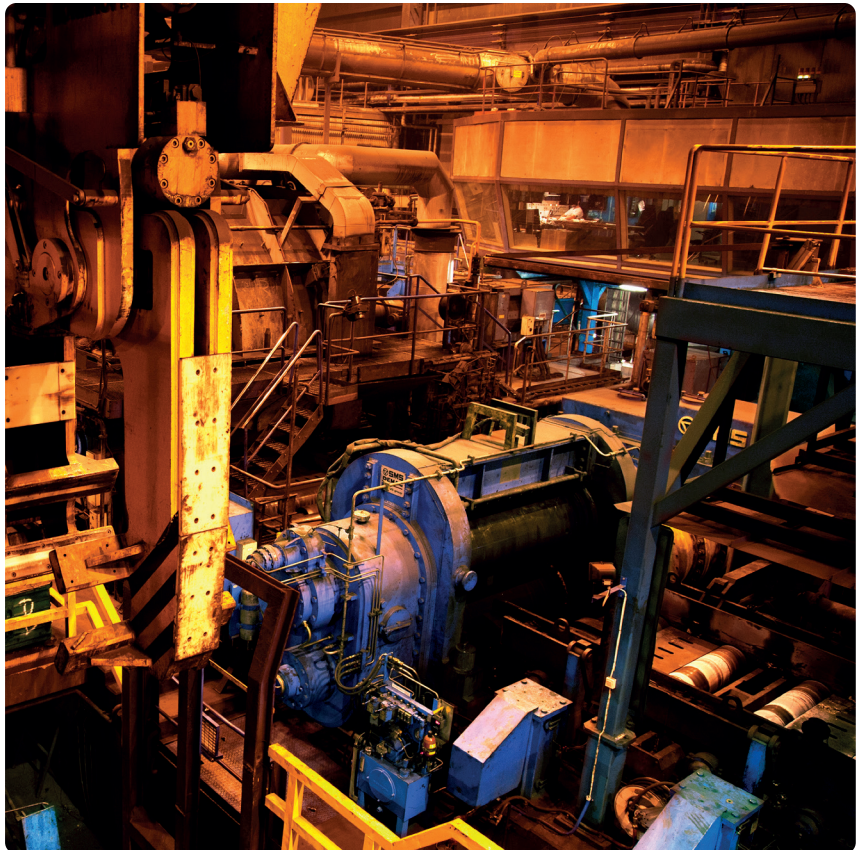


# Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen 2019

Industrin i fokus

RAPPORT 6911 • DECEMBER 2019



# Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen

Industrin i fokus

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 16 00

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6911-7

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2019

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2019

Omslag: Kenneth Hellman / Johnér bildbyrå

# Förord

Sveriges territoriella nettoutsläpp ska vara noll senast år 2045 och bör nå etappmål på vägen dit. Klimatstatistik behövs för att följa upp utvecklingen och för att kunna analysera vilka faktorer som påverkar trenderna. Generationsmålet behöver också följas upp, vilket kan göras med hjälp av statistik om miljö- och klimatpåverkan till följd av svensk konsumtion.

Naturvårdsverket har, på egen initiativ, tagit fram denna rapport för att följa upp utvecklingen mot de svenska klimatmålen och klimataspekter av Generationsmålet.

Årets rapport innehåller en fördjupad analys av industrins klimatomställning. Analysen tar avstamp i de slutsatser som Naturvårdsverket presenterade i underlaget till klimatpolitisk handlingsplan under våren 2019. I rapporten analyseras möjligheter och förutsättningar för att ställa om industrin till nära noll i utsläpp.

Rapporten innehåller även en redovisning av utvecklingen från 1990 till 2018 för territoriella utsläpp av växthusgaser och nettoupptag av växthusgaser inom markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk. Dessutom presenteras analyser av olika faktorer som påverkar utvecklingen. För uppföljning av klimatpåverkan till följd av svensk konsumtion presenteras konsumtionsbaserade utsläpp samt ett urval av indikatorer för konsumtionsområden med hög klimatpåverkan.

Rapporten har skrivits av Johannes Morfeldt, Daniel Engström Stenson, Katarina Wärmark, Roman Hackl, Ulrika Svensson, Malin Kanth, Dag Henning, Jonas Allerup, Frida Löfström, Erik Adriansson, Hakam Al-Hanbali, Sara Berggren, Björn Boström, Linus Johansson och Emilia Samuelsson, alla vid Klimatavdelningen på Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket ansvarar för den officiella statistiken för klimatpåverkande utsläpp samt för uppföljningen av det svenska klimatarbetet och av såväl nationella som internationella klimatmål och -åtaganden.

Stockholm 13 december 2019

Stefan Nyström  
Chef Klimatavdelningen

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>9</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>13</b>
1.1 Sverige ska nå netto-noll utsläpp senast 2045	13
1.2 Blygsam minskning av Sveriges utsläpp senaste åren	15
<b>2 INDUSTRINS KLIMATOMSTÄLLNING</b>	<b>21</b>
2.1 Halverade utsläpp inom industrin till 2045	21
2.2 Ökad materialeffektivitet i samhället kan bidra med stora utsläppsminskningar	30
2.3 Biomassans roll i industrins klimatomställning	41
2.4 Utsläppshandelns styreffekt försvagas genom stor tilldelning av gratis utsläppsrätter	47
2.5 Stödet för omställningen finns på plats men styrningen är inte tillräcklig	55
<b>3 FÖRDJUPNING OM SVERIGES TERRITORIELLA UTSLÄPP OCH UPPTAG</b>	<b>62</b>
3.1 Industri	65
3.2 Inrikes transport	73
3.3 Jordbruk	86
3.4 El och fjärrvärme	96
3.5 Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	105
3.6 Arbetsmaskiner	111
3.7 Avfall	112
3.8 Produktionsanvändning och övrigt	116
3.9 Markanvändning	118
3.10 Biogena koldioxidutsläpp	131
<b>4 FÖRDJUPNING OM KLIMATPÅVERKAN TILL FÖLJD AV KONSUMTION</b>	<b>135</b>
<b>5 FÖRDJUPNING OM OLIKA SÄTT ATT BERÄKNA UTSLÄPP FRÅN UTRIKES TRANSPORTER</b>	<b>147</b>
<b>6 KÄLLFÖRTECKNING</b>	<b>153</b>
<b>BILAGA: DETALJERADE DATA</b>	<b>159</b>

# Sammanfattning

Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser var 51,8 miljoner ton år 2018, vilket motsvarar en minskning om 1,8 procent jämfört med 2017. Sveriges territoriella nettoutsläpp ska vara noll senast år 2045 och bör nå etappmål på vägen dit. Årets rapport innehåller en fördjupad analys av trender i den svensk klimatomställningen med fokus på industrin samt en redovisning av utvecklingen från 1990 till 2018 för territoriella utsläpp av växthusgaser och nettoupptag av växthusgaser och klimatpåverkan till följd av svensk konsumtion.

För att nå Sveriges långsiktiga mål – att nå netto-noll i utsläpp av växthusgaser senast 2045 – behövs en omfattande omställning inom industrin. Industrin står för omkring en tredjedel av Sveriges nuvarande utsläpp av växthusgaser. För att minska utsläppen behövs bränslebyten, effektivisering och andra mindre förändringar i befintlig produktionsteknik samt investeringar i helt nya tekniker såsom koldioxidinfångning och -lagring, och vätgasbaserad järn- och stålproduktion. De nya teknikerna är nödvändiga för att industrins utsläpp ska nå nära noll. Utmaningen för industrin består nu främst i att genomföra teknikomställningen i full skala. Färdplanerna som tagits fram i samverkan med Fossilfritt Sverige visar även att omställningen är förankrad hos företag och branschorganisationer.

Industrin står redo för omställningen och det offentliga tillhandahåller betydande medel för ny teknik, men den politiska styrningen ger inte tillräckliga incitament för att genomföra omställningen. Det finns medel för forskning, demonstration och pilotanläggningar tillgängliga hos både svenska och europeiska finansiärer. Däremot har styrsignalen från EU:s system för handel med utsläppsrätter begränsat genomslag på grund av hög gratis tilldelning av utsläppsrätter. Regeringen behöver redan nu sätta spelreglerna för att tillse att omställningen av den svenska industrin inte avstannar. Det handlar både om att verka inom EU för en ytterligare reform av EU:s system för handel med utsläppsrätter, och om att utreda komplement till handelssystemets styrsignal.

## **Utsläpp från industrin kan halveras till 2045 utifrån nuvarande intentioner och mer är på gång**

Industrins utsläpp kan halveras till år 2045 om företagens och branschorganisationernas nuvarande intentioner genomförs. Merparten av utsläppsminskningen bedöms ske redan tidigare, mellan 2025 och 2035. Den största effekten ges genom införandet av ny typ av produktionsteknik inom järn- och stålindustrin, den så kallade HYBRIT-processen (*Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology*), och att SSAB planerar att stänga masugnarna och koksverk i Oxelösund redan 2025. Näst störst effekt ges av de koldioxidinfångning och -lagringsprojekt (*Carbon Capture and Storage – CCS*) som planeras av Cementa och Preem. Bedömning är gjord utifrån färdplaner inom Fossilfritt

Sverige kombinerat med pressmeddelanden från företag och branschorganisationer. Förutom dessa åtgärder bedöms även ett flertal kommande initiativ kunna bidra med utsläppsminskningar, men då de inte är tillräckligt formaliserade eller inte beskriver möjliga effekter på utsläpp tydligt så har de inte kunnat kvantifieras. Nuvarande styrning bedöms dock inte vara tillräckligt för att dessa åtgärder ska genomföras.

Flera studier pekar på att resurseffektivisering i samhället har en stor potential för minskad klimatpåverkan. Den här typen av åtgärder omfattas dock inte normalt i scenarioanalyser såsom den som beskrivs ovan. Inom EU skulle över 60 procent av utsläppen från stål-, kemi- och cementindustri kunna elimineras med hjälp av ökad materialeffektivitet i samhället och cirkulära affärsmodeller. Studier visar dessutom att åtgärder för ökad cirkularitet behövs i relativt stor utsträckning även för de scenarier som fokuserar på CCS eller andra nya processer för att nå klimatmålen. Underlagen visar även på möjligheter till lägre kostnader för klimatomställningen genom fokus på materialeffektivisering och cirkulära affärsmodeller även om kostnadsskattningarna fortfarande är osäkra. I vilken utsträckning som den här typen av åtgärder kan bidra till att nå Sveriges långsiktiga klimatmål skulle dock behöva utredas vidare då specifika underlag för Sverige saknas i dagsläget. Studier på global nivå visar på betydande synergier med andra hållbarhetsmål om utgångspunkten för att uppnå 1,5-gradersmålet är ökad resurseffektivitet i samhället.

En ökad efterfrågan av biomassa förväntas i framtiden till följd av industrins klimatomställning, som bränsle, för produktionen av biodrivmedel och som material med lägre växthusgasutsläpp såsom biobaserad plast. Biomassa används idag främst till papper, träprodukter och bränsle. Sverige har stor men ändå begränsad tillgång på biomassa. Hur mycket skog som kan avverkas beror på skogens tillväxt på den produktiva skogsmarken. Samtidigt som efterfrågan är stor så måste utvinningen ske på ett hållbart sätt där bland annat skyddet av biologisk mångfald säkerställs. Biomassan behöver därför användas effektivt ur ett samhällsperspektiv. Det kan exempelvis handla om samproduktion av material och energi.

### **Styrningen av industrins klimatomställning är inte tillräcklig**

Den nuvarande politiska styrningen av industrins klimatomställning bygger främst på EU:s system för handel med utsläppsrätter och investeringsstöd för ny produktionsteknik. Sedan inledningen av 2018 har priset på utsläppsrätter inom EU:s system för handel med utsläppsrätter tredubblats och har under 2019 legat runt 25 EUR per ton. Ökningen beror till stor del på beslutade ändringar av systemet. Samtidigt finns det en mekanism inom systemet som ska säkerställa europeisk industrins konkurrenskraft genom att tilldela företag gratis utsläppsrätter om de anses vara i hög risk för koldioxidläckage. Tilldelningen av gratis utsläppsrätter till industrianläggningar har varit fortsatt hög under tredje handelsperioden, vilket begränsar systemets styrsignal.

Mängden utsläppsrätter som tilldelats företagen gratis har varit högre än utsläppen från anläggningarna för Sverige som helhet under den tredje handelsperioden. Ju högre andelen utsläppsrätter som delas ut gratis desto mer försvagas styrsignalen som systemet skickar till konsumenterna och slutanvändarna av industrins produkter. För att styrsignalen ska få full effekt även för styrningen av industrins klimatomställning så behöver gratis tilldelning fasas ut. Om risken för koldioxidläckage kvarstår i framtiden så behöver den därför hanteras på andra sätt. För att framtidssäkra systemet behövs dessutom ytterligare revideringar avseende hur ett eventuellt fortsatt överskott av utsläppsrätter hanteras.

Det finns idag ett antal finansieringsprogram med syfte att stötta industrins omställning. Från svenska offentliga finansörer finns 2020 runt 1,3 miljarder kronor årligen. Därutöver finns EU-medel, exempelvis Innovationsfonden, om cirka 15 miljarder kronor årligen där det dock är svårt att specificera hur mycket som är öppet för just svensk industri. De flesta program och merparten av medlen är riktade mot tidiga delar av innovationskedjan, som forskning, utveckling och demonstration av ny teknik.

För att ny teknik ska kommersialiseras och spridas behöver dock dagens stödstruktur kompletteras, exempelvis för att främja investeringar i gemensam infrastruktur och, i vissa fall, ytterligare investeringsstöd till företag. Oavsett eventuellt stöd som ges i slutskedet av innovationskedjan är det viktigt att en produkts klimatpåverkan avspeglas i priset. Därför måste nuvarande system med gratis tilldelning ändras så att systemet främjar spridningen av koldioxidfri teknik även inom tillverkningsindustrin. Andra styrmedel, såsom förbud mot vissa koldioxidintensiva produkter när klimatneutrala alternativ finns tillgängliga eller upphandlingsregler som främjar klimatneutrala alternativ, skulle även kunna införas som komplement.

### **Blygsam minskning av Sveriges territoriella utsläpp**

Utsläppen av växthusgaser var 51,8 miljoner ton år 2018, vilket motsvarar en minskning om 1,8 procent jämfört med 2017. Jämfört med 1990 var utsläppen 27 procent lägre. Det senaste årets minskning syns i alla sektorer förutom el och fjärrvärme vars utsläpp ökade på grund av kallt väder i början av året samtidigt med bristande tillgång till biobränslen under hösten 2017 och vintern 2018. De sektorer där utsläppen minskade mest var inrikes transporter, främst på grund av en ökad användning av biodrivmedel, och industrin, främst på grund av lägre järn- och stålproduktion.

Riksdagen har antagit ett långsiktigt mål om att utsläppen av växthusgaser ska nå netto-noll senast år 2045. Det innebär att utsläppen inom Sveriges gränser ska ha minskat med minst 85 procent senast år 2045 jämfört med 1990. Utsläppen hade 2018 minskat med 27 procent jämfört med 1990. Minskningen skedde framförallt under perioden 2003–2014. De främsta åtgärderna som har bidragit är utbyggnaden av fjärrvärmnäten tillsammans med den följande övergången från oljeeldade



värmepannor till både el och fjärrvärme, och större användning av biobränslen inom industrin. Effektivare bilar och ökad användning av biodrivmedel har även bidragit inom inrikes transporter på senare år. Biobränslen, tillsammans med ökad förbränning av avfall, har bidragit till minskade utsläpp inom el- och fjärrvärmeproduktion. Utsläppen från avfall har minskat till följd av minskad deponering av organiskt avfall. Den ökade användningen av biobränslen har kunnat ske utan att påverka det sammantagna upptaget av koldioxid på skogsmark, som ligger på samma höga nivå 2018 som 1990.

Effekten av styrmedel på de faktiska utsläppen är ofta fördröjd. I många fall har utsläppen minskat till följd av åtgärder och styrmedel som införts tidigare, såsom investeringar i infrastruktur för fjärrvärme och skatter på energi och koldioxidutsläpp. Konjunkturen påverkar även utsläppsutvecklingen, såsom de lägre utsläpp inom basindustrin till följd av den ekonomiska krisen 2009.

### **Utsläppen inom icke-handlande sektorn minskar men är fortfarande över den indikativa utsläppsbanan**

Utsläppen inom den icke-handlande sektorn var 31,4 miljoner ton 2018, vilket motsvarar en minskning om 3,5 procent jämfört med 2017 och 32 procent jämfört med 1990. Inom den icke-handlande sektorn (aktiviteter utanför EU:s system för handel med utsläppsrätter – EU ETS) finns fastställda etappmål för utvecklingen fram till 2045. Etappmålen säger att utsläppen bör ha minskat med 40 procent till 2020, 63 procent till 2030 och 75 procent till 2040, jämfört med 1990.

Kompletterande åtgärder som motsvarar respektive 13 procentenheter, 8 procentenheter och 2 procentenheter kan nyttjas för respektive etappmål. Etappmålet för 2020 bedöms kunna nås om internationella utsläppsenheter används eller om utsläppen minskar ytterligare. Utsläppsnivån för år 2017 och 2018 låg marginellt över den indikativa utsläppsbanan för målen 2030 och 2040. Utsläppen behöver därmed minska snabbare under kommande år för att målen ska nås i tid.

Inrikes transporter (exkl. koldioxidutsläpp från inrikes flyg som ingår i EU ETS) stod för omkring hälften av utsläppen inom den icke-handlande sektorn år 2018 och har därför stor betydelse för hur den övergripande trenden utvecklas. Utsläppen var 15,9 miljoner ton år 2018, vilket motsvarar en minskning om 2,3 procent jämfört med 2017 som berodde på en fortsatt övergång till biodrivmedel. Nivån motsvarar en minskning om 20 procent jämfört med 2010, som kan jämföras med målet att utsläppen ska minska med minst 70 procent till 2030 jämfört med 2010.

Uppvärmning av bostäder och lokaler, avfallsbehandling samt industri- och energianläggningar utanför EU ETS har även bidragit till större utsläppsminskningar under perioden 2005–2018. Förutom utsläppen inom inrikes transporter kvarstår större utmaningar i jordbruket som stod för 22 procent av icke-handlande sektorns utsläpp 2018 och arbetsmaskiner som stod för 10 procent.

# Summary

Sweden's territorial emissions of greenhouse gases were 51.8 million tonnes in 2018, which equals a decrease of 1.8 percent compared to 2017. Sweden's territorial emissions shall be net-zero by 2045 at the latest and should reach milestone targets before then. This year's report contains an in-depth analysis of the trends in the Swedish climate transition with special focus on the manufacturing industry and presents the development of territorial emissions and net-removals of greenhouse gases as well as the climate impact of Swedish consumption.

To reach Sweden's long-term target – net-zero emissions of greenhouse gases by 2045 at the latest – a comprehensive transition is needed within the manufacturing industry. The manufacturing industry accounts for about one third of Sweden's current emissions of greenhouse gases. To reduce these emissions fuel switches, increased efficiency and other minor changes to current production technology are needed as well as investments in completely new technologies, such as carbon capture and storage and hydrogen-based iron and steel production. New technologies are necessary for industrial emissions to reach close to zero. The challenge for the industry is now foremost to implement the technological transition at full scale. The roadmaps developed in cooperation with the government initiative Fossil Free Sweden also shows that the transition is rooted with companies and industry associations.

## **Industrial emissions can be cut in half by 2045 based on current intentions and more is in the pipeline**

Industrial emissions can be cut in half by 2045 if companies' and industrial associations' current intentions are realized. The majority of the emissions reductions are assessed to happen earlier than that, between 2025 and 2035. The largest effect is given by the implementation of a new type of production technology in the iron and steel industry, the so called HYBRIT-process (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology), and that the steel producer SSAB is planning to close blast furnaces and coke ovens in Oxelösund already 2025. The second largest effect is given by carbon capture and storage (CCS) projects planned by the cement producer Cementsa and the refinery Preem. The assessment was made based on the roadmaps developed in cooperation with Fossil Free Sweden combined with press releases from companies and industry associations. Apart from these measures, several upcoming initiatives could also contribute to emissions reductions, but these have not been quantified since they either are not yet formalized enough, or they do not describe how they will affect the emissions properly. Current policies are not expected to be sufficient for these measures to be implemented.

Several studies point to the large potential of resource efficiency to reduce climate impact. However, this type of measure is not usually included in scenario analyses as the one mentioned above. Over 60 percent of emissions from steel, chemicals and cement industries could be eliminated within the EU by increased material efficiency in society and circular business models. Studies also show that measures for increased circularity are needed to a relatively high extent even for scenarios that focus on CCS or new production technologies to achieve set climate targets. The analyses also point to possibilities for lowering the cost of the climate transition by focusing on material efficiency and circular business models even though cost estimates are still uncertain. To what extent this type of measures could contribute to reach Sweden's long-term climate target should be further investigated since specific results for Sweden are currently missing. Studies at global level show that there are considerable synergies to be exploited with other sustainability development goals if the starting point for achieving the 1.5 degree target is increasing resource efficiency in society.

Increased demand of biomass is expected as a result of the industrial transition, as fuel, for production of biofuels for transportation and as material with lower greenhouse gas emissions, such as bio-based plastics. Biomass is primarily used for paper, wood products and fuels today. Sweden has a large, but still limited, supply of biomass. How much of forests that can be harvested depends on forest growth on productive forest lands. Even though demand is large, the extraction of biomass must be done in a sustainable manner, for example ensuring the protection of biodiversity. The biomass should therefore be used efficiently from a societal perspective, for example through co-production of materials and energy.

### **The governance of the industrial climate transition is not sufficient**

Current policies governing the industrial climate transition is mainly based on the EU Emissions Trading System and funding for investments in new production technologies. Since the start of 2018, the price of emissions allowances within the trading system has increased three-fold and has been at a level of 25 EUR per ton during 2019. The increase is largely due to the adopted changes to the system. Nevertheless, there is a mechanism within the system to ensure the competitiveness of the European industry through allocating free emissions allowances to companies that are exposed to a high risk of carbon leakage. The allocation of free allowances has been continued at a high level during the third trading period, which reduces the system's effect.

The amount of emissions allowances that have been allocated for free to companies has been larger than the total emissions from the facilities in Sweden during the third trading period. The larger share of emissions allowances that are allocated for free, the weaker the effect of the system is on consumers and final users of industrial products. For the system to reach full effect in contributing to the industrial climate transition, the free allocation should be phased out. The risk for carbon leakage should be handled in alternative ways if the risk remains in the

future. Other changes to the system are also needed to future-proof it concerning a possible remaining surplus of emissions allowances.

There are several programs for funding investments with the purpose of supporting the industrial climate transition today. Around 1.3 billion SEK are available annually from Swedish public organizations from 2020. Furthermore, there are another 15 billion SEK available annually from European public organizations, such as the Innovation Fund. It is, however, difficult to assess to what degree the European funds are available to the Swedish industry. Most of the programs and funding are directed towards the early parts of the innovation cycle, such as research, development and demonstration of new technologies.

Today's funding structure needs to be complemented for new technologies to be commercialized and disseminated, for example through promoting investments in joint infrastructure and, in some cases, through additional support to specific companies. Regardless if support is given in the later stages of the innovation cycle, it is important that the climate impact of products is reflected in the price of the products. Because of this, the current system of free allowances must be changed so that the system promotes the dissemination of carbon free technologies also in the manufacturing industry. Other policies, such as bans on certain carbon intensive products when climate neutral alternatives are available or rules for public procurement that promotes climate neutral alternatives, should be implemented to complete the governance of the industrial climate transition.

### **Modest decrease of Swedish territorial emissions**

During 2018, total greenhouse gas emissions reached 51.8 million tonnes, which equals a decrease of 1.8 percent compared to 2017. Compared to 1990 the emissions were 27 percent lower. The latest years' decrease is shown for all sectors except for electricity and district heating, which increased due to cold weather during the fall of 2017 and winter 2018. The sectors where the emissions decreased the most were domestic transports, mainly due to an increased use of biofuels, and the manufacturing industry, mainly due to lower iron and steel production.

The Swedish Parliament has adopted a long-term goal stating that the greenhouse gases are to reach net zero by 2045 at the latest. This means that the emissions within Swedish borders shall decrease with at least 85 percent by 2045 at the latest, compared to 1990. By 2018, the emissions had decreased with 27 percent compared to 1990. The majority of the reduction occurred during 2003-2014. The foremost measures that contributed to this trend was the extensions of the district heating systems together with the transition from oil-fueled heat boilers to both electricity and district heating, and an increased use of biofuels within the manufacturing industry. During recent years, efficient cars and increased use of biofuels has also contributed to reducing emissions within domestic transports. Biofuels, together with an increased combustion of waste, has contributed to decreased emissions within electricity and district heating production. Emissions

from waste decreased due to less organic waste going to landfills. The increased use of biofuels occurred without affecting the overall uptake of carbon dioxide in forest lands, which has remained at the same high level in 2018 as in 1990.

The effect of policy instruments on the actual emissions is often delayed. In many cases, emissions have decreased due to policy instruments and measures that were adopted at an earlier stage, such as investments in infrastructure for district heating and taxes on energy and carbon dioxide emissions. In addition, the economic development affects the development of the emissions trends, for example the emissions of the manufacturing industry decreased drastically due to the financial crisis of 2009.

### **Emissions in non-trading sectors are decreasing but are still above the indicative emission trajectory**

Emissions not covered by the EU Emission Trading System, also known as non-trading sectors, were 31.4 million tonnes in 2018, which equals a decrease of 3.5 percent compared to 2017 and 32 percent compared to 1990. Milestone targets have been adopted for non-trading sectors during the period up until 2045. The milestone targets states that emissions in non-trading sectors should have decreased by 40 percent until 2020, 63 percent until 2030 and 75 percent until 2040, all compared to 1990. Supplementary measures up to 13 percentage points, 8 percentage points and 2 percentage points can be used for the respective milestone targets. The target set for 2020 is deemed to be achievable using international emissions credits or through further emissions reductions. The emission levels for the years 2017 and 2018 were marginally above the indicative emission trajectory of set targets for 2030 and 2040. Thus, the emissions need to decrease faster during the coming years for the targets to be achieved in time.

Domestic transports (excluding carbon dioxide emission from domestic flights that are included in EU ETS) were responsible for about half of the emissions from non-trading sectors in 2018 and has a significant impact for how the overall trend develops. The emissions were 15.9 million tonnes in 2018, which equals a decrease of 2.3 percent compared to 2017. The decrease is mainly due to a continued transition to biofuels. The level equals a decrease of 20 percent compared to 2010, which can be compared with the target for domestic transports stating that emissions shall decrease with at least 70 percent by 2030 compared to 2010.

Heating of houses and buildings, waste management and industrial emissions not covered by the EU ETS, has contributed to significant emissions reductions during the period 2005-2018. Aside from the emissions from domestic transports, considerable challenges are within the agriculture sector that was responsible for 22 percent of the non-trading sectors emissions in 2018 and off-road vehicles and other machinery that were responsible for 10 percent.

# 1 Inledning

Naturvårdsverket är ansvarig myndighet för miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan. Som ett led i uppföljningen av miljökvalitetsmålet tar Naturvårdsverket årligen fram officiell statistik på klimatområdet. Inventeringen<sup>1</sup> av växthusgaser<sup>2</sup> (även kallade *territoriella utsläpp och upptag*) är basen för internationell rapportering till EU och FN och en del i vårt uppfyllande av klimatkonventionen och det tillhörande Parisavtalet. Inventeringen är även underlag till uppföljning av klimatmål nationellt. Vart annat år kompletteras inventeringen med scenarier för framtida utsläpp utifrån beslutade och planerade styrmedel och åtgärder. Naturvårdsverket tar även årligen fram statistik för kompletterande mått för att följa klimatpåverkan av svensk konsumtion<sup>3</sup> (även kallade *konsumtionsbaserade utsläpp* samt kompletterande indikatorer)<sup>4</sup>. Detta görs för att även följa upp klimatpåverkan utanför Sveriges gränser till följd av svensk konsumtion som ett led i genomförandet av Generationsmålet om att inte orsaka ökade miljöproblem utanför Sverige.

Syftet med den här rapporten är att ge en bättre inblick i vilka underliggande faktorer som påverkar trenderna i klimatpåverkan för olika samhällssektorer, samt att särskilt belysa industrins klimatomställning.

## 1.1 Sverige ska nå netto-noll utsläpp senast 2045

Nationella klimatmål och Sveriges internationella åtaganden är formulerade utifrån hur utsläppen delas upp inom EU. Utsläpp från större industrier och energibolag omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter (*EU Emissions Trading System – EU ETS*) och kallas även för *den handlande sektorn*.<sup>5</sup> Utsläpp inom den *icke-handlande sektorn*, som inte omfattas av EU ETS, är bland annat utsläpp från inrikes transporter, jordbruk, avfallshantering och övriga industrier. Utsläpp och upptag inom markanvändning, förändrad markanvändning och skogsmark

---

<sup>1</sup> Statistiken om territoriella utsläpp och upptag tas fram av Svensk miljöemissionsdata (SMED) på uppdrag av Naturvårdsverket.

<sup>2</sup> Samlingsbegreppet växthusgaser motsvarar de växthusgaser som Klimatkonventionen omfattar: koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lustgas (N<sub>2</sub>O), fluorerade kolväten (HFCs), perfluorkolväten (PFCs), svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) och kvävetrifluorid (NF<sub>3</sub>). Den sistnämnda gasen släpps inte ut i Sverige. Summan av växthusgaser beräknas baserat på globala uppvärmningspotentialer (GWP-100) antagna av Klimatkonventionen och framtagna av IPCC i dess fjärde utvärderingsrapport.

<sup>3</sup> Med ett konsumtionsperspektiv räknas all energianvändning som används för att upprätthålla Sveriges totala konsumtion av varor och tjänster (till exempel elektronik, resor, mat, hotell, banktjänster, sjukvård, försvar m.m.), oavsett i vilket land i produktionskedjan energianvändningen har skett (i Sverige eller utomlands). Statistiken om konsumtionsbaserade utsläpp tas fram av SCB Miljöräkenskaper.

<sup>4</sup> Läs mer om de olika sätten att beräkna klimatpåverkande utsläpp här: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/>

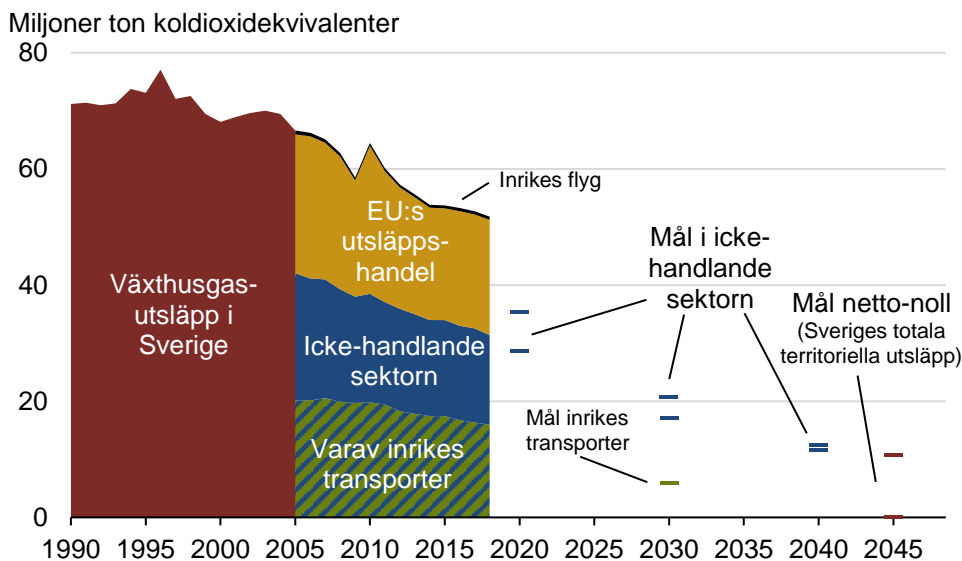
<sup>5</sup> Anläggningar som ingår finns beskrivna här: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Utslappshandel---vagledning/Utslappshandel-verksamheter-som-ingar/>

(LULUCF) hanteras separat, se avsnitt 3.9. I kapitel 3 finns mer detaljer om utsläppen i de olika sektorerna.

Sveriges klimatarbete har konkretiserats genom den av riksdagen fastställda preciseringen av miljö kvalitetsmålet samt genom fastställandet av etappmål. Preciseringen innebär att den globala medeltemperaturökningen ska begränsas långt under två grader Celsius över förindustriell nivå och att ansträngningar görs för att hålla ökningen under 1,5 grader Celsius.

Etappmålen som fastställts för att Sverige ska bidra till att uppnå miljö kvalitetsmålet omfattar ett långsiktigt klimatmål om att Sverige senast år 2045 inte ska ha några territoriella nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp.

Etappmål har även fastställts för 2020, 2030 och 2040 för de utsläpp som inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter. Etappmålen innebär att utsläppen senast år 2030 bör vara minst 63 procent lägre än utsläppen 1990, och minst 75 procent lägre år 2040. De nya klimatmålen går längre än de internationella klimatåtaganden som Sverige har inom EU, som även utgör Sveriges klimatåtagande inom FN.



Figur 1: Sveriges klimatmål och historiska utsläpp. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

För att Sverige ska kunna uppnå målet om netto-noll-utsläpp senast år 2045 så behöver de territoriella utsläppen vara minst 85 procent lägre senast år 2045 än vad utsläppen var år 1990. De kvarvarande utsläppen ned till noll kan kompenseras genom så kallade kompletterande åtgärder, vilka ger flexibilitet och kostnadseffektivitet för att nå målet. På motsvarande sätt som för det långsiktiga målet finns även möjlighet att nå delar av målen till år 2030 och 2040 genom

kompletterande åtgärder med högst 8 respektive 2 procentenheter av utsläppsminskningmålen år 2030 och 2040.

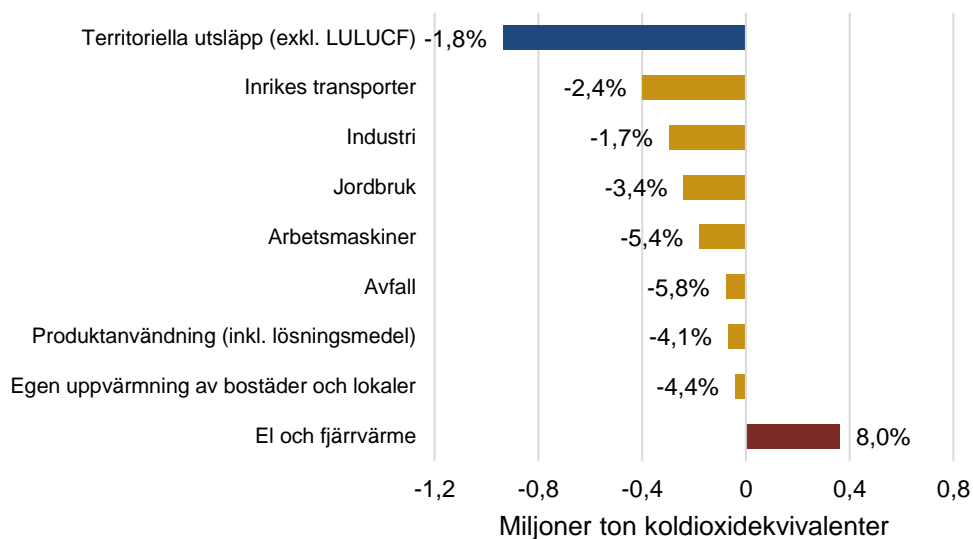
Dessutom finns ett klimatmål som säger att utsläppen från inrikes transporter, utom koldioxidutsläpp från inrikes flyg, ska minska med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med 2010. Klimatmålet för inrikes transporter konkretiserar den tidigare politiska prioriteringen om att den svenska fordonsflottan ska vara fossilfri till 2030.

Utsläppsminskningstakten har varit i genomsnitt ca två procent per år sedan 2005. För att nå netto-nollmålet till senast 2045 behöver minskningstakten mellan 2015 och 2045 nå ett genomsnitt om 5–8 procent per år över tid. Detta är dock ett genomsnitt för perioden mellan 2015 och 2045, vilket innebär att målet kan nås även om utsläppsminskningarna sker sent under perioden. Intervallet motsvarar hur stor andel av kompletterande åtgärder som används för att nå netto-noll-målet.

En av anledningarna till införandet av etappmålen för 2020, 2030 och 2040 var att undvika en utsläppsbana som medför höga kumulativa utsläpp. Etappmålen gäller dock inte utsläpp från svenska anläggningar inom EU:s system för handel med utsläppsrätter, vilket innebär att Sveriges territoriella utsläpp inte omfattas fullt ut av dessa etappmål.

## 1.2 Blygsam minskning av Sveriges utsläpp senaste åren

Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser (utsläpp inom Sveriges gränser) var 51,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018, se bilagan för detaljerade data. Utsläppen var 1,8 procent lägre 2018 jämfört med 2017, se Figur 2.



Figur 2: Förändring i utsläpp totalt samt för respektive sektor år 2017 jämfört med 2018. Förändringen redovisas både i procent samt i absoluta tal. Källa: Naturvårdsverket, 2019a



Utsläppsminskningen beror på minskade utsläpp inom industrin, främst på grund av minskad produktion inom järn- och stålindustrin, samt inom inrikes transporter, på grund av en övergång från fossila bränslen till biobränslen trots att trafikarbetet samtidigt har ökat. Även jordbrukssektorns utsläpp minskade, på grund av minskad användning av kväve (mineralgödsel), minskade utsläpp från skörderester samt minskat antal mjölkkor. Samtidigt ökade utsläppen inom el- och fjärrvärmesektorn på grund av kallt väder under årets början och svårigheter med att få tag på tillräckligt med biobränslen till fjärrvärmeproduktionen under vintern 2017/2018<sup>6</sup>, vilket ökade förbränning av fossila bränslen och energitorv.

### **Utsläppen inom icke-handlande sektorn minskar men är fortfarande över den indikativa utsläppsbanan**

Sveriges utsläpp inom den så kallade icke-handlande sektorn har minskat sedan 2005 med i genomsnitt strax över två procent per år och minskade med 3,5 procent mellan 2017 och 2018. Utsläppen var 32 procent lägre år 2018 än 1990 vilket kan jämföras med målnivån om 27–40 procents minskning vid 2020, 55–63 procent vid år 2030 och 73–75 procent vid år 2040. År 2018 uppgick utsläppen i den icke-handlande sektorn till 31,4 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Målet för 2020 bedöms kunna nås inom uppsatt tid, under förutsättning att utsläppsreduktioner genom investeringar i andra EU-länder eller flexibla mekanismer genomförs i tillräcklig omfattning, alternativt att ytterligare åtgärder genomförs för att åstadkomma inhemska utsläppsminskningar. Utsläppsgapet 2020 för att nå målet med enbart inhemska åtgärder bedöms till cirka 0,9 miljoner ton enligt scenarierna presenterade våren 2019<sup>7</sup>.

Enligt det klimatpolitiska ramverket bör utsläppsutvecklingen inom den icke-handlande sektorn följas upp jämfört med en indikativ utsläppsbana där utsläppen utvecklas linjärt från och med 2015 till etappmålen för 2030 och 2040, se Figur 3. Om utsläppen överskrider den indikativa utsläppsbanan, föranleder det en analys och kan innebära behov av förslag till ytterligare skärpning av klimatpolitiken.<sup>8</sup> Utsläppen inom den icke-handlande sektorn låg år 2017 och 2018 marginellt över den indikativa utsläppsbanan som nyttjar kompletterande åtgärder fullt ut (294 tusen ton och 44 tusen ton för 2017 respektive 2018) och visar ett betydande gap mot den utsläppsbana som inte nyttjar några kompletterande åtgärder alls (786 tusen ton och 783 tusen ton för 2017 respektive 2018).

Som kompletterande åtgärder räknas upptag av koldioxid i skog och mark till följd av ytterligare åtgärder, utsläppsminskningar genomförda utanför Sveriges gränser, samt avskiljning och lagring av koldioxid från förbränning av biobränslen, så kallad bio-CCS.

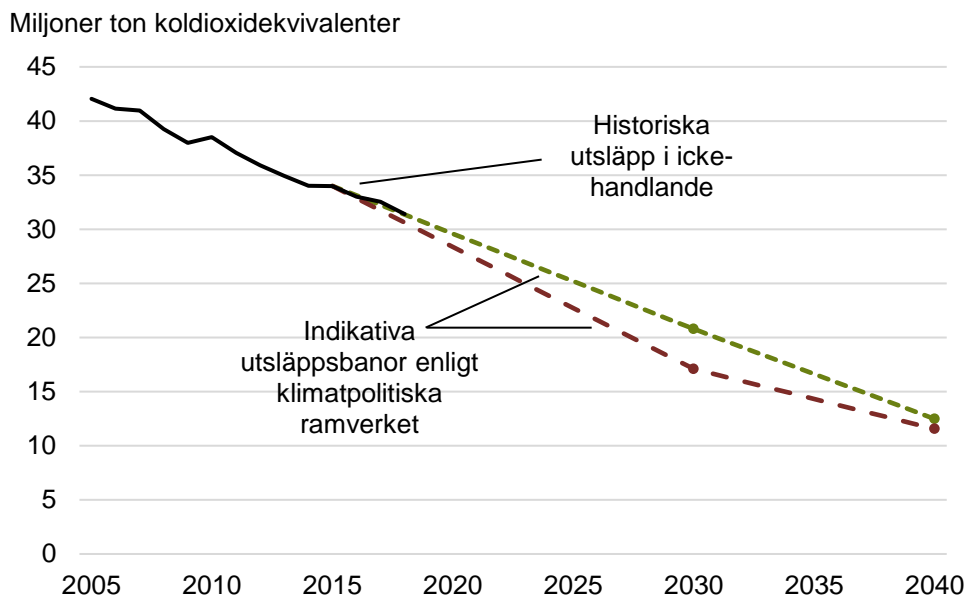
---

<sup>6</sup> Energiföretagen, 2019

<sup>7</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>8</sup> Prop 16/17:146

Inrikes transporter (exkl. koldioxidutsläpp från inrikes flyg) stod för hälften av utsläppen i den icke-handlande sektorn år 2018. Dessa utsläpp har minskat med strax över två procent mellan 2017 och 2018 och var 20 procent lägre 2018 än 2010, vilket kan jämföras med målet om att utsläppen ska ha minskat med 70 procent senast år 2030 jämfört med 2010.



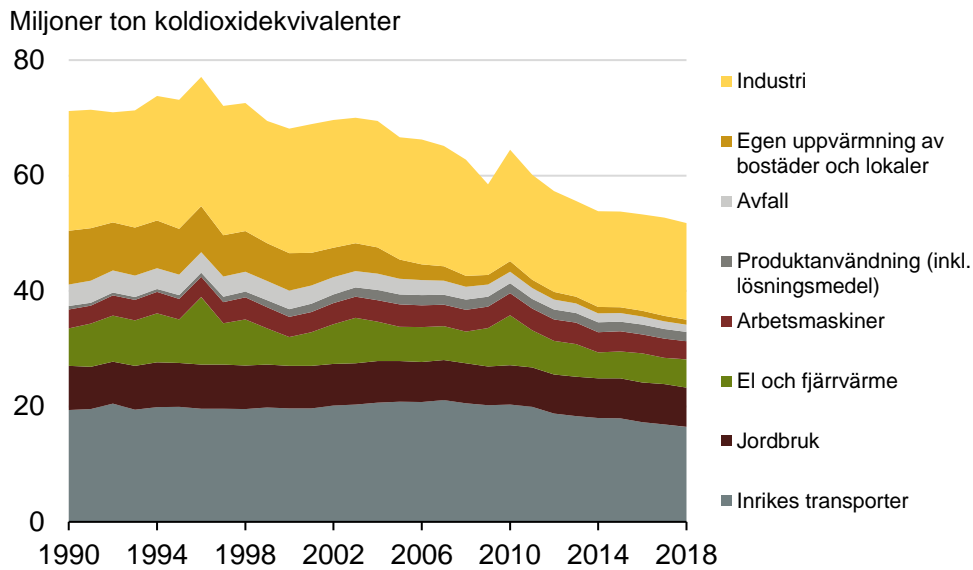
Figur 3: Historiska utsläpp 2005–2018 och indikativ utsläppsbanor samt etappmål för den icke-handlande sektorn. Den röda streckade linjen motsvarar målen där inga kompletterande åtgärder utnyttjas och den gröna streckade linjen motsvarar målen där kompletterande åtgärder utnyttjas fullt ut. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Huvudsakliga minskningen skedde mellan 2003 och 2014

Flera åtgärder som har påverkat utsläppsutvecklingen infördes redan innan 1990. Det handlar bland annat om:

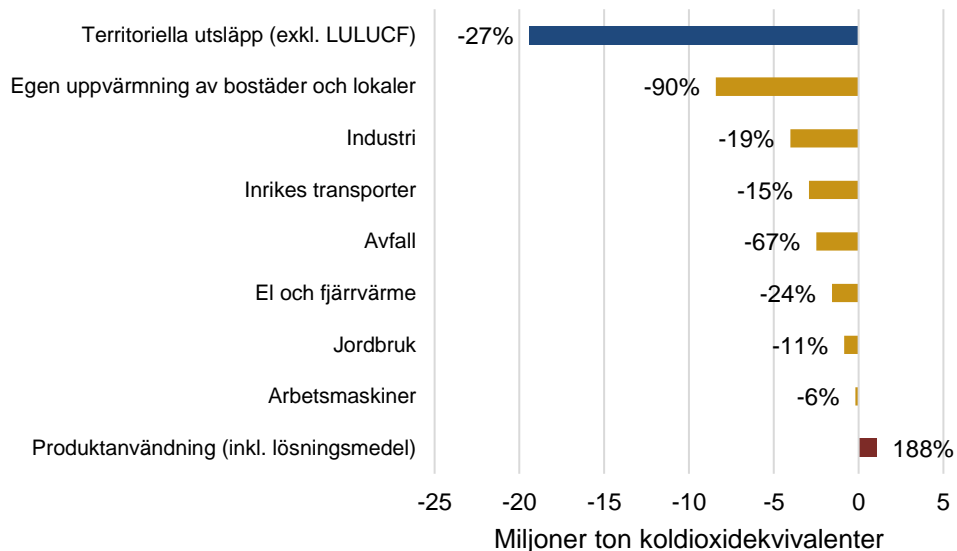
- en historisk utbyggnad av koldioxidfri elproduktion (vattenkraft och kärnkraft samt på senare år biokraft och vindkraft),
- en utbyggnad av fjärrvärmenäten och den följande övergången från oljeeldade värmepannor till både el och fjärrvärme,
- en hög användning av biobränslen och avfallsbränslen inom el- och fjärrvärmeproduktionen,
- bränsleskiften inom industrin, samt
- minskad deponering av avfall.

Sedan 1990 har de territoriella utsläppen minskat med 27 procent, se Figur 4. Utsläppen har varit relativt stabila mellan 1990–2003 samt under perioden 2014–2018. Den huvudsakliga minskningen skedde under perioden 2003–2014, med undantag för återhämtningen efter den ekonomiska krisen 2010. Undantaget 2010, minskade utsläppen åren 2003–2014 med i genomsnitt 3,5 procent per år.



Figur 4: Territoriella utsläpp av växthusgaser per sektor 1990–2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

De största bidragen till utsläppsminskningen sedan 1990 kommer från uppvärmning av bostäder och lokaler samt, under senare år, industrin och inrikes transporter. Även utsläppen från avfallsbehandling samt el och fjärrvärme har minskat men är mindre bidragande till den totala minskningen, se Figur 5. Utsläppen från arbetsmaskiner och av fluorerade gaser (främst för användning i kylsystem, ingår i kategorin Produktanvändning) har däremot ökat under perioden.



Figur 5: Ändring i Sveriges utsläpp av växthusgaser mellan 1990 och 2018, totalt och per sektor. Förändringen redovisas både i procent samt i absoluta tal. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Utsläppsminskningen inom uppvärmning av bostäder och lokaler samt el och fjärrvärme är till stor del ett resultat av styrmedel och åtgärder, som investeringar i

infrastruktur för fjärrvärme, skatter på energi och koldioxidutsläpp, stöd till installation av värmepumpar samt elcertifikatsprogrammet som främjar förnybar elproduktion. Deponiförbuden och beskattning av deponering av avfall, har bidragit till att minska metanutsläppen från deponier samt till att tillgängliggöra avfall som bränsle för el- och fjärrvärmeproduktion. Läs mer om utsläppsutvecklingen inom egen uppvärmning av bostäder och lokaler i avsnitt 3.5, el och fjärrvärme i avsnitt 3.4 och avfallshantering i avsnitt 3.7.

Utsläppsminskningen från inrikes transporter kan förklaras till stor del av en ökande diesel- och biodrivmedelsanvändning, både genom låginblandning i fossil diesel och genom ökad andel ren biodiesel. Att nya energieffektivare personbilar ersatte äldre fordon bidrog också till att minska utsläppen. Trafikarbetet har samtidigt ökat, vilket har haft en dämpande effekt på utsläppsminskningen. Läs mer om utsläppsutvecklingen inom inrikes transporter i avsnitt 3.2.

Utsläppsminskningen inom industrin är framför allt kopplade till minskade utsläpp från förbränning av bränslen. Processutsläppen, som står för ca en tredjedel av utsläppen, har minskat i mindre utsträckning än förbränningsutsläppen. Läs mer om utsläppsutvecklingen inom industrin i avsnitt 3.1.

Traditionella åtgärder för att minska växthusgasutsläpp, som bränslebyten och energieffektiviseringsåtgärder, påverkar inte processutsläppen utan det krävs mer genomgående förändringar, såsom process- eller produktbyten. Då industrisektorn är investeringstung kan det ta lång tid att åstadkomma förändringar och därmed utsläppsminskningar, vilket gör industrins omställning till en utmaning. Det pågår dock flera initiativ som på sikt kan leda till större teknikskiften och stora utsläppsminskningar.

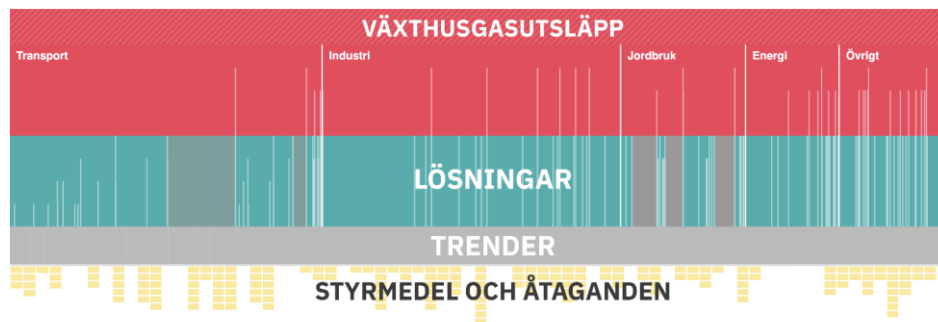
## Panorama

”pan·orama [ora`ma] substantiv

~t; pl. panoramor el. ~n

1 vidsträckt utsikt; rundmålning; äv. bildl.

2 samarbetsverktyg för klimatomställningen



Naturvårdsverket, Klimatpolitiska rådet och Energimyndigheten har i ett unikt samarbete tagit fram Panorama, ett helt nytt samarbetsverktyg som har skapats för att öka takten i Sveriges klimatomställning.

Panorama är ett samarbetsverktyg som visualiserar och skyndar på klimatomställningen i Sverige. Panorama ger användaren en överblick över nuläget och vad som behöver göras för att nå de svenska klimatmålen. I verktyget finns också en möjlighet för externa aktörer att komma med förslag, vilket gör Panorama till en plattform för samarbete.

### [Gå direkt till Panorama](https://app.climateview.global/sweden)

(Panorama fungerar i Google Chrome, Safari, Firefox eller Microsoft Edge. Om det inte fungerar att klicka på länken, kopiera in adressen <https://app.climateview.global/sweden> i någon av de föreslagna webbläsarna.)

## 2 Industrins klimatomställning

En av de stora utmaningarna för vägen framåt mot klimatmålen är industrins klimatomställning. De scenarier som presenterades i rapporten *Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan* våren 2019 visade på betydande utsläppsgap när framtida utsläpp uppskattats utifrån idag beslutade styrmedel. Omkring 80 procent av industrins utsläpp kommer från den energiintensiva basindustrin. Det handlar om ett fåtal punktkällor till växthusgasutsläpp, där järn- och stålproduktion, cementproduktion och raffinaderier hör till de största.<sup>9</sup>

I det här kapitlet tas ett par ytterligare steg i att bättre förstå industrins klimatomställningar. Det handlar om att bättre förstå när och i vilka branscher som utsläppsminskningar kan väntas. Framtidsscenarier har uppskattats utifrån industrins färdplaner tillsammans med uppgifter direkt från företag och branschföreningar. Det ger en bättre förståelse för vad utsläppsgapet faktiskt består av för industrins del. Kapitlet behandlar även den potential för utsläppsminskningar som internationella studier pekar på inom ramen för materialeffektivisering och cirkulär ekonomi samt biomassans roll i industrins klimatomställning. Slutligen analyseras utvecklingen av EU:s system för handel med utsläppsrätter och hur behoven för investeringsstöd kan mötas inom industrin.

### 2.1 Halverade utsläpp inom industrin till 2045

*Industrins utsläpp kan halveras till år 2045 om industrins nuvarande intentioner genomförs. Merparten av utsläppsminskningen bedöms ske redan tidigare, omkring 2035. Bedömning är gjord utifrån färdplaner inom Fossilfritt Sverige kombinerat med pressmeddelanden från företag och branschorganisationer. Förutom dessa åtgärder bedöms även ett flertal ytterligare initiativ som är på gång att kunna bidra med utsläppsminskningar, men dessa är inte tillräckligt konkretiserade för att bedömas kvantitativt. Den styrning som finns idag bedöms dock inte vara tillräckligt för att dessa åtgärder ska genomföras.*

Utsläppen från industrin har varierat sedan 1990, men har sedan 2008 legat på lägre utsläppsnivåer än utsläppen 1990. Utsläppen inom industrin har påverkats på olika sätt beroende på bransch. De minskade utsläppen beror dock främst på förändrad bränsleanvändning, minskade produktionsvolymerna och löpande energieffektiviseringsåtgärder.

Processutsläppen har minskat i mindre utsträckning eftersom traditionella åtgärder för att minska växthusgasutsläpp som t.ex. bränslebyten (kol mot naturgas, fossilt mot biobränslen och el) och energieffektiviseringsåtgärder inte påverkar dessa utsläpp. De processrelaterade utsläppen omfattar processutsläpp, som står för

---

<sup>9</sup> Naturvårdsverket, 2019b

omkring en tredjedel av utsläppen i sektorn, och förbränningsutsläpp som är nära kopplade till processerna. Omfattande processförändringar är därför mycket viktiga för att nå netto-noll utsläpp. Läs mer om industrins produktionsprocesser och utsläpp i avsnitt 3.1.

De totala utsläppen från industrin bedöms minska något till 2045 enligt det senaste referensscenariot<sup>10</sup> som baseras på befintliga styrmedel. Minskningen beror bland annat på fortsatt minskade utsläpp från industrins förbränning på grund av en ökad användning av el och biobränslen. Men minskningen motverkas av ökande processutsläpp. Processutsläppen från industrin kommer främst från mineral-, kemi-, metall- samt järn- och stålindustrin. Det finns även andra processrelaterade utsläpp som främst uppstår inom raffinaderier. Process- och processrelaterade utsläpp bedöms öka något under perioden till följd av bland annat antaganden om produktionsökningar och att inga nya teknikskiften antas ske med befintliga styrmedel.

Referensscenariot baseras enligt riktlinjerna<sup>11</sup> på beslutade styrmedel och antaganden om till exempel priser och ekonomisk utveckling. För industrin är resultatet att de styrmedelsnivåer som är beslutat juni 2018 är ett viktigt bidrag på vägen, men inte kommer att räcka för att nya processtekniker kommer att få genomslag fullt ut. Till exempel bidrar EU ETS och Industrikivet till att möjliggöra teknikskiftena, men i referensscenariot ingår endast den finansiering inom Industrikivet som beslutats och det regelverk för EU ETS som gäller 2013–2020. Den skärpning av EU ETS regelverk som kommer att gälla för 2021–2030 ingår alltså då den inte var beslutad när referensscenariot togs fram. Läs mer om utvecklingen av EU ETS och dess styrsignal för industrins omställning i avsnitt 2.4.

Det pågår dock arbete med teknikskiften på flera håll inom industrin, och när ny teknik implementeras kan dessa få stor effekt på utsläppen. Men för att de ska genomföras fullt ut kan bland annat skärpning av styrmedel, nya styrmedel, eller utbyggd infrastruktur behövas. Ytterligare forskning och testning i demonstrationsskala behövs också. Läs mer om investeringsstöd som finns tillgängligt för industrins klimatomställning och behov av ytterligare styrning i avsnitt 2.5.

I samverkan med regeringsinitiativet Fossilfritt Sverige har flera industribranscher tagit fram färdplaner för hur de kan bli fossilfria eller klimatneutrala till 2045. Färdplanerna innehåller utsläppsminskningar både genom större teknikskiften i processerna och byte från fossila bränslen. Baserat på färdplanerna har Sweco<sup>12</sup>, på

---

<sup>10</sup> Naturvårdsverket, 2019b.

<sup>11</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2013/525 av den 21 maj 2013 om en mekanism för att övervaka och rapportera utsläpp av växthusgaser och för att rapportera annan information på nationell nivå och unionsnivå som är relevant för klimatförändringen och om upphävande av beslut nr 280/2004/EG

<sup>12</sup> Sweco, 2019

uppdrag av Svenskt Näringsliv, försökt bedöma kvantitativt vilka utsläppsminskningar som skulle kunna åstadkommas av ett antal tekniska åtgärder som pekas ut i färdplanerna, kompletterat med utsläppsminskningar från andra branscher baserat på intervjuer. Denna kvantifiering pekar mot att utsläppen kan minska med upp emot 60–80 procent 2045 jämfört med 2016. Det är svårt att bedöma när i tiden nya teknikskiften kommer att ske. Några teknikskiften kräver dock relativt lång utvecklingstid vilket innebär att större delen av utsläppsminskningarna bedöms ske 2035–2045.

I det här avsnittet har ett scenario över industrins utsläpp tagits fram för att illustrera hur långt industrin kan nå genom de intentioner som redovisats från företagen hittills.

### **Industrins intentioner minskar utsläppen till hälften till 2045**

Scenariot *Industrins intentioner* har tagits fram baserat på industrins färdplaner inom Fossilfritt Sverige, där kvantifieringen främst är baserad på Swecos uppskattningar<sup>13</sup>. För vissa branscher har dessa underlag kompletterats med nyare och dokumenterad information från företagen själva om beslut som påverkar utsläppsutvecklingen (ex. pressmeddelanden eller branschgemensamma visioner). Det är dock viktigt att notera att scenariot inte motsvarar vad som bedöms inträffa med befintliga styrmedel. Den styrning som finns idag bedöms inte vara tillräcklig för att dessa åtgärder ska genomföras. Läs mer om detta i avsnitt 2.4 om handeln med utsläppsrätter och 2.5 om investeringsstöd som finns tillgängligt för industrins klimatomställning.

Utsläppen bedöms halveras jämfört med referensscenariot till 2045 (minskning om 48 – 56 procent), se Figur 6. Merparten av utsläppsminskningen sker redan tidigare, mellan 2025 och 2035, genom framförallt att den sista masugnen stängs och fullskalig stålproduktion sker utifrån HYBRIT-processen.

I Swecos uppskattning av effekten av genomförandet av färdplanerna kompletterades bedömningen av färdplanerna med intervjuer med olika företagsföreträdare, vilket resulterade i en betydligt högre potential. Den totala potentialen<sup>14</sup> som uppskattats av Sweco finns angiven i Figur 6 som jämförelse. Det är dock oklart vad dessa åtgärder har för status. Det finns även en risk att vissa åtgärder dubbelräknats i Swecos sammanställning för åtgärder som är alternativa till varandra.<sup>15</sup>

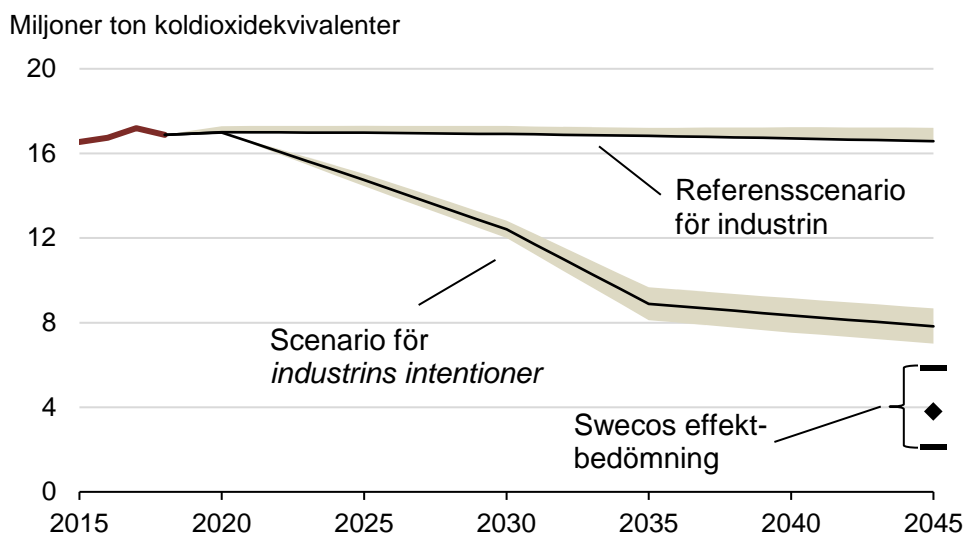
---

<sup>13</sup> Sweco, 2019

<sup>14</sup> Intervallet motsvarar summan av alla åtgärder som listas i Tabell 4 i Swecos rapport. Värdet som anges som en punkt är den uppskattade utsläppsreduktionen som anges i Figur 5 i Swecos rapport.

<sup>15</sup> De åtgärder som har angivits utifrån intervjuer är svåra att bedöma, på grund av att statusen för åtgärderna beror på hur långt företaget i fråga som har intervjuats har kommit. Många åtgärder kan ses som potentiella ur en teknisk synvinkel, men här är vi intresserade av de åtgärder som branschen visar intresse för att genomföra. I flera fall listas både elektrifiering och bränslebyte till biobränsle som åtgärder. I vissa fall kan de vara alternativa till varandra, vilket gör att summeringen kan ifrågasättas – något som är oklart hur Sweco har hanterat.





Figur 6: Referensscenario för industrin, scenario för industrins intentioner och uppskattade utsläppsminskningar år 2045 av Sweco. Källa: Naturvårdsverkets beräkningar och Sweco, 2019

### Järn- och stålindustrins satsning ger störst effekt

Antaganden för **järn- och stålindustrin** bygger på en fullskalig implementering av den så kallade HYBRIT-processen (*Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology*), där vätgas används som reduktionsmedel för att producera järn från järnmalm hos SSAB i Luleå. Processen ersätter nuvarande masugnar och koksverk. Masugnarna och koksverk i Oxelösund planeras enligt SSAB<sup>16</sup> att stängas redan 2025 för att ersättas av en elektrisk ljusbågsugn och masugnen i Luleå antas bytas ut omkring år 2035. Enligt Sweco motsvarar HYBRIT-processen en utsläppsminskning om 4–5 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2045.

För Höganäsprocessen, där järnmalm används för att producera järnpulver, är ett möjligt alternativ att övergå till biokol istället för fossilt kol. Det skulle ge en ytterligare utsläppsreduktion på 100–200 tusen ton från branschen. Omställningen av Höganäsprocessen kräver tillgång på högkvalitativt biokol och förväntas kunna genomföras 2025.<sup>17</sup>

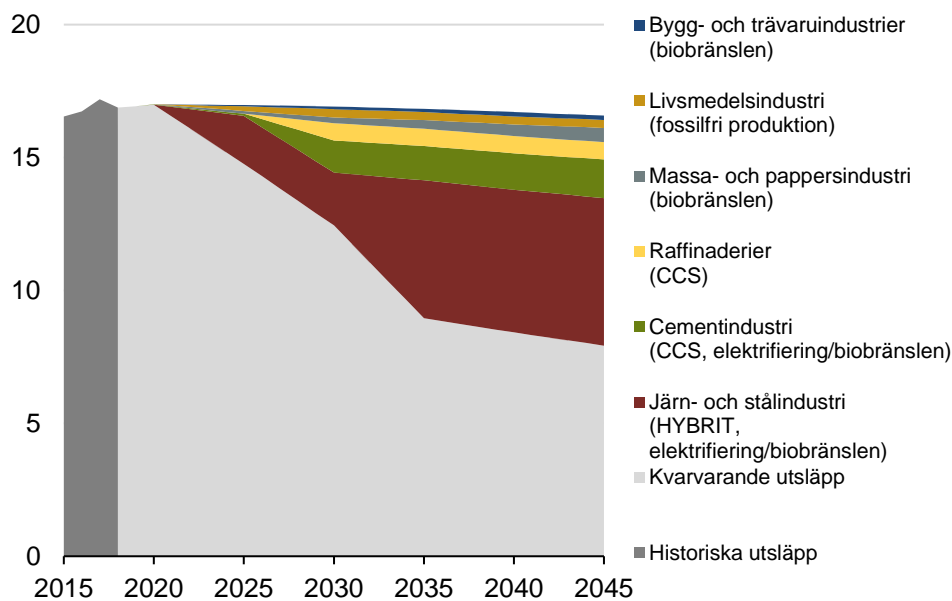
Kvarvarande utsläpp inom järn- och stålindustrin uppstår i olika vidarebearbetningssteg där krav ställs på att kunna bibehålla höga och exakta temperaturnivåer. Här kan både elektrifiering och bränslebyte till bioenergi vara möjliga för att undvika nuvarande utsläpp från förbränning av fossila bränslen. Sweco uppskattar att elektrifiering och bränslebyte skulle kunna ge minskade utsläpp om 300–400 tusen ton respektive 500–600 tusen ton förväntas genomföras gradvis under 2020–2045.

<sup>16</sup> SSAB, 2019

<sup>17</sup> IVL, 2019

**Cementproduktionen** antas implementera koldioxidinfångning och lagring (CCS) på de processutsläpp som sker i kalcineringsprocessen där kalksten omvandlas till klinker. Sweco uppskattar att CCS-teknik kan ge en utsläppsminskning om 1000–1100 tusen ton, vilket motsvarar omkring 60–70 procent av processutsläppen. Cementa har antagit en nollvision för 2030 där införandet av CCS-tekniken finns med. Tekniken förutses av Cementa införas gradvis från 2018 fram till full skala år 2030.<sup>18</sup> Utsläppsminskningen bedöms dock få utslag först 2030. Även om tekniken för infångning kan vara klart tidigare än 2030 så bedöms inte infrastruktur och andra hinder vara lösta förrän tidigast 2030.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 7: Effekt av åtgärder i olika branscher förscenariot industrins intentioner jämfört med referensscenariot. Källa: Naturvårdsverkets beräkningar och Sweco, 2019

Cementproduktionens förbränningsutsläpp uppstår när bränslen med fossilt ursprung används för att värma upp cementugnen till 1450 grader. I Cementas nollvision förväntas 400–600 tusen ton av dessa utsläpp kunna undvikas genom att byta till biobränslen, vilket genomförs gradvis för att nå full skala år 2030.<sup>19</sup> Cementa undersöker även möjligheterna till att elektrifiera dessa ugnar, vilket enligt Sweco skulle resultera i motsvarande utsläppsminskning. Elektrifiering undersöks inom projektet CemZero.<sup>20</sup>

När det gäller **raffinaderiernas** klimatomställning så finns det inte ännu en branschgemensam färdplan att utgå från. Preem siktar på att införa koldioxidinfångning och lagring på vätgasproduktionsanläggningen i Lysekil.

<sup>18</sup> Cementa, 2019

<sup>19</sup> Cementa, 2019

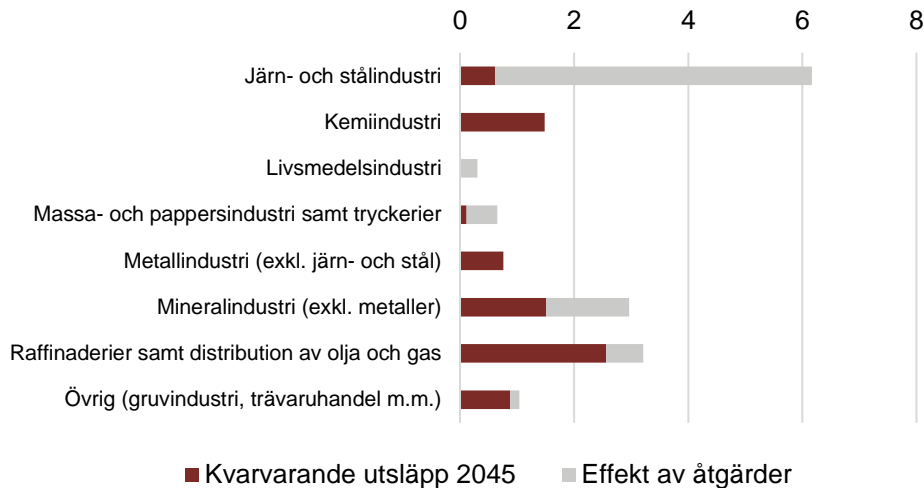
<sup>20</sup> Sweco, 2019

Anläggningen uppges av Preem kunna uppföras i full skala till år 2025.<sup>21</sup> Utsläppsminskningen till följd av denna åtgärd uppskattas motsvara 600–700 tusen ton. Utsläppsminskningen bedöms dock få utslag först 2030. Även om tekniken för infångning kan vara klart tidigare än 2030 så bedöms inte infrastruktur och andra hinder vara lösta förrän tidigast 2030.

Skogsindustriernas färdplan omfattar bland annat de nuvarande utsläppen inom **massa- och pappersindustri** samt **trävaruindustri**. Branschen har redan åstadkommit stora minskningar i utsläpp från förbränning av fossila bränslen genom främst byte till biobränslen. På sikt har branschen som övergripande målsättning att bli helt fossilfria.<sup>22</sup> Det skulle innebära att branschens förbränningsutsläpp elimineras, vilka motsvarar utsläppsminskningar om 800–900 tusen ton och 90–100 tusen ton för massa- och pappers- respektive trävaruindustrin, vilket är i linje med Swecos uppskattning<sup>23</sup>. Bränslebytet antas införas gradvis under perioden 2020–2045.

Livsmedelsföretagen har tagit fram ett gemensamt hållbarhetsmanifest för den svenska **livsmedelsindustrin** där ett av åtagandena innebär att bli en fossilfri industri till 2030 i både produktion och transporter.<sup>24</sup> Det innebär att de förbränningsutsläpp som livsmedelsindustrin står för elimineras 2030, vilket motsvarar en utsläppsminskning om 300–400 tusen ton.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 8: Kvarvarande utsläpp 2045 samt effekten av åtgärder för scenariot industrins intentioner. Källa: Naturvårdsverkets beräkningar och Sweco, 2019

<sup>21</sup> Preem, 2019a

<sup>22</sup> Skogsindustrierna, 2018

<sup>23</sup> Sweco, 2019

<sup>24</sup> Livsmedelsföretagen, 2019

Färdplanen för **bygg- och anläggningssektorn** tar ett bredare grepp där ett stort antal aktörer inom branschen har enats om en vision att år 2045 ha en klimatneutral värdekedja. På vägen dit har aktörerna även enats om etappmål för att minska utsläppen med 75 procent till 2040 jämfört med 2015, 50 procent till 2030 och att uppvisa en tydligt minskande trend år 2025.<sup>25</sup> I och med den bredare ansatsen så omfattar färdplanens målsättningar både de direkta utsläpp som sektorn ger upphov till och indirekta utsläpp som sker exempelvis i produktionen av de varor som aktörerna använder. De direkta utsläppen antas därför vara eliminerade år 2045, vilket motsvarar en utsläppsminskning om 150–200 tusen ton, och antas minska enligt etappmålen fram till det.

### **Initiativ som kan minska utsläppen ytterligare**

Utifrån scenariot *Industrins intentioner* så kvarstår en betydande del utsläpp år 2045, se Figur 8. Det finns flera pågående initiativ inom industrin som kan bidra till att minska dessa kvarstående utsläpp men som i dagsläget inte är tydligt dokumenterade eller beslutade. Det är även i flera fall svårt att bedöma effekten av dessa åtgärder.

Cementbranschen har i sin färdplan beskrivit en vision för hur man ska nå noll koldioxidutsläpp. Där nämns, förutom åtgärderna nämnda ovan, även karbonatisering och nya cementsorter som sätt att minska utsläppen.<sup>26</sup>

Karbonatisering är då koldioxid från luften reagerar med kalciumhydroxid i betongen, vilket innebär att koldioxid tas upp från luften och vatten bildas. Denna reaktion sker under betongens hela livstid, men då betongen behöver vara i kontakt med luft är det endast för den yta som är exponerad som reaktionen sker.<sup>27</sup>

Karbonatiseringen ger alltså upphov till en kolsänka. Det innebär att utsläppen inom industrin kvarstår vid införandet av denna åtgärd. Däremot skulle den kolsänka som karbonatiseringen ger upphov till kunna räknas in som ett negativt utsläpp, under förutsättning att kolsänkan kan anses vara permanent. Hur negativa utsläpp ska kunna räknas av mot Sveriges klimatmål utreds för närvarande i Klimatpolitiska vägvalsutredningen<sup>28</sup> som ska redovisas i januari 2020.

Nya cementsorter lyfts även i Cementas färdplan<sup>29</sup>. Möjligheterna att minska utsläppen genom nya cementsorter är dock begränsade, och tillgången till materialen är också begränsad<sup>30</sup>. Forskning som undersöker möjligheten att använda naturliga svenska leror som klinkersättning pågår<sup>31</sup>. Energimyndigheten

---

<sup>25</sup> Sveriges byggindustrier, 2018

<sup>26</sup> Cementa, 2019

<sup>27</sup> Svensk betong, 2019

<sup>28</sup> M 2018:07 Klimatpolitiska vägvalsutredningen - <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2018/07/dir.-201870/>

<sup>29</sup> Cementa, 2019

<sup>30</sup> Material Economics, 2018

<sup>31</sup> InfraSweden2030, 2018

konstaterar dock i sin rapport *Hinder för klimatomställning i processindustrin* att generellt är tillgången som lägst för ämnen med högst potential för utsläppsminskning<sup>32</sup>. Sweco har uppskattat potentialen för minskade utsläpp genom materialeffektivisering och nya koldioxidsnåla produkter och cementsorter till 300–400 tusen ton. Scenariot *Industrins intentioner* tar inte hänsyn till materialeffektivisering, utöver den effektivisering i produktionen som sker kontinuerligt, utan utgår från antagna ökade produktionsnivåer enligt antaganden i referensscenariot<sup>33</sup>.

Då materialeffektivisering och nya produkter har slagits samman i uppskattningen är det svårt att bedöma hur stor potential för utsläppsminskning nya produkter har. Denna åtgärd är därför inte inräknad i scenariot *Industrins intentioner*.

Swecos studie lyfter även att en påbörjad energieffektivisering av processenergi i Stenungsundkluster förväntas minska utsläppen med ca 100 tusen ton, utifrån intervjuer med företagen. Dessutom ser kemiindustrin möjligheter att minska utsläppen genom att använda biobaserade drop-in kemikalier i tillverkningsprocessen, vilket i studien uppskattas bidra med en minskning på 500–600 tusen ton.

Ytterligare utsläppsminskningar kan även finnas inom gruvindustrin, som ingår i färdplanen för gruv- och mineralnäringen. Färdplanen lyfter flera möjliga åtgärder för att minska utsläppen. Vilka tekniker som är mest troliga har dock inte specificerats, varför man i Swecos studie utgått från dialog och diskussioner med företag inom branschen. Man lyfter i studien att osäkerheten i uppskattningarna är hög, och det framgår inte tydligt inom vilken sektor som utsläppsminskningar sker<sup>34</sup> eller om uppskattade värden baseras på tekniker som är alternativ till varandra eller komplementära, varför potentialen inte tagits med i *Industrins intentioner*. Utsläppsminskningarna är uppskattade till 200–300 kton för elektrifiering av processer, 500–600 kton för omställning från fossila bränslen till biobaserade bränslen samt 400–500 kton för CCS.<sup>35</sup>

För raffinaderierna finns i dagsläget ingen färdplan inom Fossilfritt Sverige. Precis som för kemiindustrin så har i Swecos intervjuat företagen för att identifiera möjliga åtgärder och uppskatta dess potential. Dessa omfattar användandet av tätningsslösa och trycksatta kärl samt koldioxidinfångning och lagring (CCS). Tätningsslösa och trycksatta kärl uppskattas minska de diffusa utsläppen med ca 10 procent, vilket bedöms motsvara ca 100 tusen ton. CCS-tekniken uppskattas kunna reducera raffinaderiernas utsläpp med 1000–2000 tusen ton enligt Sweco.

---

<sup>32</sup> Energimyndigheten, 2019a

<sup>33</sup> Energimyndigheten, 2019i

<sup>34</sup> Färdplanen omfattar, förutom gruvindustrin, även järnmalmsframställning, metallframställning och cement- och kalkframställning.

<sup>35</sup> Sweco, 2019

För raffinaderierna finns även andra åtgärder som kan komma att påverka industrins utsläppsutveckling. PREEM har ansökt om tillstånd för utbyggnad av verksamheten i Lysekil, vilket enligt PREEMs senaste beräkningar uppskattas öka utsläppen från raffinaderiet i Lysekil med ca 1 miljoner ton<sup>36</sup>. På sikt planerar PREEM att öka andelen biobaserade råvaror och att använda CCS för att få ner utsläppen<sup>37</sup>.

En annan större utbyggnad inom industrisektorn är Northvolt som ger ett betydande tillskott till batteriindustrin i Sverige. Ett av företagets kriterier för lokalisering var tillgång till förnybar el, och till slut valdes två platser i Sverige. Elmixen som används vid produktion har stor påverkan för litiumjonbatteriers klimatavtryck enligt en studie från Tillväxtverket, vilket talar för att en utbyggnad av en batteriindustri i Sverige inte får en alltför stor påverkan på de territoriella utsläppen under förutsättning att Sveriges efterfrågan på el kan tillgodoses med utsläppsnåla elproduktionsalternativ<sup>38</sup>.

### **Industrins omställning innebär en ökad efterfrågan på el och biomassa**

Flera av de åtgärder som har lyfts i färdplaner och av företag som industrins bidrag till att nå netto-nollutsläpp senast 2045 bygger på elektrifiering eller omställning till bioenergi. Dessa lösningar är även återkommande inom andra sektorer, inte minst inom transportsektorn. Även om el och biomassa i många fall är utbytbara med varandra, och därmed inte behöver innebära ökat behov av både el och biomassa, är det viktigt att tillgången på förnybar el och hållbart producerad bioenergi är god för att industrin ska klara omställningen.

Flera studier har uppskattat det ökade behovet av el och biomassa. Uppskattningar för ökad efterfrågan på el för industrisektorn varierar mellan 20 och 52 TWh. Sweco har uppskattat behovet till 20 TWh. Där ingår de industrisektorer som har en färdplan framtagen. Man utgår från att dagens produktionsnivåer bibehålls och att ingen effektivisering sker.<sup>39</sup> I IVA:s rapport, *Så klarar svensk industri klimatomställningen*, presenteras ett spann på 32–52 TWh ökat elbehov. Denna uppskattning är för industrin som helhet. Inte heller denna studie tar hänsyn till förändrade produktionsnivåer eller effektivisering. Uppgifterna är framtagna genom uppskattningar av behovet inom respektive bransch.<sup>40</sup>

Uppskattning för ökad efterfrågan på biomassa är enligt Sweco 23 TWh<sup>41</sup>. IVA:s bedömning är att behovet av biomassa inom industrin som helhet ökar med 18–32 TWh<sup>42</sup>. Uppskattningarna motsvarar dock den energimängd fossila bränslen som

---

<sup>36</sup> Preem, 2019b

<sup>37</sup> Preem, 2019c

<sup>38</sup> Tillväxtanalys, 2018a

<sup>39</sup> Sweco, 2019

<sup>40</sup> IVA, 2019

<sup>41</sup> Sweco, 2019

<sup>42</sup> IVA, 2019

måste ersättas. Uttaget av biomassa är således troligtvis högre. Industrins relation till bioenergi diskuteras djupare i avsnitt 2.3.

## 2.2 Ökad materialeffektivitet i samhället kan bidra med stora utsläppsminskningar

*Flera studier pekar på en stor potential för minskade utsläpp av växthusgaser genom ökad materialeffektivisering och cirkulära affärsmodeller. Inom EU skulle över 60 procent av utsläppen från stål-, kemi- och cementindustri kunna elimineras med den här typen av åtgärder. Scenarioanalyser visar även på att åtgärder för ökad cirkularitet behövs i relativt stor utsträckning för de scenarier som fokuserar på CCS eller andra nya processer för att Parisavtalets mål ska kunna nås. Underlaget visar även på möjligheter till lägre kostnader för omställningen genom fokus på materialeffektivisering och cirkulära affärsmodeller även om kostnadsskattningarna är osäkra. Specifika underlag för Sverige saknas dock i nuläget.*

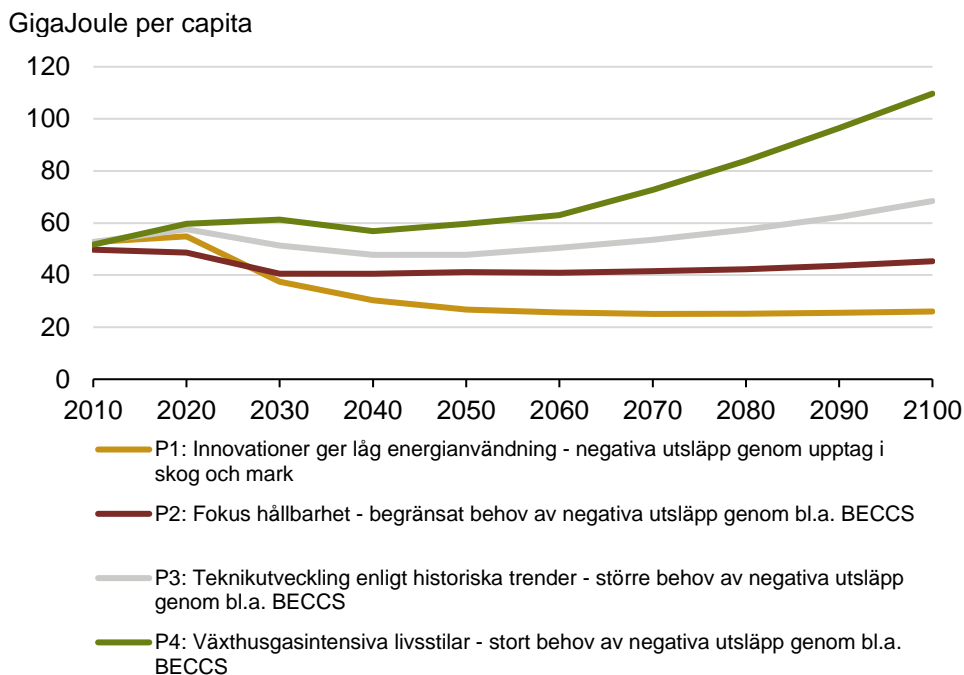
Globalt sett finns det stora fördelar med att ta utgångspunkt i en ökad resurseffektivitet i samhället för att uppnå 1,5-gradersmålet. De utvecklingsvägar som gör det bryter nuvarande strukturer för att skapa ett globalt samhälle med mindre behov av både material och energi. På det sättet kan klimatomställningen göras mindre utmanande eftersom de sektorer som behöver ställas om blir mindre omfattande än i det nuvarande systemet. IPCC:s specialrapport om 1,5 graders global uppvärmning lyfter fyra typscenarier som är förenliga med 1,5 graders global uppvärmning. Scenarierna P1 och P2 fokuserar på att åstadkomma låg energianvändning respektive hållbar konsumtion och produktion. I båda dessa scenarier är låg användning av material och energi viktiga förutsättningar för att de globala utsläppen kan minska i närtid. Effektiv användning av material innebär i sin tur lägre användning av energi i och med att en mindre mängd material behöver produceras. Effekten av låg energi- och materialanvändning i dessa scenarier kan illustrera i hur den genomsnittliga omfattningen av energisystemet utvecklas fram till 2100 för de olika typscenarierna, se Figur 9. Det är här tydligt hur mycket mer omfattande det globala energisystemet är om energi- och materialanvändningen ökar, jämför exempelvis P1 och P4.<sup>43</sup>

Utvecklingsvägar med fokus på låg energianvändning, lågt behov av material och växthusgassnål matkonsumtion har dessutom mest betydande synergier med andra hållbarhetsmål förutom att begränsa klimatpåverkan. Det beror bland annat på att utsläppsminskningarna kan införas i närtid och därmed reduceras behovet av mycket stora negativa utsläpp i andra halvan av århundradet, som skulle riskera att motverka andra hållbarhetsmål beroende på hur de genomförs.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> IPCC, 2018

<sup>44</sup> IPCC, 2018



Figur 9: Slutlig energianvändning per capita för fyra typscenarier som IPCC lyft upp för att illustrera möjliga vägar till 1,5 grader. Källa: Rogelj et al., 2018 och Huppmann et al., 2018, Naturvårdsverkets bearbetning

### Materialeffektivisering sträcker sig längre än produktionsprocessen

Industrin jobbar kontinuerligt med att minska sina kostnader och i de fall som ökad materialeffektivisering, genom att öka återanvändningen av material, sammanfaller med minskade kostnader så genomförs ofta sådana åtgärder. Ett exempel är användningen av skrot för produktion av stål, vilket innebär en betydligt mindre klimatpåverkan per ton stål jämfört med produktion från jungfrulig råvara<sup>45</sup>. Plast är ett material där jungfrulig vara är relativt billigt, vilket gör att materialanvändningen inte optimeras<sup>46</sup>. Det kan dock finnas stora vinster ur ett samhällsperspektiv att öka materialeffektiviteten, men då många aktörer är inblandade krävs incitament. De flesta framtidsscenarier visar på ökad efterfrågan av material, och enbart materialeffektivisering inom industrin inte kommer att räcka till för att tillgodose efterfrågan. Det finns tekniska lösningar för att producera samma mängd material som idag med betydligt lägre klimatpåverkan, som beskrivs ur svenskt perspektiv i avsnitt 2.1. Dessa tekniker innebär dock stora behov av elektricitet och/eller biobränslen som måste produceras på ett klimatneutralt och hållbart sätt.

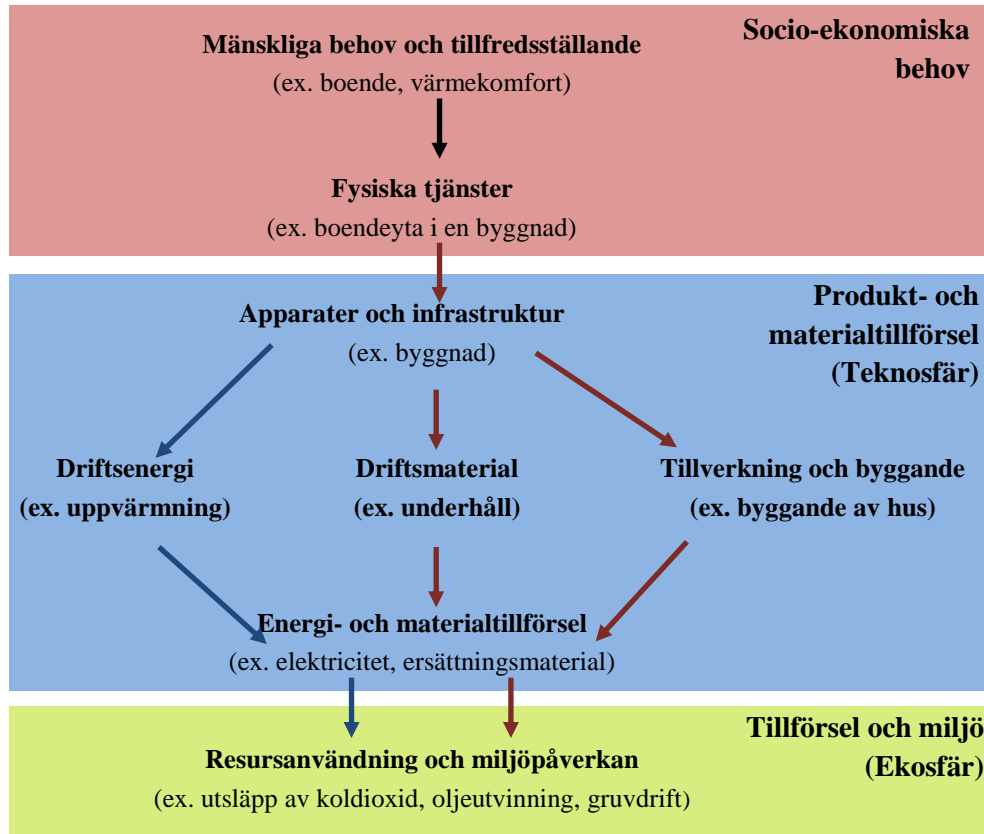
Potentialen till att minska klimatpåverkan genom materialeffektivisering blir större om konceptet breddas från att inte bara fokusera på produktionsperspektivet utan även omfatta hela **kedjan** från det mänskliga behov som ger upphov till en fysisk tjänst eller produkt, se Figur 10. Tillverkningen och driften av dessa produkter och

<sup>45</sup> Morfeldt, 2017

<sup>46</sup> SOU 2018:84



tjänster innebär efterfrågan på både material och energi som i sin tur är ett resursbehov från ekosystemet och påverkar ekosystemet genom exempelvis utsläpp av växthusgaser.



Figur 10: Att tillfredsställa mänskliga behov bygger på användning av material och energi. De tjänster som samhället använder för att tillfredsställa behoven är beroende av produkter som behöver energi både i produktionen och leveranser av tjänsten. De blå pilarna i bilden representerar behov av energi och de röda pilarna representerar resursbehov. Slutligen leder detta till miljöpåverkan genom exempelvis utsläpp av koldioxid. Källa: Hertwich et al., 2019

Man kan dela in ökad materialeffektivitet i sex olika kategorier som representerar olika delar av livscykeln för de fysiska tjänster som möter mänskliga behov<sup>47</sup>:

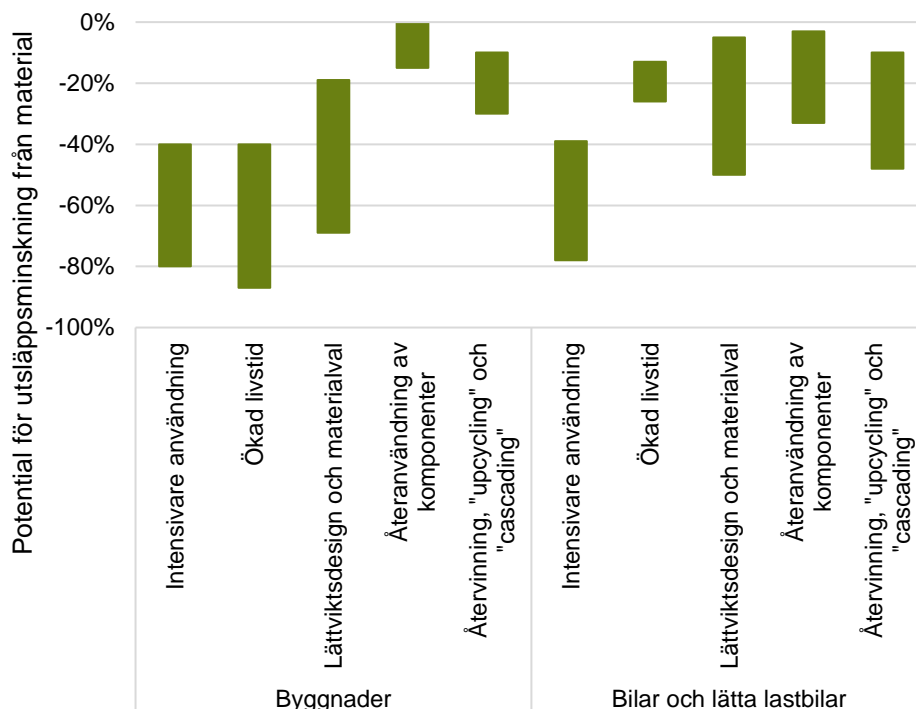
- **Intensivare användning:** färre produkter för att tillhandahålla samma tjänst, exempelvis effektivare användning av ytor i byggnader.
- **Ökad livslängd** (genom design, reparation, återbruk, återvinning i tillverkning): ger att tjänster kan tillhandahållas av en produkt över längre tid.
- **Klimatsmart design och materialval:** mindre mängd material och/eller material med lägre klimatpåverkan i produkter (lättningsmaterial kan vara ett alternativ men riskerar att försvåra materialåtervinningen i ett senare led<sup>48</sup>).

<sup>47</sup> Hertwich et al., 2019

<sup>48</sup> Swerea, 2015

- **Återanvändning av komponenter:** genom ökad återanvändning i tillverkningen och modularitet som gör att inte hela produkten behöver bytas ut.
- **Återanvändning, återvinning, återtillverkning och "cascading":** produkter återanvänds, återvinns, återtillverkas eller uppgraderas för att kunna återbrukas ("upcycling") eller används för en tjänst med allt lägre krav på produkten ("cascading").
- **Effektivare produktion:** ökad materialeffektivitet i produktionen av material och tillverkningen av produkter, t.ex. genom att cirkulera restmaterial.

En forskningssammanställning har visat på betydande potentialer för minskade utsläpp av växthusgaser från materialproduktionen genom en ökad materialeffektivitet i livscykeln för byggnader, personbilar och lätta lastbilar. Det handlar främst om strategier som innebär en mer intensiv användning av produkterna, att göra produkterna mindre och lättare samt att öka produkternas livslängd. Figur 11 visar hur stor potentialen för utsläppsminskning beräknas vara för de olika strategierna för materialeffektivisering. Det är dock viktigt att poängtera att dessa potentialer har samlats in från olika studier och därmed inte är exakt jämförbara eller summerbara. Slutsatsen är dock ändå att denna möjlighet för minskad klimatpåverkan är långt ifrån försumbar.<sup>49</sup>



Figur 11: Uppskattad potential för utsläppsminskningar från materialproduktionen genom ökad materialeffektivitet. Källa: Hertwich et al., 2019

<sup>49</sup> Hertwich et al., 2019

Plast lyfts ofta som ett material med stor potential för ökade cirkulära flöden. Plastanvändningen har ökat stadigt sedan 60-talet. Under 2016 tillfördes den svenska marknaden motsvarande mängd om ca 130 kg plast per person. Den största andelen av plastavfallet i Sverige går till förbränning.<sup>50</sup>

Förbränning av plast av fossilt ursprung ger upphov till utsläpp av koldioxid, i genomsnitt 2,7 kg koldioxid för varje kilogram plast. Användningen av plast tros öka även framgent, vilket är en utmaning för att nå netto-noll utsläpp. En effektivare användning och minskad efterfrågan på materialet kan dämpa denna effekt. Potentialen för att minska plast som används till förpackningar för livsmedel och konsumentvaror uppskattas till över 20 procent, och materialeffektivitet och nya affärsmodeller, som bilpooler, uppskattas minska den årliga efterfrågan inom EU med 13 miljoner ton.<sup>51</sup>

Då den största delen av utsläppen uppstår vid plastprodukternas slutfas, i förbränning av plast som avfall, är dock ökad återvinning och utfasning av fossila råvaror viktigare för att minska utsläppen från plast än för andra material. Återanvändning och mekanisk återvinning samt substitution mot andra material uppskattas kunna minska efterfrågan av jungfrulig råvara med ytterligare 13 miljoner ton respektive 6 miljoner ton.<sup>52</sup>

Scenarier som visar effekten av en omställning mot ett samhälle med hög cirkularitet visar på en potential om att upp till 70 procent av plastmaterialet skulle kunna produceras genom återvunnen plast. Potentialen för att minska utsläppen genom omställning från jungfrulig plast till återvunnen plast är betydande, då återvunnen plast endast ger upphov till 0,5 ton koldioxid per ton, jämfört med 2,3 ton koldioxid som uppstår vid produktion med jungfruliga råvaror.<sup>53</sup> Stor potential finns i ökad mekanisk återvinning, vilket är något som även lyfts i den statliga utredningen *Det går om vi vill – Förslag till en hållbar plastanvändning*<sup>54</sup>. Nivån om 70% produktion genom återvunnen plast förutsätter dock även kemisk återvinning.

När det kommer till elektronik så uppskattas inte bidraget från materialeffektivisering för att minska klimatpåverkan som speciellt stort. Det beror på att åtgärder som kan vara fördelaktiga, såsom ökad livstid för produkterna, riskerar att leda till ökad energianvändning för driften av produkterna. Dessutom anses inte återanvända produkter vara fullgoda substitut för nya produkter, vilket ökar risken för att en större sekundär marknad för elektriska produkter inte förändrar efterfrågan på nya produkter. När det gäller återvinning av komponenter

---

<sup>50</sup> SMED, 2019

<sup>51</sup> Material Economics, 2019

<sup>52</sup> Material Economics, 2019

<sup>53</sup> Material Economics, 2019

<sup>54</sup> SOU 2018:84

så är potentialen ur ett klimatperspektiv förhållandevis låg.<sup>55</sup> Det finns dock andra studier som har visat genom livscykelanalyser att en ökad livstid kan bidra till stora minskningar av den totala klimatpåverkan för elektronik<sup>56</sup>. Det förutsätter dock att den ökade livstiden leder till en minskad efterfrågan av nya produkter.

Digitalisering, och den elektronik som den bygger på, har samtidigt potential att främja en cirkulär ekonomi och underlätta för framväxten av nya affärsmodeller. Det handlar främst om lösningar där digitala system används för att optimera logistik och kapacitet av olika slag. Därigenom kan dessa system bidra till minskad energianvändning i drift och även ökad materialeffektivitet genom att lägre kapacitet behövs. Den här typen av lösningar bygger dock på stor tillgång till data som kan integrera olika delar av systemet som optimeras. Det är även kring data som de stora utmaningarna finns, relaterade till ägandeskap av data, hur data kan delas och hur data integreras i affärsmodeller.<sup>57</sup>

### **Materialeffektivisering kan ge betydande bidrag till klimatomställningen**

Det är utmanande att uppskatta hur mycket olika strategier för ökad materialeffektivitet kan bidra till minskad klimatpåverkan totalt sett. Det beror på att vissa av åtgärderna sätts in i andra delar av värdekedjan än där produktionen av materialen sker. En annan aspekt att ta hänsyn till är risken för att den införda åtgärden medföra en viss rekyleffekt. Därför riskerar de slutliga utsläppsminskningarna inte att bli lika stora som potentialen. rekyleffekter kan uppstå för att användandet av en tjänst som tillhandahålls istället ökar när kostnaden för tjänsten minskar till följd av effektiviseringen. Forskning har visat att den här effekten kan vara betydlig även för materialeffektiviseringsåtgärder. Hur klimatpolitik kan bidra till ökad materialeffektivitet och samtidigt undvika rekyleffekter är något som behöver analyseras ytterligare.<sup>58</sup>

Tillväxtanalys gjorde under hösten 2019 en omvärldsanalys av förutsättningarna för omställningen av industrins processer till mycket låga växthusgasutsläpp, med fokus på material och tillverkning av fordon, byggnader och infrastruktur. Det finns goda skäl för staten att främja omställningen men det är komplext att identifiera vilka insatser som kan bidra i rätt riktning. En del i komplexiteten är risken att ett statligt fokus på att gynna specifik teknologi kan leda till en inlåsning i gamla strukturer. Det kan bland annat handla om att missbedöma genomslagskraften av materialeffektivisering och cirkulära affärsmodeller i samhället, som skulle innebära att efterfrågan på material kan minska. En satsning på specifik teknik som sedan inte får genomslag skulle få konsekvenser inte bara för industrin utan även för staten eftersom satsningarna på specifik teknik även

---

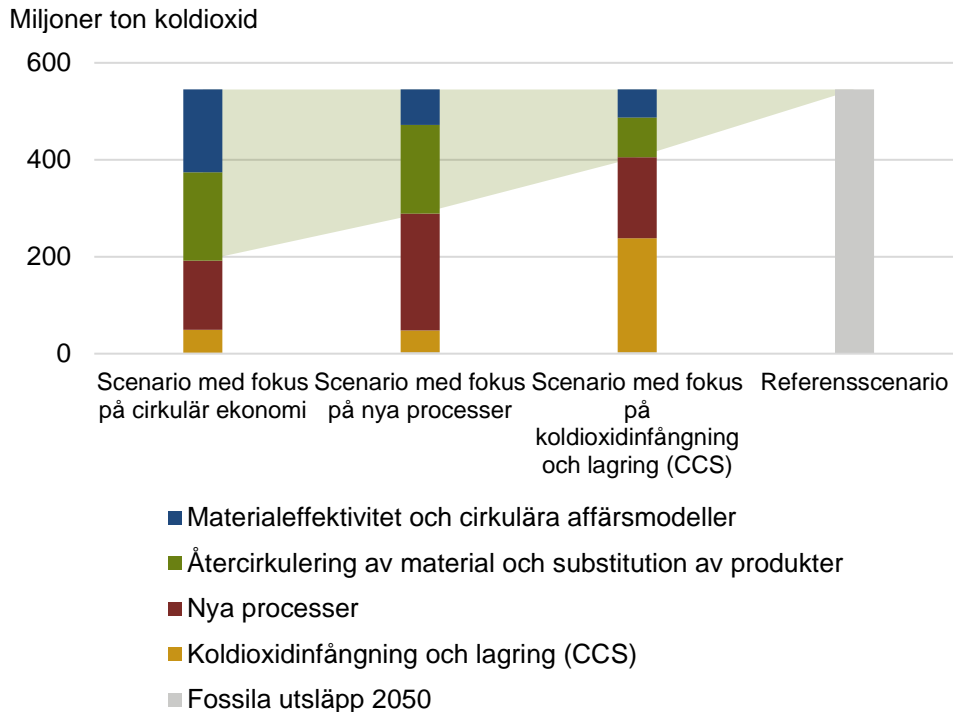
<sup>55</sup> Hertwich et al., 2019

<sup>56</sup> European Environment Bureau, 2019

<sup>57</sup> Antikainen et al., 2018

<sup>58</sup> Hertwich et al., 2019

kräver stora satsningar på infrastruktur, exempelvis kraftnät för att tillgodose det höga elbehovet som många av de nya processerna förutses ha.<sup>59</sup>



Figur 12: Scenarier som visar effekten år 2050 av tre olika utvecklingsvägar till nollutsläpp från stål-, kemi- och cementindustri inom EU. Källa: Material Economics, 2019

För EU som helhet så visar Material Economics scenarier<sup>60</sup> på en stor potential för utsläppsminskningar från produktionen av järn och stål, kemiprodukter och cement, se potentialen i jämförelse med referensscenario för år 2050 i Figur 12. Scenarierna visar på tre olika utvecklingsvägar för EU mot nollutsläpp, med utgångspunkt i cirkulär ekonomi, nya produktionsprocesser och utbyte av råvaror, och koldioxidinfångning och lagring (CCS).

Utvecklingsvägen för **cirkulär ekonomi** innebär satsningar på innovation inom design och digitalisering för att följa upp materialanvändningen längs olika värdekedjor samt för att skapa nya affärsmodeller för delningstjänster och nya tillverkningsätt. Aktörerna som påverkas följer värdekedjan hela vägen från materialproducenter till exempelvis byggherrar och bildelningstjänsteföretag. Avfallsflöden kommer att vara allt viktigare för att tillgodose efterfrågan på material, speciellt gällande stålskrot, rivnings- och plastavfall. Det är dock viktigt att notera att nya produktionsprocesser fortfarande kommer att behövas för att tillgodose det resterande materialet som inte kan tillgodoses genom återvinning. Det handlar bland annat om nya stålproduktionsprocesser samt nya processer för kemisk återvinning av plaster.

<sup>59</sup> Tillväxtanalys, 2019

<sup>60</sup> Material Economics, 2019

Utvecklingsvägen för **nya processer** har sin tyngd i att utveckla produktionsprocesser samt att byta ut råvaran inom vissa branscher, såsom att använda biobaserade råvaror för kemiindustrin och att återvinna plastavfall. Innovation, elektrifiering och investeringar i nya tekniker är huvudspåren och utvecklingsvägen resulterar i en hög elanvändning. För att lyckas nå nollutsläpp 2050 så behöver tekniken utvecklas snabbt och storskalig kommersialisering behöver ske så snart som under 2030-talet. Förutsättningen för att detta ska ske är tillgång på billig och klimatsmart elektricitet och statliga stöd för de investeringar som kommer att krävas hos nuvarande industriaktörer för att få omställningen att hända.

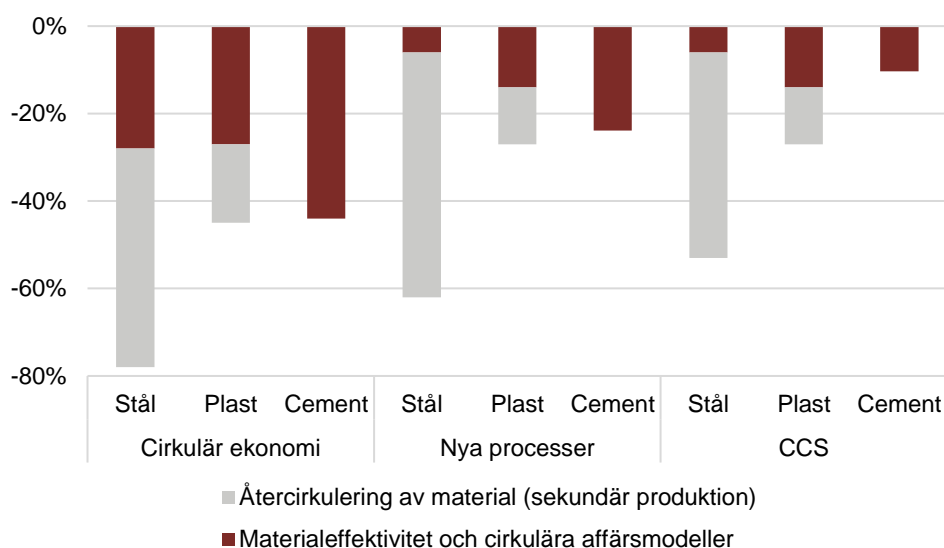
Utvecklingsvägen för **koldioxidinfångning och lagring** förutsätter att samhällets aktörer gemensamt satsar på tekniken och redan under 2020-talet demonstrerar att tekniken fungerar för flera olika typer av processer. Industrins aktörer behöver anpassa sina processer för att möjliggöra en hög grad infångning av koldioxid. Staten behöver gå in som garant för att företagets investeringar kan återbetalas i framtiden samt säkra infrastruktur för transport och lagring av koldioxiden. Social acceptans är även en förutsättning för att den här vägen ska vara gångbar.

Scenarierna visar att materialeffektivisering spelar en roll i alla utvecklingsvägar mot nollutsläpp för den europeiska industrin oavsett vad scenariernas huvudsakliga fokus är. Materialeffektivisering kommer därmed att spela en viktig roll i klimatomställningen även om samhället väljer att satsa på specifika tekniker, såsom HYBRIT eller CCS.

Utvecklingsvägen med fokus på cirkulär ekonomi ut står ut när det gäller kostnad. Med ökad materialeffektivitet så kan även produktivitet för aktörerna öka och därmed minskar kostnaderna för omställningen. Material Economics uppskattar att den totala kostnaden för en utvecklingsväg med fokus på cirkulär ekonomi till endast 3 procent högre än business-as-usual, vilket kan jämföras med ökade kostnader om 25 procent för utvecklingsvägen med fokus på nya processer. Översatt till ett koldioxidpris så motsvara utvecklingsvägen med fokus på cirkulär ekonomi ett koldioxidpris på 12 € per ton, vilket kan jämföras med 78 respektive 91 € per ton för utvecklingsvägar med fokus på CCS respektive nya produktionsprocesser. Kostnaden för materialeffektiviseringsåtgärder är dock mindre utredda än kostnader för förändrad produktion och uppskattningen är därför behäftad med osäkerhet. För att illustrera detta har Material Economics även tagit fram kostnaden för om ingen produktivitetsvinst kan räknas hem till följd av en övergång till cirkulär ekonomi. Kostnaden för utvecklingsvägen är då i paritet med utvecklingsvägen för CCS.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Material Economics, 2019



Figur 13: Potential för minskad primär produktion av stål, plast och cement beroende på scenario inom EU. Källa: Material Economics 2019

Potentiella utsläppsminskningar genom ökad cirkularitet i samhället tas upp som en möjlig väg till netto-nollutsläpp för Europa i europeiska kommissionens förslag till långsiktig strategi för klimat. Det scenario som presenteras för att ta vara på möjligheterna av en cirkulär ekonomi har dock endast begränsad påverkan på produktionen av energi- och växthusgasintensiva råmaterial. Kommissionen bekräftar själva att scenariot är konservativt i jämförelse med den vetenskapliga litteraturen om effekterna av en cirkulär ekonomi.<sup>62</sup> Detta blir särskilt tydligt när kommissionens antaganden jämförs med de tre scenarier som presenterats av Material Economics för EU, se Figur 13 och Tabell 1.

Tabell 1: Förändring i produktionsvolym för primär produktion 2050 jämfört med referensscenario. Källa: Europeiska kommissionen, 2018a

	Förändring i primärproduktionsvolym 2050 jämfört med referensscenario
Järn- och stålindustri	-6%
Metallindustri (exkl. järn och stål)	-3%
Kemiindustri	-9%
Massa- och pappersindustri	-12%
Mineralindustri (exkl. metaller)	-8%

### Underlag för Sverige saknas – hög materialanvändning tyder på att potential finns

Tillgängliga underlag för att bedöma hur stor potentialen för utsläppsminskningar genom ökad materialeffektivitet och cirkulära affärsmodeller är begränsad för Sverige. Sveriges utsläpp av växthusgaser är dock relativt låga inom energiomvandling, på grund av en hög andel vatten- och kärnkraft i elmixen, och

<sup>62</sup> Europeiska kommissionen, 2018a

många lågt hängande utsläppsminskningåtgärder har genomförts inom industrin, som bränslebyten från fossila bränslen till biobränslen, läs mer i kapitel 3. Det innebär att de svenska utsläpp som kvarstår i högre grad är relaterade till industrins produktionsprocesser än i andra länder (Sveriges utsläpp från tillverkningsindustrin motsvarade 28 procent 2017, exkl. raffinaderier och koksverk, vilket kan jämföras med 20 procent i genomsnitt för EU, 18 procent för USA och 15 procent för Australien<sup>63</sup>). Samtidigt har vissa materialeffektiviseringsåtgärder redan införts, främst gällande ökad återcirkulering av material inom industrins produktionsprocesser, exempelvis står skrot för 40 procent av råmaterialet i svensk stålproduktion (läs mer i avsnitt 3.1) och omhändertagande av restflöden som kan nyttiggöras på andra sätt. För att kunna bedöma i vilken grad materialeffektivisering kan bidra till att nå de svenska klimatmålen så skulle effekten av genomförda materialeffektiviserande åtgärder samt den kvarvarande potentialen behöva analyseras grundligt.

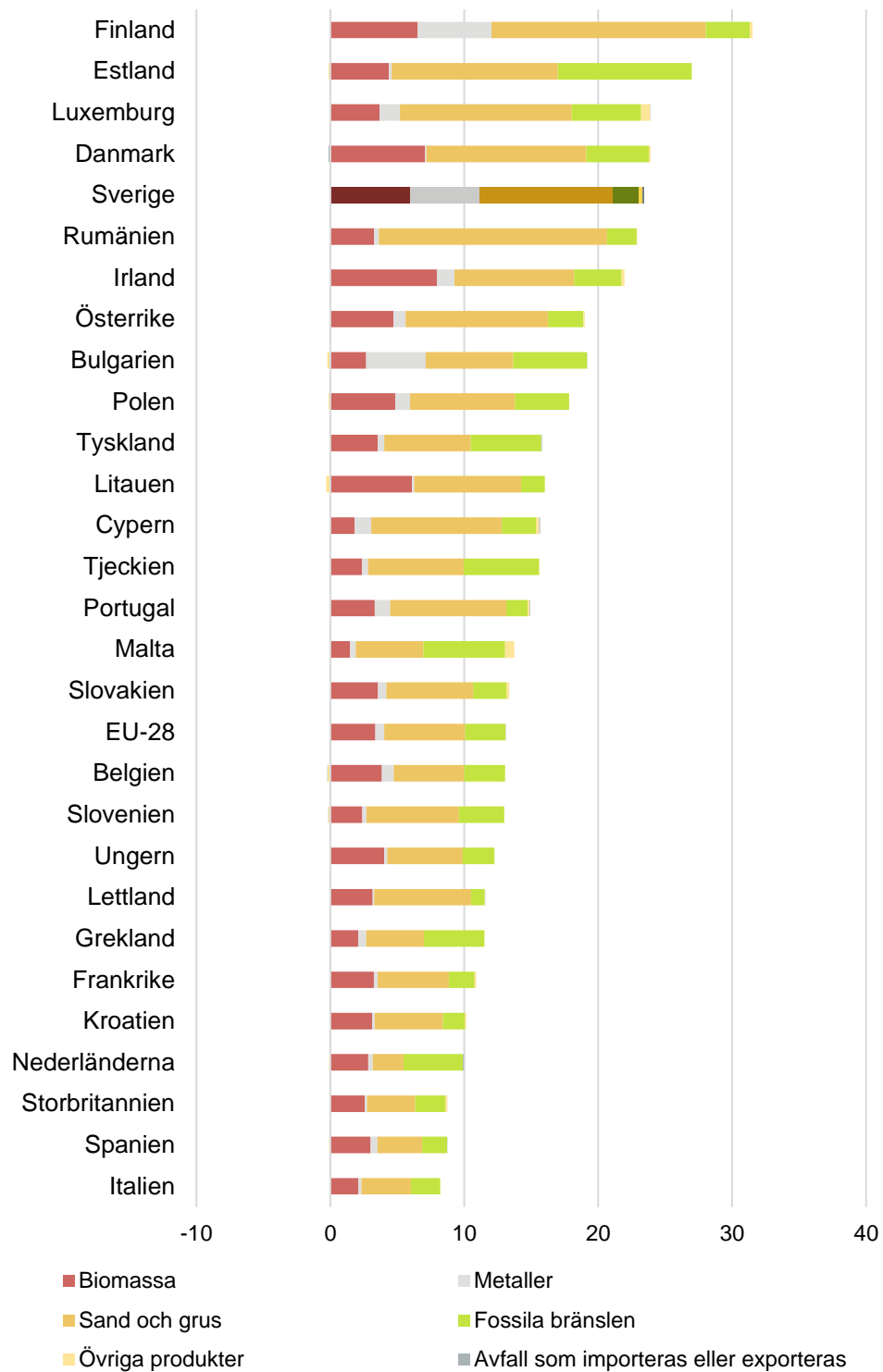
Indikatorn inhemsk materialkonsumtion (*domestic material consumption – DMC*) kan ge en bild av hur svensk materialanvändning ser ut i jämförelse med andra länder. Indikatorn är dock ett mått på direkt konsumtion av de olika råmaterialen för den svenska ekonomin, där inhemsk utvinning av material justeras utifrån nettohandel med respektive material. Det medför att länder med stor export av material från den egna utvinningen får en större materialkonsumtion då de första förädlingsstegen sker i Sverige. Ett land med låg egen utvinning får en lägre materialkonsumtion då de förädlade produkterna väger mindre än ursprungsmaterialet.<sup>64</sup> Sverige har en förhållandevis hög materialkonsumtion jämfört med andra europeiska länder, se Figur 14.

---

<sup>63</sup> UNFCCC, 2019 – Kategorierna *GHGs from Energy – Manufacturing Industries and Construction* och *GHGs from Industrial Processes and Product Use* i jämförelse med *GHGs Total without LULUCF*.

<sup>64</sup> SCB, 2017a





Figur 14: Materialkonsumtion för Sverige och andra europeiska länder (EU-28). Källa: Eurostat, 2019

## 2.3 Biomassans roll i industrins klimatomställning

*Biomassa används idag till papper, träprodukter och bränsle. En ökad efterfrågan av biomassa förväntas i framtiden till följd av industrins klimatomställning, som bränsle, för produktionen av biodrivmedel och som material med lägre växthusgasutsläpp såsom biobaserad plast. Sverige har stor men ändå begränsad tillgång på biomassa. Hur mycket skog som kan avverkas beror på skogens tillväxt på den produktiva skogsmarken. Samtidigt som efterfrågan är stor så måste utvinningen ske på ett hållbart sätt där bland annat skyddet av biologisk mångfald säkerställs. Biomassan behöver därför användas effektivt ur ett samhällsperspektiv. Det kan handla om exempelvis samproduktion av material och energi.*

Klimatomställningen av industrin väntas leda till en ökad användning av el och biomassa. En utvecklad bioekonomi är en viktig del av omställningen till ett fossilfritt samhälle. Biomassa kan användas för många produkter och bränslen som ger låga utsläpp. Sveriges stora skogs- och markområden är en fördel vid utvecklingen av en biomassaanvändning som kan bidra till Sveriges klimatmål. Efterfrågan på svensk biomassa är stor och kan i framtiden bli större än utbudet men biomassaproduktionen kan sannolikt ökas genom att ta bättre vara på olika restprodukter.<sup>65</sup> Att utvinna alltför mycket biomassa kan dock ge negativa effekter på andra miljömål, varför biomassaresurserna behöver tas till vara på ett hållbart sätt. Användningen av biomassa måste vara effektiv både för energiändamål och som råvara för produkter. Biobaserat avfall bör tas till vara för att få värdefulla material eller energibärare.

### **Biomassa används idag till papper, träprodukter och bränsle**

Biomassa används som råvara för träprodukter, pappersmassa och papper. Drygt hälften av den skördade stamveden blir produkter medan knappt hälften är restprodukter som blir energi.<sup>66</sup> Idag exporteras 80 procent av producerat papper, pappersmassa och sågade trävaror.

Avverkningsrester, dålig stamved och skogsindustrins restprodukter ger biobränsle som bland annat används för produktion av el, värme och ånga i fjärrvärmeanläggningar och industrier. I byggnader med enskild uppvärmning används förädlad biobränsle såsom pellets.

Totalt användes 143 TWh biobränslen under 2017 vilket motsvarar 25 procent av den totala energitillförseln. Det biobränsle som används består till drygt en tredjedel av oförädlade träbränslen och till knappt en tredjedel av avlutar i skogsindustrin. Förädlad träbränsle utgjorde sex procent av biobränsleanvändningen 2017. Industrin samt el- och fjärrvärmeproduktion

---

<sup>65</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>66</sup> Naturvårdsverket, 2016a

använder vardera knappt 40 procent av biobränslet (sammanlagt närmare 110 TWh per år). Omkring 10 procent vardera används för transporter respektive i byggnader (totalt omkring 30 TWh per år).<sup>67</sup> Av de 56 TWh biobränsle som användes i industrin 2017 förbrukades 89 procent i massa- och pappersindustrin, 9 procent i trävaruindustrin och bara ett par procent i övriga branscher.<sup>68</sup> Cirka 20 procent (30 TWh) av det biobränsle som används importeras.<sup>69</sup>

När det gäller biodrivmedel importeras största delen som används i Sverige i dag.<sup>70</sup> Läs mer i kapitel 3.2 om utsläpp i transportsektorn och faktarutan på sida 74.

### **Sverige har stora biomassatillgångar**

Sverige har goda förutsättningar att expandera biobaserade energi- och produktionssystem tack vare vår stora skogsresurs, men även jordbruket kan öka sin biomassaproduktion. Biomassa från akvatiska system<sup>71</sup> är mindre undersökt och har osäker potential<sup>72</sup>.

Virkesförrådet i den svenska skogen har nästan fördubblats på 100 år främst tack vare bättre produktions- och tillväxtfrämjande skogsskötsel och växtförädling<sup>73</sup>.

Likt all skogsmark i Sverige, är produktiv skogsmark dominerad av barrskog (82 procent) med tallskog som den vanligaste beståndstypen (39 procent). Sedan mitten av 1990-talet har dock arealen lövträdsdominerad skog ökat i alla landsdelar<sup>74</sup>.

Skogens tillväxt ökar fortsatt och i dagsläget är avverkningen inte 100% av tillväxten. På grund av att inte all tillväxt avverkas är nettoinlagringen av kol i skogsbiomassa fortsatt hög. Detta har gett att Sverige har en stor kolsänka som man kan läsa mer om i kapitel 3.9.

I dagsläget tas bara en liten mängd stubbar samt årligen 6–10 TWh grenar och toppar (GROT) från skogen, där mängden främst beror på fjärrvärmeföretagens efterfrågan.<sup>75</sup> Sådana avverkningsrester, inklusive en begränsad mängd stubbar och liknande hållbart producerad biomassa, skulle idag tillsammans med träd från vägkanter och liknande kunna bidra med ytterligare omkring 30 TWh biomassa per år.<sup>76</sup>

Det moderna skogsbruket har resulterat i att skogens åldersstruktur har förändrats mycket sedan 1950-talet. Åldersstrukturen påverkar bland annat biologisk

---

<sup>67</sup> Energimyndigheten, 2019b

<sup>68</sup> Energimyndigheten, 2019c

<sup>69</sup> Energimyndigheten, 2019a

<sup>70</sup> Energimyndigheten, 2018a

<sup>71</sup> Vattensystem (sjöar, vattendrag, hav och dammar)

<sup>72</sup> Börjesson, 2016

<sup>73</sup> SLU, 2019a

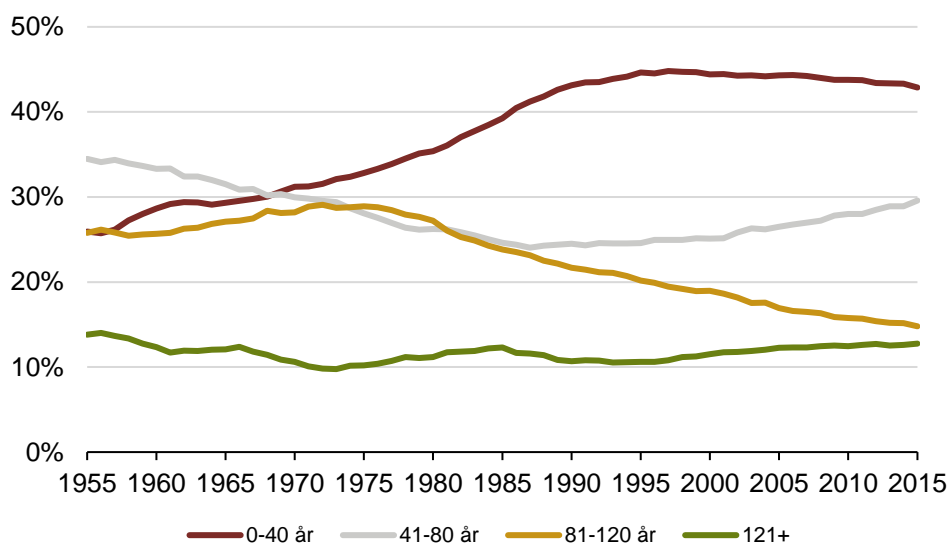
<sup>74</sup> SLU, 2019b

<sup>75</sup> Börjesson, 2016

<sup>76</sup> Skogsstyrelsen, 2017

mångfald, friluftsliv, turism och renskötsel. Arter som är anpassade till äldre skogar med hög kontinuitet har missgynnats av utvecklingen med en allt större andel unga skogar.

Enligt Skogsdata 2019<sup>77</sup> har Sveriges skogars åldersstruktur på produktiv skogsmark förändrats sedan 1950-talet, se Figur 15.



**Figur 15: Produktiv skogsmarksareal utanför reservat fördelad på åldersklasser. Glidande femårsmedelvärdet. Källa: SLU 2019b**

Hur mycket skogsbiomassa som kan avverkas beror bland annat på skogens tillväxt, åldersstruktur och lägsta tillåtna slutavverkningsålder. Den lägsta tillåtna slutavverkningsåldern varierar från 45 år i bördig granskog till över 100 år för tallskog på mager mark<sup>78</sup>. Det innebär att omloppstiden varierar från cirka 45 år till över 100 år (omloppstiden är tiden för en trädgeneration från sådd, naturlig föryngring eller plantering till slutavverkning). Om volymproduktionen ska maximeras ska skogen avverkas först när tillväxten kulminerar. Det är den tidpunkt när den löpande tillväxten blir lägre än medeltillväxten under hela omloppstiden. Det är normalt betydligt senare än den lägsta tillåtna slutavverkningsåldern. Förlängda omloppstider ger även en mer rekreativ skog.

Med ökad tillväxt kommer skogarnas tillväxt att kulminera allt tidigare i ålder vilket innebär att omloppstiderna kommer bli allt kortare. Ökad tillväxt kan åstadkommas genom olika skogsskötselåtgärder men även klimatförändringarna kan ge en ökad skogstillväxt. Klimatförändringen kan dock även öka risken för

<sup>77</sup> SLU, 2019b

<sup>78</sup> Skogsvårdslagen (SFS 1979:429)

torka, bränder och insektsangrepp som kan ge minskad tillväxt och minskande avverkningsmöjligheter<sup>79</sup>.

Sex procent av Sveriges yta är åker. Åkerarealen har länge minskat och under perioden 2000 och 2018<sup>80</sup> var minskningen 6 procent. En viss del av den areal som i dagsläget inte nyttjas för livsmedelsproduktion och som tagits ur bruk skulle även kunna beskogas för att öka kolinlagringen. Denna areal skulle även kunna användas för att odla biomassa för energi- och materialändamål. Svenskt jordbruk kan på kort sikt (2030) bidra med närmare 20 TWh biomassa per år och med 35–40 TWh år 2050.<sup>81</sup> När markanvändning förändras bör dock alla miljömål och livsmedelsstrategin beaktas.

Skogs- och jordbruk skulle utifrån en studie av Pål Börjesson från 2016<sup>82</sup> totalt kunna bidra med ytterligare upp till 40 TWh biomassa i det korta perspektivet till 2030 och upp till omkring 80 TWh till 2050.<sup>83</sup> Som i alla scenarier ska siffrorna läsas med försiktighet då osäkerheterna är stora.

### **Utvinnningen och användningen av biomassa måste vara hållbar**

En bioekonomi måste utvecklas på ett hållbart sätt. Hållbar produktion och konsumtion av biomassa för energi eller andra ändamål i Sverige eller utomlands ska:<sup>84</sup>

- inte orsaka avskogning eller på annat sätt minska kolförråden på lång sikt i ett större område,
- inte minska biologisk mångfald, markens produktionsförmåga eller mark- och vattenkvalitet,
- inte orsaka skadliga utsläpp av föroreningar,
- orsaka lägre växthusgasutsläpp än fossilbaserade system,
- ha goda arbetsvillkor och inte påverka lokalbefolkningen negativt.

Skogens funktion som kolsänka försämras av ökad avverkning som inte motsvaras av tillväxt, medan en minskad avverkning ger ett ökat upptag av kol från atmosfären. Potentialen för biomassaproduktion i skogen påverkas till exempel av naturhänsyn och avsättningar för ekosystemtjänster inklusive bevarande av skogar som är värdefulla för biologisk mångfald. Uttag av avverkningsresterna grenar, toppar och stubbar<sup>85,86</sup> kan ha negativa effekter på biologisk mångfald och näringsämnen samt försurning,<sup>87</sup> särskilt i områden där det kritiska biomassa uttaget

---

<sup>79</sup> SLU, 2019c

<sup>80</sup> Jordbruksverket, 2015

<sup>81</sup> Börjesson, 2016

<sup>82</sup> Börjesson, 2016

<sup>83</sup> Börjesson, 2016

<sup>84</sup> Skogsstyrelsen, 2017

<sup>85</sup> Börjesson, 2016

<sup>86</sup> SLU, 2018

<sup>87</sup> Energimyndigheten, 2018b

för försurning överskrids.<sup>88</sup> Mer aska behöver återföras till skogen för att motverka försurningen.

Mer produktiv skogsmark bör skyddas och mer skogsbruk bör bedrivas skonsamt för att bevara den biologiska mångfalden och för att skogsbruket ska betraktas som hållbart. En hållbar förvaltning av skogen i ett förändrat klimat kräver att ekosystemens resiliens<sup>89</sup> säkerställs. Naturskogar och skogar med högre grad av naturlighet är mer resilienta än skogar som omvandlats av skogsbruket. Därför kan bevarande av sådana skogar och miljöhänsyn bidra till ett klimatanpassat skogsbruk<sup>90</sup> och en varaktig utvinning av biomassa. När efterfrågan på biomassa ökar blir det ännu viktigare att säkra hållbarheten i skogsproduktionen eftersom det kan bli lönsamt att ta ut mer biomassa och använda metoder som behöver begränsas (t.ex. stubbskörd).<sup>91</sup>

### **Efterfrågan på biomassa förväntas öka till samma storleksordning som framtida tillgången**

Biodrivmedel kan ersätta fossila drivmedel till vägtrafik, sjöfart och luftfart. I Energimyndighetens senaste scenario, Kontrollstation 2019,<sup>92</sup> för reduktionsplikten analyseras hur mycket biodrivmedel som behövs för att nå målet om 70% minskade utsläpp av växthusgaser 2030 inom transportsektorn. Enligt scenariot för 2030 väntas den totala energianvändningen i sektorn 2030 vara 70 TWh. Användningen av biodrivmedel antas under samma period (2020 – 2030) öka till 41 TWh, vilket motsvarar 59 procent av den totala användningen i transportsektorn. Övrig energianvändning i sektorn 2030 kommer från fossila bränslen och elektrifiering.

Biomassa kan även ersätta material vars tillverkning idag ger upphov till växthusgasutsläpp. Trä kan i många fall ersätta betong och stål. Plast som tillverkas av fossila bränslen kan ersättas med papper eller plast tillverkad av biomassa. Biomassa kan också ersätta olja och gas som råvara för kemikalier<sup>93</sup> samt ersätta råvaror för textilier som ger stor miljöpåverkan. Kol lagras i de biomassabaserade produkterna, vilket ger större klimatnytta ju längre livslängden är eftersom kol undanhålls från atmosfären.

Ett hinder för ökad användning av biomassa för dessa ändamål är att produktion som orsakar växthusgasutsläpp fortfarande ofta är billigare än biobaserade alternativ, som kan kräva ny produktionsteknik.

---

<sup>88</sup> Naturvårdsverket, 2019c

<sup>89</sup> Resiliens är kapaciteten hos ett system, vare sig det är en skog, en stad eller en ekonomi, att hantera förändringar och fortsätta att utvecklas. Det handlar alltså om både motståndskraft och anpassningsförmåga samt om förmågan att vända chocker och störningar, som en finanskris eller klimataförändringar, till möjligheter till förnyelse. SEI 2019

<sup>90</sup> Thompson et al, 2009

<sup>91</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>92</sup> Energimyndigheten, 2018a

<sup>93</sup> Skogsstyrelsen, 2017

Biomassa kan ersätta mer fossila bränslen som orsakar växthusgasutsläpp, bland annat i industrin (se avsnitt 2.1). I en sammanställning av åtgärderna i industrins klimatkraftplaner till 2045 inom Fossilfritt Sverige har den ökade efterfrågan på bioenergi uppskattats. Bedömningen är att industrin kan behöva ytterligare 23 TWh bioenergi och transportsektorn inklusive arbetsmaskiner 52 TWh bioenergi, sammanlagt 75 TWh per år mer än 2016.<sup>94</sup> Mängden för transportsektorn har å ena sidan underskattats eftersom omvandlingsförluster vid tillverkning av biodrivmedel inte har beaktats men har å andra sidan överskattats genom att det inte antas ske några åtgärder för att få ett mer transporteffektivt samhälle.<sup>95</sup> I en tidigare kvantifiering av avsättningspotentialen för biomassa i Sverige har en liknande storleksordning som i sammanställningen av kraftplanerna beskrivits, 60-70 TWh.<sup>96</sup> Detta är sammantaget en mycket stor ökad efterfrågan och då enbart i Sverige.

Den förväntade svenska efterfrågeökningen för biomassa kan alltså bli betydande, i samma storleksordning som den totala inhemska potentialen för ökat uttag. Om den svenska efterfrågan inte skulle kunna täckas av inhemsk biomassa krävs import. Ökad svensk och global efterfrågan skulle förmodligen innebära högre priser både på inhemsk och importerad biomassa. Ökad efterfrågan och högre priser gör det viktigare att biomassan används effektivt.

### **Biomassa bör användas effektivt ur ett samhällsperspektiv**

Den allt mer eftertraktade biomassan bör användas på bästa sätt ur ett samhällsperspektiv. Kombinerad produktion av material och energi från biomassa ger ett effektivt resursutnyttjande. Värdefulla produkter produceras av växtfibrer samtidigt som biprodukter av lägre kvalitet kan användas till energi. Produktion av fordonsbränsle kan integreras i produktion av pappersmassa<sup>97</sup> bland annat genom att utvinna lignin ur svartlut. Helst bör man få högvärdiga produkter ur lågvärdiga resurser. Typer av biomassa som idag används som bränsle kan användas som råvara för produkter, såsom grenar och toppar samt stamved av sämre kvalitet. Grenar och toppar skulle exempelvis kunna användas för framställning av kemikalier och biodrivmedel<sup>98</sup>. Resurseffektiv biomassaanvändning kan producera flera olika nyttigheter, som exempelvis i bioraffinaderier.

Om biobränsle används till fjärrvärme bör det ske genom kraftvärmeproduktion, som även ger el som kan användas på många sätt i omställningen till ett samhälle utan växthusgasutsläpp. Effektiv biobränslekraftvärme är att föredra framför biomassaanvändning enbart för el- eller värmeproduktion där mer resurseffektiv användning är möjlig.

En effektivare energianvändning i skogsindustrin kan minska dess behov av biobränsle. Användningen av biobränsle för el- och värmeproduktion kan också

---

<sup>94</sup> Sweco, 2019

<sup>95</sup> Energimyndigheten, 2019a

<sup>96</sup> Börjesson, 2016

<sup>97</sup> Skogsstyrelsen, 2017

<sup>98</sup> Johanneberg Science Park 2019

minska genom energieffektivisering som minskar energibehoven. Lägre värmebehov kan göra det lättare att sänka fjärrvärmens temperatur vilket gör det möjligt att ta till vara spillvärme med lägre temperatur från exempelvis tillverkningsindustrin. Energieffektivisering och spillvärmeutnyttjande frigör biomassa till andra ändamål och är viktiga delar av resurseffektiva energisystem med låg klimatpåverkan.

Efterfrågan på biodrivmedel kan dämpas med hjälp av energieffektiva fordon och minskat trafikarbete med energiintensiva trafikslag såsom personbil, lastbil och flyg.

### **Styrning påverkar tillgång och efterfrågan på biomassa**

Det kan behövas styrmedel som främjar en utvinning och användning av biomassa som är bättre för samhället. Vid utformningen av styrmedel behöver det beaktas hur man producerar och använder biomassan på bästa sätt ur miljösynpunkt och vad det innebär för samhället, inklusive antalet arbetstillfällen och exportpotentialen av biobaserade produkter.

EU har en bioekonomistrategi<sup>99</sup> som innehåller 14 åtgärds punkter varav många fokuserar på olika sorters stöd till marknadens aktörer för att få igång en fungerande bioekonomi. Norden har också en bioekonomistrategi<sup>100</sup> där fokus ligger på att öka innovationen och skapa nätverk med framförallt den privata sektorn på området.

När staten påverkar efterfrågan på biomassa för att minska utsläppen av växthusgaser behöver hänsyn tas till konsekvenserna för andra miljövärden, inklusive kolsänkor, och till andra samhällsmål såsom en ökad produktion av livsmedel i Sverige<sup>101</sup> men också miljöpåverkan i andra länder. Införande och förändringar av styrmedel kan leda till oavsedda negativa konsekvenser. Exempelvis leder reduktionsplikten, där man ställer ökande krav på inblandning av biodrivmedel i bensin och diesel, till en högre efterfrågan på biomassa vilket i sin tur kan leda till kostnadsökningar eller brist för andra användare som inte har samma betalningsvilja.

## **2.4 Utsläppshandelns styreffekt försvagas genom stor tilldelning av gratis utsläppsrätter**

*Priset på utsläppsrätter har tredubblats till följd av revideringen av EU:s system för handel med utsläppsrätter. Samtidigt har tilldelningen av gratis utsläppsrätter till industrianläggningar varit fortsatt hög under tredje handelsperioden. För Sverige som helhet så har mängden utsläppsrätter som tilldelats företagen gratis*

<sup>99</sup> Europeiska kommissionen, 2018b

<sup>100</sup> Nordiska ministerrådet, 2018

<sup>101</sup> Proposition 2016/17:104



*varit högre än de totala utsläppen från anläggningarna inom handelssystemet. Ju högre andelen utsläppsrätter som delas ut gratis desto mer försvagas prissignalen som utsläppshandeln skickar till konsumenter och slutanvändare. För att ytterligare framtidssäkra systemet behövs dessutom ytterligare revideringar – både avseende hur ett eventuellt fortsatt överskott av utsläppsrätter hanteras och hur industrier skyddas från koldioxidläckage samtidigt som den fria tilldelningen fñas ut.*

EU:s system för handel med utsläppsrätter (*European Union Emissions Trading System – EU ETS*) är ett marknadsbaserat styrmedel för att minska växthusgasutsläpp<sup>102</sup> från el- och industrisektorn samt flyget inom EU och Norge, Island och Liechtenstein. I handelssystemet ingår anläggningar för bränslebaserad el- och värmeproduktion samt de industrier som har störst utsläpp av växthusgaser och flyg som går mellan destinationer som täcks av handelssystemet. Växthusgasutsläpp från dessa anläggningar och flyg begränsas av ett utsläppstak vilket minskar över tiden. Anläggningarna och flygoperatörer<sup>103</sup> rapporterar årligen sina växthusgasutsläpp och behöver överlämna utsläppsrätter i motsvarande mängd. Utsläppsrätter kan köpas på marknaden eller på auktion. Vissa anläggningar får även gratis utsläppsrätter.

Anledningen till att vissa anläggningar inom EU ETS får gratis utsläppsrätter är för att undvika att produktion flyttas utanför handelssystemet där dom inte täcks av lika starka klimatstyrmedel. Trots att utsläppsrätter tilldelas gratis finns incitament till att minska utsläpp, eftersom den fria tilldelningen ofta inte täcker hela utsläppet och utsläppsrätter som inte används kan säljas på marknaden. Det har dock riktats kritik mot den fria tilldelningen då den gör att prissignalen som ges genom priset på utsläppsrätterna inte får fullt genomslag i produktpriset<sup>104</sup>. Därmed ges inte ett tillräckligt incitament för aktörer längre ned i värdekedjan att byta till produkter som orsakar lägre utsläpp. Dessutom har den fria tilldelningen, speciellt när handelssystemet infördes, varit generös som har lett till att anläggningar inom vissa branscher har fått fler gratis utsläppsrätter än vad de behöver.

### **Historiskt hög tilldelning och överskott på utsläppsrätter – revideringar av handelssystemet ska hantera bristerna**

Under första (2005–2007) och andra (2008–2012) handelsperiod var den fria tilldelningen under många år högre än dom verifierade utsläppen, se Figur 16<sup>105</sup>. Under den första handelsperioden fick medlemsstaterna själv bestämma hur många

<sup>102</sup> EU ETS omfattar CO<sub>2</sub>, PFC och N<sub>2</sub>O

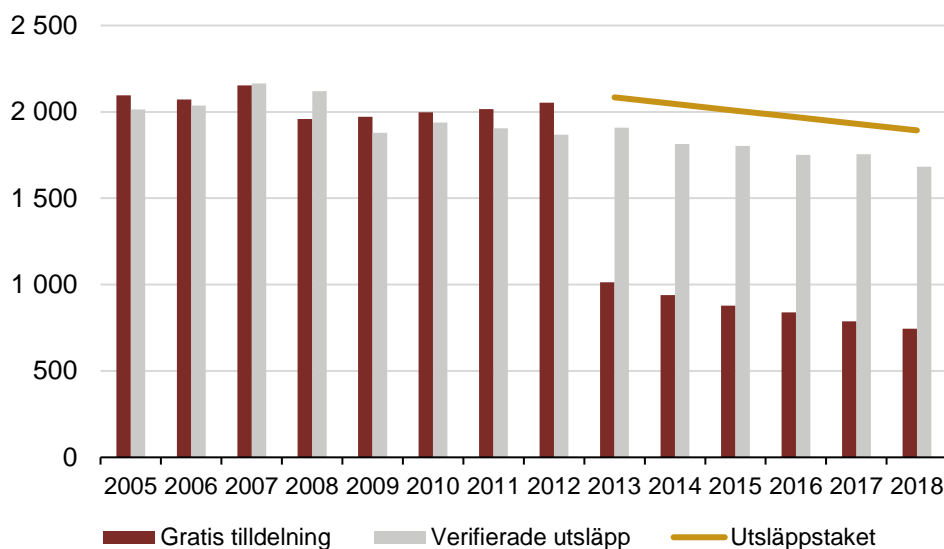
<sup>103</sup> Eftersom tillgången på utsläppsrätter minskar i och med att utsläppstaket minskar får företagen inom EU ETS incitament till att minska sina utsläpp genom ett ökande utsläppsrättspris. Eftersom fokus för denna rapport är industri exkluderas flyget från den följande analysen.

<sup>104</sup> Jalard och Alberola 2015

<sup>105</sup> Figuren visar utsläppen för dom sektorer som ingick i EU ETS under respektive år. Vilka sektorer som omfattas av EU ETS har utökats under åren. För att se utsläppsförloppet inom alla sektorer som täcks av EU ETS i dagsläget hänvisas till EEAs statistik: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1#tab-based-on-data>

utsläppsrätter som skulle tilldelas anläggningarna gratis. Tilldelningen baserades oftast på historiska utsläpp. Det fick kritik då detta tenderar att premiera anläggningar med historiskt höga utsläpp<sup>106</sup>.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 16: Verifierade utsläpp och gratis tilldelning av utsläppsrätter för alla stationära anläggningar som omfattas av EU ETS inom EU. Källa: EEA 2019**

Under den andra handelsperioden auktionerades tio procent av utsläppsrätterna av medlemsstaterna istället för att tilldelas gratis till anläggningarna. Den globala ekonomiska krisen som började 2008 ledde dock till en oväntad stor nedgång av utsläppen. Att tilldelningen baserades huvudsakligen på historiska utsläpp och företag även tilläts att använda internationella utsläppskrediter i EU ETS ledde till ett stort överskott på utsläppsrätter. Det höga utbudet jämfört med efterfrågan på utsläppsrätter ledde till att priset sjönk från ca 30 EUR per ton i juni 2008 till ca 3 EUR per ton i april 2013.

Från och med den tredje handelsperioden (2013–2020) har nya regler för den fria tilldelningen införts. Den fria tilldelningen till anläggningar för elproduktion avskaffades och istället får elproducenter köpa 100 procent av utsläppsrätterna<sup>107</sup>. Den fria tilldelningen för resterande sektorer baseras på produktbaserade riktmärke där genomsnittet av utsläppen per produktionsenhet för de 10 procent mest effektiva anläggningarna sätter riktmärket. Den så kallade koldioxidläckagelistan<sup>108</sup> infördes. Sektorer som finns med på listan får 100 procent av riktmärket i gratis tilldelning. Sektorer som inte finns med på listan år 2013 fick 80 procent av

<sup>106</sup> Europe, Climate Action Network 2006.

<sup>107</sup> Med undantag på några medlemsstater där BNP ligger på under 60% av EU genomsnittet år 2013.

<sup>108</sup> Koldioxidläckage kallas det om utsläpp av koldioxid förflyttas utanför EU ETS på grund av att det är fördelaktigt för företaget att lägga produktionen av en produkt någonstans där utsläppen inte täcks av EU ETS.

riktmärket i gratis tilldelning, vilket sedan gradvis minskades till 30 procent. Konsekvenserna av dessa ändringar syns tydligt i Figur 16. Den fria tilldelningen mer än halverades 2013 jämfört med 2012 och fortsatte minska därefter<sup>109</sup>. Eftersom utsläppstaket under alla år sedan 2013 (se Figur 16) har varit lägre än de verifierade utsläppen fortsatte, trots alla reformer av tilldelningsförfarandet, överskottet av utsläppsrätter att växa. Detta ledde till fortsatt låga priser. För att stabilisera priset senarelades auktioneringen av totalt 900 miljoner utsläppsrätter från åren 2014–2016 till 2019–2020. Detta var dock enbart en kortsiktig åtgärd. Vid revideringen av systemet inför den fjärde handelsperioden infördes dock en mekanism för att permanent hantera överskottet på utsläppsrätter på marknaden<sup>110, 111</sup>.

Inför den fjärde handelsperioden (2021–2030) kommer riktmärkena som ligger till grund för den fria tilldelningen att uppdateras. Dessutom har koldioxidläckagelistan uppdaterats enligt nya kriterier. Tilldelningen till branscher utanför denna lista kommer under fjärde handelsperioden att minskas gradvis från 30 procent av riktmärket till 0. Som resultat av dessa reformer kommer den fria tilldelningen minska ytterligare under den fjärde handelsperioden.<sup>112</sup>

Utsläppen inom EU ETS som helhet har stadigt minskat, inte minst under den tredje handelsperioden. Utsläppen har huvudsakligen minskat från förbränningsanläggningar (3,6 procent årligen i genomsnitt), jämfört med industrianläggningars utsläpp, vars nivå är nästintill oförändrad (minskning om 0,1 procent årligen i genomsnitt).<sup>113</sup>

### **Gratis tilldelning högre än de totala utsläppen inom handelssystemet i Sverige**

I motsats till EU ETS i sin helhet så har den fria tilldelningen till svenska anläggningar efter reformerna inför den tredje handelsperioden ökat signifikant, se Figur 17. Detta beror på att utsläppen inom EU ETS i Sverige inte domineras av rena elproducenter utan istället av industri- och kraftvärmeanläggningar som fortsatt får en hög andel av sina utsläppsrätter tilldelade gratis. I Sverige har dessutom den fria tilldelningen i sin helhet varit högre än de sammanlagda utsläppen. Anledningar till denna övertilldelning är bland annat den förhållandevis höga effektiviteten hos vissa av Sveriges industrier jämfört med andra medlemsstater samt den höga andelen bibränslen i pappers- och massa- samt kraftvärmesektorn där riktmärket för producerad värme baseras på användning av fossila bränslen. Även till svenska anläggningar har den fria tilldelningen minskat

---

<sup>109</sup> Europeiska kommissionen, 2019a

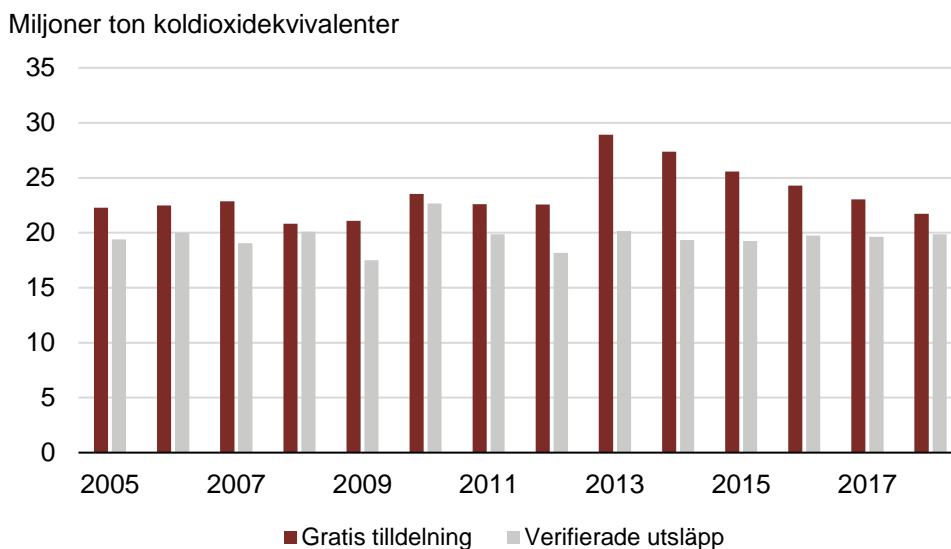
<sup>110</sup> Mekanismen kallas Marknadsstabilitetsreserven (MSR). Om överskottet på utsläppsrätter uppnår en viss tröskel läggs en del av överskottet i denna reserv. Innehållet i MSR som överstiger fjolårets auktioneringens volym annulleras från år 2023 (<http://www.utslappshandel.se/Utslappshandel/topmeny/om-utslappshandel/Marknadsstabilitetsreserven/>)

<sup>111</sup> Europeiska kommissionen, 2019b

<sup>112</sup> Europeiska kommissionen, 2019c

<sup>113</sup> Marcu, A. et al. 2019

under den tredje handelsperioden och förväntas vara på ungefär samma nivå som de verifierade utsläppen år 2019<sup>114</sup>.



**Figur 17: Gratis tilldelning till och verifierade utsläpp från svenska stationära anläggningar inom EU ETS. Källa: EEA 2019 och Naturvårdsverket 2019a. Naturvårdsverkets bearbetning**

Många svenska anläggningar inom handelssystemet gynnas av den fria tilldelningen. I takt med att tilldelningen minskar kommer dock även dessa att känna av priset på utsläppsrätterna, vilket ökar incitamenten att investera i utsläppsminskande åtgärder. Det finns dock stora skillnader mellan branscherna. Den samlade pappers- och massaindustrin i Sverige får 4–5 gånger så många utsläppsrätter gratis än som vad branschens totala verifierade utsläpp uppgår till. Samtidigt så behöver mineralindustrin i Sverige köpa till utsläppsrätter för att täcka sina utsläpp, motsvarande 20–25 procent av branschens verifierade utsläpp.

De verifierade utsläppen från svenska anläggningar inom EU ETS har under den tredje handelsperioden varit närmare oförändrade. Detta kan förklaras av den låga andelen elproduktion som baseras på fossila bränslen i Sverige, vilket är den sektor som har minskat mest sett till hela EU ETS. I Sverige dominerar industri- och kraftvärmeanläggningar, som ofta använder biobränslen. Industrianläggningar i EU ETS har dock hittills inte känt av de nödvändiga incitamenten som krävs för att driva investeringar i utsläppsminskande åtgärder. Läs mer om utsläppstrenderna inom industrin samt el och fjärrvärme i avsnitt 3.1 och 3.4.

### **Priset på utsläppsrätter har tredubblats sedan revideringen av EU ETS**

I början på 2018 reviderades EU ETS. Bland annat beslutades utsläppstakets årliga minskningstakt att höjas från 1,74 procent till 2,2 procent från och med 2021<sup>115</sup>.

<sup>114</sup> EUTL, 2019, Utdrag ur "European Union Transaction Log".

<sup>115</sup> En minskningstakt på 2,2% betyder att man når nollutsläpp år 2058, vilket inte är i linje med Parisavtalet eller Sveriges nationella klimatmål.

Dessutom infördes den så kallade marknadsstabilitetsreserven (MSR) som är ett verktyg för att hantera överskottet på utsläppsrätter samt en annulleringsmekanism för att ta bort utsläppsrätter i reserven (MSR) om innehållet i reserven blir för stort. Prispåverkan av de senaste reformerna syns tydligt då utsläppsrättspriset har gått upp från ca 8 EUR per ton i början på 2018 till ca 25 EUR per ton i oktober 2019, se Figur 18. Marknaden prissätter således redan nu den minskade tillgången på utsläppsrätter som reformerna inför den fjärde handelsperioden kommer att leda till.



Figur 18: Pris på utsläppsrätter 2008 - 2019. Källa: Sandbag 2019.

Hur överskottet på utsläppsrätter, och därmed utsläppsrättspriset, kommer att utvecklas beror på många faktorer, såsom:

- utvecklingen av världsekonomin som påverkar produktionsvolymerna och utsläppen,
- utveckling av tekniksprång som behövs för att drastiskt minska utsläppen från utsläppsintensiva industrier, och
- vilka andra åtgärder medlemsstater vidtar för att minska utsläppen i sektorer som omfattas av EU ETS.

Tabell 2: Förslag på ändringar av EU ETS för att öka systemets funktionalitet.

	SITRA <sup>116</sup>	Carbon Market Watch <sup>117</sup>	WSP <sup>118</sup>	Quemin & Trotignon <sup>119</sup>
<p><b>Intag av utsläppsrätter till marknadsstabilitetsreserven (MSR)</b> Från och med 2021 läggs varje år 24 procent av överskottet på utsläppsrätter i MSR om överskottet överskrider ett visst tröskelvärde (833 miljoner). Enligt bestämmelserna idag ska detta intag minska till 12 procent efter 2023.</p>	<p>Bibehåll intaget på minst 24 procent även efter 2023</p>	<p>Höj intaget till 36 procent efter 2023 för att hantera överskottet på utsläppsrätter som uppstår på grund av avvecklingen av kolkraften</p>	<p>MSR översynen 2021 borde fokusera på intaget till MSR</p>	<p>Högt intag (from runt 30%) ökar prisvolatiliteten och har ingen betydande effekt på det totala intaget till MSR och priset på utsläppsrätterna; intaget till MSR är inget lämpligt verktyg för att hantera stora minskningar i EUA efterfrågan</p>
<p><b>Tröskelvärden för MSR</b> Intag till MSR sker när överskottet överskrider 833 miljoner. Återföring från MSR till marknaden med 100 miljoner per år sker när överskottet underskrider 400 miljoner.</p>	<p>Minska tröskelvärden i samma takt som utsläppstaket minskas</p>	<p>Anpassa tröskelvärden kontinuerligt</p>	<p>Minska tröskelvärden över tid så att enbart det minsta nödvändiga överskottet finns kvar på marknaden</p>	<p>Viktigast är positionen av tröskelvärdet (idag 833 miljoner). Ett lägre tröskelvärde leder till högre intag och pris på utsläppsrätter</p>
<p><b>Andra förslag</b></p>	<p>Ökad minskningstakt för utsläppstaket i EU ETS; annullering av utsläppsrätter som blir över på grund av andra styrmedelsbeslut, exempelvis utfasning av kolkraft</p>	<p>Inför en annullering av utsläppsrätter som har varit i MSR i mer än 5 år; medlemsstater åläggs att annullera utsläppsrätter vid införandet av utsläppsminskande åtgärder såsom att stänga kolkraftverk.</p>		

<sup>116</sup> Sitra 2019

<sup>117</sup> Carbon Market Watch, 2019

<sup>118</sup> Andersson & Pyk., 2019

<sup>119</sup> Quemin och Trotignon 2019

### **Studier pekar på flera möjligheter för att stärka EU ETS inför framtiden**

Många prognoser pekar på att det kommer att ske en storskalig avveckling av kolkraftsbaserad elproduktion under 2020-talet, som kommer att ersättas med mindre koldioxidintensiv elproduktion. Detta beror delvis på nationella styrmedel och beslut av medlemsstater om att avveckla kolkraft, och även på att ett högre pris på utsläppsrätter minskar kolkraftens lönsamhet. Detta tillsammans med andra åtgärder för snabba utsläppsminskningar inom EU ETS skulle kunna leda till att utsläppen minskar betydligt snabbare än utsläppstaket. Därmed finns det en risk att överskottet på utsläppsrätter börjar växa igen. Detta skulle i så fall på sikt kunna resultera i låga utsläppsrättspriser återigen. Scenarioanalyser för utvecklingen av EU ETS och åtgärdsförslag för att motverka att priset återigen faller sammanfattas i Tabell 2.

En annan utmaning för EU ETS är hur man på lång sikt kan skydda industrier som anses löpa risk för koldioxidläckage. I samband med revideringen av EU ETS inför den tredje handelsperioden (2013–2020) beslutades att 57 procent av det årliga utbudet av utsläppsrätter ska göras tillgängliga genom auktionering. Resterande utsläppsrätter kan tilldelas gratis. I och med att utsläppstaket minskar årligen så minskar även den absoluta mängden utsläppsrätter som kan tilldelas gratis. Detta gör att industrianläggningar behöver betala för en större andel av sitt behov av utsläppsrätter. Därför minskar skyddet för industrier som anses var utsatt för koldioxidläckage. Om risken för koldioxidläckage även finns framöver, alltså att det kan vara fördelaktigt för företag att flytta produktion utanför EU ETS eftersom det inte finns tillräcklig klimatpolitisk styrning i länder utanför EU ETS, behöver denna risken bemötas på andra sätt.

Ett sätt som kan skydda den del av industrin som riskerar att utsättas för koldioxidläckage är att införa så kallade gränsjusteringar där en avgift motsvarande växthusgasutsläppet läggs på produkter som importerats till EU. Kommerskollegiet undersöker för tillfället möjligheterna till att införa sådana gränsjusteringar. En rapport ska lämnas till Utrikesdepartementet den 13 december. Den nya Europakommissionen, under ordföranden Ursula von der Leyen, har även öppnat upp för olika reformer av utsläppshandelssystemet som gör det ännu viktigare att även fortsatt undersöka hur svenska förutsättningar kan utnyttjas för att nå både nationella klimatmål och EU:s övergripande klimatmål med hjälp av ett stärkt EU ETS.

Ökningen av utsläppsrättspriset till följd av den senaste revideringen av EU ETS samt det fortsatt höga förtroendet för systemet hos Europakommissionen, som har planer på att även utvidga systemet, gör EU ETS till ett av de viktigaste klimatpolitiska styrmedlen i Europa. Framtida utmaningar för systemet och möjliga lösningar kräver en noga bevakning av systemet och ett aktivt agerande av medlemsstaterna.

## 2.5 Stödet för omställningen finns på plats men styrningen är inte tillräcklig

*Det finns idag ett antal finansieringsprogram med syfte att stötta industrins omställning. Från svenska offentliga finansiärer finns 2020 runt 1,3 miljarder kronor årligen. Därutöver finns EU-medel, exempelvis Innovationsfonden, om cirka 15 miljarder kronor årligen där det dock är svårt att specificera hur mycket som är öppet för just svensk industri. De flesta program och merparten av medlen är riktade mot tidiga delar av innovationskedjan, som forskning, utveckling och demonstration av ny teknik. För att ny teknik ska kommersialiseras och spridas behöver dock dagens stödstruktur kompletteras med ytterligare styrning som kan ta formen av förbud, prissignaler och i vissa fall ytterligare investeringsstöd.*

Utsläppskurvan från dagens utsläppsnivåer till nollutsläpp för svensk industri kommer inte vara linjär. Det finns möjlighet att genomföra en betydande del av utsläppsminskningen genom elektrifiering och bränslebyten i befintliga processer. Det kommer dock att krävas ny teknik för att nå nollutsläpp. När den nya tekniken når marknaden i stor skala kommer utsläppen minska mycket på kort tid – men det kommer att dröja. Jämfört med tidigare bedömningar visar denna rapport att förändringen kan komma tidigare (se avsnitt 2.1), delvis beroende på att satsningar som inleddes för några år sedan nu ser ut att bära frukt. Ytterligare investeringar krävs dock i närtid för att nå målet till 2045. Vid tidigare teknikutveckling av processerna för exempelvis stålindustrin har det tagit åtminstone två decennier mellan att utvecklingen av ny teknik inletts och att den används i betydande skala<sup>120</sup>.

### **Stora investeringar med stor risk krävs för nollutsläpp**

De investeringar som krävs för att nå nollutsläpp är kapitalintensiva och förknippade med betydande risk för de enskilda aktörerna. Därtill realiserar eventuella vinster först långt fram i tiden. Vidare kommer de första projekten med ny teknik sannolikt att bli dyrare än de efterföljande i samma bransch – den som går först riskerar att bära en större kostnad. Stora forskningsinsatser är inte heller någon garanti för att ny användbar teknik utvecklas. Utvecklingen behöver ofta föregås av forsknings- och utvecklingsinsatser där marknadsaktörer inte själv förmår satsa nödvändiga resurser.<sup>121</sup>

I underlaget till regeringens klimatpolitiska handlingsplan konstaterade Naturvårdsverket att en nyckel till att minska industrins utsläpp i enlighet med satta klimatmål är att komplettera EU ETS. Givet de stora risker och investeringskostnader som krävs för ny och transformativ teknik finns behov av statligt stöd och riskdelning i hela innovationskedjan. Så främjas investeringar i utveckling av nödvändig transformativ teknik och därpå följande storskalig marknadsintroduktion. Det kan bland annat innebära att stödet behöver sträcka sig

<sup>120</sup> Åhman et al. 2013

<sup>121</sup> Guellec och Pottelsberghe de la Potterie, 1997



längre än till pilot- och demonstrationsprojekt, stöd till nischmarknader för den nya produkten, och bistå i utbyggnad av infrastruktur som krävs att sprida den nya tekniken på marknaden.<sup>122</sup>

### **Tillgängliga stöd för omställningen fokuserar på de tidiga delarna av innovationskedjan**

Det finns idag ett antal program med syfte att stötta industrins omställning. En genomgång av WSP<sup>123</sup> visar att det årligen finns närmare 1,3 miljarder kronor att söka från svenska offentliga finansörer för olika former av teknikutveckling som leder till minskade utsläpp.<sup>124</sup> Därtill finns EU-finansierade medel från bland annat Innovationsfonden (för perioden 2021–2030, för perioden 2013–2020 finns det liknande NER 300) och stödet till stål- och kolindustrins omställning. Sammantaget uppgår EU-medlen till cirka 15 miljarder kronor årligen, där aktörer över hela EU kan söka. På EU-nivå finns dessutom det stora forskningsprogrammet Horizon 2020 där vissa utlysningar är riktade mot industrin. Många av stöden är öppna även för företag utanför den energiintensiva basindustrin. Stödet täcker i stort de branscher som står för den största del av industrins utsläpp i Sverige.

Utifrån kartläggningen kan det konstateras att stöden för närvarande är riktad främst mot de tidigare delarna av innovationskedjan, det vill säga forskning och utveckling. Forskning, utveckling och demonstration av ny teknik är kostsamt och incitamenten för företag att göra sådana satsningar motsvarar inte den samhällsekonomiska vinsten som kan komma av satsningen. Därför finns det god grund för att staten skall stödja FUD, vilket även lyftes fram i Miljömålsberedningens betänkande.<sup>125</sup> Det som är en risk för ett företag vid en investering i ett tidigt skede av innovationskedjan – att kunskapen sprids till konkurrenter – är en möjlighet för staten vid samma investering eftersom statens mål inte är att gynna ett företag utan teknikutveckling.<sup>126</sup>

Ett ytterligare skäl för att fokusera stödet mot forskning, utveckling och demonstration är att det minskar risken för att det tolkas som ett statsstöd. Enligt artikel 107 i fördraget om Europeiska unionens funktionssätt är statligt stöd till verksamheter inte tillåtet då det snedvrider konkurrens. Reglerna är ofta föremål för tolkning, och statligt stöd är ett etablerat styrmedel inom EU, inte minst på miljöområdet där flera undantagsbestämmelser tillåter statligt stöd<sup>127</sup>. Som skäl för

---

<sup>122</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>123</sup> WSP, 2019

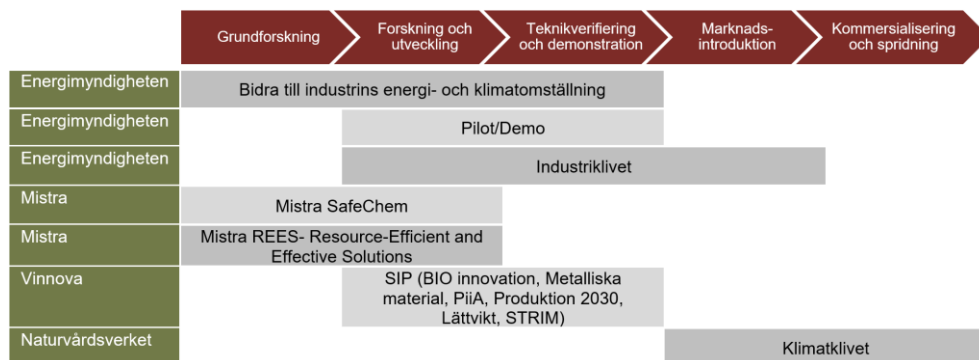
<sup>124</sup> Klimatklivet ej medräknat. Klimatklivet uppgår 2020 till närmare 2 miljarder men endast industrin utanför EU ETS kan ta del av stöden.

<sup>125</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>126</sup> Söderholm, 2012

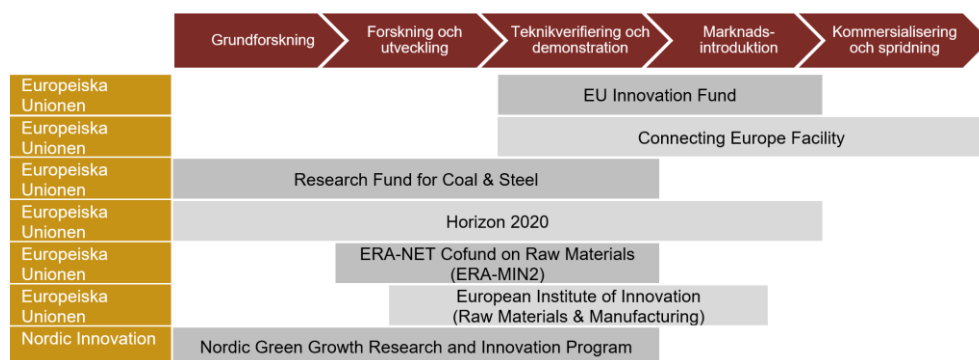
<sup>127</sup> Meddelande från kommissionen, Riktlinjer för statligt stöd till miljöskydd och energi för 2014–2020, Celex 52014XC0628(01) – senast rättad genom Celex 52014XC0628(01)R(04), kommissionens förordning (EU) nr 651/2014 av den 17 juni 2014 genom vilken vissa kategorier av stöd förklaras förenliga med den inre marknaden enligt artiklarna 107 och 108 i fördraget, Celex 32014R0651,

användningen av statligt stöd på området anges att stödet banar väg för det s.k. 2030-ramverket.<sup>128</sup> De risker som finns är att stödet anses gynna mottagaren som får en fördel gentemot andra aktörer på marknaden, att det gynnar en viss verksamhet, eller att mottagarens produktion kan tänkas öka om stöd ges senare i innovationskedjan. Riskerna är särskilt stora om stödet tar formen av ett driftsstöd.



Figur 19: Stöd till industrin, Nationellt. Källa: WSP 2019. Bearbetad av Naturvårdsverket.

Vidare konstateras utifrån kartläggningen att det saknas möjligheter till stöd för fullskaleanläggningar, alltså de anläggningar som ska följa på de demonstrationsanläggningar som kan ansöka om stöd redan idag. Stöd till fullskaleanläggningar kan emellertid ses som att staten tydligt väljer en teknik framför en annan, vilket ofta anses vara mindre effektivt än att marknaden låts göra det valet.<sup>129</sup>



Figur 20: Stöd till industrin, EU och Norden. Källa: WSP 2019. Bearbetad av Naturvårdsverket.

respektive kommissionens förordning (EU) nr 702/2014 av den 25 juni 2014 genom vilken vissa kategorier av stöd inom jordbruks- och skogsbrukssektorn och i landsbygdsområden förklaras förenliga med den inre marknaden enligt artiklarna 107 och 108 i fördraget om Europeiska unionens funktionssätt, Celex 32014R0702.

<sup>128</sup> Punkterna 3 och 5 i riktlinjerna.

<sup>129</sup> Energimyndigheten 2019a

Tabell 3: Kartläggning av stöd till industrins omställning. Källa: WSP 2019

Program	Huvudman	Budget per år (miljoner SEK)	Tidsperiod	Inriktning	
Svenska finansierare	<i>Industriklivet</i>	Energimyndigheten	570	2018-2040	Nej, men riktas mot industrin
	<i>Industrins energi- och klimatomställning</i>	Energimyndigheten	20	2019-2024	Nej men projekten ska bidra till de definierade målen
	<i>Pilot/Demo SIP</i>	Energimyndigheten Vinnova	Ej angivet	2019	
	<i>BIO Innovation</i>		100	2014-2024	Skogsindustri, kemi, textil
	<i>Lättvikt</i>		100	2013-2023	Nej
	<i>Metalliska material</i>		100	2013-2023	Metallindustrin
	<i>PiiA</i>		100	2013-2022	Processindustrin
	<i>Produktion 2030</i>		100	2013-2024	Nej
	<i>ReSource</i>		50	2016-2028	Nej
	<i>STRIM</i>		100	2013-2023	Gruv- och metallindustrin
	<i>Mistra SafeChem</i>	Mistra	17,5	2020-2024	Kemiindustrin
	<i>Mistra Rees</i>	Mistra	10,5	2015-2019	Tillverkningsindustrin
Europeiska finansierare	<i>Nordic Green Growth Research and Innovation Program</i>	Nordic Innovation (Nordiska ministerrådet)	19	2016-2020	Alla, men nordiska konsortier
	<i>RFCS</i>	EU	426	Årligen	Kol- och stålindustrin
	<i>EU Innovation Fund</i>	EU	10 650	2020-2030	Branscher inom EU ETS
	<i>Horizon 2020</i>	EU	142 000	2014-2020	Beroende på utlysning
	<i>ERA-MIN2</i>		178	2017-2020	Råvaruindustrin
	<i>EIT Raw Materials</i>		3018	2016-2020	Råvaruindustrin
	<i>EIT Manufacturing</i>		850	Ej angivet	Tillverkningsindustrin

### **Komplement behövs för att främja kommersialisering och spridning**

Det samlade stödet till industrins omställning är relativt stort, 1,3 miljarder årligen 2020, plus EU-medel. Det finns goda skäl till att stöden till industrins omställning idag riktas mot de tidigare stegen i innovationskedjan. Det kan motiveras av att riskerna är större vid forskning, utveckling och demonstration. Stöd senare i innovationskedjan kan öka risken för att Europakommissionen bedömer att det är ett statsstöd, och det blir svårare för staten att bibehålla en teknikneutral styrning där vinnare inte väljs ut av staten. För spridning och kommersialisering av nya tekniker och produkter är det dock viktigt med kompletterande styrmedel.

Som synes av genomgången av befintliga stöd så finns det betydande europeiska medel att hämta för svenska företag. I andra fall, exempelvis strukturfonderna, så har svenska företag en tendens att välja bort att söka EU-medel till förmån för svenska medel.<sup>130</sup> För att undvika liknande utveckling för stöd till basindustrin är det viktigt med arbete som sprider kunskap om europeiska möjligheter till finansiering, exempelvis Energimyndighetens arbete med att sprida kunskap om Innovationsfonden. Att stödja eller åtminstone informera svenska företag om möjligheten att söka EU-medel kan vara ett effektivt sätt att få ytterligare verkan på det direkta ekonomiska stöd som betalas ut.

Ett ytterligare möjligt problem med nuvarande stödstruktur är att många program har ansöknings- och utbetalningsperioder årsvis, vilket medför att mindre belopp betalas ut varje år. För vissa företag som vill investera kan det snarare vara så att det är en större summa som krävs under ett år, snarare än över flera år.<sup>131</sup>

Utöver de stora basindustriernas utsläpp finns andra branscher som tillsammans orsakar stora utsläpp. Dessa saknar riktade stöd och framförallt en samlande kraft som kan driva på och sporra till att ny teknik tas i drift. Exempel är alla de små och medelstora industrier som tillsammans utgör en stor utsläppskälla.<sup>132</sup> Givet att Klimatklivet är begränsat till verksamheter som inte ingår i EU ETS bör man vidare utreda om det finns anledning att rikta särskilt stöd till omställningen i små och medelstora företag inom EU ETS.

Som konstaterats ovan finns fler och större stöd till satsningar i de tidiga faserna vid utveckling av en ny produkt eller teknik. För att genomföra en omställning av industrin krävs dock inte bara ny teknik; det krävs att produkten eller tekniken används i stor skala och ersätter nuvarande produkter/teknik. Först då bidrar utvecklingen till utsläppsminskningar.

För att främja kommersialisering och spridning krävs sannolikt en rad kompletterande styrmedel. Det kan finnas behov av rena investeringsstöd även senare i innovationskedjan, exempelvis om nya innovationer i nuläget är dyrare

---

<sup>130</sup> Naturvårdsverket, 2019b

<sup>131</sup> WSP, 2019

<sup>132</sup> WSP, 2019

baserat på analys av råvarukostnader etc., men har potential att bli mer kostnadseffektiva på sikt. Det skulle motverka ett marknadsmisslyckande där inget eller få företag vill ta kostnaden för det lärande som krävs för att få ner produktionskostnaderna över tid.<sup>133</sup> Detta kan exempelvis göras genom investeringsstöd som riktas mot lösningar med betydande potential att bidra till klimatmålen som även har betydande potential till kostnadsänkningar genom läreffekter. Även Energimyndigheten pekar på om sådant stöd används så bör det riktas mot just investeringen men inte driften av en anläggning.<sup>134</sup>

En annan form av stöd som kan vara nödvändigt för att sprida ny teknik – men som inte är direkt stöd till aktören som utvecklat eller ska kommersialisera tekniken – är utbyggnad av nödvändig infrastruktur.<sup>135</sup> Exempelvis kommer HYBRIT-projektet att kräva mer el och särskild infrastruktur för vätgas, och CCS kommer kräva infrastruktur för transporten av den flytande koldioxiden.

Offentlig upphandling lyfts ofta som en väg till spridning av ny teknik<sup>136</sup>. Rätt utförd kan en grön offentlig upphandling bidra till att skapa nischmarknader där den nya teknikens duglighet bevisas samtidigt som producenterna kan vara säkra på en viss nivå av efterfrågan på sin nya produkt. Som exempel upphandlas cirka 1/3 av den cement som produceras och används i Sverige indirekt med de krav Trafikverket ställer.<sup>137</sup> Exakt hur denna offentliga upphandling genomförs behöver studeras vidare. Exempelvis spelar beställarkompetensen en viktig roll. Det framhålls också att det snarare än en viss teknik eller ett visst material bör vara målet – låga koldioxidutsläpp – som bör styra upphandlingen.<sup>138</sup>

Climate Strategies föreslår i en nylig rapport att när alternativ till de koldioxidintensiva produkterna väl finns på plats bör de koldioxidintensiva produkterna förbjudas.<sup>139</sup>

Oavsett vilka typ av stöd som ges i slutskedet av innovationskedjan är det viktigt att en produkts klimatpåverkan avspeglas i priset. Med nuvarande utformning av EU ETS där stora delar av industrin inte har någon direkt kostnad för sina koldioxidutsläpp finns inget koldioxidpris att föra över till aktörer längs värdekedjan. Resultatet blir att det inte spelar någon roll om produkten har hög eller låg klimatpåverkan för priset. För flera produkter, exempelvis koldioxidfritt stål och cement där koldioxiden avskiljs via CCS, kommer ett högt koldioxidpris vara avgörande för kommersialisering och spridning. Därför måste nuvarande system med fri tilldelning av utsläppsrätter inom EU ETS ändras så att systemet främjar spridningen av koldioxidfri teknik även inom tillverkningsindustrin.

---

<sup>133</sup> Söderholm, 2012

<sup>134</sup> Energimyndigheten, 2019a

<sup>135</sup> Climate Strategies, 2019

<sup>136</sup> Climate Strategies, 2019, Rise 2019 samt Naturvårdsverket, 2019b

<sup>137</sup> Fossilfritt Sverige, 2018

<sup>138</sup> Tillväxtanalys, 2018b

<sup>139</sup> Climate Strategies 2019

Gemensamt oavsett om det gäller stöd, offentlig upphandling eller koldioxidpris är att ett stort mått av förutsägbarhet efterfrågas av branscherna.<sup>140</sup>

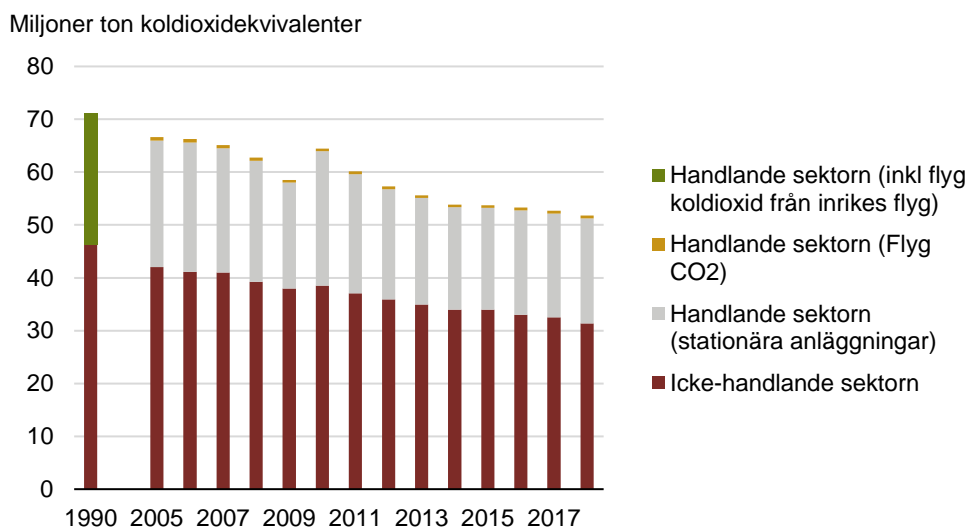
---

<sup>140</sup> Fossilfritt Sverige, 2019

### 3 Fördjupning om Sveriges territoriella utsläpp och upptag

Det här kapitlet omfattar fördjupade analyser av trenderna för de territoriella utsläppens olika undersektorer samt utsläpp och upptag inom markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk, och biogena utsläpp från förbränning. Kapitlet inleds med en redovisning av de territoriella utsläppen fördelade mellan de aktiviteter som omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter och de som utsläpp som ingår i den så kallade icke-handlande sektorn.

Sveriges territoriella utsläpp och upptag kan både delas in utifrån vilken lagstiftning de faller under inom EU och utifrån vilken typ av aktivitet som har gett upphov till utsläppen. Det här kapitlet inleds med att beskriva utvecklingen för svenska territoriella utsläpp inom EU:s system för handel med utsläppsrätter samt inom den icke-handlande sektorn. De fördjupande avsnitten beskriver utvecklingen i mer detalj utifrån vilken sektor som har gett upphov till utsläppen.



Figur 21: Utsläpp från den handlande sektorn och icke-handlande sektorn. Utsläppen 2005 till 2012 i den handlande sektorn är justerad utifrån omfattningen av systemet i den tredje handelsperioden 2013–2020. Källa: Naturvårdsverket 2019a

Den så kallade icke-handlande sektorn omfattar växthusgasutsläpp från verksamheter som inte ingår i EU:s handelssystem för utsläppsrätter. Dessa utsläpp omfattas istället av ansvarsfördelningsbeslutet (*Effort Sharing Decision – ESD*) för perioden 2013–2020 och ansvarsfördelningsförordningen (*Effort Sharing Regulation – ESR*) för perioden efter 2020. Utsläppen refereras ibland till som ESD- eller ESR-utsläpp. Verksamheterna benämns ofta som ”den icke-handlande sektorn” i svenska utredningar samt i denna rapport. Observera att utsläpp och

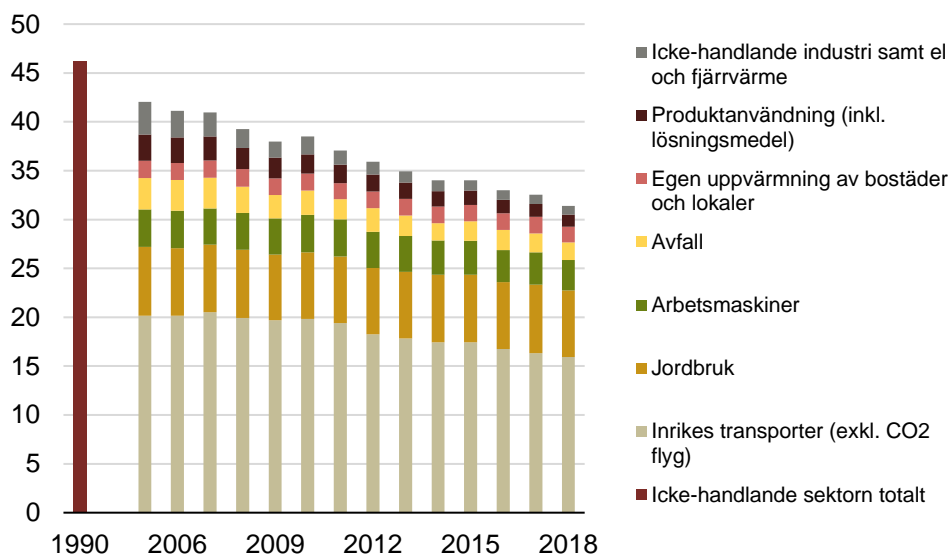
upptag av växthusgaser inom sektorn markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk, LULUCF-sektorn, inte ingår i den icke-handlande sektorn. LULUCF-sektorn beskrivs i avsnitt 3.9. Biogena koldioxidutsläpp ingår inte heller och beskrivs i avsnitt 3.10.

### Utsläppen fortsätter minska inom den icke-handlande sektorn

År 2018 uppgick utsläppen i den icke-handlande sektorn till 31,4 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Utsläppen var därmed cirka 32 procent lägre jämfört med 1990 års nivå och 3,5 procent lägre än 2017. Inrikes transporter (exkl. koldioxidutsläpp från inrikes flyg som ingår i EU ETS) stod för omkring hälften av utsläppen år 2018 och har därför stor betydelse för hur den övergripande trenden för den icke-handlande sektorn utvecklas. En analys av utsläppsutvecklingen inom inrikes transporter finns i avsnitt 3.2.

Uppvärmning av bostäder och lokaler, avfallsbehandling samt industri- och energianläggningar utanför EU:s handelssystem har även bidragit till större utsläppsminskningar under perioden 2005–2018. Förutom utsläppen inom inrikes transporter kvarstår även utmaningar i jordbruket som stod för 22 procent av icke-handlande sektorns utsläpp år 2018 och arbetsmaskiner som stod för 10 procent. Utvecklingen för dessa sektorer beskrivs i respektive avsnitt i detta kapitel.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 22: Utsläpp inom den icke-handlande sektorn. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Utsläppen från svenska anläggningar inom EU ETS minskar, men i avtagande takt

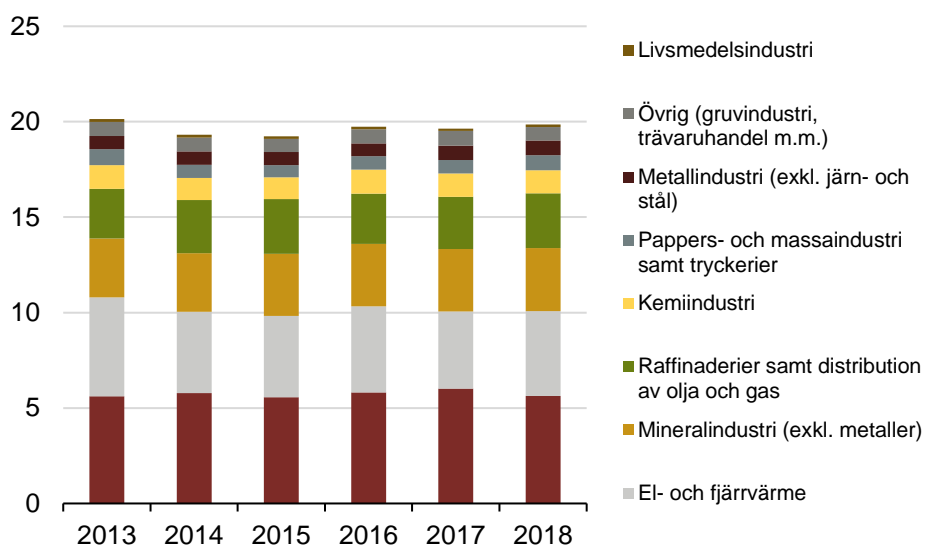
Utsläppen från svenska anläggningar inom EU:s utsläppshandel har minskat med 17 procent mellan 2005 och 2018 i Sverige. Utvecklingen skiljer sig dock mellan olika branscher och tidsperioder. Utsläpp från inrikes flyg, som även ingår i utsläppshandeln, har minskat med 21 procent sedan 2005.



Den senaste handelsperioden började 2013 och sträcker sig fram till 2020. Mellan 2013 och 2015 minskade de totala utsläppen för de stationära anläggningarna i Sverige som ingår i systemet. Utsläppen har de senaste åren dock ökat igen, och den totala minskningen sedan 2013 är endast 1,4 procent.

Utsläppsminskningar har framför allt skett inom el- och fjärrvärme, massa- och pappersindustrin samt i livsmedelsindustrin. Dessa utsläppsminskningar har nästan balanserats ut av ökade utsläpp inom metallindustrin, mineralindustrin samt raffinaderier.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 23: Utsläpp i olika branscher inom EU ETS i Sverige 2013–2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Utsläppen från industrisektorn beror till stor del på produktionsnivåer, vilket gör att utsläppen kan variera från år till år. Utsläppen från el- och fjärrvärme kan också variera, vilket främst beror på ökad användning av fossila bränslen vid kallt väder. Läs mer om utsläpp och analys av trender för respektive sektor i avsnitt 3.1 samt 3.3.

Den handlande delen av el och fjärrvärme har sedan 2013 minskat utsläppen med 14 procent vilket i huvudsak beror på ökad förbränning av bibränslen och avfall och en minskad användning av fossila bränslen, främst torv och naturgas. Att utsläppen från förbränning av torv och naturgas har minskat har sina orsaker i en minskad kraftvärmeproduktion, som i sin tur är resultatet av lägre elpriser samt att det varit varmare år än normalt sedan 2010. Utsläppen inom sektorn kan variera mellan olika år, främst beroende på skillnader i temperatur och nederbörd<sup>141</sup>. Senaste året har dock användning av fossila bränslen ökat, då det var svårt att få tag

<sup>141</sup> Naturvårdsverket, 2018b (se faktaruta på sida 73)

på tillräckligt med biobränslen till fjärrvärmeproduktionen under vintern 2017/2018<sup>142</sup>, vilket lett till att utsläppen från el och fjärrvärme inom den handlande sektorn ökat med cirka 10 procent.

Förbränningen av avfall har ökat under lång tid. Avfallsförbränningsanläggningar inkluderades i handelssystemet 2013. Sedan dess har de fossila utsläppen från avfallsförbränning ökat med 25 procent och står för över hälften av utsläppen inom el och fjärrvärmesektorn inom handelssystemet. Läs mer om el- och fjärrvärmesektorn i avsnitt 3.3.

Utsläppen inom den handlande delen av industrin har ökat med omkring 3 procent sedan 2013. Raffinaderier och mineralindustrin är de sektorer som främst har bidragit till ökningarna, men även metallindustrin och järn- och stålindustrin har bidragit till ökade utsläppen under perioden. Även för industrin som helhet har utsläppen ökat något sedan 2013, om än inte med lika mycket. För mer information och analys av industrins utsläpp, se avsnitt 3.1.

## 3.1 Industri

Industrins utsläpp stod för 32 procent av Sveriges totala utsläpp 2018, varav 92 procent omfattades av EU ETS. De största utsläppen kommer från järn- och stålindustrin (34 procent av sektorn), mineralindustrin (19 procent) samt raffinaderier (18 procent).

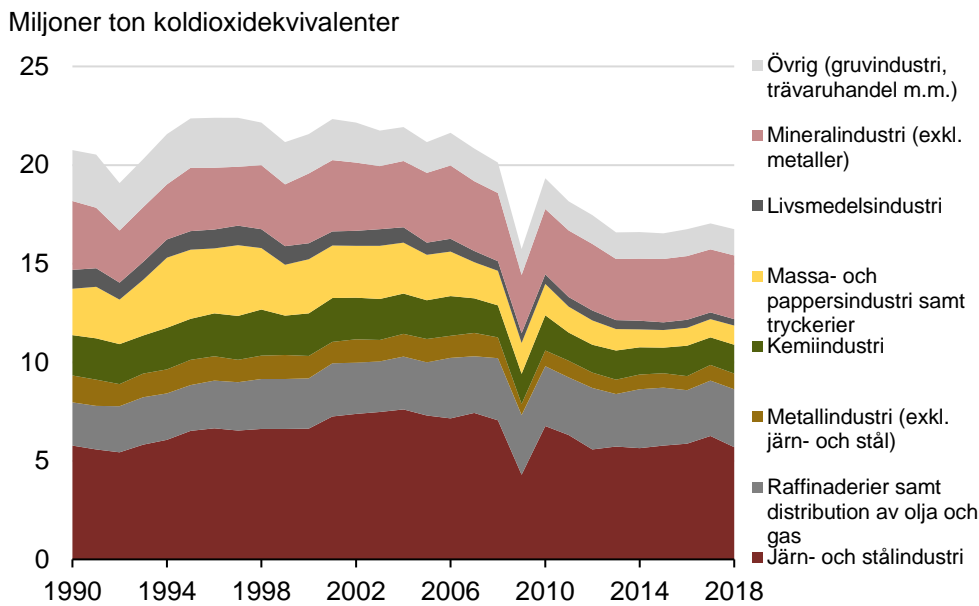
Industrins utsläpp har minskat med totalt 19 procent sedan 1990, se Figur 24. De sektorer som har minskat mest är massa- och pappersindustrin och livsmedelsindustrin. Massa- och pappersindustrin har minskat med 59 procent, på grund av en övergång från fossila bränslen till biobränslen och el samt en minskad produktion. Livsmedelsindustrin har minskat med 66 procent, vilket beror på minskad användning av fossila bränslen, framför allt oljeprodukter, men även kol och koks. Utsläppen har ökat mest i raffinaderier, med 33 procent, vilket framför allt beror på att produktionen har ökat under perioden.

De största utsläppskällorna är:

- förbränning av industriella restgaser från koksverk och järn- och stålproduktionsprocesser,
- användning av koks som reduktionsmedel i masugnar i järn- och stålindustrin,
- kalcinering av kalksten och dolomit vid cementproduktion i mineralindustri, och
- förbränning av industriella restgaser i raffinaderier samt vätgasproduktionen vid raffinaderier.

---

<sup>142</sup> Energiföretagen, 2019



Figur 24: Växthusgasutsläpp inom industrin. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Utsläpp från industrin kan grovt klassas i tre kategorier: utsläpp vid förbränning av fossila bränslen (cirka två tredjedelar av industrins utsläpp), processutsläpp från industrins tillverkning (cirka en tredjedel), exempelvis när kalksten avger koldioxid under kalcinering, samt diffusa utsläpp (cirka 5 procent). De diffusa utsläppen består bland annat av läckage från lagring och transport av gaser, fackling av gaser, men även utsläpp i samband med vätgasproduktion ingår i denna kategori.

### Stora utsläppsminskningar från omställning av bränsleanvändningen

De totala utsläppen från industrin har varierat sedan 1990. Till stor del beror variationerna på svängningar i produktionsvolymerna kopplat till konjunkturen. Utsläppen ökade i början av 1990-talet till följd av utsläppsökningar inom järn- och stålindustrin, massa- och pappersindustrin samt tryckerier. Dessa ökningarna tros främst vara konjunkturkopplade då båda dessa branscher hade ett uppsving under tidigt 1990-tal. Utsläppen för industrin stabiliserades därefter under början av 2000-talet trots fortsatt ekonomisk uppgång inom många branscher<sup>143</sup>.

Utsläppen minskade mellan 2006 och 2013 men i olika utsträckning i olika branscher. Undantaget är 2010 när utsläppen ökade dramatiskt till följd av återhämtningen efter den globala finanskrisen. Minskningen sedan 2006 beror främst på förändrad bränsleanvändning och på minskade produktionsvolymerna samt löpande energieffektiviseringsåtgärder. Mellan 2013 och 2017 har utsläppen varit svagt ökande, men 2018 bryter denna trend, då utsläppen inom sektorn minskade med 2 procent jämfört med föregående år.

<sup>143</sup> SCB, 2019a

Minskningen under 2018 består framför allt av minskade utsläpp inom järn- och stålindustrin, mer specifikt utsläpp från förbränning av industriella restgaser inom järn- och stålindustrin samt från användning av koks som reduktionsmedel i masugnar i järn- och stålindustrin. Utsläppen inom livsmedelsindustrin har även minskat något.

Övriga sektorer inom industrin har dock ökat sina utsläpp under 2018. Ökad produktion av cement har gett ökade utsläpp inom mineralindustrin. Utsläpp från förbränning av bränslen i raffinaderier har även ökat. Bränsleanvändningen består framförallt av bränngas, vilket är en biprodukt i raffinaderiprocessen.

Processutsläppen har under hela tidsserien minskat i mindre utsträckning än utsläppen kopplade till förbränning av bränslen. Detta beror på att traditionella åtgärder för att minska växthusgasutsläpp, såsom bränslebyten (kol mot naturgas, fossilt mot bibränslen och el) och energieffektiviseringsåtgärder, inte påverkar dessa utsläpp i stor utsträckning. Mer genomgående processförändringar, såsom process- eller produktbyten krävs för att minska dessa utsläpp. Exempel på dessa är att införa CCS (*carbon capture and storage*, koldioxidavskiljning och lagring av koldioxid), att byta ut kol som reduktionsmedel i produktionen av järn och stål mot exempelvis vätgas eller att ersätta klinker mot alternativa bindemedel i betong. Ökad resurseffektivitet och cirkulära materialflöden skulle också kunna bidra till minskade processutsläpp, läs mer om denna möjlighet i avsnitt 2.2.

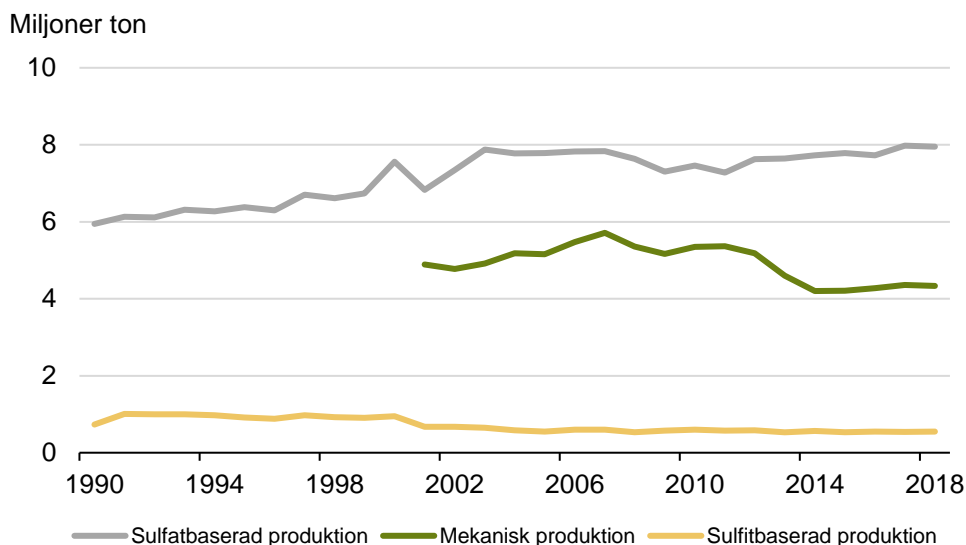
### **Massa- och pappersindustri samt tryckerier minskar kraftigt**

Den omfattande utsläppsminskningen inom massa- och pappersindustri samt tryckerier kan till stor del förklaras av en omställning av bränsleanvändningen från främst olja till bibränslen. Massa- och pappersindustrin är tillsammans med trävaruindustrin de största användarna av bibränslen (i form av restprodukter från skogen) inom industrin. Bibränsleanvändningen stod under 2017 för 69 procent av den totala energianvändningen inom massa- och pappersindustrin.<sup>144</sup> Även massa- och pappersindustrin har påverkats av konjunkturen, som sannolikt bidragit till den minskande utsläppstrenden. Omkring 81 procent av utsläppen omfattas av EU ETS.

Massaproduktionen använder energi främst i form av ångvärme och el i sina produktionsprocesser. Produktionen kan vara kemisk (sulfit- och sulfatbaserad) eller mekanisk, se Figur 25. Den största delen av den kemiska produktionen i Sverige är sulfatbaserad. Ånganvändningen gör industrin fördelaktig för produktion av el och fjärrvärme (även kallat industriellt mottryck). Vid industriellt mottryck kan den producerade ångan användas i tillverkningsprocessen eller säljas som fjärrvärme. Den producerade elen kan användas internt eller säljas vidare.

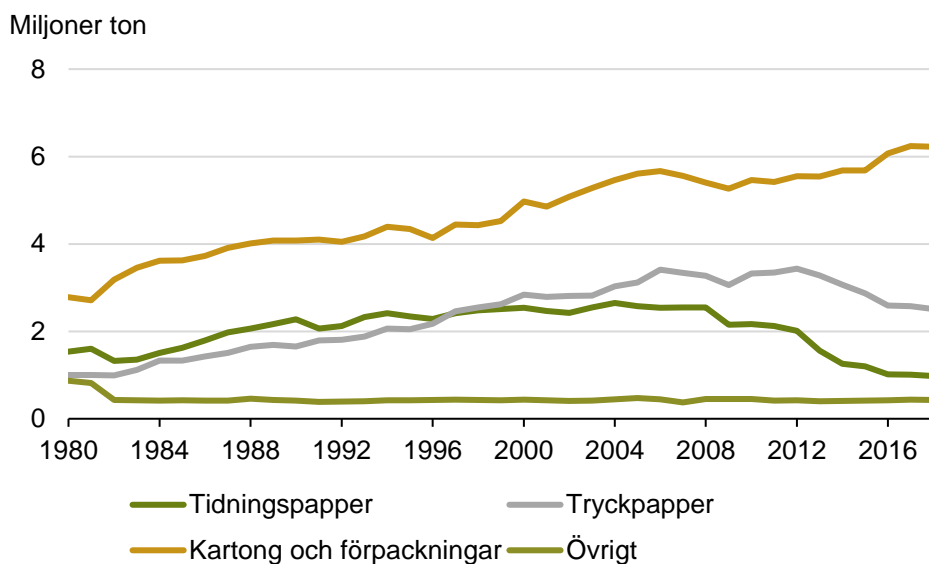
---

<sup>144</sup> Energimyndigheten, 2019b



Figur 25: Massproduktion fördelat på typ över tid 1980–2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Många massaproduktionsprocesser är även integrerade med pappersproduktion. I ett integrerat massa- och pappersbruk förs pappersmassan direkt vidare till en pappersmaskin, annars torkas massan i en torkmaskin. Massa- och pappersindustrins processutsläpp som har ökat sedan 1990, men utsläppen är förhållandevis små (10 procent av branschens utsläpp år 2018). Ökningen skedde främst fram till början av 2000-talet, och har sedan dess varierat något efter produktionen. Dessa utsläpp härstammar till stor del av användning av kalksten i masugnen samt additiv och hjälpkemikalier.



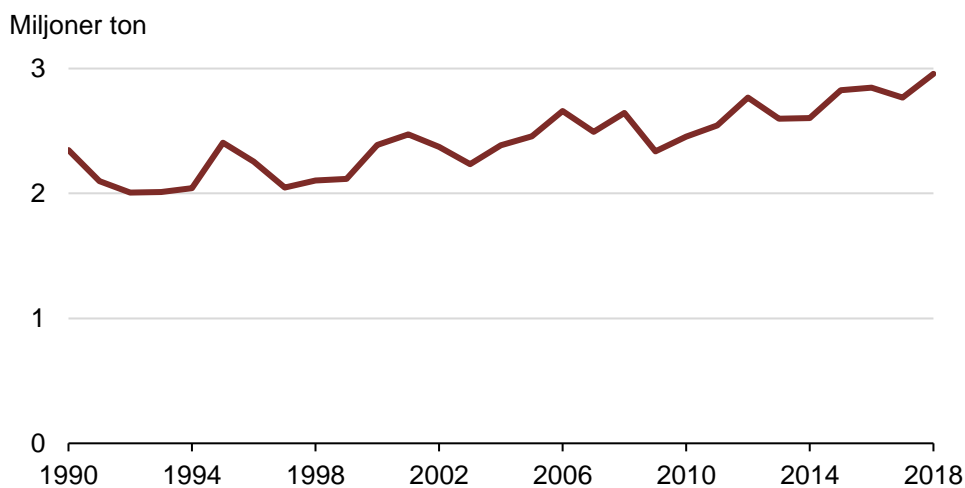
Figur 26: Pappersproduktion fördelat på typ över tid. Källa (1990–2014): Skogsstyrelsen, 2015. Källa (2015–2018): Skogsindustrierna, 2019

Massproduktionen har under perioden varierat, men med en ökande trend. Även produktionen av tryckpapper samt kartong och förpackningar har ökat relativt stadigt sedan början av 1980-talet, se Figur 26. Den svenska tidningspappersproduktionen hade en ökande trend från 1980-talet fram till sent 1990-tal för att sedan stabiliseras och minska i slutet av 2000-talet, vilket troligen kan härledas till en minskad efterfrågan på papper.

### Mineralindustri visar ingen tydlig trend

Sektorn omfattar tillverkningen av glas, tegel, LECA, keramik, cement, kalk, gips, betong samt mineral- och glasull. Utsläppen från mineralindustrin var 8 procent lägre år 2018 än 1990. Trots minskade utsläpp finns inte någon tydlig nedåtgående trend eftersom utsläppen från bränsleanvändning varierar mellan åren. I princip hela sektorns utsläpp täcks av EU ETS. Utsläppen består huvudsakligen av utsläpp från cementproduktion som visar en försiktigt ökande trend men med stora mellanårsvariationer.

Utsläpp vid cementproduktion uppstår både i processen, som resultat av de kemiska reaktionerna, och från förbränningen av de bränslen som används för att nå de höga temperaturerna.<sup>145</sup> I dagsläget är dessa bränslen främst fossila, t.ex. plastfraktioner och kol, men viss potential finns för att gå över till förnybara bränslen såsom förädlad biomassa.<sup>146</sup> De största processutsläppen kommer från klinkertillverkningen, som är råmaterialet för cement. Klinkertillverkning sker via kalcinering av kalksten, där råmaterial hettas upp till temperaturer om upp till 1 450°C och omvandlas till klinkerns beståndsdelar och koldioxid.<sup>147</sup> Klinkern kyls och mals därefter tillsammans med gips och eventuella andra tillsatsmaterial, till färdigt cement.



Figur 27: Produktion av klinker över tid, 1990–2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

<sup>145</sup> Benhelal et al., 2013

<sup>146</sup> Åhman et al., 2012

<sup>147</sup> Energimyndigheten, 2018c

Produktionstrenden för klinker har ökat även om en del mellanårsvariationer är tydliga, se Figur 27. Det är värt att notera att den globala ekonomiska nedgången vid 2009 inte påverkade produktionen mer än andra mellanårsvariationer gjort, till skillnad från exempelvis järn- och stålproduktionen, se Figur 28.

### **Järn- och stålindustrins utsläpp ligger i nivå med utsläppen 1990**

Järn- och stålindustrins utsläpp ökade fram till år 2004. Utsläppen har därefter generellt minskat fram till 2012, med undantag för år 2010, då utsläppen ökade kraftigt efter ekonomins nedgång och minskningen 2009. Utsläppsminskningen beror framför allt på lägre produktion av järn och stål samt lägre förbränning av restgaser. Mellan 2013 och 2017 har utsläppen ökat, för att under 2018 minska igen. Utsläppen var 1 procent lägre 2018 jämfört med 1990. Nästan alla utsläpp, 99 procent, omfattas av EU ETS. Effekten av effektiviseringsåtgärder på utsläppen kan ha dolts av järn- och stålindustrins fokus på energiintensiva avancerade produkter.<sup>148</sup>

Järn- och stålproduktion kan delas in i två huvudsakliga grupper; primär- och sekundärproduktion. De huvudsakliga utsläppen från järn- och stålproduktion kommer från primärproduktion där järnmalm används som råvara. 2018 stod primärproduktionen för cirka 97 procent av utsläppen, trots att detta produktionsätt endast stod för 62 procent av produktionen.

Sekundär stålproduktion är skrotbaserad, och sker genom att skrot smälts i en ljusbågsugn och bildar råstål. Ljusbågsugnen använder främst elektricitet, men viss kol tillsätts i processen för att nå avsedd produktsammansättning. Eftersom skrot redan är reducerat (separation av syre från råvaran, järnmalm) genomgår det ingen reduktionsprocess, vilket krävs vid primär produktion. Vid reduktionen uppstår, med dagens teknik, utsläpp av koldioxid, vilket är anledningen till att utsläpp från primärproduktion är mycket större än vid sekundärproduktion.

Inom primärproduktionen sker ståltillverkning genom en kemisk process, där koks används både för att hetta upp järnoxiderna till mycket höga temperaturer (ca 1 500 grader) och för att reducera malmen till järn. Reduktionen kan ske i en masugn, där produkten kallas råjärn, eller genom direktreduktion, där produkten kallas järnsvamp. Järnsvampen går att använda som råmaterial i ljusbågsugnar. Höganäsprocessen är en typ av direktreduktion. I den masugnsbaserade produktionen går råjärnet vidare till en LD-konverter och bildar råstål.

Reduktionsprocessen bildar både koldioxidutsläpp och andra restgaser. Restgaserna som uppstår i masugnen likväl som koksverken kan förbrännas för el- och värmeproduktion.<sup>149</sup> Utsläpp från förbränning av restgaserna har varierat över tid och har motsvarat mellan 38 och 48 procent av järn- och stålindustrins totala

---

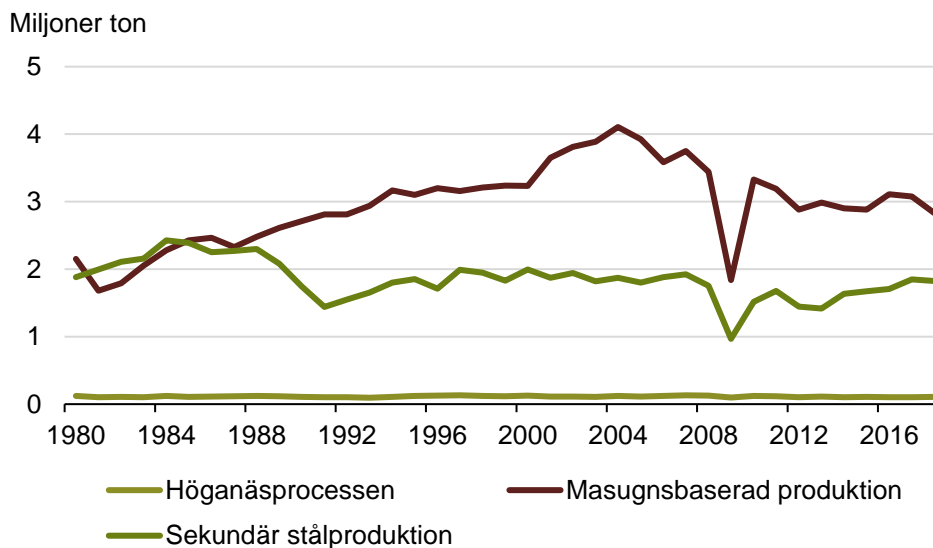
<sup>148</sup> Morfeldt, 2017

<sup>149</sup> Morfeldt, 2017

utsläpp. Utsläppen från förbränning av restgaser följer den övergripande trenden för industrin, men restgaser som sålts för el- och fjärrvärmeproduktion har ökat kraftigare än restgaser som förbränts inom anläggningarna.

Skrot används framför allt som råvara inom sekundär produktion, men kan även användas i primär produktion i viss mån. Svensk järnråvara består totalt sett till ca 60 procent av järnmalm och 40 procent skrot<sup>150</sup>.

Det alternativ som idag har störst potential för att minska utsläppen från primärproduktionen av järn är att ersätta masugnsprocessen med en direktreduktion med vätgas som reduktionsmedel, vilken ger vatten som restprodukt istället för koldioxid.<sup>151</sup>



Figur 28: Produktion av olika typer av järn och stål. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Sekundär produktionen av råstål minskade avsevärt i början av 1990-talet och låg sedan på en stabil nivå fram till den ekonomiska tillbakagången år 2009. Produktionen av järnsvamp (Höganäsprocessen) har varit låg, men relativt konstant med små mellanårsvariationer. Den primära produktionen följer samma trend som utsläppen i sektorn eftersom det är från dessa processer som de största utsläppen av växthusgaser uppstår.

### Raffinaderiernas utsläpp stabiliserade efter ökning

Utsläppen från raffinaderier samt distribution av olja och gas var 2,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018 varav 98 procent ingick i EU ETS. Utsläppen mellan 1990 och 2008 ökade på grund av en ökad raffinering av importerad råolja i de svenska raffinaderierna<sup>152</sup>. Utsläppen har sedan dess varit omkring 2,9 miljoner ton

<sup>150</sup> Jernkontoret, 2019

<sup>151</sup> Energimyndigheten, 2018c

<sup>152</sup> Energimyndigheten, 2019b



koldioxidekvivalenter med mindre årliga variationer. Totalt sett var utsläppen från raffinaderier samt från distribution av olja och gas 33 procent högre år 2018 än 1990.

Största delen av utsläppen uppkommer i destilleringen av råolja. Råoljan värms upp med bränningsgas (en restprodukt som består av etan och metan) till cirka 400 grader och olika ämnen och ämnesgrupper i den utgående gasen separeras från varandra utifrån kokpunkt. Bland de lättare komponenterna som förångas finns bland annat bensin och flygbränsle medan de något tyngre varianterna utgörs av exempelvis diesel och eldningsolja. Destilleringen ger ganska bestämda mängder av varje produkt, men företag måste i praktiken anpassa sitt utbud av slutprodukter till marknadens efterfrågan. Därför vidareförädlas produkter i så kallade krackers (termiska, katalytiska eller hydrokrackers) för att öka andelen av de produkter som efterfrågas mest.

Det finns fem raffinaderier i Sverige. Tre av dessa producerar till största delen bensin, diesel, tunn- och lättolja och två producerar bitumen och naftabaserade produkter. Produkter från raffinaderier används antingen som slutprodukter eller råmaterial till kemiindustrin. Utsläppen från produktionen av kemiska produkter omfattas av en separat bransch, kemiindustrin.

Inom raffinaderier uppstår även ett antal biprodukter, som bränningsgas, fjärrvärme och vätgas. Bränningsgas är en blandning av etan och metan. Den används som energikälla och är den största utsläppskällan från förbränning inom sektorn eftersom den är en biprodukt från råolja.

Läckage, ventiler och fackling kallas för diffusa utsläpp och uppstår vid produktion och distribution av olja och gas. Diffusa utsläpp består av både oavsiktliga och avsiktliga utsläpp. Ventiler är avsiktliga, kontrollerade utsläpp utan förbränning av gaser som av olika skäl inte kan återvinnas i produktionsprocessen. Utsläpp från fackling är också avsiktliga kontrollerade utsläpp som uppstår vid förbränning av gaser, men där förbränningen inte ger en insats i produktionen utan sker av andra skäl, till skillnad från vid förbränning av gaser som används som energitillförsel.

Utsläpp från produktion av vätgas klassas också som diffusa utsläpp, och står för den största andelen av de diffusa utsläppen. De diffusa utsläppen utgör cirka 30 procent av sektorns utsläpp. Raffinaderier står för den största delen av de diffusa utsläppen som uppstår inom industrin.

Då sektorn till stor del består av fossila råvaror så är den största utmaningen för denna sektor att ersätta råolja och gas med biobaserade råvaror för att i slutändan producera produkter som biodrivmedel, biogas och bioplaster. Vätgasproduktion via elektrolys från förnybar el istället för naturgasbaserad produktion är ytterligare en möjlighet för att minska utsläppen. CCS kan även vara ett alternativ för att få

ner process- och förbränningsutsläppen, men om råvaran är av fossilt ursprung kommer CCS inom raffinaderierna inte minska utsläppen nedströms från användningen av petroleumprodukter. Att kombinera CCS med biobaserade råvaror kan leda till negativa utsläpp i framtiden.

## 3.2 Inrikes transport

Fordon och andra transportmedel i inrikes trafik svarar för en tredjedel av utsläppen av växthusgaser i Sverige.

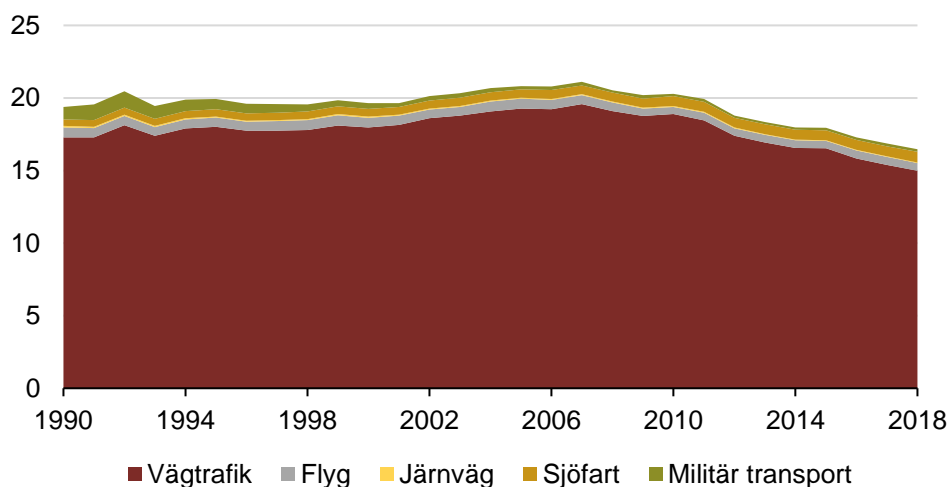
Utsläppen från inrikes transporter kommer från:

- personbilar,
- lätta och tunga lastbilar,
- bussar,
- mc och mopeder,
- tåg, samt
- inrikes flyg och sjöfart.

Huvuddelen, 91 procent, av transportsektorns utsläpp av växthusgaser kommer från vägtrafiken medan inrikes flyg och sjöfart utgör tre respektive fyra procent av sektorns utsläpp. Utsläppsfördelningen har varit likartad sedan 1990. Bland vägtransporterna är det personbilar och tunga lastbilar som står för de största bidragen, 67 respektive 21 procent av utsläppen från vägtransporter 2018.

Transportsektorns utsläpp av växthusgaser var som störst under perioden 2005–2007, då de var omkring åtta procent högre än 1990. Sektorns utsläpp kulminerade vid drygt 21 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2007. År 2018 uppgick transportsektorns utsläpp till drygt 16 miljoner ton koldioxidekvivalenter vilket är 15 procent lägre än 1990. Jämfört med 2017 var utsläppen två procent lägre under 2018.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 29: Utsläppen från vägtrafik. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

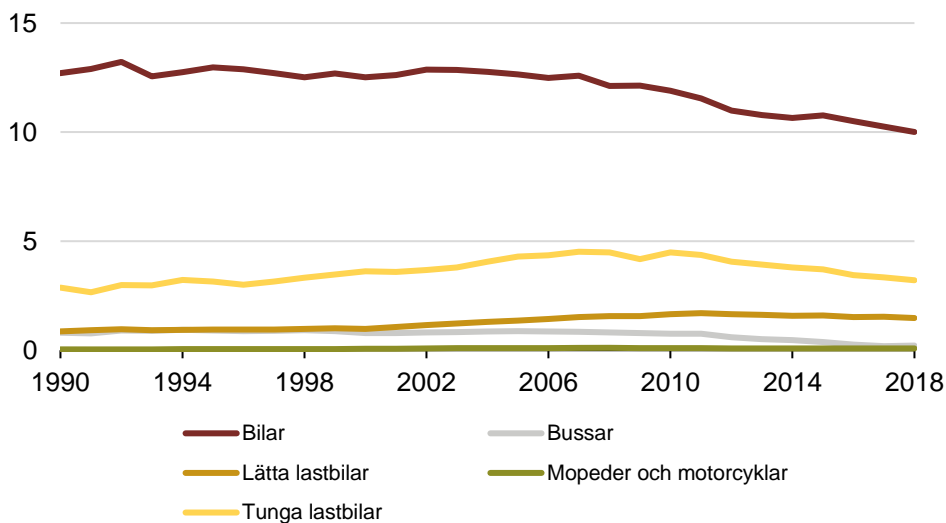
Trafiken bidrar även till andra utsläpp som är skadliga för hälsa och miljö och ger negativa effekter i form av bland annat buller, intrång och barriärer.

### Vägtrafik

Bland vägtransporterna (exkl. militärtransporter på väg) står personbilar för den största delen av utsläppen av växthusgaser, 67 procent, följt av tunga och lätta lastbilar som utgör 21 respektive 9 procent (2018), se Figur 30.

Utsläppen av växthusgaser från vägtrafiken var som störst åren 2005–2007. En tydlig ökning fram till 2007 påbörjades vid år 2000, med störst bidrag från ökande utsläpp från tunga och lätta lastbilar. Vägtrafikens utsläpp kulminerade vid nästan 20 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2007. Under större delen av perioden 2010 till 2017 har utsläppen minskat. 2018 uppgick vägtrafikens utsläpp av växthusgaser till nästan 15 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Jämfört med 1990 var utsläppen 13 procent lägre år 2018 och i förhållande till 2017 var utsläppen närmast tre procent lägre. Huvudsakliga faktorer som påverkar utsläppen är det totala trafikarbetet, bränsletyperna som används och fordonens energieffektivitet.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 30: Förändring av de klimatpåverkande utsläppen inom vägtrafik. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Utsläpp från personbilar

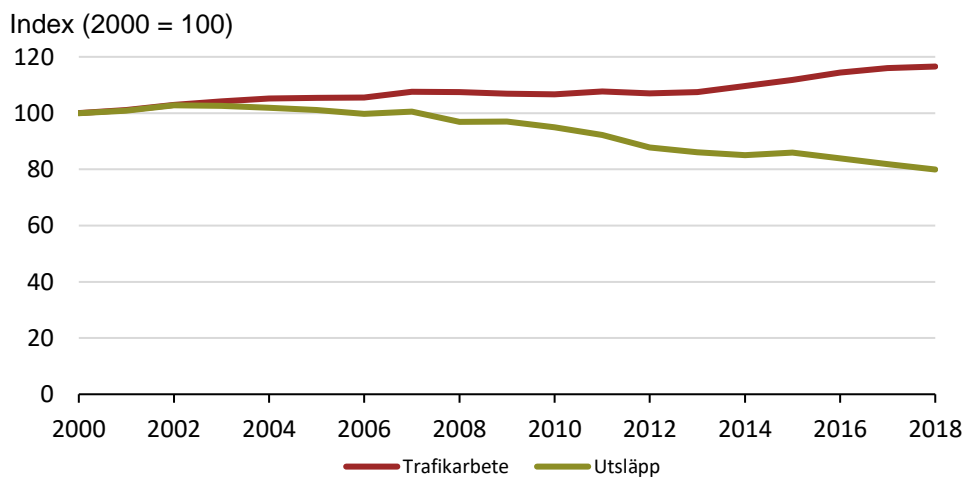
2018 var utsläppen från personbilar 10,0 miljoner ton koldioxidekvivalenter vilket är 21 procent lägre jämfört med år 1990. Från mitten av 1990-talet fram till 2011 var personbilsutsläppen i närheten av 12 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Sedan 2009 har utsläppen minskat fram till 2018, med undantag för en liten ökning mellan 2014 och 2015. Utsläppsminskningen förklaras till stor del av en ökande diesel- och biodrivmedelsanvändning, både genom låginblandning i fossil diesel och genom ökad andel ren biodiesel. Att nya energieffektivare personbilar ersatte äldre fordon bidrog också till att minska utsläppen. Mellan 2014 och 2015 räckte

inte energieffektivisering och ökningen av andelen biobränslen för att kompensera för den ökade trafiken, vilket ledde till att utsläppen från personbilstrafiken då ökade med en procent. Från 2017 till 2018 minskade utsläppsnivån med två procent till tio miljoner ton koldioxidekvivalenter till följd av att andelen biobränsle ökade. Utsläppsminskningen skedde trots att omfattningen av personbilstrafiken var oförändrad mellan åren.<sup>153</sup>

### Trafikarbetet fortsätter att öka

Personbilstrafiken ökade under större delen av perioden från 1990 fram till 2007 och låg därefter på en relativt jämn nivå fram till 2013.<sup>154</sup> Under fem år i följd har trafikarbetet därefter ökat från år till år. Jämfört med år 2000 var trafikarbetet gällande personbilar i Sverige 17 procent högre 2018.<sup>155</sup> Medan trafikarbetet ökat har utsläppen från personbilstrafiken varit närmast oförändrade eller minskande.

Att utsläppen av växthusgaser inte följer trafikarbetet förklaras främst av ökad energieffektivitet hos fordonen och att en större andel förnybara bränslen används. Uppgifterna om trafikarbete har enligt Trafikanalys justerats för utrikes trafik av svenska fordon respektive trafik på svenska vägar av utländska fordon. Utsläppsdata inkluderar dock här trafik från utländska fordon på det svenska vägnätet i den mån de tankar i Sverige.



Figur 31: Trafikarbetet för svenska personbilar samt dess utsläpp. Källa: Trafikanalys 2019a, och Naturvårdsverket, 2019a

### Fortsatt skifte till diesel och högre inblandning av biobränslen

Viktiga förklaringar till att utsläppen från personbilar har minskat är att dieselbränsle har ersatt bensin och att användningen av biodrivmedel har ökat.<sup>156</sup> Genom att dieselmotorer är energieffektivare än bensinmotorer kan

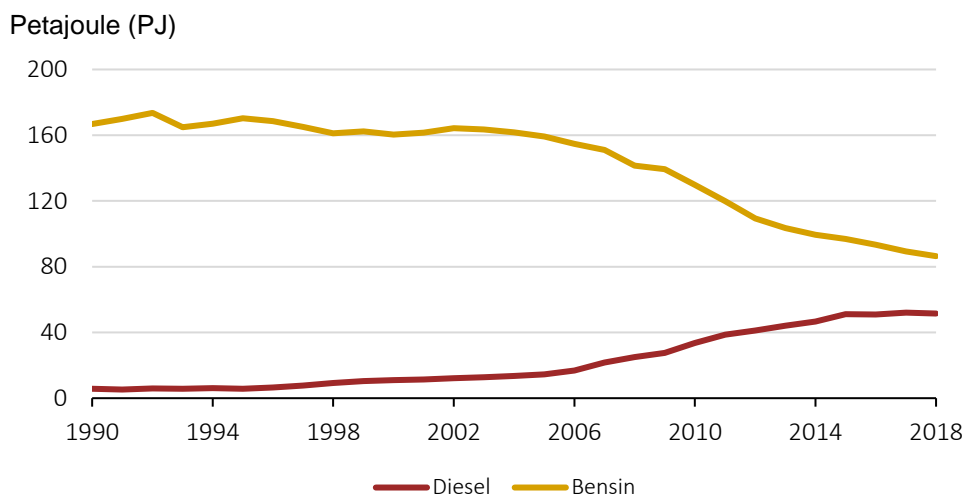
<sup>153</sup> Trafikanalys, 2019a

<sup>154</sup> Tidsseriebrott föreligger enligt Trafikanalys mellan år 1999 och 2000

<sup>155</sup> Trafikanalys, 2019a

<sup>156</sup> Naturvårdsverket 2019a

drivmedelsförbrukningen minskas. Diesel har även ett högre energiinnehåll än bensin vilket ger ytterligare effektivisering med lägre utsläpp av växthusgaser som följd, trots att koldioxidutsläppet per bränslevolym är något högre för diesel än för bensin.<sup>157</sup>



**Figur 32: Användning av fossil bensin respektive fossil diesel i personbilar.**  
Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Bensinförbrukningen har varit nedåtgående sedan 2002 samtidigt som diesel-förbrukningen mestadels har ökat bland personbilarna. I takt med att bensinvolymen har minskat har fler biobränslen introducerats och ökat i användning. En betydande anledning till att utsläppen minskats inom personbilstrafiken är att låginblandningen av biobränsle har ökat.

Låginblandning innebär att förnybart bränsle till en mindre del blandas med det fossila drivmedlet. I Sverige låginblandas etanol i den bensin som tankas på drivmedelsstationer och biodiesel låginblandas i den fossila dieseln.

Etanolförbrukningen ökade under början av 2000-talet då fordon som kan drivas med höginblandad etanol, E85, blev vanligare, se Figur 33. I Sverige ökade antalet etanol- och etanolflexifuelbilar fram till 2012 för att sedan plana ut.<sup>158</sup> Den totala etanolförbrukningen var nedåtgående mellan 2011 och 2017 genom att mindre volymer höginblandad etanol användes och att förbrukningen av den konventionella bensinen med låginblandad etanol minskade. Från 2017 till 2018 ökade etanolförbrukningen med en procent.<sup>159</sup> Det är inte klarlagt vad som orsakat den minskade tankningsgraden av E85 men enligt Energimyndigheten kan möjliga förklaringar vara mindre miljömedvetenhet på andrahandsmarknaden, rädsla för att

<sup>157</sup> SPBI, 2010

<sup>158</sup> Trafikanalys, 2019b

<sup>159</sup> Naturvårdsverket, 2019a

etanol ska försämra bilens motoregenskaper, eller tvivel över etanolens roll som hållbart bränsle.<sup>160</sup>

#### **Biodrivmedel som används i Sverige och dess produktionsland**

Biodiesel består idag av antingen HVO (hydrerade vegetabiliska oljor) eller FAME (fettsyrametylestrar) och kan låginblandas i fossil diesel eller användas som ren biodiesel. Etanol låginblandas i bensin och används också höginblandat i E85 och ED95.

Av den HVO<sup>161</sup> som används i Sverige idag importeras den allra största delen från Nederländerna och Finland. Råvarorna till denna HVO kommer främst från Indonesien, Tyskland, USA och Storbritannien. Inhemsk HVO produceras främst av Preem. Andelsmässigt har användningen av inhemskt producerad HVO minskat från att ha stått för 14% under 2015 till 3,8% under 2016 men mellan dessa år i det närmaste dubblerades användningen av HVO i absoluta tal.

Råvarorna för HVO-produktion är många och under 2016 stod vegetabilisk eller animalisk avfallsolja, PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) och slakteriavfall för 80 procent av råvarufördelningen. Råvaran till FAME<sup>162</sup> är raps (rapsmetylester). Under 2016 producerades merparten av den använda FAME i Sverige. Råvarorna till FAME kom då främst från Tyskland, Litauen, Danmark och Lettland.

De största marknaderna för etanol är idag USA, Brasilien, EU och Kina. Där de två förstnämnda är de överlägset största producenterna med mer än hälften av den årliga globala produktionen. Under 2016 importerades 84 procent av etanolen<sup>163</sup> i Sverige. Råvarorna för denna etanol kom främst från Storbritannien och Ukraina. Majs och vete stod för 93 procent av råvarufördelningen för etanol under 2016. Den inhemska produktionen sker främst via Lantmännen Agroetanol, men även Domsjö Fabriker och St1 har produktion i större skala i Sverige.

Samtidigt som etanolförbrukningen minskar är trenden för biodiesel uppåtgående genom att låginblandningen i diesel ökar och att dieselfordonen i sig blir allt mer populära.

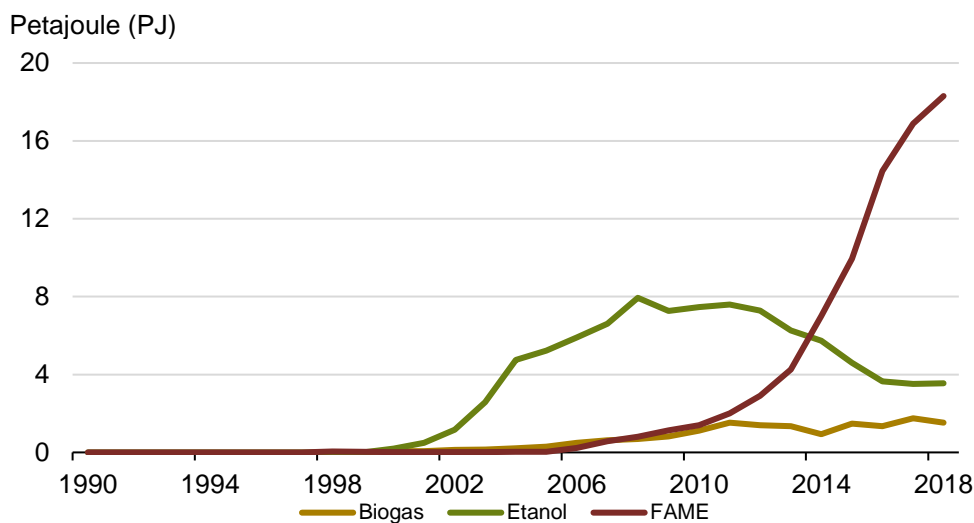
Två vanliga typer av biokomponenter i diesel är rapsmetylester (RME) och hydrerad vegetabilisk olja (HVO). HVO är ett syntetiskt biodrivmedel som antingen kan låginblandas eller, för många av de nyare förbränningsmotorerna, användas utan inblandning av fossilt bränsle. Biodiesel kan tillverkas av exempelvis raps, slakteriavfall, soja och palmolja.

<sup>160</sup> Energimyndigheten, 2017a

<sup>161</sup> Energimyndigheten, 2018a

<sup>162</sup> Energimyndigheten, 2018a

<sup>163</sup> Energimyndigheten, 2018a



Figur 33: Biobränsleanvändning för personbilar i Sverige. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Energieffektivitet

2016 var den genomsnittliga åldern för personbilar vid skrotning i Sverige omkring 18 år och medelåldern för en personbil var omkring tio år.<sup>164</sup> Nya personbilar som registrerades under 2018 förbrukade enligt testmetod i genomsnitt 5,2 l/100 km (122 g CO<sub>2</sub>/km), vilket är en ökning från 2017 då genomsnittsförbrukningen för nya personbilar var 5,1 l/100 km (122 g CO<sub>2</sub>/km).<sup>165</sup> Gällande bränsleförbrukningen har genomsnittet för nya personbilar nu försämrats under två år i följd. För personbilsflottan som helhet sjönk dock det genomsnittliga koldioxidutsläppet från 154 g/km (6,2 l/100km) 2017 till 149 g/km (6,0 l/100km) 2018.

### Fordonstyper

Den svenska personbilsflottan består än så länge till största del av bensinbilar men antalet bensinbilar minskar till fördel för framför allt fler dieselfordon, se Figur 34.

Bensinbilar utgjorde 57 procent av de svenska fordonen som var i trafik 2018. Sedan 2007 har antalet bensinbilar minskat med 28 procent. Antalet dieslbilar har mer än fyrdubblats under samma period och utgjorde 35 procent av personbilarna 2018. Sedan 2009 är dieslbilar allra vanligast vid nyregistreringen.<sup>166</sup> Antalet registrerade fordon som har etanol som första eller andra bränsle har mer än fyrdubblats mellan 2006 och 2016 men i nybilsförsäljningen har siffrorna årligen minskat kraftigt sedan 2008. Vid utgången av 2018 utgjorde bilar som kan köra på etanol (E85) fyra procent av personbilarna.<sup>167</sup>

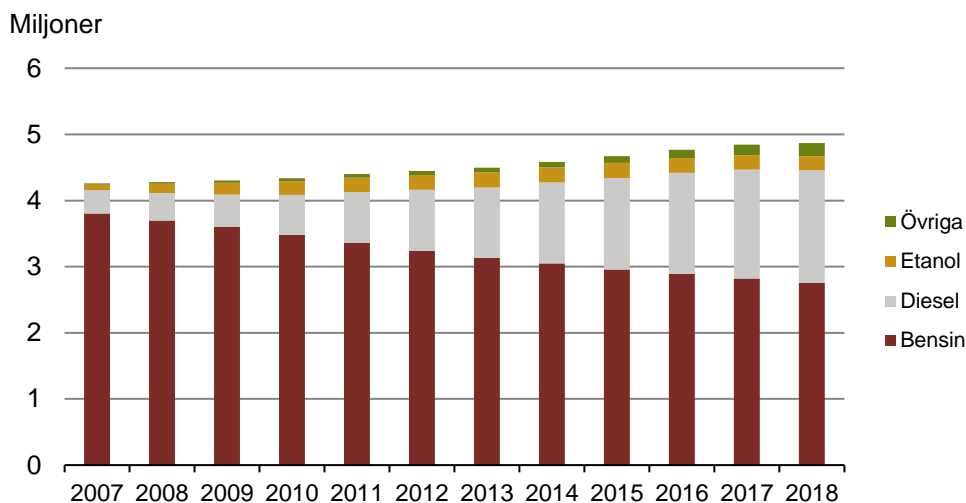
<sup>164</sup> Trafikanalys, 2016a

<sup>165</sup> Trafikverket, 2019

<sup>166</sup> Trafikanalys, 2019b

<sup>167</sup> Trafikanalys, 2019b

Bland svenskregistrerade fordon finns, utöver bensin, diesel och etanol, en mindre andel fordon som kan köra på andra alternativa drivmedel. Sammanlagt utgjorde dessa endast fyra procent 2018, en ökning med en procentenhet från 2017. Elhybrider och gasbilar utgjorde två respektive en procent av de svenska personbilarna 2018. Årliga nyregistreringen av elhybriderna har ökat sedan 2011 men översteg 20 000 först under 2019.<sup>168</sup>



Figur 34: Svenska personbilar i trafik efter drivmedel. Källa: Trafikanalys, 2019b

En stor potential för minskade utsläpp av växthusgaser finns genom laddhybrider och fordon som enbart har el som drivmedel. Dessa tekniker utgör än så länge en marginell andel av de svenskregistrerade bilarna men bland nyregistreringarna syns en tydlig ökning, om än från mycket låga tal. Under den senaste femårsperioden har nyregistreringen av elbilarna gått från dussintalet årligen till tusentals.<sup>169</sup> Det totala antalet el respektive laddhybrider i svenska personbilsparken visas i Figur 35. Utsläppen som kommer från produktionen av den el som används för elbilarna, liksom utsläppen från produktion av andra fossila och icke-fossila drivmedel i vägtransportsektorn, ingår inte i denna redovisning.

Elbilar och laddhybrider har precis som bilar med andra drivlinor klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. Eldrift sänker klimatpåverkan från inrikes transporter men klimatpåverkan sker i andra delar av fordonens livscykel, exempelvis från materialutvinning och produktion, och kan då ske i andra delar av världen.

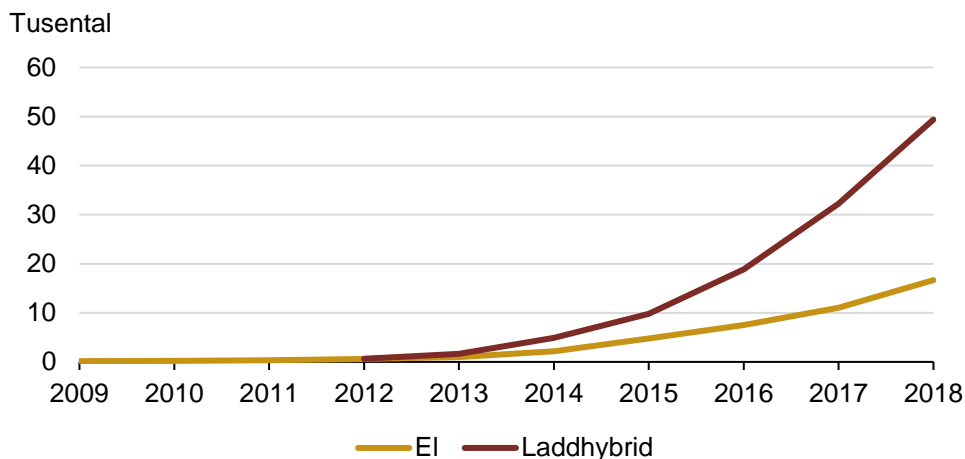
En ur miljöhänseende negativ utveckling är att personbilars medelvikt ökar över tid i Sverige. Detta då de nyregistrerade personbilarna är betydligt tyngre än personbilarna som redan är i trafik. 2008 vägde den genomsnittliga nyregistrerade personbilen i trafik 1548 kg och 2017 hade medelvikten stigit till 1665 kg.<sup>170</sup>

<sup>168</sup> Trafikanalys, 2019d

<sup>169</sup> Trafikanalys, 2019d

<sup>170</sup> Trafikanalys, 2017





Figur 35: Antalet personbilar som helt drivs av el eller laddas med el i kombination med annat drivmedel. Källa: Trafikanalys, 2019b

### Styrmedel som bidragit till utvecklingen

Det finns flera styrmedel som syftar till högre energieffektivisering av fordon, energieffektivare tillgänglighet för medborgare och näringsliv, samt till större andel förnybara bränslen. Några exempel på styrmedel som hittills tillämpats i Sverige är:

- EU:s utsläppsregleringar för nya fordon,
- differentierad fordonskatt,
- nedsättning av förmånsvärde på förmånsbil,
- energi- och koldioxidskatt på bränsle,
- nedsättning av energi- och koldioxidskatt för biobränsle,
- pumplagen,
- Klimatklivet,
- miljökrav vid upphandling av fordon och drivmedel
- Stadsmiljöavtal.

För att ytterligare minska utsläppen från vägtrafiken behöver vi använda fordon som är mer energieffektiva och andelen förnybara energibärare inom transportsystemet behöver öka. Trafikarbetet behöver effektiviseras genom en smart samhällsplanering och ytterligare styrmedel behöver införas så att resor och transporter med bilar och lastbilar kan flyttas över till mer energieffektiva trafikslag, särskilt i och mellan städer och tätorter. Därutöver behöver efterfrågan på resor och transporter minska.

Stadsmiljöavtalen står idag för endast en mindre del<sup>171</sup> av de infrastrukturinvesteringar som görs i större svenska städer<sup>172</sup>. Om direktiven för den nationella och regionala infrastrukturplaneringen justeras kan samtliga

<sup>171</sup> 1,1 miljarder per år 2018–2029. Under samma period går infrastrukturinvesteringar i utbyggd motorvägskapacitet i de större städer som kan erhålla stadsmiljöavtal till drygt 40 miljarder kr. Källa: Trafikverket. *Förslag till nationell plan för transportsystemet 2018–2029*. (2017).

<sup>172</sup> Trafikverket, 2017.

infrastrukturinvesteringar i större städernas transportsystem följa principerna om stadsmiljöavtal. En sådan styrning kan leda till att andra transportinfrastrukturinvesteringar i städer främjar transportmönster vilka är förenliga med hållbarhetsmål.

Exempel på justeringar av befintliga styrmedel som behöver ses över är hur bonus malus tar hänsyn till personbilarnas vikt. Befintliga styrmedel som främjar bilinnehav och bilresor relativt gång-, cykel- och kollektivtrafik i städer behöver justeras för att bidra till effektivisering av transportsystemet.<sup>173</sup> Ett exempel som lyfts fram inom bland annat SOFT, den myndighetsgemensamma strategin för omställning till fossilfri transportsektor<sup>174</sup>, är att förbättra efterlevnad av förmånsbeskattning för fri eller subventionerad arbetsplatsparkering i städer, eftersom tillgång och pris på parkeringsplatser har betydande påverkan på efterfrågan på bil för arbetspendling i och mellan städer och tätorter. Gratis eller subventionerad arbetsplatsparkering är ett viktigt incitament för valet att använda bil vid arbetspendling i större städer idag<sup>175</sup>.

Fler styrmedel som främjar konsumtion av bilresor framför allt i större städer är reseavdraget, för vilket en utredning av reformering presenterats 2019, och skatte- och avgiftspliktig förmån när en anställd för privat bruk använder en bil som får disponeras på grund av anställning eller uppdrag.

Det totala värdet på bilförmånerna uppgick 2015 till tio miljarder kronor, och utgjorde därmed drygt hälften av samtliga skattepliktiga förmåner. Bilförmån är vanligast i storstäderna - i H-regionerna "Större städer" och "Stockholm" finns 61 procent av alla förmånsbilar. Minst vanligt med förmånsbil är det i tät- och glesbygden där endast 1,6 procent av befolkningen har förmånsbil.

I dag är förmånsvärdet för de flesta bilmodeller betydligt lägre än den faktiska bilkostnaden. En för lågt värderad förmån strider mot principen om enhetlig beskattning och innebär att skattesystemet inte är neutralt i förhållande till olika handlingsalternativ. Det låga förmånsvärdet relativt den faktiska bilkostnaden gör förmånsbilen attraktiv. För många bilmodeller är kostnaden för en förmånsbil mellan 10 000 och 20 000 kronor lägre jämfört med den faktiska bilkostnaden, det vill säga att köra en motsvarande privatägd bil.<sup>176</sup> En europeisk jämförelse visar att bilar som tillhandahålls av arbetsgivare endast används till 20–30 procent för resor i tjänsten, medan övrig användning blir privat, för arbetspendling och fritidsresor, och effekterna i form av ökat bilinnehav och ökat bilkörande medför en substantiell effekt för klimatpåverkan genom ökat trafikarbete och ökad energianvändning.<sup>177</sup>

---

<sup>173</sup> Trafikverket, 2016.

<sup>174</sup> Energimyndigheten, 2017b

<sup>175</sup> JVL, 2017

<sup>176</sup> Ekonomistyrningsverket, 2017

<sup>177</sup> Europeiska kommissionen, 2010

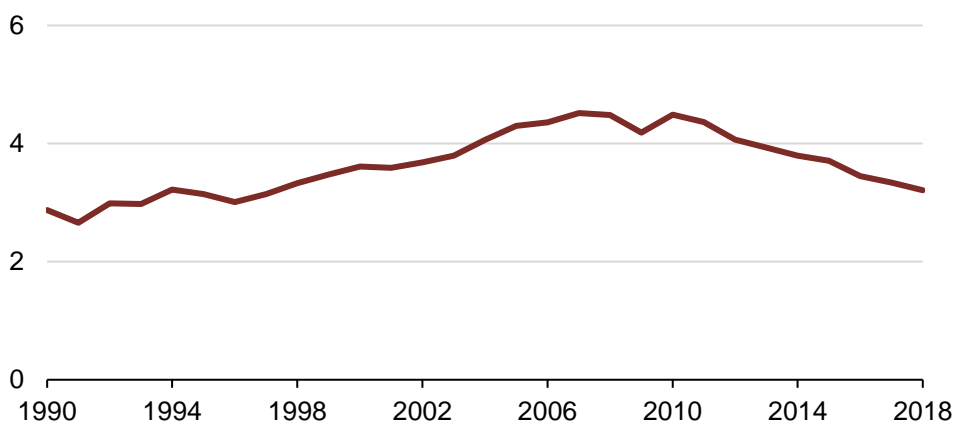
### Vägburna godstransporter har ökat

År 2018 uppgick utsläppen av växthusgaser från lätta och tunga lastbilar till närmare 4,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter och utgjorde därmed 31 procent av vägtrafikens utsläpp. Omkring 70 procent av utsläppen kommer från tunga lastbilar, se Figur 36.

### Tunga lastbilar<sup>178</sup>

År 2018 var utsläppen från tunga lastbilar 3,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Det är fyra procent lägre än 2017, men 12 procent högre än 1990. Utsläppen från godstransporter med tunga lastbilar i Sverige ökade i takt med transportarbetet<sup>179</sup> från 1990-talet fram till 2007. Efter 2010 har utsläppen kontinuerligt minskat, mycket tack vare den ökade biodieselanvändningen.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



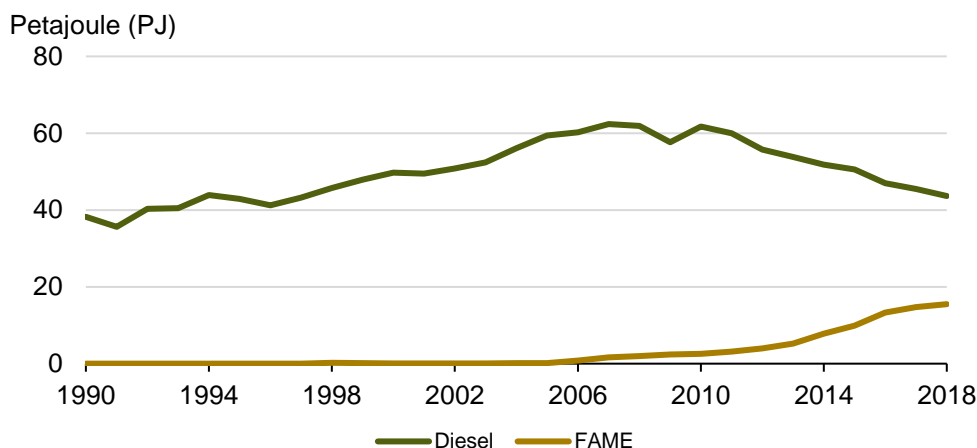
Figur 36: Utsläpp från tunga lastbilar. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

De tunga transportererna, som utgör huvuddelen av utsläppen från godstransporter på svenska vägar, drivs till största del med dieselbränsle. Den utsläppsminskning som noteras från tunga transporter efter finanskrisen följer inte utvecklingen i transportarbetet, vilket förklaras av en ökad användning av biodiesel.

Sedan 2011 är det tillåtet att blanda in upp sju procent FAME i dieselbränsle oavsett miljöklass. FAME-användningen bland tunga lastbilar har därefter ökat successivt. Mellan 2017 och 2018 ökade användningen av FAME med fem procent. Användningen av fossil diesel minskade med fyra procent. Sedan år 2010 har inblandningen av HVO i fossil diesel och användningen av ren HVO (HVO100) ökat kraftigt.

<sup>178</sup> Alla lastbilar vars totalvikt är 3,5 ton eller mer räknas som tunga lastbilar.

<sup>179</sup> Enligt Trafikanalys är statistiken avseende transportarbetet sedan undersökningsår 2012 omräknad med ett tidsseriebrott som följd. Mer information om omräkningen finns i Trafikanalys PM 2015:10, Omräkning av lastbilsstatistiken till följd av stilleståndsproblematik.



Figur 37: Användning av fossil diesel och FAME för tunga godstransporter.  
Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Lätta lastbilar

2018 uppgick utsläppen från lätta lastbilar till 1,5 miljoner ton vilket var 70 procent högre än 1990, se Figur 38. Växthusgasutsläppen från lätta lastbilar har ökat mellan 1990 och 2011, varefter de minskade under tre år. Minskningen beror bland annat på utsläppskrav inom EU, införandet av differentierad fordonsskatt och höga bränslepriser. Sedan 2014 har utsläppsnivån legat kring 1,5 miljoner ton.



Figur 38: Utsläpp från lätta lastbilar. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Nya lätta lastbilar som registrerades under 2018 släppte i genomsnitt ut 159 g/km jämfört med 156 g/km år 2017, vilket enligt Trafikverket är den första försämringen sedan 2013.<sup>180</sup>

Lätta lastbilar utgör ofta den sista länken i en transportkedja, inte minst i städer, eftersom sändningsstorlekarna ofta är mindre här. Lättare lastbilar är mer flexibla än tunga lastbilar i denna typ av trafik. Trafikarbetet för lätta lastbilar nästintill

<sup>180</sup> Trafikverket, 2019

fördubblades mellan 1999 och 2014 (från cirka 4 220 miljoner km till 8 300 miljoner km) i takt med att antalet fordon ökade. Den genomsnittliga körsträckan per fordon ökade med endast sex procent från 13 300 till 14 100 km under samma period och de genomsnittliga körsträckorna per lätt lastbil har minskat för varje år sedan 2008.<sup>181</sup>

Det är lätta lastbilar som är registrerade på företag som inte har transporter som sin primära verksamhet, det vill säga firmabilar, som bidragit till den stora ökningen i antalet lätta lastbilar. Dessa stod för 82 procent av alla lätta lastbilar 2014. Därutöver finns lätta lastbilar i yrkestrafik, dvs att de används av företag vars primära verksamhet är transporter. Sådana logistikföretag utför rena distributions-transporter, exempelvis servar butiker, restauranger och kontor samt handhar transporter från den allt mer ökande distanshandeln från hushåll.<sup>182</sup>

### **Utsläpp från andra trafikslag**

**Inrikes flyg** står för en liten del av utsläppen från transporter, men då är inte hänsyn tagen till den ökade klimateffekt som uppstår vid förbränning på hög höjd, på runt 8 000 meter. Förbränning på hög höjd uppskattas öka klimateffekten med omkring det dubbla, jämfört med om förbränningen skett på marknivå.

2018 uppgick utsläppen från inrikes flyg till drygt en halv miljon ton koldioxidekvivalenter, motsvarande tre procent av hela transportsektorn. Utsläppen har minskat med drygt 20 procent sedan 1990. Jämfört med 2017 var utsläppen fyra procent lägre under 2018. Passagerarantalet för inrikes flyg har fluktuerat men har under hela perioden varit lägre än 1990 då det högsta värdet noterats.<sup>183</sup> Utsläppen från inrikes flygresor har minskat mer än passagerarantalet vilket innebär en ökad effektivisering.

Inom EU ingår medlemsstaternas inrikesflyg i utsläppshandelssystemet (EU ETS) som ska främja utsläppsreducerande åtgärder. Därutöver införde Sverige en flygskatt 1 april 2018. För inrikes resor, och inom Europa, är skatten 60 kr per resa.

**Inrikes sjöfart** bidrog med drygt fyra procent av transportsektorns utsläpp 2018, vilket motsvarar 738 tusen ton koldioxidekvivalenter. Cirka 76 procent av sjöfartens utsläpp kommer från kommersiell trafik och resterande del kommer från privata fritidsbåtar. I inrikes sjöfart ingår bland annat godstransporter mellan svenska hamnar, sjöburen kollektivtrafik och fritidsbåtar. Kommersiell fiskeriverksamhet ingår inte utsläppsredovisningen av inrikes transport utan återfinns i utsläppsstatistiken för arbetsmaskiner. Utsläppen från den kommersiella inrikes sjöfarten har ökat med 65 procent sedan 1990. Jämfört med 1990 har utsläppen från fritidsbåtarna ökat med 57 procent.

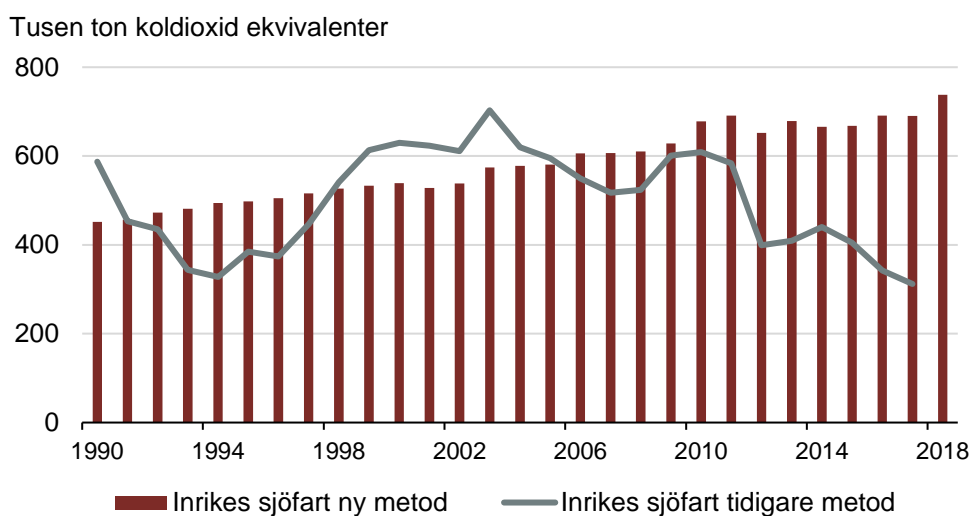
---

<sup>181</sup> Trafikanalys, 2016b

<sup>182</sup> Trafikanalys, 2016b

<sup>183</sup> Trafikanalys, 2019d

Sjöfartens utsläpp har nu beräknats med en ny och säkrare metod. Den nya metoden bygger på så kallad AIS-data (Automatic Identification System). AIS fungerar på samma sätt som en GPS, som spårar fartyg mellan svenska hamnar. Med hjälp av modellen Shipair går det att beräkna hur mycket bränsle varje fartyg gör av med. Bränsleförbrukningen används sedan för att beräkna utsläppen av växthusgaser och luftföroreningar. Tidigare metod byggde på att oljeleverantörerna uppskattade hur mycket av det sålda bränslet som användes för inrikes respektive utrikes sjöfart, en uppskattning som visat sig svår att göra. Den nya metoden är därför mer exakt i beräkningarna. Resultatet innebär att något mindre mängd bränsle används för internationell sjöfart jämfört med tidigare metod, medan mängden bränsle för nationell sjöfart blivit större.



Figur 39: Utsläpp av växthusgaser från inrikes sjöfart 1990–2018, jämförelse mellan ny och tidigare metod. Källa: Naturvårdsverket 2019a

Inom **järnvägstrafiken** har utsläppen mer än halverats sedan 1990 och uppgick 2018 till 44 tusen ton koldioxidekvivalenter. Dessa utsläpp kommer enbart från dieselförbrukning inom järnvägen. Utsläpp som uppkommer vid produktionen av den el som används för järnväg och annan bantrafik redovisas inte inom transportsektorns klimatpåverkan i denna sammanställning. Jämfört med 2017 var utsläppen sju procent högre under 2018.

### Koldioxid främsta växthusgasutsläppet från transporter

Växthusgasutsläppen från inrikes transporter består till största delen av koldioxid. En mindre del av utsläppen utgörs av metan. Bättre avgasreningsteknik har lett till minskade utsläpp under perioden.

Inrikes transporters utsläpp av lustgas är små. De ökade en period eftersom fler bilar utrustades med katalysator, men med bättre reningsteknik har utsläppen av lustgas åter blivit mindre.

Förutom utsläpp av växthusgaser orsakar transporter utsläpp av exempelvis kväveoxider och små partiklar som orsakar negativa hälsoeffekter.

Utsläppen av små partiklar från vägtransporter minskar kraftigt, förutom dem som orsakas av slitage på däck, bromsar samt av vägbanan. Partikelutsläpp är kopplade till mängden trafik och användningen av dubbdäck.

### 3.3 Jordbruk

Den svenska jordbrukssektorn är den största källan till utsläpp av växthusgaserna, metan och lustgas, som kommer främst från djurhållning och växtodling. Under 2018 var utsläppen 11 procent lägre än 1990. Det beror främst på reducerat antal djur och lägre användning av mineralgödsel samt effektivisering inom sektorn. I takt med att en stor del av växthusgaserna har biologiskt ursprung kan utsläppen variera mycket och osäkerheterna i beräkningarna blir därför stora.

Jordbrukssektorn är den största enskilda källan till utsläpp av lustgas och metan. Utsläpp av metan kommer främst från idisslarnas fodersmältning där metan bildas som restprodukt i djurens våm vid fodersmältning och gasen går direkt ut i atmosfären. Även djur som inte idisslar, som exempelvis grisar och fjäderfä (kyckling, värphöns och kalkon) släpper ut metan, men i liten omfattning jämfört med idisslarna. Metan bildas också vid gödsellagring och vid röttningsprocessen i biogasanläggningar. Metanutsläpp från gödsellagring bildas vid nedbrytning av gödsel under anaeroba (syrefria) förhållanden. Lustgasutsläpp härstammar framför allt från hanteringen av kväverik stallgödsel samt lustgasavgång från jordbruksmark. Efter spridning av stallgödsel på fält bildas lustgas och den går direkt ut i atmosfären när kväve bundet i organiskt material mineraliserar i marken. De kväveföreningar som inte tas upp av växterna kan under rätta förutsättningar omvandlas till lustgas av markens mikroorganismer. Detta sker framför allt under de mikrobiologiska processerna nitrifikation och denitrifikation. Utsläppsmängden är beroende av ett flertal faktorer som temperatur, pH, organisk kolmängd, den omgivande miljön och växtupptagningshastighet. Mikroorganismerna i marken kan även konsumera lustgas, men produktionen dominerar generellt stort över konsumtionen.

#### **Biologiskt ursprung av utsläpp gör att osäkerheterna är stora**

Det finns stora osäkerheter associerade med beräkningen av utsläpp av metan och lustgas från djur och mark. Detta gäller särskilt lustgasavgången från kvävetillförsel till åkermark. Organogena jordar (mulljordar dvs. jordar som innehåller mycket kol och huvudsakligen består av organiskt material) avger koldioxid och lustgas men mycket varierande vilket medför stor osäkerhet i nationella utsläppsinventeringar. Detta beror på att biologiska processer i marken är svåra att mäta och kontrollera. Även mätningar av lustgasutsläpp vid odling av olika grödor visar på motstridiga resultat, så de angivna utsläppssiffrorna är ungefärliga bedömningar utifrån dagens kunskap.

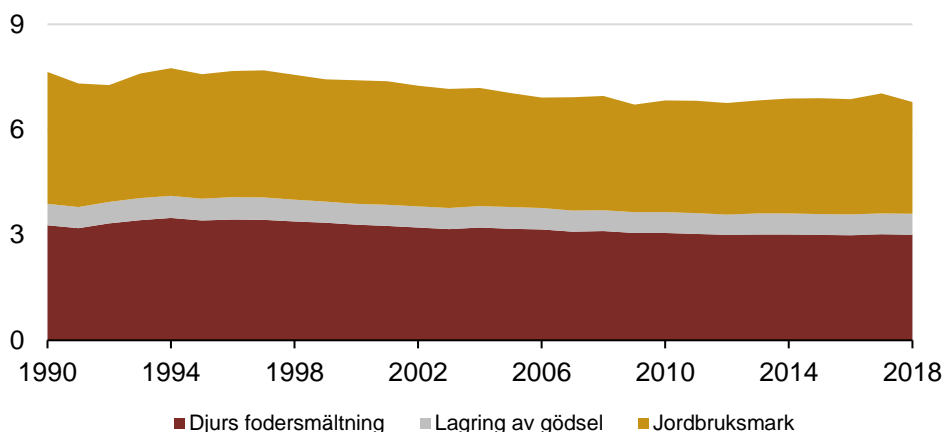
### Jordbrukets utsläpp påverkas av många faktorer

Jordbruket i Sverige påverkas främst av genomförandet av den EU-gemensamma jordbrukspolitiken och av utvecklingen inom världshandelsorganisationen. Sveriges medlemskap i EU sedan 1995 har resulterat i förändringar i den ekonomiska strukturen inom jordbrukssektorn som har lett till en minskning av antalet gårdar, en ökning av den genomsnittliga gårdsstorleken och en allmän minskning av antalet boskap samt minskad användning av kvävegödselmedel. Den årliga variationen i nettoutsläpp beror främst på fluktuationer i aktivitetsdata mellan åren på grund av förändringar i djurantal och försäljning av mineralgödsel, mellan årliga förändringar av kol i mineraljord samt vad som odlas och vilka grödor som odlas tillsammans med väderförhållandena (lufttemperatur och nederbörd). Förändringar i djurantal påverkas till stor del av jordbrukspolitiken och subventionerna. Åtgärder som införts för att minska kväveförlusterna inom jordbruket har också bidragit till minskningen, liksom den ökade användningen av flytgödselsystem.

### Utsläppen från jordbruket minskar långsamt

Utsläppen från jordbrukssektorn uppgick 2018 till 6,8 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, vilket motsvarar 13 procent av de samlade utsläppen av växthusgaser i Sverige och det är drygt 11 procent lägre jämfört med 1990, Figur 40. Minskningen beror på ett antal faktorer som ett lägre antal djur (särskilt mjölkkor och grisar), minskade mängder stallgödsel, effektivare gödselhantering, lägre användning av mineralgödsel samt en minskad åkerareal. T.ex. minskade metangasutsläppen från mjölkors fodersmältning med drygt 30 procent sedan 1990 p.g.a. minskat antal mjölkkor.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 40: Växthusgasutsläpp inom jordbrukssektorn. Källa: Naturvårdsverket, 2019a.

Utsläpp av metan och lustgas utgör 74,5 procent respektive 75 procent av de nationella utsläppen, exklusive markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF). Både metan- och lustgasutsläppen har minskat med 7



procent respektive 14 procent sedan 1990 och de står idag för ca hälften vardera av det svenska jordbrukets klimatpåverkan. Det kommer även en liten del koldioxidutsläpp som uppstår från kalkning och ureaanvändning i sektorn.

Mellan 2017 och 2018 minskade utsläppen från jordbrukssektorn med 3,4 procent eller 0,24 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter vilket främst förklaras med en minskad användning av kväve-mineralgödsel på åkermark och lägre utsläpp från rester från skördade grödor samt minskat metanutsläpp från mjölkors fodermältning på grund av ett minskat antal djur. I Sverige omfattas metanutsläpp från djurens fodermältning och metan- och lustgas-utsläpp från gödselhanteringen av djurhållning från: nötkreatur (mjölkkor, amningskor, tjurar, kvigor och kalvar), hästar, grisar, lamm- får och getter, renar, pälsdjur och fjäderfä.

### **Metanutsläppen från mjölkkor minskar men mjölkproduktionen ökar**

De samlade metanutsläppen från samtliga idisslande djurs fodermältning år 2018 var knappt 3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter eller drygt 44 procent av hela jordbruket. Nötkreatur är den största källan till metanutsläpp och stod för 86 procent. Nötkreatur utöver mjölkkor gjorde 49 procent följt av mjölkkor 37 procent av metanavgången. Men även andra djurkategorier som grisar, hästar, renar, får- och getter bidrog med en mindre mängd metan, knappt 14 procent, Figur 40.

Sedan 1990 har metanutsläpp från djurs fodermältning minskat med 8 procent och mellan 2017 och 2018 minskades den med mindre 0,4 procent. Den främsta orsaken för de minskande utsläppen är en tydlig nedgång i antalet djur, särskilt mjölkkor. Metanutsläpp från mjölkors fodermältning var 2018 drygt 1,1 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter och det har minskat med 31 procent sedan 1990. Antalet mjölkkor i Sverige blir allt färre till följd av att Sverige blev medlem i EU<sup>184</sup>. Antalet har minskat med ca 45 procent mellan 1990 och 2018 (från 576 till 319 tusen kor) men takten har varit långsammare sedan 2010 då antalet minskade med drygt 8 procent<sup>185</sup>. Detta gör att utsläppen av metan från mjölkkor har minskat med ca en tredjedel sedan 1990. Mellan 2017 och 2018 minskade antal mjölkkor med 0,8 procent, motsvarande drygt 2600 kor, och utsläppen minskade med knappt 2 procent.

Den genomsnittliga mjölkavkastningen per ko i Sverige 2018 var 9 385 kilogram per ko jämfört med 6 503 kilogram per ko 1990<sup>186</sup>. Mjölkavkastningen per ko år 2018 har ökat med 44 procent sedan 1990 till följd av att mjölkproduktionen har blivit effektivare genom bl.a. bättre användning av foderenergin så att mängden foder som omvandlas till mjölk blir högre samt p.g.a. förbättrad djurhälsa och avelsarbetet. Foder med högre kvalitet har högre matsmältbarhet hos kor och mindre metanutsläpp än foder med lägre kvalitet. Detta innebär att mjölk som

---

<sup>184</sup> Jordbruksverket, 2014b

<sup>185</sup> SCB 2019b

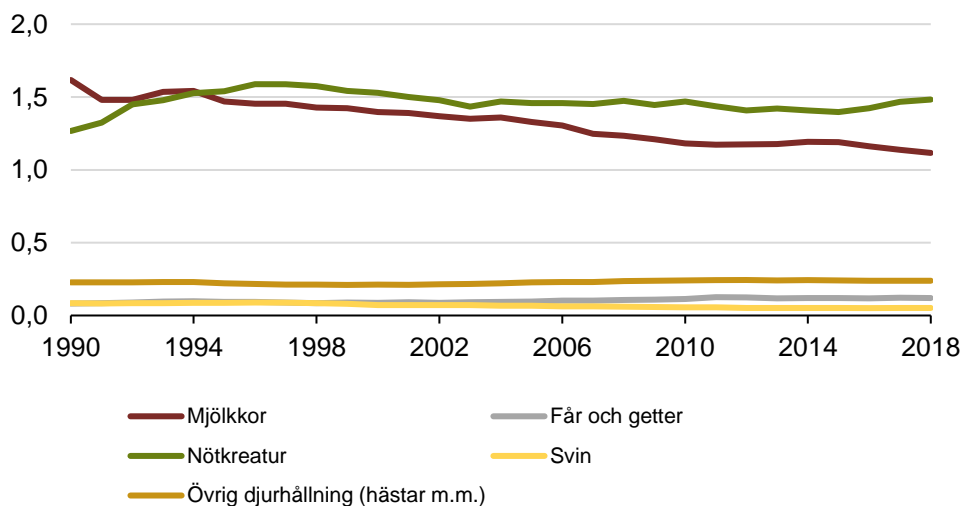
<sup>186</sup> Naturvårdsverket NIR 2020

produceras idag har lägre metanutsläpp vilket framför allt beror på högre mjölkproduktion per ko.

Metanutsläpp från fodermältning av nötkreatur utöver mjölkkor var knappt 1,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter och har ökat med 17 procent sedan 1990, Figur 41. Antalet nötkreatur utöver mjölkkor uppskattades under 2018 till ca 1,2 miljoner djur och 1990 till 1,14 miljoner djur, vilket motsvarar en ökning med ca 4 procent eller 45 000 djur<sup>187</sup>. Kulmen av antalet djur år 1996 följdes av en nedgång fram till 2003 som sedan avtog fram till 2017 och ökade med 0,67 procent under 2018. Ökningen kommer främst från kor för uppfödning av kalvar.

Antalet grisar har också minskat sedan 1990 med 38 procent och utsläppen av metan från fodermältning minskade med samma mängd under perioden. Andra små djurkategorier som visar en ökande trend i metanutsläpp är lamm- får och getter samt hästar, då de har ökat i antal sedan 1990. Antalet lamm- får och getter samt hästar ökade med ca 46 procent respektive 13 procent sedan 1990. Metanutsläppen från dessa djurkategorier är nu ca 120 kiloton respektive 160 kiloton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Även renar avger metanutsläpp från fodermältning och det uppskattas till ca 78 kiloton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Sammanlagt motsvarar metanutsläpp från dessa djurkategorier ca 12 procent av utsläppen från samtliga idisslande djurs fodermältning.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 41: Metanutsläpp från fodermältning hos olika djurslag. Källa: Naturvårdsverket, 2019a.

### Metan- och lustgasutsläpp från lagring av gödsel har legat stilla

Lustgas- och metanutsläpps mängden från gödselhantering beror på kväve- och kolhalten i gödseln, hur lång tid gödseln lagras och hanteringsmetoden som används samt hur mycket stallgödsel som får spridas på åkermark. Utsläpp

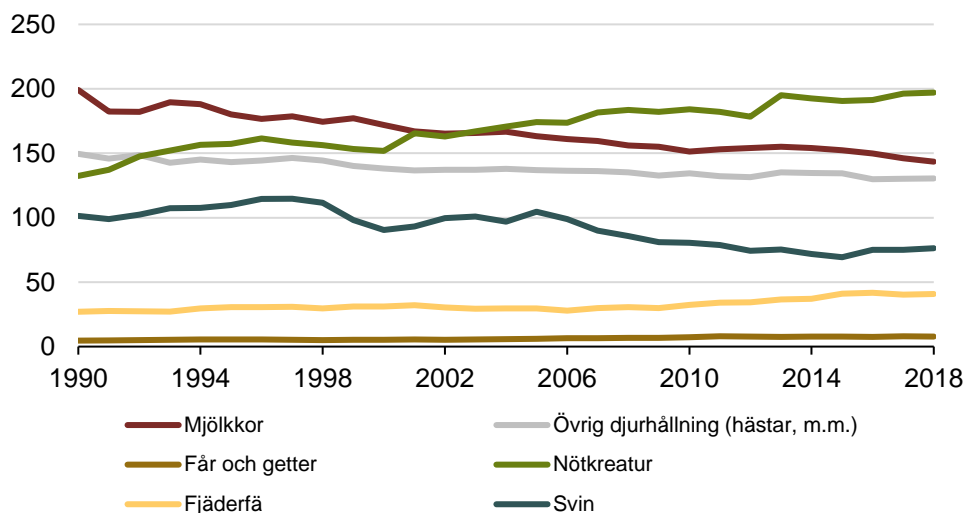
<sup>187</sup> SCB 2019b

från gödsel sker direkt under hanteringen och lagringen av stallgödsel samt indirekt (atmosfärisk deposition) av NH<sub>3</sub>- och NO<sub>x</sub>-utsläpp.

De aggregerade utsläppen från stallgödsel var år 2018 knappt 0,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter eller knappt 9 procent av hela sektorn. Drygt hälften (57 procent) kommer från nötkreatur, det vill säga nötkreatur utöver mjölkkor utgjorde en tredjedel följt av mjölkkor 24 procent. Utsläppsandelen för grisar var 13 procent. Resten (ca 30 procent) kommer från andra djurkategorier som hästar, fjäderfä, renar, lamm- får och getter samt från atmosfärisk deposition, Figur 42.

Utsläppen från stallgödsel påverkas av hur gödseln hanteras. Flytgödselsystem avger mer metangas och mindre lustgas under lagring och spridning än system där gödseln hanteras i fast form tillsammans med strömedel<sup>188</sup>. I fastgödsel finns ofta tillgång till syre vilket är förutsättningen för mer lustgasbildning. I Sverige har man övergått till mer flytgödselsystem för mjölkkor och grisar samt mer fastgödselsystem för köttjur<sup>189</sup>.

Tusen ton koldioxidekvivalenter



Figur 42: Utsläpp från stallgödsel från olika djurslag. Källa: Naturvårdsverket, 2019a.

I dag utgör utsläppen från hantering av stallgödsel från mjölkkor och grisar ca 24 procent respektive 13 procent av de totala utsläppen från stallgödseln. Utsläppen har minskat med ca en fjärdedel vardera sedan 1990 och trenden är minskande. Detta beror främst på minskning av antalet mjölkkor och grisar samt ökad användning av flytgödselsystem för stallgödselhantering. Däremot har utsläppen från hantering av gödsel från nötkreatur utöver mjölkkor ökat med ca 49 procent trots att ökningen av antalet djur sedan 1990 har varit liten. Matning med protein som överstiger djurkraven ökar lustgas utsläpp<sup>190</sup>. Lustgasutsläppen från

<sup>188</sup> Jordbruksverket, 2001

<sup>189</sup> Naturvårdsverket, 2019a

<sup>190</sup> Hristov et al., 2011

gödselhantering har ökat med ca 26 procent under perioden. Detta beror på att mängden kväve i gödsel har ökat då lustgasutsläpp är direkt relaterat till kväveintag hos idisslare. En högre andel användning av djupbäddshantering av stallgödsel förklarar också den ökande trenden. Bland de djurkategorierna som visar en ökning av utsläpp från gödselhantering är fjäderfä, lamm- får och getter och hästar då populationen har ökat kraftigt sedan 1990. Utsläppen från lagring av stallgödsel från samtliga djur kategorier har minskat med 3 procent, Figur 42.

### **Även användning av stallgödsel och gödsel från betesdjur ger upphov till utsläpp**

De totala utsläppen från gödsel som sprids på åkermark samt gödsel från betesdjur var under 2018 knappt 0,68 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter eller ca 10 procent av hela sektorn, Figur 43. Utsläppsmängden från dessa källor är ca 14 procent högre jämfört med stallgödsel som lagras (ca 0,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter).

Utsläppen från användning av stallgödsel på åkermark och från betesdjur har minskat med 8 procent respektive 1,4 procent sedan 1990 till följd av minskande antal djur främst mjölkkor och grisar samt en ökad andel gödsel som rötas för biogasproduktion. Adderar man utsläppen från stallgödsel som lagras till stallgödsel som sprids på åkermark och gödsel från betesdjur så blir totalen ca 1,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter eller ca en femtedel av hela sektorn år 2018.

### **Biogasproduktion från svenska gårdar ökar stadigt**

I Sverige produceras årligen ca 25 miljoner ton stallgödsel varav största delen är nötkreaturs- och svingödsel<sup>191</sup>. Genom att röta stallgödsel i en biogasanläggning kan en stor mängd av den metan som bildas tas tillvara och samtidigt kan förluster av kväve i form av lustgas minskas. Biogasproduktion från stallgödsel ger en minskad klimatpåverkan och samtidigt produceras biogas som minskar beroendet av fossila bränslen. Metan som produceras kan användas som förnybart drivmedel eller för att generera el och/eller värme. Förutom användning av biogas som drivmedel bidrar det till betydligt förbättrad luftkvalitet och därmed minskad påverkan på hälsa och miljö eftersom det ger lägre utsläpp av hälsofarliga luftföroreningar som NO<sub>x</sub> och partiklar.

Vid biogasproduktion fås också en biprodukt i form av rötresten som är näringsrika vilka kan utnyttjas som gödselmedel och därmed ersätta mineralgödsel.

Användning av rötresten istället för mineralgödsel kan bidra till att öka inlagringen av kol i marken och kan förbättra klimatprestandan för biogasproduktion i ett livscykelperspektiv.

År 2010 hade 15 lantbruk i Sverige startat biogasanläggningar där det rötas stallgödsel. Antal anläggningar i Sverige som använder stallgödsel som substrat för biogasproduktion har under 2018 ökat stadigt till 80 stycken, varav 44 är

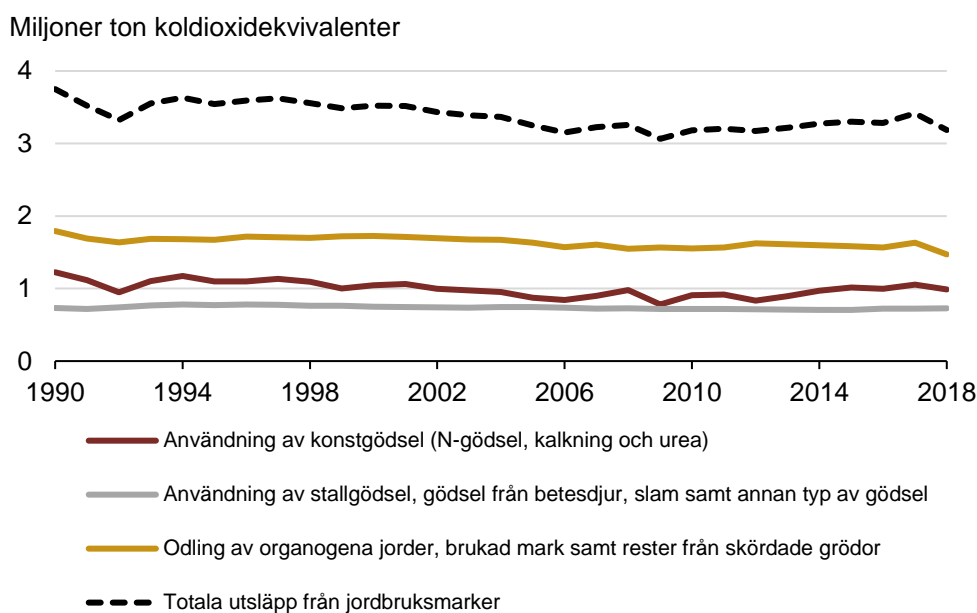
---

<sup>191</sup> Energimyndigheten, 2018d

gårdsanläggningar och resterande är samrötningsanläggningar och mängden gödsel som rötas ökar stadigt<sup>192</sup>. Gödselgasstödet förklarar ökningen<sup>193</sup>. Under 2018 rötades 1 miljon ton gödsel, motsvarade 4 procent av årliga produktionen<sup>194</sup>.

### Jordbruksmark är största källan till utsläpp av lustgas

Jordbruksmarkens utsläpp består av 96 procent lustgas och ca 4 procent koldioxid. Lustgasutsläpp från jordbruksmarken härstammar från ett antal skilda källor såsom användning av mineralgödsel, spridning av stallgödsel, gödsel från betesdjur, användning av annan gödsel, odling av organogena jordar samt skörderester. Lustgasavgången från mulljordar är generellt sett högre än från mineraljordar då stora mängder organiskt material mineraliseras när jordarna dikats ut.



**Figur 43: Utsläppstrender för utvalda kategorier inom jordbruksmark. Källa: Naturvårdsverket, 2019a.**

De sammantagna utsläppen från jordbruksmark 2018 var ca 3,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, vilket motsvarar lite mindre än hälften av sektorns utsläpp, Figur 43. Utsläppen är nu ca 4 procent lägre jämfört med 1990, vilket främst kan förklaras med att användningen av mineralgödsel, spridning av stallgödsel, gödsel från betesdjur, kalkning och användning av urea samt utsläpp från skörderester har minskat p.g.a. det varma och torra vädret. Ytterligare en förklaring är att åkerarealen som odlas med spannmål är ca 10 procent lägre jämfört med 1990 och trenden är minskande men arealen för hö samt ensilage har haft en ökande trend. Mellan 2017 och 2018 minskade den totala arealen åkermark i landet med 0,8 procent motsvarande 14 000 hektar<sup>195</sup>.

<sup>192</sup> Energimyndigheten, 2017c

<sup>193</sup> Jordbruksverket, 2018

<sup>194</sup> Energimyndigheten, 2018d

<sup>195</sup> SCB, 2019c.

Lustgasutsläppen från jordbruksmarken redovisas som direkta och indirekta. De direkta utsläppen utgör den största delen (ca 91 procent eller ca 2,8 miljoner CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) och omfattar bl.a. användning av mineralgödsel, spridning av stallgödsel, gödsel från betesdjur, slamspridning, upptag eller förlust av lustgas till följd av mineralisering genom odling av mineraljordar samt skörderester. Sammanlagt har utsläppen minskat med 7 procent sedan 1990. De indirekta utsläppen utgjorde ca 9 procent och omfattar atmosfäriskt nedfall av N-föreningar såsom NH<sub>3</sub> och NO<sub>x</sub> (93 kiloton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter), samt N-läckage från åkermark (186 kiloton koldioxidekvivalenter). Atmosfäriskt nedfall och N-läckaget har minskat med 9 procent respektive 30 procent sedan 1990. Sammanlagt har de minskat med 24 procent och det förklaras av minskningsåtgärder för NH<sub>3</sub>- och NO<sub>x</sub>-utsläpp under lång tid i Sverige. Idag utgår arbetet från EU-direktiv, internationella åtaganden samt från de svenska miljö kvalitetsmålen. Val av grödor, gödsling och jordbearbetning också har stor betydelse för kväveläckaget.

Koldioxidutsläppen härstammar från kalkning och användning av urea i jordbruket. Både utgjorde totalt 129 kiloton eller mindre än 2 procent av jordbrukssektorns utsläpp år 2018. Utsläppen har minskat med 27 procent sedan 1990 till följd av lägre användning av kalk och urea som gödselmedel och trenden är minskande. Största delen av utsläpp kommer från kalk och dolomitanvändning. Kalkning är ett sätt att dämpa effekterna av försurningen av jordbruksmark och påverkar jordens struktur samt odlingsegenskaper. Urea används mycket i övriga delar av världen men används i relativt liten omfattning i Sverige. Vid användning av urea på åkermark frigörs CO<sub>2</sub>. Även lustgasutsläpp frigörs från urea som motsvarar endast 0,4 procent av det kväve som tillförs från all mineralgödsel men det ligger i undersektorn mineralgödsel<sup>196</sup>.

### **Användning av gödningsmedel ger upphov till lustgasutsläpp**

Mellan 1990 och 2018 minskade kvävetillförseln av mineralgödsel på jordbruksmark från 225 till drygt 184 kiloton, en minskning med ca 18 procent<sup>197</sup>, och den motsvarar en utsläppsminskning i nästan samma storleksordning. Försäljningen av kväve i mineralgödsel gödselåret 2017/18 minskade med hela 7 procent jämfört med närmast föregående gödselår och därmed har utsläppen minskat med samma mängd.

Sedan 2012 har utsläppen dock ökat med en fjärdedel till följd av ökad försäljning av mineralgödsel under perioden<sup>198</sup>, Figur 43. Även försäljning av andra typer av mineralgödsel som fosfor kalium och svavel-konstgödsel har ökat under samma period. Försäljning och användning av gödningsmedel kan påverkas av många faktorer, såsom arealen åkermark särskilt arealen för spannmål som har ökat med ca 3 procent mellan 2012 och 2018<sup>199</sup>, världsmarknaden, (som påverkar

---

<sup>196</sup> SMED, 2018

<sup>197</sup> SCB, 2019d

<sup>198</sup> SCB, 2018a

<sup>199</sup> SCB, 2019c

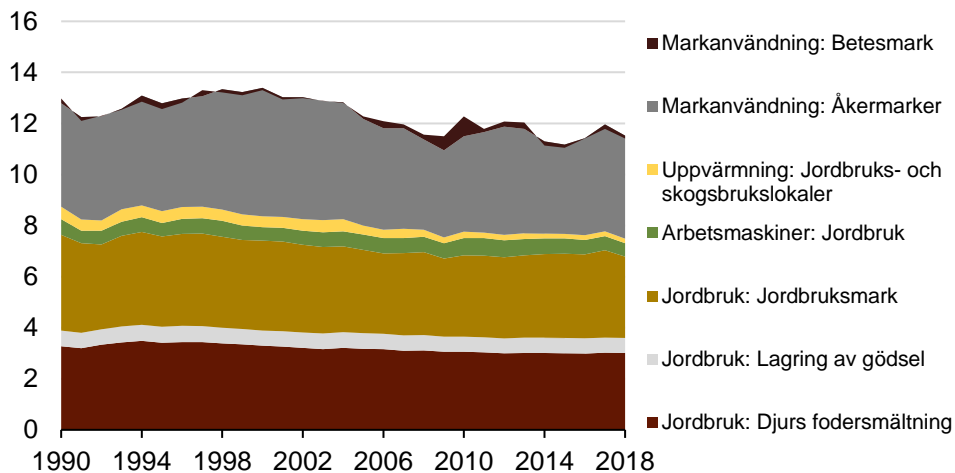
gödselpriset) och slagen av gröda och väderförhållanden. Under 2014/15 bidrog en kombination av gynnsamt väder för höstsådda grödor och stora arealer höstvetete till en ökad konsumtion av mineralgödsel vilket ledde till att spannmålsskörden 2015 var den största sedan 1997. Däremot ledde mycket regn hösten 2017 till att arealen av de högavkastande höstsådda grödorna minskade och därför minskade behovet av mineralgödsel jämfört med föregående år då arealen höstsådda grödor var större än normalt. Den ovanligt höga värmen och torkan sommaren 2018 gjorde att de planerade skördenivåerna inte kunde nås. Detta resulterade i att spannmålsskörden blev 45 procent mindre än förra årets skörd och den lägsta sedan flera decennier<sup>200</sup>.

Bland de små kategorierna som visar en ökande utsläppstrend är användning av andra organiska gödningsmedel samt slamspridning som näringsrika ämnen. Utsläppen har mer än fördubblats sedan 1990. De sammanlagda utsläppen från båda kategorierna 2018 var drygt 40 kiloton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter eller ca 0,6 procent av jordbrukets utsläpp.

### Stora delar av utsläpp från jordbruket finns även i andra sektorer

Det finns ytterligare stora mängder utsläpp som är kopplade till jordbruket, men rapporteras under andra sektorer eller i de länder där utsläppen sker som bl.a. CO<sub>2</sub>-avgång från mulljordar, användning av fossila bränslen i arbetsmaskiner inom jordbruket, import av foder, mineralgödsel och andra relevanta komponenter.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 44: Jordbrukets utsläpp i olika sektorer. Källa: Naturvårdsverket, 2019a.

Från mulljordar frigörs koldioxid och lustgas under nedbrytningen av organiskt material. Dessa utsläpp sker oavsett om marken gödslas eller inte och sker på både åkermark och betesmark. Koldioxidutsläpp och upptag från åkermark och betesmark redovisas under markanvändningssektorn (LULUCF), till skillnad från lustgasutsläpp från själva brukandet av marken som redovisas under

<sup>200</sup> SCB, 2018b

jordbrukssektorn, underkategori jordbruksmark, se avsnitt 3.9 för ytterligare detaljer kring LULUCF.

Nettoutsläpp från åkermark har stora mellanårsvariationer, Figur 44, men har i genomsnitt varit ett nettoutsläpp om ca 4 miljoner CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Nettoutsläpp från betesmark är små och varierar mycket över tid, men har i stort sett alltid varit ett nettoutsläpp. Därutöver redovisas växthusgasutsläpp från bränsleanvändning från fossila bränslen (såsom utsläpp av koldioxid från diesel och eldningsolja) framför allt för att driva arbetsmaskiner, uppvärmning av jordbruksbyggnader och produktion av foder under sektorn för arbetsmaskiner.

Utsläpp från bränsleanvändning i jordbruket ligger på nästan samma nivå sedan 1990. År 2018 var utsläppen ca 0,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, se avsnitt 3.6 kring arbetsmaskiner och avsnitt 3.5 kring uppvärmning av bostäder och lokaler. Dessutom omfattas utsläpp av växthusgaser som sker i andra länder vid produktion av mineralgödsel, foder och växtskyddsmedel mm som importeras och används i svenskt jordbruk inte av statistiken eftersom utsläppen sker utomlands. Om dessa utsläpp skulle redovisas under jordbrukssektorn så blir de totala utsläppen från hela jordbruket ca 11 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

#### **Åtgärderna inom jordbruket minskar utsläpp**

Utsläpp av växthusgaser från jordbruket skiljer sig från andra sektorer eftersom den största delen av utsläppen kommer från biologiska processer d.v.s. metan från idisslande djur och lustgas som bildas när mikroorganismer omsätter kväve i marken. Därför är det svårt att minska utsläppen från djurhållning och växtodling i någon större omfattning om vi vill behålla dagens livsmedelsproduktion<sup>201</sup>. Detta gör att det är viktigt att välja vilka styrmedel eller åtgärder som kan vara lämpliga för att minska utsläppen. Även skillnaderna i lokala förhållanden för gårdar bör det tas hänsyn till för att välja vilka styrmedel eller åtgärder som ger bästa resultat just för den gården.

Det finns ett antal åtgärder som har införts i jordbrukssektorn i syfte att minska utsläppen av metan och lustgas från produktionen och koldioxid från användningen av fossil energi. Åtgärderna för att öka energieffektivisering i form av mer pengar till investeringar i energieffektivare teknik har bidragit till den minskande utsläppstrenden. Ytterligare åtgärdsalternativ som har potential att bidra till att reducerade utsläpp av växthusgaser i jordbruket är att utveckla ett hållbart produktionssystem med effektivare resursanvändning. Detta kan ske genom till exempel att:

- använda både mineralgödsel och stallgödsel på effektivare sätt,
- förbättra hantering av stallgödsel, till exempel täckning/behandling av flytgödsel,

---

<sup>201</sup> Jordbruksverket, 2012



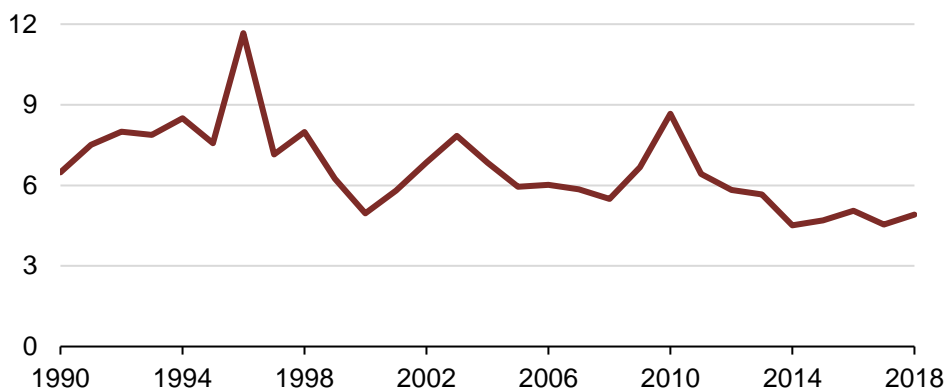
- öka omfattningen av rötning av stallgödsel i syfte att ersätta fossilbränsle med biogas,
- återföra organogena jordar till våtmark i syfte att minska lustgasavgång från åkermark.

En dämpad efterfrågan, och därigenom konsumtion, av animaliska livsmedel kan också leda till minskade växthusgasutsläpp eftersom olika livsmedel har mycket olika klimatpåverkan. Enligt Jordbruksverket bedöms den sammantagna effekten av dessa åtgärder kunna resultera i en minskning av jordbrukets utsläpp, inklusive utsläpp från uppvärmning och arbetsmaskiner, med nära 20 procent år 2050<sup>202</sup>.

### 3.4 El och fjärrvärme

Utsläppen av växthusgaser från el- och fjärrvärmeproduktionen<sup>203</sup> var 24 procent lägre jämfört med 1990 och stod för 8 procent av de totala utsläppen. År 2018 var utsläppen av växthusgaser 4,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter, vilket är 8 procent högre än 2017. Utsläppen varierar dock mellan åren, vilket främst beror på ökad användning av fossila bränslen vid kallt väder, se Figur 45. Över 90 procent av växthusgasutsläppen från el och fjärrvärme omfattas av EU:s handelssystem för utsläppsrätter. Fortsatt utfasning av fossila bränslen behövs, men den största utmaningen är att minska fossilbaserad plast som går till avfallsförbränning. Kraftvärmeproduktion (kombinerad el- och fjärrvärmeproduktion) står för störst andel av utsläppen 2018 med 83 procent, sedan fjärrvärmeproduktion i värmeverk med 16 procent och den separata elproduktionens utsläpp är endast 0,5 procent.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter.



Figur 45: Växthusgasutsläpp från el- och fjärrvärmeproduktion 1990 - 2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Utsläppen av växthusgaser från den svenska el- och fjärrvärmesektorn är låga jämfört med många andra länder eftersom produktionen till största delen baseras på vattenkraft, kärnkraft, vindkraft och biobränslebaserad fjärrvärme.

<sup>202</sup> Jordbruksverket, 2012

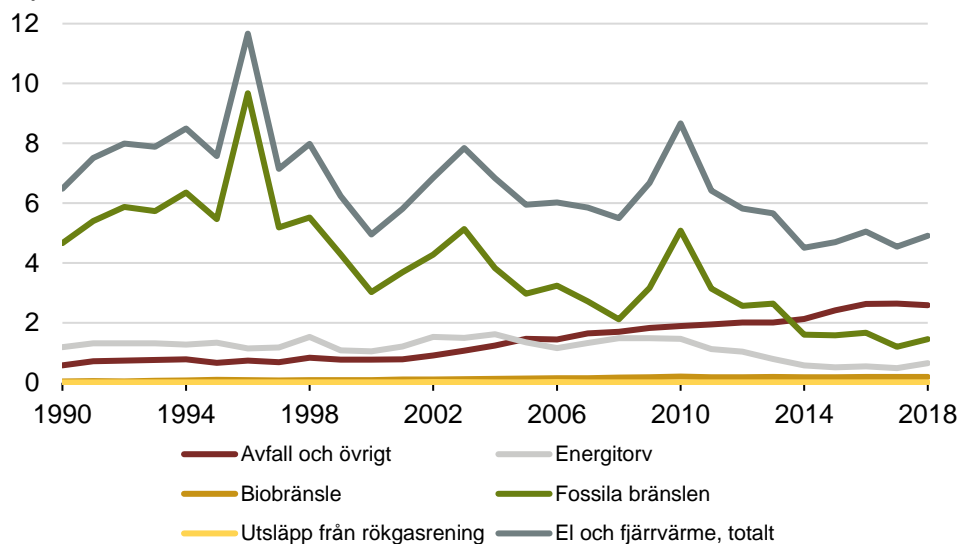
<sup>203</sup> Utsläpp från restgas redovisas under industrins utsläpp i avsnitt 3.1

År 2018 var utsläppen av växthusgaser 8 procent högre jämfört med 2017. Ökningen berodde främst på att början av året var kallare än normalt och att det var svårt att få tag på tillräckligt med biobränslen till fjärrvärmeproduktionen under hösten 2017 och vintern 2018. Att tillgången till biobränsle var begränsad berodde på att det kom mycket snö i norr och omfattande nederbörd i söder, vilket försvårade uttaget av biomassa och grot från skogen<sup>204</sup>. Detta sammantaget bidrog till ökad användning av fossila bränslen och energitorv när uppvärmningsbehovet var som störst.

### Ökad användning av biobränslen och avfall ger lägre utsläpp

Sedan 1990 har bränslemixen i fjärrvärmeproduktionen förändrats mycket. Trots att fjärrvärmeproduktionen har ökat med omkring 50 procent<sup>205</sup> sedan 1990 har utsläppen av växthusgaser från el- och fjärrvärmesektorn minskat. Detta beror på en övergång från fossila bränslen (kol, naturgas och särskilt olja) till förbränning av biobränslen och avfall. Förändringen har lett till att utsläppen från fossila bränslen har minskat med 69 procent sedan 1990, samtidigt som utsläppen från avfall har ökat, se Figur 46. Minskad koleldning bidrog till att sänka utsläppen under 2000-talet. I de flesta fjärrvärmesystem har fossila bränslen gått från att vara huvudbränslen till att användas som komplement till främst biobränslen till exempel vid kallt väder. Utsläppen från fossila bränslen är 21 procent högre 2018 jämfört med 2017. Fossila bränslen stod för 30 procent av utsläppen och 9 procent av bränsleanvändningen 2018, se Figur 46 och Figur 47.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



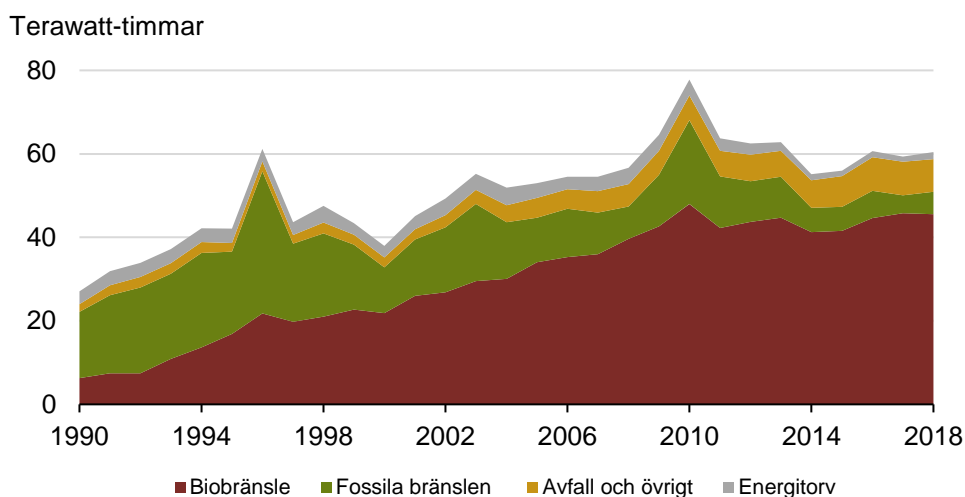
Figur 46: Växthusgasutsläpp per bränsle från el- och fjärrvärmeproduktion. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

<sup>204</sup> Energiföretagen, 2019

<sup>205</sup> Energimyndigheten, 2019b

Att fossila bränslen används som kompletterande bränsle vid kallt väder är den främsta anledningen till att sektorns utsläpp varierar mellan åren. En annan orsak till årliga variationer i utsläpp är att när produktionen av vattenkraft eller kärnkraft är låg kan annan elproduktion behöva användas i högre grad, på senare år i första hand från kraftvärmeverk. Bränsleanvändningen har därför ofta varit högre under torra år, särskilt för fossila bränslen. Detta illustreras av höga växthusgasutsläpp 1996, som var ett kallt och torrt år, och av låga utsläpp år 2000, som var ett varmt år med hög nederbörd och god tillgång på vattenkraft, se Figur 46. Dessutom värms bostäder och lokaler framförallt upp med fjärrvärme och elvärme<sup>206</sup>, vilket ger en ökad användning av dessa energislag när det är kallt ute.

Biobränsleanvändningen har ökat kraftigt sen 1990 och uppgick till 75 procent av bränsleanvändningen inom sektorn 2018. Däremot ligger utsläppen av metan och lustgas på en låg nivå, motsvarande 0,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018<sup>207</sup>, se Figur 45 och Figur 46 (läs om biogena koldioxidutsläpp i avsnitt 3.10). Utsläppen från flytande biobränslen, biogas och rökgasrening är väldigt små.



Figur 47: Använda bränslen<sup>208</sup> för el- och fjärrvärmeproduktion. Källa: Naturvårdsverket 2019a.

En bidragande orsak till att övergången från fossila bränslen till avfall lett till utsläppsminskning är att avfallet delvis består av biogent material. Förbränningen av avfall har ökat markant och utsläppen har mer än tredubblats sedan 1990 till 2,6 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018. Det motsvarar 53 procent av utsläppen från sektorn, se Figur 46. År 2018 var utsläppen från avfallsförbränning på ungefär samma nivå som 2017 (2 procent lägre). Avfall stod för 13 procent av bränsleanvändningen år 2018.

<sup>206</sup> Energimyndigheten 2019b

<sup>207</sup> Utsläpp av biogen koldioxid ingår inte i utsläppen, läs mer om detta i avsnitt 3.10

<sup>208</sup> Avfallens förnybara organiska del ingår i biobränsle medan den fossila delen ingår i avfall och övrigt. Industriella restgaser används som bränsle för el- och fjärrvärmeproduktion men dess utsläpp redovisas under industrisektorn

Utsläpp från förbränning av energitorv, som räknas som ett fossilt bränsle, har minskat under 2010-talet och var 45 procent under 1990 års nivå år 2018. Både användningen av och utsläppen från energitorv ökade dock med 34 procent 2018 jämfört med 2017. Orsaken bedöms bland annat vara det kalla vädret i början av 2018.

### **Styrmedel som bidragit till utvecklingen**

Orsakerna till ökad användning av biobränsle och avfall är flera. Användningen av biobränslen har ökat bland annat genom energi- och koldioxidskatt på fossila bränslen, samt höga oljepriser under perioder. Deponiförbudet har gjort att energibolagen kan få intäkter genom att ta hand om avfall. Elcertifikatsystemet har även bidragit till att öka lönsamheten för användande av biobränsle vid elproduktion genom de intäkter som elproducenterna får från certifikaten.

Sett över perioden 1990–2005 så har styrmedelspåverkan medfört att kostnaden för fossila bränslen ökat samtidigt som villkoren för biobränsle har förbättrats. Efter 2005 har dock styrmedelspåverkan för de fossila bränslena i kraftvärmeproduktionen i princip varit densamma som år 1990 eftersom skatter sänktes när EU:s handelssystem för utsläppsrätter infördes. De låga priserna på utsläppsrätter fram till år 2017 förstärker denna bild. Att det trots detta inte sker en förskjutning åt fossila bränslen inom kraftvärmeproduktionen är sannolikt tack vare elcertifikatsystemet som fortsätter att stimulera biobränslebaserad kraftvärme.<sup>209</sup>

För att ytterligare minska utsläppen från el och fjärrvärme behöver de fossila bränslena fortsätta fasas ut. Det fossila innehållet i avfallsförbränningen behöver minskas, vilket framförallt handlar om att minska den fossilbaserade plasten som går till förbränning. Läs mer om utmaningarna med plasten längre ned i detta avsnitt.

### **Kraftvärmens har bidragit mest till minskade utsläpp från fossila bränslen**

Fjärrvärmearvändningen nästan tredubblades mellan 1970 och 1990 varav den största ökningen skedde på 70-talet<sup>210</sup>. Mellan 1990 och idag har fjärrvärmeproduktionen ytterligare nästan dubblats<sup>211</sup>. Förutom utbyggnaden av fjärrvärmesystemen har fjärrvärmeproduktion i värmeverk delvis ersatts av kraftvärmeproduktion. Kraftvärmeverk, dvs. anläggningar som producerar både el och fjärrvärme, använder främst biobränslen men är även de anläggningar som använder mest fossila bränslen. Andelen kraftvärmeproducerad fjärrvärme har successivt ökat och låg 2018 runt en andel på 50 procent.<sup>212</sup> Minskade elpriser efter 2010 har gjort att kraftvärmeproduktionen minskat<sup>213</sup>.

---

<sup>209</sup> Profu, 2017

<sup>210</sup> Energimyndigheten, 2017d

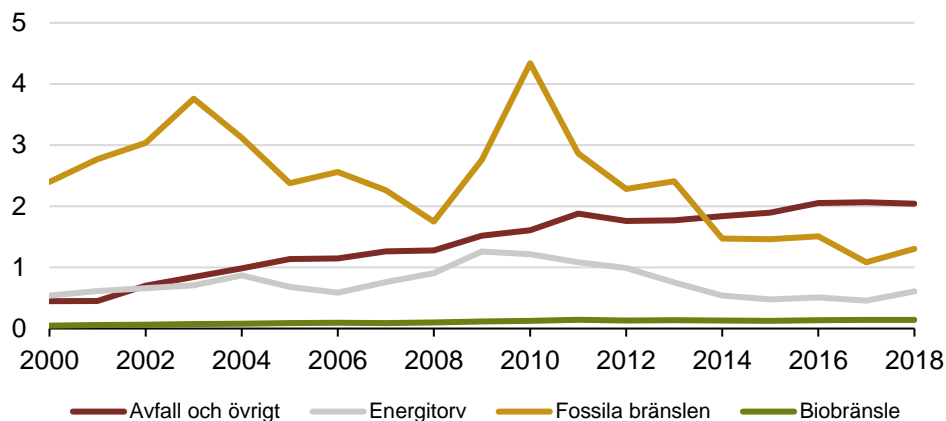
<sup>211</sup> Energimyndigheten, 2019b

<sup>212</sup> Energiföretagen 2019

<sup>213</sup> Energimyndigheten, 2017d

Nästan alla år sedan 1990 har varit varmare än vad som anses vara ett normalår, vilket generellt har gett lägre utsläpp<sup>214</sup>.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 48: Växthusgasutsläpp per bränsle från el- och fjärrvärmeproduktion i kraftvärmeverk. Källa: Naturvårdsverket 2019a**

Fjärrvärme kan produceras på många olika sätt och kan utnyttja energiresurser som är svåra att använda direkt i enskilda byggnader, såsom avfall och oförädlad biobränsle. Förutom bränslen används även värmepumpar, spillvärme och elpannor för att producera fjärrvärme. Spillvärmeutnyttjandet från främst industrier<sup>215</sup> har ökat vilket bidragit ökad resurseffektivitet. Användningen av både värmepumpar och elpannor har minskat sen 1990, särskilt elpannor som nu knappt används.

Kraftvärmeverken stod för 74 procent av sektorns bränsleanvändning 2018, medan fjärrvärme från värmeverk stod för 26 procent (separat elproduktion stod för mindre än en procent.). Som störst användare av fossila bränslen bidrar kraftvärmeverken mest till de årliga utsläppsvariationerna vid ökat uppvärmningsbehov, se Figur 48. Det är dock även kraftvärmeproduktionen som bidragit mest till de minskade utsläppen från fossila bränslen genom övergång till biobränslen och avfall. Totalt har utsläppen från kraftvärmeproduktionen minskat med 22 procent, vilket motsvarar 1,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter sen 1990. Utsläppen från fjärrvärmeproduktion i värmeverk har minskat med 36 procent, vilket motsvarar 0,4 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Användningen av avfall varierar inte med vädret på samma sätt som fossila bränslen. Det beror på att värme kan produceras till låg kostnad med avfallsbränsle. Avfallspannornas kapacitet utnyttjas därför så långt som möjligt hela året oavsett väder.

<sup>214</sup> Naturvårdsverket 2018b, (se faktaruta på sida 73)

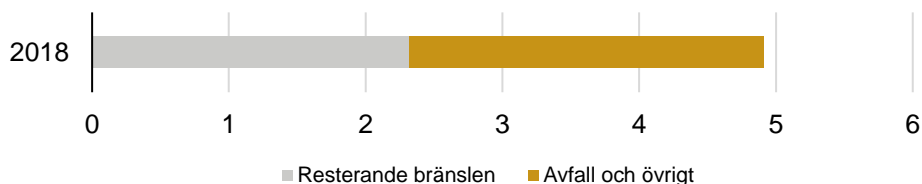
<sup>215</sup> Utsläppen sker där spillvärmen uppstår dvs. utsläppen ingår inte i el och fjärrvärmesektorn utan tillförs industrin.

### Plast orsakar de fossila utsläppen från avfallsförbränning

Vid förbränning av avfall med energiåtervinning tillvaratas energin i avfallet genom omvandling till framförallt el och fjärrvärme. I Sverige energiåtervinns majoriteten av plastavfallet som uppkommer<sup>216</sup>. Globalt sett är det dock vanligt att deponera eller förbränna plastavfall utan att energin tas tillvara, vilket är mindre resurseffektivt. Det uppskattas till exempel att drygt 30 procent av allt plastförpackningsavfall deponeras globalt<sup>217</sup>.

De fossila utsläppen från avfallsförbränning kommer i huvudsak från plast, som nästan uteslutande produceras av fossil olja och naturgas. Plastavfallet som skickas till förbränning omhändertas i el- och fjärrvärmesektorn men uppstår hos andra aktörer. Utsläppen från den fossila andelen i avfallet var 2,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter och står för 53 procent av sektorns utsläpp. Utan det bidraget skulle de totala utsläppen från el och fjärrvärme vara bara ca 2,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, att jämföra med dagens total på 4,9 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, Figur 49. Det är därför högprioriterat att minska mängden plast som förbränns.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 49: Utsläppen från el och fjärrvärmeproduktion 2018 uppdelat i avfallsförbränning och övriga bränslen. Källa: Naturvårdsverket 2019a**

Totalt uppkommer årligen omkring 1,7 miljoner ton plastavfall i Sverige varav majoriteten, nästan 80 procent, går till energiåtervinning eller används som bränsle i industrin, Figur 50. Åtta procent av det uppkomna plastavfallet går till materialåtervinning, 0,4 procent deponeras (främst från skrotade fordon och elavfall) och resterande del exporteras (fem procent) eller går till okänd inhemsk behandling (tio procent).<sup>218</sup>

Större delen av plasten som används i Sverige är importerad och den plast som produceras i Sverige går framförallt på export<sup>219</sup>. Plast finns i många olika avfallsfraktioner, se Figur 50. Den största mängden plast till energiåtervinning kommer från blandade avfallsfraktioner från hushåll (restavfall) och verksamheter (restavfall och verksamhetsavfall). Det är plast som inte har sorterats separat till materialåtervinning, till exempel plastförpackningar, men också andra plastprodukter från till exempel byggbranschen och industrin. Den tredje största

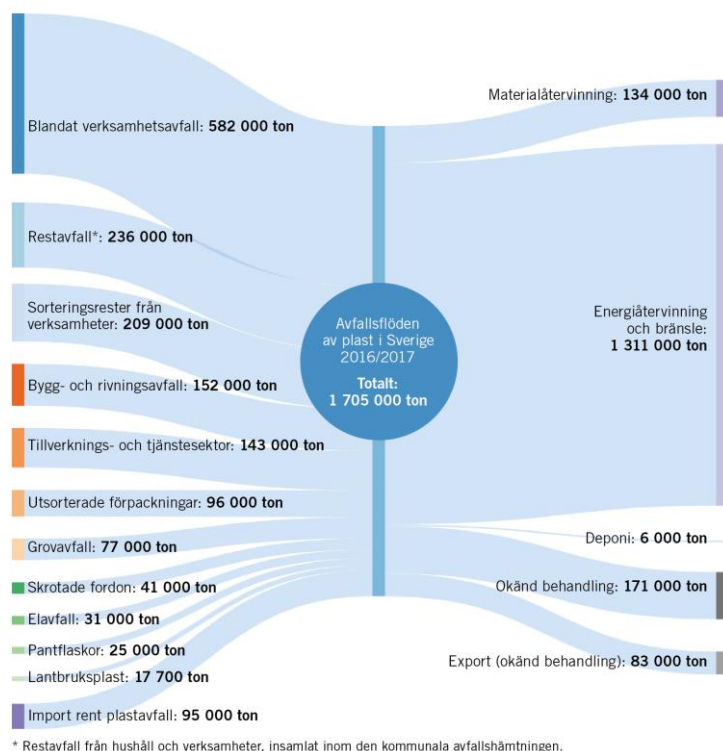
<sup>216</sup> SMED, 2019

<sup>217</sup> Ciel, 2019

<sup>218</sup> SMED, 2019

<sup>219</sup> SMED, 2019

fraktionen som går till energiåtervinning är sorteringsrester från verksamheter, även kallat rejekt. Detta avfall har ofta först sorterats ut för materialåtervinning, men skickas sen av olika skäl ändå till energiåtervinning. Det finns också plastavfall som av olika anledningar måste förbrännas, till exempel sjukvårdens specialavfall. Förutom det inhemska avfallet som går till energiåtervinning importerar svenska fjärrvärmeanläggningar avfall som innehåller plast. Uppskattningsvis innehåller det importerade avfallet till energiåtervinning mellan 280 000 – 560 000 ton plast.<sup>220</sup>



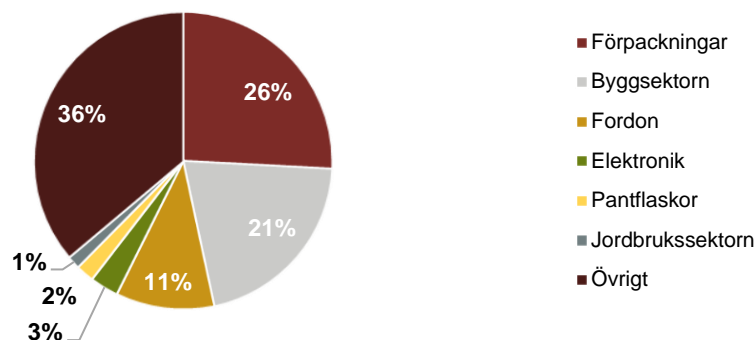
**Figur 50: Översikt över plastavfallsflöden och behandling 2016/2017<sup>221</sup> (ton). Totalt uppstår cirka 1,7 miljoner ton plastavfall som behandlas på olika sätt enligt figuren. Källa: SMED 2019**

Att minska plasten i avfallet som går till förbränning kräver insatser från aktörer längs hela plastens värdekedja, eftersom många olika aktörer använder plast och därmed bidrar till uppkomsten av plastavfall, se Figur 51. De aktörer som producerar och sätter plastprodukter på marknaden behöver i högre grad designa produkterna för återanvändning, reparation och materialåtervinning. Aktörerna som i sin tur använder plastprodukter har ett ansvar att sortera plast från annat avfall för att möjliggöra återanvändning eller materialåtervinning och för att undvika att plast hamnar i blandade avfallsfraktioner till energiåtervinning. Ökad materialåtervinning minskar behovet av nyproducerad plast. Andra åtgärder är att minska fossil plastanvändning generellt och även att byta ut fossilbaserad plast mot biobaserad, vilket minskar utsläppen. Längre hållbarhet hos produkter, möjlighet

<sup>220</sup> SMED, 2019

<sup>221</sup> Data har inhämtats för 2017 när tillgängligt. I de fall data saknas för 2017 så redovisas data för 2016

till reparationer och utfasning av onödiga plastprodukter och förpackningar är exempel på åtgärder som ger minskad plastanvändning.



Figur 51: Årlig tillförd plastråvara i Sverige fördelat över sektorer. Källa: SMED 2019

Det finns idag flera hinder för att nå en hållbar plastanvändning. Ett av problemen är att det generellt är billigare att använda fossil råvara för att producera nya plastprodukter än att använda återvunnen råvara, vilket försvårar att få till en marknad för återvunnen plast. Det kan också vara svårt och kostsamt att ställa om tillverkningsprocesser till att använda biobaserad eller återvunnen plastråvara. Ett annat hinder är svårigheter med att hitta avsättning för många av de återvunna plastfraktionerna. Så kallade nedbrytbara plaster blir vanligare, men de är inte helt nedbrytbara utan kan lämna kvar mikroplast och försvåra återvinning.<sup>222</sup>

För att nå klimatmålen behöver utsläppen från förbränning av fossil plast minska, vilket är en utmaning där hela samhället behöver bidra. Detta är särskilt utmanande med tanke på att den globala plastkonsumtionen och därmed plastavfallet ökar och förutspås öka ytterligare i framtiden. Om den globala användningen av plast ökar som förväntat uppskattas 20 procent av oljeanvändningen i världen användas till plast år 2050.<sup>223</sup> Ett intensivt arbete sker både nationellt och på EU-nivå för att ställa om till en mer hållbar plastanvändning, vilket inkluderar att minska de fossila utsläppen vid avfallsförbränning. Styrmedels- och åtgärdsförslag på området har tagits fram bland annat genom utredningen om Hållbara plastmaterial<sup>224</sup> och många aktörer, däribland Naturvårdsverket, är aktiva i det fortsatta arbetet med att undersöka och utveckla olika lösningar.

### Hög andel förnybart i elproduktionen

En orsak till de förhållandevis låga utsläppen av växthusgaser från el- och fjärrvärmesektorn är att elproduktionen i Sverige i huvudsak baseras på vattenkraft, kärnkraft, biobränslen och på senare år vindkraft. Sveriges elproduktion sker

<sup>222</sup> SOU 2018:84

<sup>223</sup> Ellen McArthur Foundation, 2017

<sup>224</sup> SOU 2018:84

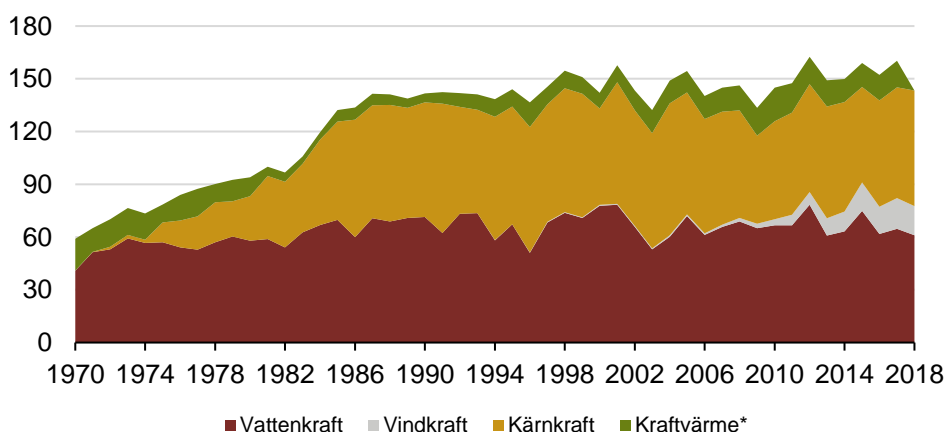


därmed främst från källor med låga utsläpp av växthusgaser, se Figur 52. Kapaciteten för förnybar energi ökar i och med utbyggnaden av vindkraft, biobränslebaserad kraftvärme och solenergi.<sup>225</sup>

Trots svaga vindar och torra blev elproduktionen 2018 (158 TWh) bara något lägre än år 2017.<sup>226</sup> Eftersom nederbörden var låg 2018<sup>227</sup> blev vattenkraftsproduktionen lägre än 2017, motsvarande 38 procent av totala produktionen. Kärnkraften var det kraftslag som producerade mest el 2018 och stod för 42 procent av totalen. Kraftvärmerna var på samma nivå som 2017, vilket motsvarade 9 procent av elproduktionen.<sup>228</sup>

Elproduktionen från vindkraft var preliminärt något lägre än under 2017, men svaga vindarna komparerades ändå av utbyggnaden av vindkraften.<sup>229</sup> Den installerade kapaciteten ökade 2018 bland annat p.g.a. förlängningen av elcertifikatsystemet och sjunkande produktionskostnader. Utbyggnadstakten för vindkraften bedöms vara hög under de närmaste åren.<sup>230</sup> Totalt stod vindkraften för 11 procent av elproduktionen 2018, vilket är lika mycket som 2017.<sup>231</sup>

Terawatt-timmar (TWh) per år



Figur 52: Svensk elproduktion av olika slag. Källa: Energimyndigheten 2019b

Solenergi står än så länge för en mycket liten del av Sveriges elproduktion, men ökar snabbt på grund av allt billigare solceller. Sedan 2009 finns ett statligt stöd för installation av solceller och 2015 introducerades en skattereduktion för att stimulera investeringar i mikroproduktion av förnybar el. De senaste årens ökade stöd till installation av solceller har haft stor påverkan på antalet solcellsanslagningar. År 2018 etablerades över 10 000 solcellsanslagningar, vilket är en

<sup>225</sup> Energimyndigheten, 2019d

<sup>226</sup> Energimyndigheten, 2019e

<sup>227</sup> SMHI, 2019

<sup>228</sup> Energimyndigheten, 2019e

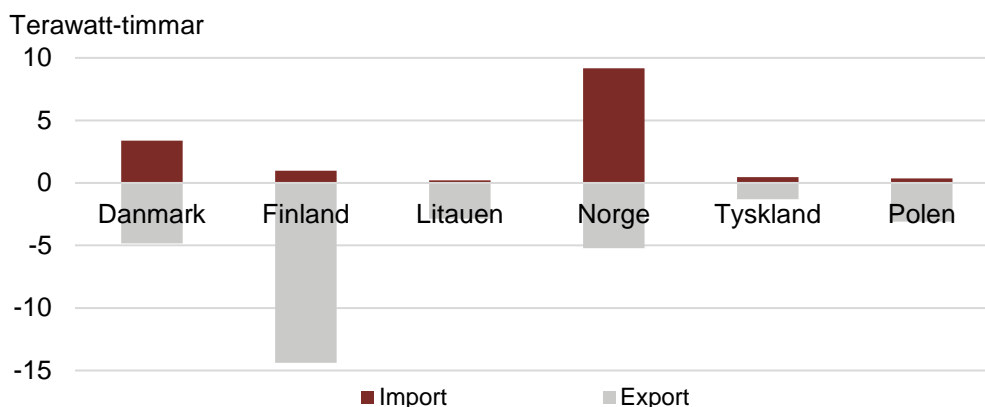
<sup>229</sup> Energimyndigheten, 2019e

<sup>230</sup> Energimyndigheten, 2019f

<sup>231</sup> Energimyndigheten, 2019e

dubbling jämfört mot antalet som etablerades 2017. Detta gav en ökning av installerad effekt på 44 procent till totalt 410 MW.<sup>232</sup>

År 2018 var det åttonde året i rad som Sverige hade nettoexport av el, motsvarande 11 procent av årets totala elproduktion (17,1 TWh). Orsaken till den höga exporten var en kombination av hög elproduktion och oförändrad elanvändning.<sup>233</sup> Trots en betydligt större produktion än användning av el under 2018 var importen inte obetydlig. Den sammanlagda importen motsvarade 14,6 TWh, där den största importen kom från Norge, 9,2 TWh, se Figur 53 och importen från Danmark och Finland var 3,4 TWh respektive 0,98 TWh<sup>234</sup>.



Figur 53: Import och export av el år 2018 från respektive land. Källa: Energimyndigheten 2018a

Att bedöma hur stora koldioxidutsläppen är relaterade till importerad el är problematiskt. Elmixen i ett land, det vill säga fördelningen av olika typer av elproduktion, kan variera från timme till timme på grund av variationer i väder och ändringar i efterfrågan. Hur stora utsläppen är relaterade till importerad el är alltså beroende av när importen skett. Norge hade under 2018 98 procent förnybar elproduktion<sup>235</sup> och Finlands elproduktion kom främst från kärnkraft (32 procent) och förnybara källor (46 procent)<sup>236</sup>. Utsläpp relaterade till import från Danmark är svåra att uppskatta sett till genomsnittlig produktion över ett år då exporten är stor till Danmark och den danska produktionen varierar kraftigt på grund av relativt hög andel vindkraft<sup>237</sup>.

### 3.5 Egen uppvärmning av bostäder och lokaler

Växthusgasutsläppen från bostäder och lokaler har minskat med 90 procent jämfört med 1990, se Figur 54. Minskningen beror framförallt på att eldnings av olja för

<sup>232</sup> Energimyndigheten, 2019g

<sup>233</sup> Energimyndigheten, 2019f

<sup>234</sup> Energimyndigheten 2019b

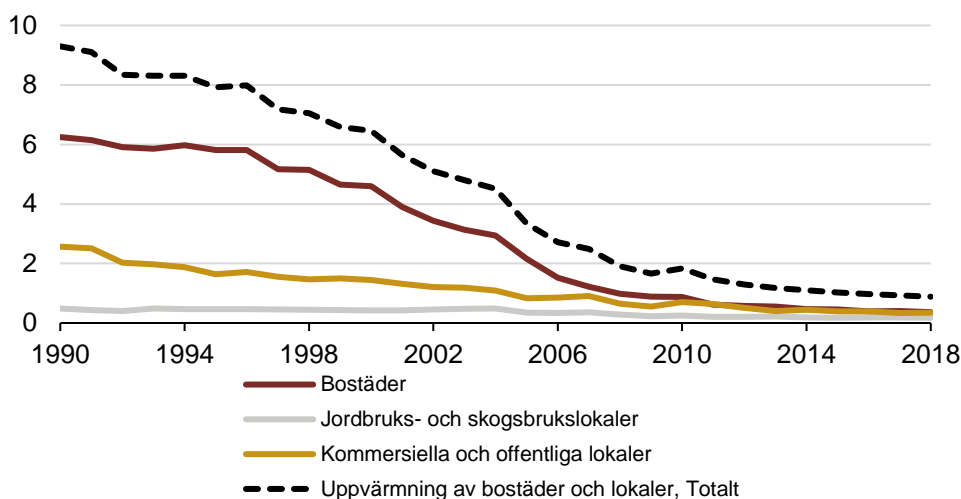
<sup>235</sup> Norwegian Water Resources and Energy Directorate, 2018

<sup>236</sup> Statistics Finland, 2018

<sup>237</sup> Danish Energy Agency, 2017

egen uppvärmning av bostäder och kommersiella och offentliga lokaler till stor del har ersatts med fjärrvärme, men även elvärme och värmepumpar. Denna omställning har även gett det största bidraget till minskningen av Sveriges totala växthusgasutsläpp. Utsläppen av växthusgaser från bostäder och lokaler står idag för 2 procent av Sveriges totala utsläpp, och hade en fortsatt minskning med 4 procent mellan 2017 och 2018.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 54: Växthusgasutsläpp från egen uppvärmning av bostäder och lokaler, per typ av byggnad. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

Bostäder har stått för den största utsläppsminskningen med 94 procent jämfört med 1990 och omfattar 41 procent av utsläppen från sektorn år 2018. Även för kommersiella och offentliga lokaler har det skett en betydande utsläppsminskning på 86 procent från 1990 och andelen av sektorns utsläpp var 39 procent 2018. Utsläpp från uppvärmningen av lokaler i jord- och skogsbruk har minskat med 55 procent sedan 1990 och stod 2018 för 20 procent av utsläppen i sektorn. Se Figur 54.

Denna sektor omfattar växthusgasutsläppen från egen förbränning av bränslen för uppvärmning och varmvatten (hädanefter bara kallat uppvärmning) som sker i bostäder och lokaler, inklusive lokaler i jordbruk och skogsbruk<sup>238</sup>.

### **Kraftigt minskade utsläpp beror på minskad oljeanvändning**

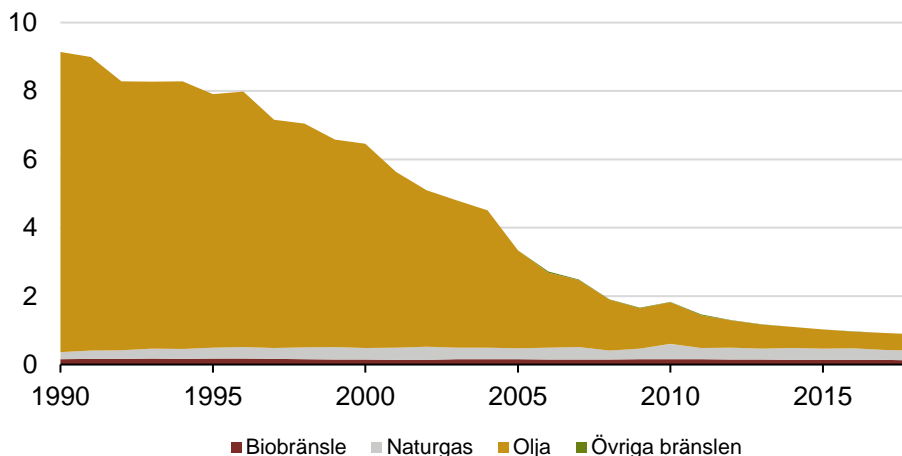
Utsläppen av växthusgaser från egen uppvärmning av bostäder och lokaler har minskat kraftigt från 9,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter 1990 till 0,88 miljoner ton 2018. Minskningen beror på att eldning av olja för uppvärmning har ersatts med främst fjärrvärme, elvärme och värmepumpar<sup>239</sup>. Utsläppen från olja har 2018

<sup>238</sup> Utsläpp från produktion av el och fjärrvärme som används för uppvärmning av bostäder och lokaler redovisas inom kategorin el och fjärrvärme, se avsnitt 3.4. Utsläpp från arbetsmaskiner redovisas under kategorin arbetsmaskiner, se kapitel 3.6.

<sup>239</sup> Energimyndigheten, 2017d

minskat med 95 procent jämfört med 1990, se Figur 55. Användningen av olja i byggnader minskade kraftigt redan under 1970- och 1980-talen<sup>240</sup>. Minskningen fortsatte efter 1990, särskilt under 2000-talet. En fortsatt utfasning av oljepannorna behövs för att minska utsläppen i enlighet med klimatmålen. Denna konvertering bedöms fortsätta utan ytterligare styrmedel, då andra uppvärmningssätt är mer lönsamma.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 55. Växthusgasutsläpp från egen uppvärmning av bostäder och lokaler, per bränsle. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

Det bränsle som idag framförallt används för egen uppvärmning i bostäder och lokaler är biobränsle. Användningen av biobränsle<sup>241</sup> för uppvärmning av bostäder och lokaler har ökat med 13 procent jämför med 1990, medan utsläppen från biobränsle har minskat med 22 procent. En orsak till att utsläppen av växthusgaserna metan och lustgas från förbränningen av biobränsle inte ökat i samma omfattning som biobränsleanvändningen är delvis att pelletspannor ger lägre metanutsläpp än vedpannor. Andra orsaker till de stabila utsläppen är exempelvis att teknikutvecklingen gett pannor med effektivare förbränning och därmed lägre utsläpp.<sup>242</sup> Här är styrmedel som ställer krav på pannor viktiga, såsom Ecodesigndirektivet.

Utsläppen från naturgas ökade i början av 1990-talet, men har sedan oftast legat på ungefär samma nivå, se Figur 55. År 2018 stod naturgasens utsläpp för 33 procent av utsläppen i sektorn och utsläppen har ökat med 41 procent sen 1990. Gas används bara i liten utsträckning i bostäder och lokaler, eftersom ledningsnätet bara finns i de södra och sydvästra delarna av Sverige<sup>243</sup>. En liten mängd stadsgas ingår

<sup>240</sup> Energimyndigheten, 2018e

<sup>241</sup> Utsläpp av biogen koldioxid ingår inte i utsläppen, läs mer om detta i avsnitt 3.10

<sup>242</sup> SMED, 2018b

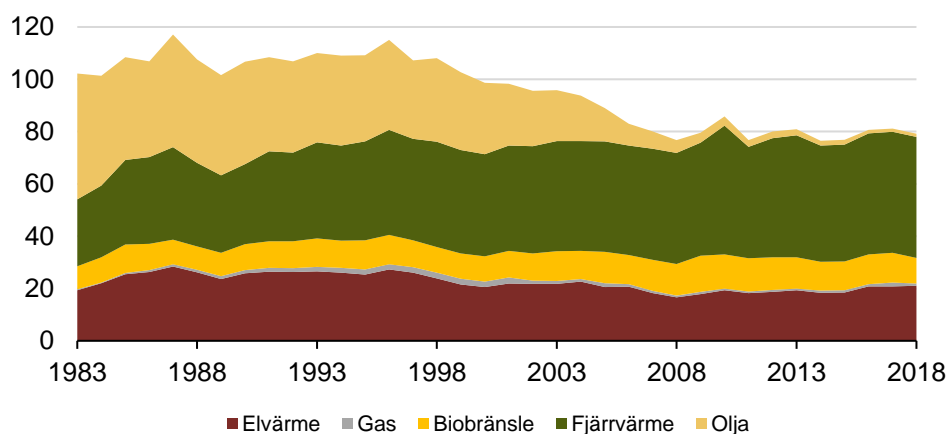
<sup>243</sup> Energimyndigheten, 2017d

även under bränslet naturgas och används i Stockholm där ett stadsgasnät är utbyggt<sup>244</sup>.

### Fjärrvärme och skatter ligger bakom systemförändringen

En förutsättning för utsläppsminskningen i bostäder och lokaler är att fjärrvärmenätet har byggts ut så fjärrvärmen kunnat ersätta oljeeldning, se Figur 56. I småhus har det skett konvertering från oljepannor och elvärme till bland annat fjärrvärme, särskilt sedan slutet av 1990-talet<sup>245</sup>. Fjärrvärme stod för 58 procent av energianvändningen i bostäder och kommersiella och offentliga lokaler år 2018 och är den vanligaste uppvärmningsformen i dessa byggnader.<sup>246</sup> Utsläppen från el- och fjärrvärmeproduktionen redovisas under el- och fjärrvärmesektorn, se avsnitt 3.4.

Terawatt-timmar (TWh) per år



Figur 56: Energianvändning per energislag<sup>247</sup> för uppvärmning och varmvatten av bostäder och kommersiella och offentliga lokaler. Källa: Energimyndigheten, 2019d och 2018d

Även övergång till elvärme var viktigt för utfasningen av olja, framför allt under perioden 1970–1990. Användning av elvärme för uppvärmning (inklusive el till värmepumpar) har dock minskat med omkring 20 procent mellan 1990 och 2017<sup>248</sup>, se Figur 56. Minskningen orsakades av höga elpriser som gav incitament till byte till värmepump, fjärrvärme och pellets.<sup>249</sup> El är idag den näst vanligaste uppvärmningsformen för bostäder och kommersiella och offentliga lokaler, och är den vanligaste uppvärmningen i småhus.<sup>250</sup> Det skedde också konvertering från olje- till elpannor i samband med att kärnkraftsutbyggnaden ökade utbudet av el.<sup>251</sup>

<sup>244</sup> Energimyndigheten, 2017d

<sup>245</sup> Energimyndigheten, 2017d

<sup>246</sup> Energimyndigheten 2018f

<sup>247</sup> Utsläpp från el- och fjärrvärmeproduktion ingår i utsläppen från el- och värmesektorn.

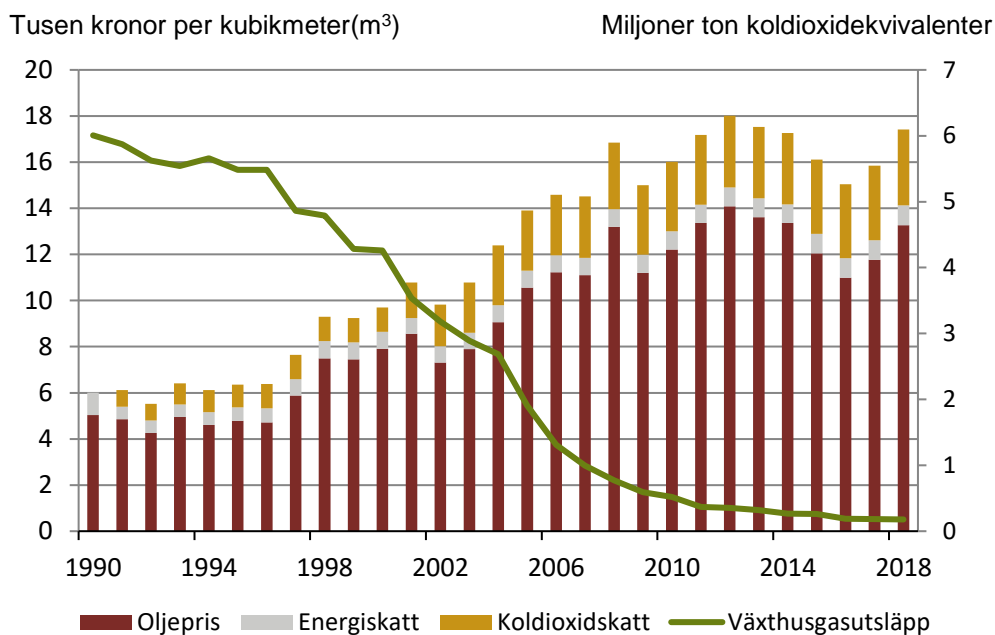
<sup>248</sup> Energimyndigheten, 2019b

<sup>249</sup> Energimyndigheten, 2017d

<sup>250</sup> Energimyndigheten, 2018f

<sup>251</sup> Energimyndigheten, 2017d

Energi- och koldioxidskatter tillsammans med stigande fossilbränslepriser bedöms ha bidragit till att minska användningen av fossila bränslen för uppvärmning av bostäder och lokaler sedan 1990-talet, se Figur 57. Den sammanlagda skattenivån för fossilbränsleanvändning för uppvärmning i sektorn har ökat sedan 1990. Energiskatten har ökat långsamt sedan 1995 medan koldioxidskatten höjdes kraftigt 2000–2004 för att sedan öka något långsammare.<sup>252</sup>



**Figur 57: Bränslepris<sup>253</sup> och skatter för olja samt växthusgasutsläpp för olja samt växthusgasutsläpp från oljeledning i bostäder. Källa: Energimyndigheten, 2018e, Skatteverket 2018b och Naturvårdsverket 2019a.**

Inom bostäder och lokaler har styrmedelseffekten ökat kraftigt sedan 1990 vilket innebär att det har blivit betydligt dyrare att använda fossila bränslen än om 1990 års energibesättning fått leva kvar. Samtidigt har stigande fossilbränslepriser bidragit till att fasa ut oljeanvändningen. Marknadsprisutvecklingen på olja från 1990 till idag tillsammans med det skattetryck som fanns redan 1990 skulle troligen också medfört minskande koldioxidutsläpp om än inte i samma takt och omfattning som skett.<sup>254</sup>

### Energieffektivisering och värmepumpar har påverkat utvecklingen

Energieffektiviseringsåtgärder leder till minskade utsläpp genom att minska behovet av uppvärmning och därmed energianvändningen. Effekten av energieffektivisering syns genom att energianvändningen per ytenhet har minskat, se Figur 58. Minskningen beror, förutom övergång till el- och fjärrvärme, framför

<sup>252</sup> Skatteverket, 2018b

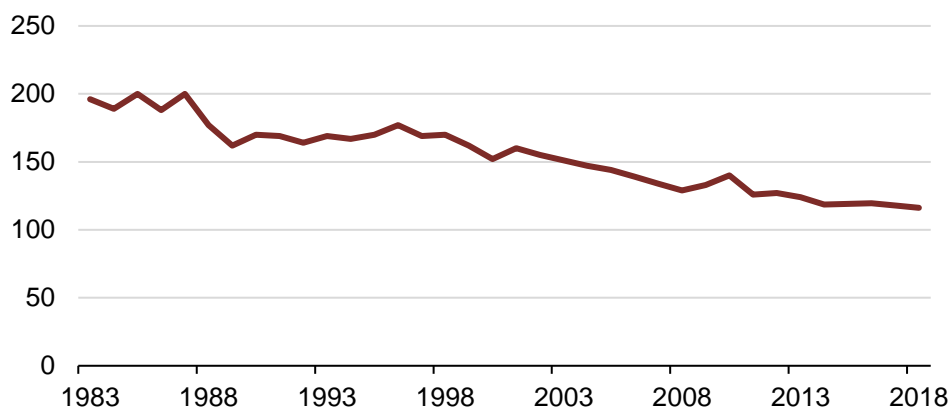
<sup>253</sup> Priserna för olja för konsumenter inom bostäder och lokaler anges i 2017 års prispå och konsumentprisindex (KPI) har använts för omräkning

<sup>254</sup> Profu, 2017

allt på ökad användning av värmepumpar samt energieffektiviseringsåtgärder, som exempelvis treglasfönster och tilläggsisolering av vindar och väggar<sup>255</sup>.

Den totala elanvändningen i bostäder och kommersiella och offentliga lokaler har sedan mitten av 1990-talet varit i stort sett konstant men vad elen används till har förändrats. Belysning och apparater har exempelvis blivit mer energieffektiva och elanvändningen för uppvärmning har minskat medan mängden datorer och andra elektriska apparater har ökat.<sup>256</sup>

Kilowatt-timmar (kWh) per kvadratmeter (m<sup>2</sup>) och år



**Figur 58: Energianvändning för uppvärmning per uppvärmd area i bostäder och kommersiella och offentliga lokaler** Källa: Energimyndigheten, 2017d och 2019b (för år 2018)

Den genomsnittliga energianvändningen för uppvärmning per uppvärmd kvadratmeter i bostäder och kommersiella och offentliga lokaler har minskat med cirka 30 procent från 1990 till 2018, se Figur 58.<sup>257</sup>

Utöver energi- och koldioxidskatterna finns det ett antal styrmedel som riktar sig främst mot energianvändningen i bostäder och lokaler. Några av de viktigare är byggregler, energideklarationer, ekodesigndirektivet, energimärkningsdirektivet och energieffektiviseringsdirektivet. Därutöver tillkommer bland annat teknik-upphandlingar, nätverksarbete och satsningar på information genom bland annat kommunala energi- och klimatrådgivare<sup>258</sup>.

Att värmepumpstekniken har blivit mer tillgänglig har bidragit till utsläppsminskningen. Eldrivna berg- och jordvärmepumpar har installerats sedan 1970-talet men det har skett i större utsträckning sedan millennieskiftet. Sedan början av 2000-talet har det också skett en kraftigt ökad användning av eldrivna luftvärmepumpar. Antalet värmepumpar i bostäder och kommersiella och

<sup>255</sup> Energimyndigheten, 2018g

<sup>256</sup> Energimyndigheten, 2017d

<sup>257</sup> Energimyndigheten, 2019b

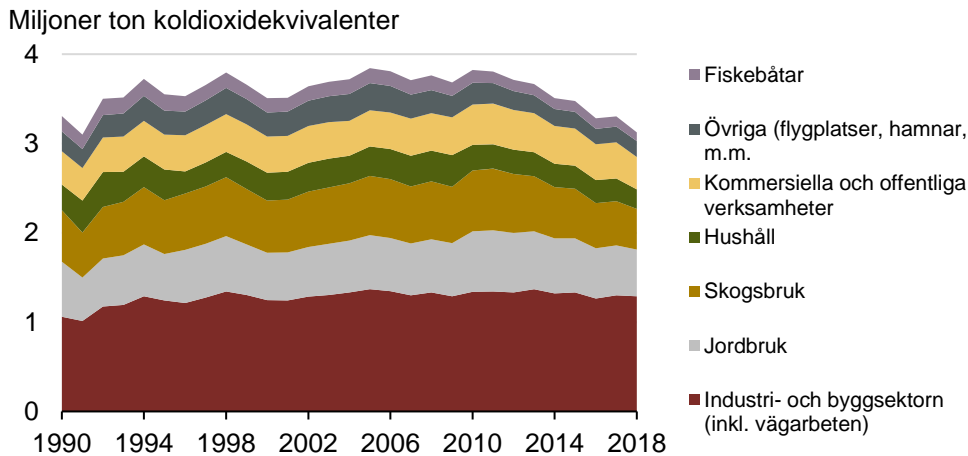
<sup>258</sup> Energimyndigheten, 2018h

offentliga lokaler var cirka 1 400 000 år 2018, av dessa används 96 procent i småhus<sup>259</sup>. Utvecklingen innebär även ett ökat behov av el till värmepumpar.

Vädret har stor påverkan på energianvändningen i bostäder och lokaler<sup>260</sup>. Vid kallt väder ökar främst användningen av fjärrvärme, och för småhus även elvärme<sup>261</sup>. Detta gör att den ökade energianvändningen på grund av kallt väder framför allt syns i utsläppen från el- och fjärrvärmeproduktionen.

### 3.6 Arbetsmaskiner

Utsläpp från arbetsmaskiner utgörs av utsläppen från bränsledriva arbetsredskap, däribland traktorer, kranar, grävmaskiner, gräsklippare, motorsågar och snöskotrar, se Figur 59. Arbetsmaskinerna används bland annat för bygge och underhåll av vägar, bostäder och lokaler, men även för arbete inom industri, jord- och skogsbruk och fiske.



Figur 59: Växthusgasutsläpp från arbetsmaskiner efter användningsområde. Källa Naturvårdsverket, 2019a

Utsläppen från arbetsmaskiner har minskat med sex procent sedan år 1990, och står nu för ungefär sex procent av Sveriges totala utsläpp. Jämfört med föregående år minskade utsläppen med fem procent.

Beräkningen av utsläpp från arbetsmaskiner är modellbaserad, i och med att modellen är beroende av många olika källor av aktivitetsdata medförs osäkerheter i beräkningen. Dessa osäkerheter rör bland annat fördelningen av arbetsmaskiner mellan olika sektorer, bränsleanvändning, årlig drifttid, lastfaktorer, genomsnittlig livslängd och emissionsfaktorer.

Arbete med att förbättra modellen och minska osäkerheterna sker kontinuerligt och därmed kan utsläppsberäkningen variera beroende på uppdateringar av modellen.

<sup>259</sup> Energimyndigheten, 2018f

<sup>260</sup> Naturvårdsverket, 2018b. Se faktarutan på sida 73.

<sup>261</sup> Energimyndigheten, 2017d



### Störst utsläpp inom industrin samt bygg och anläggning

Arbetsmaskiner som används inom industri- och byggsektorn (inklusive vägarbeten) ger upphov till ungefär 41 procent av sektorns utsläpp. Utsläppen har ökat med 22 procent sedan 1990, vilket motsvarar en ökning med cirka 230 tusentot koldioxidekvivalenter.

Inom många delar av industri- och byggsektorn (inklusive vägarbeten) används stora och energikrävande arbetsmaskiner, som hjullastare, gruvtruckar och olika typer av grävmaskiner med hög motoreffekt, vilket påverkar utsläppen.

Efter arbetsmaskiner inom industri, bygg och anläggning sker störst utsläpp från arbetsmaskiner inom:

- jordbruket (17 procent),
- skogsbruket (15 procent),
- kommersiella och offentliga verksamheter (12 procent).

Utsläppen ifrån hushåll och övrigt sektorn har långsamt minskat sedan 1990. Inom fiskerinäringen har utsläppen från arbetsmaskiner, det vill säga fiskebåtar och andra fångstredskap, varit nedåtgående sedan början av 1990-talet. Under samma period har även antalet yrkesfiskare i Sverige och deras totala fångst av fisk och skaldjur minskat.

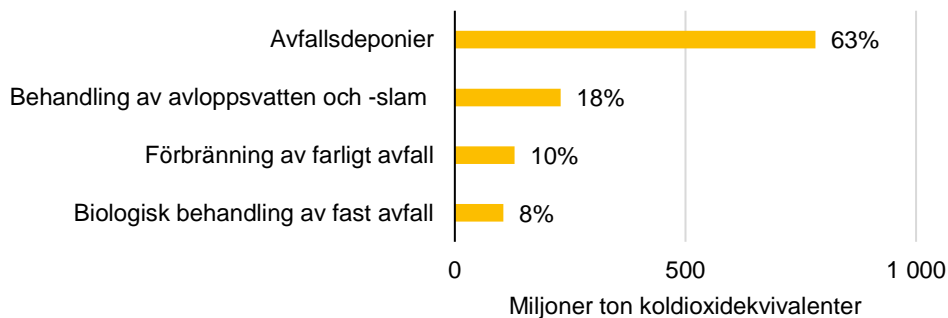
## 3.7 Avfall

Utsläppen från avfallsbehandling uppgick till 1,25 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018 och har minskat med 67 procent jämfört med 1990. Utsläppen motsvarar cirka 2 procent av Sveriges totala växthusgasutsläpp.

Utsläppen från avfallsbehandling omfattar:

- metan från avfallsdeponier,
- lustgas och metan från biologisk behandling av fast avfall
- lustgas och metan från behandling av avloppsvatten och -slam, och
- koldioxid, lustgas och metan från förbränning av farligt avfall

Nästan två tredjedelar av utsläppen från avfallsbehandling kommer idag från avfallsdeponier, se Figur 60.

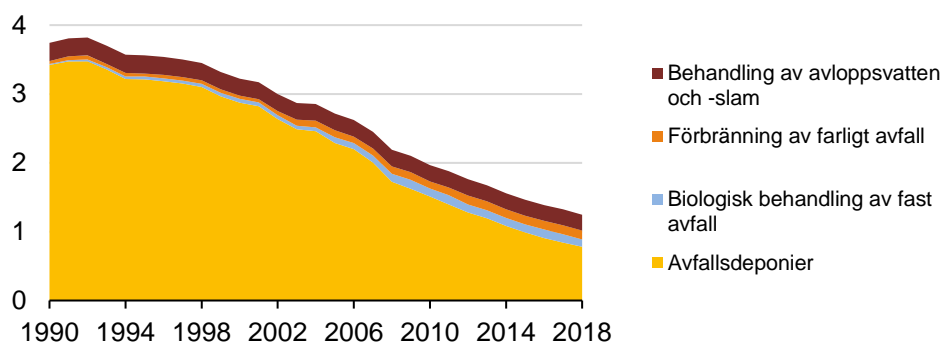


Figur 60: Fördelning av utsläpp från avfallsbehandling år 2018. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

För att kunna hantera avfallet måste det gå genom olika behandlingsmetoder som kallas *för-* och *slutbehandling*. Mängden slutbehandlat icke-farligt och farligt avfall utgör 80 procent av det totala avfallet i Sverige, medan resten utgörs av förbehandlat avfall.<sup>262</sup> Det finns olika slutbehandlingsmetoder för avfall som orsakar utsläpp av växthusgaser. De tre huvudsakliga kategorierna för slutbehandling av farligt och icke-farligt avfall kallas *materialåtervinning*, *annan återvinning* och *bortskaffande*. *Materialåtervinning* omfattar behandling där ett material återvinns till samma material, rötning och kompostering av organiskt avfall samt annan materialåtervinning. Materialåtervinning står för 25 procent av slutbehandlingen. Utsläppen från rötning och kompostering redovisas under *Biologisk behandling av fast avfall*.

*Annan återvinning* av avfall omfattar energiåtervinning (förbränning med energiåtervinning), användning som konstruktionsmaterial, återfyllning och markspridning. Drygt 50 procent av det slutbehandlade avfallet klassas inom denna kategori. *Bortskaffande* av avfall avser deponering, förbränning utan energiåtervinning och annat bortskaffande. Utsläppen från denna kategori redovisas under *Avfallsdeponier* samt *Förbränning av farligt avfall*, cirka 20 procent av avfallet räknas in i denna kategori.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 61: Växthusgasutsläpp från avfallshantering efter behandlingsområde. Källa Naturvårdsverket, 2019a**

Störst andel av utsläppen från avfallsbehandling kommer från deponier, men samtidigt är det från denna källa den största utsläppsminskningen skett, se Figur 61 ovan. Sedan 1990 har utsläppen från avfallsdeponier minskat med cirka 77 procent och minskningen förväntas fortsätta ytterligare under kommande år. Även utsläppen från behandling av avloppsvatten och -slam har minskat (13 procent sedan 1990) medan utsläppen från biologisk behandling av fast avfall samt förbränning av farligt avfall visar på ökande trender.

<sup>262</sup> Naturvårdsverket, 2018a

Utsläppsminskningen av hela sektorn beror på flera faktorer, framförallt på att metanåtervinningen från deponier ökat samtidigt som deponeringen av organiskt avfall minskat, samt på ökad avfallsförbränning och materialåtervinning. Bakom denna utveckling ligger såväl lagstiftning som andra styrmedel, så som deponiförbud och deponiskatt.

### **Utsläpp från avfallsdeponier**

Avfallsdeponier är alla de upplag där avfall slutligt lagras. Avfallet kommer bland annat från hushåll och industrier men utgörs även av askor från el- och värmeproduktion, förorenade jordmassor med mera. Deponierna släpper även ut stora mängder föroreningar och miljögifter på en begränsad yta. Med tiden kan ämnena läcka ut i den omgivande miljön.

Avfallsdeponier<sup>263</sup> är den näst största källan till utsläpp av metan, efter jordbrukssektorn. Metan bildas när deponerat organiskt avfall börjar brytas ner med hjälp av mikroorganismer under anaeroba (syrefria) förhållanden. Mikroorganismernas aktivitet under metangasbildningen styrs huvudsakligen av deponins fukttinnehåll, temperatur samt avfallets organiska innehåll.

### **Styrmedel leder till minskade utsläpp**

Under de senaste åren har standarden på avfallsdeponierna i Sverige och Europa blivit bättre. Det är en följd av EU-direktivet om deponering av avfall (99/31/EG). Under 2001 kom en ny lagstiftning, som skärpte kraven på deponier i Sverige (2001:512).

Ett antal nationella styrmedel har bidragit till utsläppsminskningarna och Sverige har därför uppnått flera av EU-direktivets mål om deponering tidigare än vad som krävs. Avfallshanteringen har utvecklats markant under de senaste 20 åren. Sverige har använt en blandning av styrmedel för att öka återvinningen av avfall och minska de totala avfallsmängderna. Det har lett till minskade utsläpp från avfallsbehandling.

Sedan år 2000 finns det en skatt på deponering i Sverige<sup>264</sup>. Det har även införts förbud mot att deponera utsorterat brännbart avfall (2002) och förbud mot att deponera organiskt avfall (2005)<sup>265</sup>. Under 90-talet infördes även producentansvar för flera typer av produkter och idag berörs åtta olika grupper (batterier, bilar, däck, el-utrustning (inklusive glödlampor och viss belysningsarmatur), förpackningar, returpapper, läkemedel samt radioaktiva produkter och herrelösa strålkällor).

---

<sup>263</sup> Utsläppen från deponerat avfall beräknas enligt en modell. Studien "Metan från avfallsdeponier: En jämförelse av IPCC:s modell med mätdata" visade att modellens resultat överensstämde ganska väl med mätdata på aggregerad nivå (åtta utvalda anläggningar), medan avvikelserna kunde vara ganska stora på anläggningsnivå.

<sup>264</sup> Avfall Sverige, 2017

<sup>265</sup> Naturvårdsverket, 2012

Dessutom finns det frivilliga åtaganden som liknar producentansvar för kontorspapper och lantbruksplast<sup>266</sup>.

Tillsammans har dessa regleringar bidragit till förändringar i den svenska avfallshanteringen, och med det har deponeringen av avfall kraftigt minskat. När deponeringsförbudet för organiskt avfall trädde i kraft 2002 växte problemet med kapacitetsbrist och delar av avfallet deponerades därför med dispens från förbudet. Avfallsmängderna fortsatte att öka under denna tid vilket ledde till ett ökat behov av ny utbyggnad av behandlingskapaciteten för framförallt avfallsförbränning, biologisk behandling och materialåtervinning. Detta har lett till att nästan inget organiskt avfall längre behöver deponeras i Sverige<sup>267</sup>. Dessutom infördes 1991 regler om kommunal avfallsplanering<sup>268</sup> som också kan ha bidragit till den minskade andelen metan från deponier såväl som den reducerade deponeringen av organiskt material.

### **Utsläpp från biologisk behandling av fast avfall ökar**

Delsektorn består av kompostering (aerobisk nedbrytning) och samrötning (anaerobisk nedbrytning) av organiskt avfall. Kompostering orsakar utsläpp av metan och lustgas, medan rötning främst orsakar metanutsläpp. I båda fallen erhålls en näringsrik produkt (kompost respektive biogödsel). Biogasen som produceras vid rötning används som ett miljövänligt bränsle inom andra sektorer, exempelvis transporter, men dessa utsläpp omfattas av den sektor där bränslet används.

Utsläpp från biologisk behandling av fast avfall stod för drygt 8 procent av de totala utsläppen från avfallssektorn under år 2018. Utsläppen visar en tydligt ökande trend med 746 procent sedan 1990. Detta beror på ökad kompostering och rötning av avfall i Sverige under perioden. De senaste åren har dock en minskning av kompostering skett då vissa kommuner istället valt att styra om till rötning av avfall. Orsaken till att mängden avfall som rötas ökat kan relateras till ett etappmål för miljömålet *God bebyggd miljö*. Enligt etappmålet *ökad resurshushållning i livsmedelskedjan* ska mängden matavfall som behandlas biologiskt öka. En annan anledning till ökningen kan vara de klimatinvesteringsstöd som främjar ökad produktion av biogas. Exempelvis har Klimatklivet beviljat nya eller utbyggda biogasanläggningar som innebär att produktionen av biogas kan öka i Sverige i framtiden.

Med kompostering avses behandling av biologiskt nedbrytbart avfall som ger en användbar kompost vilket används som jordförbättringsmedel. År 2016 komposterades 522 000 ton organiskt avfall (eller icke-farligt avfall), främst i form av vegetabiliskt- och animaliskt matavfall, gödsel samt avloppsslam<sup>269</sup>. De siffrorna visar dock inte hemkompostering av avfall.

---

<sup>266</sup> Naturvårdsverket, 2015

<sup>267</sup> Naturvårdsverket, 2018a

<sup>268</sup> Naturvårdsverket, 2006

<sup>269</sup> Naturvårdsverket, 2018a

Med rötning avses behandling av biologiskt nedbrytbart avfall för produktion av biogas och där den producerade rötresten kan användas som jordförbättringsmedel. År 2016 rötades 1,7 miljoner ton organiskt avfall (eller icke-farligt avfall) i Sverige. Det är en ökning med ungefär 13 procent sedan 2014<sup>270</sup>. De avfallstyper som rötas kommer främst från animaliskt matavfall samt gödsel.

### **Utsläpp från behandling av avloppsvatten och -slam minskar trots större befolkning**

Behandling av avloppsvatten och -slam ger utsläpp av lustgas och metan och motsvarade 18 procent av utsläppen från avfallsbehandling år 2018. Sedan 1990 har utsläppen minskat med 13 procent. Det är förbättringar i reningsverken som pågått sedan 1960-talet<sup>271</sup> som, trots en ökad belastning på grund av en ökad befolkningens mängd med cirka 19 procent sedan 1990<sup>272</sup>, lett till minskningen tillsammans med en ökad biogasproduktion från avloppsslam.

Utsläppen från behandling av avloppsvatten och -slam uppstår i olika delar av avfallsbehandlingsprocessen. Metan uppstår till exempel i biologisk anaerob nedbrytning av organiskt material i avloppsledningsnätet. Det vill säga från rötningen, hanteringen och avvattningen av avloppsslam. Lustgas uppstår främst i den biologiska omsättningen av kväve i reningsverkens vattenreningssteg. Från lagring och hantering av avvattnat slam uppstår direkta utsläpp av både metan och lustgas. Deras respektive bidrag varierar starkt beroende på slammets egenskaper och olika förhållanden vid lagring eller användning<sup>273</sup>.

### **Utsläpp från förbränning av farligt avfall**

Utsläppen från förbränning av farligt avfall har ökat med 189 procent sedan 1990 och står nu för cirka 10 procent av sektorns utsläpp. Farligt avfall består av kemiskt-, olje- och blandat avfall samt avfall från elektrisk och elektronisk utrustning. Den totala produktionen av farligt avfall har ökat under perioden och förbränning har blivit det viktigaste alternativet för dess hantering. Det har lett till ökad kapacitet för förbränning tillsammans med större kvantiteter som klassificeras som farligt avfall och kan förklara den ökade trenden.

Avfall som har en hög energiåtervinning används som bränsle och energin tas till vara. Avfallstyper som behandlas genom denna kategori är blandat avfall, hushållsavfall, träavfall, sorteringsrester, plastavfall, vegetabiliskt avfall och matavfall samt vanligt slam.

## **3.8 Produktionsanvändning och övrigt**

Användning av lösningsmedel och andra produkter leder till utsläpp vid läckage av växthusgaser. Den största utsläppskällan kommer från användningen av fluorerade

---

<sup>270</sup> Naturvårdsverket, 2018a

<sup>271</sup> Naturvårdsverket, 2009a

<sup>272</sup> SCB, 2019e

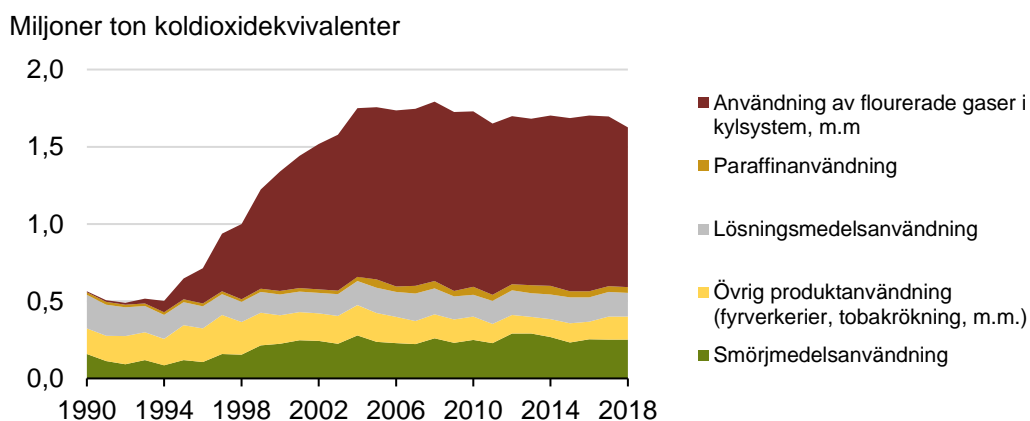
<sup>273</sup> Svensk Vatten Utveckling, 2015

gaser (f-gaser) i kylsystem, aerosolsprayburkar, värmepumpar och luftkonditioneringar. Dessutom ingår koldioxidutsläpp från användning av smörjmedel, lösningsmedel och paraffin, samt mindre utsläpp av lustgas. Lösningsmedelsutsläpp kommer från till exempel användning av målarfärg. Utsläppen från produktanvändning är små sett till Sveriges nationella total, cirka 3 procent.

Utsläppen av f-gaser har ökat kraftigt till och med 2008. Den huvudsakliga anledningen till ökningen är ersättandet av ozonpåverkande gaser som kolfluorkarboner (CFC) och hydroklorfluorkarboner (HCFC), som förbjöds efter att Montrealprotokollet trädde i kraft 1989, med köldmedier med hög höga emissionsfaktorer, som HFC. Sedan införandet av en EU-förordning 2006, med syfte att minska utsläppen av de fluorerade växthusgaser, har dock dessa utsläpp planerat ut och minskat lite grann.

### Efter en kraftig ökning minskar utsläppen

Utsläppen av växthusgaser från produktanvändning uppgick till strax över 1,6 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018. Utsläppen är cirka tre gånger så stora jämfört med utsläppen 1990, men har sedan 2008 planat ut och minskat med 11 procent. Det senaste årets minskning uppgick till 4,1 procent. Den största utsläppskällan inom sektorn är läckage av f-gaser som står för 64 procent av sektorns utsläpp 2018.



Figur 62: Utsläpp från produktanvändning. Källa: Naturvårdsverket 2019a

### Utsläpp av fluorerade gaser har ersatt ozonnedbrytande ämnen

Inom sektorn produktanvändning finns utsläpp av koldioxid och lustgas samt de tre f-gaserna fluorkolväten (HFCs), perfluorkolväten (PFCs) och svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>).

F-gaserna har inga naturliga källor i naturen utan härstammar enbart från mänsklig verksamhet. Dessa utsläpp uppstår inte vid användningen i sig, utan vid läckage vid tillverkning, användning och skrotning av produkter såsom kylsystem och värmepumpar. Utsläppen av i stort sett alla Sveriges utsläpp av fluorerade gaser

ingår i denna sektor. F-gaser har mycket höga emissionsfaktorer vilket innebär att även små mängder utsläpp orsakar stora effekter på klimatet<sup>274</sup>.

Utsläppen av HFC ökade kraftigt i huvudsak till följd av att HFC ersatt ozonnedbrytande ämnen som CFC (freoner) och HCFC, vilka förbjöds efter att Montrealprotokollet trädde i kraft 1989. En annan förklaring till denna ökning är att antalet värmepumpar och luftkonditioneringsutrustningar, framför allt i vägfordon, har ökat<sup>275</sup>.

Lösningsmedelsutsläpp kommer från till exempel användning av målarfärg. Dessa utsläpp av koldioxid har minskat något sedan 1990.

Vid användning av smörjmedel och konsistensfett avgår koldioxid. Sedan slutet av 1990-talet syns en ökning av utsläppen.

### **Reglering för minskning av fluorerade gaser**

Användningen av fluorerade gaser regleras från EU i form av förordningar, direktiv och andra rättsakter. Den 1 januari 2015 trädde EU:s nya f-gasförordning, (EU/517/2014) i kraft. Det övergripande syftet med den nya f-gasförordningen är att minska utsläppen av f-gaser med två tredjedelar från dagens nivåer till år 2030. För att nå detta mål innehåller den nya förordningen en bestämmelse om sänkta mängdgränser för hur mycket HFC i bulk (räknat i koldioxidekvivalenter) som ska få släppas ut EU:s marknad samt användarbegränsningar och förbud<sup>276</sup>. Detta bidrog till att utsläppen av f-gaser i Sverige har, efter en kraftig ökning 1990–2006, planat ut och minskat lite grann.

År 2017 ratificerade regeringen även Kigalitillägget till Montrealprotokollet. Tillägget innebär att åtgärder ska vidtas för att stegvis minska produktion och förbrukning av HFC:er i syfte att minska utsläppen av växthusgaserna.<sup>277</sup>

## **3.9 Markanvändning**

Sektorn markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF<sup>1</sup>) hädanefter kallad markanvändningssektorn omfattar utsläpp och upptag av växthusgaser från all mark som anses mänskligt påverkad. I Sverige och internationellt rapporteras nettoutsläpp och nettoupptag från marktyperna skogsmark, åkermark, betesmark, bebyggd mark, våtmark (torvbrytning) och övrig mark (skogsmark som konverterats till övrig mark). Våtmark där ingen torvutvinning sker och övrig mark som ofta utgör fjäll anses ej vara mänskligt påverkad och för denna mark skattas inga utsläpp och upptag, arealerna redovisas dock för att göra redovisningen komplett. Arealfördelning emellan de olika

<sup>274</sup> SF<sub>6</sub> har till exempel 22 800 gånger större emissionsfaktor än koldioxid och HFC134a 1 430 gånger.

<sup>275</sup> Naturvårdsverket, 2018b

<sup>276</sup> Naturvårdsverket, 2017

<sup>277</sup> Miljödepartementet, 2017

marktyperna visas i Figur 64. För varje marktyp är utsläpp och upptag uppdelade i olika kolpooler.

Det sker betydande kolförrådsökningar/ökat nettoupptag (upptag minus avgång av koldioxid minus utsläpp av lustgas och metan) inom markanvändningssektorn. Under perioden 1990–2018 har nettoupptaget i genomsnitt uppgått till knappt 40 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år men mellanårsvariationen är stor. Det totala nettoupptaget inom hela sektorn var 42 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018. Nettoupptaget motsvarar lite drygt 80 procent av de totala utsläppen från alla övriga sektorer 2018.

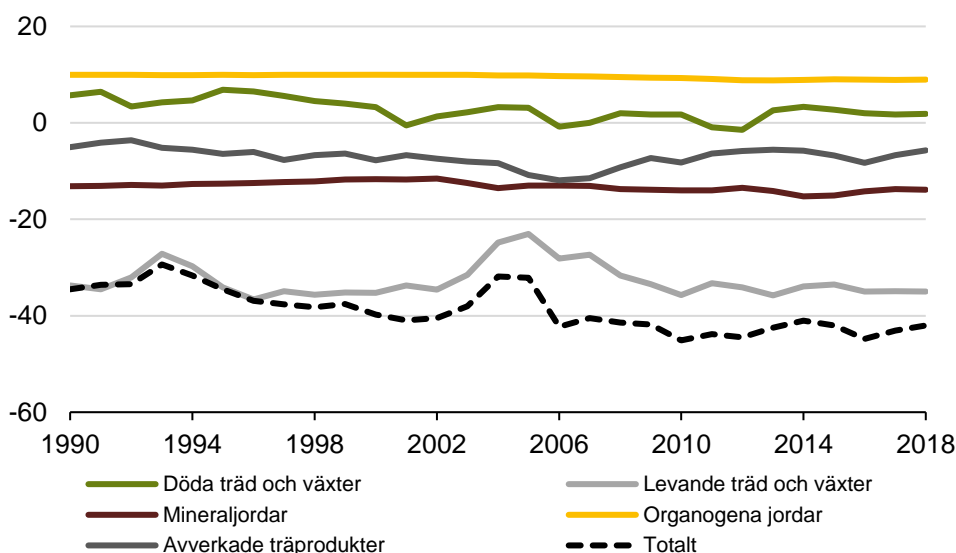
### Det största nettoupptaget sker i kolpoolen levande träd och växter

Inom varje marktyp beräknas kolflödena för varje kolpool:

- levande träd och växter
- döda träd och växter,
- markkol (mineraljord och organogen jord), och
- avverkade träprodukter (HWP).

I Sverige har vi stora kolförråd i skog och mark. Årligen görs en skattning över hur detta förråd förändras, hur mycket koldioxid som tas upp/lagras och hur mycket som avgår. För kolpoolen levande träd och växter ges detta av hur stor tillväxten i levande biomassa är minus hur mycket som avgår genom avverkning och nedbrytning. Detta ger ett netto och för skog blir det ett nettoupptag då tillväxten är större än avgången. Det är denna förändring som rapporteras i den årliga växthusgasinventeringen.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 63: Årliga nettoutsläpp och nettoupptag inom de olika kolpoolerna. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

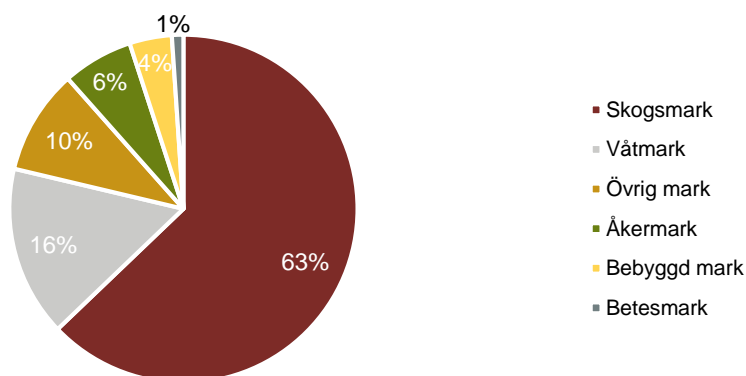


De största nettoupptagen sker i kolpoolerna levande träd och växter, avverkade träprodukter samt i mineraljord. Döda träd och växter och organogen jord utgör stora nettoutsläpp, se Figur 64. Storleken på nettoupptaget i levande träd och växter beror av tillväxt och avgång (avverkning och nedbrytning av träd) i skog. Hur mycket kol som lagras in i avverkade träprodukter avgörs av storleken på avverkningen, förrådets storlek och vilka slutliga produkter som tas fram utav den avverkade biomassan samt hur långlivade dessa är. De senaste åren har nettoupptaget i träprodukter minskat. Inlagring av kol i mineraljord är en långsam process som sker när nedbrutet organiskt material lagras in i mineraljorden. Det har genom åren skett en viss ökning av nettoinlagringen i mineraljord och speciellt på skogsmark. Totalt är mest kol lagrat i kolpoolen mineraljord, men den årliga kolpoolsförändringen är mindre än den för levande träd och växter. Nettoutsläppen sker framförallt på organogen jord. När organogena jordar dräneras och marken syresätts och eroderas ökar avgången av CO<sub>2</sub>. Om de organogena jordarna även är näringsrika (har högre halter av kväve) sker lustgasavgång. Utsläppen från organogena jordar har generellt minskat då arealen av detta markslag har minskat.

### Skogsmark är den helt dominerande marktypen

Inom sektorn beräknas de årliga förändringar i kolförråden<sup>278</sup> för kategorierna:

- skogsmark<sup>279</sup>,
- åkermark,
- betesmark,
- bebyggd mark,
- våtmark (enbart torvproduktionsmark),
- avverkade träprodukter (HWP), och
- övrig mark (enbart för skogsmark konverterad till övrig mark)



**Figur 64: Areal fördelning (andel av Sveriges totala landareal) för de olika markanvändningskategorierna. Observera att areal för all mark redovisas men att kolpoolsförändringar enbart rapporteras för brukad mark. Källa: Naturvårdsverket 2019a**

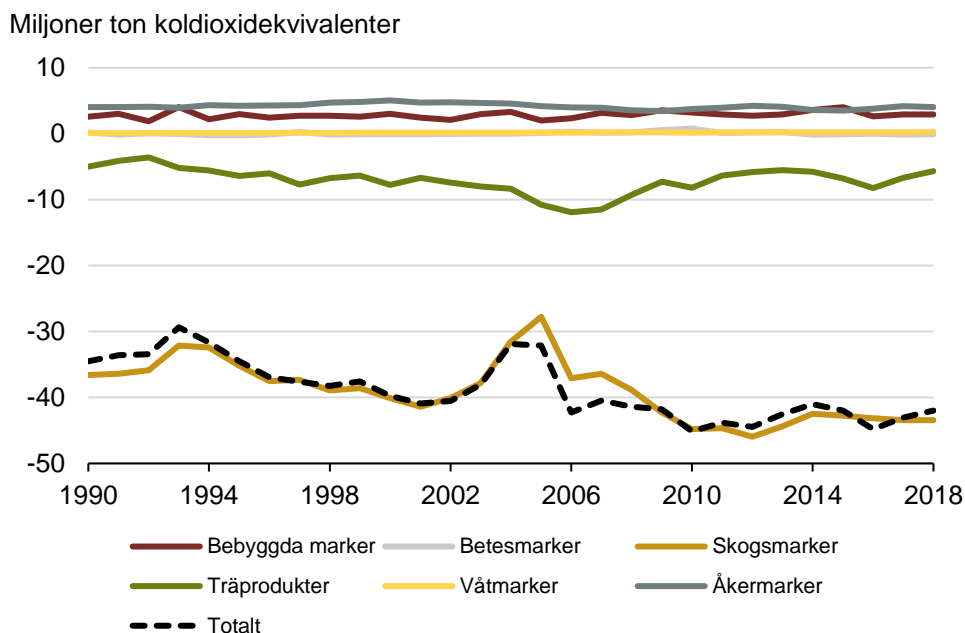
<sup>278</sup> Det kol som är lagrat i alla kolpooler, levande träd och växter, avverkade träprodukter, markkol och avverkade träprodukter.

<sup>279</sup> Omfattar både virkesproduktions mark och annan skogsmark

Kolförrådsförändringen (förändringarna i upptag och avgång för alla kolpooler) beräknas för alla marktyper som anses vara brukade från och med 1990, alltså ingår bara en mindre del av marktyperna övrig mark och våtmark.

I Figur 65, nedan presenteras nettoförändringen (nettoupptag och nettoutsläpp) för alla marktyper samt det totala nettoupptaget. Det totala nettoupptaget inom markanvändningssektorn har ökat från 35 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 1990 till ca 42 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018.

Nivån på nettoupptaget 2018 beror främst på nettoupptaget i levande träd och växter och mineraljord inom marktypen skogsmark samt inlagringen av kol i avverkade träprodukter. De största nettoutsläppen sker på organogena jordar inom marktyperna skogsmark, åkermark och våtmark samt genom avverkning av levande biomassa (träd och växter) när mark omvandlas till bebyggd mark.

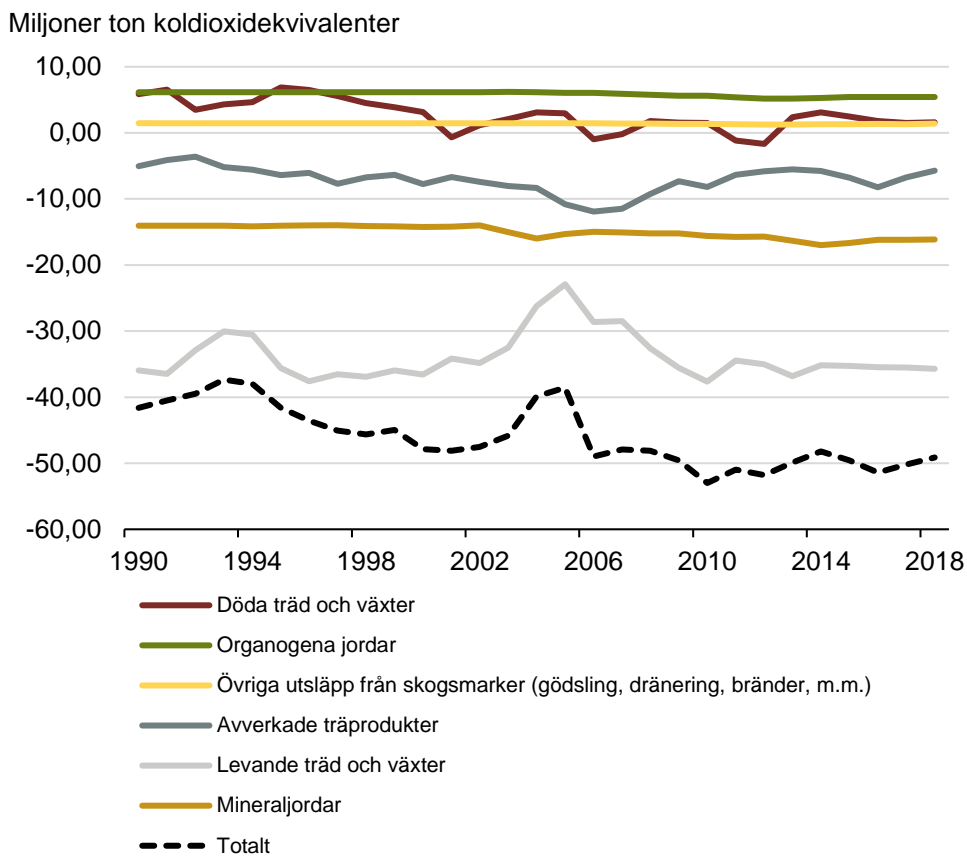


Figur 65: Årliga nettoutsläpp (+) och nettoupptag (-) inom markanvändningssektorn. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Förändringarna inom varje marktyp samt avverkade träprodukter presenteras var för sig nedan.

### Skogsmark bidrar fortsatt med ett stort nettoupptag

Skogsmark utgör 63 procent av Sveriges areal. Inom denna marktyp har nettoupptaget ökat under perioden 1990 till och med 2018 från 36 miljoner ton koldioxidekvivalenter till 43 miljoner ton. Att nettoinlagringen fortsatt är hög nivå beror på att tillväxten i levande träd och växter är större än avverkningen samt på kolinlagringen i mineraljord.



**Figur 66: Årliga nettoutsläpp (+) och nettoupptag (-) för de olika kolpoolerna inom skogsmark. Observera att övriga utsläpp är metan och lustgasutsläpp Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

Kolpoolen levande träd och växter utgör ett stort årligt nettoupptag där förändringen följer utvecklingen i förhållandet mellan avgång (avverkning och mortalitet) och tillväxt. Under perioden har avverkningen ökat<sup>280</sup>. Eftersom även tillväxten<sup>281</sup> i skogen har ökat ligger nettoupptaget på ungefär samma nivå 2018 som 1990, se Figur 66. Bruttoavverkningen<sup>282</sup> under perioden 2010–2013 låg på ca 86–88 miljoner skogskubikmeter och den har ökat något under perioden 2014–2017 till 91–92,5 miljoner skogskubikmeter. 2018 låg den preliminära bruttoavverkningen på 93,4 miljoner skogskubikmeter enligt Skogsstyrelsens officiella statistik.

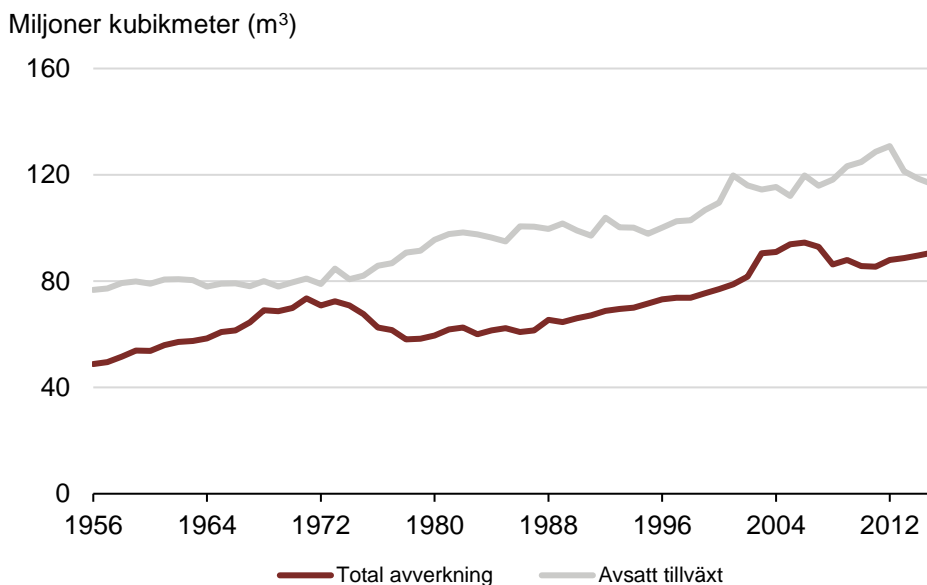
De stora förändringarna i levande träd och växter som syns framförallt 2005 och till viss del 2007 beror på stormarna Gudrun (2005) och Per (2007) som gjorde att mycket skog blåste ner och senare togs ut som avverkningen dessa år. Detta syns tydligt i avverkningsstatistiken för samma år, se Figur 66.

<sup>280</sup> Skogsstyrelsen, 2017, <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/bruttoavverkning/>

<sup>281</sup> Sveriges lantbruksuniversitet, 2017c

<sup>282</sup> Med bruttoavverkning menas volymen av alla fällda trädstammar, även de som lämnas kvar i skogen. Skogsstyrelsens definition.

Utsläppen av metan och lustgas från organogena jordar i skog och från bränder håller sig på en nivå runt 1 400 respektive 7 kiloton koldioxidekvivalenter per år. Utsläppen från organogen mark minskar något över tid.



**Figur 67: Avverkning och tillväxt<sup>283</sup>. Källa: Skogsstyrelsen, 2018, och Sveriges lantbruksuniversitet, 2018c**

Det ökade upptaget av kol i mineraljorden är en långsam process och beror till stor del på tillförseln av kol via avverkningsrester samt det årliga förnafallet från träden (tillsammans benämnt dött organiskt material) är större än nedbrytningen utav detsamma. Uppbyggnaden av markens organiska material beror också i hög grad på nedbrytningen. Nedbrytning sker i marken genom samspel med övriga delar av skogsekosystemet. Exempelvis kan träden stimulera mykorrhizasvampar med förmåga att bryta ner markens organiska material genom sina enzymer<sup>284</sup>.

Mängden döda träd och växter ökar vid ökad avverkning genom ett ökat antal stubbar, grenar och toppar ute i markerna. Mängden död ved beror också på självgallring och ett aktivt val att lämna och skapa mer döda träd vid avverkning. Dött material bryts sakta ner och det som inte avgår till atmosfären lagras så småningom in i markkolspoolen.

Enligt växthusgasinventeringen har andelen skogsmark på organogen jord minskat mellan 1990 och 2018 vilket lett till att utsläppen av koldioxid och lustgas minskat med knappt 1 miljon ton koldioxidekvivalenter. I en studie som SMED/SLU<sup>285</sup>

<sup>283</sup> Observera att avverkningen i figuren avser årliga värden medan klimatrapporteringen jämnar ut densamma över tiden (likt femårigt medeltal). Därför minskas sänkan i rapporteringen i en period kring 2005 men utgör aldrig ett utsläpp ett enskilt år.

<sup>284</sup> Sveriges lantbruksuniversitet, 2018a

<sup>285</sup> Torvmarksarealen i Sverige beräknad från datamaterial inom Riksskogstaxeringen 2018b och Markinventeringen, SMED, Torbjörn Nilsson, 2019

genomfört på material från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen indikeras att en påtaglig del av arealen organogen mark blivit något torrare de senaste 20 åren, detta kan vara en bidragande orsak till att det finns en tendens till att arealen med torvmarksandel på hela eller delar av provytorna minskat och ger utslag i beräkningarna.

I Sverige sker en avskogning på en mindre yta (i snitt 10 000 hektar per år) årligen i samband med anläggande av vägar, kraftledningar, bostadsområden, mm. Eftersom denna avverkning inte ersätts med återplantering resulterar det i ett minskat upptag av kol i levande träd och växter på denna mark. I samband med avskogningen sker även en markstörning som kan ge utsläpp av koldioxid och om det är näringsrik mark även lustgas. 2018 resulterade avskogningen på alla marktper ett utsläpp på 3,4 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Avskogningen kompenseras med att ca 13 000 hektar per år nybeskogas. Det handlar om att tidigare åker, betesmark och bebyggd mark återbeskogas.

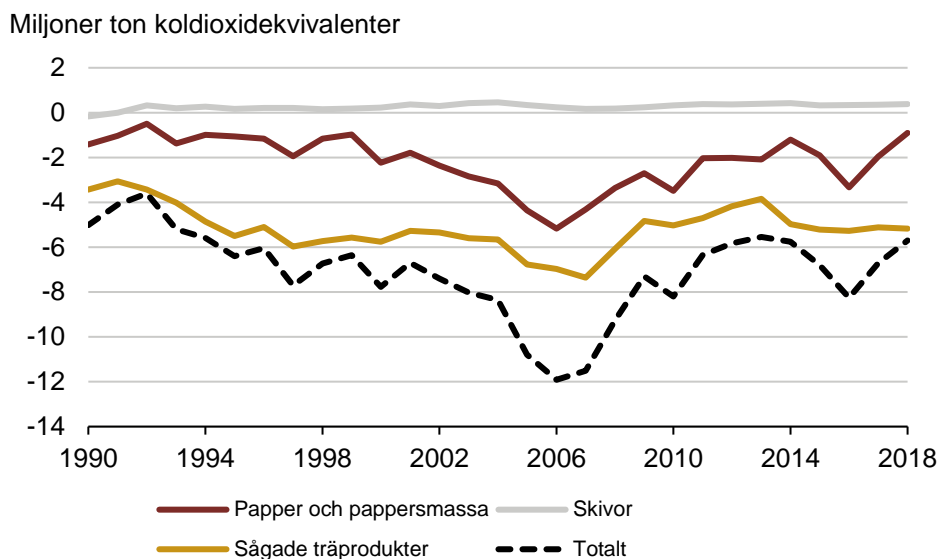
### **Nettoupptaget i avverkade träprodukter varierar beroende på avverkningsnivåer**

Nettoupptaget i avverkade träprodukter<sup>286</sup> styrs främst av avverkningsnivån och det inflöde av kol som sker i och med avverkningen samt det befintliga förrådet. Detta innebär att upptaget är större de år som avverkningen är högre och mer virke omsätts i träprodukter än vad som kasseras av det befintliga förrådet. I samband med stormen Gudrun, ökade uttaget av stamved (ved utan grenar och toppar) ytterligare vilket gav det största upptaget i denna kolpool under perioden 1990 - 2018. Efter stormarna 2005 och 2007 har inlagringen minskat under några år för att därefter öka något igen. Anledningen till att inlagringen åren efter Per inte ökat beror på att avverkningen, eller inflödet, minskat snabbare än utflödet. Enligt Skogsstyrelsens bruttoavverkningsstatistik<sup>287</sup> uppgick den totala bruttoavverkningen till preliminärt 93,4 miljoner skogskubikmeter 2018. Det är en liten ökning (ca en procent) jämfört med 2017 och en ökning med ca tre procent jämfört med genomsnittet för de senaste fem åren. Sedan 1990 har avverkningen ökat med cirka 25 miljoner skogskubikmeter. Trots den ökade avverkningen var upptaget i hela kolpoolen avverkade träprodukter knappt 6 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018. Detta är en minskning på 1 miljon ton koldioxidekvivalenter jämfört med 2017 och minskningen återfinns framförallt i fraktionen papper och pappersmassa där en av anledningarna är minskad återvinning av returpapper samt minskat användande och efterfrågan på pappersmassa och papper.

---

<sup>286</sup> Beräkningen av kolflödet för avverkade träprodukter följer IPCC:s metodriktlinjer för Production approach. I denna beräkning ingår alla avverkade träprodukter som producerats från biomassa som avverkats inom landet oavsett hur mycket som går på export (importerade avverkade träprodukter ingår inte). Exporterade träprodukter ingår men inte träprodukter som producerats från importerad biomassa.

<sup>287</sup> Skogsstyrelsen, 2019



Figur 68: Inlagring av kol i svenska avverkade träprodukter, inklusive bark, mellan 1990 och 2016. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Av de svenska avverkade träprodukterna; papper, skivor och sågat går den största andelen på export. För massa och papper, exporteras omkring 80% enligt Skogsindustrierna<sup>288</sup>. Hur långlivad inlagringen av kol är i de olika produkterna beräknas utifrån produkternas halveringstid, där halveringstiden för papper och pappersmassa (exklusive returpapper) är 2 år, skivor 25 år och 35 år för sågat trä.

### Variation i nettoutsläppen på åkermark

Åkermark täcker ca 6 procent av Sveriges yta. Totala nettoutsläppet på åkermark var fyra miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018. Utvecklingen följer förändringen i kolpoolen mineraljord och organogen jord.

De största nettoutsläppen sker på organogena jordar när det organiska materialet bryts ner.<sup>289</sup>Förändringen i nettoutsläppet från åkermarkens organogena jordar är lite drygt 10% mellan 1990 och 2018. Sedan 1990 har utsläppen minskat med drygt 0,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Utsläppsminskningen beror på den minskade arealen organogen jord. Nettoutsläpp av lustgas från jordbruksmark redovisas under jordbrukssektorn, se avsnittet Jordbruksmark är största lustgaskällan.

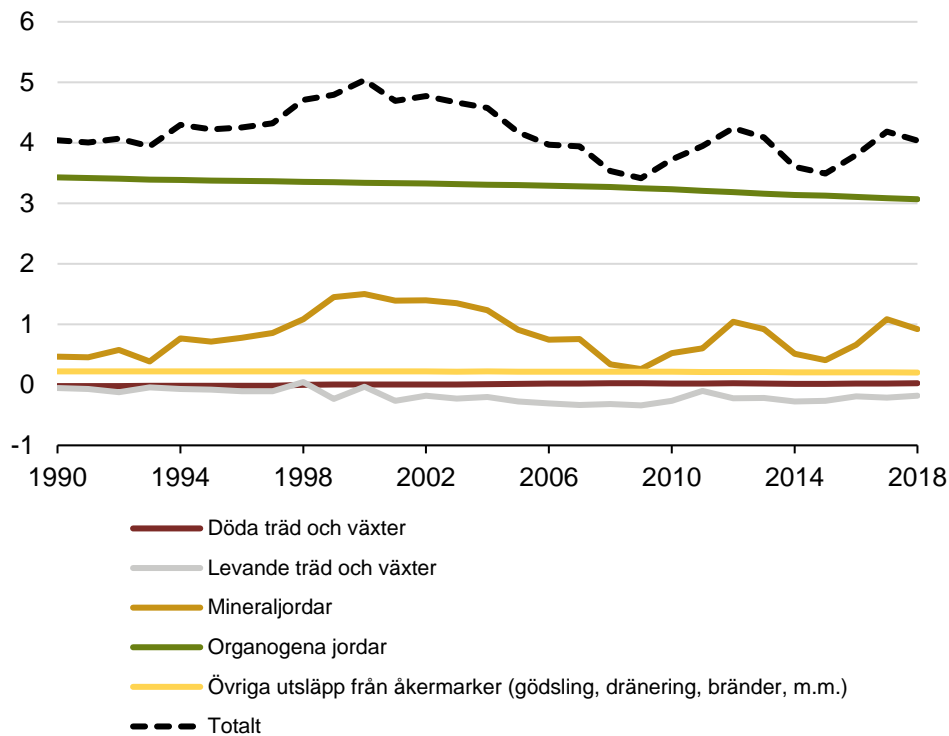
När det gäller mineraljorden är det variationer i tidsserien. Medelvärde från 1990 till och med 2018 ger ett nettoutsläpp på ca 0,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter. De beräknade nettoutsläppen från åkermark påverkas av flera faktorer som gödsling, vilken gröda som odlas och hur stor avkastningen är. Årliga variationer i klimatparametrar som lufttemperatur och nederbörd styr även en del av

<sup>288</sup> Skogsindustrierna, 2019

<sup>289</sup> Jordbruksverket, 2014a

förändringarna och variationen i inlagringen i mineraljorden genom dess påverkan på nedbrytningen av organiskt material.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 69: Årliga nettoutsläpp (+) och nettoupptag (-) per kolpool på åkermark. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

Variationerna i mineraljorden beror främst på de odlingssystem och de odlingsåtgärder som används på svensk åkermark (ca 2,5 miljoner ha) samt hur stora arealer olika grödor odlas på mellan åren. Upptaget på åkermark i mineraljorden är framför allt beroende på hur stor andel av arealen som används för vallodling. I ett nyligen genomfört uppdrag för Jordbruksverket har SLU i litteratursammanställningar<sup>290</sup> och med hjälp av långliggande fältförsök i Sverige bedömt att kolinlagringspotential avtar i följande ordning: Vallodling > energiskog > tillförsel av stallgödsel och fånggrödor > kvarlämnad stråsädeshalm. Resultat från miljöövervakningens program, Mark- och grödoinventeringen, styrker också en positiv effekt av vallodling, där den ökade mullhalten i mineraljordarna visade ett bra samband med den andel av den totala åkermarken i ett län som utgörs av vall. Eftersom fotosyntesen är processen som flyttar koldioxid från atmosfären till biosfären så bidrar också högre skördar till ökad kolinlagringspotential; när nettoprimärproduktion ökar blir det högre koltillförsel från rötter och ovanjordiska växtrester. Den faktorn är speciellt viktig för vall och spannmål som i genomsnitt representerar ca 1 miljon ha vardera, samt för oljeväxter (ca 100 000 ha). Träda (ca

<sup>290</sup> Sammanställning av underlag för skattning av effekter på kolinlagring genom insatser i Landsbygdsprogrammet, SLU, 2017

160 000 ha) med begränsad nettoprimärproduktion och framför allt svartträda har lägst kolinlagringspotential.

För beräkningen av utsläpp och upptag i åkermarkens mineraljord används ICBM modellen som uppdateras och drivs på SLU. De olika faktorerna som nämns ovan fångas upp utav ICBM modellens<sup>291</sup> drivvariabler. Från och med växthusgasinventeringen 2020 har metoden för beräkningen av mineraljordens växthusgaser reviderats. I Swedens National Inventory Report submission 2020 med bilagor går det att läsa om metodförändringen.

### **Jordbruksmarkens förändring över tid**

Enligt Jordbruksverkets statistik<sup>292</sup> över jordbruksmarkens användning fortsatte jordbruksarealen att minska under 2018. Den totala arealen 2018 var 3 000 100 ha och det är en minskning med 21 500ha (1%) från 2017. Minskningen emellan 2010 och 2018 är på 85 300ha (knappt 3%). Jordbruksverkets definition av Jordbruksmark skiljer sig något från klimatrapporteringens definitioner. I klimatrapporteringen räknas enbart naturbetesmarker under marktypen betesmark. Jordbruksmarken (enligt Jordbruksverket) består av 85 % åkermark och resterande är betesmark.

Den totala åkermarken 2018 var 2 549 200 hektar vilket är en minskning med 19 200 hektar (-0,7 %) jämfört med 2017. Sedan 2010 har arealen åkermark minskat med 84 300 hektar (-3 %).

Betesmarken har minskat med 2 300 hektar till 450 900 hektar jämfört med 2017. Jämfört med 2010 har betesmarken minskat med 1 000 hektar. De senaste årens förändringar i stödsystemen har främst påverkat definitionen av betesmark vilket delvis förklarar variationerna i betesmarksarealen.

### **Förändringen över tid i kolflödena samvarierar med förändringen i levande träd och växter på betesmark**

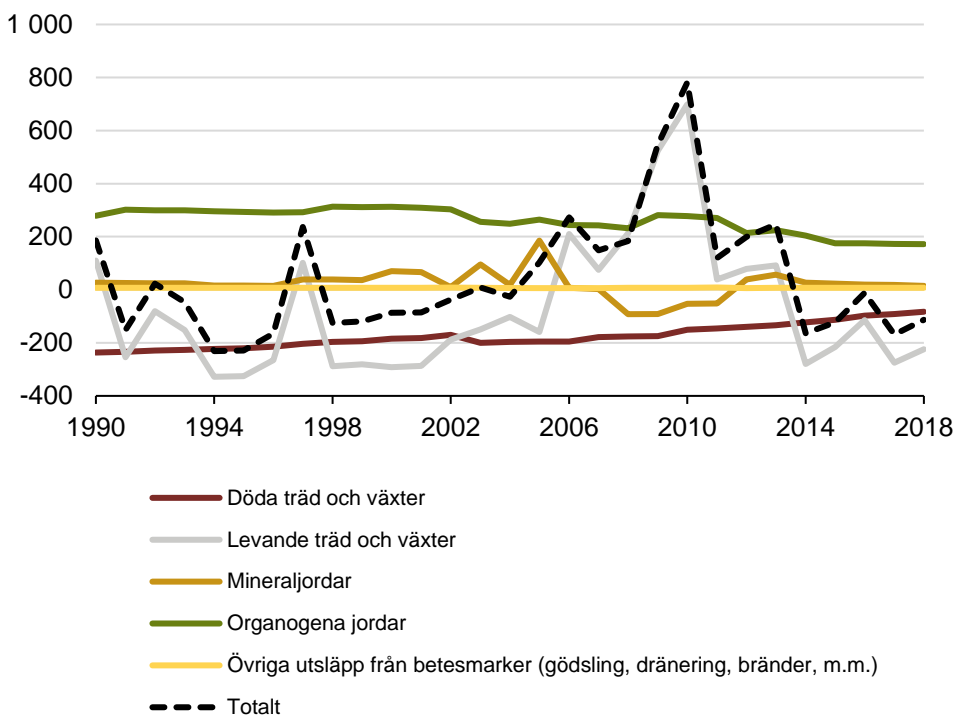
Nettoutsläpp och nettoupptag på betesmark är obetydliga i förhållande till skogsmark framförallt men även i jämförelse med åkermark. Nettot (totalen) inom denna marktyp har varierat över tid. Mellan 1990 och fram till 2018 har variationen följt variationen i levande träd och växter (antal träd på betesmarken). 1990 var totala nettoutsläppet 0,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter och 2018 var nettoupptaget knappt 0,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Däremellan har nettoutsläppen varit som högst 2010 på ca 0,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter och nettoupptaget som störst 1994 och 1995 på ca 0,15 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Utvecklingen inom kolpoolen levande träd och växter beror av hur pass många träd som finns inom betesmarken. Det största nettoutsläppet sker på organogena jordar och 1990 var nettoutsläppet knappt 0,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter och 2018 hade nettoutsläppen minskat till knappt 0,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

<sup>291</sup> Sveriges lantbruksuniversitets modell för att skatta förändringarna av kolförrådet i svensk åkermark,

<sup>292</sup> Jordbruksverket, 2018b



Tusen ton koldioxidekvivalenter



**Figur 70: Årliga nettoutsläpp (+) och nettoupptag (-) för olika kolpooler på betesmark.**  
Källa: Naturvårdsverket, 2019a

I Sverige har vi inte så mycket betesmark, bara ca 1 procent av landarealen består av betesmark. I klimatrapporeringen omfattar marktypen betesmark bara naturbetesmarker medan vallar som betas hamnar i marktypen åkermark. Sett över hela rapporteringsperioden har arealen betesmark varit relativt konstant.

Den begränsade arealen betesmark gör det att de relativa osäkerheterna för skattningarna av kolpoolsförändringarna är stora, men detta har liten betydelse totalt sett. Osäkerheten beror på att Riksskogstaxeringens provvytor enskilt representerar större områden och att sannolikheten att en provyta hamnar på dessa marker är mindre än för arealmässigt större ägoslag (t.ex. skog).

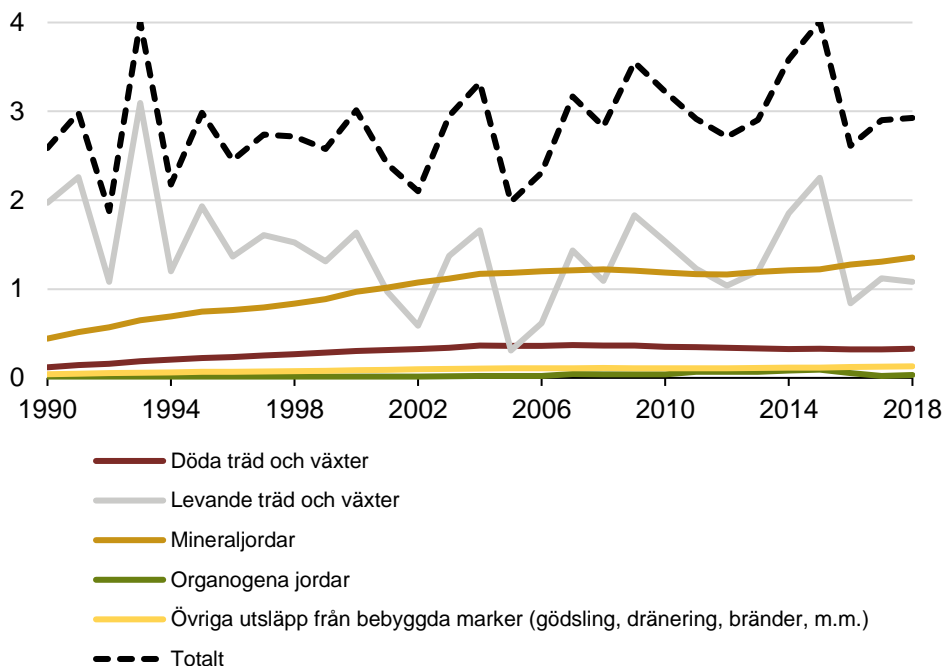
### **Relativt stabil nivå av nettoutsläpp på bebyggd mark**

Marktypen bebyggd mark utgör 4 procent av Sveriges yta. Denna marktyp är en källa för växthusgaser och har varit så under hela perioden, 1990 till och med 2018.

Nettoutsläppen för bebyggd mark ligger i snitt på knappt 3 miljoner ton koldioxidekvivalenter under perioden 1990 till 2018. Nettoutsläppen följer förändringen i levande träd och växter (avverkningen) samt vad som händer i markkolet och framförallt i mineraljorden i samband med markförändring. Under perioden 1990 – 2018 har nettoutsläppen från kolpoolen mineraljord ökat vid anläggandet av infrastruktur (vägar, kraftledningar och bebyggelse) och detta beror på nedbrytningen av markkol. Nettoutsläppen inom denna marktyp uppstår främst

vid avskogning i samband med anläggande av vägar, dragning av kraftledningar samt vid bebyggelse då både kol lagrat i biomassa (som avverkas) och mark (påverkas i olika utsträckning) frigörs.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 71: Årliga nettoutsläpp (+) och nettoupptag (-) olika kolpooler för bebyggd mark. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

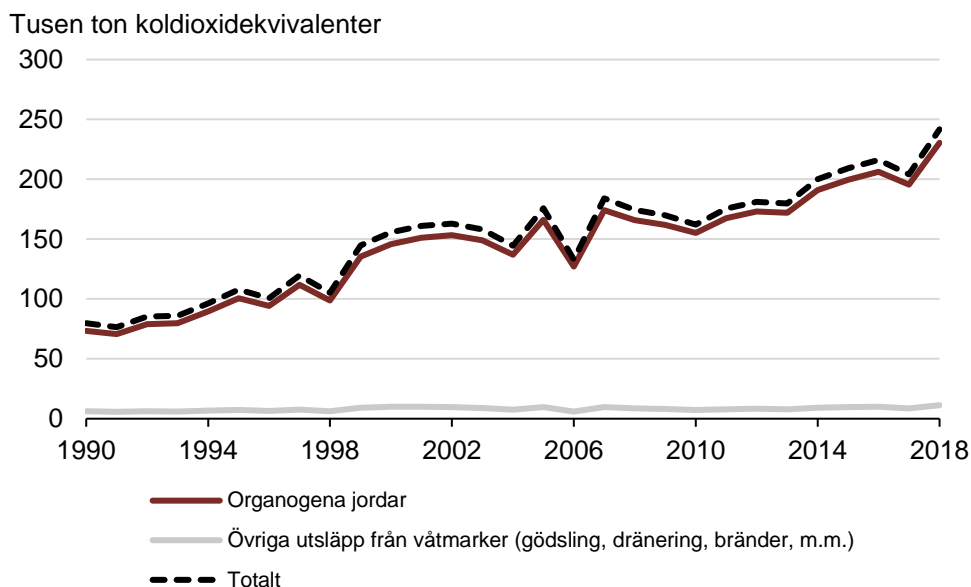
### Ökande nettoutsläpp på brukade våtmarker

Ungefär 16 procent av Sveriges areal består av våtmark men det är enbart de våtmarker som är brukade och där torvproduktion skett och sker från och med 1990 som räknas in i denna marktyp. Vid utvinning av torv dräneras torvmarken (organogen jord) genom att grundvattennivån sänks. När grundvattennivån sänks syresätts den avvattnade torven. Vid syresättningen börjar mikroorganismer bryta ned den dränerade torven och koldioxid bildas som sedan emitteras till atmosfären. Vid syresättningen blir dessutom det kväve som finns i torven tillgängligt för mikroorganismerna och en omvandling till lustgas kan ske.

Utsläppen från torvmarken<sup>293</sup> sker som en följd av torvproduktion (energitorv och odlingstorv samt en liten del stallströ) och i Sverige är utsläppen relativt små. Att utsläppen är små beror på att verksamheten är liten och den påverkar en liten del av den totala våtmarksarealen. Utsläppen under perioden 1990 till och med 2018 har ökat från knappt 0,1 miljoner ton till lite drygt 0,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2018.

<sup>293</sup> Naturvårdsverket, 2016b

Utsläppen från torvbrytningsmark beräknas genom att arealen multipliceras med en emissionsfaktor vilket ger att ökningen samvarierar med den ökade arealen<sup>294</sup> för torvproduktion medan utsläppen från odlingstorv baseras på den producerade mängden och hur snabbt torven bryts ned. De utsläpp som sker som en följd av förbränningen av torv rapporteras inom energisektorn och ingår inte i de utsläpp som redovisas här.



**Figur 72: Utvecklingen hos kolpoolerna för våtmark där det förekommer torvbruk. Utsläpp av koldioxid från organogena jordar. Övriga utsläpp omfattar endast metan- och lustgasutsläpp från dränering. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

### Osäkerheter i beräkningarna

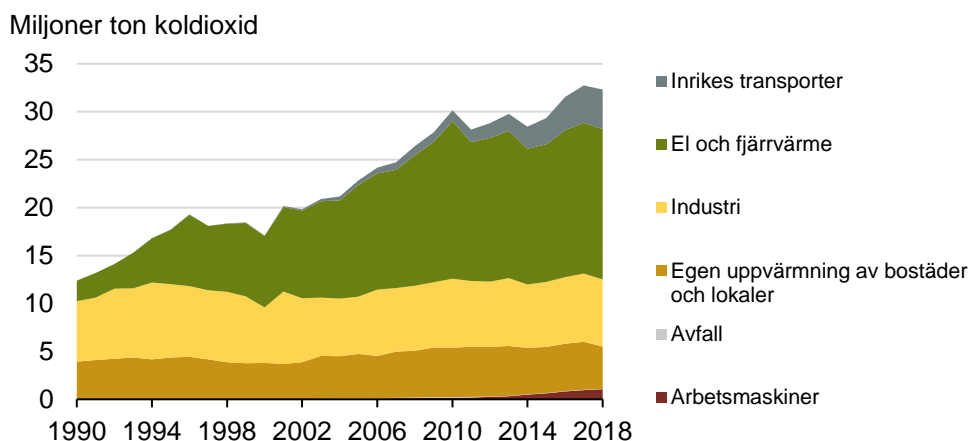
Observera att uppgifterna för levande träd och växter samt arealförändringarna för de senaste 4 åren (2015–2018) är osäkra och osäkrast för år 2018. Osäkerheterna beror på att underlaget för beräkningarna bygger på löpande omdrev (6 000 provytor per år) i 5-årsintervall inom Riksskogstaxeringens fältinventeringar. Totalt inventeras 30 000 provytor under en 5-årsperiod med 6 000 provytor per år. Provytorerna är fördelade över hela landet. Det tar alltså 5 år att erhålla ett fullt underlag. 2018 bygger på data från 6 000 provytor, 2017 på 12 000 provytor, 2016 på 18 000 provytor, 2015 på 24 000 provytor och 2014 på ett fullt omdrev 30 000 provytor.

Inom markinventeringen har man ett omdrev på 10 år. Varje år inventeras ca 450 provytor. Riksskogstaxeringen och markinventeringen är samordnade och proverna tas på samma ytor. Att omdreven inom markinventeringen är på 10 år istället för 5 beror på att processerna i marken är mycket långsammare och på att analyserna är dyra.

<sup>294</sup> SCB, 2017b

## 3.10 Biogena koldioxidutsläpp

Biomassa har ersatt fossila bränslen vilket har minskat klimatpåverkan. Biobränsle är förnybara bränslen producerade av biomassa. Biobränslen bidrar med utsläpp av biogen koldioxid. Skillnaden mellan hållbart producerade biobränslen och fossila bränslen är att fossila bränslen tar miljontals år för nybildning medan ny biomassa för biobränslen bildas ständigt. Detta innebär att utsläpp av koldioxid från hållbart producerade biobränslen ofta kan anses klimatneutrala då koldioxiden som släpps ut vid förbränning hela tiden binds till ny biomassa i en sluten cykel. De biobränslen som förbränns i Sverige är till största delen restprodukter från skogsavverkning och skogsindustrin, t.ex. trädgrenar och trädtoppar från skogen samt avlutar, sågspån och bark från sågverk och massa- och pappersbruk. Stamved som är för dålig för att användas till sågade trävaror eller pappersmassa används också som biobränsle. Det avfall som förbränns består också delvis av biomassa. I Sverige finns det ett stort antal betydande punktutsläppskällor av biogena koldioxidutsläpp, framförallt inom energisektorn och massa- och pappersindustrin. Den tekniska potentialen till negativa utsläpp (minusutsläpp) genom tillämpning av bio-CCS vid dessa är hög.



Figur 73: Utsläpp av biogen koldioxid fördelat per sektor. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

### Biogena koldioxidutsläpp från el- och fjärrvärmeproduktion

Inom el- och fjärrvärmeproduktionen har de biogena koldioxidutsläppen ökat kraftigt, och 2010 nådde utsläppen högsta nivån sedan 1990 med utsläpp på 16,5 miljoner ton. Sedan 2010 har de biogena utsläppen legat något lägre men fortsatt på en hög nivå. Biobränsle är idag det vanligaste bränslet i sektorn och stod för 76 procent av använda bränslen 2018. Kraftvärmeverken använder störst mängd biobränslen i sektorn, som främst består av rester från skogen, såsom grenar, toppar och stubbar

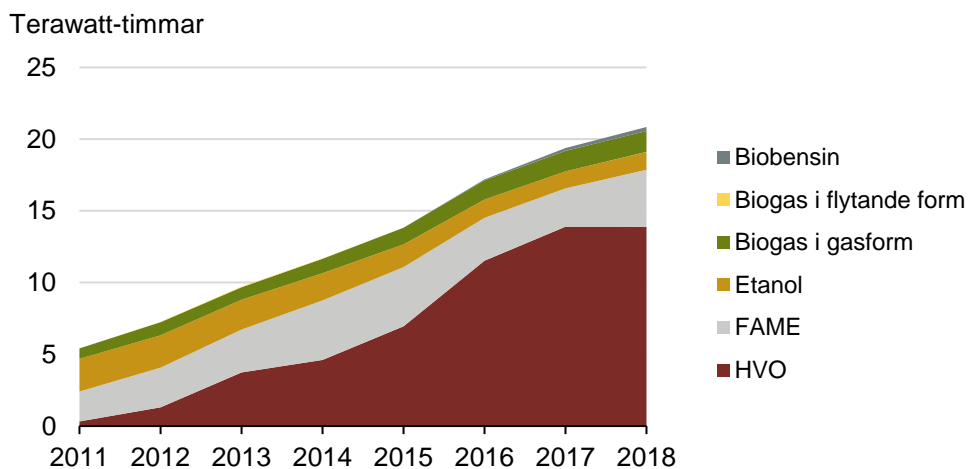
### Biogena koldioxidutsläpp från industrin

Utsläppen av biogen koldioxid inom industrin har enligt statistiken inte förändrats nämnvärt under perioden 1990 till 2018. Statistiken är dock underskattad då den inte omfattar biogena utsläpp som sker i industrins processer. Underskattningen

gäller främst massa- och pappersindustrin. Enligt uppgifter rapporterade och publicerade direkt från företagen så uppgick industrins biogena utsläpp till omkring 23 miljoner ton koldioxid år 2018<sup>295</sup>, vilket kan jämföras med 7 miljoner ton enligt statistiken som visas i Figur 73. Notera dock att företagsuppgifterna inte är kvalitetsgranskade.

### Biogena koldioxidutsläpp från inrikes transporter

De biogena utsläppen från inrikes transporter har ökat drastiskt sedan början på 2000-talet. Ökningen beror på en ökad tillgång på HVO<sup>296</sup>, biogas och låginblandade biodrivmedel. Låginblandat HVO-bränsle tillsammans med icke utblandad HVO, så kallad HVO100, står för mer än hälften av biodrivmedelsanvändningen i Sverige. Etanolen hade sin peak runt 2010 och har idag bara en marginell användning. Från med 2019 har Sverige en reduktionsplikt för bensin och diesel vilket innebär att utsläppen från källor kan förväntas öka framöver. Reduktionsplikten innebär att alla drivmedelsleverantör varje år måste minska växthusgasutsläppen från bensin och diesel med en viss procentsats. Reduktionsnivåerna ligger på 2,6 procent för bensin och 20 procent för dieselbränsle. Reduktionsnivåerna förväntas dock höjas framgent. Den totala biobränsle andelen av i det totala bränslet var 2018 cirka 23 procent.<sup>297</sup>



Figur 74: Användning av biodrivmedel, 2011–2018. Källa: Energimyndigheten, 2019h.

### Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan

Utsläppen av koldioxid från förbränning av hållbart producerad biomassa förstärker inte den naturliga växthuseffekten. Det är ingen skillnad på en koldioxidmolekyl som kommer från förbränning av biobränsle och en som kommer från förbränning av fossila bränslen. För klimatet är det dock mycket bättre att använda hållbart producerade biobränslen än fossila bränslen. Vid förbränning av

<sup>295</sup> Naturvårdsverket, 2019e

<sup>296</sup> Hydrerad vegetabilisk olja (HVO), är en syntetisk biodiesel som kan låg inblandas eller, för många av de nyare förbränningsmotorerna, användas utan inblandning av fossilt bränsle.

<sup>297</sup> Energimyndigheten, 2019h

fossila bränslen släpps koldioxid ut som innehåller kol som togs upp ur atmosfären av växter och annan levande biomassa som fanns för många miljoner år sedan, vilket ökar koldioxidhalten i atmosfären, förstärker växthuseffekten och förändrar klimatet. Kolet i biomassa ingår i ett naturligt kretslopp mellan jorden och atmosfären som pågår nu. När biobränsle eldas återförs koldioxid till atmosfären som togs upp av växterna när de växte.<sup>298</sup>

Biobränslen består till stor del av restprodukter. Kolet i restprodukter från skogsbruket skulle ha återgått till atmosfären under 10–20 år om grenarna och topparna hade lämnats kvar och brutits ned i skogen i stället för att användas som bränsle. Koldioxiden som släpps ut vid förbränning av grenar och toppar bidrar därför inte till klimatpåverkan sett ur detta tidsperspektiv.

Kolet som finns i ett träd har tagits upp ur atmosfären under trädets livstid. En gran avverkas normalt när den är 60 - 80 år gammal (beroende på om trädet växer i södra eller norra Sverige) medan exempelvis poppel oftast avverkas efter 20–25 år. Vid förbränning av stamved, avlutar, sågspån eller bark från en gran släpps det ut koldioxid i atmosfären som tagits upp under de senaste 60 - 80 åren och den koldioxiden bidrar därför inte till klimatpåverkan sett ur detta tidsperspektiv. För andra trädslag samt träd som tagits ut vid gallring är tidsperioden kortare. Jordbruksgrödor växer och tar upp koldioxid under bara ett eller ett par år innan de skördas. Biobränslen gjorda av jordbruksprodukter påverkar därför inte klimatet sett ur ett mycket kort tidsperspektiv.

Även vid förbränning av träddelar vars kol delvis togs upp ur atmosfären för omkring 100 år sedan är emellertid klimatpåverkan lägre än vid förbränning av fossila bränslen. Förutom restprodukter så kan även användning av andra biobränslen som har producerats på ett hållbart sätt bidra till minskad klimatpåverkan, exempelvis etanol baserad på vete eller träpellets gjorda av salix-ved från energiskog.

För att det inte ska ske något nettoutsläpp av koldioxid vid förbränning av biobränsle ska

- uttaget av biomassa inte överstiga tillväxten
- det ske återplantering av träd eller andra växter som binder koldioxid
- kolförrådet inte minska nämnvärt i mark och växter på lång sikt i det större område där biomassan utvinns
- fossila bränslen inte användas för utvinning, transport eller omvandling av biomassan.

Biomassa som uppfyller dessa villkor bedöms vara hållbar ur klimatsynpunkt. Detta innebär att en viss sorts biobränsle kan ha olika klimatpåverkan beroende på

---

<sup>298</sup> Se även [www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Darfor-bli-det-varmare/Kolets-kretslopp-rubbas](http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Darfor-bli-det-varmare/Kolets-kretslopp-rubbas)

hur och var den har producerats. Hållbar produktion och användning av biomassa ska dessutom inte minska den biologiska mångfalden eller markens långsiktiga produktionsförmåga, försämra kvaliteten hos mark eller vatten eller orsaka skadliga utsläpp av föroreningar.<sup>299</sup> Det är viktigt att känna till biomassans ursprung för att kunna säkerställa att den har producerats på ett hållbart sätt.

Hela tiden pågår tillväxt, avverkning och förbränning av biomassa och samtidigt sker de upptag och utsläpp av koldioxid som processerna leder till. I Sverige tar naturen årligen upp flera tiotals miljoner ton koldioxid ur atmosfären främst genom tillväxten hos träd och andra växter. Den svenska skogens tillväxt är större än uttaget av biomassa från skogen och förlusten av kol genom nedbrytning av växter och annan naturlig avgång av koldioxid, vilket innebär att skogen har ett nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

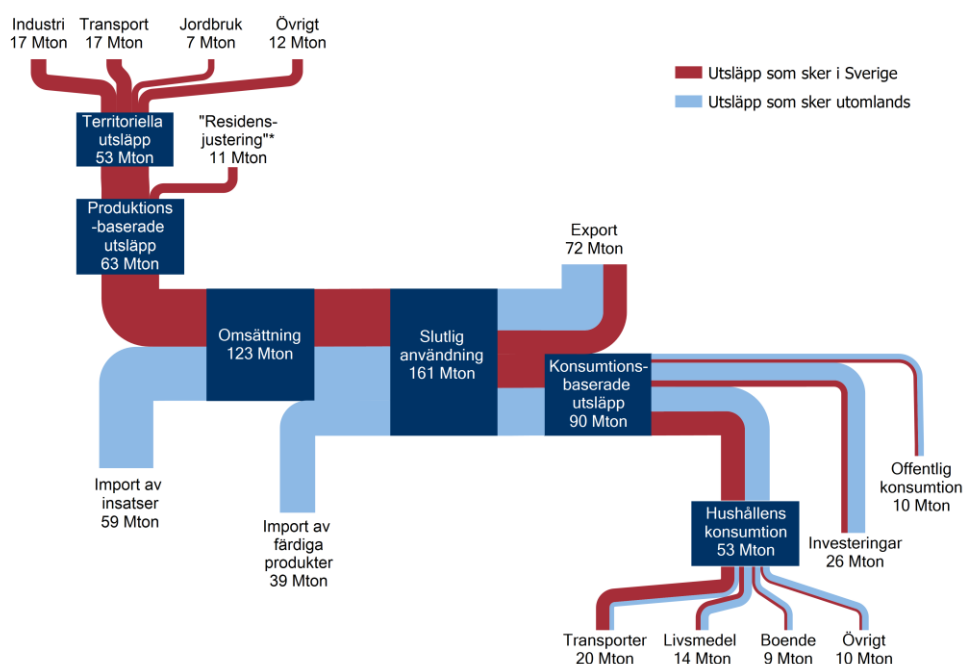
Enligt klimatkonventionen ska utsläpp och upptag av koldioxid som sker under kolcykeln i skog och mark följas upp i växthusgasstatistiken för markanvändningssektorn (LULUCF) i det land där biomassan produceras. Om uttaget av biomassa från t.ex. skogen är större än tillväxten redovisas det i statistiken för markanvändningssektorn som att kolförrådet i levande träd och andra växter minskar, vilket innebär att det redovisas ett växthusgasutsläpp i denna sektor. De biogena koldioxidutsläppen från förbränning av biobränsle redovisas därför inte för de andra sektorerna i växthusgasstatistiken eftersom det skulle innebära en dubbelräkning, men däremot finns de biogena koldioxidutsläppen med i statistiken för andra sektorer som information.

---

<sup>299</sup> Black-Samuelsson et al., 2017.

## 4 Fördjupning om klimatpåverkan till följd av konsumtion

Ett kompletterande sätt att mäta Sveriges utsläpp är att utgå ifrån Sveriges konsumtion av varor och tjänster oavsett produktionsland. Dessa utsläpp är dock förknippade med osäkerhet. Det går ändå att säga att de konsumtionsbaserade utsläppen per person är ungefär dubbelt så stora som de territoriella utsläppen.



**Figur 75: Flödesdiagram över Sveriges utsläpp av växthusgaser år 2017, som visar de utsläpp som sker i Sverige (i rött) eller utomlands (i blått) samt om dessa utsläpp används till export eller inhemsk konsumtion. Källa: Naturvårdsverket och SCB, 2019**

\*Utsläpp från svenska aktörer utomlands läggs till och utsläpp från utländska aktörer i Sverige dras bort från de totala utsläppen. Dessa siffror uppskattas tillsammans motsvara internationell bunkring i Sverige i dagsläget. Siffrorna är avrundade vilket kan göra att visa summeringar inte stämmer.

Sveriges territoriella utsläpp var 53 miljoner ton och de produktionsbaserade utsläppen var 63 miljoner ton år 2017, se det röda flödet från vänster i Figur 75. Sverige importerar även produkter från andra länder, antingen som insatsvaror eller färdiga produkter, vilka ger upphov till utsläpp om totalt 98 miljoner ton i andra länder, alltså nästan dubbelt så mycket som Sveriges territoriella utsläpp, se det blå flödet från vänster i Figur 75. Tillsammans summerar dessa utsläpp till klimatpåverkan för Sveriges totala slutliga användning, vilken kan delas upp i den användning som sker i Sverige och den produkter som exporteras från Sverige för att användas någon annanstans (motsvarande delmängder av andra länders konsumtionsbaserade utsläpp). Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp var 90 miljoner ton år 2017, varav hushållen stod för 53 miljoner ton, se flödena till höger



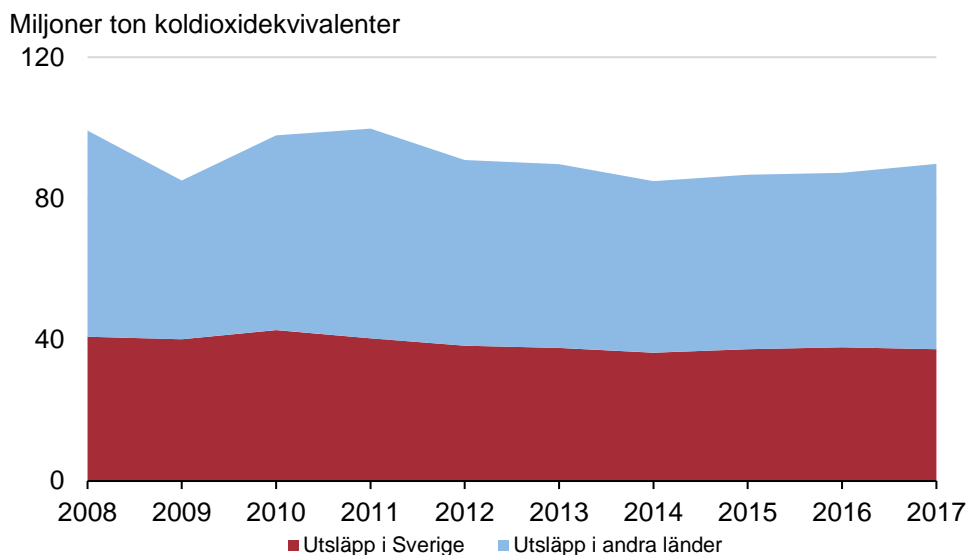
i Figur 75. Sveriges exporterande företag gav upphov till 72 miljoner utsläpp, som inte omfattas av de konsumtionsbaserade utsläppen.

### Att följa upp utvecklingen av konsumtionens klimatpåverkan är viktigt för att hålla oss under 1,5 grader

Parisavtalet slår fast att den globala genomsnittliga temperaturökningen ska hållas väl under två grader och att man ska sträva efter att begränsa den till 1,5 grader. För att kunna uppnå detta bör de globala utsläppen vara i genomsnitt högst 1 ton per person och år till 2050. Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp motsvarar cirka 9 ton per person och år.

### Konsumtionsbaserade utsläpp har minskat sedan 2008

De konsumtionsbaserade utsläppen har minskat med cirka 10 procent sedan 2008. Den andel av utsläppen som sker i Sverige minskade med cirka 9 procent och utsläppen som sker i andra länder på grund av svensk konsumtion minskade med nästan 10 procent, se Figur 76.

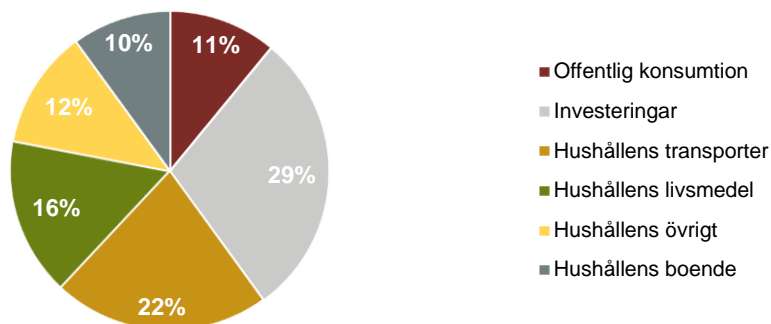


Figur 76: Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser 2008–2017.  
Källa: Naturvårdsverket och Statistiska myndigheten SCB, 2019

Storleken på de konsumtionsbaserade utsläppen som sker i andra länder beror på hur mycket vi importerar, hur utsläppsintensiva varorna eller tjänsterna är och hur stor utsläppsintensiteten i landet är, där produktionen sker.

Tre femtedelar av de totala utsläppen uppstår till följd av hushållens konsumtion, den resterande femtedelen uppstår till följd av offentlig konsumtion och investeringar, se Figur 77. Offentlig konsumtion motsvarade varor och tjänster som exempelvis skolor, sjukhus och myndigheter köper in för att bedriva sin verksamhet. Investeringar motsvarar utsläpp kopplade till uppförandet av

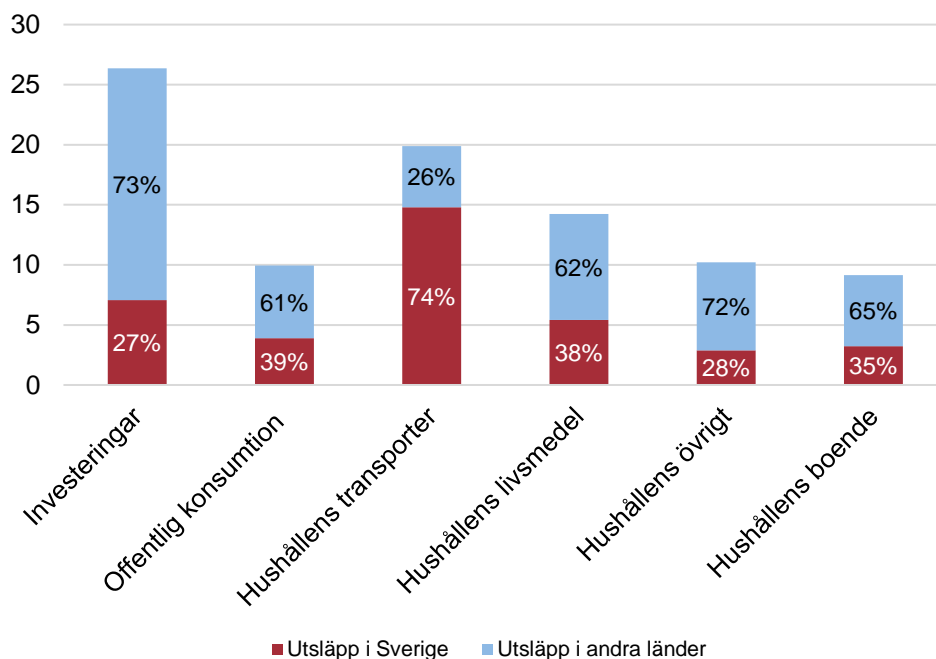
byggnader, tillverkning av maskiner och datorer, samt värdeföremål och lagerinvesteringar.



**Figur 77: Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp år 2017 andelar per konsumtionsområde. Källa: SCB 2019g**

Cirka 58 procent av de konsumtionsbaserade utsläpp sker i andra länder. Dessa utsläpp uppstår främst till följd av investeringar samt hushållens import av livsmedel och övrig konsumtion. De flesta konsumtionsområdena orsakar en stor andel utsläpp i andra länder förutom transportsektorn, där merparten av utsläppen sker i Sverige. Det beror på att en stor del av transportsektorns utsläpp är direkta utsläpp vid förbränningen av drivmedlet, se Figur 78.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 78: Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp per konsumtionsområde och produktionsregion år 2017. Källa: SCB 2019g**

### De konsumtionsbaserade utsläppsskattningar har vidareutvecklats

De konsumtionsbaserade utsläppen beräknas genom så kallad miljöexpanderande input-output analys.<sup>300</sup> PRINCE-projektet (*Policy-Relevant Indicators for National Consumption and Environment - PRINCE*) har haft som syfte att analysera potentiell miljöpåverkan kopplad till svensk konsumtion, både i Sverige och i andra länder, och att kvantifiera denna med indikatorer. PRINCE-resultatet är integrerat i den input-output analys som de konsumtionsbaserade utsläppen bygger på.<sup>301</sup> PRINCE-modellen kan beskrivas som en hybridmodell mellan en enkelregional och en multiregional modell. Input-output modellen bygger även på en internationell databas som heter Exiobase, som nyligen har blivit uppdaterad. Dessa uppdateringar har gjort att utsläppsnivån har förändrats mot tidigare beräkningar.

Tabell 4: Översikt av de tre olika beräkningsätten för att skatta utsläpp.

<b>Territoriella utsläpp – huvudsakligt mått</b>	<b>Utsläpp inom Sveriges gränser</b> Beräknas botten up (baserat på detaljerade data om aktiviteter som utförs inom Sveriges gränser) och används för att följa upp klimatmålen som satts upp för Sverige inom FN, EU och nationellt.
<b>Produktionsbaserade utsläpp – kompletterande mått</b>	<b>Utsläpp från svenska aktörer</b> Beräknas botten up (baserat på detaljerad statistik om bränsleanvändning i kombination med de territoriella utsläppen). Statistiken omfattar utsläpp från svenska företag och personer som skett både utanför och innanför Sveriges gränser, och följer samma avgränsning som gäller för nationell ekonomisk statistik - nationalräkenskaperna.
<b>Konsumtionsbaserade utsläpp – kompletterande mått</b>	<b>Utsläpp som tar hänsyn till klimatpåverkan som svensk konsumtion orsakar i Sverige och andra länder</b> Beräknas modellbaserat vilket ger viss osäkerhet för utsläpp som bryts ner på en finare nivå. Utsläppen i Sverige till följd av svensk konsumtion baseras på utsläppen från svenska aktörer, det vill säga de produktionsbaserade utsläppen. Utsläppen i andra länder är beräknade med hjälp av en modell och baseras på statistik om produktion i andra länder samt import och export.

För att kunna göra en input-output analys behöver de territoriella utsläppen först fördelas per bransch i den svenska ekonomin och justeras för att följa samma avgränsning som nationalräkenskaperna, vilket kallas de produktionsbaserade utsläppen. Hushållens och den offentliga sektorns klimatpåverkan uppskattas sedan genom att de produktionsbaserade utsläppen fördelas på olika produkter och tjänster utifrån ekonomiska transaktioner. De utsläpp som uppkommer när

<sup>300</sup> Läs mer i SCB:s metodrapport på: <http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/2018/metodbeskrivning-konsumtion.pdf>

<sup>301</sup> Steinbach et al., 2018

exportvaror produceras räknas inte med i de konsumtionsbaserade utsläppen. Däremot räknas utsläpp med som uppstår i andra länder på grund av import av varor och tjänster som konsumeras i Sverige.

Till exempel kan tjänsten uppvärmning föra med sig utsläpp från både förbränningen som har skett för att producera värme, men även från andra delar av värmetjänstens värdekedja såsom transporter av bränsle, och andra insatsvaror och -tjänster som branschen behövt för att kunna leverera sin slutprodukt.

Sammantaget ger de konsumtionsbaserade utsläppen en bra uppskattning av hur stora utsläppen är till följd av svensk konsumtion, men riskerar att ge missvisande nivåer vid en finare nedbrytning av statistiken. Därför bör trender och absoluta nivåer av utsläpp på finare nivåer tolkas med viss försiktighet. Naturvårdsverket presenterade i regeringsuppdraget

### **Följ utvecklingen mot mer klimatsmart konsumtion**

För att följa klimatpåverkan till följd av svensk konsumtion på ett mer detaljerat sätt har Naturvårdsverket valt att fokusera på fem konsumtionsområden som är viktiga för att följa utvecklingen mot ett klimatsmart samhälle. De fem områden är de som följer nedan, även kallad de fem B:na.<sup>302</sup>

- Personbilsresor (Bilen)
- Livsmedel (Biffen)
- Bostadsbyggande och boende (Bostaden)
- Flygresor (Beachen)
- Textil (Byxan)



**Bilen**  
(personbilsresor)



**Biffen**  
(livsmedel)



**Bostaden**  
(bygg och boende)



**Beachen**  
(flygresor)



**Byxan**  
(kläder och skor)

Indikatorerna har baserats på beräkningar utifrån ett livscykelperspektiv. Upp till tre indikatorer per konsumtionsområde används som kvantitativa uppföljningsmått. Alla konsumtionsområden har en indikator som visar en uppskattning av klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv, med undantag för flyget och personbilar som endast uppskattar klimatpåverkan utifrån de direkta utsläppen.

<sup>302</sup> Vidareutveckling av SOU 2005:51, Bilen, biffen, bostad, hållbara laster – smartare konsumtion.

Indikatorerna valdes ut utifrån följande utgångspunkter:

- Konsumtionsområden där den multiregionala input-output analysen (som används för beräkningar av konsumtionsbaserade utsläpp) har uppenbara brister. Det gäller till exempel konsumtionsområden där kopplingen mellan klimatpåverkan och ekonomin inte är tydlig.
- Konsumtionsområden som har stora utsläpp eller stor potential att minska klimatpåverkan.
- Konsumtionsområden där det finns tillförlitliga datakällor tillgängliga.
- Konsumtionsområden med stor andel utsläpp i andra länder.

Därutöver finns flera konsumtionsområden och andra analyser över klimatpåverkan från konsumtion som skulle vara intressanta och viktiga att utveckla indikatorer för framöver. Det finns konsumtionsområden som ej prioriterats, antingen för att utsläppen anses vara relativt små, för att ytterligare analyser krävs eller för att statistik i dagsläget är bristfällig.

Du kan läsa mer om motiveringen av valda konsumtionsområden och indikatorer i redovisningen av regeringsuppdraget "Mätmetoder och indikatorer för att följa upp konsumtionens klimatpåverkan"<sup>303</sup>.

### **Personbilar (bilen) – andelen fossilfria personbilar behöver öka**

Utsläppen från personbilar har minskat med 21 procent sedan 1990. Utsläppsminskningen beror framförallt på en ökad användning biobränsle och energieffektivare motorer. Dessa minskningar har dock dämpats av ett ökade transportarbete för personbilar. För en djupare analys av utsläppen från inrikes transporter se avsnitt 3.2.

Andelen fossilfria personbilar i trafiken har ökat rejält sedan början på 2000-talet, men från en låg nivå. Antalet etanol-, gas-, el- och hybridbilar har ökat kraftigt men från låga nivåer. 2017 fanns det cirka 4,8 miljoner bilar i Sverige. Det är framförallt etanolbilar och så kallade flexifuelbilar (bilar som kan tanka både etanol och bensin) som står för den största ökningen, men antalet etanol och flexifuelbilar har mattats av sedan 2010 efter det att etanolboomen dog ut. På senare år är det antalet elhybrid- och gasbilar som har ökat mest. Även försäljningen av rena elbilar har ökat men från låga nivåer.

Vilket transportslag vi väljer att transporter oss med är viktigt för att få ett mer klimatsmart samhälle. Persontransporterna domineras av personbilar följt av järnväg och busstransporter. Alla transportslag har ökat men spårväg har ökat mest (70 procent) sedan 2000 och lägst ökning syns för cykel (4 procent). För att minska utsläppen från persontransporterna behövs både styrmedel och åtgärder som styr konsumenten till mer klimatsmarta val av transportmedel. Du kan

---

<sup>303</sup> <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Redovisade-2019/Matmetoder-for-konsumtionens-klimatpaverkan/>

läsa mer om styrmedel och åtgärder för transportsektorn i Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan<sup>304</sup>.

### **Livsmedel (biffen) – en grönare kost snabbar på omställningen**

Kött och mejeriprodukter samt ägg står för cirka 65 procent av den totala klimatpåverkan från livsmedel utifrån ett livscykelperspektiv. Grönsaker, frukt och övriga livsmedel står för de resterande utsläppen. Vad vi äter har förändrats en hel del sedan 1990-talet. Konsumtionen av fågel har tredubblats och ökar stadigt, nötk- och griskonsumtionen har också ökat med 83 respektive 40 procent sedan 1990 jämfört med 2017. Dagens svenska konsumtion av kött orsakar utsläpp om cirka 0,9 ton växthusgaser per person och år.<sup>305</sup>

Idag äter vi i genomsnitt drygt 600 gram rött kött och charkprodukter per person och vecka i Sverige. Livsmedelsverkets aktuella kostråd rekommenderar att vi äter maximalt 500 gram per person och vecka för att minska risken för tjock- och ändtarmscancer.<sup>306</sup> World Cancer Research Fund (WCRF) rekommenderar ett ännu lägre medelintag – högst 300 gram per vecka.<sup>307</sup>

Att minska matsvinnet och ändra konsumtionen är ett strategiskt område för att minska klimat- och miljöpåverkan. Du kan läsa mer om styrmedel och åtgärder för livsmedel och jordbruket i Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan.<sup>308</sup>

### **Bostaden – materialproduktion och uppvärmning står för stor klimatpåverkan**

Våra fastigheter, både bostäder och lokaler, ger upphov till utsläpp om totalt 21 miljoner ton koldioxidekvivalenter, varav 12,8 miljoner ton sker i Sverige. I detta ingår både byggverksamheten, från materialproduktion till byggandet och rivning av byggnader, fastighetsförvaltning i form av underhåll samt uppvärmningen av fastigheter.<sup>309</sup>

I takt med att byggnaderna blir mer energieffektiva och att utsläppen från uppvärmningssystemen minskar blir utsläppen från byggskedet allt viktigare för att bedöma byggnaders klimatpåverkan utifrån ett livscykelperspektiv. Aktörer inom bygg- och fastighetssektorn har stora möjligheter att påverka klimatutsläppen från byggnader ur ett livscykelperspektiv.

---

<sup>304</sup> Naturvårdsverket, 2019b

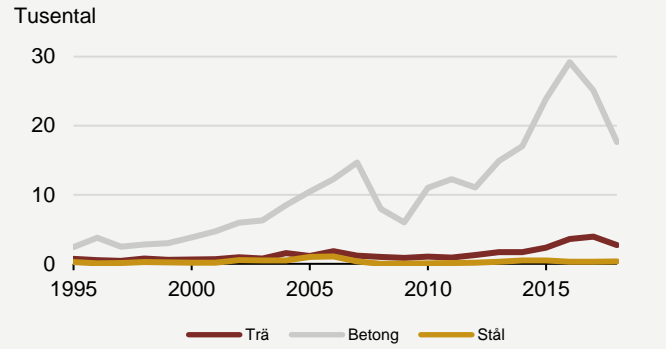
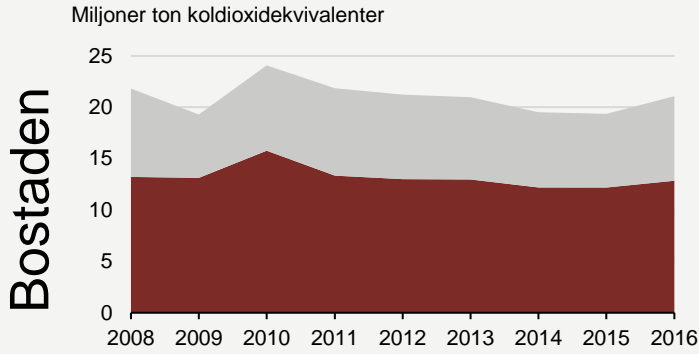
<sup>305</sup> Moberg, SLU. Underlag levererat till Naturvårdsverket. 2018.

<sup>306</sup> Livsmedelsverket, 2019

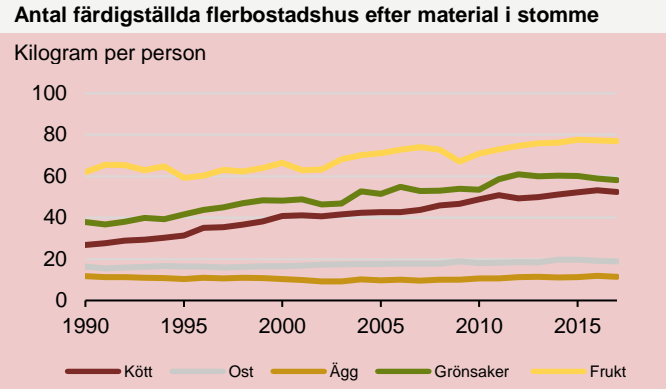
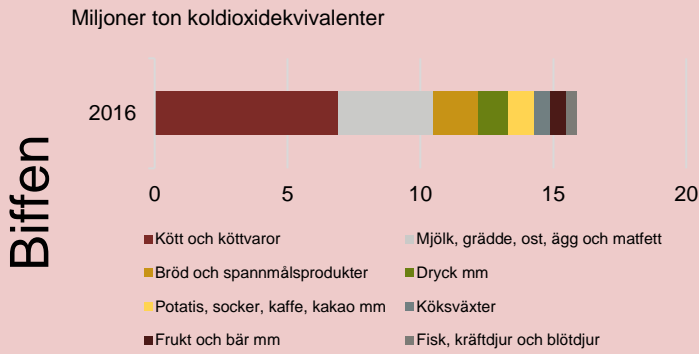
<sup>307</sup> WCRF, 2019

<sup>308</sup> Naturvårdsverket, 2019b

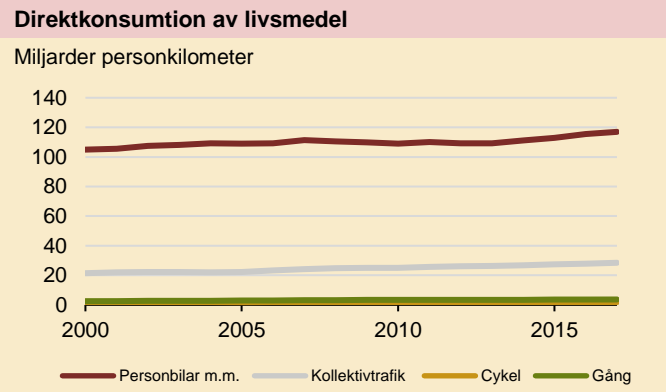
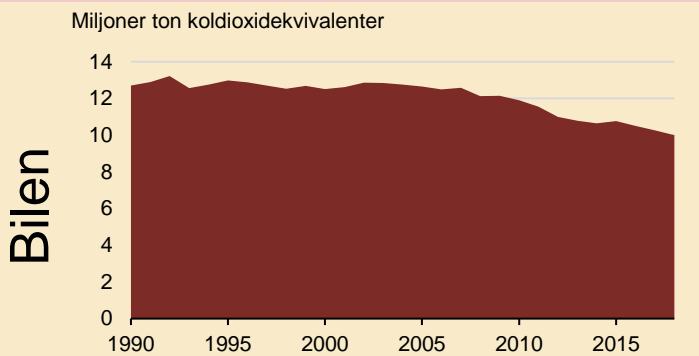
<sup>309</sup> Naturvårdsverket och Boverket, 2019.



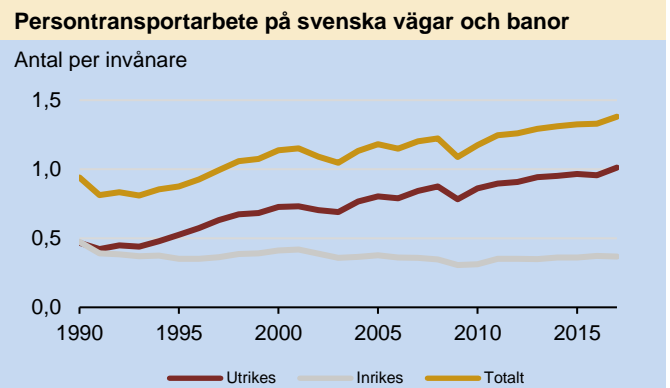
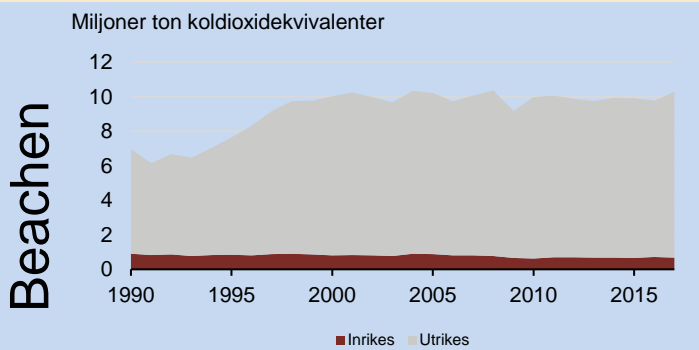
#### Klimatpåverkan från bygg- och fastighetssektorn



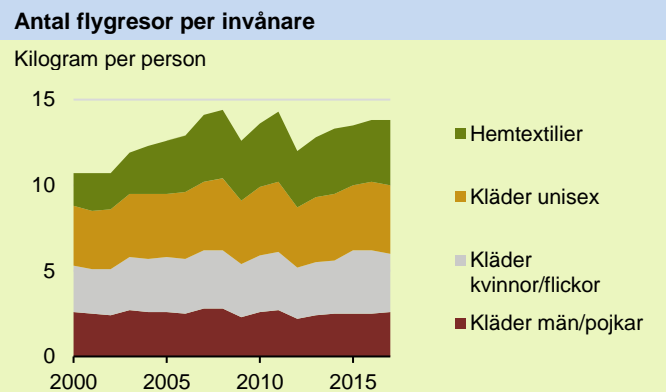
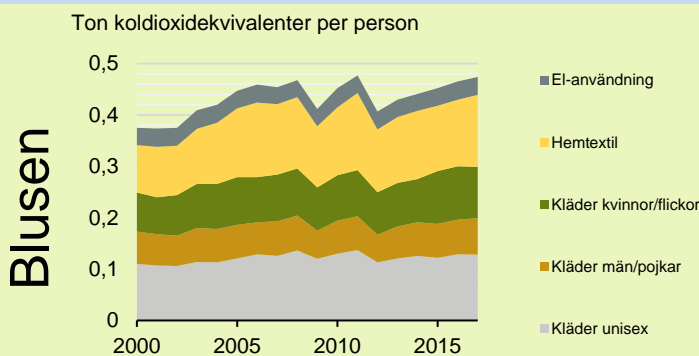
#### Klimatpåverkan från konsumtion av livsmedel



#### Territoriella utsläpp från personbilar i Sverige



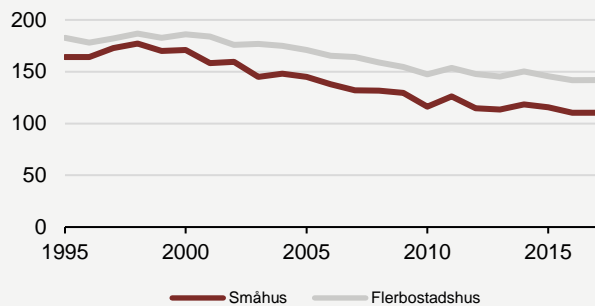
#### Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor



#### Klimatpåverkan från kläder och textilier

#### Textilkonsumtion per person

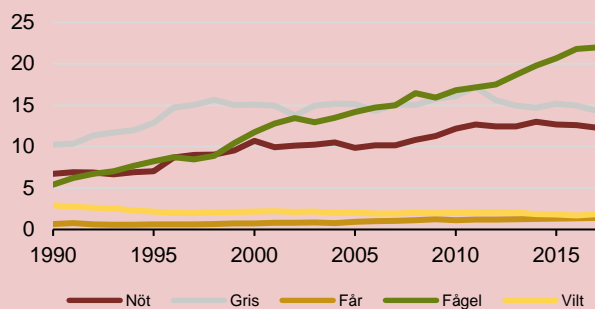
Kilowatt-timme per kvadratmeter



Byggnadet och förvaltning av byggnader står för stora utsläpp av växthusgaser från materialproduktion och uppvärmning av byggnader. Åtgärder behövs för att minska utsläppen längs byggnaders och boendets livscykel samt för att kunna förena en framtida hög byggtakt med Sveriges klimatmål.

Temperaturkorrigerad energianvändning i bostäder

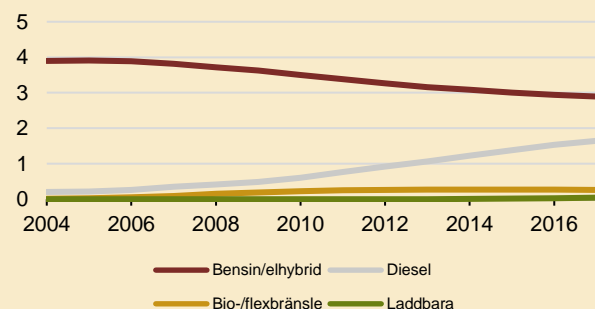
Kilogram per person



Den sammanvägda bedömningen av livsmedelsindikatorerna är att det finns en stor potential att minska klimatpåverkan genom en förändrad kost och minskat matsvinn, framför allt utifrån utsläppen från utlandet.

Direktkonsumtion av köttprodukter

Miljoner



Det finns en stor potential att minska transportsektorns utsläpp genom ökad elektrifiering och biobränsleanvändning. Ett mer transporteffektivt samhälle och genom en överflyttning till fossilfria transporter är också viktig för att klara klimatmålen.

Personbilar i trafik efter drivmedel

Vi i Sverige flyger fem gånger mer än de globala genomsnittet och för många av oss innebär flyget det största enskilda klimatavtrycket som vi har. Antalet flygningar behöver minska om utsläppen av växthusgaser ska kunna minskas i tillräcklig takt.

Textil har en stor miljöpåverkan för att produktionen kräver en stor användning av kemikalier och vatten men även stark markanvändningspåverkan genom bekämpningsmedel. Förändrade konsumtionsmönster genom till exempel återbruk, återanvändning och second hand kan minska miljö- och klimatpåverkan i produktionsledet.



Åtgärder inom uppvärmning och materialproduktion är särskilt viktiga för att sektorn ska nå netto-noll utsläpp på sikt. Du kan läs mer på i Boverkets och Naturvårdsverkets PM Klimatscenarier för bygg- och fastighetssektorn.<sup>310</sup>

### **Flygresor (beachen) – domineras av våra privata resor**

Den svenska befolkningens totala klimatpåverkan från flygresor, inklusive höghöjdseffekten är 10 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år. Det motsvarar cirka 1 ton per person och år. Klimatpåverkan har ökat med nästan 50 procent och antalet utrikesflygningar har fördubblats sedan tidigt 1990-tal. Uppgången i början på 1990-talet beror till stor del på avregleringen av den europeiska flygmarknaden. Tjänsteresor står för cirka en femtedel av klimatpåverkan från svenska befolkningens utrikes flygresor och resterande är privata resor.

Antalet flygresor som Sveriges befolkning gör har ökat med 120 procent sedan år 1990. Antalet inrikes flygningar och dess klimatpåverkan har däremot i princip legat stilla sedan år 1990. Den långsammare ökningen av utsläppen jämfört med ökningen av antalet flygresor kan bland annat förklaras av en effektivisering. En stor del av effektiviseringen ligger i en ökning av kabinfaktorn, det vill säga att flygplanen reser med färre tomma stolar. Även effektiviseringen av motorer och förbättring av aerodynamiken har dämpat uppgången.

Vid längre flygrutter är den tekniska utmaningen större för el- och hybridplan och tillgången på biobränsle för det internationella flygandet är än så länge mycket begränsat pga. bristande produktionskapacitet. De långa resorna sker dessutom i regel på högre marschhöjd där höghöjdseffekterna uppstår, oavsett om bränslet har ett biogent eller fossilt ursprung. Det finns dock potential att modifiera bränslen i syfte att minska höghöjdseffekten. Detta kan gälla både biobränslen och fossila bränslen.<sup>311</sup> Läs mer om styrmedel och åtgärder för det internationella flyget och sjöfarten i kapitel 5.

### **Textilier (byxan) – har stor miljöpåverkan vid produktionen**

Att producera textilier orsakar inte bara utsläpp av växthusgaser utan även miljöpåverkan genom användning av stora mängder råvaror, kemikalier och vatten samt utsläpp till mark och vatten vid fiberproduktion såväl som vid framställning av material och produkter.<sup>312</sup>

Resultaten av en livscykelanalys som Naturvårdsverket låtit genomföra visar att den totala klimatpåverkan av svenskarnas textilkonsumtion är cirka 4,2 miljoner ton eller 0,4 ton per person och år. Utsläppen har ökat sedan år 2000 på grund av att konsumtionen ökat av importerade textilier.

---

<sup>310</sup> Naturvårdsverket och Boverket, 2019

<sup>311</sup> SOU 2019:11

<sup>312</sup> Roos, 2016.

Den svenska textilkonsumtionen (exkl. privatimport och egen produktion i Sverige) var 13,9 kg år 2017. Konsumtionen av textilier har ökat med drygt 3 kg per person och år sedan 2000. Textilkonsumtionen följer konjunktursvängningarna i den svenska ekonomin.

Naturvårdsverket genomför tillsammans med Konsumentverket och Kemikalieinspektionen informationskampanjen *Textilsmart* i syfte att öka konsumenternas kunskap om textiliers miljö och hälsopåverkan och ge tips och råd för att inspirera konsumenter till mer hållbara val. Informationskampanjen *Textilsmart* lanserades i september 2019 och kommer att pågå under 2020. Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen driver sedan 2017 det egeninitierade myndighetsinitiativet *Dialog för en mer hållbar textil värdekedja med fokus på miljö och kemikalier* i syfte att i samverkan med textilbranschen, forskare, andra myndigheter och berörda aktörer minska miljö- och hälsopåverkan i hela den textila värdekedjan från produktionen och konsumtionen till avfallshanteringen och främja mer hållbara, resurseffektiva och giftfria kretslopp. Gemensamma insatser kan göra det möjligt att komma längre än vad enbart lagstiftning kan åstadkomma.

### **Exporten – ett annat lands konsumtionsutsläpp**

Sverige är en öppen ekonomi och har ungefär lika stor import som export, sett till det totala värdet av importerade respektive exporterade produkter och tjänster.<sup>313</sup> Med såväl import som export följer även klimatpåverkan. Man kan se klimatpåverkan som exporten ger upphov till som konsumtionsbaserade utsläpp för andra länder. Det som räknas som export för Sverige är import för ett annat land.

Utsläppen som uppstått för att tillhandahålla de varor och tjänster som Sverige exporterar uppgick till omkring 72 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2017. Klimatpåverkan från exporten av produkter och tjänster omfattar både utsläpp i Sverige och i andra länder eftersom Sveriges exporterande företag behöver importera insatsvaror (exempelvis råvaror, transporttjänster och halvfabrikat) för att kunna producera sina varor och tjänster eller färdiga produkter som sedan exporteras vidare. Insatsvaror kan vara däck till produktionen av en bil, trä till produktionen av möbler eller papper till produktionen av en tidning. Utsläpp till följd av importen av insatsvaror och färdiga produkter stod för omkring 64 procent av de totala till följd av exporten år 2017. I jämförelse med den import som sker för konsumtion i Sverige så är en betydligt större del av importen som sker för att exporteras vidare framförallt insatsvaror.<sup>314</sup>

De branscher som står för de största utsläppen i Sverige för produktionen av exportvaror är järn, stål och metall, transporttjänster (sjöfart) massa och papper, livsmedel, raffinaderier, etc. När det gäller importen av insatsvaror för export, som har importerats till Sverige, förädlats och sedan exporterats, så är det

---

<sup>313</sup> SCB, 2019f.

<sup>314</sup> SCB, 2019f

raffinaderierna, järn, stål och metall, kemi, maskintillverkning och fordonstillverkning som står för de största andelarna. Utsläpp i andra länder från import av produkter som direkt exporteras gäller främst branscherna kemi, livsmedel (fisk), kläder, raffinaderier och elektriska apparater (inkl. datorer).<sup>315</sup>

---

<sup>315</sup> SCB, 2016

## 5 Fördjupning om olika sätt att beräkna utsläpp från utrikes transporter

De utsläpp som utrikes transporter, via sjöfart och flyg från Sverige, ger upphov till omfattas varken av nationella eller internationella klimatåtaganden. Det finns dock inga legala hinder att inkludera dessa utsläpp i nationella klimatmål, vilket exempelvis Storbritannien och Finland har gjort.

International Civil Aviation Organization (ICAO) är ett FN-organ för internationellt flyg. ICAO har satt upp två mål för att begränsa sin klimatpåverkan. Det första är att från 2009 ska (medlemsländernas i ICAO) flygflottor bli i genomsnitt 1,5 procent bränsleeffektivare per år. Det andra är att en klimatneutral tillväxt i växthusgasutsläppen från och med 2020 ska uppnås. För att kunna uppnå en klimatneutral tillväxt kommer ICAO att skapa ett system för kompensationsåtgärder i andra sektorer. Systemet kallas för CORSIA vilket står för *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*. Inom CORSIA ska flygbolag kunna köpa utsläppsrätter som motsvarar en växthusgasutsläppsminskning i en annan sektor och del av världen. Systemet omfattar dock dels bara de utsläpp som *överstiger* 2019–2020 års utsläpp – det är alltså bara *ökningen* av utsläpp från flyget som kommer att kompenseras, och dels omfattas inte inrikes flyg eller klimatpåverkan till följd av den så kallade höghöjdseffekten. Systemet kommer således att täcka endast en mycket liten del av flygets globala klimatpåverkan.

Sedan år 2010 ingår europeiskt flyg (flygningar med start och landning i EU:s medlemsländerna) i EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS). EU-ETS har dock av flera skäl en i praktiken ganska marginell påverkan på flygets utsläpp, trots att priserna på utsläppsrätterna stiger.

Sverige har sedan 2019 infört en flygskatt på passagerare. Transportstyrelsen utreder möjligheten till miljödifferentialiserad landningsavgift. Trafikanalys utreder tillsammans med flertalet myndigheter möjligheten till klimatdeklaration för långväga resor.

International Maritime Organization (IMO) är ett FN-organ för internationell sjöfart. IMO har satt upp som mål att utsläppen av växthusgaser ska halveras till 2050 utifrån 2008 årsnivå. EU har också ett mål om att EU:s sjöfart ska minska sina klimatpåverkande utsläpp med 40 procent (om möjligt med 50 procent) från 2005 till 2050.

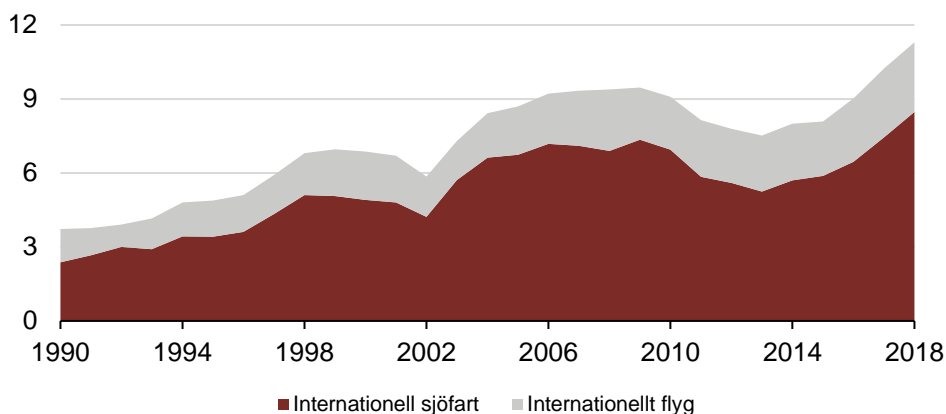
Utsläpp från internationell bunkring motsvarar de utsläpp som fartyg och flygplan, som har tankat i Sverige, släpper ut på väg till en destination utanför Sveriges

gränser. Dessa utsläpp säger ingenting om Sveriges befolknings personflygresor eller förändringar av transportarbetet till och från svenska hamnar. För att uppskatta Sveriges befolknings klimatpåverkan (inkl. höghöjdseffekten) från personflygresor används statistik om antalet flygresor och resvaneundersökningar.

### Utsläppen till följd av internationell bunkring ökar

Utsläppen till följd av internationell bunkring i Sverige uppgick år 2018 till 11,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter, vilket är tre gånger så mycket som utsläppsnivån år 1990. Utsläppen av växthusgaser från bränslen som används till utrikes sjöfart och flyg vilka utgår från Sverige, även kallad internationell bunkring, bidrar till betydligt större utsläpp än den inhemska sjöfarten och flyget.

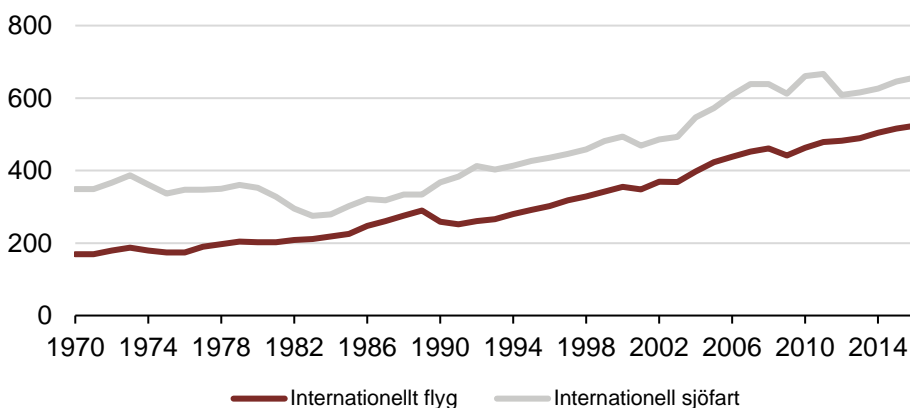
Miljoner ton koldioxidekvivalenter



Figur 79: Växthusgasutsläpp från utrikes transporter. Källa: Naturvårdsverket, 2019a

Bränsle som tankas återspeglar endast utsläppen från just tankningen i Sverige och tar inte hänsyn till flygresans mål och fullständiga längd eller flygresor vars tankningar skett utanför Sverige.

Miljoner ton koldioxid



Figur 80: Globala utsläpp från internationella bunkringsbränslen från flyg- och sjöfart. Källa: European Commission, Joint Research Centre och PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017

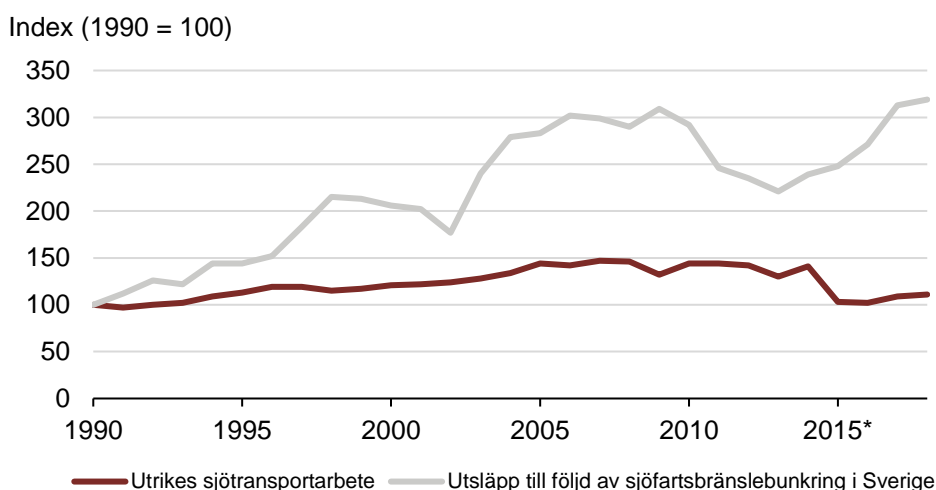
Globalt har bunkringen från internationella flygresorna och sjöfartstransporterna ökat drastiskt sedan 1990-talet. Ett ökande internationellt resande från framförallt Afrika, Latinamerika, Mellanöstern och Sydostasien driver på ökningen och en ökade handel med gods ökar de internationella sjöfartsutsläppen.

### Stadig ökning av tankning till internationell sjöfart

Utsläppen från internationell sjöfartsbunkring uppgick 2018 till 8,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter vilket är 256 procent högre än år 1990 och en ökning med 14 procent jämfört med 2017. 90 procent av den svenska exporten och importen transporteras någon gång med sjöfart i transportledet.<sup>316</sup>

Figur 81 visar hur bunkringen för internationell sjöfart från svenska bränsledistributörer, har utvecklats sedan 1990 jämfört med transportarbetet för utrikes sjötransporter i tonkilometer under samma period. Som framgår av Figur 81 nedan är sambandet relativt svagt. Från 1990 till 2018 har det internationella gods-transportarbetet ökat med cirka 2 procent medan bunkringen i Sverige har ökat med 256 procent. Godstransportarbetet för sjöfart med utrikes sjöfart minskade med en procent mellan 2018 och föregående år samtidigt som sjöfartsbunkringen ökade med 14 procent.

Att sambandet är svagt kan på ett övergripande sätt förklaras med att den internationella fartygstrafiken fritt kan välja var de vill bunkra sitt bränsle längs sina rutter. Runt Sveriges kuster finns det två större distributörer av fartygsbränslen. De konkurrerar bland annat med leverantörer i Danmark, Norge, Tyskland och Ryssland.



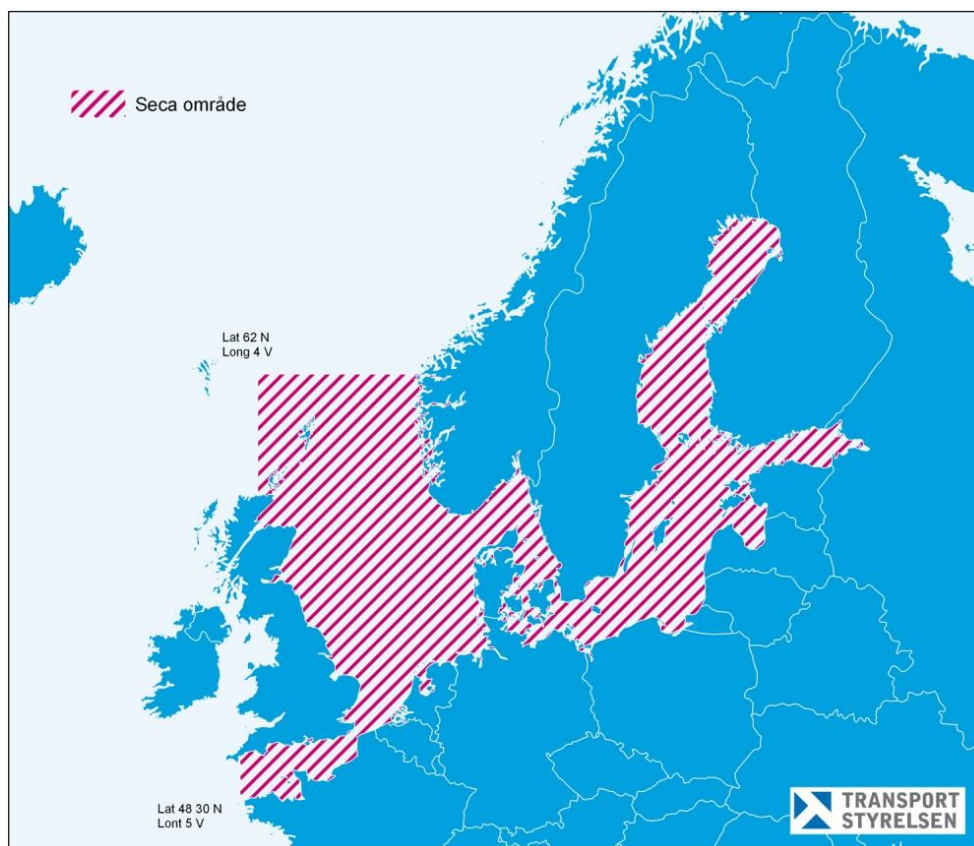
**Figur 81: Utsläpp till följd av bunkringen för internationell sjöfart från svenska bränsledistributörer jämfört med transportarbetet för utrikes sjötransporter under perioden 1990–2018. Källor: Naturvårdsverket, 2018c, och Trafikanalys, 2018f. \*Tidseriebrott från och med 2015 och framåt. Avståndsberäkningarna genom förs med hjälp av AIS-data**

<sup>316</sup> Tillväxtanalys, 2010

Att transportarbetet för fartyg till svenska hamnar minskar medan utsläppen ökar kan förklaras med att:

- Svenska aktörer har vunnit marknadsandelar på bunkringsmarknaden dels genom att de var tidigt ute med att kunna erbjuda låg-svavelhaltigt bränsle och dels för att ett stort konkurrerande danskt företag gick i konkurs 2014.
- Vid produktionen av låg-svavelhaltigt bränsle uppstår biprodukten restolja (eldningsolja 2–5). Denna produktionen av restolja har ökat på grund av större efterfrågan på låg-svavelhaltigt bränsle där restolja sedan sålts som billigare hög-svavelhaltigt bränsle.
- Hur mycket rederierna väljer att bunkra i Sverige har också att göra med hur bränslepriset i Sverige förhåller sig jämfört med andra länder och fartygets rutter i övrigt.

Internationella fartyg kan ha uppdelade bränsletankar vilket gör att fartyget kan tanka hög-svavelhaltigt bränsle i Sverige som sedan kan användas utanför SECA<sup>317</sup>-området, se Figur 82.



Figur 82. Det streckade området visar det havsområde där strängare gränsvärden gäller för utsläpp av svaveloxider från fartyg. Grafik: Transportstyrelsen, 2017

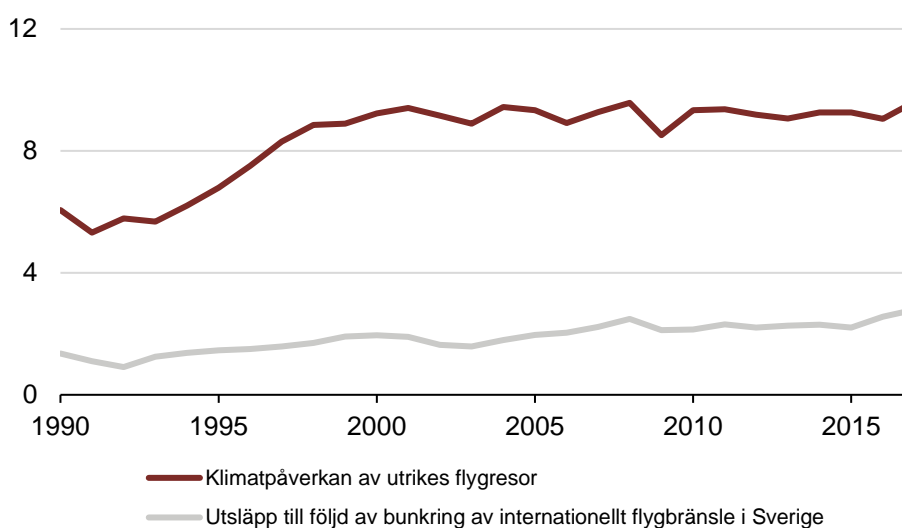
<sup>317</sup> Sulphur Emission Control Areas (SECA), är ett utsläppskontrollområde till sjöss där man beslutat om obligatoriska metoder för att minska fartygsgenererade luftutsläpp av NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> och partiklar, utan med Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen.

### Flygresors klimatpåverkan är stor

De uppskattade totala utsläppen från svenska invånarens internationella flygresor år 2017 var cirka 10 miljoner ton koldioxidekvivalenter. De uppskattade utsläppen inkluderar klimatpåverkan på hög höjd<sup>318</sup> och är baserade på resvaneundersökningar samt antalet flygresor under perioden 1990–2017.<sup>319</sup>

Växthusgasutsläppen från flygets internationella bunkring var 2,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2018 (exkl. höghöjdseffekten), vilket är mer än en dubbling mot 1990 års nivå och 1 procent högre jämfört med föregående år.

Miljoner ton koldioxidekvivalenter



**Figur 83: Utrikes personflygs klimatpåverkan jämfört med utsläpp till följd av bunkring av flygbränsle i Sverige. Källa: Kamb och Larsson, 2018, och Naturvårdsverket, 2018b**

Den största bränsleåtgången för en flygresa är i regel vid start och landning. För en kort flygresa blir klimatutsläpp från start och landning mycket större i relation till hela resan jämfört med en lång resa. Teknikutveckling möjliggör dock alltmer bränslesnåla landningar, så kallade gröna inflygningar.

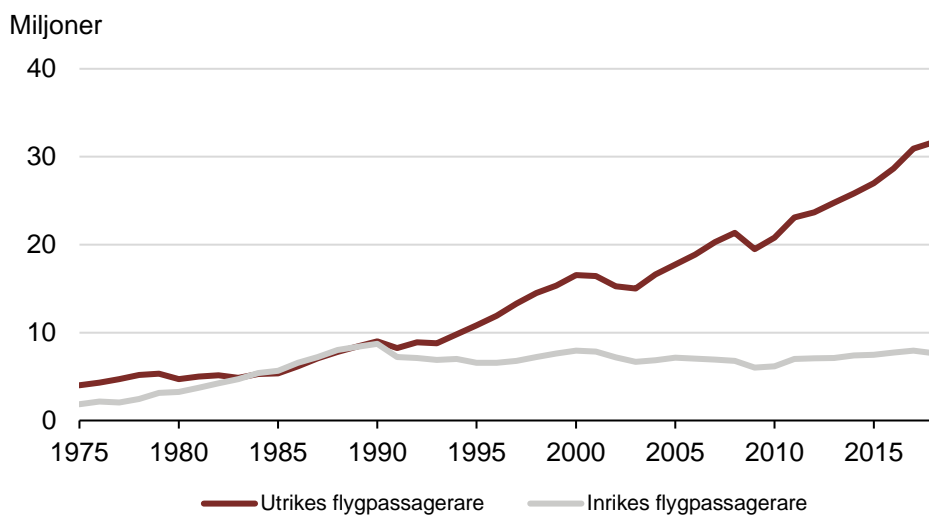
I snitt flyger varje svensk invånare cirka 1,4 ggr per år enligt uppgifter från 2017, vilket kan jämföras med början på nittioalet då vi flög i snitt en gång per år. Merparten av svenskarnas flygande sker inom Europa. I snitt är medelsvenskens utsläpp från internationellt flyg cirka 1,1 ton koldioxidekvivalenter per person och år (inkl. höghöjdseffekten), vilket är fem gånger mer än det globala genomsnittet.<sup>320</sup>

<sup>318</sup> Vid förbränning av bränsle vid hög höjd (över cirka 8 000 meter) fördubblas i genomsnitt klimateffekten av klimatgaserna jämfört med förbränning vid marknivå. Klimateffekten kommer framför allt från bildandet av kväveoxider och vattenånga i atmosfären och benämns ofta som höghöjdseffekten. Vid förbränning av biobränsle finns det forskning som tyder på att höghöjdseffekten är något lägre jämfört med konventionellt flygbränsle.

<sup>319</sup> Kamb och Larsson, 2018

<sup>320</sup> Kamb och Larsson, 2018





Figur 84: Ankommande och avresande flygpassagerare vid svenska flygplatser, 1975–2018. Källa: Trafikanalys, 2019c

## 6 Källförteckning

- Andersson, M., Pyk, F., 2019. Measures to strengthen the EU ETS. WSP. (Kommande)
- Antikainen, Maria, Teuvo Uusitalo, Päivi Kivikytö-Reponen. 2018. Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>
- Avfall Sverige 2017. Svensk Avfallshantering 2017. [https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user\\_upload/Publikationer/svensk\\_avfallshantering\\_2017.pdf](https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/Publikationer/svensk_avfallshantering_2017.pdf)
- Benhelal, E., Zahedi, G., Shamsaei, E., Bahadori, A., 2013. Global strategies and potentials to curb CO2 emissions in cement industry. *J. Clean. Prod.* 51, 142–161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.049>
- Black-Samuelsson, S., Eriksson, H., Henning, D., Janse, G., Kaneryd, L., Lundborg, A. & Niemi Hjulfors, L., 2017. Bioenergi på rätt sätt – om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder. Rapport av Skogsstyrelsen, Energimyndigheten, Jordbruksverket och Naturvårdsverket. Rapport 10, Skogsstyrelsen. 2017.
- Boverket, 2019. Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuellt-status/vaxthusgaser/>
- Börjesson, 2016. Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi. Lunds universitet. <https://lup.lub.lu.se/search/publication/68d4b9bd-160f-46fa-9072-70737c0e9b21>
- Carbon Market Watch 2019. Avoiding A Carbon Crash: How to phase out coal and strengthen the EU ETS. [https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2019/09/CMW\\_AvoidingACarbonCrash.pdf](https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2019/09/CMW_AvoidingACarbonCrash.pdf)
- Cementa, 2019. Nollvision 2030 - Nollvision för koldioxid <https://www.cementa.se/sv/nollvision2030>
- Ciel, 2019. Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet. <https://www.ciel.org/plasticandclimate/>
- Climate Strategies. 2019. Building Blocks for a Climate Neutral European Industrial Sector <https://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2019/10/Building-Blocks-for-a-Climate-Neutral-European-Industrial-Sector.pdf>
- Danish Energy Agency, 2017. Energy statistics 2017. <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energystatistics2017.pdf>
- EEA, 2019. EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1#tab-based-on-data>
- Ekonomistyrningsverket, 2017. Prognos Statens budget och de offentliga finanserna.; Skatteverket. Skatteverkets information om värdering av bilförmån för beskattningsåret 2018. 1–24 (2018).
- Ellen McArthur Foundation, 2017. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics & catalyzing action. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics-catalyzing-action>
- Energiföretagen, 2019. Brist på biobränslen och kall vinter syns i fjärrvärmestatistiken. <https://www.energiforetagen.se/pressrum/nyheter/2019/juni/brist-pa-biobranslen-och-kall-vinter-syns-i-fjarrvarmestatistiken/>
- Energimyndigheten, 2019a. Hinder för klimatomställning i processindustrin. ER 2019:20. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=145998>
- Energimyndigheten, 2019b. Energiläget i siffror 2019. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget>
- Energimyndigheten, 2019c. Användning av energivaror inom mineral- och tillverkningsindustri enligt SNI2007. [http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Industrins%20energianv%c3%a4ndning/-/EN0113\\_3B.px/?rxid=d5ae341e-f6a8-4806-99e6-764dbd36b202](http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Industrins%20energianv%c3%a4ndning/-/EN0113_3B.px/?rxid=d5ae341e-f6a8-4806-99e6-764dbd36b202)
- Energimyndigheten, 2019d. Energiindikatorer 2019 Uppföljning av Sveriges Energpolitiska mål. ER 2019:11 <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?resourceId=13341W>
- Energimyndigheten, 2019e. Så påverkades elproduktionen av den varma sommaren 2018. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-paverkades-elproduktionen-av-den-varma-sommaren-2018/>
- Energimyndigheten, 2019f. Fler vindkraftverk men minskad elproduktion 2018. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/fler-vindkraftverk-men-minskad-elproduktion-2018/>
- Energimyndigheten, 2019g. Statistikdatabas Nätanslutna solcellsanläggningar, antal och installerad effekt, fr.o.m. år 2016. [http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Natanslutna%20solcellsanlaggningar/-/EN0123\\_1.px/](http://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Natanslutna%20solcellsanlaggningar/-/EN0123_1.px/)
- Energimyndigheten 2019h, Drivmedel 2018, ER 2019:14. <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/drivmedel-2018.pdf>
- Energimyndigheten 2019i. Scenarier av Sveriges energisystem 2018. ER 2019:07. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?resourceId=133529>
- Energimyndigheten, 2018a. Omvärldsbevakning – biodrivmedelsmarknaden. <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/om-oss/lagesrapporter/biobransle/pm---omvarldsbevakning-biodrivmedelsmarknaden.pdf>
- Energimyndigheten, 2018b. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag. ER 2018:02. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=104205>
- Energimyndigheten, 2018c. Industrins processrelaterade utsläpp av växthusgaser och hur de kan minskas ER 2018:24. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Test.ashx?ResourceId=5771>
- Energimyndigheten, 2018d. Produktion och användning av biogas och rötrester år 2018. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=151383>
- Energimyndigheten, 2018e. Energiläget i siffror 2018. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget>

- Energimyndigheten, 2018f. Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-smahus-flerbostadshus-och-lokaler/>
- Energimyndigheten, 2018g. Energiindikatorer 2018. ER 2018:11. <https://epi6.energimyndigheten.se/PageFiles/54644/Energiindikatorer%202018.pdf>
- Energimyndigheten, 2018h. Energieffektivisering. <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering>
- Energimyndigheten, 2017a. Transportsektorns energianvändning 2016. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/transport>
- Energimyndigheten 2017b. Rapport 2017:07. Strategisk plan för hur transportsektorn ska bli fossilfri. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/strategisk-plan-for-hur-transportsektorn-ska-bli-fossilfri/>
- Energimyndighet, 2017c. Produktion och användning av biogas och rötresten år 2017. ES 2018:01. <https://www.energiogas.se/library/2327/produktion-och-anvaendning-av-biogas-och-roetresten-aar-2017.pdf>
- Energimyndigheten, 2017d. Energiläget I siffror 2017. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget>
- Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2013/525 av den 21 maj 2013 om en mekanism för att övervaka och rapportera utsläpp av växthusgaser och för att rapportera annan information på nationell nivå och unionsnivå som är relevant för klimatförändringen och om upphävande av beslut nr 280/2004/EG (EUT L 165, 18.6.2013, s. 13)
- Europe Climate Action Network, 2006. National Allocation Plans 2005-7: Do they deliver. Key Lessons to Member States' for 2008 12. <http://www.caneurope.org/publications/blogs/63-nationalallocationplan>
- European Environment Bureau, 2019. Coolproducts Don't Cost The Earth. <https://eeb.org/library/coolproducts-report/>
- Europeiska kommissionen, 2018a. En ren jord åt alla – En europeisk strategisk långsiktig vision för en stark, modern, konkurrenskraftig och klimatneutral ekonomi. [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_sv](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_sv)
- Europeiska kommissionen, 2018b. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. [https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec\\_bioeconomy\\_strategy\\_2018.pdf](https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf)
- Europeiska kommissionen, 2019a. EU Emissions Trading System (EU ETS). [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en)
- Europeiska kommissionen, 2019b. Market Stability Reserve. [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform_en)
- Europeiska kommissionen, 2019c. Revision for phase 4 (2021-2030). [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en)
- Europeiska kommissionen, 2010. Company car taxation, copenhagen economics. [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation\\_paper\\_22\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/taxation_paper_22_en.pdf)
- Eurostat, 2019. Material Flows and Resource Productivity. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/material-flows-and-resource-productivity>
- EUTL, 2019. Utdrag ur ”European Union Transaction Log”. <https://ec.europa.eu/clima/ets/>
- Fossilfritt Sverige, 2018. Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft. <http://fossilfritt-sverige.se/pa-gang/fardplaner-for-fossilfri-konkurrenskraft/>
- Fossilfritt Sverige, 2019. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – sammanfattning av branschernas färdplaner. <http://fossilfritt-sverige.se/wp-content/uploads/2019/03/sammanfattningsrapport2019.pdf>
- Guellac och Pottelsberghe de la Potterie, 1997. Does Government support stimulate private R&D? OECD Economic Studies No. 29, 1997/II. [https://www.researchgate.net/publication/254454069\\_Does\\_Government\\_Support\\_Stimulate\\_Private\\_RD](https://www.researchgate.net/publication/254454069_Does_Government_Support_Stimulate_Private_RD)
- Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F. N., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., och Wolfram, P., 2019. Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics—a review. Environmental Research Letters, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>
- Hristov, A.N., Lee, C., Cassidy, T., Long, M., Heyler, L., Corl, B. & Forster, R., 2011. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 94:382–395. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21183049>
- Huppmann, et al., 2018. IAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by IIASA. <https://doi.org/10.22022/SR15/08-2018.15429>
- InfraSweden2030, 2018. Kalcinerade leror i framtida bindemedel för hållbara betonginfrastruktur (ClayBind). <https://www.infrasweden2030.se/project/kalcinerade-leror-i-framtida-bindemedel-for-hallbara-betonginfrastruktur/>
- IPCC, 2018. Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)] World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IVL, 2019. A climate neutral Swedish industry – An inventory of technologies (Kommande)
- IVL, 2017. Småreformer för miljöanpassat resande. IVL Rapport C 249. <https://www.ivl.se/download/18.449b1e1115c7dca013ae691/1502090423945/C249.pdf>
- IVA, 2019. Så klarar svensk industri klimatmålen. [https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201904-iva-vagval-for-klimatet-delrapport1-n\\_ver2.pdf](https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201904-iva-vagval-for-klimatet-delrapport1-n_ver2.pdf)
- Jalard M. och Alberola, E., 2015. <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2015/11/15-11-12-Etude-Climat-51-VEENG.pdf>
- Jernkontoret, 2019. Fakta och nyckeltal. <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/>

- Johanneberg science park, 2019. GROT - grenar och toppar som råvara till kemikalier och flytande bränsle.  
<http://www.johannebergsciencepark.com/node/17261>
- Jordbruksverket, 2018a. Gödselstödet. <https://nya.jordbruksverket.se/stod/fornybar-energi/godselgasstod>
- Jordbruksverket, 2018b. Jordbruksmarkens användning 2018, JO 10 SM 1802  
[http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik.%20fakta/Arealer/JO10/JO10SM1802/JO10SM1802\\_ikortadrag.htm](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik.%20fakta/Arealer/JO10/JO10SM1802/JO10SM1802_ikortadrag.htm)
- Jordbruksverket, 2015. Arealen åkermark minskar stadigt.  
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2015/06/11/arealen-akermark-minskar-stadigt/>
- Jordbruksverket, 2014a. Utsläpp av växthusgaser från torvmark. Rapport 2014:24.  
<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ra1424.html>
- Jordbruksverket, 2014b. Förslag till program för CAP:s miljöeffekter 2015–2019 - Uppföljning och utvärdering av den gemensamma jordbrukspolitiken. <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-isverige/regeringsuppdrag/2014/gemensam-jordbrukspolitik-cap/ru-caps-miljoeffekter.pdf>
- Jordbruksverket, 2012. Ett klimatvänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra12\\_35.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_35.pdf)
- Jordbruksverket, 2001. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem med grisar. Rapport 2001:13. [http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra01\\_13.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra01_13.pdf)
- Kamb, A. & Larsson, J., 2018. Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990 – 2017. Chalmers.  
[https://research.chalmers.se/publication/506796/file/506796\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/506796/file/506796_Fulltext.pdf)
- Livsmedelsföretagen, 2019. Den svenska livsmedelsindustrin lanserar gemensamt hållbarhetsmanifest  
<https://www.livsmedelsforetagen.se/den-svenska-livsmedelsindustrin-lanserar-gemensamt-hallbarhetsmanifest/>
- Livsmedelsverket, 2019. Kostråd och matvanor. <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad-och-matvanor/rad-om-bra-mat-hitta-ditt-satt/kott-och-chark>
- Marcu, A. et al., 2019. 2019 State of the EU ETS Report. <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2019/05/2019-State-of-the-EU-ETS-Report.pdf>
- Miljödepartementet, 2017. Ytterligare steg för att minska den globala uppvärmningen--världen fasar ut.  
<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/10/ytterligare-steg-for-att-minska-den-globala-uppvarmningen--varlden-fasar-ut-hfc/>
- Naturvårdsverket, 2019a. Växthusgasinventering. Naturvårdsverket och Statistiska centralbyrån.  
<http://www.naturvardsverket.se/klimatutslapp>
- Naturvårdsverket, 2019b. Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan. Rapport 6879  
<https://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6879-0/>
- Naturvårdsverket, 2019c. Fördjupad Utvärdering, Miljökvalitetsmålet Bara naturlig försurning, Rapport 6860.  
<http://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6860-8>
- Naturvårdsverket, 2019d. Vägledning om fluorerade växthusgaser. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Kemikalier-och-miljogifter/Fluorerade-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket, 2019e. Utsläpp i siffror. <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se>
- Naturvårdsverket, 2018a. Avfall i Sverige 2016.  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6839-4.pdf?pid=22595>
- Naturvårdsverket, 2018b. Fördjupad analys av svensk klimatstatistik. Rapport 6864.  
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6848-6.pdf?pid=23767>
- Naturvårdsverket, 2018c. Växthusgasinventering. <http://www.naturvardsverket.se/klimatutslapp>
- Naturvårdsverket, 2016a. Producerade trävaror samt bioenergi från svenskt skogsbruk.  
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Skog-producerade-travaror-och-bioenergi/>
- Naturvårdsverket, 2016b. Torvutvinnings och torv användningens klimat- och miljöpåverkan. Redovisning av regeringsuppdrag M2015/03518/Nm. <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/redovisade/ru-torv-skrivelse-slutversion-rattad-2016-06-29.pdf>
- Naturvårdsverket, 2015. Vägledning om producentansvar. <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Producentansvar/>
- Naturvårdsverket, 2012. Från avfallshandling till resurshushållning - Sveriges avfallsplan 2012-2017. Rapport 6502. <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6500/978-91-620-6502-7/>
- Naturvårdsverket, 2009. Waste Water treatment in Sweden. ISBN 978-91-620-8416-5. Sida 3.  
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/8400/978-91-620-8416-5/>
- Naturvårdsverket, 2006. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om innehållet i en kommunal avfallsplan och länsstyrelsens sammanställning (NFS 2006:6). (Ersatte SNFS 1991:3)  
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Foreskrifter-allmanna-rad/NFS/2006/NFS-20066---Innehallet-i-en-kommunal-avfallsplan-mm/>
- Naturvårdsverket och Boverket, 2019. Klimatscenarier för bygg- och fastighetssektorn - Förslag på metod för bättre beslutsunderlag. <http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/klimat-och-luft/klimat/PM-Klimatscenarier-bygg-fastighetssektorn.pdf>
- Nordiska ministerrådet, 2018. Nordiskt bioekonomiprogram - 15 åtgärdsplaner för en hållbar förändring  
<http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1222747&dswid=6750>
- Norwegian Water Resources and Energy Directorate, 2018. Electricity disclosure 2018.  
<https://www.nve.no/norwegian-energy-regulatory-authority/retail-market/electricity-disclosure-2018/>
- Material Economics, 2018. Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. <https://materialeconomics.com/publications/industrial-transformation-2050>
- Morfheldt, 2017. Tracking Emissions Reductions and Energy Efficiency in the Steel Industry. Kungliga Tekniska högskolan. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-205882>

- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency och European Commission, Joint Research Centre, 2017. Trends in global CO<sub>2</sub> emissions 2017 Report, The Hague. <http://www.pbl.nl/en/publications/trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions>
- Preem, 2019a. Case - CCS minskar CO<sub>2</sub>-utsläppen <https://www.preem.se/om-preem/hallbarhet/stabil-ekonomi/CCS-minskar-CO2-utslappen/>
- Preem, 2019b. Deklaration för samhällsviktig och framgångsrik verksamhet i en hållbar framtid. <https://www.preem.se/globalassets/om-preem/nyheter--media/rapporter-och-publikationer/bilaga-a-deklaration-verksamhet-preem-191029.pdf>
- Preem, 2019c. Preem ska bli världens första klimatneutrala oljebolag. <https://www.preem.se/om-preem/insikt-kunskap/2019/preem-ska-bli-varldens-forsta-klimatneutrala-oljebolag/>
- Profu, 2017. Beräkningar med TIMES-NORDIC inför Sveriges klimatrapportering (NC7), Profu i Göteborg AB, Mölndal.
- Proposition 2016/17:146 – Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige. [https://www.miljomal.se/global/24\\_las\\_mer/rapporter/regering/propositioner-mm/prop-2016-17-146.pdf](https://www.miljomal.se/global/24_las_mer/rapporter/regering/propositioner-mm/prop-2016-17-146.pdf)
- Proposition 2016/17:104. En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2017/01/prop.-201617104/>
- Quemin och Trotignon, 2019. Intertemporal emissions trading and market design. An application to the EU ETS. <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2019/01/working-paper-316-Quemin-Trotignon.pdf>
- Rise, 2019. Statens roll klimatomställning i processindustrin <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/statens-roll-klimatomstallning-i-processindustrin-1>
- Rogelj, J., Shindell, D., Jiang, K., Fifita, S., Forster, P., Ginzburg, V., Handa, C., Khesghi, H., Kobayashi, S., Kriegler, E., Mundaca, L., Séférian, R., och Vilariño, M. V., 2018. Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Roos, S., 2016. Advancing life cycle assessment of textile products to include textile chemicals: Inventory data and toxicity impact assessment. Doktorsavhandling. Chalmers tekniska högskola. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/246361/246361.pdf>
- Sandbag, 2019. Carbon price viewer. <https://sandbag.org.uk/carbon-price-viewer/>
- SCB, 2019a. Industriproduktionsindex (IPI). <http://www.scb.se/nv0402>
- SCB, 2019b. Antal nötkreatur i december 2018, Statistiska meddelanden, JO 23 SM 1901. <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Husdjur/JO23/JO23SM1901/JO23SM1901.pdf>
- SCB, 2019c. Jordbruksmarkens användning 2019. Statistiska meddelanden, JO 10 SM 1902. [https://www.scb.se/contentassets/7621acf8c91f4632a7861ec3af0e02a5/jo104\\_2019a01\\_sm\\_jo10sm1902.pdf](https://www.scb.se/contentassets/7621acf8c91f4632a7861ec3af0e02a5/jo104_2019a01_sm_jo10sm1902.pdf)
- SCB, 2019d. Försäljning av mineralgödsel för jord- och trädgårdsbruk under 2017/18, Statistiska meddelanden, MI 30 SM 1901. [https://www.scb.se/contentassets/1ced554a5cf742c38b241f4ceb6d220d/mi1002\\_2017b18\\_sm\\_mi30sm1901.pdf](https://www.scb.se/contentassets/1ced554a5cf742c38b241f4ceb6d220d/mi1002_2017b18_sm_mi30sm1901.pdf)
- SCB, 2019e. Folkmängden efter region, civilstånd, ålder och kön. År 1968 – 2018. [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_BE\\_BE0101\\_BE0101A/BefolkningNy/table/tableViewLayout1/?](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101A/BefolkningNy/table/tableViewLayout1/?)
- SCB, 2019f. Export, import och handelsnetto. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor/pong/tabell-och-diagram/export-import-och-handelsnetto/>
- SCB, 2019g. Miljöpåverkan från konsumtion efter produktgrupp SPIN 2007, användning och ämne. År 2008 – 2017. [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_MI\\_MI1301\\_MI1301F/MI1301MPSPIN/](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI1301_MI1301F/MI1301MPSPIN/)
- SCB, 2018a. Jordbruksmarkens användning 2019. Statistiska meddelanden, JO 10 SM 1802. <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Arealer/JO10/JO10SM1802/JO10SM1802.pdf>
- SCB, 2018b. Skörd av spannmål, trindsäd, oljevaxter, potatis och slättervall 2018. Statistik Meddelande, JO 16 SM 1901. <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Vegetabilieproduktion/JO16/JO16SM1901/JO16SM1901.pdf>
- SCB, 2017a. Den svenska materialkonsumtionen fortsätter att öka. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/miljoekonomi-och-hallbar-utveckling/miljorakenskaper/pong/statistiknyhet/materialflodesrakenskaper-20002016/>
- SCB, 2017b. Torv; produktion, användning och miljöeffekter. <http://www.scb.se/mi1002>
- SCB, 2016. Handel och klimatgaser – statistik, räkenskaper, modeller och några tolkningar. <https://www.scb.se/contentassets/e6b92f3ada804e8e9154682c45dd798f/mir-handel-klimat-160620.pdf>
- SEI, 2019. Building a resilient future. <https://www.sei.org/events/building-a-resilient-future/>
- Sitra, 2019. The role of the EU ETS in increasing EU climate ambition. <https://media.sitra.fi/2019/10/07112628/the-role-of-the-eu-ets-in-increasing-eu-climate-ambition.pdf>
- Skatteverket 2018a. Skatteverkets information om värdering av bilförmån för beskattningsåret 2018. 1–24. <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/364899.html>

- Skatteverket 2018b. Skattesatser för bränslen och el under 2019 – Tidigare skattesatser.  
<https://www.skatteverket.se/foretagochorganisationer/skatter/punktskatter/energiskatter/skattesatserochvaxelkurser.4.77dbcb041438070e0395e96.html>
- Skogsindustrierna, 2018. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Skogsnäringen  
<https://www.skogsindustrierna.se/siteassets/dokument/nyheter/fardplan-for-fossilfri-konkurrenskraft-skogsnaringen.pdf>
- Skogsindustrierna, 2019. Produktion och export av papper 2018.  
<https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/branschstatistik/papper-produktion-och-handel/>
- Skogsstyrelsen, 2019. Bruttoavverkning. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/bruttoavverkning/>
- Skogsstyrelsen, 2017. Bioenergi på rätt sätt. Rapport 2017/10. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2017/rapport-201710-bioenergi-pa-ratt-satt.pdf>
- Skogsstyrelsen, 2015. Skogsstatistisk årsbok 2014. <http://www.skogsstyrelsen.se/arsbok>
- SLU, 2019a. Riksskogstaxeringen statistikdatabasen Figur 1.7 – Totalt virkesförråd (1923-idag).  
[http://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OffStat/OffStat\\_AllMark\\_Virkesförråd/AM\\_Virkesf\\_tot\\_fig.px/?rxid=58c2bcab-641c-433c-94f0-9ba063a6cb28](http://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OffStat/OffStat_AllMark_Virkesförråd/AM_Virkesf_tot_fig.px/?rxid=58c2bcab-641c-433c-94f0-9ba063a6cb28)
- SLU, 2019b. Skogsdata.  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata\\_2019\\_webb.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2019_webb.pdf)
- SLU, 2019c. Scenarier för den svenska skogen och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser
- SLU, 2018. Helhetsgrepp på effekterna av skörd av stubbar och GROT. <https://www.slu.se/ew-nyheter/2018/5/helhetsgrepp-pa-effekterna-av-skord-av-stubbar-och-grot/>
- SMED, 2019. Kartläggning av plastflöden i Sverige.  
[https://www.ivl.se/download/18.20b707b7169f355daa77278/1560882539303/SMED%20Rapport%202019\\_Kartl%C3%A4ggning%20av%20plastavfallsfl%C3%B6den.pdf](https://www.ivl.se/download/18.20b707b7169f355daa77278/1560882539303/SMED%20Rapport%202019_Kartl%C3%A4ggning%20av%20plastavfallsfl%C3%B6den.pdf)
- SMED, 2018a. Metod- och kvalitetsbeskrivning för geografiskt fördelade emissioner till luft, SMED Rapport Nr 10, 2018. <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/nationell-emissionsdatabas/metod--och-kvalitetsbeskrivning/>
- SMED, 2018b. Rapport nr 13. Uppdatering av nationella emissionsfaktorer för övrigt sektorn.
- SMHI 2019. Klimatindikator nederbörd. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887>
- SOU 2019:11. Biojet för flyget.  
<https://www.regeringen.se/493238/contentassets/6d591e58fd9b4cad8171af2cd7e59f6f/biojet-for-flyget-sou-201911>
- SOU 2018:84. Det går om vi vill - förslag till en hållbar plastanvändning. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2018/12/sou-201884/>
- SOU 2005:51. Bilen, biffen, bostad: Hållbara laster - smartare konsumtion.  
<https://www.regeringen.se/49bb8a/contentassets/b45b24cd21144e3193749b9b278d661c/bilen-biffen-bostaden--hallbara-laster-smartare-konsumtion>
- SPBI, 2010. Energiinnehåll, densitet och koldioxidemission.  
<https://spbi.se/uppslagsverk/fakta/berakningsfaktorer/energiinnehall-densitet-och-koldioxidemission/>
- SSAB, 2019. HYBRIT – Toward fossil-free steel. <https://www.ssab.se/ssab-koncern/hallbarhet/hallbarverksamhet/hybrit>
- Statistics Finland, 2018. Appendix figure 1. Electricity generation by energy source 2018.  
[http://www.stat.fi/til/salatuo/2018/salatuo\\_2018\\_2019-11-01\\_kuv\\_001\\_en.html](http://www.stat.fi/til/salatuo/2018/salatuo_2018_2019-11-01_kuv_001_en.html)
- Steinbach, N., Palm, V., Cederberg, C., Finnveden, G., Persson, L., Persson, M., Berglund, M., Björk, I., Fauré, E., Timmer, C., 2018. Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikationer för uppföljning. Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE. Stockholm: Naturvårdsverket.  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6842-4.pdf?pid=23308>
- Svensk betong, 2019. <https://www.svenskbetong.se/hallbarhet/karbonatisering>
- Svensk Vatten Utveckling, 2015. Minska utsläpp av växthusgaser från rening av avlopp och hantering av avloppsslam. [http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport\\_2015-02.pdf](http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2015-02.pdf)
- Sveriges lantbruksuniversitet, 2018a. Skogsdata 2017 – Tema Skogens kolförråd.  
[https://pub.epsilon.slu.se/14487/27/skogsdata\\_2017\\_170905.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/14487/27/skogsdata_2017_170905.pdf)
- Sveriges lantbruksuniversitet, 2018b. Riksskogstaxeringen. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/>
- Swerea, 2015. Framtidens industri - vart vi är på väg och varför.  
[https://www.swerea.se/sites/default/files/publications/framtidens\\_industri.pdf](https://www.swerea.se/sites/default/files/publications/framtidens_industri.pdf)
- Sweco, 2019. Klimatneutral konkurrenskraft.  
[https://www.svensktnaringsliv.se/Bilder\\_och\\_dokument/klimatneutral-konkurrenskraft-kvantifiering-av-atgarder-i-klimatf\\_729540.html/BINARY/Klimatneutral%20konkurrenskraft%20-%20kvantifiering%20av%20C3%A5tg%20C3%A4rder%20i%20klimatf%20C3%A4rdplaner.pdf](https://www.svensktnaringsliv.se/Bilder_och_dokument/klimatneutral-konkurrenskraft-kvantifiering-av-atgarder-i-klimatf_729540.html/BINARY/Klimatneutral%20konkurrenskraft%20-%20kvantifiering%20av%20C3%A5tg%20C3%A4rder%20i%20klimatf%20C3%A4rdplaner.pdf)
- Söderholm, 2012. Ett mål flera medel – Styrmedelskombinationer i klimatpolitiken för resonemang om läreffekter och kunskapsläckage. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A996626&dsid=5113>
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A., 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43.  
<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-43-en.pdf>
- Tillväxtanalys, 2018a. Metaller och deras betydelse för produkters klimatavtryck  
<https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.6f15c8d16854162f48d7bf0/1549527470513/Metaller%20och%20deras%20betydelse%20f%C3%B6r%20produkters%20klimatavtryck.pdf>

- Tillväxtanalys, 2018b. Vad är statens roll i omställningen till klimatneutrala konstruktionsmaterial? <https://www.tillvaxtanalys.se/publikationer/pm/pm/2018-03-27-vad-ar-statens-roll-i-omstallningen-till-klimatneutrala-konstruktions-material.html>
- Tillväxtanalys, 2019. Omställningen till en processindustri med mycket låga växthusgasutsläpp.
- Tillväxtanalys, 2010. Sveriges sjöfartssektor – En viktig del i maritim strategi. [https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.201965214d8715afd134b62/1432645117092/Rapport\\_2010\\_03.pdf](https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.201965214d8715afd134b62/1432645117092/Rapport_2010_03.pdf)
- Trafikanalys, 2019a. Trafikarbete på svenska vägar. <https://www.trafa.se/vagtrafik/trafikarbete/>
- Trafikanalys, 2019b. Fordon 2018. Uppföljning av de transportpolitiska målen 2019. Rapport 2019:6. [https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2019/rapport-2019\\_6-uppfoljning-av-de-transportpolitiska-malen-2019.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2019/rapport-2019_6-uppfoljning-av-de-transportpolitiska-malen-2019.pdf)
- Trafikanalys, 2019c. Fordon på väg, Fordonsstatistik. <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>
- Trafikanalys, 2019d. Luftfart 2018. <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/luftfart/2018/tabellverk-luftfart-2018.xlsx>
- Trafikanalys, 2018b. Fordonsstatistik månadsfil. [https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/fordon/manadsfil/trafikanalys\\_1810.xlsx](https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/fordon/manadsfil/trafikanalys_1810.xlsx)
- Trafikanalys, 2017. Prognoser för fordonsflottans utveckling i Sverige. Trafikanalys Rapport 2017:8. <https://www.trafa.se/vagtrafik/prognoser-for-fordonsflottans-utveckling-7462/>
- Trafikanalys 2016a. Statistik över fordonsflottans utveckling – delredovisning av regeringsuppdrag. Rapport 2016:13. [https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2016/rapport-2016\\_13-statistikover-fordonsflottans-utveckling---delredovisning-av-regeringsuppdrag.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2016/rapport-2016_13-statistikover-fordonsflottans-utveckling---delredovisning-av-regeringsuppdrag.pdf)
- Trafikanalys, 2016b. Urbana godstransporter. PM 2016:5. [http://www.trafa.se/globalassets/pm/pm-2016\\_5-urbana-godstransporter.pdf](http://www.trafa.se/globalassets/pm/pm-2016_5-urbana-godstransporter.pdf)
- Trafikverket, 2019. Klimatbarometern. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/energi-och-klimat/Klimatbarometer/>
- Trafikverket, 2017. Förslag till nationell plan för transportsystemet 2018–2029. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planer-och-beslutsunderlag/Nationell-planering/nationell-transportplan-2018-2029/>
- Trafikverket, 2016. Styrmedel och åtgärder för att minska transportsystemets utsläpp av växthusgaser-med fokus på transportinfrastrukturen. *Trafikverket* Publikation 2016:043 (2016). [https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11711/RelatedFiles/2016\\_043\\_styrmedel\\_atgarder\\_minska\\_utslapp\\_vaxthusgaser\\_20160208.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11711/RelatedFiles/2016_043_styrmedel_atgarder_minska_utslapp_vaxthusgaser_20160208.pdf)
- Transportstyrelsen, 2017. Svavelkontrollområde (SECA). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Miljo-och-halsa/Luftforening/SOx---svaveloxider/Kommande-krav/>
- UNFCCC, 2019. Greenhouse Gas Inventory Data – Time Series. <https://di.unfccc.int/>
- WCRF, 2019. Limit red and processed meat. <https://www.wcrf.org/dietandcancer/recommendations/limit-red-processed-meat>
- WSP, 2019. Kartläggning Stöd till industrins omställning. (Kommande)
- Åhman, M., Nikoleris, A., Nilsson, L.J., 2012. Decarbonising industry in Sweden - an assessment of possibilities and policy needs (No. Report No. 77). Lund, Sweden. <http://portal.research.lu.se/portal/files/3340144/3363055.pdf>
- Åhman, M., Nilsson, L. J., & Andersson, F. N. G., 2013. Industrins utveckling mot netto-nollutsläpp 2050 (IMES/EES Rapport 88). Lund University. <https://portal.research.lu.se/portal/files/4226696/4113898.pdf>

## Bilaga: Detaljerade data

**Tabell A: Territoriell statistik. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

	2018 (tusen ton)	Andel i total, 2018	Förändring sen 1990	Förändring sen 2017
<i>Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk</i>	-41 994		22%	-2%
<i>Utrikes transporter (internationell bunkring)</i>	11 300		203%	11%
<i>  Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)</i>	1 626	3%	188%	-4%
<i>    Avfall</i>	1 246	2%	-67%	-6%
<i>    Arbetsmaskiner</i>	3 123	6%	-6%	-5%
<i>Egen uppvärmning av bostäder och lokaler</i>	885	2%	-90%	-4%
<i>  El och fjärrvärme</i>	4 907	9%	-24%	8%
<i>  Jordbruk</i>	6 790	13%	-11%	-3%
<i>  Inrikes transporter</i>	16 463	32%	-15%	-2%
<i>  Industri</i>	16 739	32%	-19%	-2%
<b><i>Totala territoriella utsläpp</i></b>	<b>51 779</b>		<b>-27%</b>	<b>-1,8%</b>

**Tabell B: Handlande och icke-handlande sektorer. Källa: Naturvårdsverket, 2019a**

	2018 (tusen ton)	Förändring sen 1990	Förändring sen 2005	Förändring sen 2017
<i>Icke-handlande sektorn</i>	31 400	-32%	-25%	-3,5%
<i>  Inrikes transporter (exkl. Inrikes flyg)</i>	15 940	-22%	-21%	-2,3%
<i>Handlande sektorn</i>	20 379		-18%	1,0%
<i>  Inrikes flyg</i>	523		-21,1%	-4,1%
<i>  Anläggningar</i>	19 856		-17%	1,1%

**Tabell C: Konsumtionsbaserad statistik. Källa: SCB, 2019g**

	2017 (tusen ton)	Förändring sen 2008	Förändring sen 2016
<i>Konsumtionsbaserade utsläpp i Sverige</i>	37 290	-9%	-1%
<i>Konsumtionsbaserade utsläpp i andra länder</i>	52 490	-10%	6%
<b><i>Totala konsumtionsbaserade utsläpp</i></b>	<b>89 779</b>	<b>-10%</b>	<b>3%</b>



# Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen 2019

RAPPORT 6911

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6911-7  
ISSN 0282-7298

## Industrin i fokus

Den här rapporten innehåller en fördjupad analys av trender i den svenska klimatomställningen med industrin i fokus. Här redovisas utvecklingen från 1990 till 2018 för territoriella utsläpp av växthusgaser och nettoupptag av växthusgaser och klimatpåverkan till följd av svensk konsumtion.

För att nå Sveriges långsiktiga mål – att nå nettoneutralitet i utsläpp av växthusgaser senast 2045 – behövs en omfattande omställning inom industrin. Industrin står redo och det offentliga erbjuder betydande medel för ny teknik, men den politiska styrningen ger inte tillräckliga incitament för att genomföra omställningen. Rapporten analyserar framtidsscenarier för industrins klimatomställning, möjliga bidrag från resurseffektiviserande åtgärder, biomassans roll i omställningen samt hur incitamenten begränsas av gratis tilldelning av utsläppsrätter och vilka finansiella stöd som finns tillgängliga för omställningen.

Naturvårdsverket har, på eget initiativ, tagit fram denna rapport för att följa upp utvecklingen mot de svenska klimatmålen och klimataspekter av Generationsmålet. Statistiken som publiceras i rapporten ligger till grund för uppföljningen av de nationella klimatmålen i klimatredovisningen som bilaga till budgetpropositionen, uppföljning av Sveriges miljömål samt internationell rapportering till EU och FN.

