

Så klarar Sveriges transporter klimatmålen

En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet

TEMA:
KLIMAT-RESURSER-ENERGI

JUNI 2019



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

Innehåll

Förord	4
Observationer	6
Det svenska transportsystemet	16
Transportsektorns omställning kräver ledarskap	24
Beskrivningar av de olika trafikslagen	38
Vägtrafiken	39
Spårtrafiken	43
Luftfarten	47
Sjöfarten	51
Appendix	54
Referenser	55
Bilaga 1: Metodik och avgränsningar	59
Bilaga 2: Styrmedel transportsektorn	60
Bilaga 3: Antaganden kring uppskattning av el- och biodrivmedelsbehov	61



Förord

»Sverige har som mål att bli klimat-neutralt till 2045. IVA vill bidra med ett helhetsperspektiv i frågan för att det ska bli lättare för olika beslutfattare att väga alternativ mot varandra.«

Sverige har som mål att bli klimatneutralt till 2045. Det finns ett stort engagemang i samhället för att jobba med klimatfrågor. IVA vill bidra med ett helhetsperspektiv i frågan för att det ska bli lättare för olika beslutsfattare att väga alternativ mot varandra. Syftet med IVAs projekt Vägval för klimatet är att ta fram förslag på åtgärder för att Sverige ska uppnå klimatmålen samtidigt som det stärker svensk konkurrenskraft. Projektet drivs genom fem olika delprojekt:

- Industrisystem
- Transportsystem
- Energisystem
- Jordbrukssystem
- Samhällssystem

Denna delrapport belyser möjligheterna och förutsättningarna för en omställning av transportsystemet.

Arbetsgruppen Transportsystem

Ordförande: *Hans Folkesson, IVA*
 Projektledare: *Kristina Haraldsson, Hifab*
Anders Berger, Volvo
Anders Bylund, Siemens
Björn Fredriksson Möller, E.On
Elna Holmberg & Anders Nordelöf, SEC
Erica Kronhöffer, BTO
Evert Andersson, IVA
Fredrik Larsson, Svensk Sjöfart (adjungerad)
Henrik Littorin & Jannike Ludvigsson, Swedavia
Johanna Mossberg, RISE
Jonas Eriksson & Maria Gunnarsson,
 Göteborgs Stads Parkering
Markus Petäjaniemi, LKAB

Mårten Bergman, Svenskt Näringsliv
Sara Emanuelsson, Energiföretagen
Sven Hunhammar, Trafikverket
Tobias Henmark, Fortum
Tomas Björnsson, Vattenfall
Ylva Öhrnell, DHL

Arbetet har genomförts under 2018–2019 och har baserats på nu känd kunskap och aktuella bedömningar om framtida teknik- och kostnadsutveckling. Arbetsgruppen är väl medveten om att tekniksprång och förändrade marknadsförutsättningar i framtiden kan förändra förutsättningarna för de analyser och slutsatser som har presenterats.

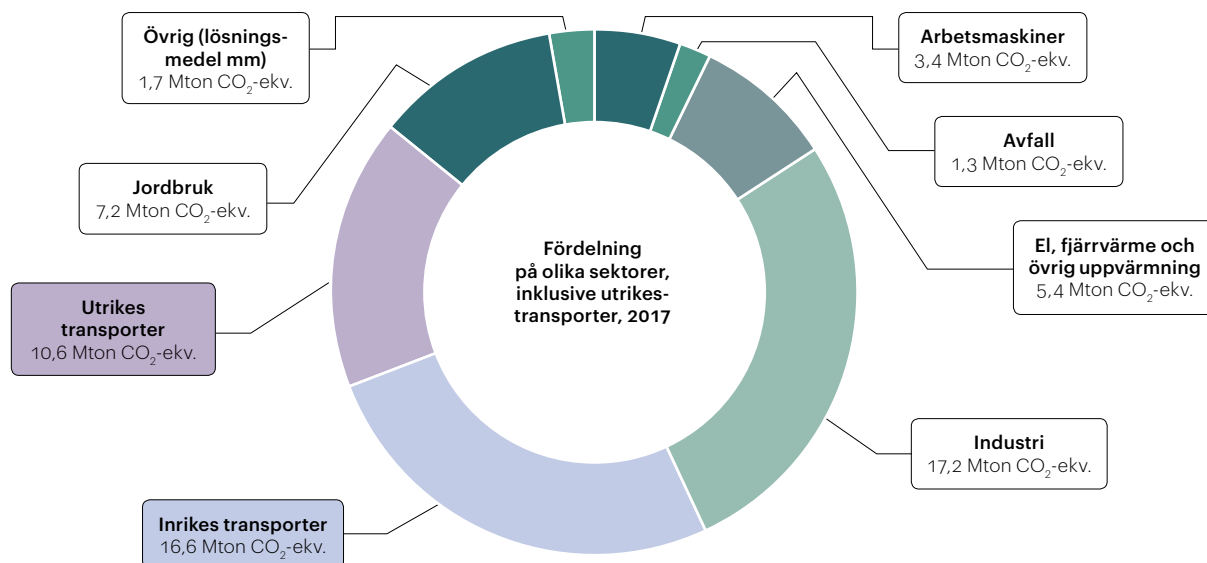
Arbetsgruppen står bakom rapporten i sin helhet, men alla individer står inte bakom alla formuleringar.



Observationer

»Förnybara drivmedel och energieffektiva fordon räcker inte för att nå klimatmålen. Hela samhället måste bli mer transporteffektivt.«

Figur 1: Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser uppgår till 53 miljoner ton koldioxidekvivalenter varav inrikestransporter står för 16,6 miljoner ton. Räknas även transporter för utrikes trafik in, där bunkringen av bränsle skett i Sverige, uppgår de till 63 miljoner ton. Källa (SCB, 2018).



Sverige har en handelsberoende ekonomi, ett stort internationellt utbyte och geografiskt långa avstånd. Det innebär att väl fungerande, tillförlitliga och konkurrenskraftiga transporter, såväl inom landet som internationellt, är av central betydelse för vår välfärd.

Efterfrågan på transporter förväntas öka under de närmaste decennierna där ekonomisk tillväxt i Sverige och omvärlden, befolkningsökning och e-handel, är några av drivkrafterna. Efterfrågan på transporter genererar trafik och trafik genererar utsläpp. Trafiken förorsakar problem för miljö och klimat med luftföroreningar, buller, trängsel och personsador.

Transportsystemet är alltjämt i mycket stor utsträckning fossilberoende. Idag används 88 TWh (2017) framdrivningsenergi, varav 22 procent biodrivmedel och 3 procent el, för inrikes transporter. För utrikes transporter användes 38 TWh, väsentligen i form av fossila drivmedel för luftfart och sjöfart (Energimyndigheten, 2019a).

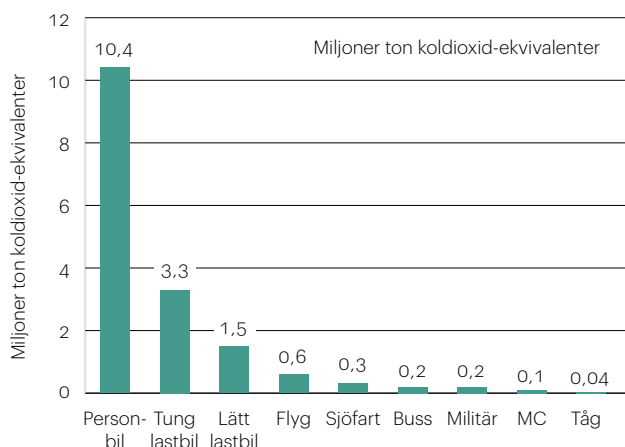
Utsläppen av växthusgaser från inrikes transporter utgör en tredjedel, cirka 17 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter, av Sveriges totala utsläpp, på 53 miljoner ton per år (2017). Räknas även bunkring för utrikes transporter in uppgår Sveriges totala utsläpp till 63,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter (SCB, 2019).

Vägtrafiken står för merparten av inrikes transporters koldioxidutsläpp

Vägtrafiken står för 93 procent av koldioxidutsläppen från Sveriges inrikestransporter. Av vägtrafikens koldioxidutsläpp härrör två tredjedelar (63 procent) från personbilar och en tredjedel från tunga lastbilar och lätta lastbilar, se Figur 2 (SCB, 2019) Privatbilismens resor i sin tur utgörs främst av fritidsresor och andra resor, medan arbetsresor står för 25 procent (Börjesson, 2018).

Koldioxidutsläppen följer generellt transportarbetets fördelning över trafikslagen, med en andel för inrikes luftfart på 3 procent, inrikes sjöfart på 2 procent¹ och spårtrafik på 0,3 procent².

Figur 2: Översikt av koldioxidutsläpp för olika transportkategorier år 2017. Personbilar står för de största utsläppen. Källa: SCB, 2019.



- 1 En ny beräkningsmetod har vid denna rapportens slutfas visat att utsläppssiffror för inrikes sjöfart kan ha fördubblats; från cirka 342 000 ton koldioxid-ekvivalenter till 662 000 ton koldioxid-ekvivalenter (Naturvårdsverket, 2019e). Detta skulle kunna innebära att inrikes sjöfarts andel av inrikes transporters utsläpp är närmare 4 procent. Siffrorna inkluderar fritidsbåtar, se mer under avsnitt Sjöfart. Här redovisas nuvarande officiell statistik.
- 2 Bunkring av bränsle i Sverige för utrikes sjöfart och flyg, genererar tillsammans ytterligare drygt cirka 10 miljoner ton växthusgaser, med strax under 8 miljoner från sjöfart och strax under 3 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter från flyg, ej medräknat flygets höghöjdseffekter. (Naturvårdsverket, 2019f).
- 3 Flyget omfattas av EU-ETS, handelssystemet för utsläppsrätter.

SKILLNADEN PÅ "TRANSPORTER" OCH "TRAFIK"

Transportarbete: Ett mått på hur mycket och hur långt, gods eller passagerare har transporterats, det vill säga anger hur stor nytta som har utträttats. Beräknas som sträcka för transporten gånger antalet enheter på transporten. Uttrycks i person-km eller ton-km.

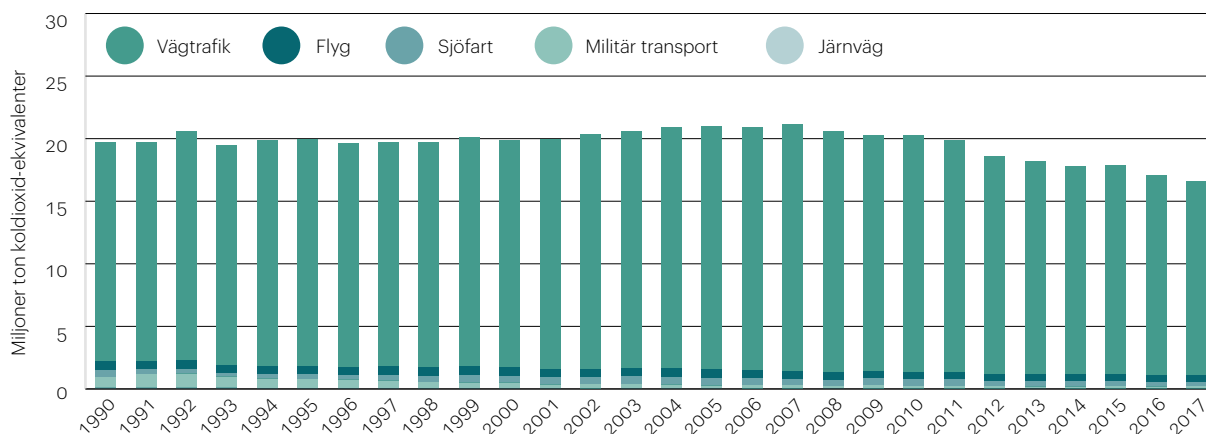
Trafikarbete: Ett mått på trafikens belastning genom att fordon/farkoster rör sig i infrastrukturen, till exempel vägnätet, det vill säga anger hur många fordon som rör sig i trafiken men säger inget om vad som faktiskt transporteras. Beräknas som ett fordons körsträcka. Uttrycks i fordons-km.

Transportsektorns utsläpp minskar, men det går för långsamt

Transportsektorn har två tydliga mål: dels klimatmålet att år 2045 uppnå netto-nollutsläpp av växthusgaser, dels etappmålet för transportsektorn till år 2030, där utsläppen av koldioxid från inrikes transporter (förutom inrikes flyg³) ska minska med minst 70 procent jämfört med år 2010.

Sverige har kommit en god bit på väg. Utsläpp av koldioxid från inrikes transporter har minskat sedan 1990, trots ökad trafik, mycket tack vare användning av energi-effektivare teknik och biodrivmedel inom vägtrafiken. Över

Figur 3: Utvecklingen av koldioxidutsläpp från inrikes transporter fördelat över trafikslagen samt militär transport för perioden 1990–2017, uttryckt i miljoner ton koldioxid-ekvivalenter. Totalt sett har utsläppen minskat sedan 1990. Källa: Naturvårdsverket, 2019b.



en längre tidsperiod har det skett en utsläppsminskning av koldioxid i transportsektorn, med 18 procent sedan 2010⁴, se Figur 3.

Beräkningar av exempelvis Trafikverket (2019) och (Naturvårdsverket, 2019c) visar att med nuvarande minskningstakt kommer Sverige inte att klara 70 procentsmålet till år 2030. Teoretiskt finns kunskap och teknik för att ställa om transportsektorn, men i praktiken är utmaningarna stora. Förväntade skärpningar av styrmedel på transportområdet, i form av reduktionsplikten för drivmedel och EUs koldioxidkrav för nya fordon, bedöms kunna minska utsläppen men mer styrning behövs för att nå hela vägen fram.

Det behövs en radikal omställning av transportsystemet

Prognoserna visar att klimatmålen inte kommer att kunna nås med nuvarande omställningstakt, styrmedel och övriga åtgärder.

En omställning av transportsystemet är komplex då det inbegriper många olika typer av aktörer, flera parallella insatser och samarbeten mellan flera trafikslag och samhällsområden samtidigt. Omställningen kräver dessutom stora investeringar med långa ledtider. Satsningar behöver startas, ett helhetsperspektiv måste anläggas och de åtgärder som sätts in måste vara så kostnadseffektiva som möjligt.

⁴ Transportsektorn har dock även haft marginella ökningsår för enskilda år (för perioderna 2009–2010, 2014–2015 och 2017–2018 enligt preliminära siffror från Trafikverket i år).

Omställningen omfattar tre huvudsakliga delar:

1. Ett mer transporteffektivt samhälle
2. Fordonet/farkosten
3. Framdrivningsenergin/drivmedlet

Omställningen kräver teknisk utveckling, bränslebyte och elektrifiering, överflyttning till mer energieffektiva trafikslag samt mobilitetslösningar som exempelvis attraktivare kollektivtrafik och mobilitet som tjänst.

Samhället måste bli mer transporteffektivt

Förnybara drivmedel och energieffektiva fordon räcker inte för att vi ska nå klimatmålen. Trafiken måste minska, men inte så att det går ut över nödvändiga transporter. Hela samhället måste ställas om samtidigt som människor fortsatt ska kunna ta sig till arbetet, mötas och ha tillgång till nödvändiga varor och service oavsett var i landet man bor.

- Idag finns ingen transportpolitisk, heltäckande handlingsplan. Det finns ett behov av att samla olika åtgärder i en sammanhållen, tidsbestämd plan med mål och tydliga strategier för utrullning av effektivare fordon och farkoster inklusive därtill hörande infrastruktur.

En sådan handlingsplan bör tydligt beakta andra transportpolitiska mål, inklusive samhällsnytta, och eventuella målkonflikter, och ge förutsägbarhet och långsiktiga spelregler. Det bidrar till att minska osäkerheten vid större investeringsbeslut och till att tydligt visa omställningen i dess helhet.

- I tillägg till handlingsplanen finns det behov av en översyn av infrastrukturplaneringen på lokal, regional och nationell nivå. Den bör synkroniseras med samhällsplaneringen, bland annat utifrån elektrifieringstakten, utvecklingen av mobilitetstjänster och sociala hållbarhetsaspekter såsom demografiska och geografiska skillnader inom landet.

TRANSPORTEFFEKTIVT SAMHÄLLE

Ett transporteffektivt samhälle är ett samhälle där energiintensiva trafikslag som personbil, lastbil och flyg minskar och där gods- och persontransporterna sker med de transportsätt och trafikslag som är mest energi- och resurseffektiva. Det är också ett samhälle som är tillgängligt, där människor kan mötas, och som tar hänsyn till de olika förutsättningar som finns för stad och landsbygd.

- Stadsplaneringen behöver utvecklas för att gynna en utveckling med mindre och färre fordon, ökad andel elfordon och digitalisering. Många aspekter bör ingå, exempelvis urban infrastruktur och planering, mikro-terminaler, off-peak-leveranser, delningstjänster och attraktiv kollektivtrafik.
- Det finns behov av att vidareutveckla stadsmiljöavtal för urbana godstransporter, kollektivtrafik och cykel.

Det finns stor potential för ökad användning av spårtrafik och sjöfart

Överflyttning till mer energieffektiva trafikslag kan bidra till ett mer transporteffektivt samhälle. Sverige har sedan 2018 en godstransportstrategi som förordar en överflyttning av gods till järnväg och sjöfart. EU har som mål att mer än 50 procent av långväga godstransporter på väg bör överföras till järnväg och sjöfart, och att majoriteten av persontransporter på medeldistans år 2050 bör gå på spår (European Union, 2011).

- Sverige saknar idag en nationell hamn- och kustsjöfartsstrategi, en statlig hamnpolitik samt en nationell strategi för kombiterminaler.
- Spårtrafikens största utmaningar i närtid rör infrastrukturens underhåll, bygga bort flaskhalsar samt tågtrafikens tillförlitlighet.

- Det finns ett behov av översyn av incitaments- och avgiftsstruktur för att främja spårtrafikens och sjöfartens användning. Det gäller exempelvis banavgifter, omlastning, lotsavgifter och farledsavgifter inklusive miljödifferiering.
- Det finns behov av att identifiera hinder och målkonflikter, ta fram aktörsanalyser och på andra sätt se över möjligheter att få till en snabbare och billigare process för överflyttning.

Ett transporteffektivt samhälle kräver samordnade och snabba satsningar på infrastruktur

Underhåll och ökad kapacitet för befintlig anläggningsinfrastruktur är två viktiga förutsättningar för ökad transporteffektivitet.

- Satsningar på underhåll behöver tidigareläggas för att klara omställningen. Det gäller både väg och järnväg i den beslutade nationella planen för upprustning av existerande system och i den nationella godsstrategin.
- Det finns behov av ökad takt i digitaliseringen av logistikens produktionssystem inklusive uppkopplade fordon, för att möjliggöra större effektivitet och transparens i godstransporterna (fyllnadsgrad, drivmedel, hastighetshållning, med mera).
- Det finns behov av att samordna infrastruktursatsningar tvärsektorielt.

Osäkerhet om framtida spelregler försenar nödvändiga investeringsbeslut

Tillgång till hållbara drivmedel och el samt en utbyggd infrastruktur är kritiska faktorer för att stimulera marknaden att investera i fordon och farkoster. Idag finns en tydlig avvaktn vad gäller investeringar i fordon, i brist på riktlinjer

som anger vilka drivmedel som finns tillgängliga under fordonens livstid och till vilket pris. På samma sätt ger osäkerheter om vilka drivmedel som efterfrågas var, en osäkerhet för investeringar i drivmedelsproduktion och infrastruktur.

- Det finns inte en lösning för alla typer av transporter. Det finns behov av flera parallella drivmedelsalternativ och systemlösningar framöver. För att undvika inlåsnings effekter bör utbyggnaden ske med hänsyn till omvärldens vägval och utformningen bör ha en viss flexibilitet och möjliggöra inkorporering av framtida teknisk utveckling.
- Sverige har subventioner vid inköp av lågutsläppande bilar medan det däremot saknas incitament att äga och framföra fordonen. Det kan finnas lösningar från andra länder som går att överföra till Sverige, till exempel för att subventionerade miljöbilar inte ska säljas till utlandet.

Ökade behov av el och förnybara drivmedel för att nå klimatmålen

Arbetsgruppen har gjort en uppskattning av transportsektorns extra behov av el och biodrivmedel för år 2030 och 2045, som redovisas i Tabell 1 och Figur 4. Det utökade behovet av el bedöms uppgå till drygt 20 TWh, för att landa på 25 TWh, och det ökade behovet av biodrivmedel bedöms uppgå till 15–20 TWh och uppgår då till totalt 40 TWh, 2045. I uppskattningen för biodrivmedel ingår även behoven för utrikes transporter som tankas i Sverige.

Det sker en stegvis elektrifiering och kraftig ökning av biodrivmedel fram till 2030, i första hand för vägtrafiken. Efter hand kan biodrivmedelsanvändningen komma att skiftas från vägtrafiken till andra trafikslag.

Elektrifieringen är viktig och ska drivas så långt det går, men under överskådlig tid kommer omställningen av transportsystemet vara beroende av hållbara biodrivmedel, vilket framgår av Figur 4.

Tabell 1: Uppskattning av transportsektorns extra behov av el och biodrivmedel för år 2030 och 2045 samt totalt behov 2045, TWh. Uppskattningen inkluderar behovet av biodrivmedel för utrikes transporter som tankas i Sverige. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.

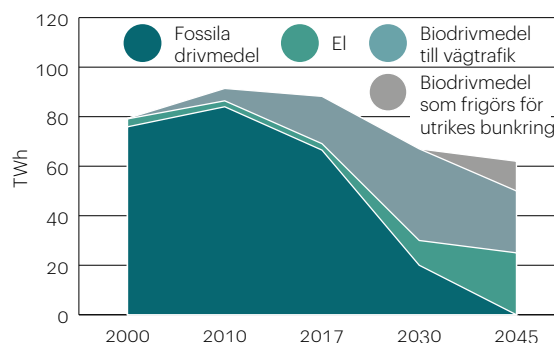
	Biodrivmedel (TWh)		EI (TWh)	
Dagens användning		19 TWh		2,6 TWh
Ökat behov 2020–2030	15–20		5–10	
Ökat behov 2030–2045	0		10–15	
Totalt behov 2045		Cirka 40 TWh		Cirka 25 TWh

Elektrifiering är en central åtgärd, särskilt för vägtrafiken

Elektrifiering är en central åtgärd, särskilt för vägtransporter, och bedöms kunna genomföras i stor omfattning fram till år 2045. Elektrifiering är en möjlig åtgärd för alla trafikslag i varierande grad men i olika tidsperspektiv.

En förutsättning för elektrifierade transporter är att det finns tillräcklig kapacitet i elnäten för ytterligare effektuttag. Även tillgång till batterimaterial kan bli en trång sektor framöver när antalet elbilar ökar, och system för återvinning av elbilsbatterier är något som bör ses över. Den fulla effekten av elektrifiering riskerar att ta tid på grund av faktorer som begränsningar i nätkapacitet för snabbladdning i vissa regioner, och höga kostnader som leder till en långsam utbytestakt av fordon.⁵

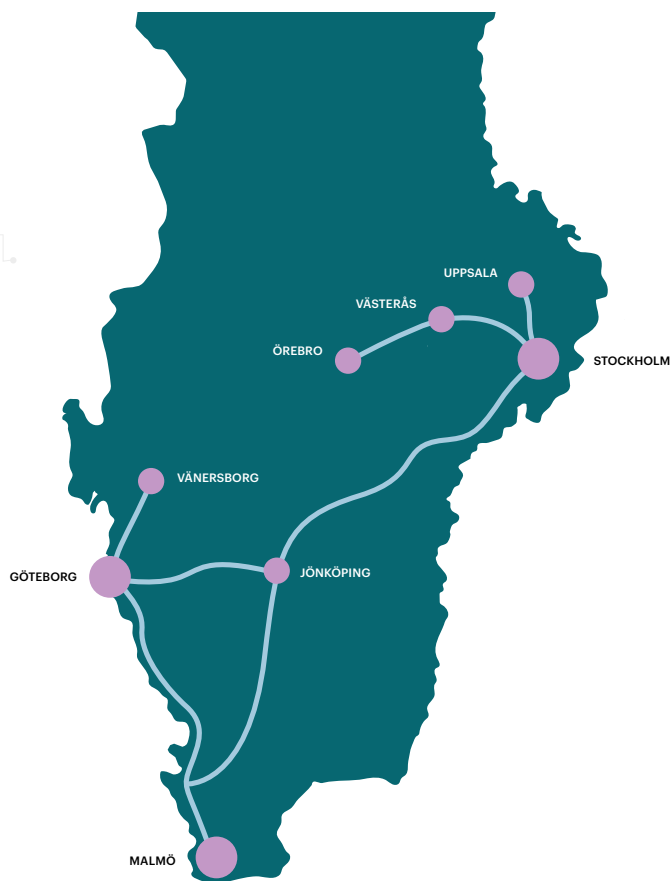
Figur 4: Schematisk illustration av möjlig utveckling för elektrifiering och ökad biodrivmedelsanvändning samt utfasning av fossila drivmedel för inrikes transporter. Efter 2030 frigörs biodrivmedel som kan användas för utrikes bunkring. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.



- Det finns behov av fortsatt, modifierat och även utökad, stöd för investeringar i både publik och icke-publik laddinfrastruktur, till exempel snabbladdstationer, elvägar (se exempel med vägstråk i Figur 5) och olika lösningar för laddning i flerbostadshus och centrala delar av städer (se EU-direktivet EPBD⁶).
- Det finns behov av dimensionering av elnätet för att klara effekttoppar för hårt belastade vägstråk, längs med till exempel E4 och E6. Här finns även behov av planering i tidigt skede i samband med andra planeringsprocesser.
- Det finns behov av anpassade laddinfrastruktur-lösningar för olika fordonsslag. Tung lastbilar och bussar för region- och fjärrtransporter samt långa resor med personbil behöver olika lösningar för elektrifiering.

⁵ Medellivslängden för en personbil i Sverige är cirka 17 år (BilSweden, 2019).

⁶ EPBD – Energy Performance of Buildings Directive; ett EU-direktiv om energiprestanda i byggnader, som bl.a. ställer krav på laddpunkter vid nyproduktion och omfattande renoveringar.



Figur 5: Exempel på möjlig utbyggnad av laddinfrastrukturen, här i form av eltillförsel längs med vägstråk (WSP, 2013).

- Det finns ett växande intresse och därmed behov av laddinfrastruktur för kajliggandes fartyg.
- Det finns behov av att samordna utbyggnaden med energisystemets aktörer och samutnyttja elinfrastrukturen för att uppnå bättre resurseffektivitet vad gäller investering, drift och underhåll för laddinfrastruktur.

Biodrivmedel är avgörande för en snabb omställning

Biodrivmedel, som är miljömässigt hållbart producerade, är viktiga i omställningen av vägtrafik, luftfart och sjöfart. De kan användas direkt, eller efter vissa justeringar i drivlinan, i delar av den befintliga fordonsparken och i vissa fall även i existerande distributionsinfrastruktur.

En förutsättning för omställning till fler biodrivmedelsbaserade transporter är att det finns:

- God tillgång till biodrivmedel
- Produktion och import samt distributionsvägar
- Gångbara fordonsmodeller

Biodrivmedel är också relevant eftersom Sverige har stor tillgång till hållbara bioråvaror och goda förutsättningar till inhemsk produktion, såväl som en etablerad tradition av att samla in och använda avfall och restprodukter för produktion av biodrivmedel. Det kan i sin tur medföra positiva effekter, vad gäller exempelvis landets energiförsörjningstrygghet, arbetstillfällen och exportintäkter.

Importen av hållbara biodrivmedel kommer dock att fortsätta under lång tid framöver, inte minst för att investeringar och uppförande av produktionsanläggning tar tid. Samtidigt är hållbara biodrivmedel en begränsad resurs både i EU och globalt. En ökad efterfrågan på biodrivmedel kan driva på att råvaror med högre miljöpåverkan också tas i bruk. Ett exempel är biodieseln HVO (se faktaruta på sidan 34), vars miljöpåverkan är mycket låg så länge tillverkningen bygger på avfall men som blir betydligt högre med grödor eller palmolja som råvarubas. Begränsningar medför en risk för höga priser och en osäkerhet kring tillgång till biodrivmedel, men även möjligheter för framtida export om det skulle uppstå ett nationellt överskott.

- Idag finns en väl utbyggd tankinfrastruktur för flytande fossila drivmedel. Det finns även tankstationer för alternativa drivmedel såsom komprimerad gas (fordonsgas), mestadels för personbilar och lätta lastbilar. Det saknas en motsvarande utbyggd infrastruktur för flytande biogas, något som är viktigt för tunga lastbilar och sjöfart. Det finns därför ett

behov av fortsatta investeringar för utbyggnad och säkerställande av tillgång på drivmedlet.

- Det finns behov av att samordna utbyggnaden med aktörer inom drivmedelsproduktion och -distribution och samutnyttja infrastrukturen för att uppnå bättre resurseffektivitet vad gäller investering, drift och underhåll. Tunga lastbilar och sjöfart kan exempelvis dela tankstationer.
- Det finns behov av att säkra tillgången till biodrivmedel genom utökad inhemsk produktionskapacitet och distributionsnätverk. En uppdaterad analys av vilka typer av biodrivmedel (flytande, biogas) som erfordras kan behövas.
- Reduktionsplikten är ett verktygsfullt styrmedel för att öka andelen av låginblandning i befintliga drivmedel för dagens fordonspark. Dessutom kan den föreslagna reduktionsplikten för flyget innebära höginblandning av hållbart bränsle i närtid.
- Svenska styrmedel är idag generellt inriktade på marknadsformering, inte, som för andra länder, mot investeringar i produktion och kommersialisering av ny teknik. Det finns behov av styrmedel, marknadsstimulans och aktiva investeringar för en snabb utbyggnad av produktionskapacitet i Sverige.

Aktiv dialog med EU-länderna

Transportsektorn är en del av en internationell transportvärld. Sverige är som marknad betraktad inte stor, utan utvecklingen av fordons- och farkostmodeller, drivmedelslösningar och infrastruktur görs i regel för en större, internationell marknad. I det sammanhanget bör EU ses en självklar aktör och gemensam front för den globala marknaden såväl som den viktiga interna, europeiska marknaden. Sverige bör i högre utsträckning än tidigare aktivt söka påverka utvecklingen i en hållbar riktning. De olika transport- och infrastrukturlösningar som utvecklas i Sverige, exempelvis vad gäller infrastruktur, drivmedel och utsläpp, bör vara kompatibla med, och attraktiva för, andra länder. Nationella styrmedel och regleringar

som berör utvecklingen av transportsektorn ska därför ske i dialog med EU och gärna andra (handels-)partners.

- Det finns behov av en fortsatt aktiv dialog med EU-länderna om hur de kan ta ansvar för sina respektive utsläpp.
- Det finns behov av att Sverige tar fram en uppdaterad handlingsplan i linje med EUs Infrastrukturdirektiv (pågående revision). EUs Infrastrukturdirektiv ställer krav på infrastruktur för el-laddning, tillgång till LNG (flytande naturgas) i större hamnar och längs större vägar samt CNG (komprimerad naturgas) överallt utom i glesbygd. Vätgas är valfritt.
- Utsläpp från fordon bör beräknas ur ett vaggan-till-graven-perspektiv i kommande revidering av utsläppsstandarder för lätta och tunga fordon. Sverige bör aktivt verka för att beräkningsmetodiken tar hänsyn till drivmedlens grad av förnybarhet för att uppmuntra högre användning av biodrivmedel och förnybar el.
- Det krävs en fortsatt aktiv dialog med EU för att accelerera utbyggnaden av laddningslösningar och biodrivmedel, högkapacitetsfordon, spårtrafiksystem med mera och säkra att denna utbyggnad sker i linje med standarder och direktiv inom EU.
- I klimatmålet finns ett inbyggt, kommande förbud av fordon som drivs av bensin eller diesel, som ger marknaden en signal och tidshorisont för omställning. Det kan dock vara klokt att se år 2030 som en kontrollpunkt och då analysera huruvida ett förbud är aktuellt/relevant för perioden som återstår fram till 2045.

Kunskap och ledarskap krävs för att påverka beteenden i positiv riktning

Beteende har betydelse för utsläppen från transportsektorn. Information om olika alternativs fulla klimatpåverkan (utifrån ett vaggan-till-graven-perspektiv) och goda

exempel är ett sätt att möjliggöra medvetna, ansvarstagande val.

- Det finns behov av att öka samverkan och erfarenhetsutbytet mellan aktörer för att sprida goda exempel på hur man kan arbeta med transporters klimatavtryck. Näringsliv och offentlig sektor har viktiga roller i att visa vägen och höja medvetandegraden.
- Upphandling är ett kraftfullt verktyg för krav och uppföljning för olika aktörer. Här ryms kravställning på hållbart byggande, hållbara tjänsteresor och godstransporter, hållbara bussflottor, biodrivmedel och elektrifiering.
- För att transportköpare/privatpersoner ska kunna göra medvetna val kan alla produkter i transportsektorn, det vill säga såväl fordon och drivmedel, som transporttjänster, hållbarhetsdeklareras. Här ryms synliggörande och förtydligande av koldioxidavtrycket i alla väsentliga delar i livscykeln, till exempel produktion av drivmedel och fordon, användning och demontering.
- Vidare finns det, vid jämförelse av tekniska investeringsalternativ, behov av att beakta hållbarhets-, livscykel- och det samhälls-ekonomiska perspektivet.
- Det finns behov av att ta fram mer information om exempelvis e-handeln och dess effekter på godstransporter och personresor, inte minst "sista milen".
- Det finns behov av fortsatt fokus på effektivt körbeteende med hastighetsanpassning av olika slag (eco-driving, grön inflygning, slow-steaming, med mera).
- Det finns behov av översyn av och ökad kunskap om incitament som påverkar resebeteende. Reseavdrag och förmånsvärde för tjänstebilar spelar exempelvis in i val av färdmedel och andrahandsmarknadens sortiment.

Omställningen kan ge affärsmöjligheter och arbetstillfällen

Med Sveriges stora tillgångar på förnybar energi och andra resurser som skog och mineral har vi mycket goda möjligheter att redan på kort sikt utnyttja hållbar bioenergi och förnybar el till omställningen av transportsektorn. Kombinationen av förnybar energi, avancerat system- och teknik-kunnande, omfattande forskning och pilotverksamhet, inom exempelvis biodrivmedel, batteriproduktion och fordons-teknik ger oss en unik möjlighet att vara test-arena och även föregångare. På så sätt kan vi skapa nya hållbara affärer och arbetstillfällen i Sverige, men även katalysera utveckling utanför våra egna gränser.

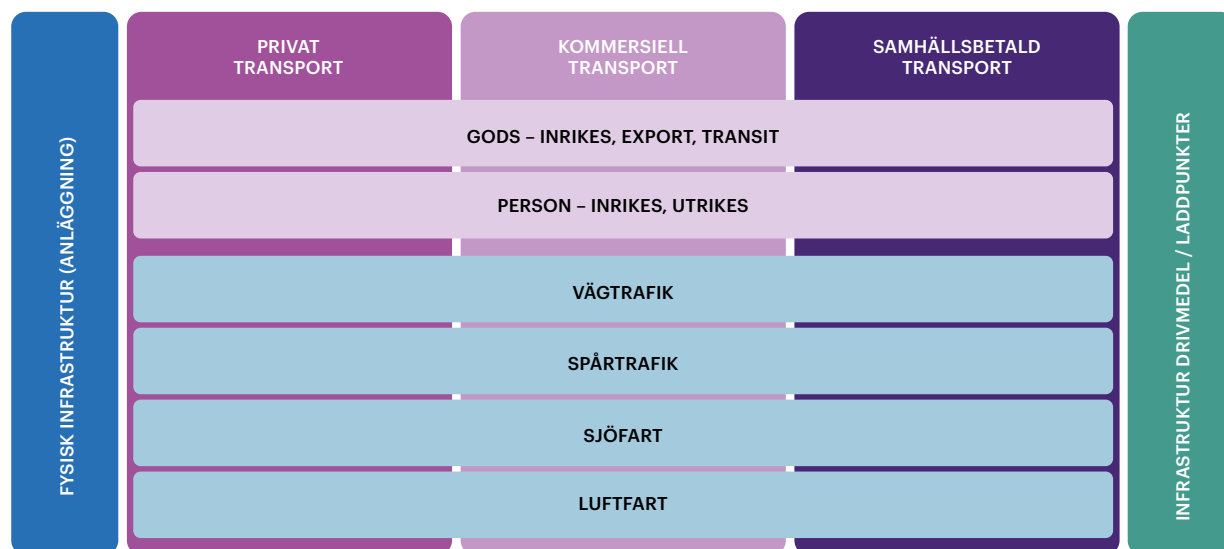
- Det finns behov av stimulans av koncept i pilotskala och kedjan forskning-utveckling-kommersialisering för att kunna realisera den affärspotential Sverige har i omställningen. Det behövs även system som premierar de som går före och testar ny teknik, nya affärs- eller logistikupplägg etcetera.
- Sverige behöver bli bättre på att tillvarata resultat från innovations- och utvecklingsprojekt och att omsätta dessa till produktion och/eller implementering. Det kan finnas lösningar från andra länder som går att överföra till Sverige.



Det svenska transportsystemet

»Transportsystemet är inte bara en nationell angelägenhet. Utveckling av fordon, drivmedel och tekniska standarder måste ske i en internationell kontext.«

Figur 6: En schematisk översikt över transportsystemets olika delar med ingående typer av transporter och infrastruktur. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.



Transportsystemet delas in i fyra trafikslag; väg, luftfart, sjöfart och järnväg, med tillhörande infrastruktur såsom vägar, spår, hamnar, flygplatser och kombiterminaler, samt infrastruktur för drivmedel, se Figur 6. Varje trafikslag presenteras i varsitt kapitel i rapporten.

Transportsektorn är avgörande för näringslivets utveckling och samhällets funktioner. För Sverige som handelsberoende ekonomi och med geografiskt långa avstånd, är väl fungerande, tillförlitliga och konkurrenskraftiga transporter, såväl inom landet som internationellt, av central betydelse. Sverige har också en tradition av hög kunskapsnivå inom transportsystem och logistik, och ligger långt framme inom fordonstillverkning för väg-, flyg- och järnväg. För att bibehålla

vår industriella styrka och konkurrenskraft måste vi utveckla vårt kunnande samt förmåga till innovation och samverkan.

Transportsystemet är mycket heterogent med många typer av offentliga och privata aktörer och länkar till exempelvis tillverkningsindustri, underleverantörer, grossister, handlare, kunder och privatpersoner. Transportnäringen sysselsätter 308 000 människor, vilket motsvarar cirka 6 procent av den totala sysselsättningen i Sverige, och bidrar till 5,2 procent av BNP (HUI Research, 2017). Utvecklingen av svensk handel och godstransporter är tätt sammankopplade, där transportsystemet och dess infrastruktur har formats av industriell och samhällelig tillväxt under många årtionden.

Person- och godstransporter

Efterfrågan på transportarbete, godstransporter och personresor, är i mångt och mycket en spegling av näringslivets konkurrenskraft samt samhällets och individers aktiviteter, såsom samhällsbetalda transporter respektive arbetspendling och fritidsresor.

Idag transporteras dagligen runt 1,5 miljoner ton gods inom Sveriges gränser, och det svenska folket reser i snitt omkring 46 kilometer per person och dag.

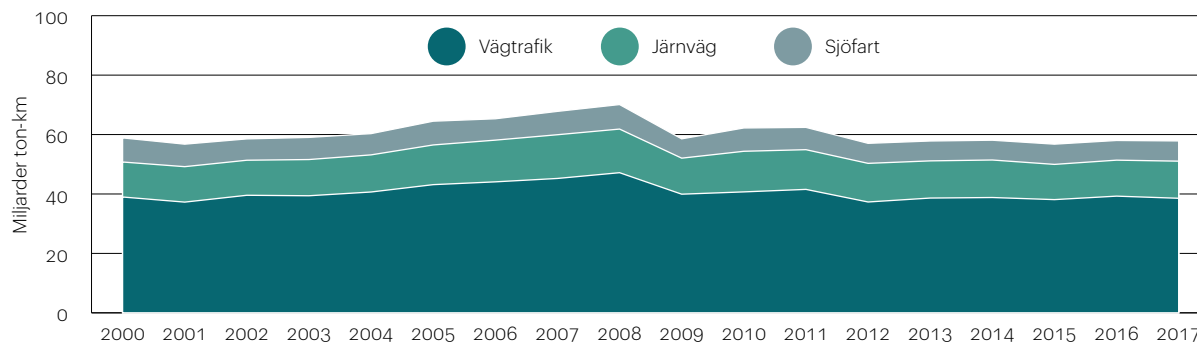
Utvecklingen för godstransporter den senaste 20-årsperioden har varit relativt stabil medan personresorna har ökat, se Figur 7 respektive Figur 8. Merparten av det inrikes godstransportarbetet går på väg (67 procent), medan spårtrafik och sjöfart svarar för 21 respektive 12 procent av godstransporterna. Även för persontransporter, dominerar vägtrafiken med 87 procent, följt av spårtrafik (10 procent) och luftfart (3 procent) (Trafikanalys, 2018a)

Den totala tillväxttakten för inrikes transportarbete skattas till 1,8 procent per år fram till år 2040, enligt Trafikverkets basprognos respektive reviderade basprognos (Trafikverket, 2018b).

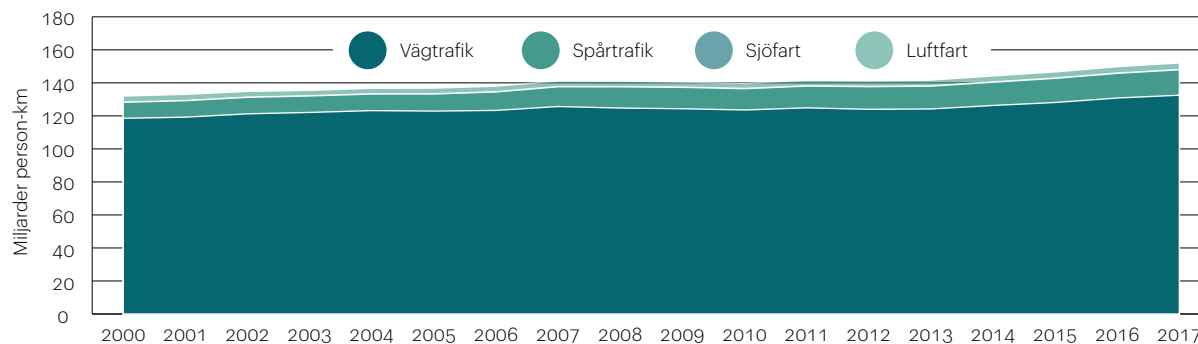
Sjöfart är det trafikslag som bedöms öka mest, med 1,9 procent i årstakt, följt av väg på drygt 1,8 procent och järnväg på 1,4 procent per år. Till år 2040 förväntas personresor öka med cirka 30 procent och godstransporter med 70 procent, jämfört med år 2012 (Trafikverket, 2018b).

Några av drivkrafterna bakom den förväntade ökningen av transportarbetet är industrins och tjänstesektorns efterfrågan och befolkningsökningen. Invånarantalet på 10 miljoner väntas öka till 11 miljoner år 2030 och 11,7 miljoner år 2045. Vidare sker det idag en urbanisering och nästan 90 procent av Sveriges befolkning bor i tätorter (SCB, 2019). Med fler människor kommer ökat behov av planering av hållbara transporter och mobilitet, där citylogistik och kollektivtrafik, cykel och gång ingår i högre grad än tidigare. Behovet av stöd kommer att öka, exempelvis till kommuner med mindre tätorter och till glesbygdskommuner, för att tillhandahålla tillgängliga och funktionella transporter för boende och det lokala näringslivet. Förändringar i konsumtionsmönster, till exempel ökad e-handel, påverkar också rese-mönster och trafikarbete, det vill säga hur fordon rör sig.

Figur 7: Inrikes godstransportarbetet med fördelning över trafikslagen för perioden 2000–2017, uttryckt i miljarder ton-km. I vägtrafik ingår svenska tunga lastbilar. I spårtrafik ingår vagnslastgods, malm på Malmbanan och kombigods. Godstransporter med luftfart sker men i väsentligt mindre volymer än de tre andra trafikslagen. Källa: Trafikanalys, 2018a.



Figur 8: Inrikes persontransportarbetet med fördelning över trafikslagen för perioden 2000–2017, uttryckt i miljarder person-km. I vägtrafik ingår personbil, buss, MC, moped, cykel och gång. I spårtrafik ingår inrikes järnväg, tunnelbana och spårväg. Källa: Trafikanalys, 2018a.



Konkurrenskraft

Att gå före i klimatarbetet jämfört med andra länder kan vara positivt för näringslivet. Sverige har förutsättningar att vara ett attraktivt föregångsland när det gäller exempelvis hållbar produktion och användning av biodrivmedel, fordons- och batteriproduktion samt utveckling och utrullning av laddinfrastruktur inklusive elvägar. Kombinationen av förnybar energi, avancerat system- och tekkunnande, omfattande forskning och pilotverksamhet och ett gott samarbetsklimat ger Sverige en unik möjlighet att vara testarena och även föregångare. På så sätt kan vi skapa nya hållbara affärer och arbetstillfällen i Sverige men även katalysera en utveckling utanför våra egna gränser.

Det finns dock också risker med att gå före resten av omvärlden i en global fråga. Tydliga och långsiktiga politiska målsättningar skapar förutsättningar för en sund konkurrens. Likaså bör de åtgärder som tas fram för att nå klimatmålen även ses i ljuset av transportsektorns roll i det globala sammanhanget och vara attraktiva, kostnadseffektiva och genomförbara för andra länder än Sverige. Nationella styrmedel och regleringar som berör utvecklingen av transportsektorn bör därför ske i dialog med EU och andra (handels-) partners.

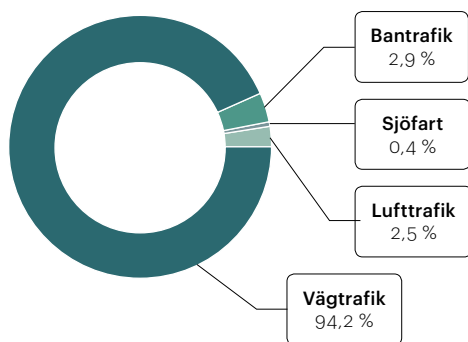
Energianvändning och utsläpp

Transportsystemet står för en fjärdedel av Sveriges totala energianvändning och uppgick 2017 till 126 TWh (inrikes och utrikes transporter) varav inrikes transporter till 88 TWh (Energimyndigheten, 2019b). Fördelningen av energianvändningen mellan trafikslagen visas i Figur 9.

Transportsystemet är till stor del fossilberoende även om andelen biodrivmedel har ökat de senaste åren. Vägtrafiken står för den största drivmedelsanvändningen där fossil bensin och diesel länge varit de vanligaste drivmedlen. Användningen av fossilfria alternativ sker främst i form av inblandning av biodrivmedel i bensin och diesel ("drop-in"), men även som höginblandade och "rena" biodrivmedel som E85 och ED95, respektive biodiesel och biogas, se Figur 9. De alternativa drivmedlen blir allt vanligare, framför allt i bussar i stadstrafik och tunga lastbilar. Effekter av styrmedel som den nyligen införda reduktionsplikten och omklassning av PFAD (råvara i biodiesel, HVO), avspeglas dock inte fullt ut och kommer troligen påverka figurens utseende framöver.

Transporter genererar trafik och trafiken förorsakar problem för miljö och klimat med luftföroreningar, buller, trängsel

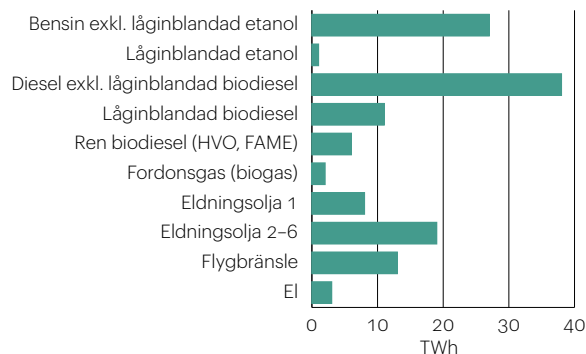
Figur 9: Transportsektorns energianvändning år 2017. Totalt 88 TWh. Inrikes och utrikes transporter, fördelning över trafikslagen. Källa: Energimyndigheten, 2019.



och personskador. Vad gäller växthusgaser utgör utsläppen från inrikes transporter en tredjedel av Sveriges totala utsläpp, det vill säga cirka 17 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter av totalt cirka 53 miljoner ton per år. Bunkring av bränsle i Sverige för utrikes sjöfart och luftfart genererar tillsammans ytterligare 10,6 miljoner ton växthusgaser, med 7,8 miljoner från sjöfart⁷ och strax under 3 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter från flyg. Därtill kommer flygets höghöjdseffekter. Utsläppen från internationella transporter räknas inte in i de svenska totala utsläppen av växthusgaser som rapporteras till FN och EU. Flygets och sjöfartens utsläppsfrågor hanteras i stället via FN-organen, International Civil Aviation Organization (ICAO) respektive International Maritime Organization (IMO).

Utsläppen från inrikes transporter kommer från personbilar, lätta och tunga lastbilar, bussar, mc och mopeder, tåg samt inrikes flyg och sjöfart, se Figur 11 och 12 och Tabell 2. Vägtrafiken står den största delen, 90 procent, av de totala koldioxidutsläppen från inrikes trans-

Figur 10: Transportsektorns energianvändning år 2017, uttryckt i TWh. Inrikes och utrikes transporter. Källa: Energimyndigheten, 2019.



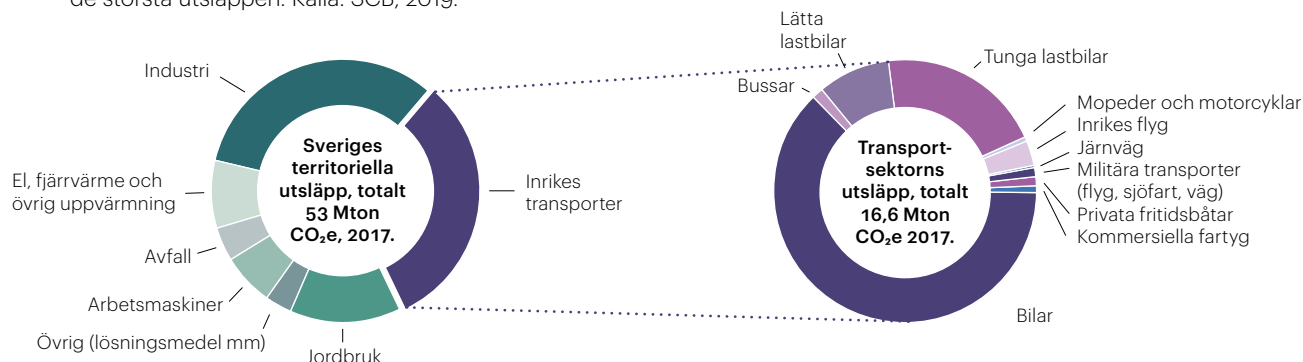
HÖGHÖJDSEFFEKT

Höghöjdseffekter är flygets klimatpåverkande effekter genom utsläpp av kväveoxid, kondensstrimmor och aerosoler på en viss höjd. Det råder osäkerhet om hur stora höghöjdseffekterna är. Inrikes flyg bedöms ge lägre effekter än längre flygningar eftersom medelhöjden är lägre än vid längre utlandsresor. En "uppräkningsfaktor" för utsläppens höghöjdseffekter bedöms ligga på 1,4 respektive 1,9. (Kamb, 2018 (rev. februari 2019)).

porter. Av vägtrafikens koldioxidutsläpp härrör två tredjedelar (67 procent) från personbilar och en tredjedel från tunga lastbilar och lätta lastbilar (Trafikanalys, 2018a) (Naturvårdsverket, 2019c).

⁷ I avsnittet om sjöfart noteras att en ny beräkningsmetod ger väsentligt högre siffror för inrikes sjöfarts koldioxidutsläpp. Uppdaterad statistik lär komma framöver.

Figur 11: Översikt av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser 2017, koldioxidutsläpp (uttryckt i miljoner ton koldioxid-ekvivalenter) samt fördelning på olika transportkategorier. Personbilar står för de största utsläppen. Källa: SCB, 2019.

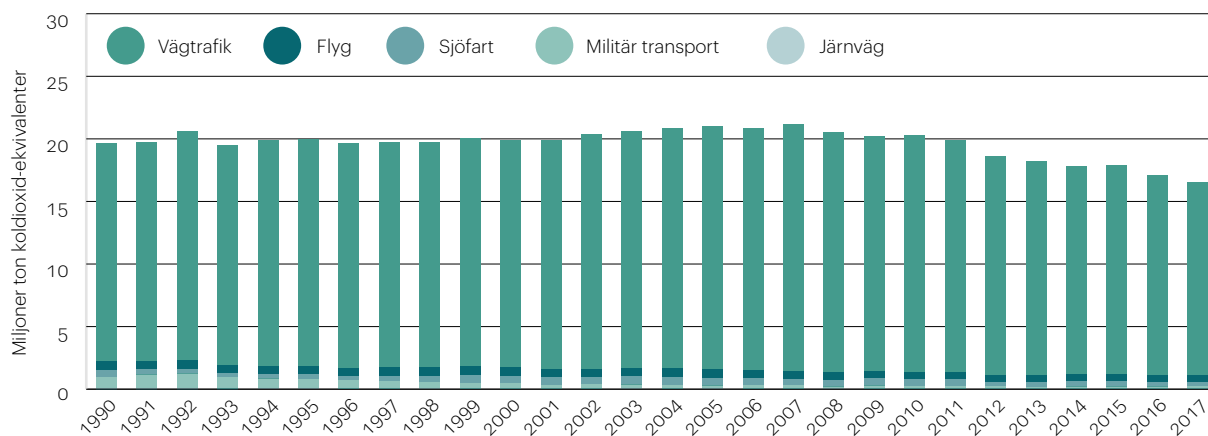


Tabell 2: Utsläpp av växthusgaser från transportsektorn, 2017, kton koldioxidekvivalenter. Källa: SCB, 2019.

UTSLÄPP FRÅN INRIKES TRANSPORTER I SVERIGE, 2017 (kton CO ₂ -ekv)	
Inrikes transporter	
Inrikes flyg	554
Inrikes järnväg	42
Militära transporter, varav	187
Flyg	129
Sjöfart	33
Vägtrafik	25
Sjöfart, varav*	312
Privata fritidsbåtar	179
Kommersiella fartyg	133
Vägtrafik totalt, varav	15 497
Bilar	10 386
Bussar	189
Lätta lastbilar	1 509
Tunga lastbilar	3 326
Mopeders och motorcyklar	87
Totala utsläpp från inrikes transporter	16 590
Utsläpp från utrikes transporter som bunkrar i Sverige, varav	10 632
Internationellt flyg	2 791
Internationell sjöfart	7 841
Transportsektorns totala utsläpp, inklusive bunkring för utrikes transporter i Sverige	27 222

* Naturvårdsverket har nyligen tagit fram en ny metod för att mäta utsläpp från sjöfarten. Med denna metod skulle uppsläppen från inrikes sjöfart fördubblas till 662 000 ton, jämfört med 342 000 ton (2016).

Figur 12: Utvecklingen av koldioxidutsläpp från inrikes transporter fördelat över trafikslagen samt militär transport för perioden 1990–2017, uttryckt i miljoner ton koldioxid-ekvivalenter. Totalt sett har utsläppen minskat sedan 1990. Källa: Naturvårdsverket, 2019.



Regelverk och styrmedel

Det finns ett etappmål för inrikes transporter som är ett viktigt steg på vägen mot klimatmålet netto-nollutsläpp år 2045. Senast år 2030 ska de inrikes transporternas utsläpp av koldioxid ha minskat med 70 procent (referensår 2010), se Figur 13.

Sverige har kommit en god bit på väg. Över en längre tidsperiod har det skett en utsläppsminskning av koldioxid i transportsektorn, med 18 procent sedan 2010, se Figur 13. I jämförelse kan nämnas att koldioxidutsläppen från arbetsmaskiner⁸, till exempel traktorer och skogsmaskiner, uppgick år 2016 till 3,5 miljoner ton och har ökat sedan 1990 (Naturvårdsverket, 2019d).

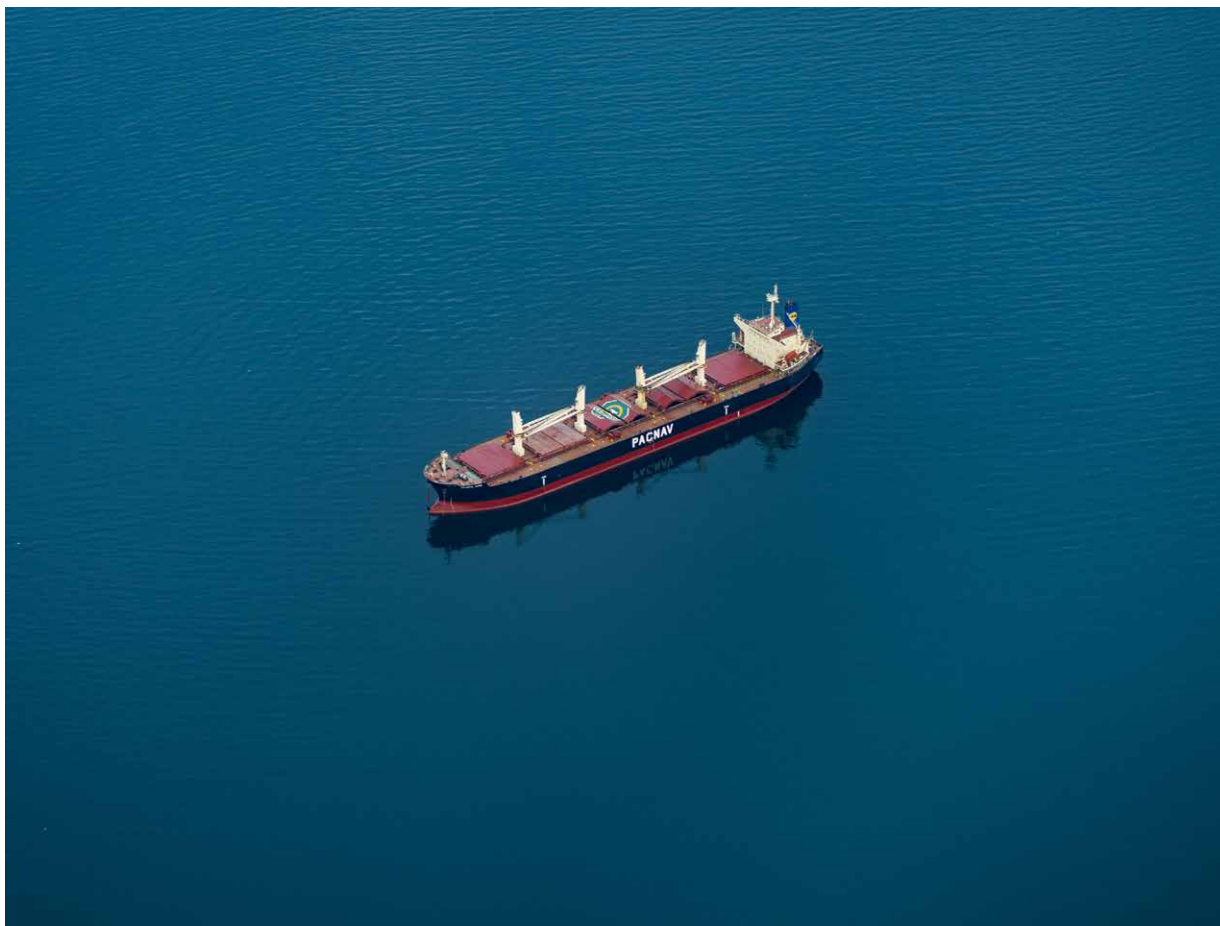
Beräkningar och prognoser visar att nuvarande minskningstakt inte ligger i linje med det av riksdagen beslutade klimatmålet för transportsektorn till år 2030. (Trafikverket, 2019, Naturvårdsverket, 2019a).

Teoretiskt finns kunskap och teknik för att ställa om transportsektorn, men i praktiken är utmaningarna stora. Förväntade skärpningar av styrmedel på transportområdet, i form av reduktionsplikten för drivmedel och EUs koldioxidkrav för nya fordon, bedöms kunna minska utsläppen, men mer styrning krävs för att nå klimatmålen.

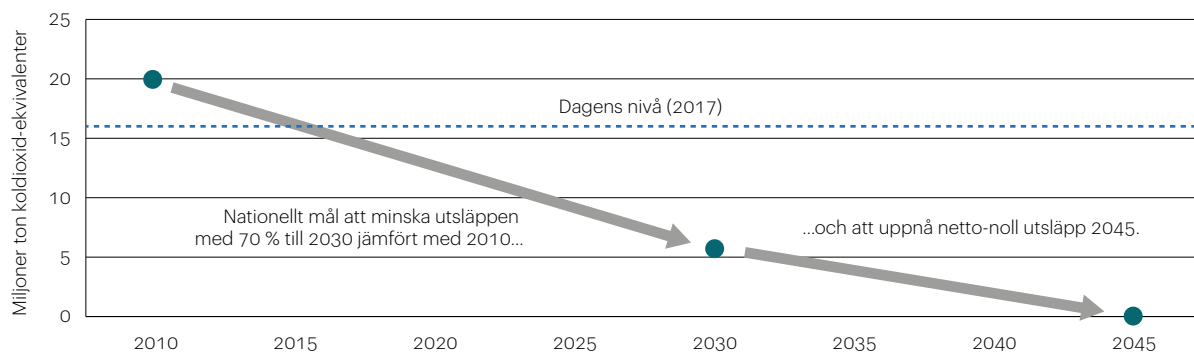
Flera åtgärder som bör göras för att nå 2030-målet är viktiga delar på vägen mot 2045-målet, se Bilaga 2 för exempel på styrmedel, men mer styrning behövs för att nå hela vägen fram.

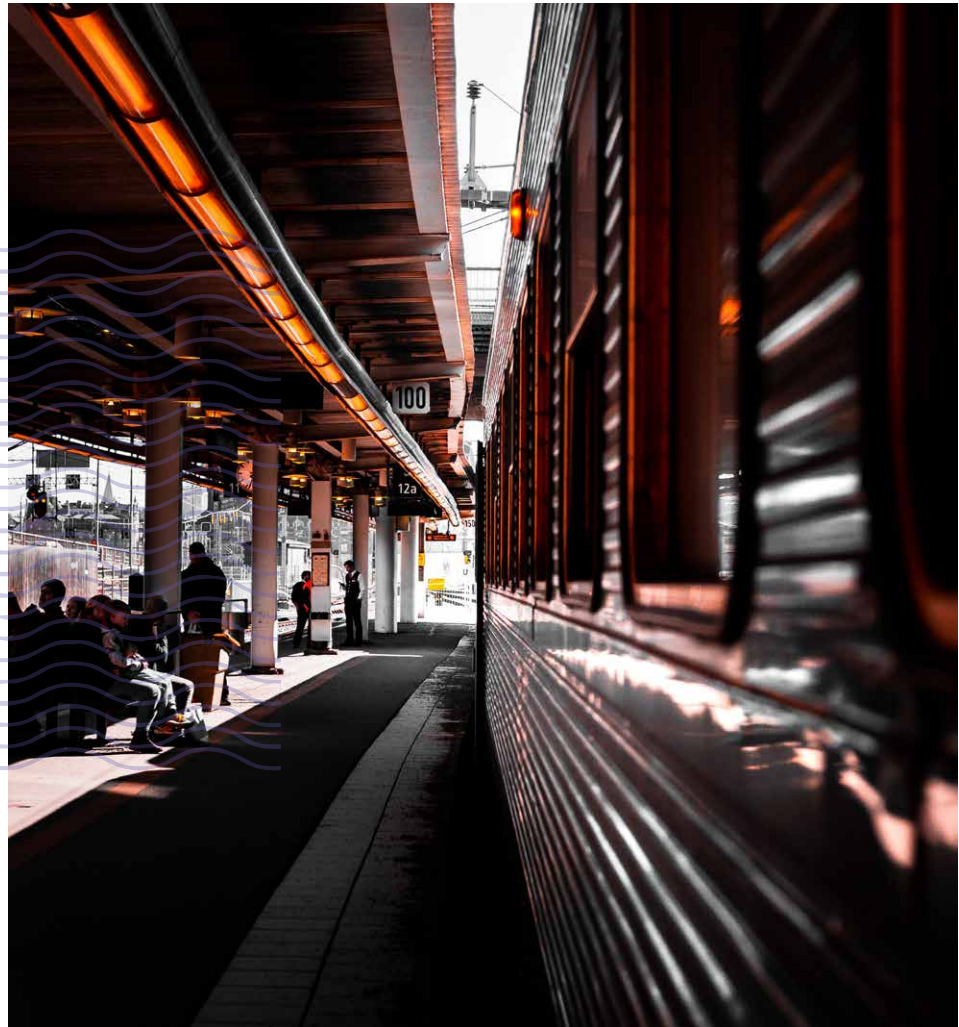
Det pågår arbete med strategier för transportsektorn och samordning på nationell nivå, med en nationell godsstrategi (Regeringskansliet, 2018), samverkan mellan myndigheter (Energimyndigheten, 2017), färdplaner (Sweco, 2019) och underlag till klimatplan (Naturvårdsverket, 2019c), vilket ger bättre förutsättningar för nationella men även regionala och lokala satsningar.

⁸ Arbetsmaskiner ingår inte i kategorin inrikes transporter. Dessa fordon och farkoster har dock drivlina och drivmedel gemensamt med de i transportsektorn.



Figur 13: Klimatmål för inrikes transporter.





Transportsektorns omställning kräver ledarskap

»Ny teknik är en förutsättning men det krävs också tillit, acceptans och förändrade beteenden för att klimatmålen ska kunna nås.«

En ökande medvetenhet om transportsektorns miljö- och klimatpåverkan på lokal och global nivå har lett till en rad initiativ och åtgärder för en ökad energieffektivitet och minskad användning av fossila bränslen i transportsektorn. Omställningen av transportsektorn går dock långsamt.

För att nå klimatmålet år 2045 behövs en väsentligt snabbare omställningstakt och en radikal omställning av transportsystemet, men även samhället i stort, med sikte på netto-nollutsläpp. En mångfald av lösningar, från lokala till mer regionala/trans-regionala lösningar, med olika koncept, tekniker och drivmedel behövs samtidigt.

En sådan snabb och genomgripande omställning är komplex då det inbegriper många olika typer av aktörer, parallella insatser och samarbeten mellan flera trafikslag och samhällsområden samtidigt. Det innebär också stora investeringar och med olika ledtider för genomförande. Det förutsätter i sin tur ledarskap med genomförandeförmåga och uthållighet, men också ett stödjande ramverk kring styrmedel, incitament och finansiering.

Omställningen till morgondagens transportsystem bedöms utgå från tre områden, Figur 14:

1. Ett transporteffektivt samhälle
2. Fordonet/farkosten
3. Framdrivningsenergin/drivmedlet

Figur 14: Det räcker inte med förnybara drivmedel och effektiva fordon och farkoster, hela samhället måste bli mer transporteffektivt.

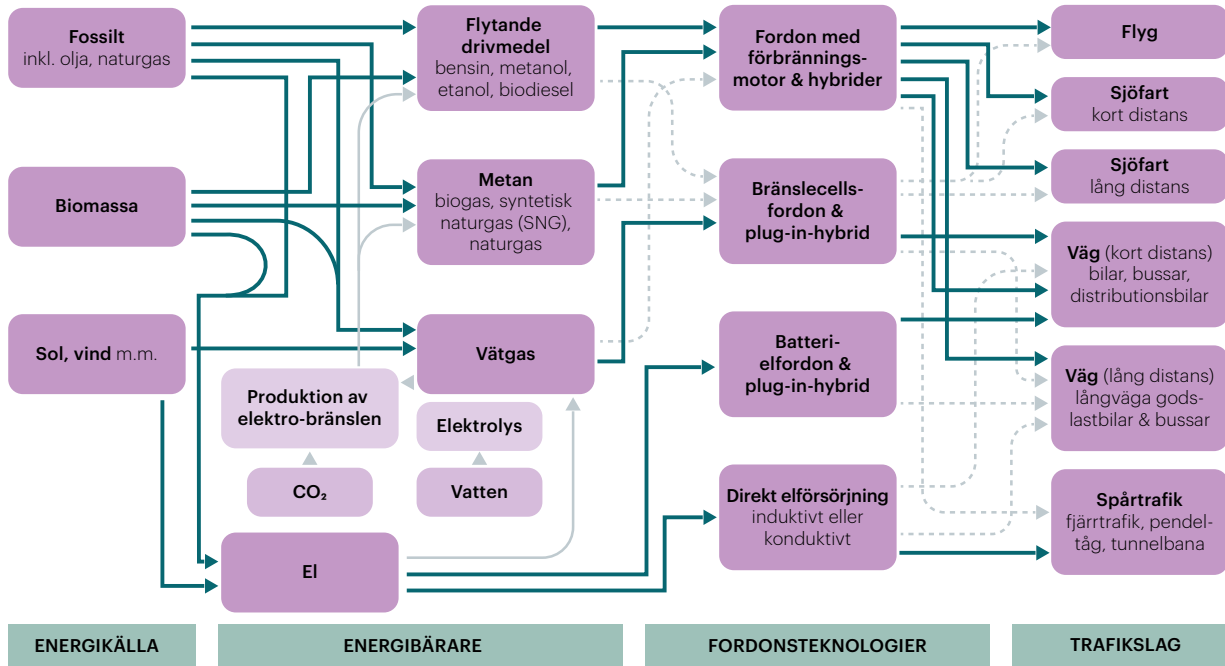


Dessa delar länkar till olika delmoment, såsom ytterligare teknisk utveckling, fokuserad utfasning av fossila drivmedel genom bränslebyte och elektrifiering, överflyttning till mer energieffektiva trafikslag samt mobilitetslösningar som attraktivare kollektivtrafik och bildelning. Detta måste ske pådrivet av styrmedel och informationsinsatser längs en tidslinje fram till 2030 respektive 2045.

Figur 15 illustrerar olika tekniska vägar att fasa ut fossila drivmedel.

Omställningen av transportsystemet bygger på teknikutveckling av fordon, farkoster och infrastruktur samt driv-

Figur 15: Schematisk bild över olika tekniska vägar för olika delar av transportsystemet, från råvara via energibärare och fordonsteknologier till användning i trafikslag. Källa: Grahn, M., 2017, Arbetsgruppen för Transportsystem.



medelsframställning, och de styrmedel som krävs för att uppnå detta. Men omställningen bygger också tillit, acceptans och beteende, för att faktiskt utnyttja den potential som redan finns idag och via den pågående utvecklingen.

Ett mer transporteffektivt samhälle

Begreppet "ett transporteffektivt samhälle" kan ha olika innebörd. Ett perspektiv är ett samhälle där energiintensiva trafikslag som personbil, lastbil och flyg minskar och där gods- och persontransporterna sker med de trafikslag som är mest energi- och resurseffektiva. Ett annat perspektiv är ett samhälle där människor kan mötas och leva, som är jämlikt, tillgängligt och resurseffektivt, och som tar hänsyn till de olika förutsättningar som finns för stad och landsbygd.

Mycket talar för att en omställning till cirkulär ekonomi är nödvändig, med nya affärsmodeller och konsumtionsbaserad delningsekonomi. Affärsmodellerna för transportsystemets olika delar som vi ser idag kommer med säkerhet inte vara desamma under perioden fram till 2045. Men även i den cirkulära ekonomin kommer transporter att vara viktiga. Digitaliseringen understödjer en cirkulär ekonomi samtidigt som den kan bidra till effektiviseringar i transportsystemet (Trafikanalys, 2016c).

Hållbar samhällsutveckling kräver ny stadsplanering

Urbanisering har lett till att de flesta människor i Sverige bor i våra tre storstadsområden: Malmö, Göteborg och Stock-

MOBILITETSTJÄNSTER

Med mobilitetstjänster avses oftast taxi, hyrcyklar, bil- och fordonspooler, biluthyrningstjänster samt digitala tjänster för att kombinera resor eller för att dela fordon. Även automatiska skyttlar och andra kollektiva fordon kan ingå i mobilitetsutbudet. Kollektivtrafik är i praktiken den viktigaste tjänsten för delad mobilitet.

holm. Urbaniseringen innebär både möjligheter och risker för en hållbar samhällsutveckling (Regeringskansliet, 2019). För att lösa miljö- och trängselproblem och skapa hållbara och rekreativa städer behövs nya lösningar i den långsiktiga stadsplaneringen, där boende-, arbetsplats- och trafik- och transportfrågor integreras (CLOSER, 2018).

Det handlar även om att vara med och skapa ett samhälle som inte kräver mer transporter än vad som är långsiktigt hållbart. Det betyder därför att transporteffektivt stadsbyggande är en del i hållbar mobilitet och att vi därför behöver koppla ihop dessa frågor. Förtätningens viktigaste effekt på resande och transporter är en ökad tillgänglighet till olika former av service i sitt närområde. Många ärenden som idag kräver långa förflyttningar kommer att kunna klaras på närmare håll, inom gång- och cykelavstånd.

En tätare stad ger också underlag för en bättre kollektivtrafik med högre turtäthet. Men förtätningen innebär att fler kommer att behöva förflytta sig på samma yta. Det blir svårare att transportera sig i staden för dem som är beroende av bil och påverkar till exempel företagens möjligheter att rekrytera och att utföra transporter i staden. Utvecklingen visar att vi måste skapa ett mer yteffektivt transportsystem och till exempel även dra nytta av urban sjöfart.

Det ökade behovet av effektiva transporter behöver mötas med ett tillgängligt och attraktivt utbud av mobilitetstjänster för att fler ska välja att resa hållbart. Utbudet växer och utvecklas snabbt. Kollektivtrafik är i praktiken den viktigaste tjänsten för delad mobilitet.

KOLLEKTIVTRAFIK

Under ett år genomförs omkring 1,5 miljarder kollektivtrafikresor i Sverige, varav cirka hälften med buss, 23 procent med tunnelbana, 14 procent med tåg, 10 procent med spårväg och ungefär 1 procent med kollektiv sjötrafik. Den genomsnittlige invånaren gör ungefär 150 resor per år med kollektivtrafiken med en genomsnittlig reslängd på cirka 10 km. Reslängden varierar kraftigt beroende på var i Sverige man bor. I Stockholm är den genomsnittliga resan drygt 7 km, medan motsvarande siffra för Dalarna är 40 km. Tågresor är i genomsnitt betydligt längre än resor med andra kollektiva färdmedel, resor med kollektivtrafik till sjöss är kortast (WSP, 2017).

Kollektivtrafiken

Kollektivtrafik utgörs mestadels av regional väg- och spårtrafik och upphandlas i regel av regionala kollektivtrafikmyndigheter och kommuner. Den offentliga upphandlingen har medfört att krav på fossilfrihet har ställts tidigt och trafiken sker till största delen fossilfritt redan idag, till exempel går buss-trafiken på 85 procent biodrivmedel. Även marknadsandelen för kollektivtrafiken varierar markant mellan olika delar av Sverige. I Stockholms län sker nästan hälften av resorna med kollektivtrafik. I Skåne, Västra Götaland och Uppsala ligger andelen kring 26–28 procent medan de flesta övriga län ligger betydligt lägre med andelar kring 10–15 procent (WSP, 2016).

En potentiell överflyttning från personbil till kollektivtrafik eller annat transportmedel beror på många faktorer. Bilköran- de styrs av faktorer som inkomstökning, körkostnader och faktorer som rör arbetsmarknad. Pendlingsresor för arbete och skola utgör cirka 25 procent av resor med personbilar, resten är fritidsresor (Börjesson, 2018). Fritidsresorna länkar till begrepp som individuell frihet och omfattar besök, inköp och spontana resor som kan vara mycket svåra att ersätta eller låta bli. Men med 75 procent andel av personresorna finns här en potential för effektivisering, med planering och tillgängliga och attraktiva alternativ.

E-handel

Digitaliseringen av samhället gynnar distanshandelns framväxt. E-handelns utveckling har varit extremt kraftig de senaste åren, med en nära fyrdubblad omsättning på tio år. Det påverkar hela Sverige. Enligt E-barometern stod e-handeln 2018 för nästan 10 procent av detaljhandelns omsättning (HUI Research, Svensk Digital Handel och PostNord, 2019). E-handelns framväxt innebär köpcentrum, stadscentrum och stormarknader utvecklas svagt. År 2018 var det första året då e-handeln tog all tillväxt i sällanköpsvaruhandeln och därutöver försäljningsandelar från butikerna. Prognosen enligt E-barometern för utvecklingen för e-handeln under 2019 ligger på 14 procent och uppgår till 88 miljarder kronor. I Sverige handlar vi främst från Tyskland, Storbritannien, Kina och USA.

E-handelns tillväxttakt visar inga tecken på att brytas. Motkrafter skulle möjligen kunna vara genombrott för delningsekonomin och annan påverkan som minskar konsumtionen, eller radikalt ökade transportkostnader. Distanshandeln skapar nya transportbehov och påverkar både varustransporter och persontransporter. E-handelns transporter går oftast i de ordinarie samlastade godstransporterna (Trafikanalys, 2017). E-handeln har potential att spara transporter, vid leverans med ett effektivt godsfordon direkt till hemmet eller ett ombud, men genererar också nya transporter. E-handeln är i sig trafikintensiv, den är global till sin natur och har dessutom betydande returflöden. Om e-handeln leder till fler eller färre transporter totalt sett är dock oklart och olika studier pekar åt olika håll. Bland annat är det osäkert i vilken grad inköpsresor ersätts eller sparas in, eller om insparad resa ersätts med andra resor. Krav på snabba leveranser och korta ledtider kan motarbeta mer hållbara godstransportupplägg.

Effektivisering av transportkedjan

Samordnade satsningar på infrastruktur ger goda förutsättningar för en ökad transporteffektivitet i samhället. Underhåll och ökad kapacitet för befintlig anläggningsinfrastruktur är en viktig förutsättning för detta och en snabb omställning av transportsystemet. Ny kapacitet behöver också tillföras men

även byggnation av effektiva kombiterminaler tillsammans med en ökad utvecklingstakt av den digitala infrastrukturen ger förutsättningar för ökad transporteffektivitet.

Spårtrafikens infrastruktur och dess funktionalitet är en nyckelfråga för att kunna möjliggöra en större överflyttning av gods. Gällande nationell plan (år 2018–2029) för infrastrukturen innehåller betydande satsningar på järnväg, liksom planer för utbyggnad av tunnelbanor med mera i storstäderna. Det finns även fortsatta satsningar på förbättring av vägnätet och sjöfarten.

Förutom den fysiska infrastrukturen behövs ökade insatser för en digital, sektorsöverskridande, infrastruktur för att ge förutsättningar för åtgärder för transporteffektivitet; effektivare logistikkedjor, omlastning mellan trafikslag och uppkopplade fordon.

Överflyttning mellan trafikslag för bättre utnyttjande av spårtrafik och sjöfart

En överflyttning av transporter från väg till spårtrafik och sjöfart bör uppmuntras och underlättas, där det är möjligt och rationellt. På såväl nationell som EU-nivå finns en ambition med överflyttning av gods utifrån främst miljö- och klimatskäl men också trafiksäkerhet och samhällsekonomi. Kostnaderna är av avgörande betydelse för valet av operatör och trafikslag men det krävs också medvetna satsningar på framför allt infrastruktur med hög kapacitet, kombinerat med attraktiva transportalternativ på spår och på sjön.

För att andelen godstransporter med tåg och fartyg ska öka, måste, vid sidan av att de ekonomiska förutsättningarna, det intermodala systemet med kombitransporter bör ses över och sättas i relation till de politiska målen. För spårtrafiken krävs ökad intermodalitet inom både person- och godstransporter, till exempel ett effektivt hyrbilssystem och dito omlastningsterminaler. För utveckling av spårtransporter måste infrastrukturens kapacitet och tillförlitlighet öka väsentligt. Med en fortsatt satsning på spårtrafik i samma omfattning som i gällande 12-årsplan bedöms spårtrafiken 2045–2050 kunna ta en mark-

nadsandel på 20–25 procent inom persontransporter och 35–40 procent för gods, det vill säga dubbelt så hög andel som idag⁹ (SOU, 2015). Denna inriktning stämmer med intentionerna i EUs vitbok 2011 (European Union, 2011) och i den svenska godstransportstrategin från 2018 (Regeringskansliet, 2018).

Sjöfarten kan avlasta vägtrafiken direkt men överflyttning från väg till sjöfart kan ibland också med fördel gå via järnväg, som då i sin tur kan ta ytterligare andelar av de transporter som går på vägarna. Sjötransporter på inre vattenvägar har mycket god potential att avlasta trafiken på vägarna och därmed minska trängseln, till exempel vid större byggprojekt nära städer och andra tätbefolkade regioner. Det kan exempelvis handla om sten och grus och annat byggmaterial, med pråmar och dylikt, dels i stadsmiljö, dels längs kust och inre vattenvägar. För transporter längs kusten med destination i andra länder, eller omvänt med mål i Sverige, finns sannolikt en större potential för överflyttning av gods till sjöfart.

Urbaniseringen och den snabba bebyggelseutvecklingen innebär stora utvecklingsmöjligheter för vattenvägarna, men medför också en risk för att bra lägen för båttrafik byggs bort. Stora investeringar i slussar, farledsfördjupningar, broar med mera, behövs för att säkra framkomligheten för sjötrafik på de inre vattenvägarna. Frågan om vattenvägarna och inlands- och kustsjöfarten bör därför komma in i tidigt i samhällsplaneringen.

Fordon och farkoster

Den tekniska utvecklingen av fordon och farkoster handlar om energieffektivisering och övergång till förnybara drivmedel, men även om längre och tyngre fordon, automatisering och självkörande fordon.

ALTERNATIVA TEKNIKER FÖR ATT UPPNÅ FOSSILFRIA VÄGFORDON

Det finns olika tekniker för att uppnå fossilfria vägfordon. Fordon kan framdrivas med el, direkt eller via ett bränsle, eller med ett biodrivmedel. Se även faktaruta om biodrivmedel på sidan 34.

- Fordon med förbränningsmotor som drivs med ett flytande biodrivmedel, biogas eller vätgas.
- Elhybrider med två motorer, en förbränningsmotor och en elmotor. Förbränningsmotorn används för att ladda elmotorns batteri under färd, och tar därmed tillvara på energi som annars hade blivit spillvärme.
- Laddhybrid (även plug-in-hybrid) som har en förbränningsmotor och en elmotor, och ett batteri som även kan laddas från elnätet.
- Elbil med en eller flera elmotorer som körs på el från ett batteri. Bilen laddas med el från elnätet.
- Fordon med elmotor med kontinuerlig elförsörjning via en luftledning eller elskena i vägbanan, så kallade "elvägar".
- Bränslecellsbil har en elmotor som drivs med el, men elen framställs i en bränslecell som omvandlar ett bränsle till el. Vanligen är bränslet vätgas. Bilen har även ett mindre batteri. Bränslecellsfordon har ett större energilagring och därmed längre räckvidd än dagens batterielbilar.

Källa: Miljöfordon, 2019.

Teknikskiftet från förbränningsmotorteknik till elektrifierade drivlinor sker snabbt. Utvecklingstakten beror bland annat på tillgänglighet och mängden komponenter för elfordon.

9 Det är ungefär de marknadsandelar som redan idag nåtts i länder med en effektiv spårtrafik såsom Japan och Schweiz för persontransporter samt Nordamerika och Schweiz för gods. (European Union, 2017).

Idag är till exempel batteriproduktionen till stor del förlagd utanför Europa, endast en liten del, 3 procent, finns i Europa. Det är något som EU-kommissionen har tagit fasta på och satt upp ett mål om att den europeiska batteriproduktionen ska uppgå till mellan 7 och 25 procent av den globala till 2028 (EUs Strategic Action Plan on Batteries) (EU Commission, 2019), (EU Commission, 2018). I Sverige satsar det svenska företaget Northvolt på att bygga en fabrik för tillverkning av litiumjonbatterier i Skellefteå. Det är en av de första större batterifabrikerna som byggs i Europa. Det krävs också satsningar av andra aktörer.

Elektrifiering bedöms kunna genomföras i stor omfattning fram till år 2045. För vägsektorn finns det idag ett utbud av batteribaserade lätta fordon och det pågår utveckling av bränsleceller och automation för både lätta och tunga fordon. Elektrifiering av vägfordon inkluderar även lättare och tyngre vägfordon för eldrift med kontaktledning (konduktiv överföring) eller induktiv överföring från vägbanan, så kallade elvägar. Både produktutbud och volymer förväntas öka kraftigt fram till 2025 i takt med sjunkande batteripriser samt en utveckling med striktare lagstiftning och regleringar, till exempel krav på utsläppsfria lastbilar i stadskärnor.

Elektrifiering av exempelvis bussflottor kan leda till att etablerad användning av biodrivmedel kan omfördelas till andra transportsektorer (Puss-el, 2018). I Sverige är den upphandlade bussflottan nästan fossilfri, 85 procent, vilket är unikt på internationell nivå (Energimyndigheten, 2018b). Här bör teknikval vid upphandling ske efter lokala förutsättningar, exempelvis tillgänglig yta och redan etablerad drivmedelsinfrastruktur.

Elektrifieringen gäller alla trafikslag. Batteri och bränslecellstekniken finns även i utvecklingen av lok och motorvagnar för ej elektrifierade spår samt farkoster såsom mindre båtar och flygplan. Spårtrafik (järnväg, tunnelbana, spårväg) är redan till största delen elbaserad (97 procent). Den lilla delen dieseldrift som finns kvar, bör elektrifieras eller konverteras till biodrivmedel. Det pågår en teknisk utveckling

för elektrifiering av flygplan, men ett brett införande ligger bortom år 2030. Även maritim elektrifiering pågår med exempelvis hybridlösningar (dieselelektrisk och batterihybrid) inom segment där fartyg opererar med mycket varierande effektbehov, och helelektriska lösningar inom segment där passagerarfartyg trafikerar längs en definierad rutt på kortare sträckor (Lighthouse, 2018). En notering är att tåg men även fartyg används länge, de sistnämnda i regel 25–30 år, vilket påverkar möjligheterna till omställning.

För biodrivmedel finns fordon utvecklade för exempelvis biogas och etanol. Dessa fordon följer samma energieffektivisering som traditionella drivlinor och utgör därmed en lösning som är tillgänglig här och nu med en ökad produktion av biodrivmedel. Hybridlösningar som använder dels el och dels ett biodrivmedel börjar diskuteras och kommer sannolikt att behövas inom tunga transporter.

Nyutveckling av drivlinor har främst skett inom flytande gas (LBG/LNG)¹⁰ och i viss mån etanol (ED95) för tunga fordon och inom LNG för sjöfart. LNG, som kan bytas ut till LBG i ett senare skede, har börjat användas i internationell sjöfart och förväntas öka. Fordonstillverkare som Volvo och Scania med flera har marknadsintroducerat tunga lastbilar på LNG/LBG med en väntad produktion på cirka 500 lastbilar per år inom några år (Berger, 2019).

Framdrivningsenergi – el

Laddnätverken är under utbyggnad. Det gör att elektrifieringen innebär en kostnad för utbyggnad av infrastruktur. Den ska implementeras i en fysisk samhällsstruktur och inom ett regelverk för samhällsplanering, byggnation och markanvändning.

Här råder olika syn på investeringar. Flera fordonstillverkare i USA investerar exempelvis även i laddinfrastruktur medan det i Kina enbart är staten som investerar i laddinfrastruktur

10 LNG – Liquefied Natural Gas, flytande naturgas. LBG – Liquefied Biogas, flytande biogas.

(omEV, 2018). Sverige har ingen tydlig strategi utan hittills har utvecklingen drivits av kommuner, energibolag, privata företag och privatpersoner.

Långsamladdning kommer troligen att vara det dominerande sättet att ladda batteriet för alla som har möjlighet. Att kunna ladda hemma, vid arbetsplatsen och andra destinationer samt att kunna snabbadda under längre resor är en förutsättning för att fler ska våga välja elbil. De olika sätten att ladda kräver i sin tur att det finns tillräcklig kapacitet i elnäten för ytterligare effektuttag. Elnätet, som är centralt för en omställning av energisystemet, ska hantera elektrifieringsanspråk från en växande folkmängd, med påföljande byggboom, etablering av nya elintensiva industrier samt befintlig industri och transporter. I flera tillväxtregioner slår man nu i taket. Elnätsbranschen står dels inför en uppgradering av befintliga stationer mot högre effekter, dels en utmaning att skapa en publik "hemmaladdning" på gatumark i storstäderna. På längre sikt, när fler önskar ladda samtidigt, behövs olika flexibilitetslösningar för att hantera utmaningarna i de lokala elnäten.

Den fulla effekten av elektrifiering riskerar att ta tid på grund av (förutom begränsningar av nyckelkomponenter i elfordon) begränsningar i nätkapacitet för snabbaddning i vissa regioner, kostnader och en långsam utbytestakt av fordon i fordonsflottan.¹¹ Utbyggnad av laddinfrastruktur längs vägnätet och i stadsmiljö ställer därför krav på tidig planering och investeringar i elnäten.

Laddinfrastrukturen för publika snabbaddare i städer och längs vägnätet bör byggas tätt för att minska behovet av noggrann planering innan man ger sig av på en resa (Puss-el, 2018). Det finns cirka 300 snabbaddstationer idag. Trafikverket har bedömt att det behövs minst 70–80 extra snabbaddstationer på platser som tätorter, småorter, tankstationer, och rastplatser, för att få en första täckning av hela Sverige (Trafikverket, 2018a). Andra menar att det behövs

uppskattningsvis en snabbaddare per 100–500 bilar. Det finns en viss konflikt vad gäller utrymme till laddningslösningar i centrala delar av städer visavi förtätning av staden och utrymme för parkering (Puss-el, 2018). En utredning om hur byggreglerna bör kompletteras med krav på laddinfrastruktur för elfordon i det ändrade direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD) pågår. (Boverket, 2018).

Infrastruktur för elektrifiering av medeltung och tung trafik saknas i stort sett helt idag. Elvägar¹² kan vara ett förhållandevis snabbt och kostnadseffektivt sätt att tillgodose laddning för elfordon utan trängsel i stadsmiljö. De kan också möjliggöra energieffektivare tunga lastbilar för fjärrtransport. Två tredjedelar av trafikarbetet med lastbilar har potential att utföras på elvägar år 2030 vilket skulle medföra reduktion i energianvändningen med 10 TWh (WSP, 2013). Sverige har, med flera pilotprojekt och pågående samarbeten på Gotland och i Skåne (Ny Teknik, 2019), ett visst försprång gällande elektrifiering av tunga transporter. Det finns även intresse kring "triangeln" mellan Stockholm, Göteborg och Malmö och en cirka 200 mil utbyggd elväg längs vägstråken, se Figur 5. Även i Tyskland pågår aktiviteter inom elvägar (BDI, 2019).

Även delar av sjöfarten har börjat elektrifieras, främst mindre fartyg men även medelstora fartyg med trafik på korta sträckor, exempelvis flertalet av Trafikverkets färjor. Större färjor men även andra fartyg kopplar i allt större omfattning in landström vid kaj för att undvika att generera el från fartygens dieselgeneratorer.

Framdrivningsenergi – biodrivmedel

Biodrivmedel är avgörande för en snabb omställning och behövs på både kort och lång sikt. Det är en väg till fossil-

11 Medellivslängden för en personbil i Sverige är cirka 17 år (BilSweden, 2019).

12 Elvägar: elektrifierade vägar med dynamisk tillförsel av el till lätta och tunga elfordon via olika tekniker.

frihet, eftersom flytande biodrivmedel ofta kan användas direkt i delar av den befintliga fordonsparken. Biodrivmedel är också en relevant användning med tanke på att Sverige äger stor tillgång till råvara för biodrivmedel.¹³ Behovet av biodrivmedel och biobränsle ser inte ut att minska över tid, bara växla mellan olika användningsområden. Skulle takten i elektrifieringen bli lägre än förutspått ökar biodrivmedelsbehovet vilket visar att biodrivmedel mycket väl kan utgöra en större del av lösningen än vad vi kan avgöra idag.

Det finns infrastruktur för alternativa drivmedel idag med befintliga och planerade tankstationer, men det behövs vidare utveckling. Infrastruktur för vissa biodrivmedel behöver utvecklas, till exempel med utgångspunkt i EUs infrastrukturdirektiv, med krav på en minsta utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel längs stora trafikleder och i tätbebyggda områden.¹⁴

Personbilsdelen av vägtrafiken behöver en stor andel biodrivmedel, framför allt fram till 2030, men sannolikt även därefter, även med en offensiv prognos för elektrifiering. Det gäller även för lätta lastbilar även om denna kategori har en högre utbytestakt än personbilar. Här fungerar både gasformiga och flytande biodrivmedel bra. För regioner med gles befolkning, långa avstånd och/eller kallt klimat, bedöms fordon med förbränningsmotorer vara viktiga även långt efter 2030. Tung och lång godstransporter kommer att vara beroende av flytande biodrivmedel under lång tid.

Förutsättningarna för produktion av hållbara biodrivmedel inom Sverige är goda och Sverige är ett föregångsland när det gäller användning av biodrivmedel. Sverige producerar cirka 7 TWh biodrivmedel och har produktion av flera av de biodrivmedel som används i Sverige idag (biogas, etanol baserad på jordbruksråvaror, RME och HVO), se faktaruta. Det sker dock också viss export av den inhemska produktionen, samtidigt som vi importerar en hel del biodrivmedel

BIODRIVMEDEL

Biodrivmedel är ett samlingsnamn på framdrivningsenergi för fordon, med biologiskt ursprung: från skogen, jordbruket eller från matavfall. Biodrivmedel kan vara i vätskeform, gasformiga eller i form av flytande gas. (Energimyndigheten, 2016), (Fordonsgas, 2019) Som komplement till biodrivmedel finns även så kallade elektrobränslen.

Exempel på biodrivmedel och elektrobränslen aktuella för den svenska marknaden:

Etanol – Etanol tillverkas genom jäsning av socker och stärkelserik råvara, såsom socker-
rör, majs, spannmål och sockerbeter. Etanol används dels som låginblandad i bensin och som höginblandad i drivmedlen E85 och ED95.

HVO – Hydrerad Vegetabilisk Olja. Framställs ur oljeväxter såsom raps, solros, soja eller palm. HVO kan också framställas från råttallolja, en restprodukt inom skogsindustrin, eller ur animaliska fetter.

FAME – Fettsyrametylester. Framställs ur oljeväxter såsom raps, solros, soja eller palm. FAME kan också framställas ur från animaliska fetter och vegetabilisk avfallsolja.

RME – Rapsmetylester är FAME tillverkad av raps, vanligt i Sverige.

Biogas – Biogas tillverkas vanligen genom rötning av organiskt material, såsom avloppsslam, matavfall, gödsel eller jordbruksavfall. Biogas kan även tillverkas genom termisk förgasning av skogsavfall. För att kunna användas i fordon måste gasen renas, "uppraderas".

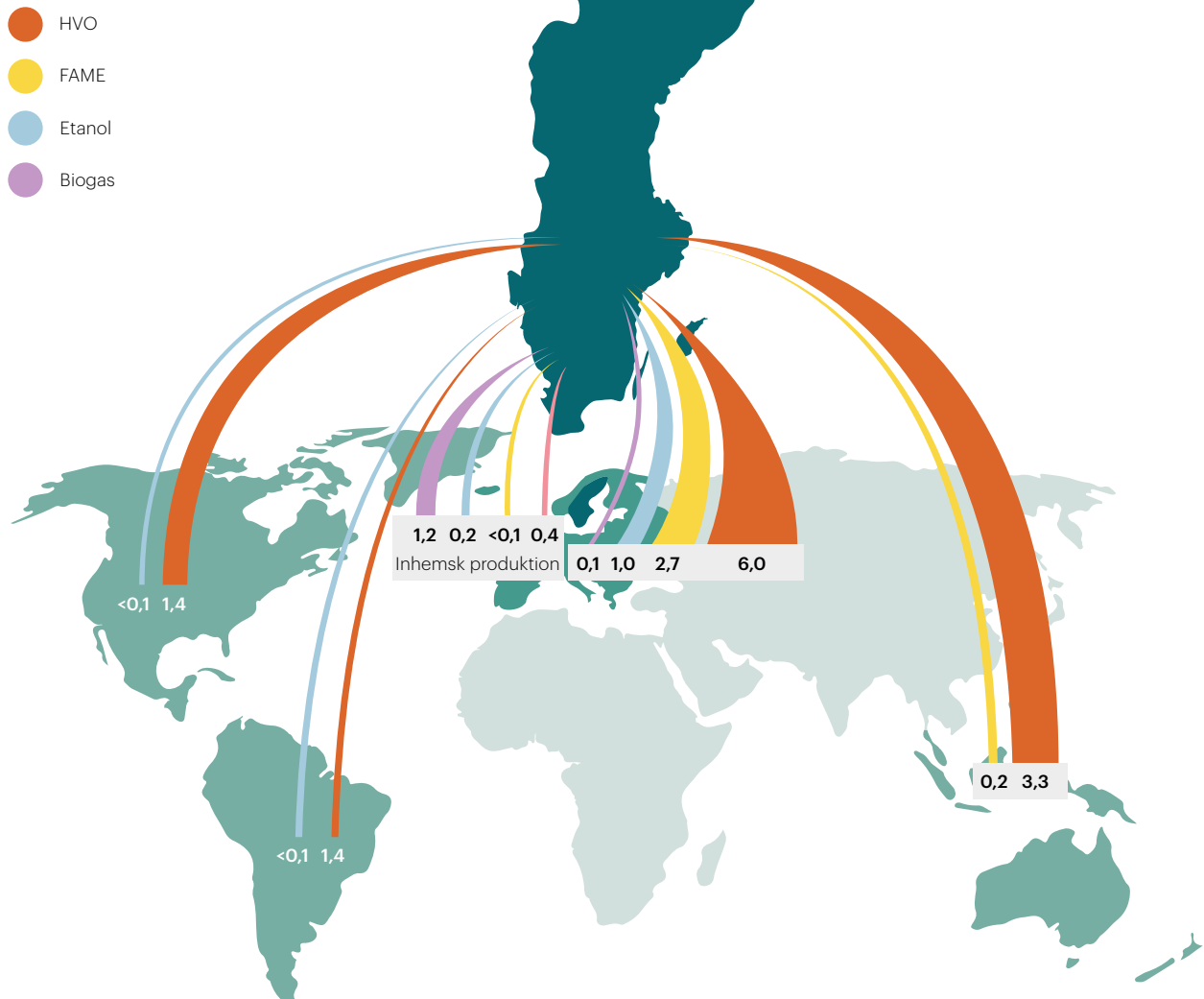
LBG – Liquified biogas – flytande biogas. Gasen kyls ned till -163 grader och övergår i flytande form.

Elektrobränslen – Baseras på vätgas som framställs genom elektrolys av vatten. Vätgasen kan användas direkt eller som beståndsdel i andra biodrivmedel.

13 En råvara kan vara primär eller sekundär, det vill säga bestå av olika typer av avfall och restprodukter som idag inte samlas in och utnyttjas.

14 Directive for Alternative Fuel Infrastructure, ställer krav på minsta infrastruktur för elladdning och CNG-tankning i tätbebyggda områden, LNG-tankning längs TEN-T vägnätet och LNG-tankning i större hamnar.

Figur 16: Inhemsk produktion och import av biodrivmedel använda i Sverige år 2016. Biogas kommer mestadels från Sverige, FAME och etanol mestadels från Europa samt HVO kommer från hela världen. Källa: Ahlgren, et al., 2017.



(Trafikuskottet, 2018), se Figur 16. Några anledningar till detta förfarande är statsstödsreglerna och att svenska styrmedel i allmänhet riktar in sig på användning och inte på produktion.

Sverige har goda förutsättningar för utökad inhemsk produktion av förnybara drivmedel, inklusive biogas, utifrån inhemska restprodukter från skogs- och jordbruk (BioDriv Öst, 2019), och vätgas baserad på el. En inhemsk produktion av

biodrivmedel kan skapa arbetstillfällen, bättra på handelsbalansen och gynna skogsbruk och jordbrukens arealer genom ett hållbart råvaruuttag utöver timmer och livsmedel. Vissa biodrivmedel medför extra nyttor såsom minskat metanläckage inom jordbrukssektorn och minskat behov av mineralgödsel i livsmedelsproduktion. Det är även viktigt för försörjningstryggheten att det finns en viss diversitet av drivmedel, i form av ökad inhemsk produktionskapacitet och genom att behålla eller öka mångfalden av drivmedel som produceras idag (Johansson & Jonsson, 2018). Med överflyttning av biodrivmedel mellan trafikslag och ett eventuellt nationellt överskott av biodrivmedel framöver finns även möjlighet till export av svenskproducerade biodrivmedel.

Importen av hållbara biodrivmedel kommer att vara viktig under lång tid framöver, inte minst då produktionsanläggningarna är stora investeringar och att byggen tar tid. Här kan noteras att biodrivmedel är en resurs med både begränsningar och möjligheter sett ur ett internationellt perspektiv. Tillgången till biodrivmedel globalt, där efterfrågan för närvarande är låg, begränsas av tillgången till miljömässigt hållbar biomassa vilket i sin tur medför osäkerheter kring nivån på marknadspriser.

Potential inhemsk produktion av biodrivmedel år 2030

Behovet av biodrivmedel 2030 beror på en avvägning mellan strukturella förändringar, investeringar i infrastruktur och tekniska lösningar. Den totala biodrivmedelsproduktionen i Sverige år 2030 begränsas främst av tidsaspekten kopplat till byggnation av produktionsanläggningar för biodrivmedel men också av tillgång till biomassa till rimlig kostnad på rätt plats. Det finns olika utvecklingsvägar för vägtransportsektorn till år 2030 med avseende på befintliga drivmedelskedjor, grad av elektrifiering, utbyggnadstakt för biogasproduktion via rötning och utbyggnadstakt för biodrivmedel baserade på restprodukter från skogs- och jordbruk. För att investeringar i biodrivmedelsproduktion ska kunna komma till stånd krävs en stark tro på att valt tekniskspår/biodrivmedel kommer att efterfrågas under en längre tidsperiod, typiskt 15–20 år, eftersom det är kapitalintensiva anläggningar i likhet med annan infrastruktur.

Det är möjligt att tillgodose Sveriges behov av biodrivmedel år 2030 utan ökad användning av åkermark och på ett sätt som är hållbart ur ett klimatperspektiv (Ahlgren, et al., 2017). Behovet av ytterligare biodrivmedel år 2030 uppskattas till minst 15–20 TWh. En uppskattning av potentialen för ökad inhemsk biomasstillförsel från skog, jordbruk och akvatiska system till år 2030, landar på 40–50 TWh, vilket motsvarar, beroende på val av drivmedel och teknik, 22–32 TWh förädlade biodrivmedel (Börjesson, et al., 2016).

Framtida ökade behov av el och biobränsle

Arbetsgruppen har gjort en bedömning av det framtida behovet av el och biodrivmedel, baserat på en översiktlig bedömning av trender och allmän utveckling inom transportsektorn. I uppskattningen för biodrivmedel ingår även behoven för utrikes transporter som tankas i Sverige.

Det sammantagna behovet av el och biodrivmedel för att klara transportsektorns omställning presenteras i Tabell 3 nedan. Elektrifieringstakten och behovet av biodrivmedel är delvis kommunicerande kärl. Utvecklingen är beroende av styrmedel och satsningar på infrastruktur, drivmedel och fordonsmodeller, med mera. Ovan nämnda osäkerheter gör att det i dagsläget inte finns något entydigt svar på hur stora utsläppsminskningar som de olika åtgärderna var för sig behöver bidra med för att klimatmålet ska nås.

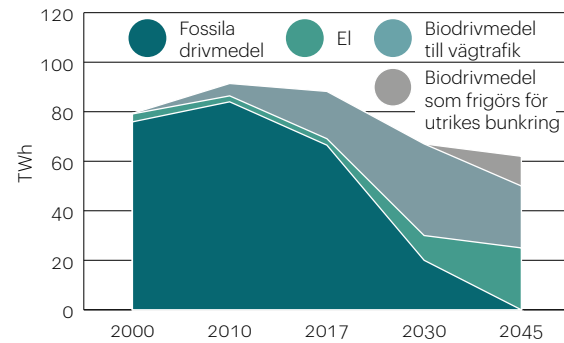
Under det närmaste decenniet kommer biodrivmedel spela en stor roll för att fasa ut fossila drivmedel ur systemet. I takt med att vägtrafiken elektrifieras, kan biodrivmedlen omfördelas från lätta vägtransporter till tyngre vägtransporter, flyg och sjöfart. Efterfrågan på biodrivmedel inom vägtrafiken kommer därför sannolikt att plana ut efter 2030. När nödvändig infrastruktur hunnit komma på plats kan elektrifieringen ta fart på allvar. Efterfrågan på el fortsätter att öka fram till 2045.

Elektrifieringen är viktig och ska drivas så långt det går, men under överskådlig tid kommer omställningen av transportsystemet vara beroende av hållbara biodrivmedel, vilket framgår av Figur 17. Totalt sett minskar efterfrågan på

Tabell 3: Uppskattning av transportsektorns extra behov av el och biodrivmedel för år 2030 och 2045, TWh. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.

	Biodrivmedel (TWh)		El (TWh)	
Dagens användning		19 TWh		2,6 TWh
Ökat behov 2020–2030	15–20		5–10	
Ökat behov 2030–2045	0		10–15	
Totalt behov 2045		Cirka 40 TWh		Cirka 25 TWh

Figur 17: Schematisk illustration av möjlig utveckling för elektrifiering och ökad biodrivmedelsanvändning samt utfasning av fossila drivmedel för inrikes transporter. Efter 2030 frigörs biodrivmedel som kan användas för utrikes bunkring. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.



Tabell 4: Uppskattning av transportsektorns behov inklusive dagens användning, se även Bilaga 3 om antaganden. Källa: Arbetsgruppen för Transportsystem.

	Uppskattat totalt behov av el 2045 (TWh)	Uppskattat totalt behov av biodrivmedel 2045 (TWh)
Vägtrafiken	15–20	15–20
Spårtrafiken	Cirka 5	0,2
Luftfart, inkl. utrikes flyg	Oklart i dagsläget	12
Sjöfart, inkl. utrikes bunkring	Oklart i dagsläget	Oklart i dagsläget men en hög andel flytande biogas förväntas.
Summa	20–25 TWh	Cirka 40 TWh

energi eftersom elmotorer är betydligt effektivare än förbränningsmotorer.

I Tabell 4 visas en uppskattad fördelning av el och biodrivmedel inom de olika transportslagen 2045.

Vägtrafiken med personbilar och lastbilar står för den största andelen av transportsektorns utsläpp varför denna sektor bör prioriteras. Det är också här utvecklingen av nya

tekniska lösningar kommit längst. Elektrifiering förväntas ge extra elbehov på 5–10 TWh år 2030. Det är en ambitiös siffra i vilket det ingår en uppskattning på att cirka drygt 2 miljoner laddbara elbilar ersätter motsvarande bilar med förbränningsmotor och att tunga lastbilar och bussar använder cirka 4 TWh el. Det ökade behovet av biodrivmedel till 2030 uppgår till cirka 15–20 TWh vilket tillsammans med dagens användning på cirka 20 TWh, ger ett totalt behov på cirka 35–40 TWh.



Luftfarten har, i enlighet med biojetutredningen och branschens färdplan, ett förväntat behov av biodrivmedel på cirka 4 TWh år 2030 och cirka 12 TWh 2045. Elbehovet är i dagsläget oklart.

För **spårtrafiken** förväntas trafiken öka samt en konvertering från diesellok till el ge ett ökat elbehov på 3,5 TWh år 2030 och ytterligare något, 4,8 TWh, till år 2045.

Sjöfartens utveckling är idag oklar men det finns potential för ökad användning av landström vid kaj, hybridlösningar och ökad användning av biodrivmedel. Vad gäller biodrivmedelsanvändningen under perioden 2030 till 2045 kan sjöfarten, liksom luftfarten, ha en väsentlig andel.

Styrmedel och helhetssyn vid strategiska satsningar

Det behövs en helhetssyn vid strategiska satsningar och balanserade styrmedel för att undvika att ställa energibärare och teknik mot varandra och för att säkerställa att de används där de gör störst nytta.

Beslut om styrmedel och initiativ sker på olika nivåer (lokalt, regionalt, nationellt samt på EU-nivå) och de har ofta långa ledtider, vilket gör att många aktörer tillsammans behöver gå åt samma håll. Det råder regionala skillnader inom landet i fråga om befolkningsunderlag och ekonomiska förutsättningar, vilket exempelvis har betydelse för satsningar



på kollektivtrafiken. Medel till investeringar ska också räcka till andra behov.

Vid konkurrerande förnybara tekniker bör olika nyttor värderas mot kostnader för infrastruktur och fordon/farkoster.

Sammantaget medför det ett behov av att samla olika åtgärder i en sammanhållen, tidsbestämd transportpolitisk handlingsplan (transporter och infrastruktur) med mål och tydliga strategier för utrullning av effektivare fordon/farkoster och infrastruktur.

En sådan handlingsplan bör tydligt beakta andra transportpolitiska mål, inklusive samhällsnytta, och eventuella mål-

konflikter, och ge förutsägbarhet och långsiktiga spelregler. Det bidrar till att minska osäkerheten vid större investeringsbeslut och till att tydligt visa omställningen i dess helhet.



Beskrivningar av de olika trafikslagen

»Kombitransporter med bättre möjligheter för effektiv omlastning mellan olika transportslag ger minskad klimatpåverkan.«

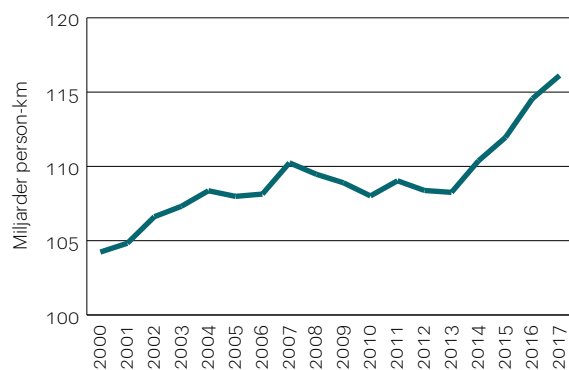
Vägtrafiken

Vägtrafiken omfattar bland annat personbilar, bussar, lätta och tunga lastbilar för transport av personer och gods via vägnätet. Det kan vara korta sträckor i tätare bebyggelse eller längre nationella eller internationella transporter. En stor del av vägtrafikens förutsättningar, liksom för övriga trafikslag, hanteras på global nivå, till exempel utveckling av fordonsortiment.

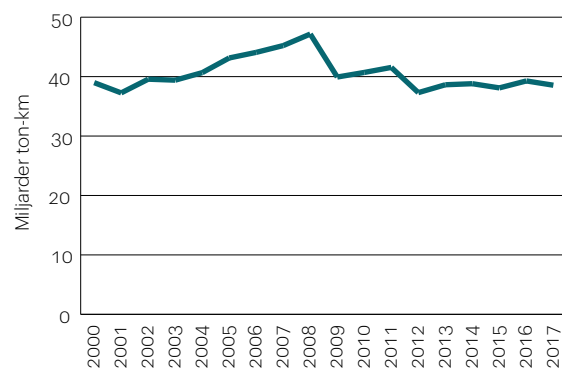
Tabell 5: Kortfakta om vägtrafiken. Källa: SCB, 2019, Energimyndigheten, 2019b.

Vägtrafiken omfattar:	Personbilar, bussar, lätta och tunga lastbilar för transport av personer och gods via vägnätet.	
Energianvändning 2017, (TWh)	Bensin, inkl. låginblandad etanol	28 TWh
	Diesel, inkl. låginblandad biodiesel	47 TWh
	Ren biodiesel	6 TWh
	Fordonsgas (biogas och naturgas)	2 TWh
	Totalt	83 TWh
Utsläpp av växthusgaser 2017 (Mton CO ₂ -ekv.)	Bilar	10,4
	Bussar	0,2
	Lätta lastbilar	1,5
	Tunga lastbilar	3,3
	Mopeder och motorcyklar	0,01
	Totalt	15,5 Mton CO₂-ekv.

Figur 18: Personresor inrikes vägtrafik med personbilar uttryckt i miljarder person-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



Figur 19: Godsarbete inrikes vägtrafik, uttryckt i miljarder ton-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



Vägtrafikens energianvändning och utsläpp

Vägtrafiken använder idag cirka 75 TWh fossila drivmedel med låginblandning av biodiesel och bioetanol, och totalt knappt 20 TWh biodrivmedel. Utsläppen från vägtrafiken har över en längre period (1990–2017) minskat med drygt 10 procent (Trafikverket, 2019) medan transportefterfrågan (körda kilometer) stadigt har ökat under samma period med 16 procent (KNEG, 2018). Minskningen i utsläpp har skett genom ökad användning av biobränsle och mer energieffektiva fordon.

Vägtrafiken påverkas av internationella styrmedel som CO₂-lagstiftningen (utsläpp) men även av nationella styrmedel som reduktionsplikten (drivmedel) och bonus-malus (inköp av nya fordon), se Bilaga 2 om styrmedel. Ett exempel är bonus-malus, som infördes i juli 2018 och som har medfört att andelen hybrider och elfordon har ökat. Styrmedlet har också medfört att så kallade "bonus-bilar", efter skattenedsättningen, har exporterats till andra länder. Det innebär att förnyelsen av den svenska fordonsflottan inte går så fort som den skulle kunna göra. En ny tuffare körcykel, WLTP-körcykeln¹⁵, introducerades för nya bilmodeller från 1 september 2017 och för alla bilmodeller 1 september 2018. Den förväntas medföra mellan 20 och 30 procent mer koldioxidutsläpp jämfört med dagens körcykel. Såväl diesel- och bensinbilar som ladd- och hybridbilar kommer åläggas hårdare beskattning eller så sker anpassning av modellsortimentet, i samband med att bonus-malus justeras efter WLTP den 1 januari 2020.

Lätta och tunga lastbilar samt bussar

Lätta lastbilar utgör nästan 90 procent av alla lastbilar i trafik. De står för 30 procent av maxlastkapaciteten i lastbils-

flottan och för 68 procent av alla körda kilometer med lastbil eftersom de i genomsnitt kör kortare sträckor (Trafikanalys, 2015). Här bedöms det möjligt med en relativt snabb elektrifiering, driven av koldioxidmål och miljözonskrav i tätorter. Gasbilar klarar också de krav som ställs av miljözonerna.

Antalet lätta lastbilar i trafik uppgår till cirka 570 000 medan antalet tunga lastbilar i trafik uppgår till cirka 83 000. Antalet lätta lastbilar har de senaste 10 åren ökat med drygt 30 procent medan antalet tunga lastbilar (över 26 ton) har ökat med drygt 15 procent (Trafikanalys, 2018b).

För det stora antalet fordon i segmentet under 7,5 ton finns redan idag ett stort utbud av elfordon och för segmentet upp till 12 ton förväntas produktutbudet öka på kort sikt, före 2025. Det finns också ett sortiment av lätta och medeltunga fordon som kan köra på alternativa drivmedel, exempelvis biogas, och som har en utbyggd infrastruktur med kapacitet som tillåter en ökad användning. Tung lastbilar i kontinuerlig drift förväntas kunna köra på flytande naturgas (LNG) och på sikt flytande biogas (LBG), enligt en bedömning kan det uppgå till cirka 500 fordon eller 10 procent av marknaden, från 2025 (Berger, 2019).

Många städer och regioner driver på utvecklingen av ny teknik för bussar. Teknikerna som används i de nya bussarna spänner över elfordon med snabbbladdare, laddhybrider till gasdrivna fordon.

En stor del av lastbilar och upphandlade bussar i kollektivtrafiken körs idag på HVO (se faktaruta på sid 34), något som dock kan komma att ändras med den nya omklassningen av PFAD, en råvara vid HVO-framställning. Här kan en ökad inhemsk biodrivmedelsproduktion bidra till fortsatt fossilfri trafik.

15 WLTP-körcykel. En körcykel för tygodkännande av nya personbilar, bussar under 5 ton och lätta lastbilar, som är anpassad till fordons verkliga användningssätt. WLTP står för Worldwide harmonised Light vehicles Test Procedure.

Personbilar

Antalet personbilar i trafik vid årsskiftet 2018/2019 uppgick till cirka 4,9 miljoner varav nästan 80 procent ägdes av privatpersoner (Trafikanalys, 2018b). Nyregistrerade personbilar ligger på cirka 300 000 per år. Svenskarna behåller sina bilar länge, i genomsnitt 17 år, vilket är en låg utbytestakt. Koldioxidutsläppen från nya personbilar ligger kring 123 g CO₂/km (5,1 l/100km) (Trafikverket, 2019). EU-lagstiftning anger krav på minskning till 95 g/km till 2021, och vidare sänkning med 15 procent 2025 och med 37,5 procent 2030.

EU-lagstiftningen i kombination med utvecklingen i Kina, Japan och Kalifornien har lett till en kraftfull satsning på elektrifiering av nya personbilar och utbudet av fordon ökar mycket snabbt.

Personbilstrafiken står för närmare 67 procent av vägtrafikens koldioxidutsläpp. Insatser som ger stor effekt är till exempel att byta till energieffektivare alternativ, resfria möten, gå, cykla eller använda kollektivtrafik. Dagens styrmedel är i första hand inriktade på köp av nya bilar även om åtgärder i användningsfasen som utskrotningssubventioner tidigare har funnits (den togs bort 2007) (BilSweden, 2019).

Tjänstebilar utgör cirka 30 procent av nybilsförsäljningen (MotorMagasinet, 2019). Andrahandsmarknaden påverkar kraftigt vägsortimentets utseende och ålder och olika subventioner, till exempel reseavdrag och förmånsvärde, inverkar på val av färdmedel (Naturvårdsverket, 2019a). Användning av bildelning och bilpooler för de tillfällen där det krävs utrymme, 4-hjulsdrift och komfort, exempelvis vid längre fritidsresor, liksom utformning av fordonen (storlek, vikt, maxhastighet med mera), kan också vara sätt att minska utsläpp.

Andra fordon och transportsätt

På sikt kommer även husbilar och motorcyklar att elektrifieras men det behövs styrmedel på kort sikt för stödja en konvertering av drivlinor till biodrivmedel.

Utvecklingen mot mer cykling och gång behöver stimuleras, med exempelvis infrastruktur för gång- och cykelbanor och trafikmiljö som prioriterar oskyddade trafikanter. Personbilar och tyngre fordon har möjlighet att utrustas med aktiv säkerhet (vilket också är ett grundkrav för självkörande fordon). Det i kombination med aktiv hastighetsövervakning kan ge besparingar av såväl utsläpp som antal incidenter och olyckor. Det kan konstateras att en stor del av persontransporterna kan kopplas till hur mycket vi fysiskt rör oss i alla åldrar. Här kan en väl utbyggd infrastruktur i kombination med krav på aktiv säkerhet i fordonen ge oskyddade trafikanter i alla åldrar möjlighet att transportera sig säkert med egen kraft.

Åtgärder inom vägtrafik för omställning av transportsektorn

Vägtrafiken står för den största klimatpåverkan i transportsektorn. Här behövs åtgärder som leder till lägre transportarbete generellt. Personbilarna står för den allra största andelen av utsläppen varför denna sektor bör prioriteras. Det behövs både förnybara drivmedel, och åtgärder och styrmedel som möjliggör överflyttning till andra trafikslag än väg. Transporteffektivitet, fordon/farkoster, elektrifiering och biodrivmedel utgör huvudspåren för en omställning och inom dessa spår finns i sin tur ett stort antal möjliga, enskilda och samverkande, åtgärder på olika nivåer, exempelvis:

- **Öka attraktionen i kollektivtrafik, cykel och gångtrafik** genom bland annat översyn av policies och subventioner (reseavdrag, tjänstebilar/förmånsbilar).
- **Minska hastigheten i daglig trafik med hjälp av GPS i kombination med Aktiv säkerhet** för att reducera såväl utsläpp som trafikolyckor.
- **Erbjuda olika typer av delningsekonomiska tjänster** (bilpooler och bildelning). Enligt beräkningar kan 4 till 13 bilar ersättas för varje delad bil beroende på antalet användare som gör sig av med den egna bilen och antalet användare som skjuter upp att köpa en bil på grund av systemet (Svenska Miljöinstitutet IVL, 2018).

- **Höja utbytestakten i flottor**, genom exempelvis introducera premie för utskrotning av äldre fordon.
- **Med riktad policy transformera nyförsäljning av fordon från huvudsakligen fossildrivna (bensin/diesel) till alternativdrivna (el/hybrid/gas/etanol) samt säkra försörjning av biodrivmedel och elkapacitet till elfordon.** Utöka bonus-malus till fler typer av fordon och skärp reduktionsplikten. Utveckla vehicle-2-grid-koncept.
- Utveckla koncept kring **självkörande fordon**. Automatisk och autonom körning kan ge miljöfördelar, framförallt i kombination med delning.
- **Med riktad policy säkerställ tank- och laddinfrastruktur för alternativa drivmedel och el i hela landet** och undersök möjligheten att bygga elvägar för tunga och eventuellt även lätta fordon i de mest trafikerade stråken.
- **Urban infrastruktur och planering.** Genom en transporteffektiv samhällsplanering av bostäder, arbetsplatser och fritidsaktiviteter kan transporterna effektiviseras. Här kan kommuner arbeta med översiktsplan, detaljplan, markanvisningsavtal och bygglovgranskning. Ett nytt sätt att utnyttja den befintliga infrastrukturen är exempelvis att låta körfält vara reversibla eller upplåtas för olika fordon på olika tider, så kallade "multi-use-lanes".
- **Off-peak hour-leveranser.** Möjlighet till nattleveranser eller godstransporter som samlas i kollektivkörfält för att underlätta framkomlighet och minska utsläpp. Genom variabla trafikskyltar tillåts kollektivtrafik, godstransporter vid olika tider och ibland reserveras körfältet för lastning/lossning eller parkering.
- **Handel med fraktkapacitet/samtrafik/kollektivtrafik för gods.** Fraktbörser där ledig kapacitet läggs ut i olika webblösningar ökar fyllnadsgraden och finns redan i privat regi. Det kan även användas för kombigods på väg och järnväg.
- **Samordnade godstransporter.** Samordnade transporter med en genomtänkt struktur av terminaler och ITS-lösningar, se nedan punkt, som underlättar planering och ruttval.
- **Mikroterminaler (godshubbar).** Effektivisering av transporter i stadskärnor med mikrohubbar där mindre mängd gods kan mellanlagras och lastas om för att kunna konsolideras ytterligare innan det når mottagaren.
- **Regleringar (trängselskatter och miljözoner, tidsfönster vikts- och längdbegränsningar, med mera).** Trängselskatter används för att begränsa trafiken i hårt belastade områden och på så vis öka framkomlighet (och minska avgaser). Miljözoner är ett sätt att reglera vilken typ av fordon som får användas i stadstrafik.¹⁶ Tomgångsgångskörning och sparsam körning (eco-driving) används för att begränsa utsläpp. Kvälls- och nattleveranser kan genom samordning ersätta flera transporter på dagtid. Genom att köra med elektriska fordon och tillåta tyngre fordon på natten än vad som är tillåtet i stadskärnorna dagtid, kan man reducera antalet fordon dagtid.
- **Ny teknik för intelligenta transportsystem (ITS).** IT-lösningar gör det möjligt att följa sändningar genom hela godstransportsystemet. Viss begränsning i hur tillgänglig data är i kommersiella verksamheter där både säkerhet och konkurrensfrågor kan vara hinder i sammanhanget.

¹⁶ Städer som Paris, Mexico City, Madrid och Aten har satt ett stopp för alla dieseldrivna bilar och lastbilar senast 2025.

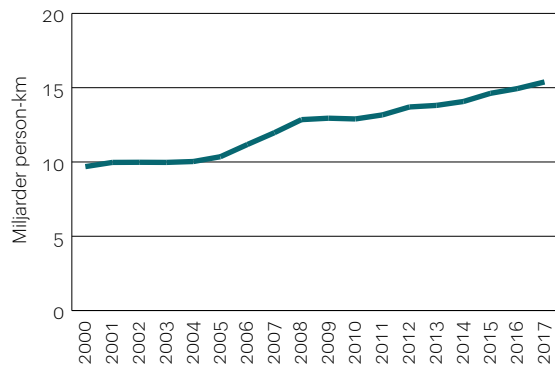
Spårtrafiken

Spårtrafiken omfattar järnväg, tunnelbana, pendeltåg och spårväg. Den utgör en viktig del inom både kollektivtrafiken och godstransporter. Den står också för en viktig del av det långväga resandet inom landet. Förutom inrikes transporter utför järnvägen även vissa utrikes resor och en betydande mängd utrikes godstransporter.

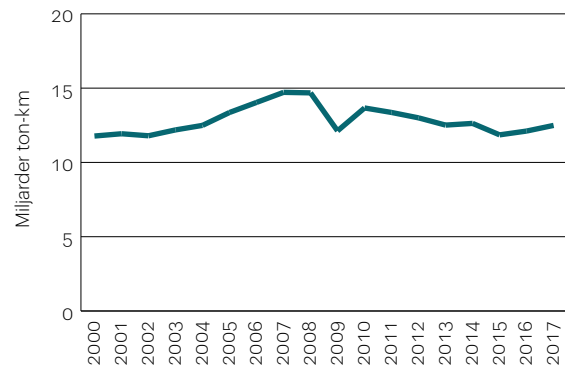
Tabell 6: Kortfakta om spårtrafiken. Källa: SCB, 2019, Energimyndigheten, 2019.

Spårtrafiken omfattar:	Järnväg, tunnelbana, pendeltåg och spårväg.	
Energianvändning 2017, (TWh)	El	2,6 TWh
	Diesel	0,2 TWh
	Totalt	2,8 TWh
Utsläpp av växthusgaser 2017 (Mton CO ₂ -ekv.)	Totalt	0,04 Mton CO₂-ekv.

Figur 20: Persontransportarbetet inrikes spårtrafik (järnväg, tunnelbana och spårväg), uttryckt i miljarder person-km. Källa: Trafikanalys, 2019. Förutom inrikes persontransporter utförs cirka 600 miljoner person-km till och från utlandet.



Figur 21: Godsarbete inrikes spårtrafik, uttryckt i miljarder ton-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



Personresor och godstransporter i spårtrafiken

Spårtrafikens inrikes persontransportarbete (mätt i person-km) har ökat med 60 procent mellan åren 2000 och 2017. Sett i ett 25-årigt perspektiv (1992–2017) har persontransportarbetet inom spårtrafiken ökat 110 procent. Person-

resorna på järnväg har uppvisat "all-time-high" de flesta åren under denna tid, särskilt i slutet av 1990-talet, åren 2005–2009 och från 2015.

Järnvägens godstransporter sker på tre sätt: kombi (även kallat intermodalt), malmtrafik på Malmbanan och övriga vagnslaster. Vagnslaster transporteras dels i enstaka vagnar

eller vagnsgrupper i ett tåg, dels i så kallade systemtåg där alla vagnar i tåget har samma transportuppgift, vanligen stora transporter för en enskild kund.

Spårtrafikens energianvändning och utsläpp

Spårtrafiken motsvarar cirka 10 procent av det inrikes persontransportarbetet och cirka 20 procent av godstransportarbetet. Totalt använder spårtrafiken 2,9 procent av transportsektorns samlade energianvändning för fordonsdrift, se Figur 9.

Idag drivs 97,5 procent av spårtrafikens transportarbete elektriskt; något mera för persontransporter; något mindre för gods. Resterande 2,5 procent drivs med dieselmotorer, huvudsakligen fossilt bränsle. Att godsransporterna har en något högre andel dieseldrift beror på att de flesta industri-spår och omlastningsspår inte är elektrifierade.

Energianvändningen är enligt följande:

- El: 2,6 TWh (varav 1,8 TWh för persontrafik och 0,8 TWh för gods)
- Diesel: 0,2 TWh

Spårtrafiksektorn använder dessutom 0,34 TWh för stationer, bangårdsbelysning, signaler med mera.

Energianvändningen bestäms huvudsakligen av tågets dragfordon (lok eller motorvagnar). Nyare fordon är i regel mera energieffektiva, främst på grund av återmatande elektrisk broms och lägre luftmotstånd. En successiv övergång från lokdragna persontåg till motorvagnar har medfört att tågvikten minskat per sittplats. Snabba långdistanståg har väl optimerad aerodynamik och en hög passagerarbeläggning (60–70 procent), vilket ger en låg energianvändning per resande, trots att hög hastighet i princip verkar i motsatt riktning. Spårtrafikens energianvändning per person-km eller ton-km väntas successivt kunna minska med 30–40 procent fram till 2050 (EU Commission, 2011). Det är ungefär i linje med andra trafikslag.

Kvarvarande dieselbränsle i nuvarande svensk tågdrift bör på sikt ersättas. Diesellok har vid nybeställningar idag ofta

ersatts med hybrid- eller duolok, som kör med eldrift så länge banan är elektrifierad, för att sedan i de kapillära spårren övergå antingen till batteridrift eller till dieselmotorer som kan drivas med biodrivmedel. Denna omställning väntas fortsätta och kan vara helt avslutad i perioden 2030–2040. Ett par ytterligare linjer i Sverige kommer att elektrifieras redan i nuvarande 12-årsplan.

Elektrisk drift och låg energianvändning i spårtrafiken bär också för låga utsläpp, såväl av koldioxid som av kväveoxider, partiklar och andra skadliga ämnen. Tillsammans med omställningen av spårtrafikens kvarvarande dieseldrift väntas spårtrafikens klimatpåverkande utsläpp vara nära noll senast år 2040 förutsatt att vi har ett fossilfritt elsystem.

Spårtrafikens omställning

Spårtrafikens största utmaningar i närtid rör infrastrukturens underhåll, utbyggnad och funktion samt tågtrafikens tillförlitlighet. En förutsättning för bibehållen eller ökad marknadsandel är att öka bankapaciteten samtidigt med en upprustning av befintlig bana, för ökad tillförlighet, attraktivitet och produktivitet.

En satsning på förbättrad spårtrafik kräver alltså både långsiktiga investeringar och intelligent organiserade löpande åtgärder, både från banhållares och tågoperatörers perspektiv. I nuvarande nationella 12-årsplan för transportinfrastrukturen avdelas ungefär hälften av medlen för underhåll och hälften för utbyggnad. Majoriteten av medlen för nyinvesteringar avses tillkomma spårtrafiken (järnväg, tunnelbana, spårväg). Dock finns även betydande satsningar för fortsatta förbättringar av vägnätet och för sjöfarten. För spårtrafikens del handlar det om nyinvesteringar i storleksordningen 250 miljarder kronor över 12 år, de vill säga drygt 20 miljarder kronor per år. Dessutom finns ökade satsningar på underhåll.

Tyngdpunkten ligger på förbättringar i nuvarande spårtrafiksystem (medelstora projekt såväl som mindre trimningsåtgärder), men det finns också nyinvesteringar i utbyggd tunnelbana, spårvägar, höghastighetsbanor och dubbelspår. Att på sikt separera långsam och snabb tågtrafik på skilda banor ger betydande förbättringar både av

kapaciteten (3–4 gånger i aktuella stråk) samt av tågtrafikens tillförlitlighet och produktivitet. Detta påbörjas under innevarande 12-års-plan. Om satsningen på spårtrafik fortsätter i samma skala till 2045–2050, så har stora möjligheter skapats för att spårtrafiken ska kunna ge ett betydande bidrag till transportsektorns omställning med hänsyn till klimat, energianvändning och andra angelägna områden (säkerhet, utrymmesbehov med mera). En sådan satsning fram till 2050 kan synas vara stor, men är ändå mindre än enbart förnyelsen av alla personbilar i landet, nödvändiga utbyggnader av vägar och gator oräknade. Spårtrafiksatsningen beräknas ha en livslängd av minst 60 år.

Möjliga marknadsandelar

Spårtrafik bör vara ett förstahandsalternativ där den är, eller kan bli, konkurrenskraftig och uppnå högre marknadsandelar. Marknadsandelar om 20–25 procent av de totala persontransporterna och 35–40 procent av godstransporterna är möjliga, för en total transportvolym som är 40–60 procent större än idag (SOU, 2015), vilket inkluderar både inrikes och utrikes transporter. Investeringar i infrastruktur i kombination med åtgärder för ökad tillförlitlighet är nödvändiga för en sådan utveckling.

Om den satsning på spårtrafik fortsätter som nu påbörjats i gällande 12-årsplan kan betydande bidrag ges till transportsektorns omställning. Ovanstående procenttal innebär en dryg fördubbling av persontransporternas marknadsandel, liksom nästan en fördubbling för godset. Detta skulle gälla på en total transportmarknad och en mobilitet som är betydligt större än idag. Sannolikt skulle nuvarande volymer för vägtrafiken behållas och även öka i ett sådant scenario, även om de blir mindre än utan satsning på spårtrafik (SOU, 2015).

Åtgärder inom spårtrafik för omställning av transportsektorn

Omställningen av spårtrafiken omfattar åtgärder som dels bereder kapacitet för en ökad spårtrafik, dels gör spår-

trafiken produktiv och attraktiv så att resande och gods-transportörer väljer tåget.

- **Förbättrat underhåll av infrastrukturen.** Felfrekvensen måste minska. Beredskapen för snabb återställning vid uppkommande fel bör förstärkas.
- **Uppgradering av befintlig infrastruktur.** Förbättrad infrastruktur med höga prestanda och hög tillförlitlighet är en nyckelfaktor. Upprustning och uppgradering av existerande anläggning är en förstahandsfråga. Det handlar om en ökad andel dubbelspår, nya mötes- och förbigångsstationer, olika mindre trimningsåtgärder i signalsystem och växelförbindelser.
- **Separering av snabb och långsam tågtrafik i stora stråk.** Nya stambanor är på sikt nödvändiga i hårt trafikerade stråk om spårtrafiken ska kunna öka. Höghastighetståg är i första hand avsedda för storregionala och interregionala persontransporter. Helt nya marknader i medelstora städer nås (till exempel mellan Norrköping, Linköping, Jönköping, Borås, Landvetter). Den långsammare godstrafiken bereds ökat utrymme genom att den inte delar spår med den snabba trafiken. Produktivitet, snabbhet och punktlighet ökar för alla slag av spårtrafik längs de hårt belastade stråken. Projektet har lång ledtid och kommer att påbörjas i närtid. De första etapperna har tilldelats medel i gällande 12-årsplan.
- **Förbättrad vinterberedskap för att höja tåligheten för vinterklimat.** Det gäller både Trafikverket och tågoperatörer/verkstäder.
- **Förbättrad tillförlitlighet och punktlighet är generellt nödvändig.** Det gäller samtliga aktörer inom spårtrafiken, oberoende av väder och årstid.
- **Nya effektiva tågfordon, både för person- och godstransporter.** Särskilt för godstransporterna behövs en förnyelse med

moderna lok och högpresterande godsvagnar. På sikt är automatkoppel önskvärt, men kräver i så fall en standardisering och införande i hela Europa. Hybrid- och duo-lok behövs för att kunna använda samma lok på industri- och omlastningsspår som på de stora elektrifierade linjerna. Återmatande elektrisk broms införs som standard. Det ökar produktiviteten för operatörerna och minskar energianvändningen. Nytt kapital måste tillföras för denna omställning. Persontrafiken behöver effektiva moderna fordon för hög kapacitet, högre hastigheter, snabb acceleration, hög komfort och god tillförlitlighet.

- **Utökad kvalificerat IT-stöd för korrekt tidshållning och minskad energianvändning.** Det ger också en kapacitetsökning eftersom tågen kan köra tätare utan att störa varandra.
- **Effektiviserade vagnslasttransporter.** Delar av godstrafiken har idag för höga kostnader för att vara konkurrenskraftig. Det gäller särskilt godstransporter med enstaka vagnar eller vagnsgrupper från det kapillära nätet. Detta är ett problem i synnerhet för transporter i mindre och medelstora sändningar.
- **Effektiviserade intermodala godstransporter (så kallad kombi).** Kombitransporter är den generella lösningen för mindre sändningar, där trailers, containers eller växelflak körs på tåg över en längre sträcka, medan lastbilar står för forslingen i tågets ändpunkter. Kombitransporter är också vanliga mellan båt/hamnar och inlandet. Omlastningen av lastbärare mellan tåg och lastbil på terminaler är dock idag omständlig och förhållandevis kostsam. Ett effektivt omlastningssystem för snabb och kostnadseffektiv omlastning behöver utvecklas och introduceras.
- **Anslutningstransporterna** inom persontrafiken bör effektiviseras, bland annat genom ett effektivt system för hyrbilar och dito för cyklar.
- **Nattåg till Kontinentaleuropa** kan bli möjligt när infrastrukturen byggts ut för ökad kapacitet och hastighet. Det kräver nya motorvagnar för förslagsvis 250 km/h. Stora delar av Kontinentaleuropa blir då möjliga att nå från Mälardalen över natt. Viss begränsad verksamhet torde vara möjlig med dagens infrastruktur och fordon.
- **Ytterligare energieffektivisering.** Detta kan ske genom effektivare fordon med större betalande last per tåglängd eller tågvikt, genom lägre luftmotstånd, ökad energiåtermatning vid bromsning och IT-stöd för ekonomisk körning. Totalt finns potential för 30–40 procent ytterligare energieffektivisering till 2045. Kvarvarande trafik med dieseldrift konverteras till hybrid- eller duo-drift. Tillkommande elektrifiering förutses komma att ske för vissa idag ej elektrifierade sträckor; det finns delvis redan i nuvarande planer. Beroende på omlastningsteknik kan även vissa terminaler för intermodal lastöverföring komma att elektrifieras.
- **Fortsatt utbyggnad av det europeiska signalsäkerhetssystemet ERTMS.** Det förenklar gränsöverskridande trafik och ger även andra fördelar.

Luftfarten

Flyget måste ställas om till fossilfrihet via byte till biodrivmedel, ökad energieffektivisering samt successivt ökad elektrifiering. Branschens målbild är att år 2030 ska allt inrikesflyg vara fossilfritt och år 2045 ska allt flyg som startar vid svenska flygplatser vara fossilfritt. Med fossilfri drift kan flyget i högre grad betraktas som en hållbar komponent i det multimodala resandet. En inhemsk produktion av biobränsle utgör dessutom en konkurrensfördel för Sverige. Flyget är en global bransch. Den internationella flygbranschen har satt upp globala mål till 2050 vilket innebär en halvering av flygets koldioxidutsläpp, jämfört med 2005 års nivå, och åtgärder inom fyra områden: teknik, infrastruktur, operativt och ekonomiska styrmedel.

Tabell 7: Kortfakta om luftfarten. Källa: SCB, 2019, Energimyndigheten, 2019.

Luftfarten omfattar:	Flygplan, helikoptrar (civilflyg, militärflyg, samhällsflyg och privat flyg)	
Energianvändning 2017, (TWh)	Flygfotogen, inrikes flyg	2,2 TWh
	Flygfotogen, utrikes flyg	(11) TWh
	Totalt, inrikes (Totalt, inkl. utrikes flyg)	2,2 TWh (13 TWh)
Utsläpp av växthusgaser 2017 (Mton CO ₂ -ekv.)	Totalt, territoriella utsläpp från inrikes flyg	0,6 Mton CO₂-ekv.

Biojetutredningen klar 2019, reduktionsplikt för flyget?

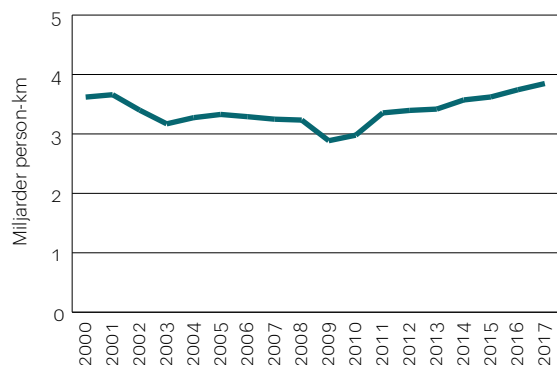
I Sverige har en biobränsleutredning för flygets användning av hållbara biobränslen nyligen redovisats (mars 2019) (Miljödepartementet, 2019). Ett av utredningens förslag är införande av en långsiktig reduktionsplikt för flygfotogen, med reduktionsnivåer för åren 2021 till 2030. Att reglera reduktionsnivåer fram till 2030 bedöms ge bättre förutsättningar för producenter att investera, då det inte är kostnaden för inblandning som primärt har begränsat hur höga pliktnivåerna kan vara, utan tillgången på biojetbränsle med hög klimatnytta.

Utredarna har valt att öka reduktionsnivåerna kraftigare från och med 2025 eftersom tillgången på biojetbränsle förväntas vara större då, tack vare utbyggd produktionskapacitet. Livscykelutsläppen för de biodrivmedel som används antas sjunka över tid. Reduktionsnivåerna ska vara 1 procent

2021, 5 procent 2025 och 30 procent 2030. Utredningen föreslår inga reduktionsnivåer för åren efter 2030, men anser att målet ska vara 100 procent förnybara drivmedel med låga livscykelutsläpp till 2045. Med ett tydligt mål till 2045 drivs både politiken och näringslivet i den riktningen. Det kan i sin tur leda till att marknader skapas för nya tekniska lösningar, såsom elflyg eller elektrobränslen. Hur snabbt utvecklingen av dessa kommer att gå är i dag osäkert och inga större effekter förväntas före 2030. För att nå målet till 2045 skulle sådana lösningar underlätta. Eventuell elektrifiering och fortsatt energieffektivisering skulle minska den totala energimängden flytande drivmedel, och kan tillsammans med användning av elektrobränsle minska behovet av biodrivmedel för att nå målet till 2045.

Biojetutredningen föreslår att ge Miljömålsberedningen i uppdrag att ta fram mål för minskade utsläpp i flyget, liksom att införa möjligheten att upphandla biojetbränsle i de statliga ramavtalen samt att ge Energimyndigheten i

Figur 22: Persontransportarbete inrikes luftfart, uttryckt i miljarder person-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



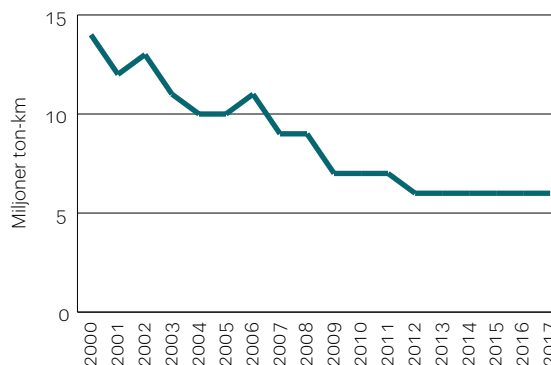
uppdrag att analysera frågan om hur ett investerings- eller driftsstöd ska utvecklas för produktionsanläggningar för biojetbränsle (SOU, 2019).

Energianvändning och utsläpp inom luftfart

Det svenska inrikesflygets energianvändning uppgår till cirka 2 TWh. Prognosen tyder på att behovet framåt inte kommer att vara mycket större än i dagsläget. En omställning till förnybara drivmedel ger då ett behov av cirka 200 000 m³ flytande biodrivmedel. Ett helt fossilfritt flyg både in- och utrikes skulle kräva cirka 12 TWh eller 1,2 miljoner m³ biodrivmedel. Vilket kan jämföras med dagens användning av biodrivmedel på knappt 20 TWh.

Flygets koldioxidutsläpp, in- och utrikes flygtransporter motsvarar 3,3 miljoner ton koldioxid enligt Sveriges officiella klimatrapportering till FN. Chalmers har på uppdrag av Naturvårdsverket gjort egna konsumtionsbaserade uppskattningar av den svenska befolkningens totala klimatpåverkan från flygresor oavsett var i världen de sker. Dessa beräkningar visar att den totala klimatpåverkan kan vara 10 miljoner ton CO₂-ekvivalenter (uppskattat för år 2017) inklusive höghöjds-effekten. Det motsvarar knappt 10 procent av den svenska befolkningens totala konsumtionsbaserade

Figur 23: Godstransportarbete inrikes luftfart, uttryckt i miljoner ton-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



utsläpp. I rapporten konstateras att utsläppen från svenskarnas flygande inte har ökat sedan år 2000 och att det beror på att utsläppsminskningen per person-km har varit likvärdig med ökningen i antalet person-km.

Åtgärder inom luftfart för omställning av transportsektorn

Omställningen innebär att flyget måste ställas om till fossilfrihet genom bränslebyte och ökad energieffektivisering på flera håll i värdekedjan, successivt ökad elektrifiering, övriga teknikutvecklingsspår samt hantering av höghöjds-effekterna.

- **Ersättning av fossila bränslen med biobränslen**
Behov av cirka 1,2 miljoner m³ (vid 100 procent biobränsle 2045). Det behövs inga tekniska förändringar i fordon eller infrastruktur; går att införa relativt snabbt. Men hög kostnad i dagsläget, bland annat beroende på grund av låga produktionsvolym och dyrare raffineringssprocess än för fossilt bränsle. Alla på marknaden förekommande flygmotorer i certifierad trafik fungerar med den typ av biobränsle som kommer att kunna vara aktuell. I dagsläget är en inblandning på upp till 50 procent godkänd, men bedömningen är att kunna certifiera fossilfritt bränsle

upp till 100 procent långt innan volymerna blir så stora att detta kommer att utgöra något hinder för implementeringen

Flyget kommer under lång tid framöver att vara beroende av flytande bränslen. Samtidigt innebär det faktum att dagens flygplan och infrastruktur redan idag kan hantera fossilfritt bränsle, att en övergång från fossilt till fossilfritt bränsle är tekniskt möjlig. För produktionen kommer insatserna huvudsakligen att ligga på industriell och politisk nivå. Detta i sin tur betyder att ledtiderna blir rimligt korta och att flyget kan bidra med en stor grad av fossilfrihet med kort startsträcka när marknadsförutsättningarna skapats. Denna låga tröskel för att komma igång är troligtvis en stor konkurrensfördel för flyget. Fossilfritt bränsle är inte i någon konflikt med övrig teknikutveckling som sker parallellt. De utsläppsvinster som uppstår ur teknikutvecklingen kommer att komplettera de vinster som görs genom användning av fossilfritt bränsle.

Prognoserna antyder att det totala bränslebehovet för tankning i Sverige inte bedöms vara särskilt mycket högre 2045 än nu på grund av en begränsad ökning av starter och landningar och löpande energieffektivisering. Bortom 2030 har stegvis ökad

elektrifiering en mycket viktig roll att spela för att begränsa bränslebehovet.

Säkrad tillgång av biobränslen för flyg är viktigt. Här kan inhemsk produktion spela en roll. Satsning på utökad inhemsk produktion av biodrivmedel behöver ske nu för att anläggning(ar) ska kunna vara i drift 2030.

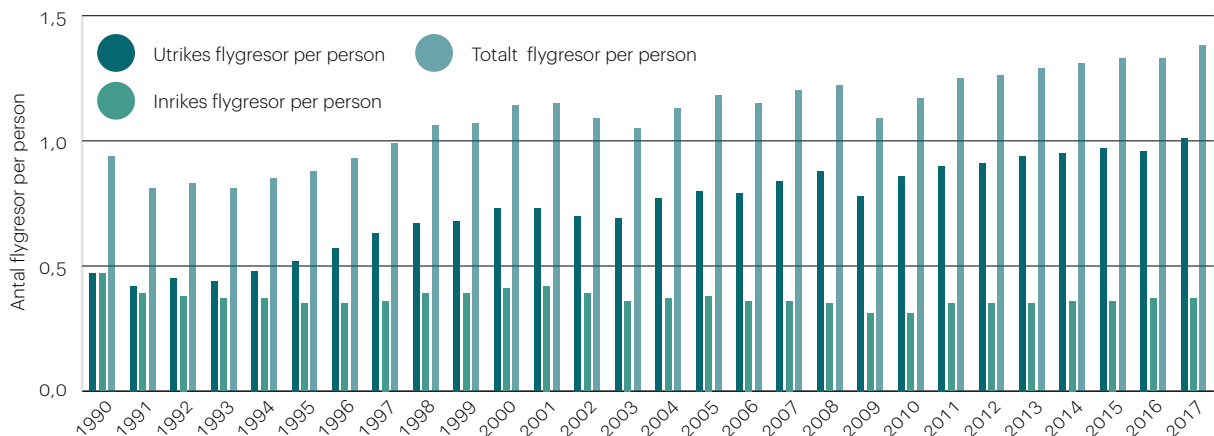
- **Elektrifiering**

Det pågår omfattande forskning gällande elektrifiering inom luftfarten. Detta sker inom forskningsvärlden samt av flygplanstillverkare och komponenttillverkare. Forskningen kring elektrifiering av luftfart är inriktad på tre olika nivåer:

- Elektrifiering av ombordsystem på flygplan
- Elektrifiering av delar av framdrivningen (hybridlösningar)
- Fullständig elektrifiering av framdrivningen.

En fullständig elektrifiering skulle till stor del kunna eliminera koldioxidutsläppen i slutförbrukarledet. Eftersom tekniken har låg mognadsgrad i dagsläget är det inte troligt att den kommer att spela en avgörande roll fram till 2030. I perspektivet till 2045

Figur 24: Svenskarnas inrikes och utrikesresor sedan år 1990. Källa: Naturvårdsverket, 2019.



bedöms elektrifiering av kortare flygningar kunna påverka i takt med ökad mognadsgrad, vilket dock kräver riktade satsningar redan nu. Räckvidder upp mot 150–200 mil för flygplan med 100 passagerare anses vara inom räckhåll i det tidsperspektivet. Eftersom en klar majoritet av flygresorna i världen är under två timmar är potentialen betydande och även viktig för att begränsa det totala behovet av flytande bränsle oavsett råvara. I kombination med transferlösningar ökar den potentiella räckvidden ytterligare. Avinor, som äger och driver flygplatser och flygtrafikledning i Norge, har som mål att alla flygningar under en och en halv timme ska göras av elektriska flygplan 2040 och de planerar att göra en upphandling för att undersöka möjligheterna att trafikera kortare flyglinjer i Norge med elflygplan redan från 2025. Det som sker i Norge kan även ske i Sverige. Det pågår i dagsläget ett flertal elflygsatsningar runt om i världen och även i Sverige pågår forskning och utveckling kring elflyg.

- **Energieffektivisering**

Energieffektivisering kan ske på olika sätt och kan sammantaget ge en årlig effekt på cirka 2 procent lägre utsläpp per passagerar-km. Åtgärderna är exempelvis "gate – gate" och kan möjliggöra en effektivisering på 20 procent utan bränslebyte, raka flygrutter (flygledningsfråga i ett globalt trafiksystem med bland annat militära områden). Energieffektivisering av flotta, främst via ny motor- och kompositteknologi men även via till exempel elmotor vid noshjul i befintliga plan vilket i och med fossilfri flygplansförflyttning på marken kan ge 4–6 procent reduktion av bränsleåtgång och därmed utsläpp. Nya flygplan och motorer medför cirka 20 procent effektiviseringar i bränsleförbrukning och därmed lika mycket i minskade koldioxidutsläpp jämfört med de flygplan och motorer som ersätts. Fortsatt påskyndad introduktion av nya flygplan och successivt ökad elektrifiering av kortare flygningar är en förutsättning för att nå de långsiktiga målen. Även elektrifiering av hanteringen på marken är nödvändig och här pågår ett löpande skifte till elektrifierade truckar, bussar och övriga arbetsfordon.

- **Effektivare flygtrafik**

Flygplanens användning kan optimeras så att det vid varje flygning kan sparas både tid, pengar och bränsle, och därmed minska koldioxidutsläpp och höghöjdseffekter. Flygplan med modern navigationsutrustning krävs för att kunna flyga optimalt i det framtida flygtransportsystemet. Rakare flygvägar och bättre utnyttjande av luftrummet kan nås via politiska åtgärder på internationell nivå. Här krävs att prioriteringen mellan utsläpp och buller klagörs politiskt då det finns en målkonflikt mellan dessa i dagsläget.

- **Effektivare flygplatsinfrastruktur**

Energibesparingar kopplat till flygplanen kan uppnås genom till exempel anläggning av effektiva taxningsvägar och genom att erbjuda flygplan strömförsörjning via elnätet istället för de egna motorerna.

I flygbranschens färdplan (Föreningen Svenskt Flyg, 2018) finns också flera förslag till åtgärder för politiken för att få fram biobaserat bränsle och se över avgifts- och stödsystemet.

Sjöfarten

Den svenska sjöfartsnäringsen är en mångfacetterad bransch med aktörer som verkar lokalt, regionalt, nationellt och internationellt med fartyg som varierar i storlek, från mindre taxibåtar till stora oceangående fartyg. Större delen av Sveriges export och import (90 procent) går idag sjövägen (Sjöfartsverket, 2019). Utvecklingen av inrikes och utrikes sjöfart¹⁷ påverkas av handel med omvärlden och industriproduktionen. Inrikes sjöfart¹⁸ utgör procentuellt en mindre del av utsläppen från sjöfarten på svenskt vatten, huvuddelen av utsläppen kommer från internationell trafik. Sjöfarten står globalt sett för drygt 2 procent av de totala växthusgasutsläppen (Energimyndigheten, 2018c). Eftersom sjöfarten är internationell till sin karaktär, kommer det att krävas internationella överenskommelser för att minska sjöfartens klimatpåverkan.

Tabell 8: Kortfakta om sjöfarten. Källa: Naturvårdsverket, 2019e, SCB, 2019, Energimyndigheten, 2019.

Sjöfart omfattar:	Kommersiella fartyg, privat sjöfart	
Energianvändning 2017, (TWh)	Eldningsolja	0,4
	Utrikes sjöfart, diesel inkl. låginblandad biodiesel	(1)
	Utrikes sjöfart, lätt eldningsolja	(8)
	Utrikes sjöfart, tung eldningsolja	(19)
	Totalt, inrikes (Totalt, inkl. utrikes sjöfart)	0,4 TWh (28 TWh)
Utsläpp av växthusgaser 2017 (Mton CO ₂ -ekv.)	Totalt, territoriella utsläpp från inrikes sjöfart (officiell statistik) (Enligt ny metod framtagen av Naturvårdsverket i maj 2019)	0,3 Mton CO₂-ekv. (0,7 Mton CO ₂ -ekv.)

Rederiernas kompetens

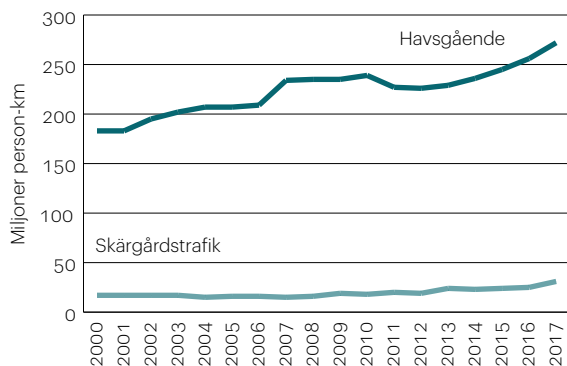
Utsläpp av koldioxid kan i många fall reduceras med mer än 50 procent i nya generationer av fartyg tack vare investeringar i ny teknik och innovationer som möjliggör drivmedelsbyte, skrovoptimering, bottenfärgsutveckling, optimering av drivlinan, etcetera. Teoretiskt är det tekniskt möjligt att konstruera och driva fartyg fossilfritt. Barriärerna utgörs av kostnad,

tillgång på biodrivmedel, och logistiska lösningar men även kunskapsbrist. Fartyg byggs, till skillnad från vägfordon, i små serier av en globalt fragmenterad varvsindustri. De flesta fartyg byggs i standardstorlekar baserad på traditionell teknik, produktionsvänlighet samt de krav som anges i internationella konventioner. Rederier som vill vara innovativa måste själva, eller via nätverk, utveckla kompetens och förmåga att driva en teknikutveckling (Föreningen Svensk Sjöfart, 2019).

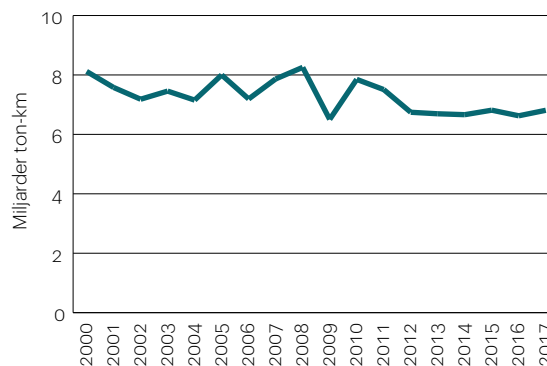
17 Utrikes sjöfart inbegriper fartyg på internationell resa inklusive fartyg som endast anlöpt svenskt territorium eller hamn för att bunkra fartygsbränsle men inte utfört lastning eller lossning av gods eller passagerare.

18 Inrikes sjöfart omfattar fartyg som trafikerar två eller flera svenska hamnar och bunkrar bränslet i Sverige.

Figur 25: Persontransportarbete inrikes sjöfart längs svenska kusten, uppdelat i havsgående och skärgårdstrafik. Uttryckt i miljoner person-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



Figur 26: Godstransportarbete inrikes sjöfart längs svenska kusten, uttryckt i miljarder ton-km. Källa: Trafikanalys, 2019.



Hamnarnas avgifter

Hamnarna är en fundamental del av sjöfartens infrastruktur och spelar en central roll för att sjöfarten ska kunna bli fossilfri. Tillgänglighet till infrastruktur för alternativa drivmedel och möjlighet att ansluta fartygen till hamnens elnät (så kallad landström), effektiva lastningar- och lossningar, optimerade fartygsanlöp, miljö- och klimatstyrande hamnavgifter är några exempel på verktyg som hamnen förfogar över. Det finns cirka 50 hamnar i Sverige och de största gods- hamnarna finns i Göteborg, Helsingborg, Malmö, Trelleborg, Karlshamn, Norrköping, Oxelösund, Stockholm, Gävle och Luleå. De största passagerarhamnarna finns i Stockholm, Helsingborg och Göteborg. Majoriteten av hamnarna i Sverige är kommunalägda men i vissa hamnar drivs terminalerna av globala terminalbolag med långa koncessioner.

Kostnaderna för hamnavgifter står för en betydande andel av den totala transportkostnaden beroende på segment. De har en stor potential att påverka genom att exempelvis använda miljödifferenterade avgifter som gynnar miljö- och klimatvänliga fartyg och rederier.

Infrastruktur för exempelvis landström och bunkring av LNG (flytande naturgas) i hamnar berörs av EU-direktivet (2014/94/EU) om utbyggnad av infrastrukturen för alternativa bränslen. Flera hamnar har lämplig infrastruktur på plats

och flera andra ligger långt fram i planeringen. Vissa hamnar meddelar dock att det saknas efterfrågan bland kunderna. Sammantaget understryker det behovet av samverkan mellan hamnar och rederier (Föreningen Svensk Sjöfart, 2019).

Energianvändning och utsläpp inom sjöfarten

Sjötransporter är ofta energieffektiva, på grund av en låg drivmedelsförbrukning per vikt och sträcka av transporterat gods. Utsläppen av utrikes transport via sjöfart omfattas inte av nationella klimatmål. Fartyg används i internationell trafik i större utsträckning än vägfordon och spårfordon varför drivmedelstillförsel för bunkring i Sverige omfattar betydande kvantiteter som inte förbrukas i nationell trafik (Sweco, 2019). Det har dock funnits osäkerheter i statistik och en ny beräkningsmetod har vid denna rapportens slutfas medfört att utsläppssiffror för inrikes sjöfart, inklusive fritidsbåtssektorn, har fördubblats: från 342 000 ton koldioxid-ekvivalenter till 662 000 ton koldioxid-ekvivalenter (Naturvårdsverket, 2019e).

Drivmedel för marint bruk som i huvudsak återfinns på den svenska marknaden är tyngre eldningsolja (även kallad tjockolja, HFO), lättare eldningsolja (gasolja, MGO) samt lågsvavliga varianter (ECA-olja/ULFSO med flera). Utbudet

av lågsvavliga alternativ har ökat efter att svavel-direktivet infördes.¹⁹ Svavelreglerna införs globalt 2020 (Energimyndigheten, 2018c).

Förutom eldrift med grön el används i dagsläget inga större mängder förnybara drivmedel i sjöfarten. Det har dock gjorts försök med bunkring av biodrivmedel i mindre skala, 10 procent av bunkringarna från terminalen i Göteborg har utgjorts av flytande biogas, och ett antal fartyg och färjor i svenska skärgårdar använder HVO. Det finns i dagsläget begränsade incitament för användning av förnybara drivmedel i sjöfart på nationell nivå och ännu mindre på global. Den LNG (flytande naturgas) och metanol som används i sjöfarten hittills är av fossilt ursprung (Energimyndigheten, 2018c). Inom sjöfarten arbetar man främst med energieffektiviseringar, investerar i elektrifieringslösningar och siktar på att byta ut fossila bränslen mot biobränslen och biogas (Sweco, 2019).

Åtgärder inom sjöfart för omställning av transportsektorn

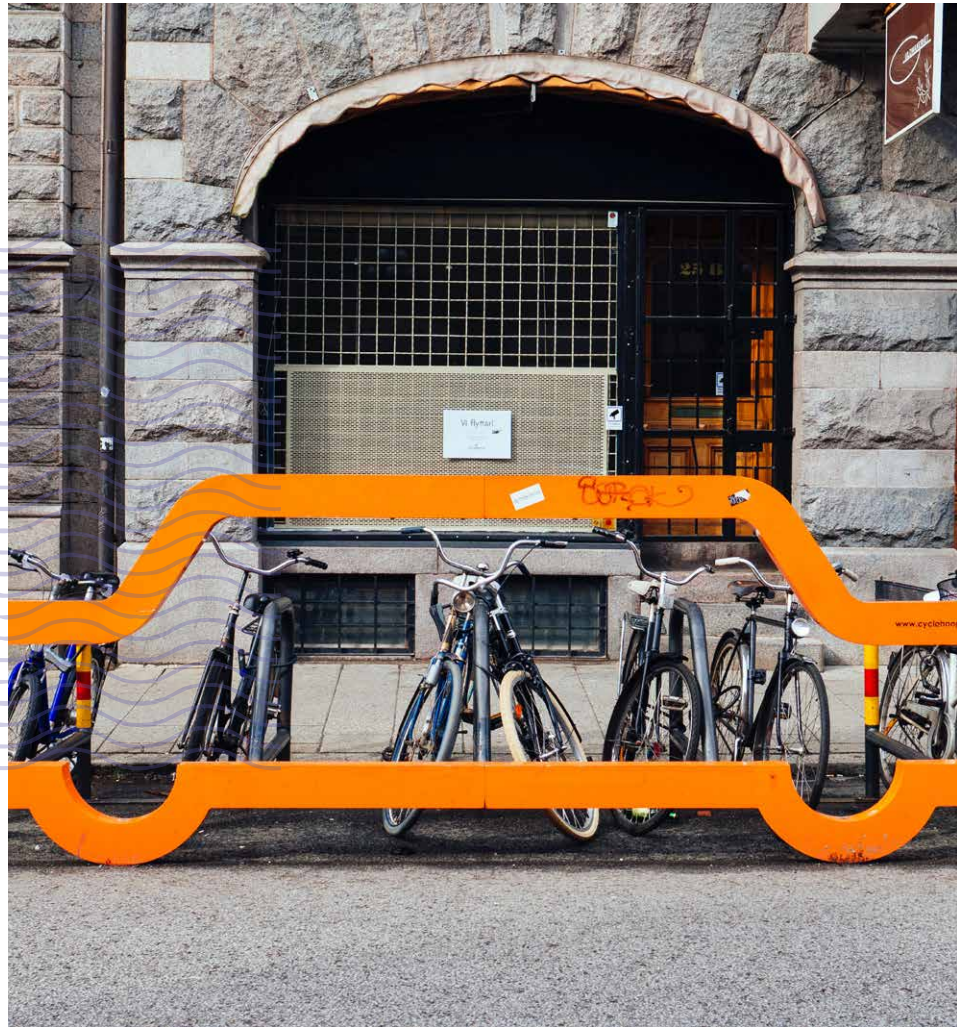
Nödvändiga förändringar för att uppnå en fossilfri sjöfart, som sjöfartsnäringsen inte har egen rådighet över, är bland annat tillgången på hållbara drivmedel, utformningen av regelverk, statliga styrmedel eller transportköparnas betalningsvilja för hållbara transporter. Dessa faktorer innebär att utöver åtgärder från rederierna krävs även att andra aktörer bidrar till att skapa förutsättningar som leder till att sjöfarten kan nå klimatmålet. Nödvändiga förändringar som sjöfartsnäringsen har egen rådighet över är bland annat passagerares möjlighet att klimatkompensera, öka fyllnadsgraden, öka transportköparnas kunskap om sjöfartens klimatfördelar, testa, utveckla och investera i ny teknik och nya drivmedel samt energieffektivisering (Färdplan Sjöfart, 2019). Samarbete mellan huvudaktörer som transportköpare, hamnar, akademi, marinteknikföretag, varv, energileverantörer, myndigheter, politiker och redare behövs för att åstadkomma omställningen.

I arbetet med att ta fram en färdplan för sjöfarten identifierades några av följande åtgärder som behöver beaktas eller genomföras i närtid:

- **Övergång från fossila drivmedel till förnybara drivmedel.**
Ett hinder till fossilfri drift är bristande tillgång på fossilfria drivmedel. En ökad produktion av inhemska förnybara drivmedel behövs för att säkerställa tillgång i närtid och framöver. Satsning på utökad inhemska produktion av biodrivmedel behöver ske nu för att anläggning(ar) kan vara i drift i höjd med år 2030.
- **Öka miljödifferenteringen i farledsavgifterna.**
Avgiftsstrukturen, som också kommer påverka många hamnars avgiftssystem, bör premiera fartygsoperatörer som vill gå över till alternativa bränslen.
- **Skapa incitament för landansluten el i hamn** för fartyg, för laddning av batterier för eldrivna fartyg och för direktöverförd el till lindragna elfärjor.
- Tillgodose behovet av ett särskilt **forsknings- och innovationsprogram** för energieffektiv och fossilfri sjöfart.
- **Minska hastighet och öka fyllnadsgrad.**
Hastighetsanpassningar av olika slag liksom fyllnadsgraden är viktiga för resurseffektiviteten. Hög fart och/eller låg fyllnadsgrad ger högre utsläpp per resursinsats och sämre effektivitet. Bland olika koncept finns slow steaming som innebär att hastigheten sänks och smart steaming som innebär optimering av hastighet i förhållande till anlop till destination.
- **Överflyttning** väg-båt, järnväg-båt och väg-järnväg-båt.

Färdplanen ger dock inga uppskattningar på ökat behov av el eller biobränsle och ovan punkter medför stora osäkerheter vad gäller energibehov.

¹⁹ Svavel-direktivet: omfattar Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen (svavelkontrollområdet, SECA). Den tillåtna svavelhalten i marint drivmedel är 0,1 procent.



Appendix

Referenser

Bilaga 1: Metodik och avgränsningar

Bilaga 2: Styrmedel transportsektorn (i urval)

Bilaga 3: Antaganden kring uppskattning
av el- och biodrivmedelsbehov

Referenser

Ahlgren, S., Björnsson, L., Prade, T. & Lantz, M., 2017. Biodrivmedel och markanvändning i Sverige. Rapport nr 105. Miljö- och energisystem, LTH/Lunds universitet.

BDI, 2019. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. [Online] Available at: <https://bdi.eu/#/artikel/news/klimaschutz-im-verkehrssektor-wirtschaft-stoesst-angrenzen-der-machbarkeit/> [Använd 04 02 2019].

Berger, A., 2019. Volvo [Avstämning] (03 05 2019).

BilSweden, 2019. [Online] Available at: <http://www.bilsweden.se> [Använd 29 03 2019].

BioDriv Öst, 2019. Perspektiv på svenska förnybara drivmedel – Utvärdering utifrån miljö kvalitets- och samhällsmål samt scenarier för inhemsk produktion till 2030.

Boverket, 2018. Regeringsuppdrag om laddinfrastruktur för elfordon. [Online] Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/nyheter-inom-energiomradet/regeringsuppdrag-om-laddinfrastruktur-for-elfordon/> [Använd 14 04 2019].

Börjesson, M., 2018. Transporterna och klimatet. [Presentation 29 08 2018]

Börjesson, P., Lundgren, J., Ahlgren, S. & Nyström, I., 2016. Dagens och framtidens hållbara biodrivmedel – i sammandrag.

CLOSER, 2018. Projekt DenCity. Slutrapport. [Online] Available at: https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/resource/files/density_-_final_report_2018_0.pdf [Använd 28 05 2019].

Energimyndigheten, 2016. Marknaderna för biodrivmedel 2016 (ER 2016:29).

Energimyndigheten, 2017. Strategisk plan för omställning av transportsektorn till fossilfrihet. ER 2017:07.

Energimyndigheten, 2018a. Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetshetslagen ER 2018:17 reviderad upplaga.

Energimyndigheten, 2018b. Informationsstöd till elbussupplägg för kollektivtrafikmän. ER 2019:03.

Energimyndigheten, 2018c. Sjöfartens omställning till fossilfrihet. ER 2017:10.

Energimyndigheten, 2019a. Energiläget i siffror, Eskilstuna: Energimyndigheten.

Energimyndigheten, 2019b. Transport. [Online] Available at: <http://www.energimyndigheten.se/statistik/transport/> [Använd 21 02 2019].

- EU Commission, 2011. TOSCA (Technological Opportunities and Strategies toward Climate-friendly Transport), EU FP7, Final Report Summary.
- EU Commission, 2018. Commission Staff Working Document Report on Raw Materials for Battery Applications, SWD(2018) 245/2 final.
- EU Commission, 2019. Implementation of the Strategic Action Plan on Batteries – COM (2019) 176.
- European Union, 2011. White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area Towards a competitive and resource-efficient Transport System. COM 2011/144.
- European Union, 2017. EU Transport in Figures 2017. ISBN 978-92-79-62312-7.
- Everoze & EVConsult, 2018. V2G Global Roadtrip: Around the World in 50 Projects. [Online] Available at: <https://www.evconsult.nl/wp-content/uploads/2018/10/Final-Report-UKPN001-S-01-I-V2G-global-review.pdf> [Använd 02 04 2019].
- Fordonsgas, 2019. [Online] Available at: www.fordonsgas.se [Använd 08 05 2019].
- Föreningen Svensk Sjöfart, 2019. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: Sjöfartsnäringen.
- Föreningen Svenskt Flyg, 2018. Färdplan för konkurrenskraft näringsliv: Flygbranschen.
- Grahn, M., 2018. Nya drivmedel. Presentation från 2017. Available at <https://www.vinnova.se/content/assets/23f056bb899e4269a0f16f8abf3d8ba7/nya-drivmedel-maria-grahn-chalmers.pdf>. [Använd 14 01 2019].
- HUI Research, 2017. Transportnäringen och jobben – en framtidsspaning. På uppdrag av Transportföretagen.
- HUI Research, 2019. Svensk Digital Handel och PostNord, E-barometern. Årsrapport 2018.
- Johansson, B. & Jonsson, D., 2018. Beredskap i framtida energisystem. En analys med utgångspunkt i Energimyndighetens ”Fyra framtider”, FOI-R--4589--SE.
- Kamb, A. och Larsson, J. 2018. (rev. februari 2019). Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990–2017.
- KNEG, 2018. KNEG Resultatrapport 2018. [Online] Available at: <https://kneg.org/kneg-resultatrapport/> [Använd 25 02 2019].
- Lighthouse, 2018. Elektrifiering av sjöfarten en nulägesbeskrivning av teknik och marknadsläge inom maritim elektrifiering och analys av behov och möjligheter för elektrifiering inom sjöfarten.
- Miljöfordon, 2019. [Online] Available at: www.miljofordon.se [Använd 08 05 2019].
- MotorMagasinet, 2019. www.motormagasinet.se. [Online] Available at: https://www.motormagasinet.se/article/view/581446/stor_skillnad_pa_registreringar_och_nybilforsaljning_under_2017 [Använd 10 05 2019].
- Naturvårdsverket, 2019a. Miljöarbete i samhället. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Utslappshandel/> [Använd 24 02 2019].
- Naturvårdsverket, 2019b. Växthusgaser utsläpp från inrikes transporter. [Online] Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/> [Använd 23 04 2019].
- Naturvårdsverket, 2019c. Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan. Rapport 6879.

Naturvårdsverket, 2019d. Växthusgaser, utsläpp från arbetsmaskiner. [Online] Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-arbetsmaskiner/> [Använd 20 03 2019].

Naturvårdsverket, 2019e. Nyhet Förbättrad metod för att mäta utsläpp från sjöfart. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Forbatttrad-metod-for-att-mata-utslapp-fran-sjofart/> [Använd 06 05 2019].

Naturvårdsverket, 2019f. Utsläpp av växthusgaser från utrikes sjöfart och flyg. [Online] Available at: www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-utrikes-sjofart-och-flyg/ [Använd 12 04 2019].

Ny Teknik, 2019. Gotland och Skåne får anlägga nya test-elvägarna. [Online] Available at: <https://www.nyteknik.se/premium/gotland-och-skane-far-anlagga-nya-test-elvagarna-6955089> [Använd 28 04 2019].

omEV, 2019. omEV. [Online] Available at: <https://omev.se> [Använd 28 03 2019].

Puss-el, 2018. Vad behövs för att elektrifiera transportsystemet i Göteborg?

Regeringskansliet, 2018. Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter – en nationell godstransportstrategi, N2018.21.

Regeringskansliet, 2019. Hållbara städer och samhällen. [Online] Available at: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/hallbara-stader-och-samhallen/> [Använd 28 05 2019].

SCB, 2019. www.scb.se. Statistikdatabas juni 2019.

Sjöfartsverket, 2019. [Online] Available at: <http://www.sjofartsverket.se/Om-oss/Jobba-hos-oss/> [Använd 22 05 2019].

SOU, 2015. En annan tågordning – bortom järnvägsknuten SOU 2015:110. Näringsdepartementet.

SOU, 2019. Biojet för flyget. SOU 2019:11. Miljödepartementet.

Sweco, 2016. Scenarier för gasanvändning i transportsektorn till 2030.

Sweco, 2019. Klimatneutral konkurrenskraft. Kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplaner. På uppdrag av Svenskt Näringsliv.

Svenska Miljöinstitutet IVL, 2018. Rapport 2018:18 Avfall Sveriges Utvecklingssatsning. Rapport nummer C336).

Sveriges Åkeriföretag, 2019. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft- Åkerinäringen.

Trafikanalys, 2015. Lastbilars klimateffektivitet och utsläpp. Rapport 2015:12.

Trafikanalys, 2016a. Godstransportflöden – Analys av statistikunderlag Sverige 2012–2014. Rapport 2016:9.

Trafikanalys, 2016b. Urbana godstransporter. PM 2016:5.

Trafikanalys, 2016c. Godstransporter – en omvärldsanalys. PM 2016:6.

Trafikanalys, 2017. Distanshandelns transporter. Rapport 2017:9.

Trafikanalys, 2018a. Transportarbete, 2000–2017. [Online] Available at: www.trafa.se [Använd 10 04 2019].

Trafikanalys, 2018b. Fordon 2018. [Online] Available at: https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/fordon/2019/fordon_2018_blad.pdf? [Använd 25 04 2019].

Trafikanalys, 2019. Styrmedel för tunga miljövänliga lastbilar. 2019:2.

Trafikutskottet, 2018. Fossilfria drivmedel för att minska transportsektorns klimatpåverkan – flytande, gasformiga och elektriska drivmedel inom vägtrafik, sjöfart, luftfart och spårbunden trafik. Rapport 2017/2018:RFR13.

Trafikverket, 2017. Nationellt cykelbokslut 2016. 2017:126.

Trafikverket, 2018a. Rapport – Infrastruktur för snabbbladdning längs större vägar – ett regeringsuppdrag. Rapport nr 2018:172.

Trafikverket, 2018b. Elvägpilot. [Online] Available at: <https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/aktuellt-for-dig-i-branschen/2018-09/elvagspilot/> [Använd 25 04 2019].

Trafikverket, 2019. PM – Minskade utsläpp men snabbare takt krävs för att nå klimatmål.

WSP, 2013. Elektrifierade vägar för tunga godstransporter. Underlag till färdplan.

WSP, 2016. Fördubblad marknadsandel för kollektivtrafik till år 2030. Hur kan vi nå dit och vad blir konsekvenserna?

WSP, 2017. Kollektivtrafikens samhällsnytta. På uppdrag av Svensk Kollektivtrafik.

Bilaga 1: Metodik och avgränsningar

Projektet har bedrivits utifrån IVAs väl beprövade projektmodell i bred samverkan med andra organisationer i ett gränsöverskridande arbete mellan akademi och näringsliv. Det har också skett i samråd och samarbete med projektets arbetsgrupper i delprojekten och med ett parallellt IVA-projekt Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi. Vidare har arbetsgruppen utgått från tidigare utförda studier och använt siffror för övergripande analyser.

Rapporten har genomlästs och kommenterats av Fredrik Larsson, såsom representant för Svensk Sjöfart (adjungerad medlem i arbetsgruppen Transportsystem). Denna rapport har också genomlästs och kommenterats av Anders Nordelöf och Anders Grauers såsom representanter för, och forskare inom, Swedish Electromobility Centre samt Maria Grahn, Chalmers.

adresseras framför allt av IVAs projekt Resurseffektivitet och cirkulär ekonomi, arbetsgrupp Mobilitet. Vidare har kollektivtrafik adresserats men inte fördjupats. Vad gäller arbetsmaskiner ges en kompletterande bild av Industrisystemgruppen. Vi har i denna rapport berört effektkapacitet i nät och biodrivmedel med flera energirelaterade frågor som är nödvändiga för transportsystemets utveckling. Dessa och andra energisystemfrågor behandlas djupare av Energisystemgruppen inom projektet.

Omfattning och avgränsningar

Vi har valt att inkludera etappmålet år 2030 i vårt arbete för att visa på den stegvisa serien av åtgärder, och det inbördes beroendet mellan åtminstone flera av dessa åtgärder över hela transportsystemet, för att nå olika delmål. Valet har gjorts också för att peka på att alla delar i transportsystemet behöver ställas om redan nu för att nå uppsatta mål.

I detta arbete har fokus varit på transportsystemet och direkta utsläpp relativt produktion. Indirekta utsläpp som sker till exempel vid tillverkning av fordon, infrastruktur och drivmedel, har berörts marginellt och främst i syfte att visa på att dessa bör tas med i hållbarhetsdeklarationer av produkter.

Ett konsumtionsperspektiv på transporter kan ge en mer livstilsbaserad syn på transportsystemets totala klimatbelastning. Vi har dock här endast övergripande adresserat ett sådant perspektiv bland annat kring mobilitetsfrågor. Det ska också understrykas att mobilitet och associerade tjänster

Bilaga 2: Styrmedel transportsektorn

Urval av styrmedel och regelverk som berör transportsektorn sammanfattas i nedan.

Bonus-malus infördes 2018 för nya personbilar, lätta lastbilar och lätta bussar sålda i Sverige för att premiera, med en bonus, lätta fordon med relativt låga utsläpp av koldioxid vid inköpstillfället och belasta med högre fordonsskatt (malus) fordon med relativt höga utsläpp. Systemet omfattar enbart inköp av nya fordon och medför att fordon med dieselmotorer belastas relativt hårdare än bensindrivna. Syftet är också att efterhand skärpa kraven på klimatpåverkan från fordon, öka omställningstakten i den lätta fordonflottan och hårdare beskatta nya fossildrivna fordon

Hållbarhetslagen som innebär att den som levererar biobränslen måste kunna visa att vissa hållbarhetskriterier är uppfyllda. De omfattar hela produktionskedjan och ställer bland annat krav på att biobränslen ska ha minst 50 procent lägre klimatpåverkan än fossila motsvarigheter. Kriterierna har sitt ursprung i EUs förnybarhetsdirektiv.

Reduktionsplikten syftar till att fossil bensin och diesel byts ut mot biodrivmedel med låga utsläpp ur ett livscykelperspektiv. Alla drivmedelsleverantörer måste varje år, till exempel via stegvis ökad inblandning av biodrivmedel i fossil bensin och diesel, minska klimatpåverkan från dessa. Biogas samt höginblandade bränslen som RME100 och HVO100 är fortsatt utanför systemet och är skattebefriade till och med 2020, något Sverige måste fortsatt söka särskilt tillstånd för hos EU-kommissionen.

Lagstiftningen anger en indikativ reduktionsnivå för år 2030 till 40 procent utsläppsreduktion, vilket innebär en inblandning av biodrivmedel på cirka 50 procent. Hur systemet långsiktigt ska utvecklas och vilka inblandningsnivåer som årsvis ska gälla efter år 2021 ska beslutas vid en första "kontrollstation" (Energimyndigheten ansvarar för kontrollstationen och presenterar resultaten i juni 2019).

Clean Vehicles-direktivet (inom Clean Mobility Package) reviderar direktivet om rena fordon. Syfte är att via offentlig upphandling öka marknaden för fordon med låga eller inga utsläpp, och fordon med alternativ drivlina som exempelvis CNG och LNG.

"CO₂-lagstiftningen" syftar till att minska de genomsnittliga koldioxidutsläppen från nya lätta och tunga fordon. För lätta fordon gäller en minskning med 35 procent till 2030, jämfört med 2021. För tunga fordon med förbränningsmotorer gäller en minskning med 15 procent till 2025 och med 30 procent till 2030 jämfört med 2019. I kommande uppdatering av lagstiftningen ingår vaggan-till-gravenperspektiv vilket gynnar fordon som använder stor andel biodrivmedel.

Stadsmiljöavtalen infördes 2015 för att möjliggöra ökade persontransporter via kollektivtrafik eller cykeltrafik i städer med syfte att främja hållbara stadsmiljöer. I maj 2019 ingår även urbana godstransporter för lösningar vad gäller exempelvis samlastning och godstransporter per cykel.

Svavel-direktivet 2015 skärptes kraven på svavelhalten i sjöfartens bränsle och utsläpp i det svavelkontrollområdet (SECA) som omfattar Östersjön, Engelska kanalen och Nordsjön.

EU-ETS, EU:s handelssystem syftar till att begränsa utsläppen av växthusgaser. Detta görs genom att en övre gräns sätts för hur stora de totala utsläppen från företagen i systemet får vara. Denna högsta tillåtna gräns kallas "utsläppstak". EU-ETS omfattar flyget. (Naturvårdsverket, 2019a)

Bilaga 3: Antaganden kring uppskattning av el- och biodrivmedelsbehov

El

Arbetsgruppen utgår från antalet personbilar som går på el. Gruppen har som max-scenario valt baserat på Power Circles prognos (januari 2019) som indikerar 1,7 miljoner batteri-elfordon och 0,8 miljoner plug-in-hybrider år 2030, det vill säga cirka 50 procent av personbilarna är el-baserade. Ett minimum-scenario baseras på cirka 50 procent av max-scenariots siffror.

VÄG: 5- 10 TWh

Personbilar 1,5–2,5 miljoner laddbara elbilar (ersätter motsvarande antal bilar med förbränningsmotorer): 4–6 TWh (att jämföra med att personbilar uppskattningsvis använder 0,5 TWh idag) baserat på en antagen årlig körsträcka 12000 km och energiåtgång på 20 kWh/100km uppskattas behovet av elenergi till cirka 5 TWh.

Tunga lastbilar och bussar (stadsbussar och regionbusstrafik): 4 TWh (max-scenario, beror på upphandling, med mera).

FLYG: 0

SPÅR: 3,5 TWh (ökad trafik, övergång fr diesellok till el)

SJÖ: oklart

Biodrivmedel

Uppskattningen utgår från en hög elektrifieringstakt om att ersätta 2,5 miljoner personbilar med laddbara elbilar och ställa om delar av den lätta och tunga lastbilsflottan samt delar av bussflottan till eldrift

- Personbilar: 25 TWh fossila drivmedel återstår
- Lätta lastbilar och tunga lastbilar: 20 TWh fossila drivmedel återstår

Det ger totalt cirka 45 TWh fossila drivmedel som ska reduceras 70 procent till 2030, det vill säga 30–35 TWh

- Biodrivmedel idag utgör cirka 20 TWh.
- FLYG: behov av biodrivmedel till 2030: 4 TWh

Det ger ett totalt biodrivmedelsbehov på 34–39 TWh varav cirka 15–20 TWh behövs utöver dagens nivå.

- Efter 2030: möjligt att växla till annan användning och möjligt att minska import.
- 2030–2045: Tung trafik: fortsatt behov. Fossila "rester" för sjöfart och luftfart.

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA och IVAs projekt, se IVAs webbplats: www.iva.se.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2019
Box 5073, SE-102 42 Stockholm
Tfn: 08-791 29 00

Inom ramen för IVAs verksamhet publiceras rapporter av olika slag. Alla rapporter sakgranskas av sakkunniga och godkänns därefter för publicering av IVAs vd.

IVA-M 502
ISSN: 1100-5645
ISBN: 978-91-7082-982-6

Projektledning: Kristina Haraldsson, HIFAB
Text: Kristina Haraldsson, HIFAB
Redaktör: Camilla Koebe, IVA
Illustrationer: Moa Sundkvist & Pelle Isaksson
Layout: Anna Lindberg & Pelle Isaksson, IVA
Tryck: EO Grafiska

Denna rapport finns att ladda ned via www.iva.se



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

i samarbete med

