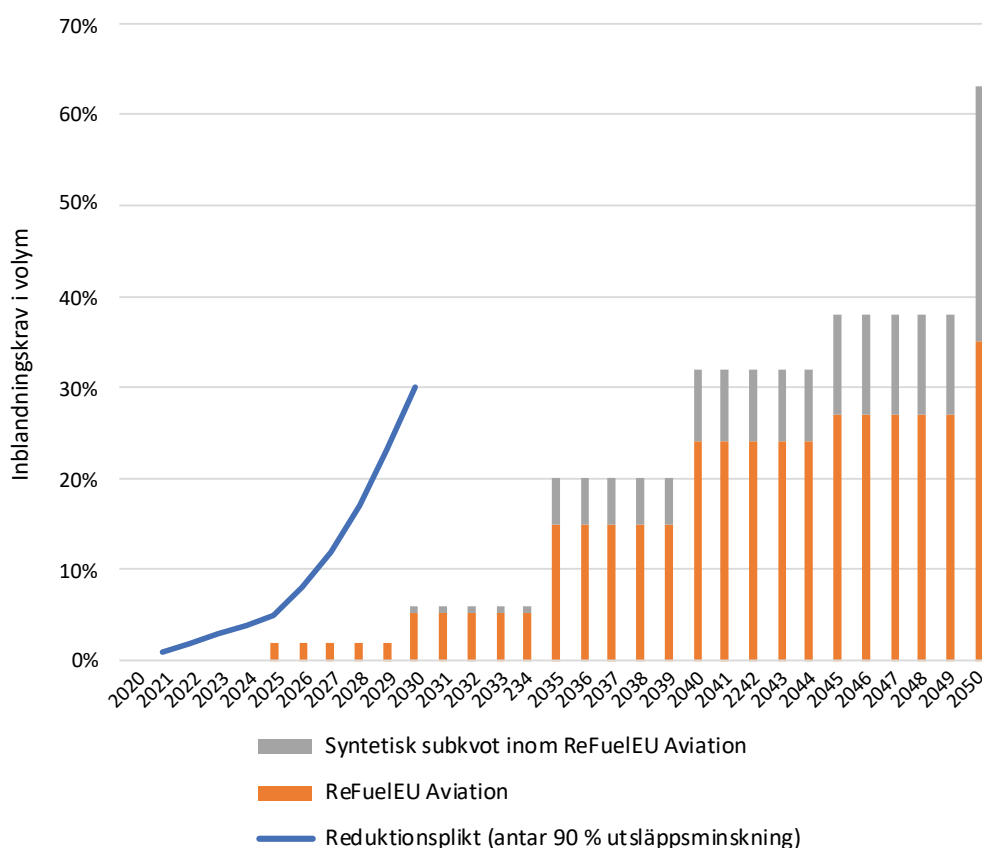
⁴⁵ Regeringskansliet (2017) *Skatt på flygresor*

⁴⁶ EU-kommissionen (2021) *Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om säkerställande av lika villkor för hållbar luftfart*. COM/2021/561 FINAL.

⁴⁷ Europeiska rådets allmänna inriktning. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport – 'ReFuelEU Aviation' - General approach*

⁴⁸ Transportstyrelsen (2022) *Flygplatsstatistik*

Ett av de primära syftena med förordningen är att upprätthålla lika villkor på unionens luftfartsmarknad. Energimyndighetens förståelse är att medlemsstater inte kommer att vara tillåtna att ha högre inblandningskrav än så (däremot kommer flygbolag och flygplatser sannolikt kunna ha högre inblandningskrav än den miniminivån som sätts för medlemsstaterna). Därmed bedömer Energimyndigheten att det sannolikt blir nödvändigt att avskaffa den svenska reduktionsplikten vid det datum då artikel (4) om andel hållbart flygbränsle träder i kraft, det vill säga den 1 januari 2025.



Figur 1. Föreslagna inblandningsnivåer för ReFuelEU Aviation (enligt rådets allmänna inriktning⁴⁹) samt inblandningsvolym som är nödvändig för att uppfylla reduktionsplikten (antaget att förnybart flygbränsle har 90 procents utsläppsminskning).

Källa: Energimyndighetens bearbetning.

Flygoperatörer ska enligt förordningsförslaget årligen redovisa hur mycket de har tankat vid respektive unionsflygplats och hur stor inblandningen av hållbart flygbränsle har varit till Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet. I syfte att undvika ekonomitankning anger förordningsförslaget också att tankningen på de unionsflygplatser där flygningarna

⁴⁹ Europeiska rådets allmänna inriktning. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport – ‘ReFuelEU Aviation’ - General approach*

startar ska utgöra minst 90 procent⁵⁰ av den bränsleförbrukning som behövs för den aktuella flygresan. Detta krav ska förebygga att flygoperatörer tankar extra mycket bränsle vid en flygplats där bränslet är billigare. Anledningen att man vill förebygga detta är för att bränsleförbrukningen blir större om flygplanet har mer bränsle än vad som är nödvändigt i tankarna.⁵¹ En studie som VTI har gjort⁵² på uppdrag av Transportstyrelsen visar att ekonomitankning kan bli aktuellt redan vid prisskillnader på mer än 4 procent, särskilt för kortare sträckor.

4.5 Miljöstyrande start- och landningsavgifter

Den 29 augusti 2019 gav regeringen Transportstyrelsen i uppdrag att lämna förslag om miljöstyrande start- och landningsavgifter. Transportstyrelsen skulle analysera möjligheterna till en större differentiering av start- och landningsavgifter på flygplatser och lämna konsekvensbeskrivna författningsförslag. Transportstyrelsen kom fram till att det mest ändamålsenliga var att komplettera förordningen (2011:867) om flygplatsavgifter genom att ålägga ledningsenheten för en flygplats att klimatudifferentiera avgifterna i samråd med flygplatsanvändarna.

Regleringsförslaget omfattar initialt Stockholm Arlanda flygplats och Göteborg Landvetter flygplats, eftersom det är dessa flygplatser som omfattas av lagen (2011:866) om flygplatsavgifter. Bedömningen var att detta skulle omfatta 46 procent av rörelserna och cirka 86 procent av alla passagerare vid svenska flygplatser. Syftet med differentieringen är att minska flygets klimatpåverkan. I skrivande stund finns enligt Energimyndighetens vetenskap ingen utvärdering av vilka effekter de miljöstyrande start- och landningsavgifterna har haft på flygets utsläpp.

4.6 Jämförelse med andra styrmedel och reduktionsplikten additionalitet

I uppdraget till Energimyndigheten ingår det att undersöka i vilken utsträckning reduktionsplikten bidrar med ytterligare utsläppsminskningar i flyget jämfört med andra klimatstyrmedel som också reglerar flygets klimatpåverkan (det vill säga EU ETS, ReFuelEU Aviation och CORSIA, vilka har beskrivits tidigare i det här kapitlet). Som kan läsas i avsnitt 4.4 ovan bedömer vi att den svenska reduktionsplikten med sannolikt måste avvecklas senast 1 januari 2025 i och med att ReFuelEU Aviation träder i kraft. I det här kapitlet jämför vi de tre internationella styrmedlens effekt med reduktionsplikten, givet att reduktionsplikten kan vara i kraft som ursprungligen beslutat, till 2030. Tabell 2 visar en jämförelse av reduktionsplikten och de tre internationella styrmedlens utformning och omfattning.

⁵⁰ Kravet gäller per år, vilket ger en viss flexibilitet. Genomsnittet över året får dock inte understiga 90 procent.

⁵¹ Soone (2022) *ReFuelEU Aviation initiative: Summary of the Commission proposal and the Parliament's draft committee report*

⁵² Lindgren, S. & Johansson, M. (2021) *Ekonomitankning vid flygplatser: beräkningsunderlag*

Tabell 2. Jämförelse av Sveriges reduktionsplikt för flygfotogen och andra styrmedel som också reglerar flygets klimatpåverkan.

	Sverige	EU ETS	ReFuelEU Aviation	CORSIA
Status	Infört	Infört	Ännu ej beslutat	Frivilligt 2021–2026. Obligatoriskt fr.o.m. 2027.
Omfattning	Sverige	Flyg inom ESS (i nuläget)	Samtliga unionsflygplatser	Internationellt system, flygresor mellan medlemsländer
Form på krav	Reduktionsplikt för SAF	Utsläppsrätter	Volymkrav för SAF	Inblandning av SAF eller kompensation via utsläppskrediter
Startår	2021	2012 för flyg	2025	Frivilligt fr.o.m. 2021, obligatoriskt fr.o.m. 2027. EU har åtagit sig att vara med från 2021.
Målsättning 2030 volym)	Ca 30 %	-	5 %	Ingen specifik nivå för SAF
Råvaror	Hållbarhetslagen avgränsar	Hållbara drivmedel enligt RED-II	Inga livsmedels- och fodergrödor. Fokus på råvaror i RED-II Annex IX och syntetiska bränslen	Av ICAO godkända SAF (se avsnitt 4.2)
Överlåtelse av överskott	Ja	Ja (handel av utsläppsrätter)	Ja, under första åren	-
Ansvarig part	Bränsleleverantör	Flygbolag	Flygbolag, bränsleleverantör, flygplats	Flygbolag

I kapitel 6 visar vi vår uppskattning av vilka utsläppsminskningar som reduktionsplikten förväntas kunna leda till 2030, vilka uppgår till 0,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter i flygsektorn. Förutsätter vi att samma mängd flygfotogen i flyget i Sverige 2030 som antas i den uppskattningen skulle utsläppsminskningen från ReFuelEU Aviation, med 6 procent volyminblandning av SAF, resultera i en utsläppsminskning på 0,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Alltså resulterar reduktionsplikten i en additionell utsläppsminskning på 0,7 miljoner ton år 2030 i flygsektorn i Sverige, jämfört med kvotnivåerna i ReFuelEU Aviation. Ackumulerat för åren 2025 till 2030 skulle reduktionsplikten bidra med en utsläppsminskning på 2,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter extra jämfört med om Sverige implementerar ReFuelEU Aviation. Se mer om detta i 6.2.

Däremot skapas en större europeisk marknad, och följaktligen större inblandning av SAF och utsläppsminskning i flygsektorn inom EU, än vad de i dagsläget implementerade nationella mandatsystemen (Sverige, Norge och Frankrike) kan resultera i. Se avsnitt 7.1.2 och Figur 10.

Det är svårare att göra en kvantitativ bedömning av vilken additionalitet⁵³ reduktionsplikten ger i form av utsläppsminskningar i Sverige jämfört med enbart EU ETS. Detta då det beror på hur priset på utsläppsrätter samt prisskillnaden mellan fossilt flygfotogen och SAF utvecklar sig. Att uppskatta priset på utsläppsrätter till 2030 är en utmaning, men det finns prognoser som visar att det skulle kunna vara omkring 128 euro per ton

⁵³ Det vill säga vilken ytterligare utsläppsminskning den svenska reduktionsplikten ger upphov till jämfört med andra styrmedel som också reglerar flygets klimatpåverkan.

år 2030.⁵⁴ I kapitel 8 genomför vi en känslighetsanalys för hur priset på flygfotogen och utsläppsrätter kan utvecklas till 2030, och hur det påverkar reduktionsplikten. Baserat på data som används i den analysen skulle priset på utsläppsrätter behöva vara cirka 650 euro per ton koldioxidekvivalenter för att driva en inblandning av SAF om inga andra styrmedel finns (såsom den svenska reduktionsplikten). Detta förutsatt att prisrelationen mellan fossilt flygfotogen och SAF (i svenska kronor) är konstant, samt att inga energiskatter införs.

Enligt ovan resonemang kommer EU ETS inte att driva en inblandning av SAF i Sverige såvida priset på utsläppsrätter inte blir flerfaldigt högre.^{55,56} Det kommer i perspektivet 2030 vara mer effektivt att genomföra utsläppsminskningar i andra sektorer än flyget. I konsekvensanalysen till ReFuelEU Aviation konstateras att priserna för utsläppsrätter varit signifikant lägre än vad som skulle behövas för att kompensera för merkostnaden för SAF och att EU ETS inte är tillräckligt för att öka volymerna av SAF i flyget, vilket är en av anledningarna till förslagen i ReFuelEU Aviation.⁵⁷ Enligt en analys av Goldman Sachs är kostnaden för att reducera utsläpp fem gånger högre i flygsektorn än i till exempel jordbruket och elproduktion, vilket också visar på utmaningarna med att ställa om flygsektorn och att de inte kommer ske enbart genom EU ETS.⁵⁸

Även gällande CORSIA är det svårt att göra en uppskattning av reduktionsplikten additionalitet i form av faktiska utsläppsminskningar från flyget i Sverige. CORSIA:s mål är att alla utsläppsökningar från baslinjen kompenseras genom aktiviteter som genererar krediter. En av dessa aktiviteter är inblandning av SAF, men det är svårt att kvantifiera hur stor denna mängd kan bli 2030. Detta är även något som EU konstaterar, och det var en av anledningarna till att man såg behovet av att introducera ett inblandningskrav i flyget, utöver utsläppsrättssystemen.⁵⁹

Slutsatsen är att den svenska reduktionsplikten har en stor additionalitet i form av utsläppsminskningar från flyget i Sverige, jämfört med de tre internationella styrmedel som har belysts i det här kapitlet. Dock så blir den totala utsläppsreduktionen från flyget större inom EU vid införande av ReFuelEU Aviation jämfört med de få länder som i dagsläget har implementerat nationella styrmedel. EU ETS sätter ett tak för utsläppen inom EU för de sektorer som ingår i systemet. Det innebär att de utsläppsminskningar som sker på grund av inblandningskraven i den svenska reduktionsplikten (och ReFuelEU Aviation) inte leder till motsvarande utsläppsminskning för de totala utsläppen inom EU ETS.⁶⁰

⁵⁴ Engin et al. (2022) *Carbon Pricing, In Various Forms, Is Likely To Spread In The Move To Net Zero*

⁵⁵ Della Vigna et al. (2019) *Carbonomics: The Future of Energy in the age of Climate Change*

⁵⁶ I och med att ReFuelEU Aviation tvingar in SAF i flygbränslet, kommer en viss mängd utsläppsrätter inom EU ETS att uppfyllas genom ett tvingande styrmedel, snarare än att de mest ekonomiskt lönsamma åtgärderna genomförs. Detta skulle teoretiskt kunna få en effekt att utsläppsreducerande åtgärder i andra sektorer senareläggs något. Efter kommunikation med Naturvårdsverket (2022-11-02) drar vi slutsatsen att det är så små mängder utsläpp det rör sig om jämfört med hela EU ETS utsläppsutrymme, att den effekten förmodligen blir försumbar.

⁵⁷ COM (2021) 633 final av den 14 juli 2021

⁵⁸ Della Vigna et al. (2019) *Carbonomics: The Future of Energy in the age of Climate Change*

⁵⁹ COM (2021) 603 final av den 14 juli 2021

⁶⁰ Detta på grund av den så kallade vattensängseffekten, som innebär att en extra åtgärd som minskar utsläppen på en plats eller inom ett område medför att utsläppen kan öka någon annanstans inom EU ETS, eftersom utsläppstaket redan är förutbestämt. Marknadsstabilitetsreserven (MSR) och den annulleringsmekanism som införts, som sätter ett tak för hur många utsläppsrätter som kan finnas i MSR, kan göra att vattensängseffekten mildras. De förslag som finns för EU ETS i Fit-for-55-paket kan innebära att vattensängseffekten mildras ytterligare.

4.7 Andra europeiska länders styrmedel för inblandning av SAF

Sverige är inte det enda land som har infört styrmedel för att främja inblandningen av SAF i fossilt flygfotogen. Norge införde ett inblandningskrav 2020, följt av Sverige under 2021 och Frankrike under 2022. Norge har sedan införandet haft en årlig inblandningsnivå om 0,5 procent och det finns i dagsläget inte finns några konkreta planer på att höja kvotnivån. Frankrike har redan idag nivåer som är i linje med förslagen i ReFuelEU Aviation. Dessutom har flera andra länder planer på att införa liknande system.

Efter kontakt med myndigheter och departement i några av länderna (Norge, Finland och Nederländerna) har det framkommit att samtliga inväntar förhandlingarna inom ReFuelEU Aviation innan de höjer sin ambition eller beslutar om nationella styrmedel, se Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Jämförelse av Sveriges och andra länders styrmedel för att blanda in SAF i flygfotogen (1/2).

	Sverige	Norge	Finland	Tyskland
Status	Infört	Infört	Planerat	Planerat
Form på krav	Reduktionsplikt	Volymkrav	Volymkrav	Krav på energiinnehåll
Startår	2021	2020	2023	2026
Målsättning 2030 (volym)	Ca 30 %	Ej beslutat	30 %	2 %
Råvaror och subkvoter	Hållbarhetslagen avgränsar	Annex IX A och B	Ej beslutat	Endast RFNBO:s
Överlåtelse av överskott	Ja	Ja	Ej beslutat	Ej beslutat
Straffmekanism	Pliktavgift	Domstol	Ej beslutat	Pliktavgift

Tabell 4. Jämförelse av Sveriges och andra länders styrmedel för att blanda in SAF i flygfotogen (2/2).

	Nederländerna	Frankrike	Storbritannien
Status	Planerat	Infört	Planerat
Form på krav	Volymkrav	Volymkrav	Reduktionsplikt
Startår	2023	2022	2025
Målsättning 2030 (volym)	14 %	5 %	10 %
Subkvoter och råvaror	Ej beslutat	Endast palmolja och sojabönor är exkluderade	Biobaserat avfall, RCF ⁶¹ och RFNBO (subkvot för RFNBO)
Överlåtelse av överskott	Ja	Ja	Ja
Straffmekanism	Ej beslutat	Pliktavgift	Pliktavgift

⁶¹ Recycled carbon fuels. Ett bränsle som är baserat på till exempel den fossila andelen i hushållsavfall eller gummi från utslitna däck.

4.7.1 Norge

Norge var det första landet i världen med att införa ett krav på inblandning av SAF i flygfotogen, år 2020. Norges inblandningskrav är utformat som ett krav om viss inblandning i volym, alltså att bränsleleverantörerna behöver sälja SAF motsvarande en viss andel av den totala volymen sålt flygfotogen.⁶² Detta krav är aggregerat i hela Norge, så bränsleleverantörerna behöver alltså inte tillhandahålla SAF på samtliga flygplatser. Ursprungligen aviserades en målnivå på 30 procent inblandning till 2030.⁶³ År 2022 låg den andelen på 0,5 procent.⁶⁴ Efter samtal med Norges Miljödirektorat framkom det att det i dagsläget inte finns några konkreta planer på att höja kvotnivån.⁶⁵

4.7.2 Frankrike

Frankrike introducerade 2022 ett inblandningsmandat i volym för SAF, med en nivå på 1 volymprocent. Inblandningsnivån ökar till 2 procent 2025 och till 5 procent 2030. Detta innebär att inblandningsnivån är i linje med de kraven som ReFuelEU Aviation väntas sätta.⁶⁶ Det finns en pliktavgift på 125 euro per hektoliter, eller 1,25 euro per liter⁶⁷ SAF som inte blandas in. Avgiften justeras varje år för att säkerställa inblandning. Det finns möjlighet att dubbelräkna SAF som kommer från råvaror som finns i Annex IX A och B i förnybartdirektivet.⁶⁸

4.7.3 Finland

Finland har idag inget krav på inblandning av SAF, men har aviserat att flygets utsläpp behöver minskas innan 2030 för att Finlands klimatmål ska kunna nås. Det finns ett mål om att 30 procent av drivmedlen inom flygtrafiken ska vara förnybara 2030, men inga implementerade styrmedel för att uppnå detta mål.⁶⁹ Beredning av ett konkret förslag för genomförande väntas 2023.⁷⁰ Efter kontakt med finska myndigheter framkom det att de väntar på den slutgiltiga utformningen av ReFuelEU Aviation innan beslutet tas.⁷¹

⁶² På så sätt är Norge unikt, då andra länder generellt har krav på inblandning som resulterar i en viss utsläppsminskning, eller inblandning av en viss volymandel eller andel energiinnehåll.

⁶³ Regjeringen (2017-04-05) *Nationell transportplan 2018–2029*

⁶⁴ Sweco (2022) *Analys av den svenska reduktionsplikten förflygfotogen – ett uppdrag åt Energimyndigheten*

⁶⁵ Kommunikation med Miljödirektoratet i Norge, 15 september 2022.

⁶⁶ Chesneau & Arcalini (2021-05-21) *France: How is SAF implemented in the legislation of EU member states?*; Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires & Ministère de la Transition énergétique (2022-11-20) *Biocarburants*

⁶⁷ För jämförelse, om man räknar om den svenska reduktionsplikten (med en genomsnittlig växthusgasprestanda motsvarande 2021 års nivå, alltså 7,5 g koldioxidekvivalenter per megajoule), landar den svenska avgiften på 17 kronor per liter. I det franska systemet appliceras dock dubbelräkning av vissa råvaror, vilket leder till en dubblerad avgift i praktiken, så 2,5 euro per liter.

⁶⁸ Légifrance (2022-08-18) *Code des douanes*

⁶⁹ Kommunikationsministeriet (2021) *Statsrådets principbeslut om minskning av flygtrafikens växthusgasutsläpp*

⁷⁰ Statsrådet (2022-5-25) *Hallituksen esitys TEM/2022/77*

⁷¹ Kommunikation med Ministry of Economic Affairs and Employment i Finland, 8 september 2022.

4.7.4 Tyskland

Tyskland har inget krav på inblandning av SAF i dagsläget. Det finns planer på att införa ett system som börjar gälla från och med 2026, med en inblandning om 0,5 procent i energi-innehåll. Den höjs till 1 procent 2028, och till 2 procent 2030. Inblandningskraven i det tyska systemet är alltså lägre än de föreslagna kvoterna för ReFuelEU Aviation. Systemet föreslås inte tillåta SAF från biomassa, utan endast förnybara flygbränslen från icke-biologiskt ursprung.⁷²

4.7.5 Nederländerna

I Nederländerna finns det förslag om att införa ett inblandningskrav på volymbas från och med 2023, såvida ett europeiskt styrmedel inte införs. Det nederländska systemet har en målsättning om 14 volymprocent inblandning till 2030.⁷³ Efter kontakt med nederländska myndigheter framkom det att de väntar med beslut och avser att implementera det EU-gemensamma ReFuelEU Aviation-paketet om det blir verklighet.⁷⁴

4.7.6 Storbritannien

Storbritannien planerar att införa ett krav på bränsleleverantörer att blanda in SAF från och med 2025, i form av en reduktionsplikt likt den svenska. Detaljerna i regelverket är fortfarande under förhandling, men ambitionen är att nå en reduktion på 10 procent jämfört med ett helt fossilt bränsle till 2030. En straffavgift kommer att inkluderas, men den är inte beslutad ännu. Totalt beräknar den brittiska regeringen att styrmedlet kommer att resultera i en inblandning motsvarande cirka 1,5 miljarder liter SAF år 2030.⁷⁵

⁷² Deutscher Bundestag (2021) *Treibhausgasmindreungsquote beschlossen*

⁷³ Rijksoverheid (2020-03-03) *Kamerbrief ontwikkeling en duurzame brandstoffen luchtvaart*

⁷⁴ Kommunikation med Dutch Emissions Authority, 28 september 2022.

⁷⁵ Department for Transport (2022-07-19) *Mandating the use of sustainable aviation fuels in the UK*

5 Standarder för flygfotogen och SAF

Kapitlet i korthet

Flygfotogen är en standardiserad produkt på global nivå med egenskaper som bestäms av det amerikanska standardiseringsorganet ASTM. Inblandning av SAF regleras genom att processvägen (processmetoden) i sig är reglerad, och per processväg regleras även hur stor mängd SAF som får blandas in i den slutliga produkten. Idag är sju processvägar godkända enligt ASTM, varav endast en, HEFA, har nått kommersiell skala på produktionen.

Varje processväg har ett tak på hur många volymprocent det kan blandas in i flygfotogen, och för en enskild processväg är idag 50 volymprocent det högsta. Detta är högre än inblandningskraven i den svenska reduktionsplikten och i de förslag på inblandningsnivåer som finns i förordningen ReFuelEU Aviation. Det tar normalt flera år för en ny processväg att gå igenom alla steg i standardiseringsprocessen, och kostnaden för att certifiera en ny processväg är stor.

Utöver de idag godkända processvägarna är även samprocessning godkänt men till en låg inblandningsnivå (fem procent). Det finns ytterligare sex processvägar under utredning, men det bedöms vara ett par år kvar till att dessa antas som godkända specifikationer. Sammantaget bedömer Energimyndigheten att standarder inte utgör en begränsning för inblandning av SAF för vare sig reduktionsplikten eller ReFuelEU Aviation i perspektivet 2030.

5.1 Standarder för flygfotogen och SAF

Flygfotogen är standardiserat på en global nivå, med mycket höga krav på kvalitet. Detta behövs för att säkerställa att bränslet upprätthåller kvaliteten i de extrema miljöförhållanden⁷⁶ som det innebär att vara på runt 10 000 meter över havet, och konsekvenserna av ett fel är mycket allvarigare än vid transporter på marken. För detta ändamål så finns det en standard som heter Jet A-1 (D1655), det bränsle som huvudsakligen används i flygindustrin. Det är det amerikanska standardiseringsorganet ASTM som specificerar processen för att kvalificera in nya processvägar som är godkända att blanda in i fossil Jet A-1 (angivet i D4054), samt standard som anger vilka syntetiska flygfotogen/processer som är godkända (D7566).⁷⁷

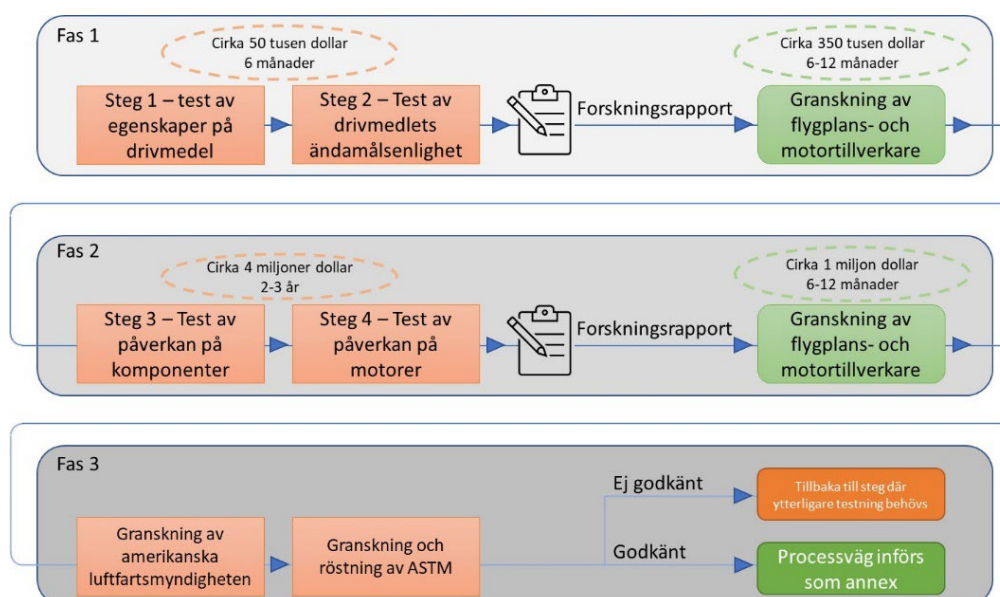
För flygfotogen, till skillnad från bensin och diesel, finns det regler kring vilka så kallade processvägar (produktionsmetoder) som är tillåtna för att producera SAF. I annexen till D1655 (alltså i D7566) så definieras olika processvägar och tillåtna råvaror för de processvägarna, samt vilka värden produkten behöver ha (dessa skiljer sig något från värdena i D1655).

⁷⁶ På den höjden är det mycket lägre lufttryck än vid marken, och utomhustemperatur ligger på ca minus 50 Celsius, vilket ställer höga krav på det flytande bränslet och motorerna.

⁷⁷ Utöver ASTM så utfärdar även brittiska försvaret en standard för flygfotogen (DEF STAN 91-091), med kvalitetsparametrar som motsvarar ASTM D1655, men med något andra testmetoder. ASTM är mer ledande när det gäller att certifiera SAF, och den brittiska standarden är mer inriktad på jetbränsle till försvarsapplikationer.

Så länge komponenten har egenskaperna som definieras i dess processväg, så räcker det sedan att slutprodukten efter blandning uppfyller specifikationen för Jet A-1 (D1655). I skrivande stund finns det ingen biodrivmedelskomponent som är certifierad för 100 volymprocent inblandning av biodrivmedel, utan det högsta som tillåts från någon processväg är 50 volymprocent.

Det tar normalt flera år för att ta sig igenom alla steg i standardiseringsprocessen (D4054), och är en dyr process som landar i genomsnitt på åtminstone 5,5 miljoner dollar per processväg som ska certifieras.⁷⁸ I processen testas först bränslets egenskaper, och sedan hur bränslet påverkar komponenter och motorer. Efter båda dessa faser ska flyg- och motortillverkare granska resultaten. Därefter ska amerikanska luftfartsmyndigheten granska resultatet, och därpå röstar ASTM om huruvida processvägen ska införas som en godkänd specifikation.⁷⁹ Det finns dock numera ett snabbspår för att möjliggöra att nya SAF-processvägar kan tas till marknaden snabbare, men i dessa fall begränsas inblandningsvolymen till 10 volymprocent.⁸⁰



Figur 2. Certifieringsstegen för nya processvägar.

Källa: Figur baserad på Heyne et al. (2021)

Eftersom flygfotogen är standardiserat globalt, innebär det en långsammare process med många steg och stora kostnader för att nå till ett certifierat bränsle. Men, då flygfotogen är av internationell standard, så innebär det att allt bränsle som finns tillgängligt i världen potentiellt kan brukas i Sverige (vilket inte är fallet för bensin och diesel), och Sverige är därmed inte lika utsatt för situationer med begränsad tillgång och kostnadsökningar som beror på utbudet av en viss drivmedelskvalitet som vi är i vägtransporter.

⁷⁸ Holladay et al. (2020) *Sustainable aviation fuel: Review of technical pathways report*

⁷⁹ SOU 2019:11

⁸⁰ Green Car Congress (2020-05-14) *ASTM approves 7th annex to D7566 sustainable jet fuel specification: HC-HEFA*

Ytterligare att notera är att flygfotogen, och följaktligen SAF, kräver en mycket striktare kontroll av kvaliteten på drivmedlet än för motsvarande drivmedel i vägtrafiken. I praktiken innebär det att den fysiska infrastrukturen för flygfotogen behöver vara robustare än för bränslen för vägtransporter, samt att producenter och leverantörer behöver kunna följa flygfotogen på partinivå och kunna separera drivmedlet, och lagra information om detta över tid. Denna strikta hantering innebär ökade kostnader för bolagen.

5.2 Tillåtna processvägar och inblandningsnivåer

I Tabell 5 nedan visas de sju processvägar som idag är tillåtna enligt ASTM (D7566).⁸¹ Utöver de sju processvägarna nedan, tillåts även samprocessning till en låg inblandningsnivå, och inkluderas i Tabell 5 nedan. Flera av dessa processvägar har idag ingen kommersiell produktion i stor skala, då många processer ännu är för dyra för att kunna konkurrera på marknaden. I Bilaga 1 till denna rapport är processvägarna beskrivna mer detaljerat.

Tabell 5. Processvägar som är godkända enligt ASTM för produktion av SAF.

Processväg	Råvara	Tak inblandning (volymprocent)	År godkänt
Fischer-Tropsch (FT-SPK)	Paraffiner och oljor producerade med syntetisk gas	50	2009
Vätebehandling av estrar och fettsyror (HEFA)	Paraffiner från fettestrar och fria fettsyror	50	2011
Syntetiska isoparaffiner (SIP)	Socker	10	2014
Fischer-Tropsch med tillsatta aromater (SPK/A)	Samma som för FT-SPK, men med tillsats av bensen (eller andra aromater) till råvaran	50	2015
Alcohol-to-jet (AtJ)	Biomassa för produktion av isobutanol och etanol	50	2016/2018
Catalytic Hydrotermolysis	Estrar och fettsyror	50	2020
Hydroprocessed Hydrocarbons (HC-HEFA)	Biokolväten, estrar och fettsyror (alger)	10	2020
Samprocessning (coprocessing) ⁸²	Fetter och oljor	5	2018

Källa: CAAFI (2022)

Det finns idag alltså ett tak på 50 volymprocent inblandning av SAF i flygfotogen. Den begränsningen beror på att aromathalten i SAF är lägre (då det är ett renare bränsle) än i fossilt flygfotogen, vilket försämrar smörjegenskaperna vid hög inblandningsnivå. Aromaterna hjälper packningarna i bränslesystemen att täta ordentligt, men ger även upphov till partiklar och sot och är på så sätt negativt för miljön. I dagsläget ses det dock

⁸¹ CAAFI (2022) *Fuel Qualification*

⁸² Samprocessning beskrivs mer i delrapport 1, men innebär i princip att biogena råvaror processas tillsammans med fossila råvaror i ett raffinaderi som ursprungligen byggdes för att processa enbart fossil råolja till olika produkter.

inte som en möjlighet att gå över till andra material i packningarna, då befintliga bränslesystem skulle behöva anpassas för det. Det är endast processvägen Fischer-Tropsch med tillsatta aromater (SPK/A) av SAF som ger en tillräcklig aromathalt.⁸³ Många av de godkända processvägarna resulterar dessutom i en produkt som har otillräcklig köldegenskap, vilket begränsar inblandningsnivån.⁸⁴ Framöver kommer den lägre aromathalten för SAF att behöva lösas för att högre inblandningsgrader än 50 volymprocent ska bli aktuellt. Flygoperatörerna och bränsleleverantörerna förväntar sig dock att den övre gränsen för inblandning av biodrivmedel kommer att höjas före det blir ett praktiskt problem med inblandning.^{85,86}

I dagsläget finns det ytterligare sex processvägar under utredning, men det bedöms vara ett par år kvar till att dessa antas som godkända specifikationer.⁸⁷ Utav dessa ses processvägen integrerad hydropyrolys och hydrokonversion som den mest lovande ur ett svenskt perspektiv. Detta då den använder lignocellulosa, och kan producera ett drivmedel som är billigare än om processvägen Fischer-Tropsch används med lignocellulosa. Även processvägen Alcohol-to-jet baserat på lignocellulosa är viktig ur den aspekten.

5.3 Standarder och reduktionsplikten

I och med att en reduktionsnivå på 27 procent till 2030 motsvarar en inblandning av SAF på ungefär 30 volymprocent, innebär inte standarder något hinder för att uppnå reduktionsplikten fram till 2030. Detsamma gäller för ReFuelEU Aviations kvotnivåer, då dessa landar på 5 eller 6 volymprocent till 2030. För reduktionspliktens del så är 30 procent dock så högt att tillåten inblandningsnivå blir ett hinder för vissa processvägar, men då det främst förväntas vara HEFA och Alcohol-to-jet som används för att uppfylla reduktionsplikten i perspektivet 2030, så bedöms det inte vara ett problem.

Däremot skulle en högre tillåten inblandningsnivå vara av godo, då reduktionsplikten (och även ReFuelEU Aviation) uppfylls på massbalans. Det innebär att det skulle kunna vara effektivare utifrån nuvarande infrastruktur att möjliggöra högre inblandningsnivåer, och kunna gå över 50 volymprocent vid en viss flygplats. Alltså, genom möjligheten att blanda in högre volymer vid en viss flygplats, kan man undvika att behöva bygga infrastruktur vid mindre flygplatser och frakta dit SAF.⁸⁸ I praktiken, så har bränsleproducenter rapporterat att man idag blandar in upp till 40 volymprocent SAF i flygfotogen, i Sverige.

⁸³ SOU 2019:11

⁸⁴ Holladay et al. (2020) *Sustainable aviation fuel: Review of technical pathways report*

⁸⁵ Från aktörsdialoger samt utifrån konferensen Argus Biofuels Europe Conference som hölls i London 2022-10-11

⁸⁶ Det har genomförts flygningar med endast SAF som drivmedel. Exempel på detta är BRA:s flygning 21 juni 2022 från Malmö flygplats till Bromma flygplats, för att visa på möjligheten att flyga med biodrivmedel (Braathens Regional Airlines, 2022, *Idag genomförde vi världens förstakommersiella flygning med 100% bioflygbränsle i båda motorerna*).

⁸⁷ CAAFI (2022) *Fuel Qualification*

⁸⁸ Att flertalet processvägar utvecklas för SAF är i grunden positivt, då det breddar den potentiella råvarubasen som kan nyttjas, och möjliggör därmed större volymer och en ev. en negativ prisutveckling i förlängningen. Däremot kan det leda till att flera parallella bränsleinfrastruktursystem behöver upprättas på flygplatserna. Detta skulle leda till ett större påslag på biljettpriser, då det kostar att både bygga och underhålla parallella system.

6 Utvecklingen inom flygsektorn

Kapitlet i korthet

Trenden för svenskarnas utrikes flygresor har varit stadigt ökande fram till covid-19-pandemin, då flygandet kraftigt reducerades. Inrikesresorna har legat på en stabil nivå sedan runt 1990, men minskade även de till följd av pandemin. Vad gäller utsläppen från svenskt flyg är de ett resultat av både förbränningen av flygfotogen och av höghöjdseffekten (främst från utrikes flyg), och de har legat i princip konstant sedan 2000. Att växthusgasutsläppen har legat relativt konstant medan passagerarantalet har ökat, beror på effektivare flygningar och färre tomma flygstolar. På global nivå uppvisar däremot utsläppen från flyget en tydligt ökande trend, speciellt för internationella flygningar.

Flygsektorns framtida utveckling är svår att prognosticera, då covid-19-pandemin har haft stor påverkan på flygandet. Hittills har sektorn inte återhämtat sig. Samtidigt finns det flera faktorer som påverkar resandet, framför allt det ekonomiska läget men också en ökande medvetenhet om klimat- och miljöfrågor och teknikutveckling som påverkar resebeteenden. Enligt olika prognoser återhämtar sig flygandet till nivån före pandemin någon gång under åren 2024 och 2028, vilket visar på svårigheten att göra prognoser för flyget framgent.

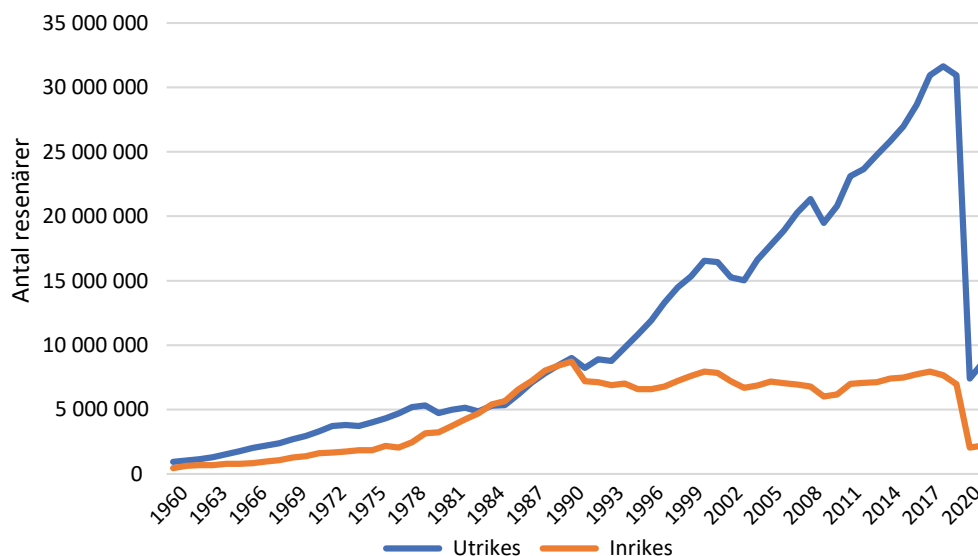
SAF är en lösning för flyget både på kort och lång sikt, då andra tekniker som väntas kommersialiseras (främst el- och vätgasdrivna flyg) har begränsningar i antalet passagerare och distans de kan flyga. SAF är i dagsläget den enda tekniska lösningen för långväga flygningar. Enligt vår modell skulle reduktionsplikten bidra med en ackumulerad utsläppsminskning på cirka 3,0 miljoner ton koldioxidekvivalenter mellan åren 2023–2030 genom en inblandning av SAF. Motsvarande utsläppsminskning för samma period vid en harmonisering till ReFuelEU Aviation från och med 2025 är 0,6 miljoner ton.

6.1 Flygsektorns historiska utveckling

6.1.1 Antalet flygresenärer ökade kraftigt fram till covid-19-pandemin

Sedan statistik började föras över antalet flygpassagerare på svenska flygplatser har antalet flygpassagerare ökat stadigt. För inrikes resande ökade antalet passagerare fram till runt 1990 för att sedan plana ut fram till covid-19-pandemin slog till. För utrikesflyget har antalet passagerare haft en generell uppåtgående trend, utöver några tillfälliga hack i kurvan på grund av terrorattentatet i USA (september 2001) och finanskrisen 2007–2008, fram till covid-19-pandemin.⁸⁹

⁸⁹ Utöver passagerartrafik genomförs en del frakt med flyget. Ungefär hälften av frakten i flyg går i frakttutrymmet i passagerarflygplan och gör därmed flygen relativt tyngre, vilket orsakar mer utsläpp av koldioxid. Resterande frakt går i dedikerade fraktflyg. Mängden varor som fraktas med flyg är mycket liten jämfört med på räls, sjö och väg, men i vissa sektorer är flyget mycket viktigt. Exempelvis när det handlar om att frakta organ för transplantation. Fraktflygen inkluderas i den energistatistik vi har använt som underlag för vår modell som används senare i kapitlet och beskrivs mer utförligt i Bilaga 2.



Figur 3. Antalet inrikes- och utrikesflygresenärer mellan 1960 och 2021.

Källa: Trafikanalys

Anmärkning: För utrikes flygresenärer så räknas här med både avresande och anländande passagerare. I statistik och prognoser från Transportstyrelsen ingår endast avresande passagerare.

6.1.2 Flygplan blir effektivare

Flygplan har förbättrat sin bränsleeffektivitet drastiskt över de senaste decennierna, vilket i sin tur har minskat den relativa efterfrågan på flygfotogen. Mellan 1970–2019 förbättrades bränsleekonomin per passagerare globalt med i genomsnitt ungefär 1,0 procent per år, och under perioden 2010–2019 uppgick den faktorn till 1,9 procent per år. Detta är tack vare utvecklingen av mer bränsleeffektiva flygplan och att flygbolag, trafikledning och andra relaterade aktörer arbetat aktivt med bättre flygruttor och rutiner kring start och landning.⁹⁰

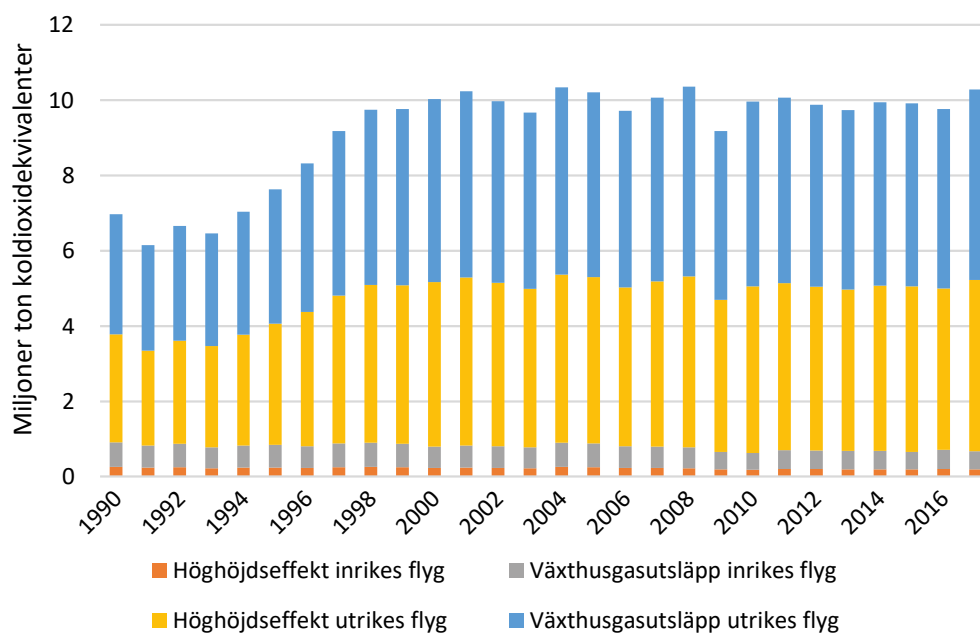
En annan aspekt av effektivitet vid flygning är kabinfaktorn. Den anger hur många stolar av flygplanet som är använda vid en flygning, och ju högre faktorn är, desto lägre blir utsläppen per passagerare. Mellan 2009–2019 ökade kabinfaktorn från 69–75 procent för utrikes flyg, men sjönk till 58 procent i och med covid-19-pandemin. För inrikes flyg låg kabinfaktorn på 61 procent 2019, för att sjunka till 48 procent som lägst under pandemin.⁹¹

6.1.3 Växthusgasutsläpp från flyget i Sverige har legat stadigt

Utsläppen från flyget består främst av koldioxid som är ett resultat av förbränningen av flygfotogen och höghöjdseffekten (främst utrikesflyg, se fotnot 15). I grafen nedan visas utsläppen från svenskt flyg för åren 1990–2017. Den visar att växthusgasutsläppen från flyget har legat i princip konstant sedan 2000. Att växthusgasutsläppen har legat relativt konstant medan passagerarantalet har ökat, beror på effektivare flygningar och en ökad kabinfaktor. I och med covid-19-pandemin kan man förvänta sig att utsläppet från flyget minskat markant under 2020 och 2021.

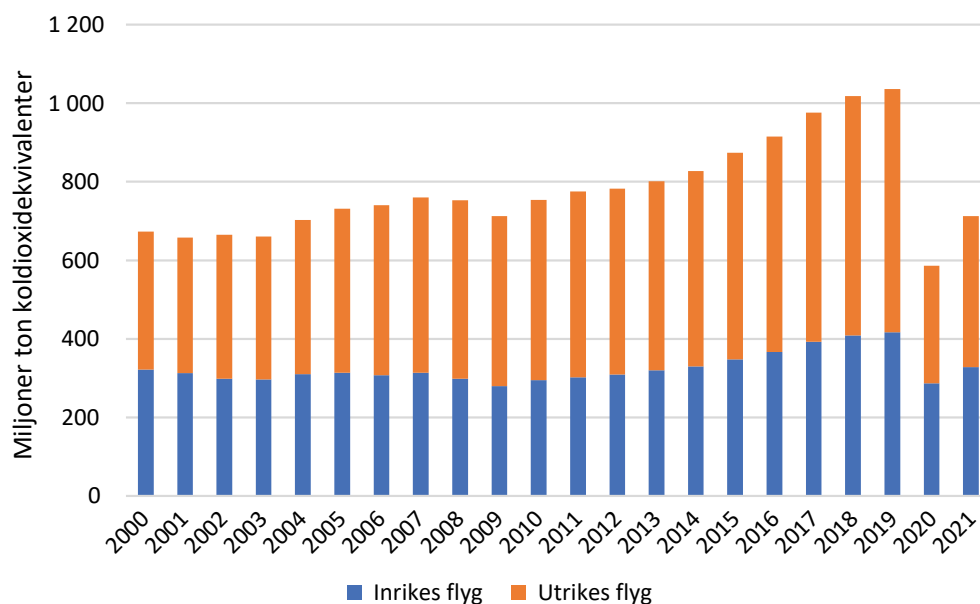
⁹⁰ World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*

⁹¹ Trafikanalys (2021) *Luftfart 2021*



Figur 4. Utsläpp från flyget inklusive höghöjdseffekten från flyg som startar i Sverige.
Källa: Naturvårdsverket (u.å.) Flygets klimatpåverkan

På global nivå har utsläppen från flyget en betydligt kraftigare ökande trend, speciellt för internationella flygningar (det vill säga flygningar som går över nationsgränser). Men även för inrikes flyg är det en kraftigare utveckling än vad observeras i Sverige. Ökningstakten av växthusgasutsläpp per år ligger på 1,08 procent från 2000 till 2021 (2,34 procent om man exkluderar åren under covid-19-pandemin, det vill säga 2020 och 2021).

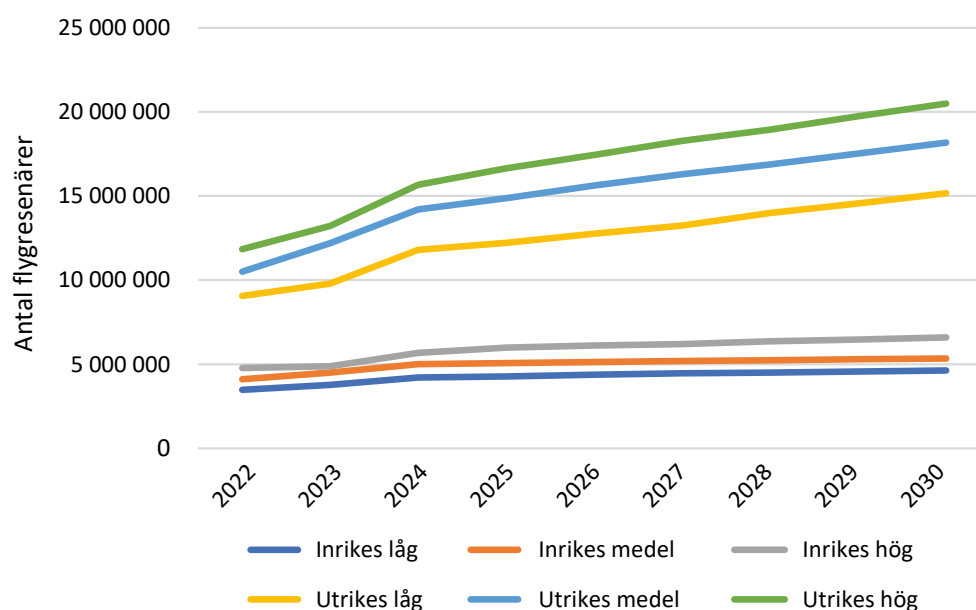


Figur 5. Globala växthusgasutsläpp från inrikes och utrikes flyg (exklusive höghöjdseffekten).
Källa: IEA (u.å.)

6.2 Utvecklingen av flyget framgent

Utvecklingen framöver för flygsektorn är svår att förutsäga. Antalet flygpassagerare ökade kontinuerligt fram till covid-19-pandemin. Under pandemin så minskade antalet passagerare kraftigt på grund av bland annat reserestriktionerna. Efter restriktionerna lättade har det skett en delvis återhämtning.

Det finns flertalet faktorer som påverkar utvecklingen för flyget i Sverige framöver utöver återhämtningen som beror på att restriktionerna lättade. Det är framför allt det ekonomiska läget i samhället som styr efterfrågan på flygresor. Samtidigt finns också en ökande medvetenhet för klimat- och miljöfrågor, men även teknikutveckling på andra områden kan påverka resebeteendet.⁹² Det finns prognoser enligt vilka flyget återhämtar sig till nivån före pandemin till mellan 2024 och 2026 för Europa⁹³. Swedavia förväntar sig en återhämtning mellan 2025 och 2027 för Sverige.⁹⁴ Transportstyrelsen bedömning är att utrikesflyget återhämtar sig till 2028 medan inrikesflyget endast kommer att nå 75 procent av 2019 års passagerarvolym till dess. I grafen nedan visas Transportstyrelsens senaste prognos (från hösten 2022) över hur antalet passagerare som reser med flyg i Sverige kan utvecklas framöver.



Figur 6. Prognos för utvecklingen av antalet flygresenärer inrikes och utrikes mellan åren 2022 och 2030.

Källa: Transportstyrelsen (2022)

Anmärkning: Transportstyrelsens prognos sträcker sig till 2028. För åren 2029 och 2030 har Energimyndigheten extrapolerat trenden.

⁹² Transportstyrelsen (2021) Luftfartsmarknadens utmaningar – En rapport om effekter av pandemin covid-19

⁹³ Eurocontrol (2022-06-03) EUROCONTROL 3-year Forecast 2022–2024

⁹⁴ Infrastrukturdepartementet (2022) Arlanda flygplats –en plan för framtiden (Ds 2022:11)

Långsiktigt så kommer andra faktorer än makroekonomiskt läge komma att påverka efterfrågan på flygresor. Bland annat ökad medvetenhet om klimatförändringar, digital tillgänglighet, samt konkurrens från andra trafikslag som tåg och bil.⁹⁵

6.2.2 Nya tekniker för luftfarten

För flygets omställning till hållbarhet finns flertalet vägar framåt. En sammanfattande vision finns i Transportföretagens rapport *Morgondagens flyg*.⁹⁶ Att ha i åtanke här är dock att flygplan har en livstid på mer än 20-30 år och att det därför kommer att ta tid att byta ut hela flottan.⁹⁷

Den energieffektivisering av flygplan som hittills har skett förväntas fortsätta, främst med fokus på nya modeller av motorer och mer aerodynamisk design av flygplan. Utöver det så kommer SAF att användas för att minska klimatpåverkan från det drivmedel som förbränns i flygplan som använder traditionella flytande bränslen.⁹⁸ På kort sikt, men även längre sikt till stor del, förväntas SAF av biobaserade (till exempel HEFA) och icke-biobaserade källor (elektrobränslen) vara viktigt för flyget. Se kapitel 7 för en beskrivning hur marknaden för SAF ser ut idag och förväntas utvecklas.

På längre sikt förväntas flygplan som drivs av el eller vätgas att introduceras, för att ersätta vissa av flygningarna. Batteridrivna flygplan utvecklas redan idag i flertalet projekt⁹⁹, och väntas kommersialiseras under 2020-talet med större genomslag på 2030-talet.¹⁰⁰ Det finns dock begränsningar för hur stora dessa flygplan kan bli med dagens tekniska förutsättningar. Industrin räknar med ett maxpassagerarantal på cirka 30 personer till att börja med under 2020-talet¹⁰¹, för att sedan utökas till runt 100 passagerare eller fler därefter. Vätgasflygen väntas kommersialiseras i mitten på 2030-talet.

Batteridrivna flygplan beräknas kunna flyga upp till 100 mil, ofta kortare än så.¹⁰² Detta innebär att dessa flyg kan ersätta kortdistansflyg i områden med besvärlig terräng och låg befolkningstäthet, till exempel i Norrland och inrikesflyg i Norge, eller för flygningar från mindre lokala flygplatser till större flygplatser för byte till anslutande flyg. Detta innebär att dagens flygmönster med Arlanda som huvudsaklig hubb kan komma att förändras till ett mer nodbaserat flygnät.¹⁰³ Hybridflygplan, där nuvarande teknik används tillsammans med batteri- eller vätgasdrift, förväntas också spela roll under övergångsperioden till att alternativa drivlinor får bättre prestanda.

⁹⁵ Transportstyrelsen (2021) *Luftfartsmarknadens utmaningar – En rapport om effekter av pandemin covid-19*

⁹⁶ Independent Business Group (2022) *Morgondagens Flyg*

⁹⁷ World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*

⁹⁸ World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*

⁹⁹ Till exempel projektet Elektrisk Luftfart i Sverige (ELISE) som leds av Chalmers (Chalmers, 2020-10-29, *Electric Aviation in Sweden (Elise part 2)*.) Se fler exempel i Rein, et al (2022).

¹⁰⁰ World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*

¹⁰¹ Exempelvis Heart Aerospace's ES-30 som introduceras 2028. Se Heart Aerospace (u.å.).

¹⁰² Rein et al (2022) *Vi ser himlen runt hörnet: Slutrapport för regeringsuppdraget om det statliga stödet till forskning och innovation på elflygsområdet*

¹⁰³ Independent Business Group (2022) *Morgondagens Flyg*

Flyg som drivs av vätgas har potential att flyga längre distanser än batteridrivna flygplan, på grund av den högre energidensiteten i bränslet. Däremot förväntas de inte kunna ta så många passagerare eller färdas så långt som interkontinentala flygplan med flytande drivmedel, så även om vätgasflygplan introduceras kommer flygplan som drivs av fossilt flygfotogen och/eller flytande SAF behövas. Flyg som drivs med vätgas förväntas inte kommersialiseras förrän tidigast mitten på 2030-talet.¹⁰⁴ Med tanke på att det kommer att ta tid att ställa om flygplansflottan till nya tekniker, är flytande SAF nödvändigt för att en omställning av flyget ska kunna ske i den takt som krävs.

Utöver att ställa om de flygsträckor som finns idag, förväntar sig branschen att kortare flygsträckor kommer att introduceras, för att öka tillgängligheten regionalt, då det är billigare att bygga ut infrastruktur för flyg än för väg och räls, särskilt i områden med svårtillgänglig terräng. Detta för att el- och vätgasflyg är billigare i drift och kräver mindre underhåll. Andra viktiga lösningar är bättre hantering av starter och landningar för att minska bränsleförbrukningen som uppstår på grund av köbildning i luften runt flygplatser, samt introduktion av elektriska och vätgasdrivna drönare för att frakta gods (på lång sikt även för persontransporter).¹⁰⁵

6.2.3 *Energianvändning och växthusgasutsläpp*

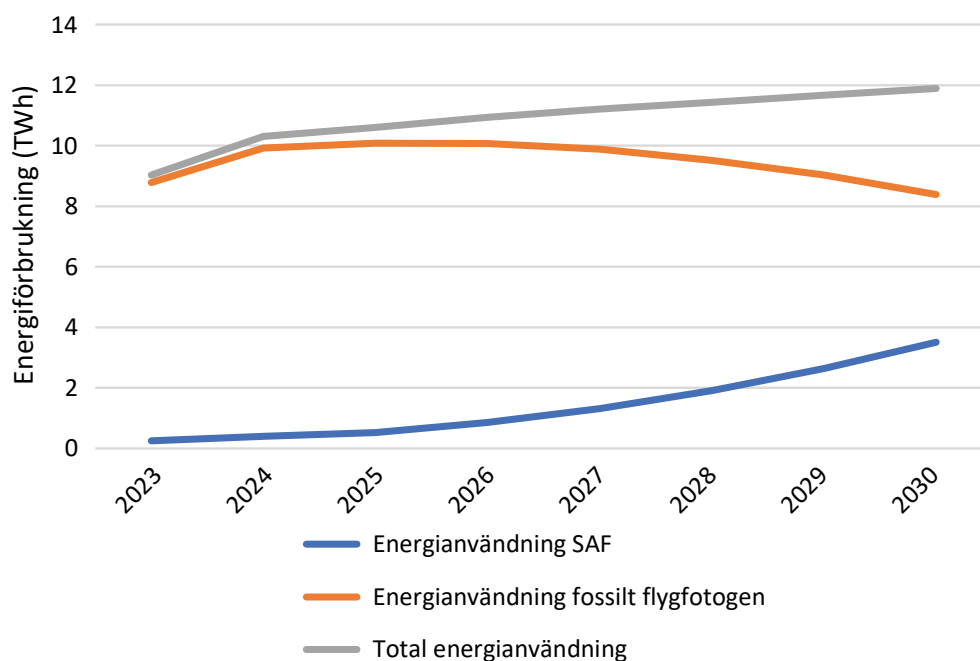
Reduktionsplikts syfte är att minska utsläppen från flyget genom att ge incitament till inblandning av SAF i flygfotogen. Inom uppdraget så har vi tagit fram en modell för att prognosticera hur stor energimängd av SAF och fossilt flygfotogen som kommer att krävas till 2030, samt vilken utsläppsreduktion det skulle resultera i. Se Bilaga 2 för en förklaring av modellen.

Graferna nedan visar hur stor energimängd fossilt flygfotogen och SAF som behövs i Sverige enligt modellen för två scenarier. I det första scenariot behåller Sverige reduktionsplikten med dagens nivåer (Figur 7), och i det andra scenariot övergår vi till att implementera ReFuelEU Aviation från och med år 2025, se Figur 8. I båda graferna används Transportstyrelsens medelscenario för utvecklingen av antalet flygresenärer (se Figur 6).

Den totala energianvändningen ökar från 2023 och framåt, och uppgår 2030 till ungefär 11,9 TWh per år. Om reduktionsplikten behålls uppskattas användningen av SAF (för inrikes och utrikes flyg) uppgå till cirka 3,5 TWh år 2030 med fossila utsläpp motsvarande cirka 2,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Om ReFuelEU Aviation träder i kraft uppskattas användningen av SAF uppgå till 0,7 TWh år 2030, med utsläpp på 3,0 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2030. Utan någon inblandning av SAF skulle de utsläppen landa på 3,2 miljoner ton år 2030, så reduktionsplikten leder till en utsläppsminskning på 0,9 miljoner ton och ReFuelEU Aviation 0,2 miljoner ton samma år.

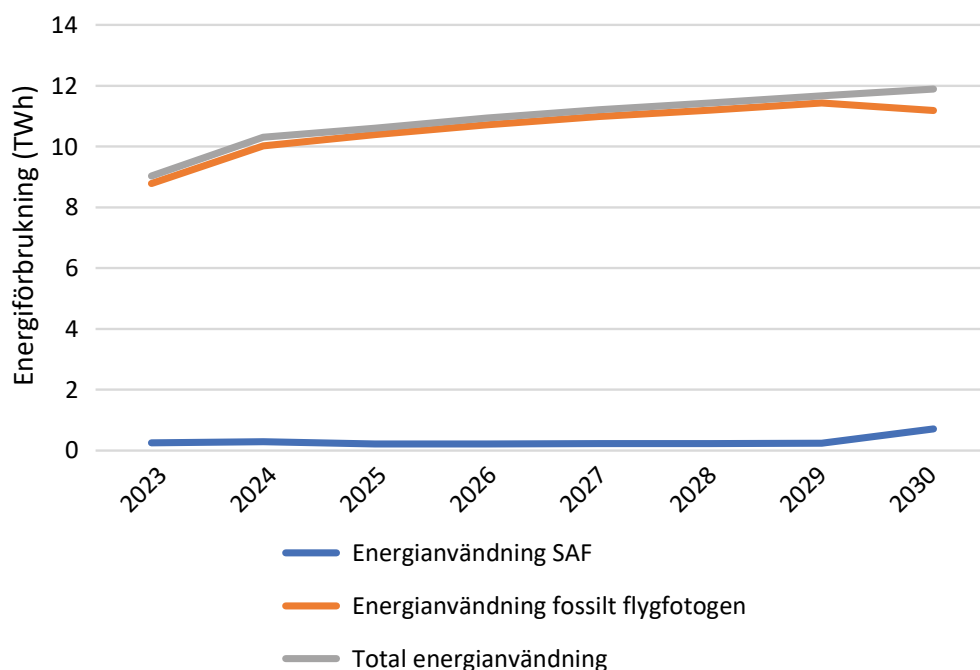
¹⁰⁴ World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*

¹⁰⁵ Independent Business Group (2022) *Morgondagens Flyg*



Figur 7. Prognosticerad användning av SAF och fossilt flygfotogen år 2023–2030 om reduktionsplikten behålls med nuvarande nivåer

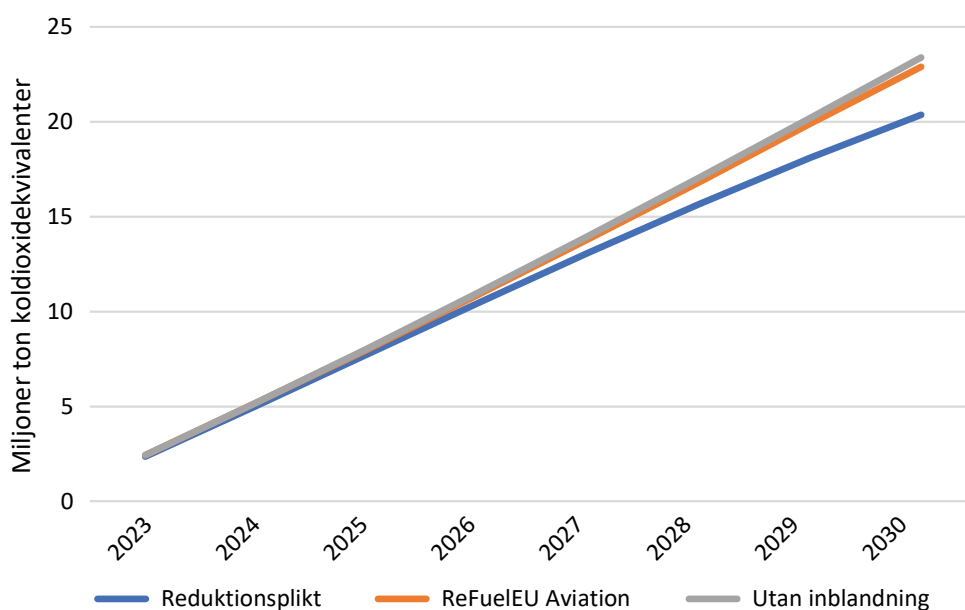
Källa: Energimyndigheten



Figur 8. Prognosticerad användning av SAF och fossilt flygfotogen år 2023–2030 om reduktionsplikten behålls med nuvarande nivåer samt vid en övergång till ReFuelEU Aviation från och med 2025

Källa: Energimyndigheten

Jämförs i stället ackumulerade utsläpp mellan 2023–2030, så bidrar reduktionsplikten till att minska utsläppen med cirka 3,0 miljoner ton koldioxidekvivalenter för inrikes och utrikes flyg som startar i Sverige, jämfört med om helt fossilt flygfoto­gen används (då utsläppen hade blivit 23,4 miljoner ton). Detta motsvarar knappt 13 procent reduktion av de ackumulerade utsläppen över hela tidperioden. Om Sverige skulle gå över till ReFuelEU Aviation år 2025 skulle de ackumulerade utsläppen bli 0,6 miljoner ton lägre under perioden 2023–2030 jämfört med om ingen inblandning skulle ske, se Figur 9.



Figur 9. Ackumulerade direkta växthusgasutsläpp från förbränning från flyg (inrikes och utrikes) för om ingen inblandning av SAF sker samt för den svenska reduktionsplikten och för övergång till ReFuelEU Aviation från och med 2025.

Källa: Energimyndigheten.

7 Marknaden för SAF

Kapitlet i korthet

Produktionsprocessen för HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids) är i dagsläget den enda process som har kommersialiserats för produktion av SAF i större skala. Marknaden för SAF är fortfarande liten och efterfrågan har sedan återgången från covid-19-pandemin ökat i snabbare takt än produktionskapaciteten, samtidigt som få aktörer producerar SAF. Detta har lett till att tillgången idag är begränsad, både i Europa och globalt, och priserna är höga. En bidragande faktor till detta är att produktionsutbyggnader har försenats på grund av pandemin. Samtidigt är produktionskapaciteten större än de faktiska volymerna av SAF som produceras. Detta då anläggningarna är flexibla och kan producera HVO i stället, vilket hittills har varit en mer lönsam produkt. De styrmedel som finns implementerade för att främja SAF, uteslutande i Europa och USA, har också varit blygsamma. Samtidigt finns frivilliga åtaganden för att blanda in SAF som gör efterfrågan svår att uppskatta.

De produktionsanläggningar som byggs i det kortare perspektivet förväntas vara flexibla mellan HEFA och HVO, vilket innebär att det är svårt att prognosticera hur mycket SAF som kommer att finnas tillgängligt framöver. Men det är tydligt att det kommer att finnas mer på marknaden kommande år med start från 2023. Styrmedel såsom EU:s ReFuelEU Aviation och den lagstiftning som nyligen beslutats i USA, Inflation Reduction Act, bedöms ha stor påverkan på produktionsutvecklingen. Detta samtidigt som den svenska marknaden ensamt bedöms vara för liten för att driva investeringar i ökad produktionskapacitet.

Teknikutveckling kommer att vara nödvändigt framöver för att kunna omvandla nya råvaror till SAF, både med befintliga processvägar och genom helt nya, för att kunna möta den ökade efterfrågan i framtiden. Råvarubasen kommer att behöva utökas, antingen på grund av den ökade kostnaden på råvaran eller utifrån hållbarhetsaspekter. Under senare hälften av 2020-talet förväntas processvägarna Alcohol-to-jet och Fischer-Tropsch (för att framställa elektrobränsle) kommersialiseras.

7.1 Nuläge

Produktionsprocessen för HEFA är i dagsläget den enda process som har kommersialiserats för produktion av SAF i större skala. Enligt branschen har efterfrågan på SAF ökat i betydligt snabbare takt än produktionskapaciteten de senaste två åren och få aktörer producerar idag SAF. Detta har lett till att tillgången på SAF är begränsad, både i Europa och globalt, och priserna är höga. En bidragande faktor till detta är att produktionsutbyggnader har försenats på grund av covid-19-pandemin. Det ska också poängteras att marknaden för handel av SAF ännu är liten. SAF handlas främst genom enskilda kontrakt mellan producent och bränsleleverantör/köpare, och spotmarknaden är mycket begränsad. Därför är det svårt att få en uppfattning om vilka priser som råder vid en given tidpunkt.

Det finns flera anläggningar i vilka investeringar gjorts för att kunna producera SAF, men få producenter har hittills valt att producera det. Detta då anläggningarna är flexibla och kan producera främst HVO i stället (eller endast små volymer av SAF), och HVO har hittills varit en mer lönsam produkt. De styrmedel som finns implementerade för att främja SAF, uteslutande i Europa och USA, har varit blygsamma. Samtidigt finns frivilliga åtaganden för att främja inblandningen av SAF, vilket gör efterfrågan svår att uppskatta.

7.1.1 Produktion av SAF har hittills varit begränsad

SAF började introduceras och kommersialiseras på marknaden under 2010-talet i form av HEFA, en produkt som är resultatet av ett extra produktionssteg efter produktion av HVO. HEFA är ASTM-certifierad (se kapitel 5) för en inblandning med upp till 50 procent i flygfotogen. Volymerna av HEFA på marknaden började öka först under 2019, och produktionsprocessen för HEFA är fortfarande idag den enda process som har kommersialiserats för SAF i större skala.¹⁰⁶ Då HEFA samproduceras med HVO så används ofta samma råvara. Hittills har främst avfall och restprodukter använts för HEFA-produktionen, och framför allt använd matolja (UCO, used cooking oil) och animaliska fetter (animal fats).¹⁰⁷

Det finns olika uppskattningar om hur stor dagens globala produktion av SAF är. Enligt International Renewable Energy Agency (IRENA) var den 140 miljoner liter under 2019. Detta utgjorde enligt IRENA endast 1 procent av den totala volymen flygbränsle som används globalt, så volymerna är fortfarande mycket små.¹⁰⁸ Enligt International Air Transport Association (IATA) fanns det under 2021 cirka 125 miljoner liter SAF tillgängligt på marknaden, och samtliga volymer köptes upp. Detta till ett pris som låg någonstans mellan 2–4 gånger högre än priset på fossilt flygfotogen.¹⁰⁹ Andra källor¹¹⁰ gör gällande att priset på SAF är ungefär 3–6 gånger högre än det för fossilt flygfotogen. Att prisrelationen ligger i dessa spann bekräftas också av de aktörsdialoger som har förts inom ramen för detta arbete (avseende priserna hösten 2022).

Enligt IRENA så fanns det under 2019 endast två anläggningar som producerade HEFA (i Nestes respektive World Energys regi), trots att produktionskapacitet för HEFA fanns på fler anläggningar än så. Detta då anläggningarna är flexibla mellan HEFA och HVO och det hittills varit mer lönsamt att endast producera HVO eller endast en liten fraktion HEFA.¹¹¹ Produktionskostnaden för HEFA är något högre än den för HVO då ett extra produktionssteg krävs, och leder dessutom till en något minskad total produktionsvolym per mängd råvara (fraktionen nafta och lätta kolväten ökar när andelen SAF ökar i produktionen).¹¹²

På grund av detta är det svårt att säga hur stora volymer av HEFA som produceras och vilka aktörer som producerar det. Energimyndighetens bedömning är att situationen med få aktörer som producerar HEFA och små volymer fortsatt även under 2021 och 2022. En bidragande faktor till detta är att produktionsutbyggnader har försenats på grund

¹⁰⁶ IRENA (2021) *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*

¹⁰⁷ Neste (u.å) *Waste and residues as raw materials*

¹⁰⁸ IRENA (2021) *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*

¹⁰⁹ IATA (2022) *Incentives Needed to Increase SAF Production*

¹¹⁰ IRENA (2021) *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*

¹¹¹ IRENA (2021) *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*

¹¹² Biojetutredningen (SOU 2019:11)

av covid-19-pandemin. Neste skulle till exempel ha ökat sin produktionskapacitet för HEFA i Singapore under 2022, men dessa planer försenades och planen är nu att denna ska kunna tas i drift under senare delen av 2023. Neste kommer att öka sin produktion från 100 000 ton SAF årligen till totalt 1,5 miljoner ton under 2023.¹¹³ Även St1 kommer driftsätta produktionskapacitet för HVO och HEFA under 2023 på sitt raffinaderiområde i Göteborg. Hittills har igen produktion av SAF funnits i Sverige.

7.1.2 Efterfrågan drivs i dagsläget mer av frivilliga åtaganden än regulatoriska

Efterfrågan av SAF drivs både av olika styrmedel samt av frivilliga åtaganden. Styrmedel för främjande av SAF finns i dagsläget i Europa och USA. I Europa är dessa styrmedel utformade som olika mandatsystem som kräver en viss inblandning av SAF i flygbränsle. USA stimulerar användning av SAF genom frivilligt deltagande för SAF inom styrmedlet Renewable Fuel Standard (RFS)¹¹⁴, översättning: förnybar bränslestandard), som är implementerad på federal nivå. Nedan refereras efterfrågan som drivs av styrmedel och frivilliga åtaganden som den ”regulatoriska marknaden” respektive den ”frivilliga marknaden”.

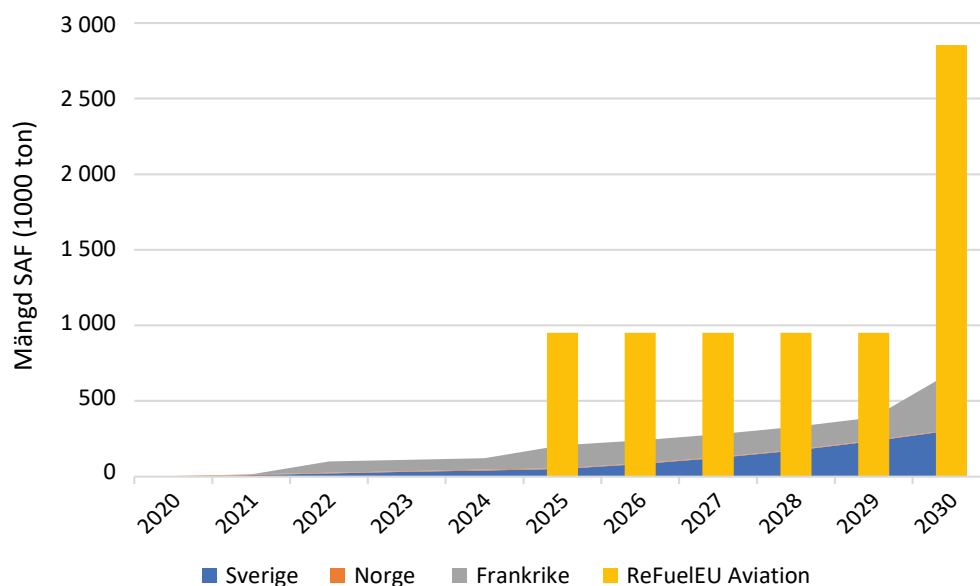
Europas regulatoriska marknad har hittills varit liten

Enligt IEA så har den SAF som produceras globalt hittills främst använts i Europa, USA och Kina.¹¹⁵ Europas regulatoriska marknad för SAF har funnits sedan 2020, då Norge införde sitt system. Detta har sedan följts av Sverige under 2021 och Frankrike under 2022. Flera andra länder har planer på att införa likande system, såsom Storbritannien, Finland, Tyskland och Nederländerna, men utöver Storbritannien så har dessa planer nu pausats i väntan på förhandlingarna av ReFuelEU Aviation (se avsnitt 4.7). Den regulatoriska marknaden för SAF i Europa har således hittills varit begränsad, både vad gäller tiden den har varit i kraft och volymerna som har efterfrågats. Figur 10 visar de uppskattade volymerna av SAF som de implementerade styrmedlen hittills gett upphov till samt en uppskattning framgent till 2030. Detta jämfört med de volymer som kan uppskattas efterfrågas inom EU om ReFuelEU Aviation implementeras.

¹¹³ Neste (u.å) *Fly more sustainably and reduce air travel emissions immediately*

¹¹⁴ RFS beskrivs närmare i delrapport 1 (Energimyndigheten, 2022, *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*).

¹¹⁵ IEA (2021) *Renewables 2021 - Analysis and forecast to 2026*



Figur 10. Uppskattning av efterfrågan av SAF från beslutade styrmedel i Europa samt ReFuelEU Aviation (Rådets förslag), 1000 ton, 2020–2030.

Källa: Eurostat (2022), Energimyndighetens bearbetning.

Anmärkning: 2019 års användning av fossil flygfotogen används för hela perioden, även om det inte är representativt för pandemiåren 2020–2021. För ReFuelEU Aviation har mängderna flygfotogen för EU-27 samt Norge använts. Norge har haft en inblandningsnivå om 0,5 procent sedan styrmedlets införande.

Figur 10 visar också att den svenska regulatoriska marknaden för SAF är liten trots att Sverige har de högsta inblandningsnivåerna. Energimyndighetens bedömning är att den svenska regulatoriska marknaden är för liten för att driva investeringar i ökad produktionskapacitet, vilket också stöds av de aktörer som vi har varit i kontakt med inom ramen för detta uppdrag. En harmonisering av den europeiska marknaden genom förslagen i ReFuelEU Aviation skulle skapa en betydligt större och stabilare marknad för SAF. Det europeiska regelverket skulle visserligen börja på en låg inblandningsnivå med ett krav på inblandning om 2,0 procent i volym år 2025. Inblandningsnivåerna ökar enligt förslagen däremot betydligt efter 2030 (jämför med Figur 1).

Såsom tidigare nämnts så stimulerar USA användning av SAF genom frivilligt deltagande för SAF inom styrmedlet RFS som är implementerad på federal nivå. Pliktiga enligt RFS är raffinaderier och importörer av bensen och diesel. Plikten kan uppfyllas genom att blanda in förnybara bränslen eller genom att skaffa krediter som kallas RIN:s (Renewable Identification Numbers)¹¹⁶. RFS är frivilligt för SAF på så sätt att SAF genererar RIN:s utan att flygbränslen omfattas av plikt enligt RFS. En gallon (ca 3,8 liter) SAF ger 1,6 RIN:s. Syftet är att öka konkurrenskraften för SAF mot förnybar diesel utan att ha ett inblandningskrav för SAF.¹¹⁷ Vissa delstater har gått längre än så och implementerat egna styrmedel, närmare bestämt Kalifornien, Oregon och British Columbia, och flera stater planerar för ett införande.¹¹⁸

¹¹⁶ EPA (u.å) *Overview for Renewable Fuel Standard*

¹¹⁷ IATA (u.å) *Fact Sheet: EU and US policy approaches to advance SAF production*

¹¹⁸ Utifrån information på Argus Biofuels Europe Conference. Konferens i London 2022-10-11.

Den frivilliga marknaden i paritet eller större än den regulatoriska

Det finns också en frivillig marknad för SAF. Enligt Neste har de haft leveranser till flertalet länder som inte har implementerade styrmedel för inblandning av SAF.¹¹⁹ Dessa frivilliga åtaganden kan komma från fraktbolag¹²⁰ som vill kunna erbjuda (och har en efterfrågan på) fossilfria fraktflyg, företag som vill ha fossilfria tjänsteresor samt från den privata passagerarsidan. Omfattningen av den frivilliga marknaden är svår att uppskatta men enligt Neste är den i dagsläget större än den regulatoriska marknaden globalt.¹²¹ Detta samtidigt som den regulatoriska marknaden hittills varit begränsad i volym.

Exempel på svenska frivilliga åtaganden är Swedavias ”SAF Incentive Programme” där flygbolag får 50 procent av merkostnaden för att tanka SAF subventionerat av Swedavia. Programmet omfattade 20 miljoner kronor under 2022. Volymerna får inte tillgodoräknas i den svenska reduktionsplikten för flygfotogen.¹²² Swedavia upphandlar också SAF motsvarande bolagets egna tjänsteresor. Ett annat exempel är Fly Green Fund, en icke-vinstdrivande organisation som gör det möjligt för privatpersoner, företag och offentliga organisationer att vara med och finansiera SAF som tankas i Sverige.¹²³

7.2 Policyutveckling viktig för att användningen av SAF ska öka

Enligt IEA¹²⁴ behövs en kombination av nedan fem faktorer för att efterfrågan av SAF ska öka under de kommande åren:

1. SAF måste bevisas vara ett säkert drivmedel och tekniken vara beprövad (flygoperatörerna måste ha ett förtroende för SAF),
2. Kostnaden för SAF måste anses vara acceptabel för konsumenter och flygbolag,
3. Regeringar behöver implementera tydliga, reglerade och stödjande policys, i form av till exempel styrmedel (såsom RFS), inblandningssystem, finansiering av forskning och utveckling och standardutveckling,
4. SAF-producenter behöver finansiera, besluta och bygga planerade anläggningar,
5. Råvaran måste vara hållbar.

IEA menar vidare att det finns säkra och kommersiellt gångbara processvägar för SAF, att kostnaden är acceptabel under föreslagna inblandningsnivåer och att producenter kommer att kunna skala upp produktionskapaciteten. Inte heller standarder för SAF bedöms vara en begränsande faktor de närmaste åren (läs mer i kapitel 5). Däremot menar IEA att policyutformningen inte hängt med. Utvecklingen framåt beror mycket på de förslag på policy som finns i Europa och den lagstiftning som nu beslutats i USA. IEA menar också att den råvara som planeras att nyttjas, använda matoljor, animaliska fetter och andra avfall och restprodukter, kommer att bli en begränsande faktor på mellan till lång sikt. Därför är det viktigt med kontinuerlig forskning och utveckling för att nya råvaror ska kunna användas i befintliga produktionsprocesser och omvandlas genom nya tekniker.

¹¹⁹ Muntlig kommunikation med Neste 2022-09-26

¹²⁰ Se till exempel avtal mellan Neste och DHL (McGarrity, J., 2022-03-22 *DHL and Neste in huge 5-year offtake deal for sustainable aviation fuel.*).

¹²¹ Muntlig kommunikation med Neste 2022-09-26

¹²² Swedavia AB (2022) *Swedavia – Sustainable Aviation Fuel (SAF) Incentive Programme 2022*

¹²³ Fly Green Fund (u.å) *Om oss*

¹²⁴ IEA (2021) *Renewables 2021 - Analysis and forecast to 2026*

Vad gäller den frivilliga marknaden, som inte är obetydlig enligt resonemanget i föregående avsnitt, är det dock svårare att uppskatta efterfrågan och den ger inte samma långsiktighet för producenterna som den regulatoriska marknaden. Politiska styrmedel bedöms därför vara viktiga för att investeringar ska komma till stånd i relevant tidsperspektiv och för att främja innovation och kommersialisering av nya tekniker. På längre sikt ses däremot en investering i produktion av SAF som säker då det i dagsläget inte finns några andra omställningsalternativ för långväga flygningar och flygplansflottan tar 20–30 år att byta ut.¹²⁵

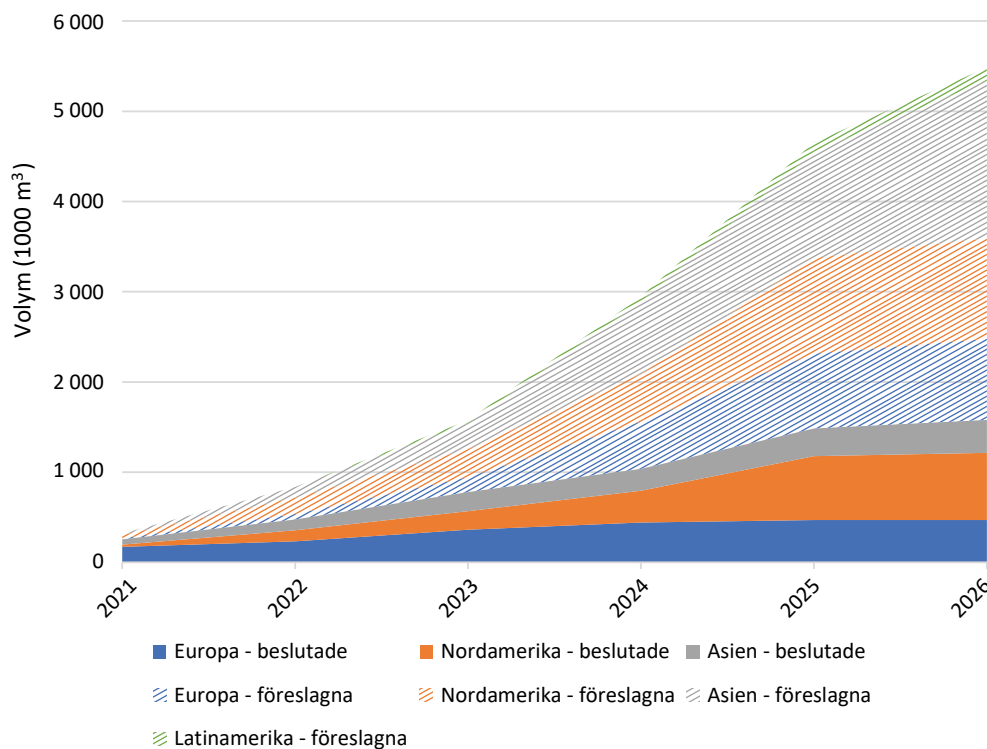
7.3 Marknadsutvecklingen framgent

Blickar vi mot åren fram till 2025 är det svårt att säga vad produktionsvolymerna av SAF blir, då produktionskapacitet inte är detsamma som faktiska produktionsvolymerna. De produktionsanläggningar som idag är i drift för SAF och tillkommande produktionskapacitet de närmaste åren byggs för att vara flexibla mellan HVO och HEFA. Produktionen i dessa kan styras till förmån för den produktmix som maximerar vinsten för producenten. Den regulatoriska marknaden för SAF i Europa i perspektivet 2025 är liten (se Figur 10), och även om produktionskapacitet kommer till behöver det inte resultera i motsvarande volym SAF. Det är också så att inte alla aviserade projekt realiserar (det vill säga investeringsbeslut tas och anläggningen faktiskt byggs).

Vikten av nya styrmedel kan illustreras med hjälp av IEA:s prognoser¹²⁶ för utbud och efterfrågan av förnybar energi. Den senaste prognosen inkluderar SAF och har tagits fram för tidsperioden 2021–2026. IEA utgår i sina prognoser från två olika scenarier: ett baserat på beslutade regelverk samt ett baserat på tillkommande mängder till följd av föreslagna men ännu inte beslutade regelverk. Prognoserna för produktion av SAF visas i Figur 11 nedan. Enligt dessa prognoser blir produktionen 3,5 gånger så stor år 2026 om föreslagna regelverk beslutas jämfört med befintliga. Enligt IEA:s prognos med beslutade regelverk ökar produktionskapaciteten främst i USA, följt av Europa och Asien. Enligt föreslagna regelverk är ökningen i stället störst i Asien, men produktionsökningarna är även stora i USA och Europa. Asien spås i båda fallen vara en stor exportör av SAF. Efterfrågan prognosticeras bli störst i USA och Europa (och nästan uteslutande finnas i dessa regioner) enligt båda prognoserna.

¹²⁵ Esqué et al. (2022) *Making net zero aviation possible*

¹²⁶ IEA (2021) *Renewables 2021 - Analysis and forecast to 2026*



Figur 11. Prognostiserad produktion av SAF per region enligt beslutade och föreslagna regelverk fram till 2026.

Källa: IEA (2021), Energimyndighetens bearbetning.

I Europa är det förslagen i ReFuelEU Aviation som driver utvecklingen. I USA finns ny beslutad lagstiftning genom den så kallade "Inflation Reduction Act" som bland annat innehåller skattelättnader för SAF.¹²⁷ Bidenadministrationen har också ett produktionsmål för SAF om drygt 11,3 miljarder liter till 2030.¹²⁸ Styrmedel för SAF har också börjat diskuteras i Asien, men ännu finns inga planerade.¹²⁹ Till detta kommer också åtaganden på den frivilliga marknaden som kan bli betydande.

7.3.1 Nya tekniker nödvändiga för att produktionen ska kunna öka på sikt

Teknikutveckling kommer att vara nödvändigt framöver för att kunna omvandla nya råvaror till SAF både med befintliga processvägar och genom helt nya processvägar, för att kunna möta den ökade efterfrågan i framtiden. I det kortare perspektivet kan det finnas tillräckligt med använd frityrolja, animaliska fetter och andra råvaror baserade på avfall och restprodukter, men i det längre perspektivet måste råvarubasen utökas. Detta antingen på grund av den ökade kostnaden på råvaran eller utifrån hållbarhetsaspekter.¹³⁰

I det kortare perspektivet kan HEFA-processen utökas till att kunna processa fler råvaror, men även andra processvägar för SAF kan kommersialiseras, såsom Fischer-Tropsch

¹²⁷ Utifrån information på Argus Biofuels Europe Conference. Konferens i London 2022-10-11.

¹²⁸ IATA (u.å) *Fact Sheet: EU and US policy approaches to advance SAF production*

¹²⁹ Utifrån information på Argus Biofuels Europe Conference. Konferens i London 2022-10-11

¹³⁰ IEA (2021) *Renewables 2021 - Analysis and forecast to 2026*

(med till exempel lignocellulosarika råvaror eller kommunalt avfall) och Alcohol-to-jet. När elektrifieringen av bilar ökar kommer det frigöra etanolvolym som kan användas i processvägen Alcohol-to-jet. HEFA/HVO-anläggningar kan också minska sin produktion av HVO till förmån för HEFA. Alcohol-to-jet och Fischer-Tropsch är liksom HEFA godkända processvägar för SAF enligt ASTM-standarden. När vi närmar oss 2030 är det också troligt att elektrobränslen börjar produceras i större kommersiell skala, inte minst då förslagen i ReFuelEU Aviation innehåller en subkvot för elektrobränslen.¹³¹ Elektrobränslen kan idag produceras genom processen Fischer-Tropsch och genom Alcohol-to-jet.¹³² Läs mer om processvägar för SAF i Bilaga 1.

I det längre perspektivet kommer vi troligtvis se en kombination av flygplan som drivs av el, väte och olika former av SAF. Hur stor andel av bränslemixen som kommer att utgöras av elektrobränslen beror på elpriset men också på i vilken omfattning hållbar biomassa kan allokteras till flygsektorn. Samtidigt är SAF i dagsläget den enda tekniska lösningen för långväga flygningar.¹³³

Projekt för SAF i Sverige

Som nämnts tidigare kommer St1 att driftsätta en anläggning för produktion av HVO och HEFA i Göteborg under 2023. En intressant råvara ur ett svenskt perspektiv är skoglig biomassa, och för denna finns det ett flertal processvägar för att framställa SAF (till exempel Fischer-Tropsch och etanol från cellulosa och Alcohol-to-jet). Sverige har också potential för framställning av elektrobränslen. Ett projekt i den senare kategorin är SAS, Vattenfall, Shell och LanzaTech som utreder möjligheten att producera elektrobränsle i Forsmark. De använder Alcohol-to-jet och därigenom är processen godkänd för SAF enligt ASTM-standarden.¹³⁴ Ett annat projekt är SkyFuelH2 som kombinerar tekniken Fischer-Tropsch med biomassa samt vätgas.¹³⁵

7.4 Vad påverkar priset på SAF?

Priset på drivmedel sätts på en internationell marknad och beror därmed på det globala utbudet och efterfrågan. Efterfrågan på SAF beror på efterfrågan på flytande bränsle i flygsektorn. Då biodrivmedel generellt är dyrare att producera än dess fossila motsvarigheter påverkas efterfrågan av olika styrmedel. Styrmedlen kan variera i utformning. I Europa är dessa styrmedel utformade som olika mandatsystem som kräver en viss inblandning av SAF i fossil flygfotogen. Dessa kan vara olika utformade vad gäller till exempel straffavgifter för missad måluppfyllnad, inblandningsnivåer och vilka råvaror som premieras. Straffavgiften och efterfrågan i andra länder (så som i Frankrike), påverkar således även priset på SAF i Sverige.

Utbudet i det kortare perspektivet beror bland annat på vilken produktionskapacitet som finns och hur stor del av denna som blir HEFA (i stället för HVO då HEFA-processen är flexibel mellan dessa två). Priset på HEFA måste vara högre än det för HVO för att en

¹³¹ Esqué et al. (2022) *Making net zero aviation possible*

¹³² Metanol är idag inte godkänd som råvara i processvägen Alcohol-to-jet. Om den godkändes skulle det innebära större flexibilitet i hur man kan producera elektrobränslen.

¹³³ Esqué et al. (2022) *Making net zero aviation possible*

¹³⁴ Vattenfall (2021) *SAS, Vattenfall, Shell and LanzaTech to explore synthetic sustainable aviation fuel production*

¹³⁵ Uniper (u.å) *Jetfuel*

producent ska vara villig att producera HEFA (då det är en merkostnad för producenten att producera HEFA). Priset för HVO kan således sägas vara ett prisgolv för HEFA. Priset på ett drivmedel påverkas också av eventuell marknadskoncentration på producentsidan, då låg konkurrens leder till högre priser. På sikt beror utbudet på investeringsviljan i ny produktionskapacitet och teknikutveckling, tillgång på råvaror samt vilka biodrivmedel som premieras enligt rådande och kommande regelverk.

Produktionskostnaden är, som nämns ovan, en viktig faktor för priset på ett biodrivmedel, men produktionskostnad är inte lika med försäljningspris. Däremot är de två korrelerade. Priset på råvaran för HVO, och således också HEFA, utgör en stor andel av produktionskostnaden.¹³⁶ Priset på råvaror beror på utbud och efterfrågan på den specifika råvaran, men också på priset på råvaror som kan användas som substitut för denna. Råvaror handlas på en global marknad och konkurrensen om råvaran kan komma från flera sektorer (utöver olika trafiksegment så kan vissa råvaror användas för att göra till exempel kemikalier och plaster). Priset på bioråvara kan också påverkas av exempelvis väder, naturkatastrofer och geopolitiska händelser. Dessutom kan det påverkas av osäkerhet gällande vilka råvaror som kommer att vara godkända enligt framtida lagstiftning. Under perioder av förhandling av regelverk kan priser på råvaror som tros klassas som hållbara framgent säkras upp av producenter genom långsiktiga kontrakt, vilket i sig kan driva upp priset. Produktionskostnaden för elektrobränslen kommer vara starkt korrelerat med elpriset då el är en huvudsaklig insatsvara i processen.

Valuta och växlingskurser har också stor betydelse. Beroende på hur stark eller svag den svenska kronan är, framför allt mot dollarn, påverkas kostnaden för att importera (både råvara och drivmedel).

¹³⁶ IEA (2020) *Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction* International Energy Agency (IEA) (2020) *Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction*

8 Kostnad för inblandning av SAF

Kapitlet i korthet

I detta kapitel beskriver vi vad som påverkar kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning av SAF. Det viktigaste faktorerna är priset på fossilt flygfotogen respektive SAF, priset på utsläppsrätter inom EU ETS, reduktionsnivån samt vilken klimatprestanda den SAF som blandas in har samt eventuell framtida energiskatt på flygbränsle.

Hittills har det inte inneburit någon större skillnad på den totala bränslekostnaden mellan att välja att blanda in SAF jämfört med att inte blanda in och betala reduktionspliktsavgift, då reduktionsnivån har varit låg. Detta kan dock ändras i takt med att reduktionsnivåerna ökar, beroende på hur de olika faktorerna som nämns ovan utvecklar sig. I ett scenario där priserna på fossilt flygfotogen och SAF är desamma som idag så skulle det vara billigare att välja att inte blanda in SAF vid de reduktionsnivåer som är beslutade för 2030. Detsamma gäller om priset på SAF ökar i relation till fossilt flygfotogen. I ett scenario där prisskillnaden mellan fossilt flygfotogen och SAF minskar skulle det vara mer ekonomiskt att blanda in SAF. Detsamma gäller i ett scenario med högre priser på utsläppsrätter.

Om Sverige har ett högre pris på flygbränsle än andra länder finns risk för att förekomsten av ekonomitankning ökar (det vill säga att flygplanet bär med sig mer bränsle än nödvändigt för att inte behöva tanka på destinationsflygplatsen inför nästa flygning). Hittills har inte ekonomitankningen ökat som en följd av reduktionsplikten, men skulle kunna göra det i takt med att reduktionsnivåerna höjs. I förslagen till ReFuelEU Aviation finns en artikel som syftar till att minska risken för ekonomitankning genom ett krav på tankning på där flygningen startar.

8.1 Faktorer som påverkar kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten

Eftersom SAF är dyrare än fossilt flygfotogen innebär inblandning av SAF en merkostnad jämfört med rent fossilt flygfotogen. Reduktionsplikten höjer kostnaden för vanligt flygfotogen och stärker incitamenten för inblandning av SAF.

Kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten är beroende av flera faktorer, framför allt följande:

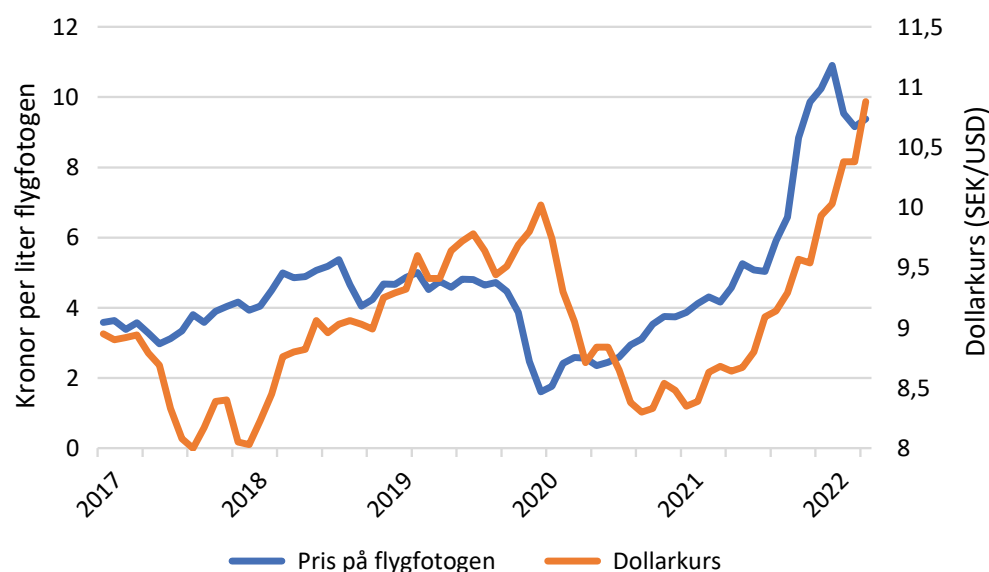
- Priset på fossilt flygfotogen
- Priset på SAF
- Reduktionsnivå
- Utsläpp i livscykelperspektiv för SAF
- Priset på utsläppsrätter inom EU ETS
- Beskattning av flygbränsle

Differensen mellan priset på fossilt flygfotogen och SAF utgör den merkostnad som varje inblandad liter av SAF innebär i förhållande till helt fossilt drivmedel. Reduktionsnivån, tillsammans med utsläppsprestandan för det specifika partiet SAF, dikterar i sin tur hur mycket SAF som behöver blandas in för att uppfylla reduktionsplikten. Tillsammans bestämmer dessa faktorer hur stor kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten är i termer av ren bränslekostnad.

Eftersom det inte är nödvändigt att annullera några utsläppsrätter för SAF innebär inblandning av SAF också en besparing. Hur stor besparingen blir beror på priset på utsläppsrätter inom EU ETS, vilket är beroende av flera olika faktorer. Viktigt i sammanhanget är betona att den fria tilldelningen i princip ger samma incitament till åtgärder som auktionering. Detta då en använd utsläppsrätt är en förlorad intäkt från försäljning av densamma (det vill säga en alternativkostnad).

Flygbränslen för kommersiell användning har hittills varit befriade från beskattning (se även 4.3). Förslaget om reviderat energiskattedirektiv i Fit-for-55-paketet anger dock att flygfotogen som används för passagerarflyg inom unionen ska omfattas av energiskatt. Nivån ska införas gradvis och ökas till 0,38 euro per liter år 2033.¹³⁷ I skrivande stund är inte något beslut fattat om energiskattedirektivet.

En viktig faktor som påverkar priset på flygfotogen är dollarkursen, eftersom flygfotogen främst handlas i dollar. Figur 12 visar historisk utveckling av spotpriset för flygfotogen i kronor samt dollarkursen. Av den kan utläsas att det finns ett samband mellan dollarkursen och priset på flygfotogen.



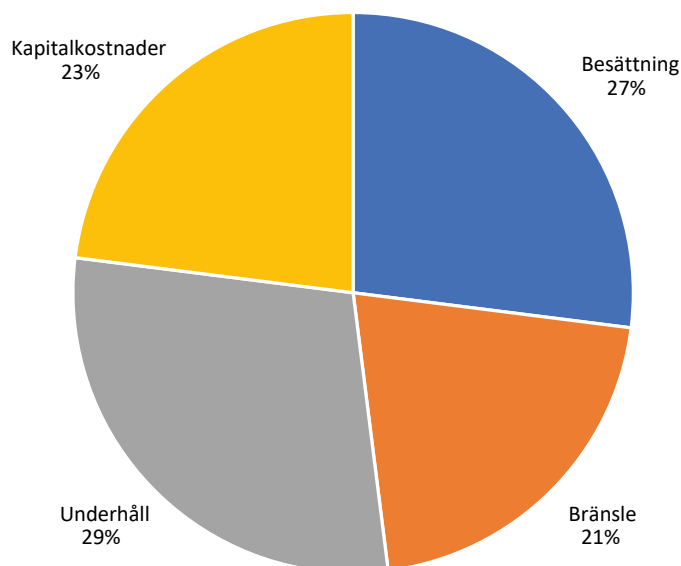
Figur 12. Månatlig prisutveckling för fossilt flygfotogen från januari 2017 till september 2022 (U.S. Gulf Coast Kerosene-Type Jet Fuel Spot Price FOB) samt valutakursen för dollar.

Källa: Index Mundi (2022) och SCB (2022).

¹³⁷ Den föreslagna nivån är på energibasis 10,75 euro per gigajoule. Enligt förnybartdirektivets normalvärden för energiinnehåll i biojet (34 megajoule per liter för HEFA respektive 36 megajoule per liter för samprocessad) blir värdet per liter mellan 0,3655 och 0,387 euro per liter. För privatjet ska nivån på 0,38 euro per liter gälla från 2023 (Transport & Environment, 2021, *Energy taxation directive: Ending one of aviation's most unfair tax privileges*).

8.2 Andra kostnader som påverkar biljettpriset

Kostnaden för att bedriva flygverksamhet har flera olika komponenter, varav bränslekostnaden är en del. Figur 13 redovisar kostnader för att hålla ett flygplan i drift, vilket ger en indikation på hur stor andel varje post utgör av de totala kostnaderna. Vissa prognoser visar att fossilt flygfotogen kommer att bli dyrare i framtiden, på lång sikt så mycket som sex gånger dyrare än i dagsläget.¹³⁸



Figur 13. Fördelning av kostnader för att hålla ett Boeing 737 i drift under en timme (medelvärde för tre olika amerikanska flygbolag).

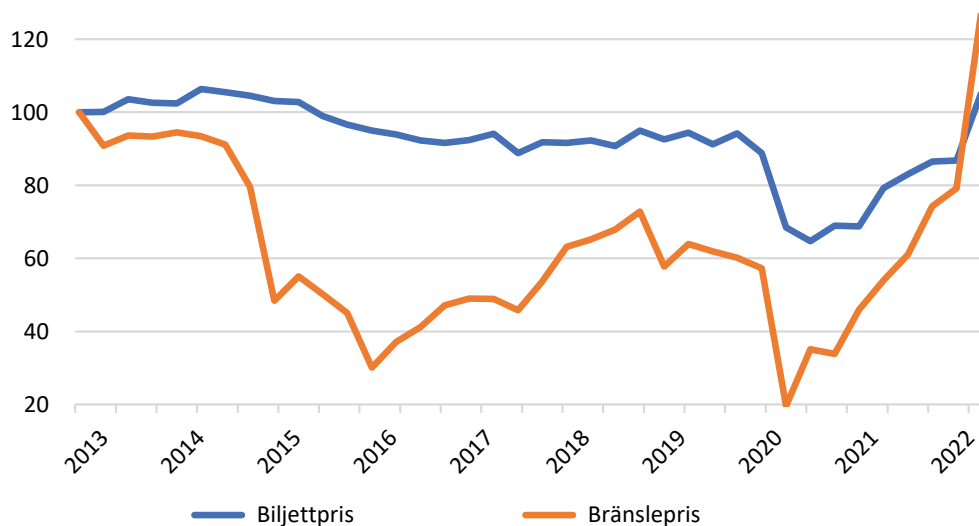
Källa: ICAO (2017).

För att ge en bild av hur priset för flygbiljetter korrelerar med bränsleprisets utveckling har vi jämfört indexerad prisutveckling för biljetter och flygbränsle under perioden 2013–2022. Resultatet, som redovisas i Figur 14 nedan, visar att bränsleprisets utveckling (spotpris) inte nödvändigtvis avspeglar sig i biljettpriset, även om det teoretiskt bör finnas en korrelation. Dock finns det flera andra faktorer som också påverkar biljettpriserna. Det har inte varit möjligt inom avgränsningen för detta uppdrag att närmare studera sambandet mellan bränslepris och biljettpris.

Det är viktigt att notera att det är vanligt med prissäkring inom flygbranschen. Det innebär att flygoperatörer avtalar om att köpa in en viss mängd bränsle under en viss period till ett fast pris. Syftet med det är för flygoperatörernas del att skapa förutsägbarhet och eliminera kraftiga ekonomiska konsekvenser som kan bli resultatet av snabba förändringar i spotpriset för flygbränsle, till kostnad av en avgift för att prissäkra.¹³⁹ Alltså kan det vara så att det finns en tydligare korrelation än vad Figur 14 ger uttryck för, men vi har inte tillgång till de faktiska kostnaderna för priset på flygfotogen. Priset i Figur 14 bör ses som en approximation, och alltså inte nödvändigtvis det pris som flygbolagen betalar för flygfotogen.

¹³⁸ Carroll (2022-08-31) *Fossil jet fuel price expected to soar as EU taxes bite*

¹³⁹ Curran (2022-03-13) *Which Airlines Are Hedged Against Soaring Jet Fuel Prices?*



Figur 14. Indexerad utveckling av genomsnittligt flygbiljettpris och bränslepris (index=100 för år 2013) för perioden 2013–2022 i USA.

Källa: Bureau of Transportation Statistics (2022) och Energy Information Administration (2022), Energimyndighetens bearbetning.

8.3 Ekonomitankning

En risk med att ha högre bränslepriser i Sverige jämfört med andra länder är att det kan leda till ekonomitankning. Enligt en rapport från Transportstyrelsen definieras ekonomitankning som: ”ett flygbolag väljer att tanka ett luftfartyg med mer bränsle än vad som går åt för en flygning, dvs luftfartyget bär med sig mer bränsle än nödvändigt för att inte behöva tanka på destinationsflygplatsen inför nästa flygning”.¹⁴⁰

Enligt de aktörer som vi har varit i kontakt med inom ramen för detta uppdrag tillämpas ekonomitankning inte i någon märkbar omfattning för att undvika tankning i Sverige i dagsläget som en följd av den svenska reduktionsplikten. De menar dock att detta skulle kunna bli en realitet om Sverige har en mycket högre ambition och krav för inblandning av SAF än andra länder genom den svenska reduktionsplikten. ReFuelEU Aviation innehåller en artikel som syftar till att minska ekonomitankning, genom att kräva att tankningen på de flygplatser där flygningarna startar ska utgöra minst 90 procent¹⁴¹ av den bränsleförbrukning som behövs för den aktuella flygresan. Artikeln omfattar större, så kallade unionsflygplatser, vilket innebär att inte alla flygplatser inom unionen omfattas av kravet.

Enligt ovan nämnda rapport tillämpas dock ekonomitankning redan idag (och på grund av andra anledningar än reduktionsplikten). Flygbolag optimerar sina kostnader genom att ekonomitanka till destinationer som Svalbard och Grönland där bränslet är avsevärt dyrare. Det kan också förekomma på flygningar inom Sverige då bränslet kan vara billigare på Arlanda jämfört med andra flygplatser. Full ekonomitankning bedöms vara lönsamt på cirka 16,5 procent av flygningarna inom ECAC-området (European Civil Aviation Conference) och partiell ekonomitankning på 4,5 procent av flygningarna i samma område. Valet att

¹⁴⁰ Transportstyrelsen (2020) *Analys av en ökad risk för ekonomitankning till följd av införande av en nationell skatt på fossilt flygfotogen vid kommersiella resor*

¹⁴¹ Kravet gäller per år, vilket ger en viss flexibilitet. Genomsnittet över året får dock inte understiga 90 procent.

ekonomitanka är en avvägning mellan det bolagen tjänar på minskade bränslekostnader och de ökade kostnader som är förenat med det extra bränslet (tyngre last och därmed högre bränsleförbrukning och ökade utsläpp). Faktorer som kan avhålla flygbolag från ekonomitankning är att de vill bidra till att bibehålla tankinfrastrukturen på landets flygplatser och minska sin klimatpåverkan.

Enligt Transportstyrelsens (som bygger på beräkningar gjorda av VTI) rapport skulle incitamenten för ekonomitankning öka kraftigt redan vid 4 – 10 procents prispåslag, i synnerhet för destinationer nära Stockholm. Vid ett prispåslag på 21 – 32 procent visar beräkningarna att omkring hälften av den totala bränslemängden som krävs för returflygningar skulle tankas på flygplatsen man flyger ifrån.

8.4 Flera möjliga scenarier

För att belysa effekterna på bränslekostnaderna och kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten av olika möjliga utvecklingar redovisas olika scenarier nedan. Gemensamt för samtliga diagram är att de redovisar kostnader för att:

- betala reduktionspliktsavgift motsvarande beslutad reduktionsnivå för 2030
- uppfylla beslutad reduktionsplikt 2030 genom inblandning av SAF
- uppfylla kraven i ReFuelEU Aviation 2030 (6 volymprocent) genom inblandning av SAF
- inte ha något inblandningskrav på SAF eller någon avgift alls.

I samtliga scenarier har vi antagit att klimatprestandan för SAF är 92 procents utsläppsminskning (det vill säga 7,5 g koldioxidekvivalenter per megajoule SAF). Denna siffra är den genomsnittliga utsläppsminskningen för SAF som rapporterades inom reduktionsplikten för 2021. Valutakurser har en påverkan på priserna för såväl bränslen som utsläppsrätter. I dessa scenarier har vi antagit att valutakurserna har samma nivå som idag. Detta är en stor osäkerhet eftersom utfallet får en stor påverkan på de prisförutsättningar som scenarierna bygger på.

För att beräkna mängden utsläppsrätter som behöver annulleras har emissionsfaktorn 3,15 ton koldioxidekvivalenter per ton flygfotogen använts.¹⁴² Mängden fossil flygfotogen har multiplicerats med emissionsfaktorn, vilket ger den totala mängden utsläppsrätter. Mängden utsläppsrätter har därefter multiplicerats med priset för utsläppsrätter i det aktuella scenariot. För SAF har ingen annullering av utsläppsrätter räknats med. Inblandning av SAF innebär därmed en besparing i form av minskat behov av utsläppsrätter. Även om det finns fri tilldelning av utsläppsrätter för flyget behöver priset för utsläppsrätter tas med i beräkningen eftersom det skulle vara möjligt för en flygoperatör att sälja de utsläppsrätter som inte behöver annulleras vilket genererar en intäkt.

Eftersom reduktionsnivån ännu är låg så har påverkan på bränslepriset hittills varit begränsad. Om SAF är fyra gånger dyrare jämfört med fossilt flygfotogen så blir prispåverkan tre

¹⁴² EU-kommissionen (2018) KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEFÖRORDNING (EU) 2018/2066 av den 19 december 2018 om övervakning och rapportering av växthusgasutsläpp i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/87/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 601/2012 2018/2066 av den 19 december 2018 om övervakning och rapportering av växthusgasutsläpp i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/87/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 601/2012.

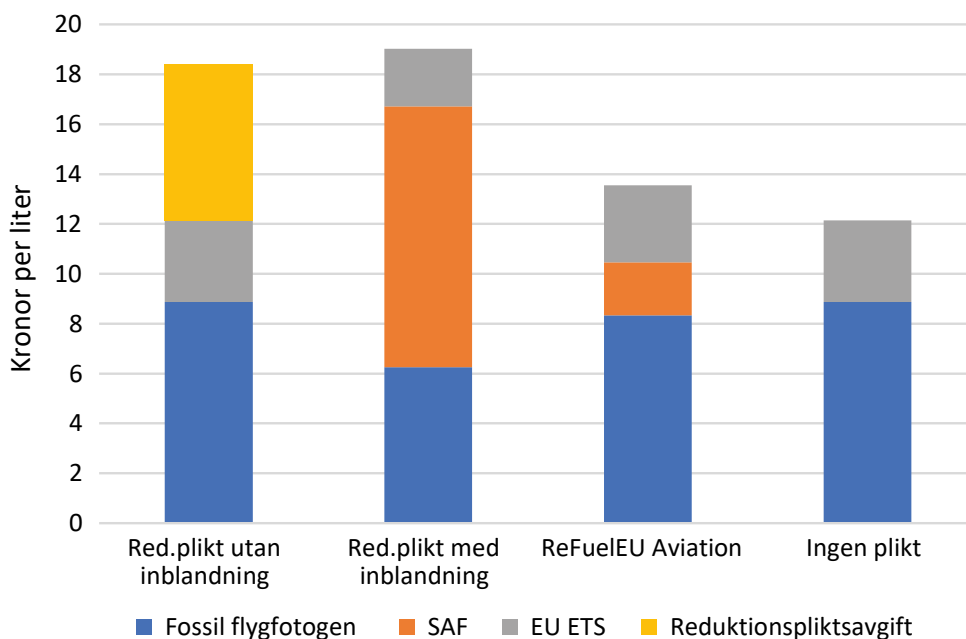
procent för varje volymprocent av SAF som blandas in. Vid två procents inblandning, vilket är kravet i ReFuelEU Aviation förslaget från 2025, skulle alltså priset på flygbränsle bli sex procent högre jämfört med ett helt fossilt flygfotogen, under förutsättning att SAF är fyra gånger dyrare.

8.4.1 Referensscenario (Ref)

Det första scenariot förutsätter att priserna för fossilt flygfotogen och SAF som används för att uppfylla inblandningskraven ligger kvar på samma nivåer som i dagsläget. Priset som vi har utgått ifrån är 142,1 dollar per fat¹⁴³ fossilt flygfotogen och vi har antagit att SAF kostar fyra gånger så mycket. Reduktionspliktsavgiften är kvar på 6 kronor per kg koldioxidekvivalent. Priset för utsläppsrätter antas öka till 80 euro per ton baserat på underlag från EU-kommissionen¹⁴⁴.

Utfallet i detta scenario blir att kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning av SAF är något högre jämfört med att inte blanda in och i stället betala reduktionspliktsavgiften, se Figur 15. Detta indikerar att nivån på reduktionspliktsavgiften inte är tillräckligt hög för att motivera inblandning av SAF under dessa förutsättningar.

Kostnaden för inblandning enligt ReFuelEU Aviation-alternativet är 29 procent lägre än reduktionspliktsalternativet (med inblandning). Kostnaden för alternativet att inte ha något inblandningskrav alls skulle vara 36 procent lägre än detsamma.



Figur 15. Uppskattad kostnad för flygbränsle (fossil flygfotogen och SAF), utsläppsrätter (EU ETS) och eventuell reduktionspliktsavgift år 2030 med oförändrade bränslepriser, reduktionsnivå, reduktionspliktsavgift och pris på utsläppsrätter enligt EU:s prognos.

Källa: Energimyndigheten.

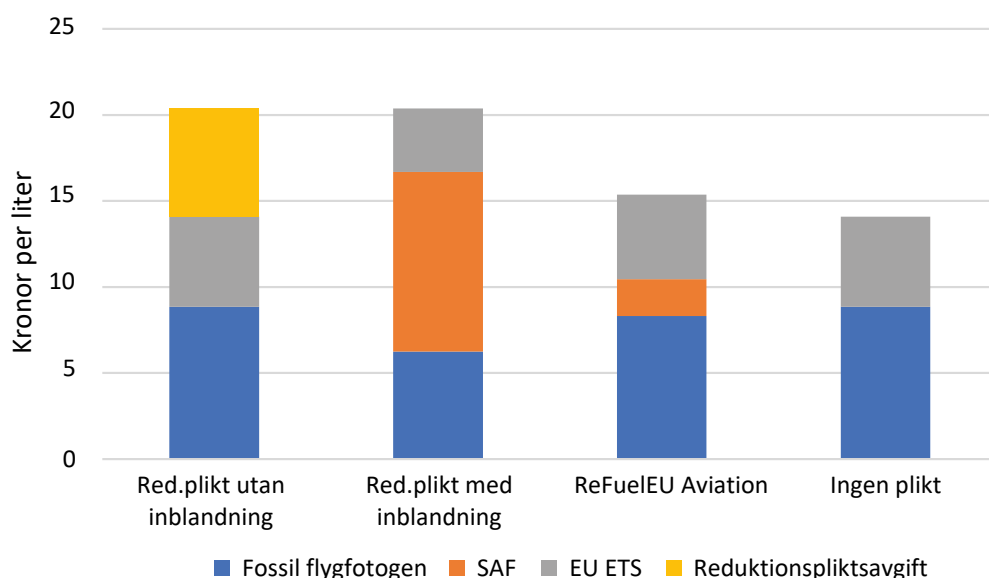
¹⁴³ IATA (u.å.) *Jet Fuel Price Monitor*

¹⁴⁴ EU-kommissionen (2022) *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023*.

8.4.2 Ökat pris på utsläppsrätter (Hög ETS)

Det andra scenariot förutsätter en snabbare ökning av priset för utsläppsrätter inom EU ETS, vilket innebär att kostnaden hamnar på 128 euro per ton år 2030 baserat på en prognos från S&P Global Commodity Insight¹⁴⁵. Prognosen tar hänsyn till Fit-for-55-paketet som innehåller förslag om att sänka utrymmet för utsläpp inom handelssystemet med 61 procent till 2030, ett förslag som Europeiska rådet också har ställt sig bakom.¹⁴⁶ Fit-for-55 innehåller också förslag om att inkludera sjöfarten i handelssystemet från 2024 och att fasa ut den fria tilldelningen av utsläppsrätter för luftfartssektorn gradvis till år 2027.

I det här scenariot blir flygbränslet något dyrare i samtliga alternativ och skillnaden mellan att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning av SAF jämfört med att betala reduktionspliktsavgiften jämnas ut. Differensen i kostnad jämfört med ReFuelEU Aviation alternativet är något mindre än i det första scenariot. Detsamma gäller för differensen mellan ReFuelEU Aviation och alternativet att inte ha någon plikt alls.



Figur 16. Uppskattad kostnad för flygbränsle (fossil flygfotogen och SAF), utsläppsrätter (EU ETS) och eventuell reduktionspliktsavgift år 2030 med oförändrade bränslepriser, reduktionsnivå, reduktionspliktsavgift samt ett pris på utsläppsrätter på 128 euro per ton.

Källa: Energimyndigheten.

8.4.3 Utjämnade priser (Prisutjämning)

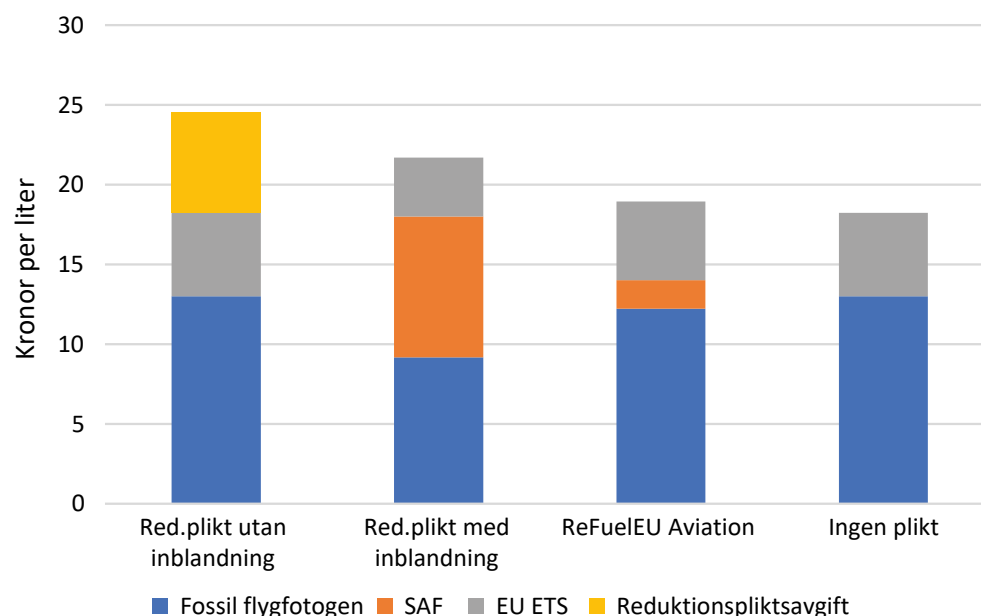
Nästa scenario behåller prisprognosen för utsläppsrätter i enlighet med det föregående scenariot, det vill säga i enlighet med prognosen från S&P Global Commodity Insight. Priserna för bränslen förändras dock genom att kostanden för fossil flygfotogen ökar med 50 procent samtidigt som priset för SAF minskar med 15 procent. Flera aktörer

¹⁴⁵ Engin et al. (2022) *ESG Research: Carbon Pricing, In Various Forms, Is Likely To Spread In The Move To Net Zero*

¹⁴⁶ Europeiska rådet (2022) *55 %-paketet: rådet enas om allmänna riktlinjer för växthusgasminskningar och deras sociala konsekvenser*

som Energimyndigheten har haft dialog med i bilaterala samtal och på konferenser¹⁴⁷ har framhållit en utjämning av priserna som en möjlig utveckling framgent.

Resultatet blir att den totala kostnaden ökar betydligt jämfört med föregående scenarier. Kostnaden för alternativet reduktionsplikt utan inblandning ökar mer än reduktionsplikt med inblandning. Kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning blir därmed lägre jämfört med att betala reduktionspliktsavgiften. Kostnaden för ReFuelEU Aviation-alternativet blir 13 procent lägre jämfört med reduktionspliktsalternativet.



Figur 17. Uppskattad kostnad för flygbränsle (fossil flygfotogen och SAF), utsläppsrätter (EU ETS) och eventuell reduktionspliktsavgift år 2030 med utjämnade bränslepriser (fossilt flygfotogen +50 % och SAF -15 %), bibehållen reduktionsnivå och reduktionspliktsavgift och ett pris på utsläppsrätter på 128 euro per ton.

Källa: Energimyndigheten.

8.4.4 Energiskatt införs på flygfotogen (Energiskatt)

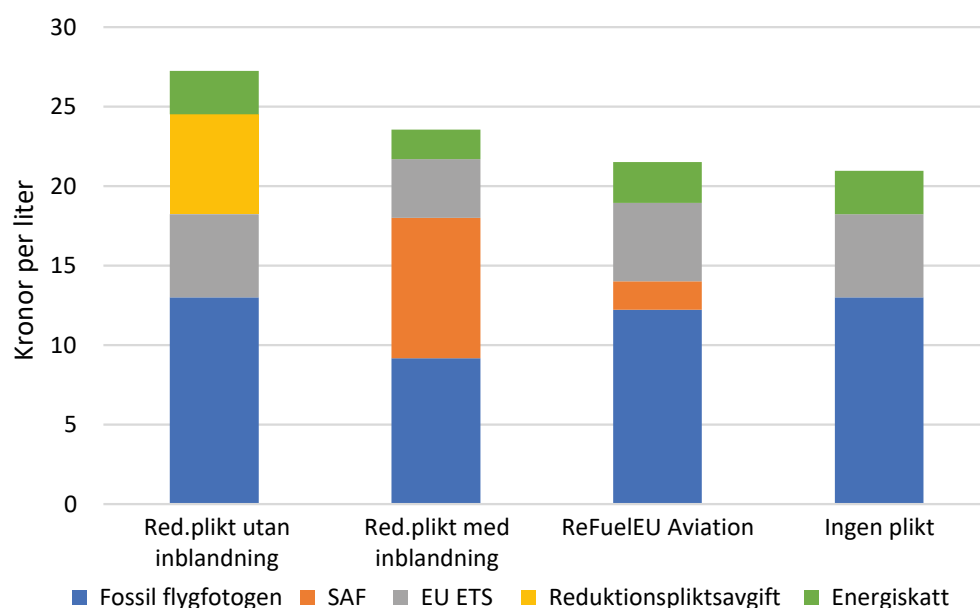
I detta scenario kombineras effekterna av föregående två scenarier (höjt pris på utsläppsrätter enligt S&P Globals prognos samt utjämnade bränslepriser) med att flygbränsle beskattas. Beskattning av flygbränsle sker inte idag (se avsnitt 4.3), men i förslaget om ett reviderat energiskattedirektiv ingår att börja beskatta flygbränsle för passagerartrafik inom EU. Den föreslagna nivån i förslaget är 10,75 euro per gigajoule¹⁴⁸, vilket enligt våra beräkningar baserat på det värmevärde som anges i reduktionspliktsförordningen motsvarar ungefär 0,37 euro per liter flygfotogen. Enligt Kommissionen ska skatten fasas in

¹⁴⁷ Exempelvis Argus Biofuels Europe Conference. Konferens i London 2022-10-11.

¹⁴⁸ Europeiska kommissionen (2021) *Förslag till RÅDETS DIREKTIV om en omstrukturering av unionsramen för beskattning av energiprodukter och elektricitet*.

gradvis under en tioårsperiod¹⁴⁹ vilket skulle innebära en skattesats på 1,82 kronor per liter flygfotogen år 2030. Eftersom energiskattedirektivet undantar avancerade biodrivmedel från skatteplikt har vi antagit att SAF inte kommer att behöva betala någon energiskatt.

Resultatet i detta scenario är att den totala bränslekostnaden är 24 procent dyrare för alternativet att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning av SAF jämfört med samma alternativ i det första scenariot. Kostnaden för att betala reduktionspliktsavgift i stället för att blanda in SAF i detta scenario är det dyraste alternativet av alla i de olika scenarier som redovisats. Kostnaden för ReFuelEU Aviation alternativet blir 9 procent lägre jämfört med att uppfylla den svenska reduktionsplikten. Kostnaden för alternativet att inte ha någon plikt alls blir 11 procent lägre.



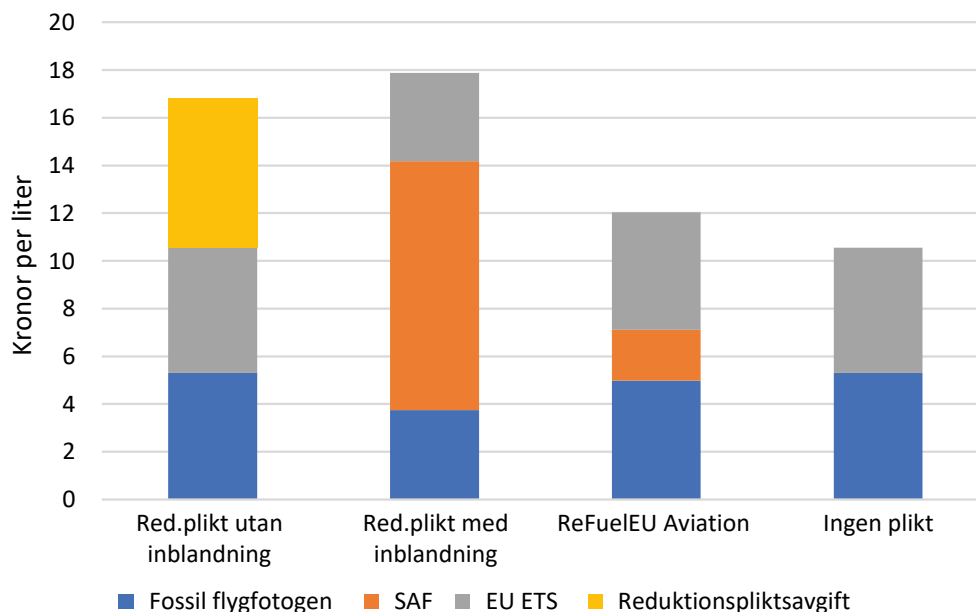
Figur 18. Uppskattad kostnad för flygbränsle (fossil flygfotogen och SAF), utsläppsrätter (EU ETS) och eventuell reduktionspliktsavgift år 2030 med utjämnade bränslepriser (fossilt flygfotogen +70 % och SAF -15 %), bibehållen reduktionsnivå och reduktionspliktsavgift, pris på utsläppsrätter på 128 euro per ton samt en energiskatt på flygbränsle i enlighet med förslaget till reviderat energiskattedirektiv.

Källa: Energimyndigheten.

8.4.5 Billigare fossilt flygfotogen (prissänkning)

En annan möjlighet är att priserna på fossilt flygfotogen minskar till de nivåer (40 % lägre) som har varit före pandemin samtidigt som priset på SAF ligger kvar på samma nivå som idag. Resultatet, som redovisas i Figur 19, blir att kostnaden för flygbränsle blir lägre än i något av de andra scenarierna för samtliga alternativ. Reduktionspliktsavgiften är inte tillräckligt hög för att ekonomiskt motivera inblandning av SAF, den skulle behöva öka till 7 kronor per kilogram för att kostnaden för att betala reduktionspliktsavgiften ska vara densamma som för den extra kostnaden av att blanda in SAF.

¹⁴⁹ Europeiska kommissionen (2021) *Revision of the Energy Taxation Directive (ETD): Questions and Answers*.

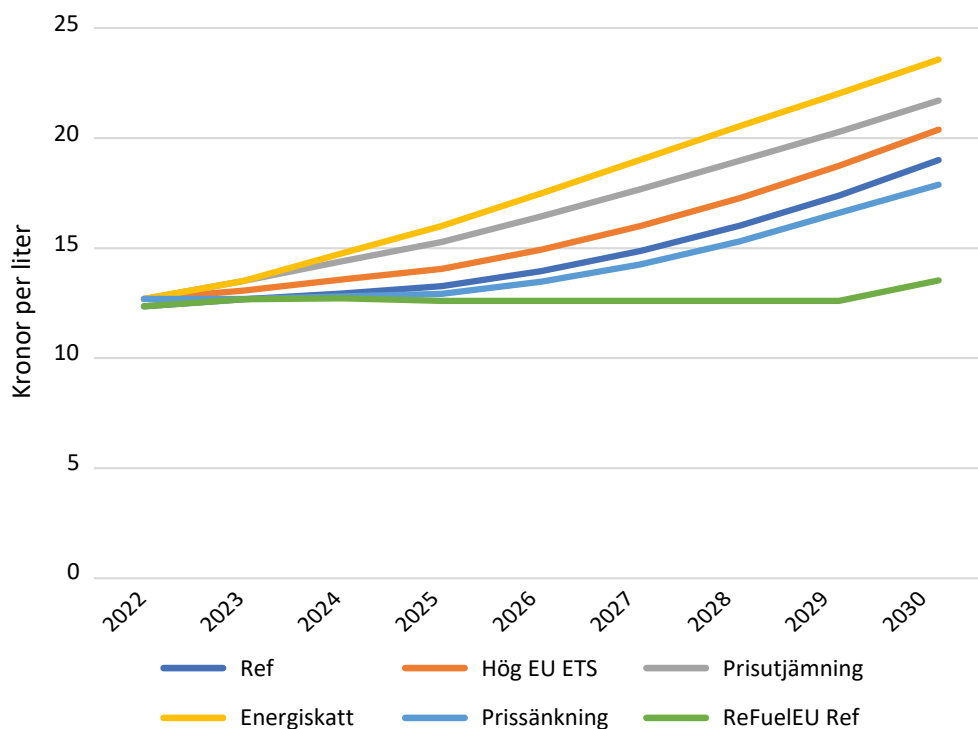


Figur 19. Uppskattad kostnad för flygbränsle (fossil flygfotogen och SAF), utsläppsrätter (EU ETS) och eventuell reduktionspliktsavgift år 2030 med lägre kostnad för flygfotogen och dagens prisnivå för SAF; bibehållen reduktionsnivå och reduktionspliktsavgift, pris på utsläppsrätter på 128 euro per ton.

Källa: Energimyndigheten.

8.5 Jämförelse av olika scenarier

Figur 20 visar hur de olika scenarierna påverkar kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten genom inblandning av SAF. Kostnaden vid övergång till ReFuelEU Aviation har också tagits med, och för den kurvan antas samma priser för utsläppsrätter och bränslen som i referensfallet (Ref). Kostnaden för att uppfylla reduktionsplikten varierar från 18 kronor per liter flygfotogen till 24 kronor per liter år 2030. I ReFuelEU Aviation-alternativet kostar bränslet 14 kronor per liter.

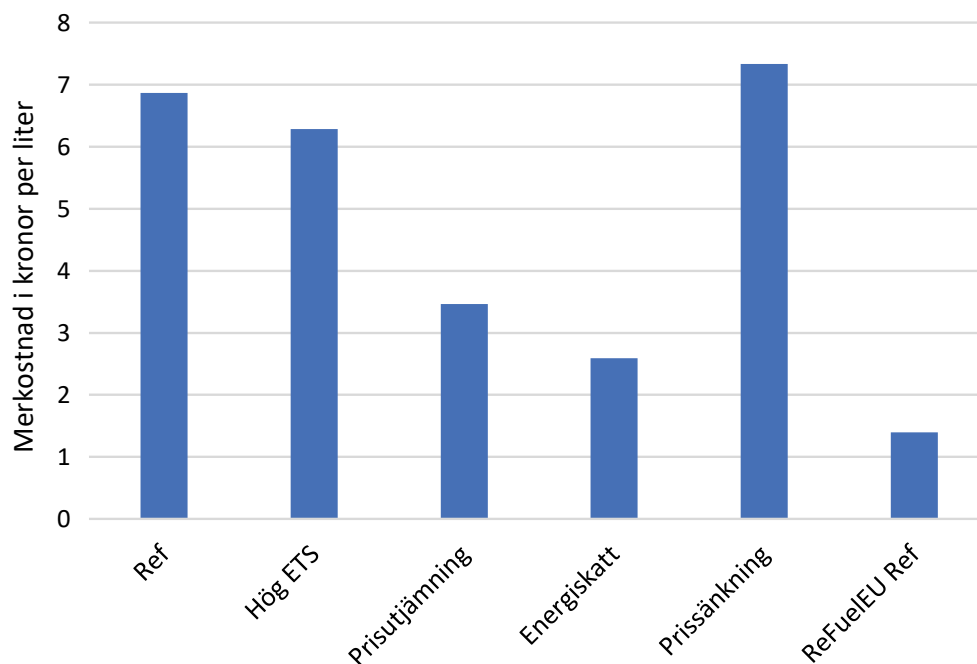


Figur 20. Uppskattad utveckling av sammanlagd kostnad per liter flygbränsle för de olika scenarier som beskrivits i detta kapitel. Övergång till ReFuelEU Aviations inblandningsnivåer har tagits med för jämförelse.

Källa: Energimyndigheten.

Figur 21 redovisar hur stor merkostnaden per liter flygbränsle blir vid inblandning enligt gällande reduktionsplikt respektive ReFuelEU Aviation 2030 jämfört med om det inte fanns några inblandningskrav eller avgifter för utebliven inblandning. Merkostnaden för reduktionsplikten blir lägst i det scenario där priserna på flygfotogen och SAF närmar sig varandra (utjämnade priser) samt det scenario där energiskatt på flygfotogen införs (energiskatt). Störst blir prisdifferensen i scenariot med billigare flygfotogen, men det är också det scenario där den totala bränslekostnaden blir lägst (se Figur 20).

Beroende på hur trafikarbetet för flyg utvecklas kan den totala merkostnaden för att uppfylla reduktionsplikten år 2030 vara allt ifrån 2,6 till 9,5 miljarder kronor, se Tabell 6. I denna beräkning antar vi att allt bränsle för flygresor som börjar i Sverige tankas i Sverige. I verkligheten kan merkostnaden bli mindre, eftersom flygbolag har möjlighet att tanka mer i andra länder om det är kostnadseffektivt. För ReFuelEU Aviation alternativet är den sammanlagda merkostnaden inte lika stor som för reduktionsplikten, mellan 1,4 och 1,8 miljarder kronor. Notera att dessa beräkningar inte tar i beaktning samhällsekonomiska vinster som användningen av SAF innebär.



Figur 21. Uppskattad merkostnad per liter flygfotogen vid inblandning enligt reduktionsplikten (och utifrån de olika scenarierna presenterade i rapporten) respektive ReFuelEU Aviation 2030 (Ref) jämfört med om inget inblandningskrav fanns.

Källa: Energimyndigheten.

Tabell 6. Uppskattad sammanlagd merkostnad (miljarder svenska kronor) för reduktionsplikten (och utifrån de olika scenarierna presenterade i rapporten) respektive ReFuelEU Aviation (Ref) år 2030 beroende på trafikarbetets utvecklingstakt.

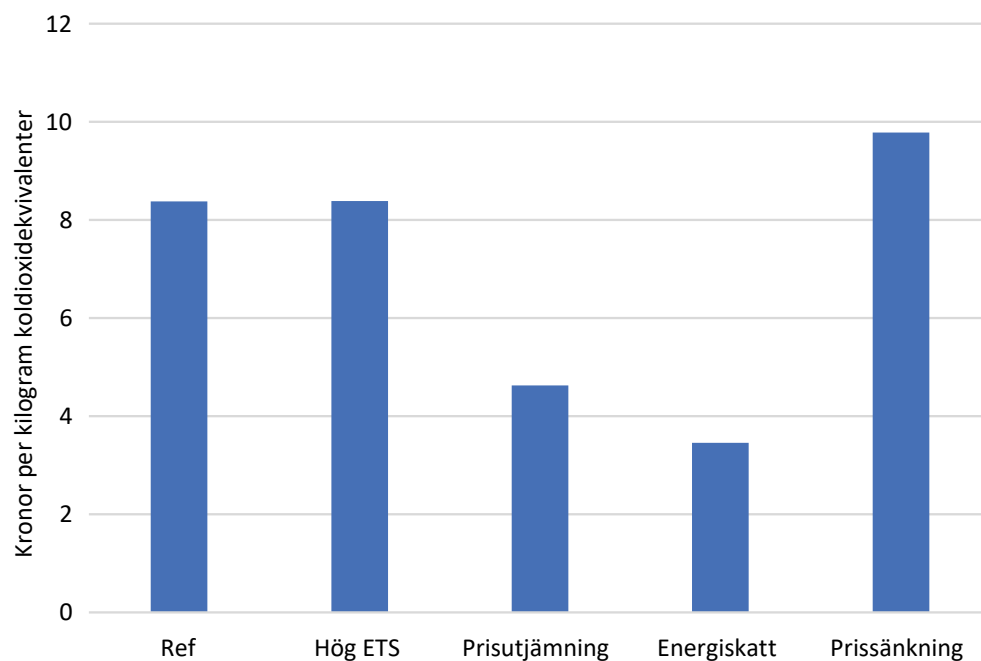
	Trafikarbetets utvecklingstakt		
	Låg	Medel	Hög
Ref	6,9	8,0	8,9
Hög ETS	6,3	7,4	8,1
Prisutjämning	3,5	4,1	4,5
Energiskatt	2,6	3,0	3,3
Prissänkning	7,3	8,6	9,5
ReFuelEU Ref	1,4	1,6	1,8

Källa: Energimyndigheten.

8.6 Kostnad per utsläppsminskning

Kostnaden för att minska växthusgasutsläppen genom inblandning av SAF skiljer sig åt för de olika scenarierna. I Figur 22 redovisas skillnaden i kostnad för de olika scenarierna. Kostnaden som redovisas gäller direkta utsläpp från förbränning av bränslet, alltså inte livscykelutsläpp för fossilt flygfotogen och SAF. Siffrorna ska därför inte jämföras med reduktionspliktsavgiften, eftersom den utgår ifrån livscykelberäkningar. För SAF har utsläppen av koldioxid antagits vara noll, medan utsläppen av lustgas och metan har haft

samma faktor som för flygfotogen. Anledningen till detta är att beräkningarna ska överensstämma med den metodik som används för att ta fram statistik om växthusgasutsläpp inom ramen för nationella inventarier enligt IPCC.¹⁵⁰ Syftet med att endast ta hänsyn till direkta utsläpp från användning av bränsle i statistiken är att undvika dubbelredovisning av utsläpp.



Figur 22. Kostnad för minskning av växthusgasutsläpp från förbränning för olika scenarier med hänsyn taget till merkostnaden för SAF jämfört med fossilt flygfotogen. Emissionsfaktorn 2,54 kilogram koldioxidekvivalenter per liter fossil flygfotogen har använts, baserat på Naturvårdsverkets emissionsfaktorer.

Källa: Energimyndigheten, emissionsfaktorer från Naturvårdsverket (u.å.) *Beräkna klimatpåverkan*.

¹⁵⁰ IPCC (2019) *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

9 Förslag på justering av reduktionsplikten för flygfotogen och dess konsekvenser

Kapitlet i korthet

Förordningen ReFuelEU Aviation är i skrivande stund under förhandling. Förordningen syftar till att minska utsläppen från flyget inom EU genom att införa ett inblandningskrav för SAF. Energimyndighetens bedömning utifrån de förslag som ligger på bordet är att det sannolikt inte kommer vara möjligt för Sverige att ha högre inblandningskrav volymmässigt än förordningens minimikrav. ReFuelEU Aviation är planerat att träda i kraft 1 januari 2025. Det betyder att Sverige sannolikt behöver harmonisera den svenska reduktionsplikten för flygfotogen till det europeiska regelverket tills dess. För att jämna ut övergången till inblandningsnivåerna i det europeiska regelverket föreslår Energimyndigheten att reduktionspliktsnivån för 2024 fryses på samma nivå som 2023, alltså vid 2,6 procents växthusgasreduktion (vilket motsvarar en inblandning på ungefär 2,8 volymprocent), i stället för att öka till 3,5 procent.

Energimyndigheten föreslår ingen ändring av reduktionspliktsavgiften. Det finns argument som talar både för och emot en höjning av reduktionspliktsavgiften. Energimyndighetens bedömning är att argumenten emot väger tyngst. Ett argument mot en höjning är att det idag finns få producenter av SAF och att efterfrågan har ökat i snabbare takt än utbudet, vilket har lett till höga priser på SAF. En höjning av reduktionspliktsavgiften i en sådan situation riskerar att driva upp priset.

9.1 Reduktionsnivåerna för flygfotogen åren 2024-2030

ReFuelEU Aviation är fortfarande under förhandling men Energimyndigheten bedömer att förordningen sannolikt kommer att innebära ett krav på harmonisering utifrån de förslag som ligger på bordet. Energimyndigheten bedömer därför att Sverige sannolikt inte kommer att kunna ha högre reduktionsnivåer för inblandning av SAF på nationell nivå än de nivåer som finns i ReFuelEU Aviation efter förordningens ikraftträdande. Det är planerat att det europeiska regelverket ska träda i kraft 1 januari 2025 (för mer information om ReFuelEU Aviation, se avsnitt 4.4). Det betyder att Sverige behöver ha anpassat sitt regelverk till den europeiska lagstiftningen då och därmed sannolikt antingen avslutat eller anpassat den svenska reduktionsplikten till dess.

Reduktionsplikten för flygfotogen infördes 1 juli 2021 och hittills finns endast måluppfyllnaden utvärderad för sex månader under 2021, se avsnitt 3.5. År 2021 var dessutom ett exceptionellt år för flygsektorn i och med covid-19-pandemin (med kraftigt reducerad flygtrafik och försämrad lönsamhet som följd), vilket gör att en utvärdering som enbart baserar sig på det året inte utgör ett lämpligt underlag för att föreslå förändringar. Sammantaget bedömer Energimyndigheten att det i dagsläget inte finns tillräcklig anledning eller underlag för att föreslå reduktionsnivåer för ett scenario där ReFuelEU Aviation skulle tillåta högre nivåer hos medlemsstaterna.

I dagsläget är det Sverige, Norge och Frankrike som har implementerat styrmedel för att främja inblandningen av SAF i fossilt flygfotogen. Norge har sedan införande haft en årlig inblandningsnivå om 0,5 procent och det finns i dagsläget inte några konkreta planer på att höja kvotnivån. Frankrike har redan idag nivåer som är i linje med förslagen i ReFuelEU Aviation. Utöver dessa har flera andra länder planer på att införa liknande system, såsom Finland, Tyskland och Nederländerna. Efter kontakt med myndigheter i några av länderna (Norge, Finland och Nederländerna) har det framkommit att samtliga inväntar förhandlingarna inom ReFuelEU Aviation innan de höjer sin ambition eller beslutar om nationella styrmedel.

9.1.1 En utjämning av kvotnivåerna i övergången till ReFuelEU Aviation föreslås

Såsom redogörs för i avsnitt 4.4 är ReFuelEU Aviations nivåer till 2030 lägre än de beslutade reduktionsnivåerna för den svenska reduktionsplikten för flygfotogen motsvarande år. Energimyndighetens bedömning är att ReFuelEU Aviation sannolikt inte kommer att tillåta högre inblandningskrav på nationell nivå än de som anges i förordningen. Baserat på detta har Energimyndigheten övervägt tre förslag:

1. Behålla den svenska reduktionsplikten i nuvarande form med planerad ökning av reduktionsnivåerna, för att sedan anpassa nivån när ReFuelEU Aviation träder i kraft 2025
2. Behålla den svenska reduktionsplikten, men frysa 2024 års reduktionsnivå på samma nivå som 2023
3. Avveckla den svenska reduktionsplikten och 2025 ställa krav enligt ReFuelEU Aviation.

Energimyndigheten föreslår alternativ 2. Med motiveringen att det ger en jämnare övergång till nivåerna i ReFuelEU Aviation. I sammanhanget är dock skillnaden mellan förslag 1 och 2 liten, då det fortfarande är så små inblandningsvolymerna det handlar om.

Tabell 7. Inblandningsnivåer enligt nuvarande reduktionsnivåer samt enligt förslag på ny svensk reduktionsnivå år 2024 samt harmoniserade kvoter med ReFuelEU Aviation från och med 2025 (procent).

	RPL (GHG)	RPL (vol.)	Justerad RPL enligt förslag 2 (GHG)	Justerad RPL enligt förslag 2 (vol.)	ReFuelEU Aviation, Rådets förslag (vol.)
2021	0,8	0,9	0,8	0,9	-
2022	1,7	1,9	1,7	1,9	-
2023	2,6	2,8	2,6	2,8	-
2024	3,5	3,8	2,6	2,8	-
2025	4,5	4,9	-	-	2,0
2026	7,2	7,9	-	-	2,0
2027	10,8	11,8	-	-	2,0
2028	15,3	16,7	-	-	2,0
2029	20,7	22,6	-	-	2,0
2030	27,0	29,5	-	-	6,0

Anmärkning: Genom harmonisering med ReFuelEU Aviation går vi från ett system med kvoter för växthusgasreduktion (benämnt "GHG" i tabellen) till kvoter för inblandning i volymprocent (benämnt "vol." i tabellen). För att underlätta för jämförelser har den svenska reduktionsplikten räknats om till vad den skulle motsvara i volyminblandning givet den klimatprestanda på SAF som rapporterades till Energimyndigheten inom reduktionsplikten för 2021 (7,5 gram koldioxidequivaler per megajoule).

9.1.2 *Konsekvenser av att reduktionsnivån för 2024 fryses på 2023 års nivå*

Här beskriver vi konsekvenserna av att sänka reduktionsplikten för flygfotogen år 2024 enligt förslag 2 ovan jämfört med att behålla den beslutade reduktionsnivån. Fokus här är på sänkningen år 2024, då nivåerna i ReFuelEU Aviation är något som Sverige sannolikt måste implementera. Vissa jämförelser görs dock nedan även vad gäller konsekvenserna av att gå över till inblandningsnivåerna i det europeiska regelverket jämfört med beslutade nivåer i den svenska reduktionsplikten.

Effekter på utsläpp av växthusgaser

Den beslutade reduktionsnivån i den svenska reduktionsplikten är 2,6 procent år 2023 och 3,5 procent år 2024. Om reduktionsnivån år 2024 fryses på samma nivå som den för 2023 så innebär det att reduktionsnivån för flygfotogen blir 0,9 procentenheter lägre år 2024. Detta motsvarar en minskning från cirka 5 000 till 3 700 m³ SAF (eller 4 000 till 3 000 ton) enligt prognos för energianvändningen inom flyget (beräknat enligt Bilaga 2). Detta gäller under förutsättning att alla aktörer uppfyller reduktionsplikten år 2024. Omräknat till växthusgasutsläpp innebär det extra utsläpp jämfört med den beslutade reduktionsnivån på cirka 3 000 ton koldioxidekvivalenter för inrikes flyg och cirka 22 000 ton koldioxidekvivalenter för utrikes flyg.¹⁵¹

¹⁵¹ Detta är beräknat med den modell över den svenska flygsektorns utveckling som beskrivs i Bilaga 2 kombinerat med Naturvårdsverkets emissionsfaktorer för flygbränsle som används för beräkningen av territoriella växthusgasutsläpp. Anledningen att utsläppen för inrikes och utrikes flyg redovisas separat här är att det bara är inrikes flyg som ingår i redovisningen av Sveriges territoriella växthusgasutsläpp.

Effekter på drivmedelsmarkanden och dess aktörer

Bränsleleverantörerna behöver köpa in mindre SAF vid en lägre reduktionsnivå och skulle kunna påverkas negativt om de redan avtalat om inköp för år 2024. I de aktörsdialoger som förts inom ramen för detta uppdrag har dock indikerats att det är vanligt att SAF avtalas under samma år, eller maximalt ett år före leverans, när det blir tydligt vilka mängder som behövs. Därmed förväntar vi oss att bränsleleverantörer inte sitter i långvariga kontrakt som skulle leda till en ekonomisk förlust på grund av en lägre reduktionsnivå år 2024.

Producenter kan på samma sätt förväntas kunna sälja något mindre SAF på den svenska marknaden år 2024 vid en lägre reduktionsnivå (samt efterföljande år vid en harmonisering till nivåerna i ReFuelEU Aviation). Dessa volymer kommer det högst sannolikt finnas annan avsättning för, inte minst då den frivilliga marknaden är betydande. Dessutom är de anläggningar som producerar SAF idag flexibla mellan HEFA och HVO, inom vilka produktionen av HEFA kan dras ner till fördel för att producera mer HVO. Energimyndighetens bedömning är också att den svenska marknaden är för liten för att driva investeringsbeslut och att det därför är viktigt med en harmonisering inom EU och den större och stabilare marknad som skapas genom ReFuelEU Aviation.

Ekonomitankning (redogörs för i avsnitt 8.3) är en potentiell negativ konsekvens som har lyfts i samband med att Sverige har ett högre krav på inblandning av SAF än andra länder. Ekonomitankning skulle vara negativt både för svenska flygplatser, i form av minskade intäkter, och för klimatet då flygplan som tankar mer än nödvändigt förbrukar mer bränsle på grund av den högre totalvikten. Dessutom skulle syftet med reduktionsplikten, att minska växthusgasutsläppen från flyget, inte uppnås i den omfattning som tänkts. I en analys gjord på uppdrag av Transportstyrelsen så ökar incitamenten för ekonomitankning kraftigt redan vid ett prispåslag på 4–10 procent.¹⁵² Enligt de aktörer vi har pratat med inom ramen för detta uppdrag har det i Sverige ännu inte skett någon märkbar ekonomitankning som en konsekvens av reduktionsplikten. Detta då prisökningen på flygbränsle hittills inte varit så stor. En övergång till ReFuelEU Aviation minskar risken för ekonomitankning. Detta då skillnaden i bränslepriser mellan Sverige och övriga Europa minskar, samt eftersom det i förordningsförslaget anges att tankningen på de unionsflygplatser där flygningarna startar ska utgöra minst 90 procent¹⁵³ av bränsleförbrukningen som sker vid den aktuella flygresan.

Effekter på hushåll och näringsliv

En lägre inblandning av SAF i flygfotogen kan potentiellt leda till ett lägre biljettpris, då SAF är dyrare än fossilt flygfotogen (oavsett prisfluktuationer på det fossila bränslet). Energimyndighetens beräkningar visar att skillnaden i total kostnad för flygbränslet blir cirka 1,8 procent lägre jämfört med beslutad reduktionsnivå år 2024 (givet samma priser på fossilt flygfotogen respektive SAF som idag). En sådan prispåverkan bedöms inte ge något utslag på biljettpriset.

¹⁵² Transportstyrelsen (2020) *Analys av en ökad risk för ekonomitankning till följd av införande av en nationell skatt på fossilt flygfotogen vid kommersiella resor*

¹⁵³ Som genomsnitt på årsbasis.

9.2 Reduktionspliktsavgiften föreslås vara oförändrad

Energimyndigheten föreslår att reduktionspliktsavgiften inte ska justeras. Det finns argument som både talar för och emot en höjning av reduktionspliktsavgiften. Enligt nedanstående avvägning är Energimyndighetens samlade bedömning att reduktionspliktsavgiften inte bör höjas.

Det som talar för en höjning är att alla aktörer inte klarade reduktionsplikten för flygfotogen år 2021 (tre av fem aktörer fick helt eller delvis betala reduktionspliktsavgift). I dagsläget är det en liten skillnad i bränslepriserna på att blanda in SAF och att inte göra det (då det krävs så små volymer av SAF för måluppfyllnaden), men denna skillnad kan öka i och med att reduktionsnivåerna ökar. Dessutom har Frankrike, som också har implementerat ett styrmedel för inblandning av SAF, en högre straffavgift än vad Sverige har. Detta kan leda till att SAF-volymer föredras och går till den franska marknaden om tillgången är begränsad då betalningsviljan och därmed priset på SAF är högre där.

Det som talar emot en höjning är att det finns få producenter av SAF och att efterfrågan hittills har ökat i snabbare takt än utbudet, vilket har lett till höga priser på SAF. En höjning av reduktionspliktsavgiften i en sådan situation riskerar att driva upp priset på SAF. För att en höjning av reduktionspliktsavgiften ska leda till en bättre efterlevnad av styrmedlet räcker det inte med att avgiften är högre än merkostnaden att blanda in SAF, utan det behöver även vara på en konkurrenskraftig nivå jämfört med andra länders straffavgifter. En situation där länder höjer pliktavgifter i syfte att styra volymer till sin marknad bedöms inte vara positiv (då det leder till högre priser på SAF och begränsad eller ingen klimatnytta på europeisk och global nivå). Dessutom kommer Sverige sannolikt att behöva harmonisera det nationella regelverket till ReFuelEU Aviation från och med 2025. Därmed gör Energimyndigheten bedömningen att en höjning av avgiften för endast ett år (år 2024) inte har en tillräckligt stor effekt för att vara meningsfull. År 2021 var också ett exceptionellt år för flygbranschen (med ett kraftigt reducerat flygande på grund av restriktionerna under covid-19-pandemin med minskad lönsamhet som följd), vilken också kan ha bidragit till att få aktörer uppfylla reduktionsplikten för flygfotogen det året.

10 Konsekvensanalys av Försvarmaktens undantag från reduktionsplikt

Kapitlet i korthet

I samband med att reduktionsplikten för flygfotogen infördes, blev Försvarmakten undantagen den reduktionsplikten. När sedan lagförändringen för reduktionsplikten med nya kvotnivåer för vägtransporter genomfördes så undantogs Försvarmakten från reduktionsplikten för bensin och diesel också.¹⁵⁴ Anledningen till undantaget är att Försvarmakten har behov av att kunna lagerhålla drivmedel och ställa fordon i förråd under längre perioder än 12 månader. Diesel vid pump innehåller FAME, vilket kan leda till tillväxt av mikroorganismer vid så lång lagerhållning.

Försvarmaktens undantag leder till flera konsekvenser, främst: något högre utsläpp för Sverige som nation och att militära och civila transportsystem riskerar att gå isär över tid. Energimyndigheten föreslår att undantaget ska avvecklas på sikt. Utöver detta föreslår Energimyndigheten att Försvarmakten ska främja omställningen till biodrivmedel och syntetiska bränslen generellt, och se över möjligheten att introducera andra drivmedelslinor där verksamheten tillåter det. Energimyndigheten bedömer att detta kan höja Sveriges beredskapsförmåga och Försvarmaktens operativa förmåga på sikt.

10.1 Försvarmaktens undantag från reduktionsplikten

Försvarmaktens undantag från reduktionsplikten infördes i lagen 2021 och Försvarmakten är därmed idag undantagen från att uppfylla reduktionsplikten.

I 2 § reduktionspliktslagen står det att Försvarmakten är undantagen att uppfylla reduktionsplikten, genom att reduktionspliktigt drivmedel har definierats som följande:

1. bensin som inte används av Försvarmakten eller som inte är en alkylatbensin enligt 5 § drivmedelslagen (2011:319),
2. diesel som inte används av Försvarmakten eller som inte har försetts med märk- eller färgämnen enligt 2 kap. 8 § lagen om skatt på energi, eller
3. flygfotogen som inte används av Försvarmakten.¹⁵⁵

¹⁵⁴ Regeringskansliet (2020) *Reduktionsplikt för flygfotogen*

¹⁵⁵ I praktiken innebär detta att den energimängd drivmedel som drivmedelsleverantörerna levererar till Försvarmakten inte är reduktionspliktig. Alltså behöver inte drivmedelsleverantörerna blanda in motsvarande mängd biodrivmedel i civila drivmedel för att väga upp mellanskillnaden.

10.2 Anledning till Försvarsmaktens undantag

Nedan beskriver vi varför mängderna drivmedel som används inom Försvarsmakten är undantagna reduktionsplikten för både vägtransporterna och flyget.

10.2.1 Vägtransporter

Försvarsmakten är beroende av att kunna lagra relativt stora mängder drivmedel över lång tid för att ha tillgång till drivmedel både för fredstida verksamheter (inklusive övningar) och kris- eller krigssituationer, för att kunna driva en stor fordonspark och generera el från diesellaggregat för diverse applikationer.¹⁵⁶ Det är av mycket stor vikt att det finns möjlighet att köra reservkraftaggregat i fall av kris, då många försvarsrelaterade system och sensorer är beroende av elkraft, och Sveriges totalförsvar kräver en förmåga på kraftförsörjning i minst tre månader även om Sverige är avskärmat från omvärlden.

I drivmedel som lagras lång tid sker det en tillväxt av mikroorganismer.¹⁵⁷ Mikroorganismerna kan sätta igen bränslefilter och hindra bränsle från att nå motorn, och kan orsaka motorhaveri. Utöver problemet med reservaggregat och fordon som inte startar vid behov, är det förknippat med en kostnad att rengöra cisterner och fordon som blivit kontaminerade av mikroorganismer. Eftersom Försvarsmakten är i behov av att kunna lagra drivmedel under en relativt lång period behöver detta drivmedel kunna lagras med liten risk för tillväxt av mikroorganismer.

Det är svårt att ge en tydlig kravställning på hur länge drivmedel behöver kunna lagras för Försvarsmaktens ändamål, men i dagsläget lagras bränslet ofta flertalet år, ibland upp till åtta år, med syfte att användas i fordon och för diesellaggregat i fält och som reservkraft. Detta är längre än vad drivmedelsleverantörerna generellt rekommenderar att man lagrar drivmedel, men är möjligt med väl underhållna cisterner och goda lagerhållningsrutiner. Drivmedel som lagras i Försvarsmaktens cisterner kontrolleras en gång om året för att tappas på eventuellt utfällt vatten och för att se till att det inte uppstått tillväxt av mikroorganismer (drivmedelsleverantörerna rekommenderar besiktning en gång i månaden)¹⁵⁸.

Det drivmedel som används i reduktionsplikten är av kvalitet B7, vilket innebär att det innehåller upp till 7 volymprocent FAME. Drivmedel med FAME i rekommenderas att inte lagras mer än 12 månader före användning,¹⁵⁹ vilket alltså inte uppfyller Försvarsmaktens

¹⁵⁶ Försvarsmakten (2020) *Klimatneutralitet och alternativa drivmedel i Försvarsmakten – Armén*

¹⁵⁷ Tillväxt av mikroorganismer i drivmedel sker på grund av följande cykel. På vintern så sjunker temperaturen på bränslet, och då faller en del av det vattnet som finns i drivmedlet ut, och samlas i botten av tanken eller cisternen. På våren och sommaren, när temperaturen går upp, finns det då en miljö för bakterier att växa. Detta sker oavsett om det är fossil diesel, ren HVO, eller diesel blandat med FAME. Drivmedel med FAME i får snabbare tillväxt av mikroorganismer, då det finns mycket näringsämnen för dem och vatten lättare faller ut. HVO har mindre mängd näringsämnen än fossil diesel och har därmed bäst hållbarhet, men i både fossil diesels och HVO:s fall krävs underhåll av cisternen för att undvika tillväxt.

¹⁵⁸ Drivkraft Sverige (2019) *Dieselbränsle till reservkraftverk för problemfri drift*

¹⁵⁹ Drivkraft Sverige (2019) *Dieselbränsle till reservkraftverk för problemfri drift*

krav på lagringsbeständighet.¹⁶⁰ Försvarsmakten förrådsställer även fordon i längre perioder än 1 år för att de ska vara tillgängliga att använda vid behov, framför allt i Hemvärnet, och då är det viktigt att minska risken för att drivmedlet har tillväxt av mikroorganismer. Försvarsmaktens fordon kan generellt rent tekniskt köra på vanlig reduktionspliktig diesel, men problemet är när fordonen behöver förrådsställas (ställas i förråd för användning vid behov, något som är vanligt i Hemvärnet) eller stå i reparationskö relativt länge, eller om drivmedel med FAME i kommer i kontakt med drivmedel som ska lagras länge (då det finns risk för kontaminering i tankarna i fordonen). Ytterligare en anledning att civil B7 diesel inte lämpar sig för Försvarsmaktens behov är att koldegenskaperna på den dieseln är sämre, vilket också kan leda till motorhaveri eller att bränslet inte når motorn i kallare klimat.

Utöver detta är en viktig anledning till undantaget att Försvarsmakten har en mycket lägre omsättningstakt på sin fordonsflotta än den civila och har mycket kortare körsträcka per år än motsvarande civila fordon. Inom Försvarsmakten används olika typer av fordon, allt ifrån vanliga personbilar för persontransporter i vardagsarbetet, till taktiska fordon som stridsfordon och bandvagnar. Fordonsflottan i Försvarsmakten är unik på det sättet att många fordon och maskiner används upp till 50 år, och de har unika operationella krav¹⁶¹. Det finns vissa äldre modeller av bilar och stridsfordon som har motorer för vilka det inte har säkerställts huruvida de tar skada vid inblandning av biodrivmedel (främst för FAME på dieselsidan och etanol vid högre inblandningar på bensinsidan).¹⁶² Därmed finns ett behov av undantag från reduktionsplikten tills dessa fordon fasas ut eller uppgraderas, speciellt framöver då Försvarsmakten förväntas växa avsevärt och gamla fordon kommer att behöva vara i drift längre.

10.2.2 Flygfotogen

Försvarsmakten använder flygbränsle för diverse flygfarkoster, däribland stridsflygplan, helikoptrar och transportflyg. Försvarsmakten använder flygfotogen av en annan standard än den för civila flyg, nämligen Flygfotogen 75.¹⁶³ Detta flygbränsle skiljer sig något från den kommersiella standarden Jet A-1 i form av smörjmedel och tillsatser för att höja stabiliteten på drivmedlet, samt striktare krav på svavelinnehåll. För att motorer som är certifierade för Flygfotogen 75 ska kunna drivas med biobaserat flygfotogen behövs tester och en särskild typcertifiering genomföras tillsammans med motortillverkare som delvis är baserade i USA. Därför bedömdes det rimligt att exkludera Försvarsmakten från reduktionsplikten vid införandet av reduktionsplikt för flygfotogen.

¹⁶⁰ Utöver detta finns det även krav på koldegenskaper på drivmedel som Försvarsmakten lagrar, på så sätt att det behöver fungera i mycket kallt klimat. Detta kan uppnås med diesel av så kallad vinterkvalitet. Energimyndigheten noterar även att lagerbeständighet och koldegenskaper på drivmedel även är en fråga som torde vara relevant för det civila försvaret att uppmärksamma. Det är dock inte en realistisk lösning att övergå till att Sverige som land använder diesel med vinterkvalitet året om, då det skulle leda till högre drivmedelspriser vid pump för alla aktörer. I delrapport ett föreslog vi en övergång till diesel MK3, vilket generellt har sämre koldegenskaper än diesel MK1, så vid en övergång till MK3 är det viktigt att totalförsvarsaktörerna samtalar med drivmedelsbranschen för att säkerställa koldegenskaper av tillräcklig karaktär.

¹⁶¹ Nykvist & Mårtensson (2021) *Klimatneutral Försvarsmakt – Analys av fossilfria vägval för försvarsgrenarna*

¹⁶² Försvarsmakten har definierat ett antal krav på de fordon som används inom dess verksamhet, där ett antal av dessa inte tillåter egenskaperna på det drivmedel som tillhandahålls inom ramen för reduktionsplikten. Till exempel, temperaturkrav på -40 till +40 Celsius, vara lagringsbeständig i flera år, och förrådsställning flertalet år i Hemvärnet. Källa: Försvarsmakten (2020).

¹⁶³ Utöver detta ansvarar Försvarsmakten för statsflyget. Det är också undantaget reduktionsplikten, men klimatkompenseras i dagsläget.

10.3 Konsekvenser av undantaget

I det här kapitlet beskriver vi konsekvenser av att Försvarsmakten är undantagen reduktionsplikt, jämfört med om Försvarsmaktens verksamhet skulle vara inkluderad. Det finns flertalet konsekvenser av Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikten. Å ena sidan finns det konsekvenser för Försvarsmakten och dess operativa förmåga på sikt. Å andra sidan finns det konsekvenser för klimatomställningen av samhället i och med att Försvarsmakten är en stor organisation med förhållandevis stora utsläpp av växthusgasutsläpp från sina transporter.

10.3.1 Ökade territoriella utsläpp av växthusgaser

Undantaget från reduktionsplikten har både negativa och positiva effekter för de svenska territoriella växthusgasutsläppen. Försvarsmakten förbrukar drivmedel i sina mark-, luft- och sjöfartyg utan biodrivmedelsinblandning, och därmed blandas mindre biodrivmedel in än om undantaget inte hade funnits.¹⁶⁴ Här gör vi en uppskattning av hur mycket Sveriges utsläpp ökar på grund av undantaget. Uppgifter om utsläpp från Försvarsmakten är sekretessbelagda sedan 2020, men för 2019 stod vägtransporterna i Försvarsmakten för ungefär 27 kiloton koldioxidekvivalenter, eller motsvarande 0,2 procent av utsläppen från vägtrafiken. För flyget var det 122 kiloton, vilket motsvarar ungefär 25 procent av utsläppen från inrikes flyg år 2019.

Om man antar att drivmedelsanvändningen är konstant till 2030, skulle det för Sverige innebära ökade utsläpp i storleksordningen 17 kiloton koldioxidekvivalenter för vägtransporterna och 33 kiloton för inrikes flyg för år 2030, jämfört med om Försvarsmakten inte hade ett undantag från reduktionsplikten. Vid 2030 skulle då Försvarsmaktens utsläpp uppgå till drygt 0,4 procent av utsläppen från vägtransporterna och 56 procent av det för inrikes flyget. Dessa siffror är förmodligen i underkant av det faktiska utfallet, då vi kan förvänta oss ökade utsläpp från Försvarsmakten, i och med den högre aktiviteten under 2020-talet.

Samtidigt leder undantaget till att Försvarsmakten kan undvika destruering av lagrat drivmedel. Försvarsmakten lagrar drivmedel under flera år för reservkraft och framdrift av fordon. Eftersom drivmedel som innehåller FAME inte bör lagras i mer än 12 månader, skulle det innebära att Försvarsmakten behöver destruera detta drivmedel kontinuerligt och ersätta det med nytt bränsle årligen. Detta då det inte är praktiskt genomförbart att omsätta drivmedlet från samtliga cisterner i fordon för att undvika tillväxt av mikroorganismer. Utöver utsläppen från destrueringen, skulle det innebära stora kostnadsökningar för Försvarsmakten. Dessa kan enligt Försvarsmaktens uppskattningar uppgå till 500 miljoner kronor per år och innefattar kostnader för att upphandla nya volymer, rengöra cisterner och allokera personal.¹⁶⁵ Det är svårt att bedöma kvantiteten på de ökade utsläppen destrueringen skulle innebära.

I och med Försvarsmaktens ökade aktivitet under 2020-talet, samt på grund av Rysslands invasionskrig i Ukraina, har mängden drivmedel som Försvarsmakten behöver lagrhålla ökat. Därmed ökar också behovet av omsättning av drivmedel, och om detta inte kan uppnås behöves ett mer lagringsbeständigt drivmedel så att destruering kan undvikas.

¹⁶⁴ Praktiskt hanteras undantaget så här. Andelen biodrivmedel som behöver blandas in beräknas gentemot den reduktionspliktiga energimängd som drivmedelsleverantörerna levererar. De mängder som säljs till Försvarsmakten undantas från den energimängden.

¹⁶⁵ Försvarsmakten (2022) *Redovisning av FMP LEDSA 17 – Konsekvenser av reduktionsplikten för bensin och diesel på Försvarsmaktens verksamhet*

10.3.2 Drivmedelsförsörjningen till Försvarmakten

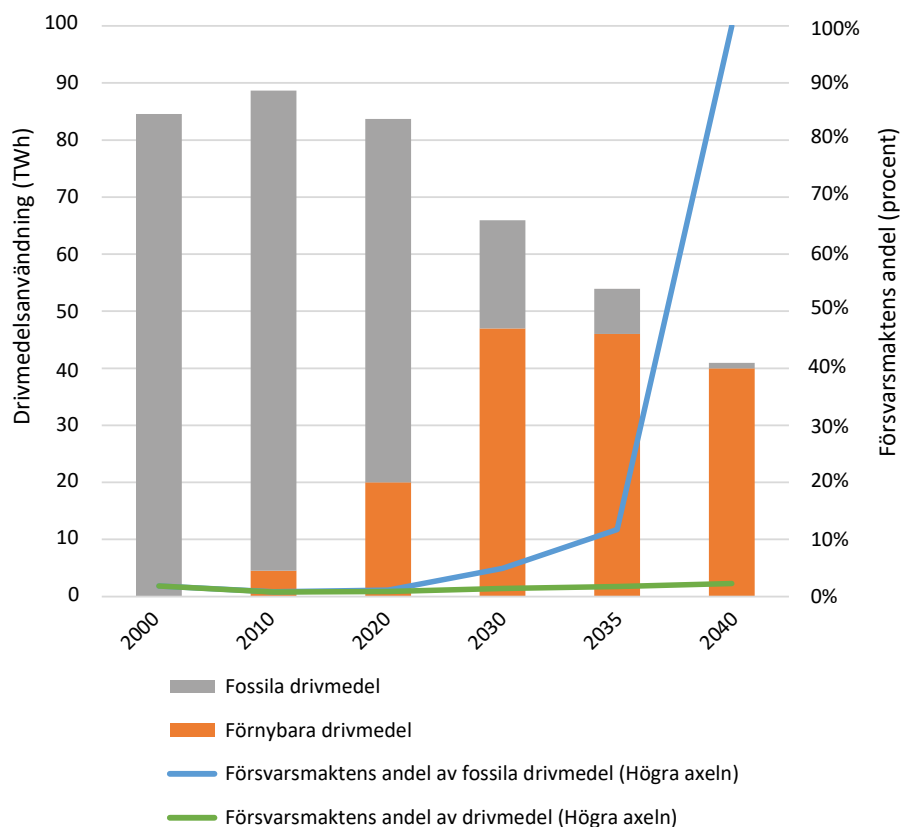
Försvarmakten hämtar drivmedel till sina egna depåer från drivmedelsleverantörernas depåer. Leverantörerna förvarar drivmedelskomponenterna (huvudsakligen ren fossil diesel som även kallas blankdiesel, FAME och HVO för diesel, samt blankbensin och etanol för bensin) i separata cisterner på depåerna. Leverantörerna ser inga problem med att i det kort- till medellånga perspektivet fortsätta att leverera ren fossil diesel och HVO till Försvarmakten för lagring. Försvarmakten köper idag 98-oktanig bensin (E5) och diesel MK1 utan inblandning av FAME på depåerna. Det finns inga dedikerade cisterner för Försvarmaktens fordon på publika tankstationer, så där tankar de det drivmedel som tillhandahålls på tankstationen, alltså reduktionspliktiga drivmedel.

I det långsiktiga perspektivet kan det uppstå problem i försörjningen av fossil diesel till Försvarmakten, när efterfrågan på densamma minskar. Drivmedelsmarknaden är kommersiell, så när efterfrågan på fossil diesel blir för liten för att kunna motivera att hålla distributionskedjan i drift kommer drivmedelsleverantörerna upphöra med att försörja Sverige och Försvarmakten med det på kommersiell bas.¹⁶⁶ Allt eftersom volymen av efterfrågade fossila drivmedel minskar, förväntas även kostnadsandelen för distributionen att gå upp, oavsett hur priset på råolja utvecklas. Detta torde leda till högre drivmedelskostnader för Försvarmakten.

Om Försvarmakten fortsätter att använda rent fossila drivmedel kommer Försvarmaktens andel fossila drivmedel öka drastiskt under 2030-talet, i relation till hela drivmedelsanvändningen i Sverige. Detta eftersom civilsamhället ställer om till en mer fossilfri drift. Figur 23 nedan visar Försvarmaktens uppskattning energianvändningen av flytande fossila och fossilfria bränslen i Sverige över tid, samt Försvarmaktens andel av denna.¹⁶⁷

¹⁶⁶ Drivkraft Sverige (2021) *Remissvar till Betänkandet Utfasningsutredningen (SOU 2021:48)*

¹⁶⁷ Försvarmakten har använt antaganden från Utfasningsutredningen (SOU 2021:48) för att producera denna uppskattning.



Figur 23. Försörjning av fossila drivmedel till Försvarmakten över tid i relation till Sveriges totala användning av drivmedel.

Källa: Nykvist & Mårtensson (2021), text i graf justerad av Energimyndigheten.

Skillnader mellan civila och militär fordonsteknik ökar

Försvarmakten köper in fordon och materiel med en plan om drift upp till 50 år beroende på fordonstyp, vilket innebär att vissa fordon som inhandlas idag kommer att behöva fungera fram till och bortom 2070. Ett undantag från reduktionsplikten leder till en större möjlighet för Försvarmakten att hålla kvar vid gamla tekniker ett tag till, vilket är både positivt och negativt.

Teknikutvecklingen i den civila sektorn går fort, men det är fortfarande något oklart vilka system som kommer att vara dominerande på sikt. Detta försvårar för Försvarmakten, som måste satsa på så robusta system som möjligt, och därmed har incitament att vänta med slutgiltiga investeringsbeslut till att inriktningen på omställningen av det civila samhället blivit tydligare.

Samtidigt riskerar ett fortsatt beroende av fossil diesel, på grund av ett undantag från reduktionsplikten, att leda till ökade utmaningar för Försvarmakten att upprätthålla en operativ förmåga på sikt. Detta beror på ett flertal anledningar.

- På lång sikt kan det bli svårare för Försvarmakten att erhålla tillräckliga mängder fossil diesel för operativa behov (vilket nämns i delkapitlet ovan). Priset för dessa mängder kommer även sannolikt att öka. Detta påverkar både Försvarmaktens fordonsflotta och diesellagring för reservkraft i stor utsträckning.

- Omställningen av den civila fordonsflottan med högre elektrifieringsgrad leder till att de civila och militära systemen skiljer sig åt i större utsträckning. Detta kan bli ett problem i en situation där Försvarsmakten behöver göra anspråk på civila fordon och anläggningar och det finns en lägre kunskapsnivå kring dessa system i Försvarsmakten. Det kan också bli problem med kompatibilitet mellan systemen (till exempel förväntas lastbilar som går på el eller biogas blir vanligare i civilsamhället).
- Försvarsmakten byter i dagsläget inte ut sina fordon och reservaggregat i samma takt som det civila samhället. Om Försvarsmaktens inte följer civilsamhällets teknikutveckling riskerar det på sikt innebära en sämre tillgänglighet till service av fordon, då detta delvis sker på samma verkstäder. Det riskerar även uppstå en situation där kompetensen för att laga gamla fordon i civilsamhället minskar, samtidigt som förmågan att laga nyare fordon i Försvarsmakten blir svagare.¹⁶⁸

Konsekvenser i kris- och krigssituationer

I en kris- eller krigssituation innebär dock inte faktumet att Försvarsmakten nyttjar en annan diesel- och bensinkvalitet än resten av samhället något större problem. I en sådan situation förväntas Försvarsmakten behöva bruka civil diesel från publika tankstationer i högre utsträckning för användning direkt. Då minskar problemet med lagerbeständighet, även om det kan uppstå en kontamineringsseffekt i fordon på sikt.

Inträdet i NATO

Ett inträde i NATO kommer att ställa krav på Sverige relaterat till drivmedel. Exakt i vilken form är inte klart när denna rapport författas. Det kommer dock finnas krav på att NATO:s fordon ska kunna tanka i Sverige, vilket förutsätter en möjlighet att tillhandahålla drivmedel med NATO-standard. Samtliga taktiska fordon ska ha möjlighet att gå på ett och samma bränsle (vilket kallas för "single fuel policy"), nämligen NATO F34, som är en typ av flygfotogen. NATO:s arbetsgrupp, som undersöker möjligheten till att blanda in högre nivåer av biodrivmedel, planerar att avrapportera våren 2023. Energimyndigheten bedömer att Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikten inte påverkas av Sveriges eventuella inträde i NATO.

10.4 Förslag på justeringar

Energimyndigheten anser att Försvarsmakten bör vara fortsatt undantagen reduktionsplikt i dagsläget, både för vägtransporter och för flygfotogen. Däremot föreslår Energimyndigheten att undantaget för vägtransporter upphävs på sikt, då varken Försvarsmakten eller det civila samhället är betjänt av att civila och militära plattformar utvecklas i olika riktningar. För flygfotogen ser Energimyndigheten inget sådant behov, då vi rekommenderar att reduktionsplikten för flygfotogen avvecklas i samband med att ReFuelEU Aviation träder i kraft (se kapitel 9). I nuvarande utkast till ReFuelEU Aviation är militär flygverksamhet exkluderad.

Försvarsmakten bör verka för att undantaget från reduktionsplikten ska kunna upphöra. Det kan göras på fyra sätt:

¹⁶⁸ Försvarsmakten (2022) Redovisning av FMP LEDS A 17 – *Konsekvenser av reduktionsplikten för bensin och diesel på Försvarsmaktens verksamhet*

- a. Försvarsmakten använder samma drivmedel som resten av samhället.
- b. Försvarsmakten inkluderas i reduktionsplikten, men använder fortsatt B0 diesel utan inblandning av HVO. Biodrivmedel för att täcka motsvarande energimängd blandas in i civila drivmedel.
- c. Försvarsmakten inkluderas i reduktionsplikten, men använder B0 diesel med inblandning av HVO för att möta reduktionsplikten.
- d. Försvarsmakten inkluderas i reduktionsplikten och använder rena och höginblandade flytande drivmedel för att möta reduktionsplikten. Detta alternativ bygger på att rena och höginblandade flytande biodrivmedel blir reduktionspliktiga (vilket vi föreslog i delrapport ett, ER 2022:7).

På grund av problem med lagringsbeständighet rekommenderar Energimyndigheten ej alternativ a). Alternativ b) är ett genomförbart alternativ, men i det fallet består problematiken med att civila och militära transportplattformar går isär över tid. Vi rekommenderar istället alternativ c) eller d), eller en kombination av båda alternativen. Vid ett hävande av undantaget är det viktigt att se över hur mängderna drivmedel som går till Försvarsmakten ska rapporteras, så att statistik om drivmedelsanvändningen i försvaret inte blir allmänt tillgänglig. Förutsättningarna för att Försvarsmakten ska inkluderas i reduktionsplikten bör utredas och förberedas av Försvarsmakten till nästa kontrollstation. Den utredningen bör även inkludera att se över så att lösningen för att inkludera Försvarsmakten i reduktionsplikten är förenlig med NATO, så att drivmedlet som levereras i Sverige är kompatibelt med NATO:s fordon.

Det är fortsatt viktigt att kunna lagra diesel på ett sätt som är lämpligt för Försvarsmakten, då många reservaggregat alltså använder diesel och Försvarsmaktens verksamhet är i behov av drivmedel med bra lagerbeständighet för de olika tidskrav som finns för fordonen. Dessutom, i och med att Försvarsmakten förväntas att växa kommande decennium, utifrån beslutad inriktning, kommer äldre fordon som är sämre anpassade för FAME och etanol att behöva nyttjas i större utsträckning. Därför bör undantaget vara i kraft tills utredningen nämnd ovan genomförs.

Energimyndigheten föreslår att lagtexten justeras så att det tydliggörs att Försvarsmaktens undantag gäller bulkinköp av diesel till Försvarsmaktens egen lagerhållning, och inte allt drivmedel som Försvarsmakten använder. Alltså, att drivmedelsleverantörerna inte behöver upprätta dedikerade pumpar med B0 diesel på tankstationer för Försvarsmaktens ändamål (då det skulle innebära en stor merkostnad för drivmedelsleverantörerna att lagerhålla ytterligare kvaliteter och upprätthålla tankinfrastruktur för dessa relativt små volymer), alternativt separera ut de volymer som brukas av Försvarsmakten för att undanta reduktionsplikten. Det skulle bli administrativt svårgenomfört för drivmedelsbolagen att skilja på mängder som säljs till civila respektive militära kunder. Det finns fall där drivmedlet förs över skattepunkt till en drivmedelsleverantör som inte har skatteupplag (och därmed inte behöver rapportera till Energimyndigheten) och senare säljs vidare till Försvarsmakten. För den mängden är det i princip omöjligt att upprätta ett system för att särskilja volymen som går till Försvarsmaktens användning vid publik tankning.

Under perioden som samhället ställer om till fossilfrihet och det fortfarande finns ett behov av gamla tekniker och drivmedel i Försvarsmakten i större utsträckning än för det civila samhället, behövs detta behov tillgodoses på något sätt. Energimyndigheten föreslår därför att Försvarsmakten tillsammans med Energimyndigheten och andra

myndigheter inblandade i totalförsvaret får i uppdrag att se över hur drivmedelsförsörjningen till försvaret ska ske under omställningsperioden till fossilfrihet, när råolja och fossila drivmedel förväntas importeras i allt mindre utsträckning.

10.5 Försvarsmaktens omställning

Denna rapports syfte är analysera konsekvenserna av Försvarsmaktens undantag från reduktionsplikten, inte att peka ut en inriktning för Försvarsmaktens omställning till fossilfrihet. Som sektorsansvarig myndighet för energiförsörjning vill vi dock ge ett antal rekommendationer baserat på den information vi har inhämtat i detta uppdrag, som kan främja Försvarsmaktens operativa förmåga i en tid av omställning. Energimyndigheten vill speciellt lyfta att omställningen av Försvarsmakten är viktig utifrån försörjningstrygghet och beredskap, speciellt i en tid då brist på fossila drivmedelsprodukter kan uppstå.¹⁶⁹ Energimyndigheten har uppfattat att det finns ett gediget arbete kopplat till omställningen i Försvarsmakten¹⁷⁰, och vi anser att detta bör fortsätta.

Ett undantag från reduktionsplikten kommer att påverka Försvarsmaktens operativa förmåga på sikt i och med att den civila och militära tekniken ställs om i olika takt. Försvarsmakten kan då begränsas till teknologiska plattformar som inte överensstämmer med den civila utvecklingen. Detta kan leda till att infrastrukturen för försörjning av fossilt drivmedel blir otillräcklig för Försvarsmaktens behov vid övningar och insatser, samt att teknisk kompetens för nya fordonssystem blir otillräcklig i Försvarsmakten.¹⁷¹

Försvarsmaktens uppdrag är vitalt för samhället, och dess operativa förmåga måste vidmakthållas i vilken riktning samhället än utvecklas. Det innebär att även i en framtid med låg tillgång på fossila bränslen kommer det finnas krav på lösningar för försvaret. Därmed kommer staten, Försvarsmakten, andra myndigheter och drivmedelsleverantörerna behöva samverka för att skapa en väg framåt för Försvarsmakten, antingen i form av att nyttja biobaserade eller icke-biobaserade förnybara drivmedel som uppfyller de krav Försvarsmakten ställer på drivmedel, eller säkra speciella kontrakt för att få tillgång till fossila drivmedel när importen av dem till Sverige minskar.

På kort sikt är det viktigt att Försvarsmakten utvärderar möjligheten att blanda in HVO i B0 diesel för sina ändamål (alternativt att använda ren HVO), då det borde vara möjligt även med Försvarsmaktens krav på lagringsbeständighet och koldgenskaper. Ett annat alternativ är att Försvarsmakten själv upprättar leveranskedjor för drivmedel, även om det är dyrt jämfört med nuvarande civila lösningar.¹⁷² Kopplat till utvecklingen inom den civila sektorn, ser Energimyndigheten att det är viktigt att Försvarsmakten fortsätter att utveckla sin förståelse för omställningen och samhällets nya tekniker. Det finns möjlighet att gå över till rena och höginblandade biodrivmedel av olika slag (främst HVO eller syntetiska bränslen av icke-biologiskt ursprung), vilka uppfyller Försvarsmaktens krav på drivmedel. HVO har lagringsbeständighet i klass med B0 diesel, och fungerar i de flesta dieseldrivna motorer.

¹⁶⁹ Energimyndigheten har under hösten 2022 uppmärksammat att det finns en risk för brist på mellandestillat av fossila drivmedelsprodukter (vilket inkluderar diesel). Se: Energimyndigheten (2022) *Lägesbild över energiförsörjningen med anledning av kriget i Ukraina*

¹⁷⁰ Exemplifierat av rapporten *Klimatneutral Försvarsmakt och de rekommendationer som ges i den*.

¹⁷¹ Försvarsmakten (2020) *Klimatneutralitet och alternativa drivmedel i Försvarsmakten – Armén*

¹⁷² Försvarsmakten (2022) *Redovisning av FMP LEDSA 17 – Konsekvenser av reduktionsplikten för bensin och diesel på Försvarsmaktens verksamhet*

Därför rekommenderar Energimyndigheten att Försvarsmakten fortsätter sitt arbete med att utvärdera möjligheten att köra befintliga fordon på rena och höginblandade biodrivmedel, samt syntetiska bränslen. Tillverkarna av Försvarsmaktens fordon har klargjort att de dieselfordon som finns i Försvarsmaktens fordonsflotta idag bör kunna användas med ren HVO, men det krävs vissa tester för att säkerställa detta. Det kan krävas byte av packningar i äldre motorer, då de kräver aromater för att inte läcka. Ren HVO är ett rent drivmedel med mycket låg aromathalt.

Energimyndigheten ser även möjligheter i att ställa om delar av Försvarsmaktens fordonsflotta som inte har så strikta operationella krav till andra drivmedelslinor. Försvarsmakten har idag en generell kravspecifikation vid upphandling av fordon, som ställer höga krav på fordon och bränsleförsörjning och riskerar att försena en omställning med onödigt höga krav för vissa användningsområden. Energimyndigheten rekommenderar att en differentierad kravspecifikation utvecklas, vilket möjliggör en omställning där den operativa verkligheten tillåter det. Fordon som köps in idag i Försvarsmakten förväntas vara i drift till bortom 2050, och då är det viktigt att även nya teknologier introduceras på kort sikt. Detta bör genomföras tillsammans med en omvärldsbevakning för att se hur andra försvarsmakter tacklar omställningen, och inbegripa kraven på Sverige som nation i samband med ett eventuellt inträde i NATO.

Under uppdraget har det framkommit att cisterner i Försvarsmakten endast besiktas en gång per år, och indikationer att dessa rutiner inte alltid upprätthålls. Drivmedelsbranschen rekommenderar en besiktning i månaden för att säkerställa kvaliteten på den diesel som lagras.¹⁷³ Därmed anser Energimyndigheten att Försvarsmakten bör justera sina rutiner för underhåll och renhållning, samt upgradera sina cisterner vid behov. Vid otillräckligt underhåll av cisterner kommer kvaliteten på det lagrade drivmedlet snabbt att minska, oavsett karaktären på det drivmedel som lagras.¹⁷⁴

Angående Flygvapnet så står det i dagsläget för cirka 70 procent av Försvarsmaktens utsläpp av klimatpåverkande gaser, och är därmed en viktig del att ställa om på sikt. En omställning av flygvapnet till att använda förnybara lösningar har också positiva effekter för Sveriges försörjningstrygghet på sikt, då råvarorna för detta är tillgängliga inrikes (även om värdekedjorna i dagsläget inte är upprättade).¹⁷⁵ Det har genomförts tester med inblandning av SAF i Flygvapnet, där den operativa förmågan dömdes likvärdig med att flyga på fossilt drivmedel. Energimyndigheten anser att Försvarsmakten bör fortsatt verka för att biobaserade eller syntetiska alternativ kan användas som Flygfotogen 75, och fortsätta med tester av dessa drivmedel.

Utöver dessa åtgärder rekommenderar Energimyndigheten att Försvarsmakten generellt använder drivmedel så sparsamt som möjligt. För att möta en framtid med mindre mängd fysiskt tillgängliga flytande drivmedel är det viktigt att etablera rutiner för sparsam användning av drivmedel.

¹⁷³ Drivkraft Sverige (2019) *Dieselbränsle till reservkraftverk för problemfri drift*

¹⁷⁴ Nykvist & Mårtensson (2021) *Klimatneutral Försvarsmakt –Analys av fossilfria vägval för försvarsgrenarna*

¹⁷⁵ Nykvist & Mårtensson (2021) *Klimatneutral Försvarsmakt –Analys av fossilfria vägval för försvarsgrenarna*

11 Reduktionspliktens påverkan på utsläpp av kväveoxider och andra ämnen till luft

Kapitlet i korthet

De nationella utsläppen av kväveoxider (NO_x) ska minska med 66 procent mellan 2005 och 2030. De senaste prognoserna visar att vi inte når målen med nuvarande åtgärder. Inrikes transporter står idag för den enskilt största andelen av utsläppen av kväveoxider i Sverige (42 procent), varav majoriteten av dessa kommer från bensin- och dieslbilar i vägtrafiken. Inrikes transporter är också den sektor vars utsläpp förväntas minska mest fram till 2030 med dagens styrmedel, inkluderat reduktionsplikten. Kraven om utsläppsminskningar kommer från EU:s så kallade takdirektiv där varje medlemsland har egna åtaganden till 2020 och 2030. Enligt takdirektivet ska nationella luftvårdsprogram tas fram, och i Sveriges senaste program var en av åtgärderna att ta vara på de synergier som finns mellan luftvårdsarbetet och klimatomställningen inom transportsektorn.

Ur ett luftvårdsperspektiv har det ingen större betydelse ifall vägtrafikens utsläpp kommer från förbränning av fossila eller biogena bränslen. Utsläppen av kväveoxider och partiklar är i princip lika stora oavsett om fossil diesel eller HVO används. Det som har betydelse för luftutsläppen är fordonsflottans sammansättning och trafikarbetet. En högre reduktionsplikt ger sannolikt högre drivmedelspriser som en konsekvens av att biodrivmedel är dyrare än fossila drivmedel. Högre drivmedelspriser ger en högre körkostnad vilket i sin tur dämpar trafikarbetsutvecklingen. Det går därmed att argumentera för att en högre reduktionsplikt genererar lägre nivåer av luftutsläpp både i form av NO_x och partiklar som en konsekvens av att trafikarbetet minskar.

11.1 Mål för utsläpp av kväveoxider

De nationella utsläppen av kväveoxider (NO_x) ska minska med 66 procent mellan 2005 och 2030. Enligt senast tillgängliga prognos¹⁷⁶ behöver Sverige genomföra ytterligare åtgärder för att klara detta åtagande. Inrikes transporter står idag för den enskilt största andelen av utsläppen av kväveoxider men är också den sektor vars utsläpp förväntas minska mest fram till 2030 med dagens styrmedel.

Kraven om utsläppsminskningar kommer från det så kallade takdirektivet¹⁷⁷ där varje medlemsland har egna åtaganden till 2020 och 2030¹⁷⁸. Takdirektivet sätter även krav på att alla medlemsländer ska ta fram och genomföra nationella luftvårdsprogram som

¹⁷⁶ Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsscenario för luft, rapporterat den 12 mars 2021

¹⁷⁷ Direktiv 2016/2284

¹⁷⁸ Utsläppskraven är satta i procent där 2005 är basår. Krav finns för NO_x , SO_x , $\text{PM}_{2,5}$, NMVOC och NH_3 .

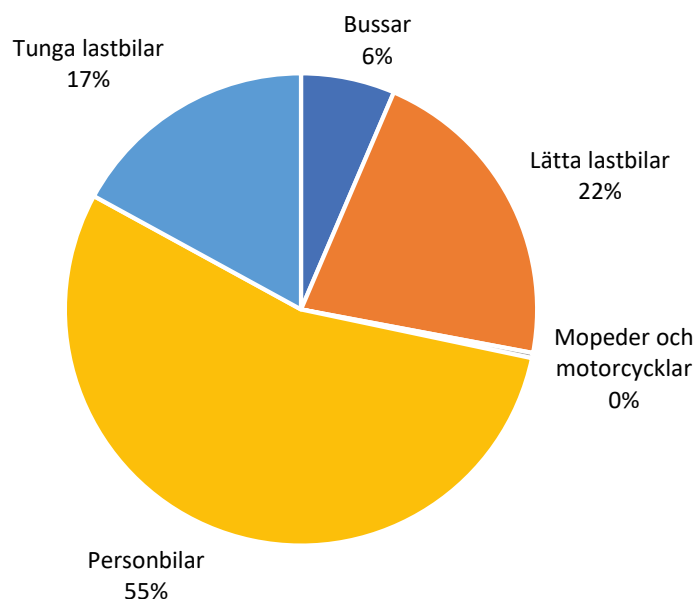
ska uppdateras minst vart fjärde år. Programmet ska redovisa vilka åtgärder och styrmedel som har och planeras att genomföras för att uppfylla kraven. Det första nationella programmet beslutades av regeringen 2019 och omfattade tre olika åtgärds paket varav ett var minskade utsläpp av NO_x genom åtgärder för att nå klimatmålet inom inrikes transporter, 2030. Avsikten var att ta vara på de synergier som finns mellan luftvårdsarbetet och klimatomställningen inom transportsektorn.

Ur ett bredare luftvårdsperspektiv är det även viktigt att ta hänsyn till andra utsläpp från trafiken som exempelvis partiklar. Var utsläppsminskningar sker är också en viktig faktor när det gäller att minska människors exponering av luftföroreningar. Att minska utsläppen i tätbebyggda områden där människor vistas har större effekt på befolkningens genomsnittliga exponering och ger därmed en större samhällsnytta.

11.2 Vilka utsläpp kommer från transportsektorn

Inrikes transporter stod för 42 procent¹⁷⁹ av de samlade nationella utsläppen av kväveoxider år 2020 där majoriteten (84 procent) av utsläppen kommer från vägtrafiken. Personbilar står idag för den största andelen av utsläppen följt av lätta lastbilar och tunga lastbilar. Se Figur 24.

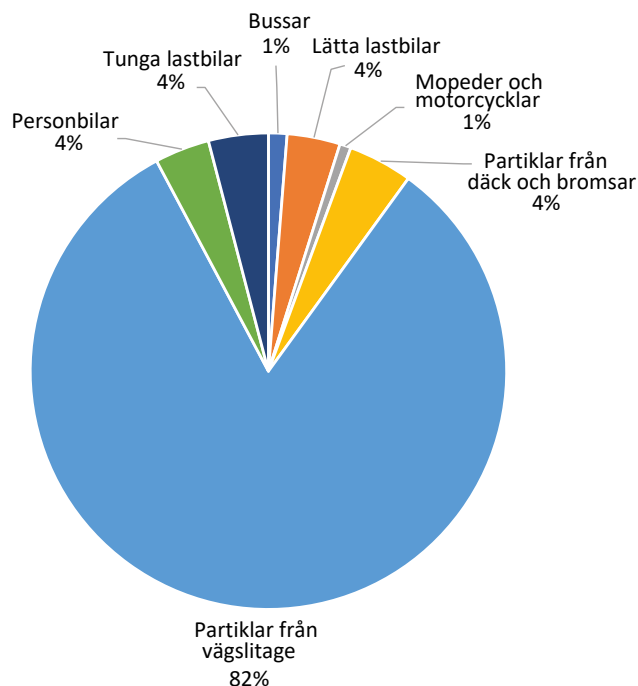
Inrikes transporter stod för 24 procent av de samlade nationella utsläppen av partiklar (PM_{2,5}) år 2020 och även där kommer majoriteten av utsläppen från vägtrafiken. Räknat i vikt är vägslitage den dominerande källan till utsläpp av partiklar (PM_{2,5}) från vägtrafiken se Figur 25.



Figur 24. Utsläpp av kväveoxider från vägtrafiken år 2020

Källa: Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsstatistik för luft, rapporterat den 29 april 2022

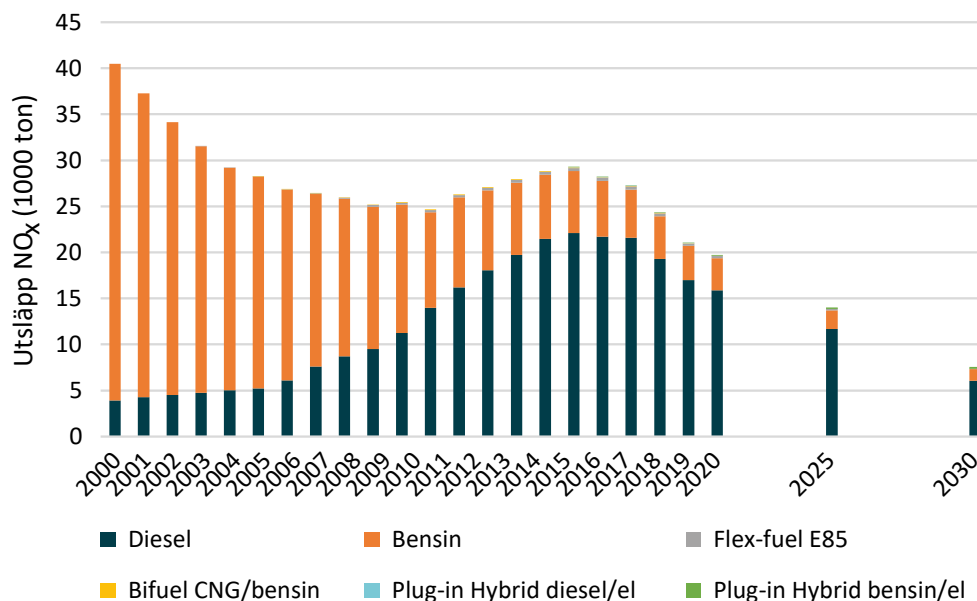
¹⁷⁹ Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsstatistik för luft, rapporterat den 29 april 2022.



Figur 25. Utsläpp av partiklar (PM_{2,5}) från vägtrafiken år 2020.

Källa: Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsstatistik för luft, rapporterat den 29 april 2022

Bensin- och dieselfordon dominerar utsläppen av kväveoxider från vägtrafiken. Fram till 2018 ökade utsläppen av NO_x från dieslbilar kraftigt vilket påverkade de totala utsläppen från vägtrafiken och trenden med minskade utsläpps bröts. År 2005 var dieslbilarnas specifika NO_x-utsläpp, det vill säga utsläpp per kilometer, dubbelt så höga som bensinbilarnas. Till 2020 hade denna skillnad ökat och dieslbilarnas specifika utsläpp var fem gånger högre. Det som påverkar det totala utsläppen är det specifika utsläppet tillsammans med trafikarbete/bränsleförbrukningen per respektive fordonstyp, se vidare under 11.3.2. Utsläppen har nu åter igen börjat att minska och förväntas fortsätta att minska framöver (se Figur 26).



Figur 26. Utsläpp av kväveoxider från personbilar.

Källa: Merelli & Fridell (2020).

Historiskt sett har införandet av utsläppsstandarder för fordon haft stor betydelse för hur utsläppen har utvecklats. Utsläppens utveckling framåt i tiden förväntas till stor del påverkas av den ökande andelen laddhybrider och eldrivna fordon samtidigt som äldre bränslefordon fasas ut. Kommande utsläppskrav (Euro VII/7) förväntas också ha betydelse för utsläppens utveckling, framför allt för tunga fordon där elektrifieringen i nuläget går långsammare.

11.3 Vad påverkar luftutsläppen

Ur ett luftvårdsperspektiv har det ingen större betydelse ifall vägtrafikens utsläpp kommer från förbränning av fossila eller biogena bränslen. Utsläppen av kväveoxider och partiklar är i princip lika stora oavsett ifall man använder fossil diesel eller biodiesel i sin bil¹⁸⁰. Det som har betydelse för luftutsläppen är fordonsflottans sammansättning och trafikarbetet.

11.3.1 Fordonsflottans sammansättning

Nya fordon som registreras ska uppfylla utsläppskrav som följer av EU bestämmelser i form av utsläppstandarder för lätta respektive tunga fordon (se tabell 8 för lätta fordon). Standarder finns för koloxid (CO), kolväten (HC), kväveoxider (NO_x) och partiklar. Nivåerna varierar beroende på om fordonet har en motor med kompressionständning (till exempel en dieselmotor) eller styrd tändning (till exempel en bensinmotor). Nivåerna gäller även för alternativa drivmedel, alltså ska exempelvis en gasdriven personbil klara samma nivåer som en bensinbil. På tunga sidan förekommer gaslastbilar med kompressionständning, som därmed ska klara nivåerna för detta.

¹⁸⁰ Merelli & Fridell (2020) *Emissioner från vägtrafikfordon med HVO*

Tabell 8. Utsläppsstandarder för kväveoxider (milligram per kilometer) lätta fordon, diesel och bensin.

	Diesel	Bensin
Euro 3 (jan 2000)	500	150
Euro 4 (jan 2005)	250	80
Euro 5 (sep 2009)	180	60
Euro 6 (sep 2014)	80	60

Källa: DieselNet (u.å.) *Emission Standards - EU: Cars and Light Trucks*

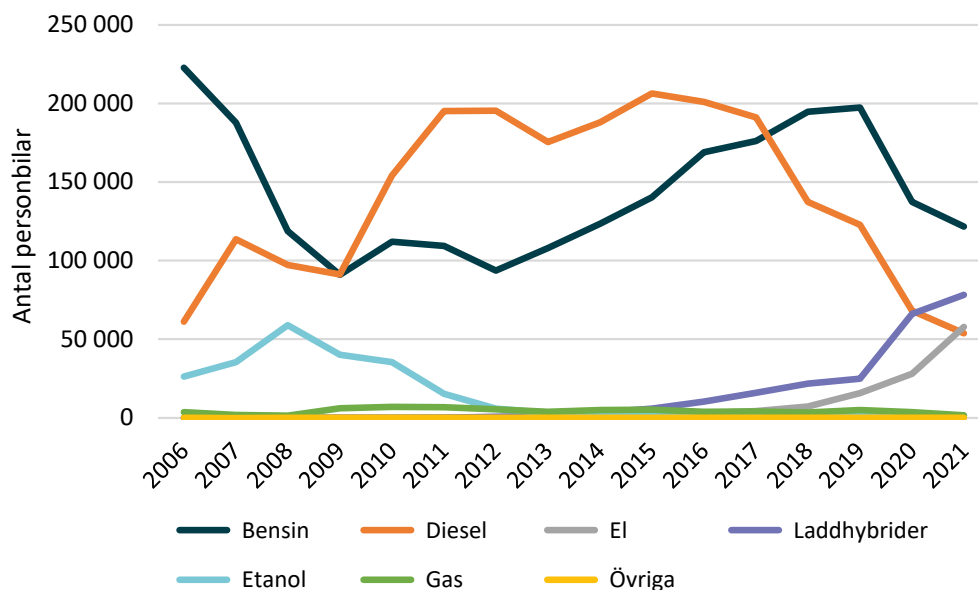
Dieslbilar tillåts högre utsläpp av kväveoxider per körd kilometer jämfört med bensinbilar och har även historiskt haft problem med att utsläppen är högre i verklig körning jämfört med vad testmetoderna visat vid typgodkännandet.¹⁸¹ Bilar i klassen Euro 6 har exempelvis visat sig ha utsläpp i verklig körning som i genomsnitt var cirka fem gånger högre än kravnivåerna¹⁸². Det har därför tagits fram nya kompletterande testmetoder RDE (Real Driving Emissions). För att ta hänsyn till mätosäkerheterna i testmetoden har man även infört en konformitetsfaktor. Från 2019 gäller en faktor på 2,1 (168 milligram NO_x per kilometer) och 2021 gäller faktorn 1,43 (115 milligram NO_x per kilometer) för att fordonet ska godkännas. Bensinbilar har inte haft samma problem med att klara NO_x kraven i verklig körning.

En annan viktig faktor för hur utsläppen av kväveoxider från vägtrafik utvecklas är fordonsflottans sammansättning och ålder. När fordonsflottan förnygras genom att äldre bilar skrotas och ersätts med nyare bilar med bättre utsläppsstandard minskar fordonsflottans genomsnittliga utsläpp. Mellan 2009 och 2017 har andelen nyinköpta dieslbilar varit större än andelen bensinbilar. Sedan skedde ett skifte mellan 2017 och 2018 där bensinbilar i stället står för den största andelen av nybilsförsäljningen. En annan förändring är också att nybilsförsäljningen av laddhybrider och elbilar har ökat drastiskt under de senaste åren (se Figur 27). Under 2021 stod laddhybrider och elbilar för 26 respektive 19 procent av nybilsförsäljningen¹⁸³.

¹⁸¹ Vid lansering av ett nytt fordon så krävs ett typgodkännande där tillverkaren måste visa att fordonet klarar de olika gränsvärdena för de emissioner som regleras i Euro-standarderna.

¹⁸² Sjödin et al. (2017) *On-Road Emission Performance of Late Model Diesel and Gasoline Vehicle as Measured by Remote Sensing*

¹⁸³ Trafikanalys (2022) *Nyregistrerade fordon*



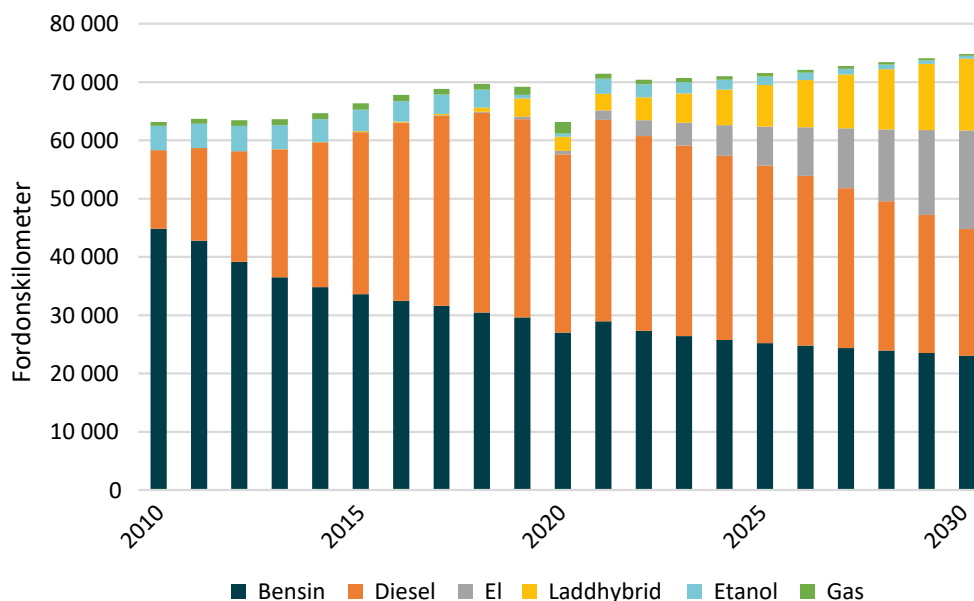
Figur 27. Nyregistrering av personbilar på årsbasis.

Källa: Trafikanalys (2022) *Statistik för nyregistrerade fordon*

Anmärkning: Elhybrider ingår i bensinfordon i denna figur.

11.3.2 Trafikarbete

Trafikarbete är summan av den sträcka som ett antal fordon färdas under en viss tidsperiod. Ett exempel på ett mått för trafikarbete är antalet körda kilometer (fordonskilometer) för alla bilar i Sverige 2021. Trafikarbetet för vägtrafiken totalt sett har ökat med 22 procent sedan 1990 och fram till 2020. Trafikarbetet för personbilar har under samma period ökat med 13 procent och förväntas öka med ytterligare 24 procent mellan 2020 och 2030. Historiskt sett har det funnits ett starkt samband mellan befolkningsökning, ekonomisk tillväxt och efterfrågan på transporter. I nuvarande scenariobeskrivningar antas att detta samband fortsätter att gälla, se Figur 28. Tack vare mer energieffektiva fordon, katalysatorer och partikelfilter har utsläppen av luftföroreningar från vägtrafiken totalt sett minskat från 1990 fram tills idag för samtliga föroreningar trots det ökade trafikarbetet.



Figur 28. Utveckling av trafikarbete för personbilar

Källa: Energimyndigheten

Anmärkning: Prognosen i figuren utgår från det grundscenari som används (och beskrivs i avsnitt 7.1) i delrapport 1¹⁸⁴.

Körkostnaden, som beror på bland annat drivmedelskostnader och bränsleförbrukning, kan påverka både bilinnehav och trafikarbetet. En högre drivmedelskostnad kan bidra till att bilköpare väljer att köpa energieffektiva fordon som drar mindre bränsle men även till att man kör mindre, det vill säga att trafikarbetet minskar. Energieffektiva fordon och minskat trafikarbete leder båda till mindre avgasutsläpp. Ett minskat trafikarbete kan även bidra till minskade utsläpp av slitagepartiklar.

11.4 Effekter av reduktionsplikt

För en hållbar omställning av transportsektorn behöver man fokusera på samtliga åtgärdsområden, transporteffektivt samhälle, effektivare fordon och förnybar energi. Nuvarande analyser^{185, 186} har visat på att beslutad politik inte är tillräcklig för att Sverige ska nå sina åtaganden gällande utsläpp av kväveoxider för 2030. Reduktionsplikten i sig själv har en liten påverkan på luftutsläppen, eventuella effekter är främst av sekundär karaktär. Utsläppen av kväveoxider och partiklar är i princip lika stora oavsett om man använder fossil diesel eller HVO i sin bil. Det som har betydelse för luftutsläppen är framför allt fordonsflottans ålder och sammansättning samt trafikarbetets utveckling.

Nyttillskottet av fordon är viktigt, men i och med att utsläppskraven innebär att dagens nya bilar ger lägre utsläpp jämfört med tidigare generationer av fordon, är det i dagsläget mindre skillnad i utsläpp till luft mellan ett nytt förbränningsmotordrivet fordon och ett eldrivet fordon. Det som är problematiskt är att de gamla bilarna är kvar i flottan under

¹⁸⁴ Energimyndigheten (2022) *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*.

¹⁸⁵ Hult (2021) *NOX-utsläpp i klimatscenarier för vägtrafik*

¹⁸⁶ Hult et al. (2022) *Styrmedel för minskade NOX-utsläpp från vägtrafik i scenarier med skärpta EU-krav för fordons CO2-utsläpp*

en lång tid framöver, det vill säga problemet är de äldre fordonen snarare än nyförsäljningen. En högre elektrifieringstakt är fördelaktigt även för luftemissioner av NO_x men det som framför allt behöver till för att snabba på minskningen av NO_x är en utskrotning av äldre fordon.

För att Sverige ska klara av att uppfylla sina åtaganden om minskade utsläpp av kväveoxider är det alltså viktigt att styrmedel för ökad elektrifiering kombineras med andra åtgärder och styrmedel. Det som skulle kunna bidra till ytterligare utsläppsminskningar är minskat transportbehov, snabbare förnyring av fordonsflottan och skarpare utsläppskrav på nya bensin- och dieselfordon.

I delrapport ett fanns tre förslag på förändrad reduktionsplikt. Endast det första bedöms uppfylla mål och åtaganden för klimatet. Baserat på metodavgränsningar och prognoser i modellen är det svårt att bedöma eventuella skillnader i förändringar av luftutsläpp mellan de olika alternativen.

Trafikverket har gjort en översiktlig analys av hur luftutsläppen skulle kunna påverkas av olika nivåer av reduktionsplikten. En högre reduktionsplikt ger sannolikt högre drivmedelspriser som en konsekvens av att biodrivmedelskomponenter är dyrare än fossila drivmedelskomponenter vidare ger högre drivmedelspriser en högre körkostnad vilket i sin tur dämpar trafikarbetsutvecklingen. Det går därmed att argumentera för att en högre reduktionsplikt genererar lägre nivåer av luftutsläpp både i form av NO_x-utsläpp och partikelutsläpp som en konsekvens av att trafikarbetet minskar.

12 Referenser

- Braathens Regional Airlines (2022) *Idag genomförde vi världens första kommersiella flygning med 100% bioflygbränsle i båda motorerna* [pressmeddelande], 21 juni. <https://press.flygbra.se/posts/pressreleases/idag-genomforde-vi-varldens-forsta-kommersiell>
- Bureau of Transportation Statistics (2022) *Annual U.S. Domestic Average Itinerary Fare in Current and Constant Dollars*. Hämtad 1 november, 2022, från: <https://www.bts.gov/content/annual-us-domestic-average-itinerary-fare-current-and-constant-dollars>
- Carroll, S.G. (2022-08-31) *Fossil jet fuel price expected to soar as EU taxes bite*. Euractiv. <https://www.euractiv.com/section/aviation/news/fossil-jet-fuel-price-expected-to-soar-as-eu-taxes-bite/>
- Chalmers (2020-10-29) *Electric Aviation in Sweden (Elise part 2)*. Hämtat 18 nov, 2022, från: <https://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Elise---Electric-Aviation-in-Sweden.aspx>
- Chesneau, A. & Arcalini, F. (2021-05-21) *France: How is SAF implemented in the legislation of EU member states?* EBAA. <https://www.ebaa.org/industry-updates/how-is-saf-implemented-in-the-legislation-of-eu-member-states/>
- Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI) (2022). *Fuel Qualification*. Hämtad 18 november, 2022, från: https://www.caafi.org/focus_areas/fuel_qualification.html
- Curran, A. (2022-03-13) *Which Airlines Are Hedged Against Soaring Jet Fuel Prices?* Simple Flying. Hämtad 1 november, 2022, från: <https://simpleflying.com/airline-hedging-jet-fuel/>
- Della Vigna, M., Stavrinou, Z., Bhandari, N., Mehta, N., Singer, B., Mamedov, G., Wiseman, M., Amorim, B., Moore, B., Milligan, D., Islam, S., Joshi, V., Bingham, D.R., Martin, T., Tylenda, E., Chetwode, S. (2019) *Carbonomics: The Future of Energy in the age of Climate Change*. Goldman Sachs, Equity Research. <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/carbonomics-f/report.pdf>
- Department for Transport (2022-07-19) *Mandating the use of sustainable aviation fuels in the UK*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.gov.uk/government/consultations/mandating-the-use-of-sustainable-aviation-fuels-in-the-uk>
- Deutscher Bundestag (2021) *Treibhausgasmindereungsquote beschlossen [Växthusgasutsläppsminskningskvot beslutad]*. Hämtad 30 november, 2022, från: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw20-de-treibhausgasminderungsquote-840248>
- DieselNet (u.å.) *Emission Standards - EU: Cars and Light Trucks*. Hämtad 1 december, 2022, från: <https://dieselnet.com/standards/eu/ld.php>
- Direktiv 2018/2001. *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (omarbetning) (Text av betydelse för EES.)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=en>

Direktiv 2016/2284. *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/2284 av den 14 december 2016 om minskning av nationella utsläpp av vissa luftföroreningar, om ändring av direktiv 2003/35/EG och om upphävande av direktiv 2001/81/EG (Text av betydelse för EES)* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&from=EN>

Drivkraft Sverige (2021) *Remissvar till Betänkandet Utfasningsutredningen (SOU 2021:48)*. <https://www.energigas.se/media/jcdpu4xl/energigas-sveriges-remiss-svar-p%C3%A5-utfasningsutredningens-bet%C3%A4nkande.pdf>

Drivkraft Sverige (2019) *Dieselbränsle till reservkraftverk för problemfri drift*. Hämtad 2 december, 2022, från: <https://drivkraftsverige.se/uppslagsverk/fakta/drivmedel/dieselbransle/%20rekommendation-dieselbransle-till-reservkraftverk-for-problemfri-drift/>

Energimyndigheten (2022) *Kontrollstation för reduktionsplikten 2022 – Delrapport 1 av 2*. ER 2022:07. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=208637>

Energimyndigheten (2022) *Energibalans, 2005 -*. Hämtad 11 november, 2022 från: https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/%c3%85rlig%20energibalans/%c3%85rlig%20energibalans__Balanser/EN0202_A.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=e7d98a1c-bebe-4097-9f06-e8a215dacdf9&timeType=from&timeValue=5

Energimyndigheten (2022) *Lägesbild över energiförsörjningen med anledning av kriget i Ukraina*. <https://www.energimyndigheten.se/4ab3b8/globalassets/om-oss/ukraina/lagesbilder/8-november-2022-uppdaterad-lagesbild-med-anledning-av-situationen-i-ukraina.pdf>

Energy Information Administration (2022) *U.S. Gulf Coast Kerosene-Type Jet Fuel Spot Price FOB*. Hämtad 1 november, 2022, från: https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=EER_EPJK_PF4_RGC_DPG&f=M

Engin, T., Amiot, M., Evans, M. Lord, R., Burks, B. (2022) *ESG Research: Carbon Pricing, In Various Forms, Is Likely To Spread In The Move To Net Zero*. S&P Global. <https://www.spglobal.com/esg/insights/featured/special-editorial/carbon-pricing-in-various-forms-is-likely-to-spread-in-the-move-to-net-zero>

Esqué, A., Mitchell, A., Rastogi, K., Riedel, R. (2022) *Making net zero aviation possible*. McKinsey & Co. <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/decarbonizing-the-aviation-sector-making-net-zero-aviation-possible>

Eurocontrol (2022-06-03) *EUROCONTROL 3-year Forecast 2022-2024*. Hämtad 11 november, 2022 från: <https://www.eurocontrol.int/news/eurocontrol-3-year-forecast-2022-2024>

Europaparlamentet (2022-10-26) *Utsläpp från flygplan och fartyg: En överblick av EU:s åtgärder*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/society/20220610STO32720/minska-utslappen-fran-flygplan-och-fartyg>

Europeiska kommissionen (2022) *Produktion av förnybara drivmedel – andel förnybar el (krav) (utkast till delegerad akt)*. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7046068-Produktion-av-fornybara-drivmedel-andel-fornybar-el-krav-_sv

Europeiska kommissionen (2022) *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023*.

Europeiska kommissionen (2021) *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC as regards aviation's contribution to the Union's economy-wide emission reduction target and appropriately implementing a global market-based measure*, COM (2021) 552 final av den 14 juli 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX-%3A52021PC0552>

Europeiska kommissionen (2021) *Commission staff working document impact assessment, Accompanying the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport*, COM (2021) 633 final av den 14 juli 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021SC0633&from=EN>

Europeiska kommissionen (2021) *Commission staff working document impact assessment report accompanying the document proposal for a directive of the European parliament and of the council amending directive 2003/87/EC as regards aviation's contribution to the Union's economy-wide emission reduction target and appropriately implementing a global market-based measure*, COM (2021) 603 final av den 14 juli 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX-:52021SC0603&from=EN>

Europeiska kommissionen (2021) *Förslag till Europaparlamentets och Rådets förordning om säkerhetsställande av lika villkor för hållbar luftfart*, COM(2021) 561 final av den 14 juli 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=CELEX-:52021PC0561>

Europeiska kommissionen (2021) *Förslag till RÅDETS DIREKTIV om en omstrukturering av unionsramen för beskattning av energiprodukter och elektricitet*. COM(2021) 563 final. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12227-EU-Green-Deal-Revision-of-the-Energy-Taxation-Directive_en

Europeiska kommissionen (2021) *Revision of the Energy Taxation Directive (ETD): Questions and Answers*. Hämtad 2 december, 2022, från: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3662

Europeiska kommissionen (u.å.) *Allocation to aviation*. Hämtad 11 november, 2022, från: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/allocation-aviation_sv

Europeiska rådet (2022-05-20) *Beslutet om kompensationskrav för lufttransport-utsläpp: rådet antar ståndpunkt*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/05/20/decision-corsia-carbon-offsetting-and-reduction-scheme-for-international-aviation-le-conseil-adopte-sa-position/>

Europeiska rådet (2022) *55 %-paketet: rådet enas om allmänna riktlinjer för växthus-gasminskningar och deras sociala konsekvenser* [pressmeddelande]. 29 juni. <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/06/29/fit-for-55-council-reaches-general-approaches-relating-to-emissions-reductions-and-removals-and-their-social-impacts/>

Europeiska rådet (2022) *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport – ‘ReFuelEU Aviation’ – General approach* (ST 9805 2022 INIT). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CONSIL%3AST_9805_2022_INIT&qid=1669108415676

Eurostat (2022) *Supply, transformation and consumption of oil and petroleum products*. Hämtad 11 november, 2022, från: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_CB_OIL__custom_3647397/default/table?lang=en

Fleming, G.G. & de Lépinay, I (2019) Environmental Trends in Aviation to 2050. I: International Civil Aviation Organization (ICAO) *Environmental Report: Aviation and Environment*. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg17-23.pdf

Fly Green Fund (u.å) *Om oss*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://flygreenfund.se/om-oss/>

Försvarsmakten (2022) *Redovisning av FMP LEDS A 17 – Konsekvenser av reduktionsplikten för bensin och diesel på Försvarsmaktens verksamhet*.

Försvarsmakten (2020) *Klimatneutralitet och alternativa drivmedel i Försvarsmakten – Armén*.

Green Car Congress (2020-05-14) *ASTM approves 7th annex to D7566 sustainable jet fuel specification: HC-HEFA*. Hämtad 18 nov, 2022, från: <https://www.greencarcongress.com/2020/05/20200514-ihl.html>

Heart Aerospace (u.å.) *Learn more about the ES-30*. Hämtad 1 december, 2022, från: <https://heartaerospace.com/es-30/>

Heyne, J., Rauch B., Le Clercq, P., Colket, M. (2021) Sustainable aviation fuel prescreening tools and procedures. *Fuel* (290), 120004. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.120004>

Holladay, J., Abdullah, Z., & Heyne, J. (2020) *Sustainable aviation fuel: Review of technical pathways report* (DOE/EE-2041). US Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/09/f78/beto-sust-aviation-fuel-sep-2020.pdf>

Hult, C., Merelli, L., Mawdsley, I. (2022) *Styrmedel för minskade NOX-utsläpp från vägtrafik i scenarier med skärpta EU-krav för fordons CO2-utsläpp* (C668). Svenska miljöinstitutet (IVL). <https://www.ivl.se/publikationer/publikationer/styrmedel-for-minskade-nox-utslapp-fran-vagtrafik-i-scenarier-med-skarpta-eu-krav-for-fordons-co2-utslapp.html>

Hult, C. (2021) *NOX-utsläpp i klimatscenarier för vägtrafik* (promemoria). Svenska Miljöemissionsdata. https://admin.smed.se/app/uploads/2021/01/SMED-PM_NOx-i-klimatscenarier-f%C3%B6r-v%C3%A4gtrafik.pdf

Independent Business Group (2022) *Morgondagens Flyg*. Transportföretagen. <https://www.transportforetagen.se/globalassets/rapporter/flyg/rapport-morgondagens-flyg.pdf?ts=8da16e651fa6500>

Index Mundi (2022) *Jet Fuel Daily Price*. Hämtad 27 oktober, 2022, från: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=jet-fuel>

Infrastrukturdepartementet (2022) *Arlanda flygplats –en plan för framtiden* (DS 2022:11). <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2022/06/arlanda-flygplats--en-plan-for-framtiden/>

Infrastrukturdepartementet (2021) *Uppdrag att ta fram underlag för kontrollstation 2022 inom ramen för systemet med reduktionsplikt på bensin, diesel och flygfotogen* (Regeringsbeslut, dnr I2021/03316). <https://www.regeringen.se/4b0ac8/contentassets/7285d318b0474de6a4a1e614ed79c749/uppdrag-att-ta-fram-underlag-for-kontrollstation-2022-...reduktionsplikt-pa-bensin-diesel-och-flygfotogen>

International Air Transport Association (IATA) (2022) *Incentives Needed to Increase SAF Production* [pressmeddelande], 21 juni. <https://www.iata.org/en/press-room/2022-releases/2022-06-21-02/>

International Air Transport Association (IATA) (u.å) *Fact Sheet: EU and US policy approaches to advance SAF production*. <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact-sheet---us-and-eu-saf-policies.pdf>

International Air Transport Association (IATA) (u.å.) *Jet Fuel Price Monitor*. Hämtad den 9 november, 2022, från: <https://www.iata.org/en/publications/economics/fuel-monitor/>

International Civil Aviation Organization (ICAO) (2022) *CORSIA Newsletter September 2022*. https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA_Newsletter_September_2022_for_web.pdf

International Civil Aviation Organization (ICAO) (2019) Climate Change Mitigation: CORSIA. I: International Civil Aviation Organization (ICAO) *Environmental Report: Aviation and Environment*. https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO%20Environmental%20Report%202019_Chapter%206.pdf

International Civil Aviation Organization (ICAO) (2017) *Airline Operating Costs and Productivity* [Presentation]. Hämtad från: <https://www.icao.int/mid/documents/2017/aviation%20data%20and%20analysis%20seminar/ppt3%20-%20airlines%20operating%20costs%20and%20productivity.pdf>

International Civil Aviation Organization (ICAO) (1944) *Convention on international civil aviation*. https://www.icao.int/publications/Documents/7300_1ed.pdf

International Civil Aviation Organization (ICAO) (u.å.) *CORSIA News* [avseende nyhet oktober 2022]. Hämtad 1 december, 2022, från: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-News.aspx>

International Energy Agency (IEA) (2021) *Renewables 2021 - Analysis and forecast to 2026*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5ae32253-7409-4f9a-a91d-1493ffb9777a/Renewables2021-Analysisandforecastto2026.pdf>

International Energy Agency (IEA) (2020) *Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction, IEA Bioenergy* (Task 41: 2020:01). https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/02/T41_CostReductionBiofuels-11_02_19-final.pdf

International Energy Agency (IEA) (u.å.) *Aviation*. Hämtad 1 december, 2022, från: <https://www.iea.org/reports/aviation>

International Panel on Climate Change (IPCC) (2019) *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hämtad 29 november, 2022, från: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

International Renewable Energy Agency (IRENA) (2021) *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jul/IRENA_Reaching_Zero_Biojet_Fuels_2021.pdf

Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2018/2066 av den 19 december 2018 om övervakning och rapportering av växthusgasutsläpp i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/87/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 601/2012. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX-%3A32018R2066>

Kommunikationsministeriet (2021) *Statsrådets principbeslut om minskning av flygtrafikens växthusgasutsläpp* (2021:21). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163263/LVM_2021_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Légifrance (2022-08-18) *Code des douanes [Tullregler]*. Hämtad 29 november, 2022, från: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043012937

Lindgren, S. & Johansson, M. (2021) *Ekonomitankning vid flygplatser: beräkningssunderlag* (VTI PM 2021:6). <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1554290/FULLTEXT01.pdf>

McGarrity, J. (2022-03-22) *DHL and Neste in huge 5-year offtake deal for sustainable aviation fuel*. Fastmarkets. Hämtad 18 nov, 2022, från: <https://www.fastmarkets.com/insights/dhl-and-neste-in-huge-5-year-offtake-deal-for-sustainable-aviation-fuel>

Merelli, L., & Fridell, E. (2020) *Emissioner från vägtrafikfordon med HVO* (SMED Rapport Nr 23) Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1526167&dsid=5928>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires & Ministère de la Transition énergétique (2022-11-20) *Biocarburants [Biobränslen]*. Hämtad 29 november, 2022, från: https://www.ecologie.gouv.fr/biocarburants#scroll-nav__7

Naturvårdsverket (u.å.) *Beräkna klimatpåverkan*. Hämtad 29 november, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/berakna-direkta-utslapp-fran-forbranning/>

Naturvårdsverket (u.å.) *Flygets klimatpåverkan*. Hämtad 11 november, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-konsumtionen/flygets-klimatpaverkan>

Naturvårdsverket (u.å.) *Flygoperatörer i Corsia*. Hämtad 11 november, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/utslappshandel/flygoperatorer-i-corsia/>

Naturvårdsverket (u.å.) *Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser*. Hämtad 11 november, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>

Naturvårdsverket (u.å.) *Utrikes sjöfart och flyg, utsläpp av växthusgaser*. Hämtad 11 november, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-utrikes-sjofart-och-flyg/>

Naturvårdsverket (u.å.) *Vägledning: Flygoperatörer i EU ETS*. Hämtad 27 september, 2022, från: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/utslappshandel/flygoperatorer-i-eu-ets/gratis-tilldelning/>

Neste (u.å.) *Fly more sustainably and reduce air travel emissions immediately*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.neste.com/products/all-products/saf#c7854205>

Neste (u.å.) *Waste and residues as raw materials*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.neste.com/products/all-products/raw-materials/waste-and-residues#c7854205>

Nykvist, B., Mårtensson, T. (2021). *Klimatneutral Försvarsmakt – Analys av fossilfria vägval för försvarsgrenarna* (FOI-R—5201 – SE). Totalförsvarets forskningsinstitut. <https://foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5201--SE>

Proposition 2020/21:180: *Reduktionsplikt för bensin och diesel – kontrollstation 2019*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2021/04/prop.-202021180/>

Proposition 2020/21:135 *Reduktionsplikt för flygfotogen*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2021/03/prop.-202021135/>

Regeringskansliet (2020) *Reduktionsplikt för flygfotogen*. Infrastrukturdepartementet. <https://www.regeringen.se/4af87d/contentassets/55a1abba8fbe4e53b0031d8b540142da/reduktionsplikt-for-flygfotogen>

Regeringskansliet (2017) *Skatt på flygresor*. Finansdepartementet. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/lagratsremiss/2017/06/skatt-pa-flygresor/>

Regjeringen (2017-04-05) *Meld. St. 33 [2017–2017] – Nasjonal transportplan 2018–2029 [Nationell transportplan 2018–2019]*. Hämtad 29 november, 2022, från <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>

Rein, J., Wigler, K., Wargsjö, A. Spångberg L., Eliasson J. (2022). *Vi ser himlen runt hörnet: Slutrapport för regeringsuppdraget om det statliga stödet till forskning och innovation på elflygsområdet* (2022:110). Trafikverket. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/6d1bf828ce6a44679bd638471fa5e9a0/slutrapport-trv2022-8755.pdf>

Rijksoverheid (2020-03-03) *Kamerbrief ontwikkeling duurzame brandstoffen luchtvaart [Skrivelse till parlamentet om utvecklingen av hållbara flygbränslen]*. Hämtad 30 november, 2022, från: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/03/03/bijmengverplichting-luchtvaart-en-andere-ontwikkelingen-duurzame-brandstoffen>

Riksgälden (2022-02-16) *Auktioner av utsläppsrätter*. Hämtad 27 september, 2022, från: <https://www.riksdagen.se/sv/om-riksdagen/om-var-verksamhet/vart-miljoarbete/auktioner-av-utslappsratter/>

SFS 2021:1082. *Förordning (2021:1082) om fastställande av omräknade belopp för flygskatt för år 2022*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20211082-om-faststallande-av_sfs-2021-1082

SFS 2018:195. *Förordning (2018:195) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2018195-om-reduktion-av_sfs-2018-195

SFS 2017:1201. *Lag (2017:1201) om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-20171201-om-reduktion-av-vaxthusgasutslapp_sfs-2017-1201

SFS (2017:1200) *Lag (2017:1200) om skatt på flygresor*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-20171200-om-skatt-pa-flygresor_sfs-2017-1200

SFS 1994:1776. *Lag (1944:1776) om skatt på energi*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19941776-om-skatt-pa-energi_sfs-1994-1776

Sjödén, Å., Jerksjö, M., Fallgren, H., Salberg, H., Parsmo, R., Hult, C., Yahya, M.-R., Wisell, T., Lindén, J. (2017) *On-Road Emission Performance of Late Model Diesel and Gasoline Vehicle as Measured by Remote Sensing* (rapport No. B 2281). Svenska miljöinstitutet (IVL). <https://www.ivl.se/english/ivl/publications/publications/on-road-emission-performance-of-late-model-diesel-and-gasoline-vehicles-as-measured-by-remote-sensing.html>

Soone, J. (2022) *ReFuelEU Aviation initiative: Summary of the Commission proposal and the Parliament's draft committee report*. European parliament, Member's Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729457/EPRS_BRI\(2022\)729457_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729457/EPRS_BRI(2022)729457_EN.pdf)

SOU 2021:48. *I en värld som ställer om Sverige utan fossila drivmedel 2040*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2021/06/sou-202148/>

SOU 2019:11. *Biojet för flyget*. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2019/03/sou-201911/>

Statistiska Centralbyrån (SCB) (2022) *Valutakurser, månadsgenomsnitt*. Hämtad 9 nov, 2022, från <https://scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/ovrigt/allmant/sveriges-ekonomi/pong/tabell-och-diagram/valutakurser-manadsgenomsnitt/>

Statsrådet (2022-5-25) *Hallituksen esitys TEM/2022/77 [Regeringens proposition TEM/2022/77]*. Hämtad 29 november, 2022, från: <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatokset?decisionId=0900908f807b504b>

Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsscenario för luft, rapporterat den 12 mars 2021. https://cdr.eionet.europa.eu/se/eu/nec_revised/projected/envyeohsa/

Sveriges rapportering till EU enligt takdirektivet, utsläppsstatistik för luft, rapporterat den 29 april 2022. https://cdr.eionet.europa.eu/se/eu/nec_revised/inventories/envym-vrtg/

Sweco (2022) *Analys av den svenska reduktionsplikten förflygfotogen – ett uppdrag åt Energimyndigheten*.

Swedavia AB (2022) *Swedavia – Sustainable Aviation Fuel (SAF) Incentive Programme 2022*. <https://www.swedavia.se/contentassets/27ccd93d09b8494a952af-82b8f648f5e/saf-incentive-2022.pdf>

Swedavia AB (2019) *Års- och hållbarhetsredovisning 2019*. https://www.swedavia.se/globalassets/om-swedavia/bolagsstamma/3.-swedavias-ars--och_hallbarhetsredovisning-2019.pdf

Trafikanalys (2022). *Resvanor i Sverige 2021*. Sveriges officiella statistik. <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/resvanor/2021/resvanor-i-sverige-2021.pdf>

Trafikanalys (2022) *Nyregistrerade fordon*. Hämtad den 4 oktober, 2022, från: <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>

Trafikanalys (2021) *Luftfart 2021*. <https://www.trafa.se/luftfart/luftfart-2021-12651/>

Transportstyrelsen (2022) *Flygplatsstatistik*. Hämtad 23 november, 2022 från: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Statistik/Flygplatsstatistik/>

Transportstyrelsen (2022) *Passagerarprognos 2022–2028: Trafikprognos för svensk luftfart* (TSL 2022-1640). https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer-och-rapporter/luftfart/passagerarprognos_host_2022-2028.pdf

Transportstyrelsen (2021) *Luftfartsmarknadens utmaningar – En rapport om effekter av pandemin covid-19* (TSL 2020-6861). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/publikationer-och-rapporter/rapporter/Rapporter-luftfart/luftfartsmarknadens-utmaningar-covid-192020/>

Transportstyrelsen (2020) *Analys av en ökad risk för ekonomitankning till följd av införande av en nationell skatt på fossilt flygfotogen vid kommersiella resor – Transportstyrelsens avrapportering i regeringsuppdraget Fi2020/01022/S2* (TSL 2020-2218). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/publikationer-och-rapporter/rapporter/Rapporter-luftfart/analys-av-en-okad-risk-for-ekonomitankning-till-foljd-av-inforande-av-en-nationell-skatt-pa-fossilt-flygfotogen-vid-kommersiella-resor/>

Transport & Environment (2021) *Energy taxation directive: Ending one of aviation's most unfair tax privileges*. <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/08/TE-fit-for-55-briefing-ETD.pdf>

Uniper (u.å.) *Jetfuel*. Hämtad 18 november, 2022, från: <https://www.uniper.energy/sv/sverige/jetfuel>

United States Environmental Protection Agency (EPA) (u.å) *Overview for Renewable Fuel Standard*. Hämtad 22 november, 2022, från: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>

Vattenfall (2021) *SAS, Vattenfall, Shell and LanzaTech to explore synthetic sustainable aviation fuel production* [pressmeddelande], 3 november. <https://group.vattenfall.com/press-and-media/pressreleases/2021/sas-vattenfall-shell-and-lanzatech-to-explore-synthetic-sustainable-aviation-fuel-production>

World Economic Forum (2020) *Clean Skies for Tomorrow: Sustainable Aviation Fuels as Pathway to Net-Zero Aviation*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel%20transport%20and%20logistics/our%20insights/scaling%20sustainable%20aviation%20fuel%20today%20for%20clean%20skies%20tomorrow/clean-skies-for-tomorrow.pdf>

Bilaga 1. Processvägar för SAF

För SAF finns det för tillfället sju processvägar som är ASTM-godkända för inblandning i olika grad. Den senaste av dessa godkändes 2020. Det finns ungefär lika många processvägar som är under utvärdering, och har kommit olika långt i den processen.

Godkända processvägar

- Fischer-Tropsch (FT) – FT-processen innefattar att man bryter ner råvara som innehåller kol till individuella byggstenar i gasform (så kallad syntetisk gas eller syngas). Därefter bygger man upp dessa byggstenar till SAF-molekyler och andra bränslen. Det finns två olika FT-processer som är idag certifierade enligt ASTM: en som producerar rakt paraffiniskt flygfotogen (SPK) och en som producerar ett bränsle som är berikat med aromatiska föreningar (SPK/A). Maximal inblandning för båda processerna är 50 procent enligt ASTM 7566 (Annex 4).
- Hydrotreated Ester and Fatty Acids (HEFA) – I HEFA-processen raffinerar vegetabiliska oljor, spilloljor eller fetter till SAF genom en process som använder sig av väte (hydrering). Först avlägsnar man syre och därefter knäcks de raka paraffinmolekylerna och isomeriseras till SAF. Processen liknar det som idag används för produktion av HVO men med ett extra steg vid knäckning av de längre kolkedjorna. Maximal inblandning är 50 procent enligt ASTM 7566 (Annex 2).
- Synthesized Iso-paraffins (SIP) – SIP baseras på en biologisk plattform där mikrober omvandlar C6-socker till farnesen som därefter behandlas med väte och kan användas som SAF. Maximal inblandning är 10 procent enligt ASTM 7566 (Annex 3).
- Alcohol to Jet (AtJ) – AtJ innefattar att man omvandlar alkoholer till SAF genom att ta bort syret och kopplar ihop flera molekyler med varandra för att bilda en längre kolkedja efter önskemål (oligomerisering). Det finns för närvarande två råvaror som är godkända för AtJ av ASTM: etanol och isobutanol, men fler alkoholer förväntas godkännas för processen. Maximal inblandning för respektive råvara är 50 procent enligt ASTM 7566 (Annex 5).
- Catalytic Hydrothermolysis (CHJ) – I CHJ omvandlas fettsyraestrar och fria fettsyror till SAF via en katalytisk hydrotermolys följt av valfri kombination av hydrobehandling, hydrokrackning eller hydroisomering och fraktionering. Maximal inblandning är 50 procent enligt ASTM 7566 (Annex 6).
- Hydroprocessed Hydrocarbons, Ester and Fatty Acids (HC-HEFA) – liknar HEFA processen, där molekylerna bearbetas genom hydrobehandling för att mätta kolvätemolekylen och avlägsna allt syre. Max inblandning är 10 procent enligt ASTM 7566 (Annex 7).

Framtida processvägar

Det finns ytterligare några produktionskedjor som ännu inte är godkända av ASTM men som potentiellt skulle kunna bli det framöver, av dessa är den viktigaste för svensk det Pyrolysis and Hydrothermal Liquefaction. – Processen bygger på kontrollerad termisk nedbrytning av fast biomassa, och kan även nyttjas för andra råvaror som är kolrika, i ett inert system med katalytisk snabb pyrolys. Genom processen får man kolväten som sedan kan processas i kommande vidare processteg till exempelvis SAF eller annat drivmedel, likt FT-processen. Processen är fortfarande i dess startgrop och har inte tillkännagivits ännu att man har kunnat producera tillräckliga mängder för att få SAF från denna process ASTM certifierad i alla steg.

Bilaga 2. Metodbeskrivning av modell för den svenska flygsektorns utveckling

Inom uppdraget så har vi tagit fram en modell för att prognosticera hur stor energimängd SAF och fossilt flygfotogen som kommer att krävas till 2030, samt vilken utsläppsreduktion det skulle resultera i (givet beslutade reduktionsnivåer). Det är en modell som prognosticerar mängden energi som flyget förbrukar per år fram till 2030 utifrån antalet passagerare. I modellen tar vi alltså fram en faktor för hur mycket energi som går åt per passagerare. Vi förutsätter även en energieffektiviseringsfaktor, som antar att energiåtgången per passagerare minskar per år. Modellen är uppdelad på inrikes och utrikes flyg.

Prognos över antal passagerare

Modellen är baserad på Transportstyrelsens trafikprognos för luftfart, publicerad hösten 2022. I den finns en prognos över antalet flygresenärer i Sverige till 2028, och vi har extrapolerat den till 2030.¹⁸⁷

Energimängd i flygsektorn

Den historiska energimängden som går till flygsektorn är hämtad från den årliga energibalansen som Energimyndigheten publicerar.¹⁸⁸ För tidperioden 2021–2030 är energimängden beräknad från prognosticerat passagerarantal, baserat på historiska samband. Utifrån detta har vi beräknat förväntad energimängd, och fördelat den på SAF och fossilt flygfotogen utifrån beslutade reduktionsnivåer. Modellen förutsätter att reduktionsplikten uppfylls genom inblandning av SAF. En eventuell utveckling av elflyg för till exempel inrikes flyg ingår inte i modellen.

Effektiviseringsfaktor

Vi har antagit en effektiviseringsfaktor på 1,37 procent per år för effektiviseringen av hur mycket energi som krävs per passagerare. Denna siffra är hämtad från ICAO. I denna siffra inkluderas både förbättringar på flygplanen i form av bättre design och motorer, men även förbättrade rutiner kring flygningar.¹⁸⁹

Växthusgasprestanda på SAF

Modellen förutsätter att växthusgasprestandan på SAF ligger på 7,5 g koldioxidekvivalenter per megajoule fram till 2030, vilket är den klimatprestanda som rapporterades in till Energimyndigheten inom reduktionsplikten för 2021. Den tar inte in en eventuell utveckling för batteridrivna flyg. Den förutsätter att Sverige har tillgång till den mängd SAF som behövs för att uppnå de reduktionsnivåer som är beslutade.

¹⁸⁷ Transportstyrelsen (2022) *Passagerarprognos 2022–2028: Trafikprognos för svensk luftfart*

¹⁸⁸ Energimyndigheten (2022) *Energibalans, 2005 -*

¹⁸⁹ Fleming & de Lépinay (2019) *Environmental Trends in Aviation to 2050*

Bilaga 3. Aktörskontakter

Inom ramen för detta uppdrag har vi haft kontakt med följande branschaktörer genom enskilda intervjuer:

- Air BP Sweden AB
- Braathens Regional Airlines (BRA)
- Drivkraft Sverige
- Neste
- Preem
- Scandinavian Airlines (SAS)
- Shell Aviation Sweden AB
- St1
- Swedavia
- Vattenfall
- World Fuel Services Europe Ltd

Vi har också varit i kontakt med följande myndigheter i andra länder:

- Miljödirektoratet i Norge
- Arbets- och näringsministeriet i Finland
- Emissions Authority i Nederländerna
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires i Frankrike



Hållbar energi för alla

Energimyndigheten leder samhällets omställning till ett hållbart energisystem.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Forskning om framtidens fordon och bränslen, förnybara energikällor och smarta elnät får stöd av oss. Vi stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras.

Vi ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet, och hanterar elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter.

Dessutom deltar vi i internationella klimatsamarbeten, och förmedlar fakta om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se