

KLIMATET VINNER PÅ TILLVÄXT



TIMBRO

JONAS GRAFSTRÖM
JANUARI 2023

OM FÖRFATTAREN

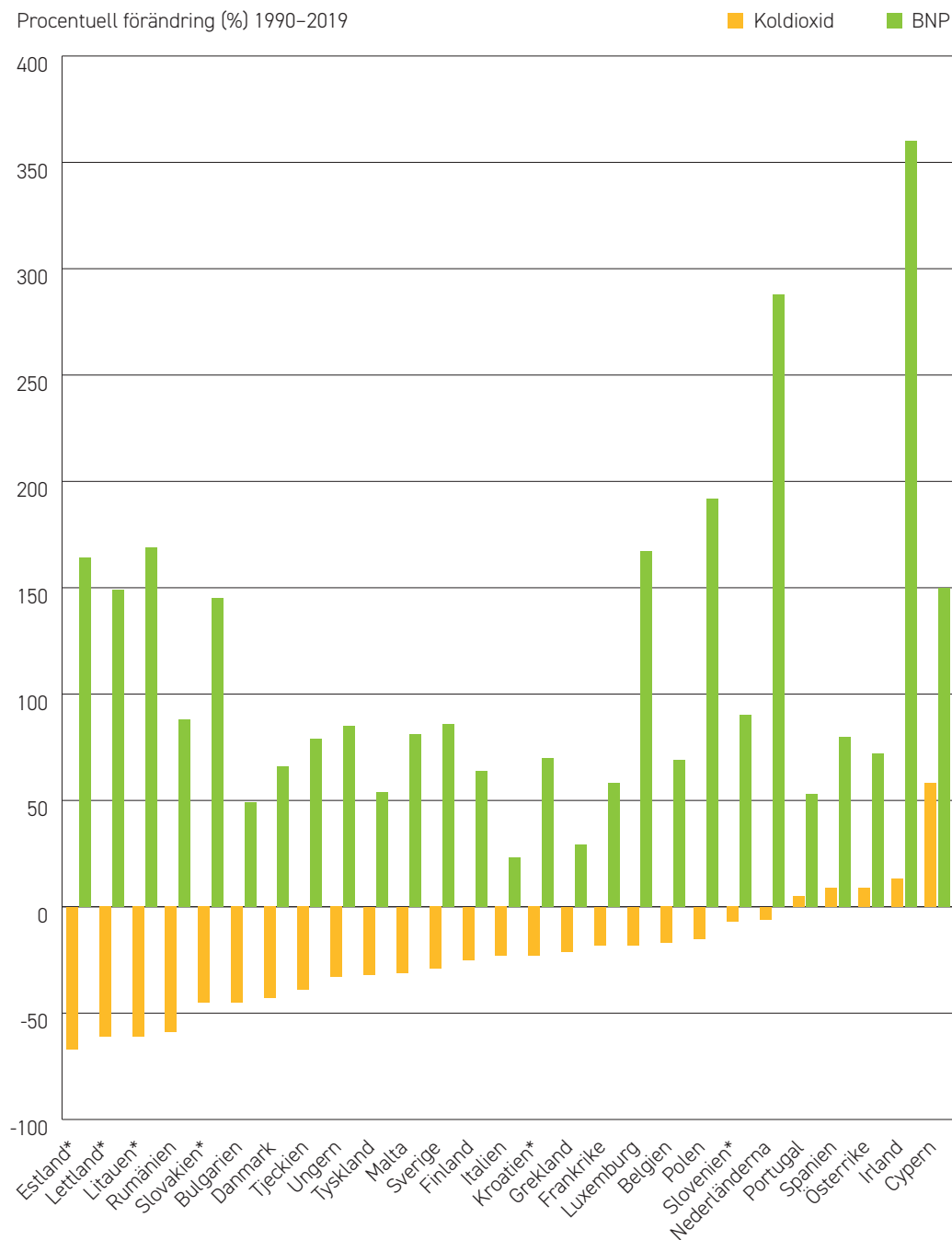
Fil. dr Jonas Grafström är forskare inom nationalekonomi på Ratio. Hans forskning handlar om teknikutveckling med fokus på miljö och arbetsmarknad. Han är bland annat författare till *Mer för mindre? Tillväxt och hållbarhet i Sverige* och *Moderna tider 4.0*.



SAMMANFATTNING

- Många oroar sig för att förbättringar för klimatet och miljön står mot tillväxt. Enligt vissa måste tillväxten stanna för att miljön ska kunna räddas. Men verkligheten visar att det inte stämmer.
- Mellan 1990 och 2019 fördubblades nästan den svenska ekonomin medan koldioxidutsläppen minskade med 29 procent och befolkningen växte med 1,6 miljoner.
- Av de 26 svenska luftföroreningar som Naturvårdsverket kartlagt har 24 minskat i absoluta tal under perioden 1990–2018. I genomsnitt har minskningen varit 52 procent.
- Mellan 1990 och 2020 har utsläppen från personbilar minskat med 27 procent.
- Mängden koldioxid som används per BNP-enhet i Sverige har gått ner med närmare 60 procent sedan 1990.
- För de 27 EU-länderna har koldioxidutsläppen sammanlagt minskat med 25 procent mellan 1990 och 2019, samtidigt som ekonomin växt med 63 procent.
- I nästan hälften av de europeiska länderna har koldioxidutsläppen minskat med åtminstone en tredjedel mellan 1990 och 2019, samtidigt som BNP ökat kraftigt.
- Den totala svenska energianvändningen har legat stilla i 50 år. Globalt har energiefterfrågan legat stilla i OECD och EU, men stigit kraftigt i resten av världen.
- Den svenska elanvändningen, som är en del av energianvändningen, ökade med 0,07 procent mellan 1990 och år 2020.
- I miljöindexet Environmental Performance Index (EPI) har 124 av 180 länder fått en förbättrad miljö de senaste tio åren.

UTVECKLING KOLDIOXIDUTSLÄPP OCH BNP I EU27 1990-2019.



* Några länder bildades eller blev självständiga efter 1990. För Estland, Lettland, Litauen, Kroatien, Slovenien och Slovakien är startår för BNP-datan 1995.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
INTRODUKTION	6
VAD PÅVERKAR UTSLÄPPEN?	7
TILLVÄXT OCH KOLDIOXID	8
Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser	10
Energi	11
Miljö	13
TEKNIKUTVECKLINGENS ROLL	15
Exempel 1: Bilar och transporter	16
Exempel 2: Mindre och mindre amerikanskt e-avfall	18
Negativa utsläpp behövs	19
SLUTSATSER	21
REFERENSER	22
APPENDIX	25

INTRODUKTION

I boken *Factfulness* (2018) visar Hans Rosling, tillsammans med Ola Rosling och Anna Rosling Rönnlund, att människor tenderar att felbedöma läget i världen.¹ Oavsett om det är experter eller folk i allmänhet som tillfrågas tror de att situationen är värre än den i själva verket är. När det gällde frågor som fattigdom, barnadödlighet och läskunnighet tror såväl experter som allmänheten inte bara att utvecklingen är sämre än den är, utan att den går åt fel håll.²

Det var en ögonöppnare. Inspirerade av Rosling skrev jag och Christian Sandström boken *Mer för mindre? Tillväxt och hållbarhet i Sverige* (2020). När vi presenterade resultat ur boken fann vi – likt Rosling – att människor tror att koldioxidutsläppen stadigt stiger i Sverige och Europa som en konsekvens av att ekonomin har växt. Tvärt emot vad många tror har i själva verket utsläppen minskat samtidigt som den svenska ekonomin växt. Mellan 1990 och 2019 fördubblades nästan den svenska ekonomin och befolkningen växte med 1,6 miljoner – samtidigt som koldioxidutsläppen minskade med 29 procent.³

Det finns många som känner en enorm hopplöshet gällande klimatfrågan.⁴ Andra känner ångest inför en utveckling de uppfattar som negativ och hotfull, vilket gör dem beredda att acceptera – eller får dem att kräva – politiska åtgärder som inte bara är verkningslösa utan riskerar att i själva verket skada miljön och klimatet.

Det är ett faktum att koldioxidutsläppen ökar globalt. För att hålla den globala uppvärmningen under två grader kommer de globala utsläppen av växthusgaser snabbt att behöva minska för att nå nettonoll år 2050, med negativa utsläpp därefter.⁵

Men i många länder har denna utveckling redan inletts, med utsläpp som sedan flera årtionden har rört sig nedåt.⁶

I flera länder har utsläpp och ekonomisk tillväxt absolut frikopplats, vilket innebär att ekonomin fortsätter att växa medan utsläppen minskar.⁷ Att högre välstånd per automatik kräver mer energi, material och avfall är en föreställning som ibland tas för given.⁸ Denna rapport visar hur välståndet i själva verket kan gå upp samtidigt som energi- och resursnyttjande går ner.

Det främsta fokuset är på koldioxidutsläpp, men rapporten lyfter även andra miljöframgångar. Utgångspunkten är utvecklingen mellan år 1990 och 2019 (covidåret 2020 är inte en rimlig jämförelsepunkt eftersom den stora nedgången i koldioxidutsläpp i vissa länder förmodligen inte är permanent). Startåret 1990 väljs utifrån att det är måttstocken i Kyotoprotokollet samt första tillgängliga året i många dataserier.⁹

1 Rosling Rönnlund, A, Rosling, H & Rosling, O (2018).

2 Pinker, S. (2012).

3 SCB (2020a).

4 Liljemalm, A. (2019).

5 IPCC, (2018).

6 Världsbanken, (2022).

7 Hubacek, K., Chen, X., Feng, K., Wiedmann, T., & Shan, Y. (2021).

8 Holdren, J. P., & Holdren, P. R. E. P. (1971).

9 SCB, (2020c).

VAD PÅVERKAR UTSLÄPPEN?

Förenklat kan utsläpp sägas bero på utvecklingen av tre faktorer: befolkningen, välståndet samt tekniken som välståndet skapas med.

Världens befolkning år 2020 var 7,75 miljarder och förväntas nå 9,8 miljarder omkring år 2050.¹⁰

¹¹ Tanken att planetens befolkning kommer att öka med mer än ett nytt Stockholm i veckan fram till år 2050 är svindlande.

Det finns i teorin tre sätt att uppnå nollutsläpp och sedan negativa utsläpp. Ett är att frikoppla välstånd och koldioxidutsläpp från varandra med ny teknik, så att människors livskvalitet kan fortsätta förbättras medan utsläppen minskar. Ett annat är att minska välståndet. Ett tredje är befolkningsminskning, vilket troligtvis ger liknande resultat, men det är knappast önskvärt eller genomförbart.¹²

Detsamma gäller att minska välståndet. Det globala välståndet förväntas stiga framöver, och prognoser pekar på fortsatt global ekonomisk tillväxt under kommande årtionden.¹³ Det är en positiv utveckling, som kommer att göra det möjligt för människor i utvecklingsländer att ta del av den livskvalitet vi är vana vid i västvärlden. Att bromsa en sådan utveckling vore fel. Somliga menar att vi i stället borde minska välståndet i rika länder, så att det totala välståndet slutar öka. Även det är moraliskt svårförsvarligt, dels med tanke på konsekvenserna det skulle få för välfärden, dels för att det skulle innebära en enorm inskränkning av den enskilda individens frihet då denne skulle hållas tillbaka från att skapa värde för andra.

Det är inte heller realistiskt att tro att det går att hålla människor i armod genom tvång. Den mänskliga strävan efter att förbättra sin situation är svår att reglera bort, och det vore oetiskt att försöka. Konstnärer ska inte tvingas sluta måla, fors-

karen ska inte få forskningsförbud, om någon vill bygga en sommarstuga ska vederbörande få göra det och om någon vill starta ett företag ska denne kunna göra det. Alla dessa aktiviteter är ekonomiska aktiviteter som ryms inom begreppet BNP, och det är dessa aktiviteter det gäller när tillväxtmotståndare talar om att minska tillväxten.

Varken att minska välståndet eller att minska planetens befolkning är alltså någon bra idé. Vad som däremot kan förändras – och måste förändras – är den tredje faktorn bakom utsläpp: hur välståndet skapas. För det krävs teknikutveckling. Vi kan ha både befolkningsökning och stigande välstånd om energianvändningen eller koldioxidinnehållet i energianvändningen går mot noll, vilket det finns potential för.^{14 15}

$$CO_2 = \text{Befolkning} * \frac{BNP}{\text{Befolkning}} * \frac{\text{Energianvändning}}{BNP} * \frac{CO_2}{\text{Energianvändning}}$$

Denna ekvation gör att växthusgasutsläpp (från energiproduktion som står för en betydande del av de globala koldioxidutsläppen) kan brytas ned till en produkt av befolkningsstorlek, BNP per capita, BNP:s energiintensitet och energiproduktionens koldioxidintensitet. I rapporten kommer vi se att en framtid är möjlig där energin är koldioxidfri och mindre energi går åt för varje enhet av välstånd, och att BNP-tillväxt kan kombineras med en förbättrad miljö.

¹⁰ Världsbanken, (2021).

¹¹ United Nations Department of Economic and Social Affairs, (2017).

¹² Mann, C. (2018).

¹³ IMF, (2021).

¹⁴ Baseras på Holdren, J. P., & Ehrlich, P. R. (1974).

¹⁵ Lenaerts, K., Tagliapietra, S., & Wolff, G. B. (2021).

TILLVÄXT OCH KOLDIOXID

Redan 1956 konstaterades det att blott 15 procent av tillväxten i den amerikanska ekonomin mellan 1870–1950 kunde härledas till större naturresursförbrukning.¹⁶ Resterande 85 procent var i stället konsekvensen av olika former av produktivitetsförbättringar. Liknande siffror har även framförts av nobelpristagare som Robert Solow (1957) och 2018 års pristagare Paul Romer (1990).¹⁷

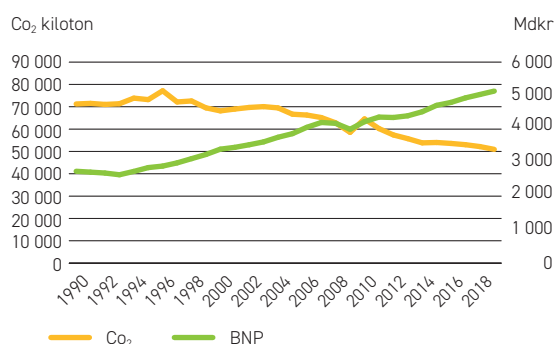
Tillväxt betyder inte bara ökad kvantitet utan även ökad kvalitet. När förbättringar av en produkt innebär att priset sjunker är en vanlig missuppfattning att efterfrågan på varan därmed alltid kommer att öka. Ta exempelvis LED-lampan, som sänker energiförbrukningen med uppemot 80 procent och håller 15 gånger längre jämfört med 90-talets glödlampor.¹⁸ Möjligen låter vi lampan stå på lite längre i dag, men inte motsvarande energibesparingen. Inte heller installerar vi fem gånger så många lampor i hemmet bara för att vi kan göra det utan att förbruka mer energi än vi tidigare gjorde på en glödlampa. En löneökning leder inte till att vi köper en extra mobiltelefon utan möjligen en bättre, men där förbättringen inte innebär mer hårdvara utan snarare mjukvara. Det går med andra ord att konsumera mer utan att miljön försämras, men det spelar roll hur något konsumeras och på vilket sätt saker tillverkas.

Det finns alltså hopp, speciellt om man ser till Sverige. I Sverige har ökat välbstånd och förbättrad miljö kombinerats under de senaste 30 åren (se figur 1). BNP har ökat kraftigt samtidigt som koldioxidutsläppen minskat. Utsläppen inom Sveriges gränser var 50,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter¹⁹ år 2019, en minskning på 2,4 procent jämfört med föregående år. Jämfört med 1990 innebär det en minskning med 29 procent.

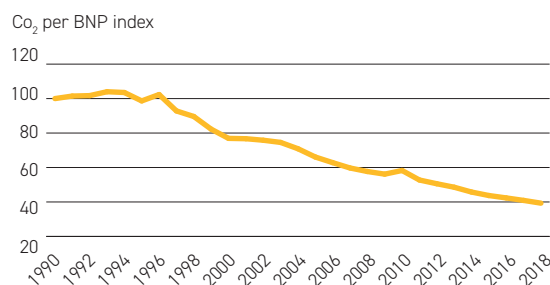
Omvandlar man informationen till ett index med startår 1990 framgår det att mängden koldioxidekvivalenter som används per BNP-enhet i Sverige har minskat med närmare 60 procent

(figur 2). Data från Världsbanken visar en liknande utveckling globalt.

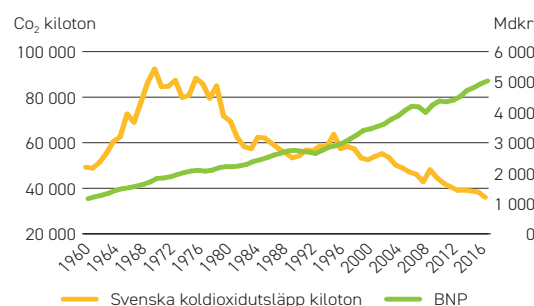
I figur 3 visas en längre tidsserie av BNP och koldioxidutsläpp. Siffrorna för utsläppen kommer från Världsbanken, vilket ger ett något annorlunda värde men samma mönster. Utsläppspeaken inföll på 1960-talet och har sedan dess sjunkit. Att utsläppen initialt ökar när ekonomin växer, för att sedan plana ut och minska, är ett mönster som setts i många andra ekonomier.



Figur 1: Svenska koldioxidutsläpp (1000 ton) samt BNP (miljarder kronor). Källa: Naturvårdsverket (2020) och SCB (2022).



Figur 2: Index av koldioxidanvändning per BNP-enhet i Sverige. Källa: Naturvårdsverket (2019) och SCB (2022), egna beräkningar.



Figur 3: Svenska koldioxidutsläpp (1000 ton) samt BNP (miljarder kronor) i ett längre perspektiv. Källa: Världsbanken (2022) och SCB (2022).

16 Abramovitz, M. (1956).

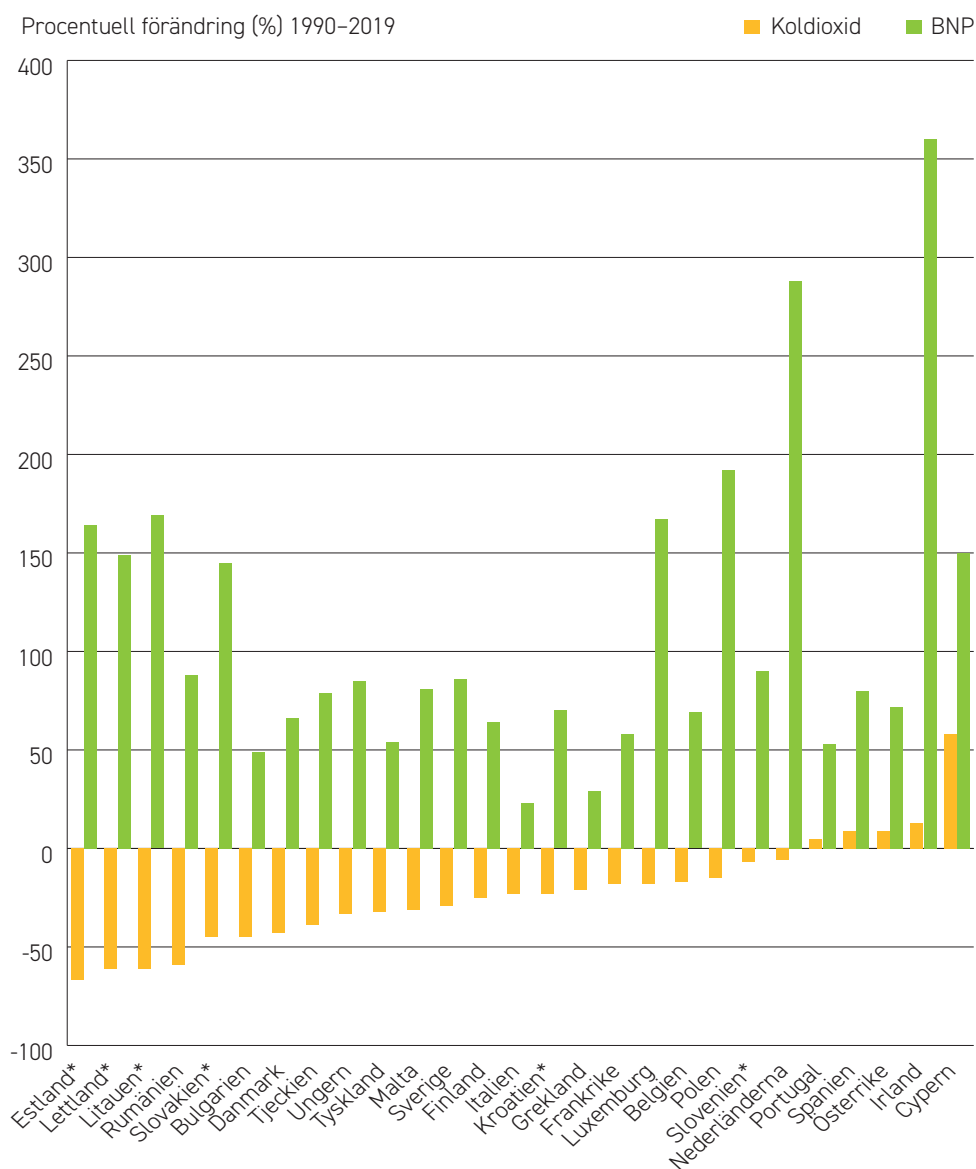
17 Solow, R. (1957), Romer, P. M. (1990).

18 Climate change news. (2021).

19 Koldioxidekvivalent är ett mått för att kunna säga vilken mängd av en viss växthusgas, till exempel metan, som ger samma växthuseffekt som en enhet koldioxid.

Den här sortens utveckling är alltså inte unik för Sverige.²⁰ I figur 4 visas BNP-tillväxten och förändringen av koldioxidutsläpp i de 27 EU-länderna mellan 1990 och 2019. I en majoritet av länderna har utsläppen minskat samtidigt som välståndet har ökat. Utsläppen av koldioxid minskade sammanlagt med 25 procent mellan 1990 och 2019, medan ekonomin växte med 63 procent under samma period.²¹ I en del länder har BNP vuxit med över 100 procent medan utsläppen har halverats.

Många av länderna som har gjort störst framsteg när det gäller utsläppsminskningar samtidigt som deras BNP stigit kommer från det forna östblocket. En del av den stora ökningen beror på det BNP-fall som vissa länder upplevde i samband med självständigheten kring 1990-talets början. Sveriges siffror i figur 4 är i linje med vår egen nationella statistik, dock med något högre utsläppsminskning och något lägre BNP-uppgång.



Figur 4: Procentuell förändring av koldioxidutsläpp och BNP i EU27 1990–2019. Källa: European Environment Agency (2021b) och Världsbanken (2022). De specifika värdena för varje land går att utläsa i Tabell 3 i Appendix.

²⁰ Eurostat (2021a).

²¹ Europeiska kommissionen (b).

* Några länder bildades eller blev självständiga efter 1990. För Estland, Lettland, Litauen, Kroatien, Slovenien och Slovakien är startår för BNP-datan 1995.

KONSUMTIONSBASERADE UTSLÄPP AV VÄXTHUSGASER

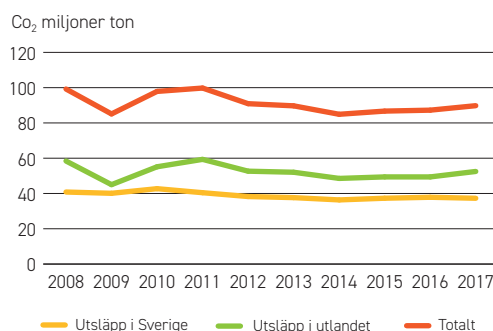
En vanlig invändning mot den positiva bilden av de minskade utsläppen i Sverige och övriga västvärlden är att vi egentligen bara har flyttat produktionen av utsläpp utomlands, genom att importera varor från exempelvis Kina. När jag har frågat olika publikur hur mycket de tror att vi importerar till Sverige från Kina landar siffran på mellan 35–50 procent av importvärdet. Det är fel; exempelvis Danmark står för en större andel av vår import än Kina.²² Sett till värdet står Europa för över 80 procent av importen medan Asien står för 10 procent.²³

Om länderna som Sverige importerar från kraftigt minskar sina utsläpp blir en naturlig följd att de importbaserade utsläppen minskar. 2020 var Tyskland det land Sverige importerade mest varor från (till ett värde av 250 miljarder kronor), följt av Nederländerna (135), Norge (132), Danmark (94) och Kina (71) på en femteplats. På EU-nivå är Kina det största externa importlandet med 22,4 procent av externt importvärde.²⁴

De klimatpåverkande utsläpp som uppstår till följd av svensk import utgör en stor andel av Sveriges totala konsumtionsbaserade utsläpp. När de konsumtionsbaserade utsläppen från andra länder kompletterar de territoriella utsläppen ges en mer rättvisande bild av Sveriges befolknings totala påverkan på klimatet. Storleken på de utsläpp som orsakas av import beror, utöver mängden varor, på hur utsläppsintensiva varorna eller tjänsterna är och på hur stor utsläppsintensiteten i produktionslandet är.

De svenska siffror som finns för konsumtionsbaserade utsläpp togs fram år 2019 av Naturvårdsverket och gäller perioden 2008–2017 (figur 5). Vi kan anta att nedgången 2008–2009 hänger ihop med finanskrisen. Tyvärr är tidsserien för konsumtionsbaserade utsläpp alltså relativt kort. Det finns även en forskningsartikel från 2011 som har

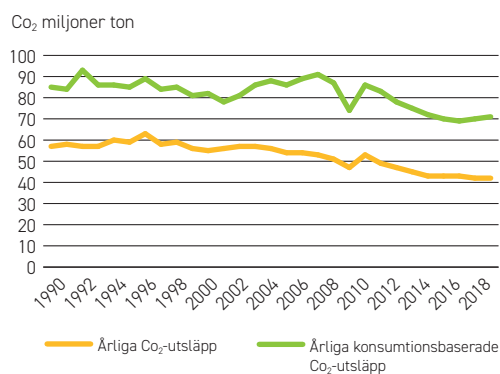
uppdaterats kontinuerligt och ger en längre tidsserie för Sverige.²⁵



Figur 5: Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser (miljoner ton) i Sverige och andra länder.

Källa: Naturvårdsverket (2020).

I media har vi sett rapporter om att Sveriges koldioxidutsläpp har ökat något under dessa år.²⁶ I en tidsserie från Sveriges Miljömål med ytterligare ett år visas att de totala konsumtionsbaserade utsläppen gick ner 18 procent mellan 2008 och 2018.²⁷ Minskningen var större i utlandet där utsläppen minskade med 23 procent, medan utsläppen i Sverige minskade med 12 procent. I figur 6 visas en längre tidsserie av svenska konsumtionsbaserade utsläpp.



Figur 6: Sveriges årliga samt konsumtionsbaserade utsläpp.

Källa: Ritchie & Roser (2020).

I motsats till produktionsbaserade utsläpp justeras konsumtionsbaserade utsläpp för handel. Utsläpp som har orsakats utomlands av produk-

²² SCB (2020b).

²³ SCB (2021a).

²⁴ Europeiska kommissionen (a).

²⁵ Peters, G. P., Minx, J. C., Weber, C. L., & Edenhofer, O. (2011).

²⁶ SVT, (2019).

²⁷ Sveriges miljömål.

tion av varor som importeras till Sverige ingår; utsläpp orsakade vid produktion av varor i Sverige som exporteras till ett annat land är undantagna. Minskningen av utsläpp från utlandet kan bero på att länderna Sverige importerar från förändras eller att importen stiger från vissa länder. Exempelvis har import från Ryssland en hög koldioxidintensitet på grund av landets industristruktur och energiproduktion, medan Storbritanniens utsläpp har minskat stadigt över tid och vår import från dem därmed är mindre koldioxidintensiv. Överlag har vi över tid sett en förbättring i de flesta EU-länder, som svarar för en betydande del av exportvärdet.

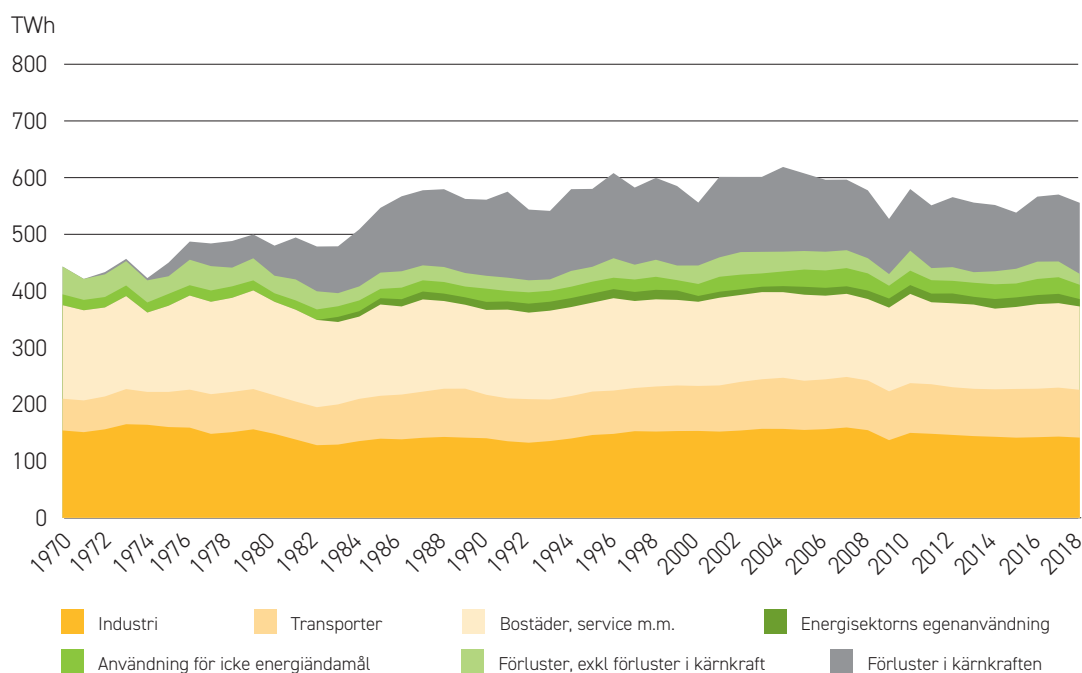
ENERGI

Energi är grunden till all ekonomisk aktivitet. Precis som bilar och maskiner behöver energi för att fungera, behöver människor energi för att gå upp på morgonen och klara av dagen. En stor del av mänsklighetens energianvändning kommer från förbränning av olja och kol. Energin skapar bland annat värme, el och rörelse. Då 73 procent

av de globala växthusgasutsläppen kommer från energiproduktion (mestadels i form av koldioxid), måste utsläppsminskningen till stor del äga rum inom energiområdet.²⁸ Resterande utsläpp kommer från jordbruk (11,2 procent), markanvändning (7,2 procent), industriprocesser (5,2 procent) och avfall (3,2 procent).

Den totala svenska energianvändningen (exklusive energiförluster från kärnkraften som är betydande då exempelvis inte kylvattnet tas till vara) har legat stilla i 50 år (figur 7).²⁹ Mängden tillförd energi i det svenska energisystemet har legat oförändrad sedan mitten av 1980-talet på mellan 550 och 600 TWh per år.³⁰ El, som är en del av energianvändningen, ökade bara med 0,07 procent.³¹

Balansen mellan industri, inrikes transporter samt bostäder och service har varit i princip jämn, med en ökning av energianvändningen inom inrikes transporter både som andel och i absoluta tal jämfört med startpunkten. I sammanhanget är det viktigt att komma ihåg att Sverige år 1970 enbart hade åtta miljoner invånare. Trots att befolk-



Figur 7: Sveriges totala energianvändning per sektor i TWh från 1970 och framåt. Källa: Energimyndigheten (2021).

28 Climate watch data.

29 Energimyndigheten.

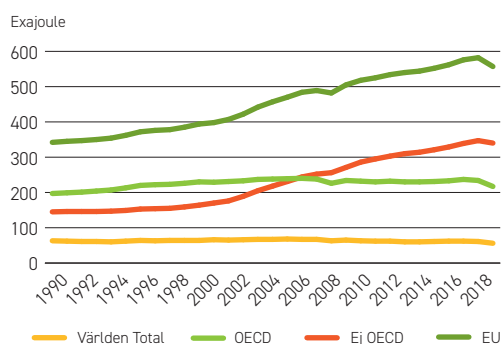
30 Energimyndigheten. (2021).

31 IEA (2022).

ningen har ökat kraftigt och det därmed finns fler bilar, bostäder och konsumtionsvaror, ligger kurvorna i princip still. Per capita har energianvändningen alltså sjunkit. En viktig orsak till detta är effektiviseringar. Ett kylskåp behöver i dag en femtedel av energin som en kyl från början av 1990-talet. Teknikutvecklingen går fort och tjänar miljön. Att byta ut ett tjugo år gammalt kylskåp innebär att energiförbrukningen går ner från 1700 kWh till 450 kWh. Dessa förbättringar är ett bra exempel på kvalitativ ekonomisk tillväxt; vi kan alltså konsumera mer utan att släppa ut mer.³²

Energikällorna i Sverige har varierat över tid. Sedan 1970-talet har råolja och petroleumprodukter minskat, medan biobränsle och kärnkraft tog över en stor del av energiproduktionen. Sveriges totala energianvändning ökade med drygt 25 procent, om förluster från kärnkraften räknas in.

Globalt har energiefterfrågan legat stilla i OECD och EU men stigit kraftigt i resten av världen (figur 8).³³



Figur 8: Energiförbrukning globalt. Källa: BP (2021).

Hur mycket koldioxid som krävs för den energi som används är en viktig faktor när det gäller att minska utsläppen. Den förnybara kapaciteten ökade år 2020 mest av all ny produktionskapacitet globalt då mer än 80 procent av all ny elkapacitet som tillkom var förnybar, varav sol och vind stod för 91 procent.³⁴ Förnybara energikällor stod för

30 procent av den globala elproduktionen 2021, deras största andel sedan början av den industriella revolutionen.³⁵ Globalt konstruerades mer än 260 gigawatt (GW) förnybar energikapacitet 2020, vilket översteg expansionen 2019 med nära 50 procent. Förnybart utgör dock bara en liten del av den globala energikonsumtionen, vilket kan förändras om relativpriserna gör det.³⁶

I nuläget har 76 procent av alla kolkraftverk som planerats sedan 2015 avbrutits.³⁷ Sedan juli 2021 står Kina och fem ytterligare länder (Indien, Vietnam, Indonesien, Turkiet och Bangladesh) för över 82 procent av världens återstående planerade kolkraftverk. Resterande projekt är spridda över 31 länder, varav 16 enbart planerar kolkraftverk. Det pågår en strukturomvandling av den globala elsektorn där allt fler länder börjar lämna kolkraften. Trenden bort från kol återspeglas i både andelen pensionerade befintliga kolkraftverk i OECD och EU samt kollapsen av den globala nyproduktionen.

Den befintliga koldrivna energiproduktionen blir allt mindre konkurrenskraftig. Både i USA³⁸ och i Europa ökar listan på kolkraftverk som ska stängas eller vars nedläggningsdatum flyttas närmare nutid.³⁹ Från 2019 till 2020 såg vi en kraftig, om än förmodligen Covid-19-driven, minskning av den globala energianvändningen av olja, kol och naturgas.

När koldioxidintensiteten i energianvändningen går mot noll går även koldioxiden per BNP-enhet mot noll. Det är en stor förändring som krävs; nuvarande prognoser av den globala befolkningsstorleken och BNP per capita innebär att världen måste minska koldioxidutsläppen per enhet av BNP med i genomsnitt cirka 9 procent per år för att nå klimatmålen. Mellan 1990 och 2016 minskade de globala utsläppen per enhet av BNP endast med 1,8 procent per år.⁴⁰

32 Grafström, J. & Sandström, C. (2020).

33 BP (2021).

34 IRENA, (2021b).

35 IEA, (2021b).

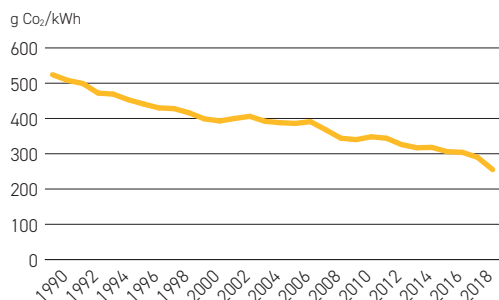
36 BP (2021).

37 Littlecott et al. (2021).

38 Storrow, B. (2020).

39 Eurostat (2021b).

40 Lenaerts, K., Tagliapietra, S., & Wolff, G. B. (2021).



Figur 9: Genomsnittlig koldioxidintensitet per kWh i EU.
Källa: European Environment Agency (2022).

I Europa minskade andelen koldioxidutsläpp i elproduktionen under perioden 1990–2020 mest i Luxemburg (86 procent), Danmark (84 procent), Slovakien (78 procent) samt Malta och Frankrike (76 procent).⁴¹ Figur 9 visar att den genomsnittliga koldioxidintensiteten har halverats sedan 1990. Detta under en tidsperiod då vind- och solkraft var ekonomiskt olönsamma under större delen av tiden. Det är rimligt att anta att en motsvarande minskning kan gå snabbare i framtiden, då både energiproduktion och en stor del av energikonsumtion i exempelvis fordon kan bli koldioxidfri.

MILJÖ

Även miljön i stort blir bättre i takt med ökad ekonomisk tillväxt. Enligt miljöindexet Environmental Performance Index (EPI) av Yale Center for Environmental Law & Policy har 124 av 180 länder fått en förbättrad miljö de senaste tio åren, sett till 32 indikatorer som mäter olika aspekter av miljön och ekosystem.⁴² Ekonomiskt välstånd verkar göra det möjligt för länder att producera goda miljöresultat. Särskilt viktigt är detta för kategorier som gäller miljöhälsa. Den nödvändiga infrastrukturen för att på ett hållbart sätt tillhandahålla rent dricksvatten, sanitet, minska luftföroreningar och kontrollera farligt avfall kräver en viss ekonomi.

Tabell 1 visar att Sverige, som ligger på åttonde plats i EPI:s ranking, har fått en förbättrad miljö det senaste decenniet. Av länderna på plats 45 och

uppåt var det bara Japan som marginellt försämrade sitt miljöutfall det senaste decenniet. Snittförändringen av indexvärdet för de länder som var i den bästa fjärdedelen var +4,95 medan miljön i den sämsta fjärdedelen av länderna försämrades med i snitt -0,96 på den 100-gradiga skalan.

Rank	Land	Poäng	10 års förändring
1	Danmark	82,5	7,3
2	Luxembourg	82,3	11,6
3	Schweiz	81,5	8,6
4	Storbritannien	81,3	9
5	Frankrike	80	5,8
6	Österrike	79,6	5,4
7	Finland	78,9	6
8	Sverige	78,7	5,3
9	Norge	77,7	7,6
10	Tyskland	77,2	1,2
11	Nederländerna	75,3	1,5
12	Japan	75,1	-0,5
13	Australien	74,9	5,5
14	Spanien	74,3	8,6
15	Belgien	73,3	2,1
16	Irland	72,8	2,9
17	Island	72,3	0,4
18	Slovenien	72	4,6
19	Nya Zeeland	71,3	1,8
20	Kanada	71	3,7

Tabell 1: Topp 20 länder i EPI.

Ett exempel på svenska förbättringar är minskningen av luftföroreningar. Av de 26 svenska luftföroreningar som Naturvårdsverket har kartlagt har 24 minskat i absoluta tal under perioden 1990–2018. I genomsnitt har minskningen varit 52 procent.⁴³

Medvetenheten kring luftföroreningars negativa hälsoeffekter uppstod i Sverige under 1960- och 1970-talen.⁴⁴ Intresset motiverades av nya forskningsrön, miljöolyckor och en växande miljödebatt i andra länder, främst i USA och Storbritannien.⁴⁵ Marknaden hade en till synes framträdande roll i utfasningen av ozonnedbrytande ämnen i sprejprodukter, genom att konsumenter

⁴¹ European Environment Agency, (2021a).

⁴² Yale Center for Environmental Law & Policy.

⁴³ Grafström, J., & Sandström, C. (2020).

⁴⁴ Se ex. Proposition 1959:1; 1968:37; Proposition 1946:228

⁴⁵ Andrews, R. N. (2010).

reagerar på den nya forskningen och företagen anpassade sig till efterfrågan. Kväveoxidavgiften och svavelskatten bidrog till innovation på området och mer energieffektiva produktionsprocesser, vilket möjliggjorde utsläppsminskningar till låga kostnader.

I flera fall har utsläppsminskningarna varit kraftiga. I tabell 2 redovisas den absoluta förändringen av luftföroreningar i Sverige samt förändringen i relation till BNP. Exempelvis minskade utsläppen av bly till luft med 97 procent mellan

1990 och 2018. Minskningen i utsläpp av kolmonoxid, flyktiga organiska ämnen och kväveoxider under de senaste 30 åren kommer från transportsektorn, framför allt tack vare katalytisk avgasrening.⁴⁶

Utsläppen av svaveldioxid har sjunkit med 80 procent sedan 1990. Nedgången i användning av kol och eldningsolja tycks vara den främsta orsaken. Totala utsläpp av fina partiklar minskade med 59 procent mellan 1990 och 2018.

Luftföroreningar 1990–2018	Förändring av utsläpp (+/- %)	Utsläpp per enhet av BNP (+/- %)
Kväveoxider (NOx)	-54	-75
Flyktiga organiska ämnen	-63	-80
Svaveldioxid (SO ₂)	-83	-91
Ammoniak (NH ₃)	-12	-52
PM _{2.5}	-59	-78
PM ₁₀	-43	-69
TSP	-32	-63
Kolmonoxid (CO)	-69	-83
Bly (Pb)	-97	-98
Kadmium (Cd)	-79	-89
Kviksilver (Hg)	-74	-86
Arsenik (As)	-86	-92
Krom (Cr)	-74	-86
Koppar (Cu)	-37	-66
Nickel (Ni)	-75	-86
Selen (Se)	+10	-41
Zink (Zn)	-57	-77
Dioxin (g I-Teq)	-65	-81
benso(a)pyren	-64	-81
benso(b)fluoranten	-61	-79
benso(k)fluoranten	-71	-84
Indeno(1,2,3-cd)pyren	-59	-78
PAH 1–4	-60	-78
HCB	-83	-91
PCB	2	-45

Tabell 2: Utsläpp av luftföroreningar i Sverige 1990–2018. Utsläppen anges som procent av 1990 års nivåer. I kolumnen till höger har utsläppen ställts i relation till den 85-procentiga ökningen av BNP under perioden. Källa: SCB (2022).

46 Farrauto, R. J., Deeba, M., & Alerasool, S. (2019).

TEKNIKUTVECKLINGENS ROLL

När en gammal teknologi blir dyrare eller sämre än en ny fasas den gamla ut. Det finns föga intresse för att betala för något som är sämre eller dyrare. När det gamla faller bort faller även infrastrukturen kring den gamla produkten, vilket ytterligare påskyndar utfasningen.

Konsumtionen av elektronik kräver i dag en bråkdel av materialet och energin jämfört med vad den krävde på 90-talet. Hemelektronik som tidigare vägde hundratal kilo ryms i dag i mobiltelefonen du har i jeansfickan – och den förbrukar dessutom mindre energi. Energiförbrukningen i både kylskåp och glödlampor har minskat med uppemot 80 procent sedan 1990.⁴⁷ En bil kan åka dubbelt så långt på samma mängd bensin (om den ens använder bensin). De nya personbilar som såldes i Sverige 2020 släpper ut 23 procent mindre koldioxid än de fordon som nyregistrerades 2019, och renodlade bensin- och dieslbilar tappar snabbt marknadsandelar till el- och laddhybrider.⁴⁸

Satsningar på teknik och minskat resursutnyttjande är en nödvändighet för företag som vill hålla jämna steg med sina konkurrenter.⁴⁹ Bättre miljöprestanda kan både leda till ökade intäkter och minskade kostnader. Det kan handla om såväl minskade energi- och materialkostnader som minskade kapitalkostnader och minskade arbetskostnader. Enklare uttryckt: Varje gram företaget Coca-Cola kan skala bort från sina aluminiumburkar ger miljontals dollar i vinst. Övergången till de långsmala burkarna har sparat 0,7 gram aluminium per burk. Det låter inte mycket men aluminium är väldigt energikrävande att producera och en reduktion av användandet är energi som inte används och koldioxid som inte släpps ut.

Det har generellt funnits en positiv och statistiskt signifikant korrelation mellan ekonomisk

prestanda och miljöprestanda. Företag som sänker sina material- och energikostnader har bättre ekonomisk prestanda och samtidigt lägre utsläpp. Grönare företag kan locka mer produktiva medarbetare och står inför mindre kapitalkostnader, och införandet av gröna produkter ökar företagets lönsamhet.⁵⁰

Nationalekonomen Assar Lindbeck diskuterade i artikeln ”Den ovissa framtiden – en studie i anpassningsmekanismer” (1974) frågan om miljö och ekonomisk tillväxt:

*...varken tillgången på mineral, energi eller andra produktionsfaktorer eller existensen av lokala externa effekter, såsom ”vanliga” förorenningar kan väntas bli särskilt svårlösta problem i framtiden.*⁵¹

Enligt Lindbeck skulle inte tillgång till produktionsfaktorer vara ett problem i framtiden. Prismekanismen medför en naturlig hushållning med resurser. Om en tillgång är på väg att ta slut går priset upp, vilket innebär att färre kommer att ta resursen i anspråk samtidigt som det blir mer lukrativt att söka efter och utveckla substitut. Lärdomen för dagens försök att reducera koldioxidutsläppen är att även om sjunkande priser inte alltid ökar efterfrågan, som i exemplet med LED-lamporna, medför stigande priser en hushållningseffekt. Över tid, speciellt när incitament funnits, har produkter på marknaden blivit snålare när det gäller resursanvändning.

Planetens stora problem är att teknologin som ska få utsläppen till noll inte redan finns på plats till låga priser. Det innebär inte att framsteg saknas; exempelvis utvecklas elproduktionen så att till och med vintriga Sverige börjar närma sig att vara en utmärkt plats för solenergi, vars effekt

47 Direct Energy.

48 Bil Sweden, (2021).

49 Baumol, W.J. (2002).

50 Dechezleprêtre, A., & Kruse, T. (2018).

51 Lindbeck A. (1974). s. 472.

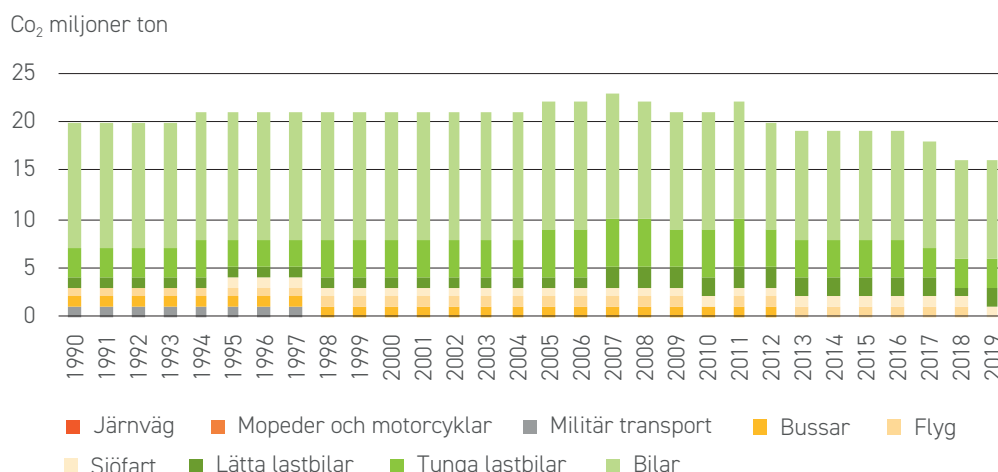
härörmåret byggdes ut med motsvarande en av de nedlagda reaktorerna i Barsebäck.⁵² I nulåget faller priserna på förnybar energi samtidigt som priserna för kolbaserad energi stagnerar.⁵³ I EU går priserna inom utsläppshandeln snabbt uppåt vilket bidrar till att konkurrera ut den kolbaserade energin.⁵⁴ Kostnaderna för litiumjonbatterier, solceller och vindkraft har under den senaste tioårsperioden minskat med över 10 procent per år.⁵⁵

EXEMPEL 1: BILAR OCH TRANSPORTER

Möjligheten att transportera sig är en av de viktigaste förändringarna i mänsklighetens historia. I dag har fler än någonsin tillgång till överkomliga transportmedel. Samtidigt är transporter fortfarande en stor utsläppskälla i Sverige, men minskande – trots att fler bilar än någonsin rullar på vägarna.

Utsläppen från inrikes transporter (omfattar järnväg, mopeder och motorcyklar, militär trans-

port, bussar, flyg, sjöfart, lätta och tunga lastbilar samt bilar) står för cirka 32 procent av Sveriges utsläpp. Inom sektorn hade utsläppen minskat med 17,5 procent 2019 jämfört med år 1990 (figur 10). En majoritet av transportsektorns utsläpp kommer från vägtrafiken. Dominerar gör utsläppen från personbilar och tunga fordon. Mellan 1990 till 2020 har utsläppen från personbilar minskat med 27 procent (delvis covidrelaterat).⁵⁶ Faktorer som påverkar utsläppen från trafiken är det totala trafikantvåndandet, bränsletyperna som används och fordonens energieffektivitet. Ökningen av biodrivmedel och mer energieffektiva fordon har medfört en reduktion av utsläppen. Emellertid har resandet ökat, vilket har gjort utsläppsminskningen mindre än vad den annars hade varit. Utsläppen 2020 uppgick till 15 miljoner ton koldioxidekvivalenter.⁵⁷



Figur 10: Koldioxidutsläpp (miljoner ton) inom inrikes transporter. Källa: Naturvårdsverket (2021).

⁵² Lundin, K. (2021).

⁵³ IRENA (2021b).

⁵⁴ Financial times, (2021).

⁵⁵ Kavlak, G., McNerney, J., & Trancik, J. E. (2018). Samt för en sammanställning se Grafström, J., Lindeberg Goñi, M., & Korpi, M. (2019). Koldioxidinfångning direkt ur luften, dyrt idag – billigt i framtiden?

⁵⁶ Naturvårdsverket, (2021).

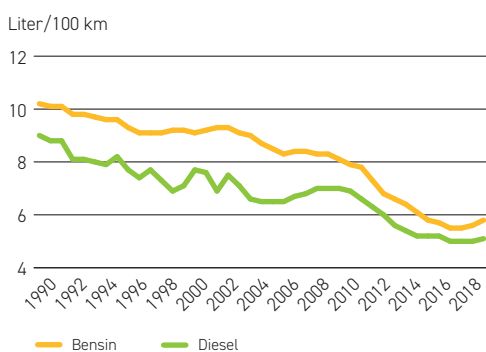
⁵⁷ Ibid.

Co₂ miljoner ton



Figur 11: Koldioxidutsläpp (miljoner ton) inrikes transporter: Bilar och totala. Källa: Naturvårdsverket (2021).

Energieffektiviseringen av fordonsflottan fortgår då äldre fordon ersatts med nya, bränslesnålare bilar.⁵⁸ Den genomsnittliga livslängden på personbilar i Sverige är cirka 17 år. Gamla bilar släpper ut mer; exempelvis släpper bilar från 2003 i genomsnitt ut 198 g/km. Nya personbilar släppte under 2019 ut 120 g/km.⁵⁹ Koldioxidutsläppen från personbilsflottan som helhet (gamla och nya) sjönk från 149 g/km (6,0 l/100km) 2018 till 146 g/km (5,9 l/100km) 2019.



Figur 12: Bränsleanvändning (liter per 100 kilometer) för bensin- och dieslbilar. Källa: Naturvårdsverket (2018).

Det finns en reell möjlighet att elbilarna tar över först Europa och sedan USA, samtidigt som utflödet av fossildrivna bilar stryps till resten av världen. Som det ser ut nu går stora delar av transportsektorn mot att byta ut fossila bränslen mot el. I Sverige har andelen nya elbilar och laddhybrider stigit rejält på kort tid. I september 2022 var 55 procent av alla nyregistrerade bilar laddbara.⁶⁰

Med tanke på hur snabbt marknadsandelar tas av eldrivna bilar finns det anledning att tro att förbränningsbilen kommer att gå samma öde till mötes som tjock-tv:n åren efter att den platta tv:n kom.

58 Energimyndigheten, (2016).

59 Trafikverket, (2020).

60 Mobility Sweden (2022)

EXEMPEL 2: MINDRE OCH MINDRE AMERIKANSKT E-AVFALL

Det finns ett svartvitt foto av ett fyra megabytes minneskort som lastas på ett flygplan med hjälp av en gaffeltruck. För några decennier sedan kostade fyra megabyte tiotusentals dollar. I dag kan du få usb-stickor med 1 000 till 10 000 gånger mer minne, som väger mindre än en tusendel, som gratisreklam för ett företag. För att bli bättre behöver en produkt inte bli större eller dyrare.

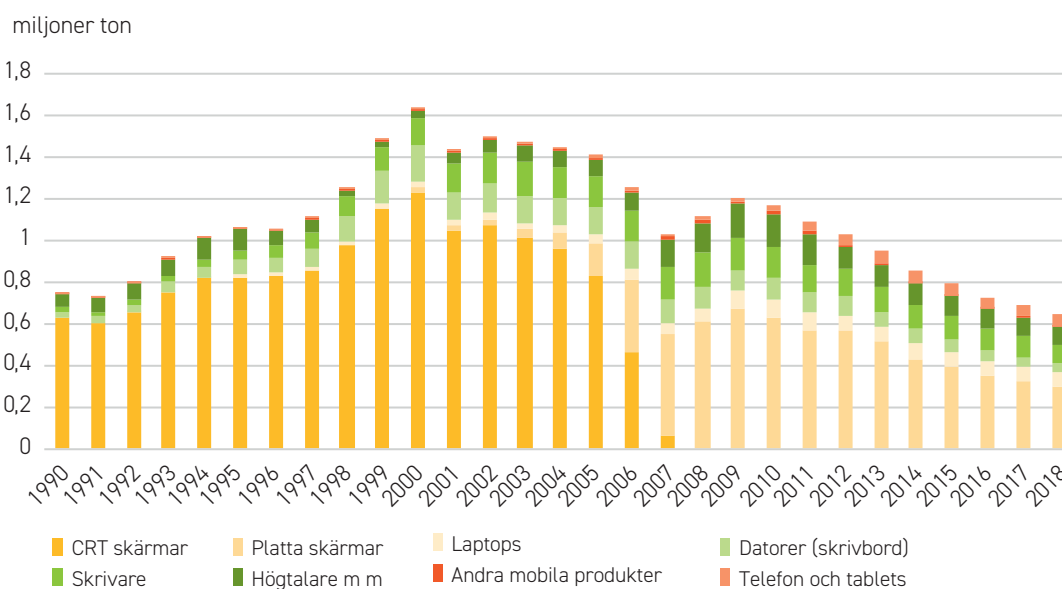
Delar av vår konsumtion håller på att avmaterialiseras. Ett exempel på detta som får stor påverkan på utsläppen är att amerikanerna har minskat både antalet enheter och vikten per enhet när det kommer till elektronik. Den mindre materialanvändningen innebär mindre utsläpp av koldioxid.

Ibland sägs det att ökad tillväxt bara leder till mer konsumtion av prylar. I en studie från 2020 undersöktes elektroniskt avfall (e-avfall) i USA med hjälp av materialflöden och data om produktförsäljning och materialkomposition.⁶¹ Studien undersökte materialinnehållet i de 20 mest sålda produkterna inom en rad produktkategorier använda av ett representativt amerikanskt hushåll från 1980 till 2018, däribland tv-apparater, bildskärmar, datorer och mobila enheter. Produkterna valdes för att representera det typiska pro-

duktesystemet som ägs av amerikanska hushåll och ofta omfattas av e-avfallsregler i amerikanska delstater.

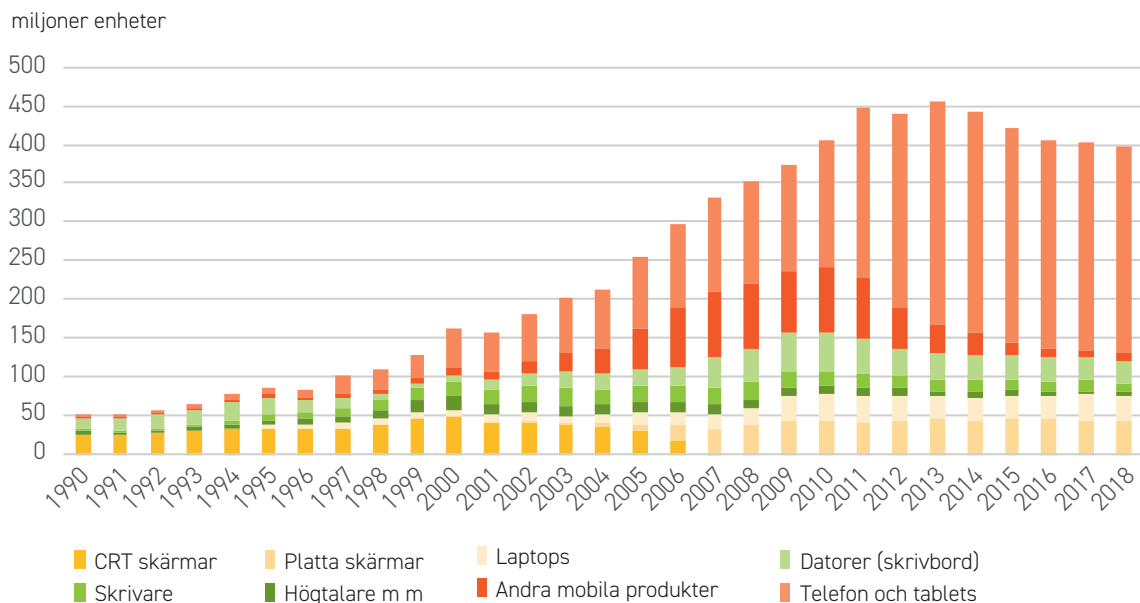
Oron för en ökad mängd e-avfall är inte orimlig då digitaliseringen av samhället går snabbt och tiden det tar innan en produkt blir omodern ibland känns obefintlig. Även om det är intuitivt att förvänta sig att e-avfall kommer att öka i takt med digitaliseringen, både för att prylarna blir fler och för att nya produkter ersätter dem allt snabbare, leder i själva verket fler enheter inte till mer e-avfall. Det kunde krävas två eller tre personer för att flytta en gammal tjock-tv genom en villa utan att riskera att tappa den; i dag hänger tv-apparater på väggar av gipsskivor. Skillnaden i materialåtgång per enhet är tydlig.

Tidsserierna speglar en dematerialisering av de amerikanska hushållens konsumentelektronik. Tidigare köpte konsumenter färre produkter än i dag (figur 14), men tekniken var stor och tung (figur 13). Trenden vände efter övergången till digitala displayenheter, som helt ersatte CRT-skärmar. Den observerade nedgången i antalet ton importerad elektronik tillskrivs huvudsakligen utbyte av tunga CRT-skärmar mot lättare LCD- och LED-teknik, vilket resulterade i cirka 75 procent mindre vikt per produkt. Även det totala



Figur 13: Årligt inflöde av elektronik i USA (miljoner ton). Källa: Althaf med flera (2021).

⁶¹ Althaf, S., Babbitt, C. W., & Chen, R. (2021).



Figur 14: Årligt inflöde av elektronik i USA (miljoner enheter). Källa: Althaf med flera (2021).

antalet enheter har dock minskat sedan 2010-talets början, till stor del på grund att fler funktioner ryms i samma enhet. Exempelvis ersatte smarta mobiltelefoner produkter som konsumenterna skulle ha ägt separat tidigare, som mp3-spelare eller digitalkameror.

NEGATIVA UTSLÄPP BEHÖVS

Att energiproduktion och transporter rör sig mot nollutsläpp är positivt, men det räcker inte. Vi behöver negativa utsläpp, alltså teknologi som aktivt minskar mängden koldioxid i atmosfären. Det kräver ytterligare teknologispång.⁶²

Negativa utsläpp handlar om att fånga in koldioxid, något som är med i många av IPCC:s scenarier för att klara av att begränsa uppvärmningen.⁶³ Detta görs i dag genom att samla in koldioxid som sedan komprimeras till flytande form och transporteras för långtidslagring under jord. Koldioxiden samlas ofta in direkt vid förbränning (Carbon Capture and Storage) för att förhindra nya utsläpp.

CCS innebär en möjlighet att reducera utsläpp från redan etablerad och installerad fossil verksamhet, och innebär därmed potentiellt undvikande av kostnader för att ersätta densamma. En nackdel är dock att traditionell CCS fångar utsläpp vid utsläppskällan, det vill säga där de produceras, vilket inte hjälper till att minska koncentrationen av den koldioxid som redan är i atmosfären.

Ett alternativ till CCS är så kallad Direct Air Capture (DAC), där koldioxiden fångas direkt ur luften. På så vis reduceras den koldioxid som redan finns i atmosfären, vilket innebär minusutsläpp.⁶⁴

Ett ytterligare alternativ är att bränna bioråvaror för energi och odla upp nya bioråvaror som binder koldioxiden på nytt. Bio-CCS sker genom att koldioxid avskiljs från bioenergi kraftverk och lagras permanent genom de CCS-metoder som beskrivs ovan. I och med att bioenergin var utsläppsneutral från början åstadkommer man negativa utsläpp genom att kombinera den med CCS. Enkelt uttryckt tar man biomassa som innehåller koldioxid, exempelvis träd eller rest-

⁶² Gasser, T., Guivarch, C., Tachiiri, K., Jones, C. D., & Ciais, P. (2015).

⁶³ Hilaire, J., Minx, J. C., Callaghan, M. W., Edmonds, J., Luderer, G., Nemet, G. F., & del Mar Zamora, M. (2019).

⁶⁴ Grafström, J., Lindeberg Goñi, M., & Korpi, M. (2019).

produkter från skogsindustrin, och bränner dessa för att få energi. Koldioxiden fångas upp och placeras under jord och den nya skog som planteras binder ny koldioxid.

Teknologin bakom negativa utsläpp är inte ny. Den har krävts för att astronauter ska kunna överleva i rymdskepp och personer i ubåtar. Men det har inte, förrän nyligen, funnits några incitament att skala upp teknologin. Många företag arbetar redan med negativa utsläppstekniker, som för närvarande är under utveckling eller i tidig småskalig

implementering.⁶⁵ Politiken skulle dock kunna göra mer för att skapa en marknad för negativa utsläpp.

Anledningen till att vi behöver olika former av koldioxidinfångning är att världen kommer att vara beroende av olja och gas under flera år framöver. Att världens oljeberoende skulle avstanna i närtid är orealistiskt. Att fånga den enorma mängd koldioxid som behövs kommer att vara 2000-talets stora industriprojekt.

⁶⁵ IEA, (2021b).

SLUTSATSER

För att leva upp till Parisavtalet måste de globala växthusgasutsläppen snabbt minska. Även om de globala utsläppen fortsatt ligger på höga nivåer, har växthusgasutsläpp från utvecklade ekonomier som EU och USA sjunkit trots fortsatt ekonomisk tillväxt. Detta är tack vare att teknikutvecklingen i många ekonomier har bidragit till en kraftig nedgång i priserna på förnybar energiteknik, vilket har förbättrat de ekonomiska förutsättningarna för att snabbt minska koldioxidutsläppen globalt.

För strax över ett decennium sedan rullade den första Teslan ut i Kalifornien ungefär samtidigt som Steve Jobs presenterade Apples telefonsatsning. Elbilen var misstrodd, men nybilsförsäljningen i Sverige är nu runt 50 procent el- och hybridbilar och i Norge är siffran 83 procent. Frågan är inte om det kommer att ta ytterligare tolv år innan Sverige når Norges nivå av elbilar utan om vi inom fem år kan räkna andelen bensinbilar på en eller två händer.

Min bedömning är att Sveriges framgång när det gäller koldioxidutsläpp är resultatet av ett samspel mellan tuffare miljölagstiftning, teknikutveckling och marknadskrafter. Politiken har satt ramar och i vissa fall infört regelrätta förbud (som freoner och bly i bensin). Näringslivet har svarat med effektiviseringar och ofta varit redo redan innan någon lagstiftning kom på plats.

Det finns ingen rationell anledning för företag att använda mer resurser än nödvändigt. Inte heller vill konsumenter betala för slöseri. Om ett pris sätts på miljön blir det företagsekonomiskt rationellt att vara miljövänlig.⁶⁶ Det finns flera sätt på vilka ett företags miljöprestanda kan leda till bättre ekonomiska resultat. Vinsterna kan ske antingen genom ökade priser eller minskade produktionskostnader.⁶⁷

Det grundläggande skälet till att det är möjligt att frikoppla utsläpp och ekonomisk tillväxt är att alltmer av vår ekonomiska produktion och aktivitet inte längre kommer från saker som är väldigt energikrävande, såsom delar av tjänstesektorn. Sverige, USA och Europa kombinerar växande ekonomier och fallande koldioxidutsläpp. Alltså kan resten av världen göra det också, med hjälp av teknologier som snabbt förbättras.

Det finns fortfarande många innovationer kvar att göra för att först stoppa och sedan städa upp koldioxidutsläppen. Det viktiga att komma ihåg är att det är möjligt. Lagg klimatångesten på hyllan och sök till ingenjörsprogrammet i stället.

⁶⁶ Dahmén, E. (1968).

⁶⁷ Ambec, S., & Lanoie, P. (2008).

REFERENSER

- Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. In Resource and output trends in the United States since 1870 (pp. 1–23). NBER.
- Althaf, S., Babbitt, C. W., & Chen, R. (2021). The evolution of consumer electronic waste in the United States. *Journal of Industrial Ecology*, 25(3), 693–706.
- Ambec, S., & Lanoie, P. (2008). Does it pay to be green? A systematic overview. *The Academy of Management Perspectives*, 45–62.
- Andrews, R. N. (2010). The EPA at 40: an historical perspective. *Duke Envtl. L. & Pol'y F.*, 21, 223. https://www.researchgate.net/publication/254585741_The_EPA_at_40_An_historical_perspective
- Baseras på Holdren, J. P., & Ehrlich, P. R. (1974). Human Population and the Global Environment: Population growth, rising per capita material consumption, and disruptive technologies have made civilization a global ecological force. *American scientist*, 62(3), 282–292.
- Baumol, W. J. (2002). *The Free-market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism.*, Princeton University Press, Princeton.
- Bil Sweden, (2021). https://www.bilsweden.se/statistik/Nyregistreringar_per_manad_1/nyregistreringar-2021/hojd-bonus-gav-kraftig-uppgang-for-elbilar-i-april
- BP (2021). Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Climate change news. (2021). Ultra energy-efficient LED with 50-year lifespan set to hit shelves <https://www.climatechangenews.com/2021/08/31/ultra-energy-efficient-led-50-year-lifespan-set-hit-shelves/>
- Climate watch data. Historical GHG Emissions <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>.
- Dahmén, E (1968). *Sätt pris på miljön – samhällsekonomiska argument i miljöpolitiken*, Studieförbundet Näringsliv och samhälle, Forum (distr), Stockholm.
- Dechezleprêtre, A., & Kruse, T. (2018). A review of the empirical literature combining economic and environmental performance data at the micro-level. *OECD Economic Department Working Papers*, (1514).
- Direct Energy. How Much Electricity Does My Refrigerator Use? <https://www.directenergy.com/learning-center/how-much-electricity-does-my-refrigerator-use>
- Energimyndigheten, (2016). Fossiloberoende fordonsflotta 2030 – Hur realiserar vi målet? <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/klimat--miljo/transporter/oppet-forum/sweco/folder---fossiloberoende-fordonsflotta-2030---hur-realiserar-vi-malet-sia-utkast-20160527-a-2.pdf>
- Energimyndigheten, (2021). Energiläget 2021 – en översikt.
- Energimyndigheten. Statistikdatabasen. Slutlig energianvändning per sektor: Energimyndigheten. https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Årlig%20energibalans/Årlig%20energibalans__Total%20slutlig%20energianvändning/EN0202_7.px/
- European Environment Agency, (2021a). Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe. <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>
- European Environment Agency, (2021b). EEA greenhouse gases - data viewer. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- European Environment Agency (2022). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-unfccc-and-to-the-eu-greenhouse-gas-monitoring-mechanism-17>
- Europeiska kommissionen (a). <https://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/statistics/>
- Europeiska kommissionen (b). Progress made in cutting emissions. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/progress-made-cutting-emissions_en
- Eurostat (2021a). Greenhouse gas emissions by source sector https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en
- Eurostat (2021b). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Coal_production_and_consumption_statistics
- Farrauto, R. J., Deeba, M., & Alerasool, S. (2019). Gasoline automobile catalysis and its historical journey to cleaner air. *Nature Catalysis*, 2(7), 603–613.
- Financial times, (2021). European gas crunch pushes up carbon price. <https://www.ft.com/content/c1595f64-5a31-4e7b-bf98-9f5fcb4e970> (2021-10-21).
- Gasser, T., Guivarch, C., Tachiiri, K., Jones, C. D., & Ciais, P. (2015). Negative emissions physically needed to keep global warming below 2 C. *Nature communications*, 6(1), 1–7.
- Grafström, J., & Sandström, C. (2020). Mer för mindre?: Tillväxt och hållbarhet i Sverige. Ratio.
- Grafström, J., Lindeberg Goñi, M., & Korpi, M. (2019). Koldioxidinfångning direkt ur luften, dyrt idag–billigt i framtiden?. Ratio, Stockholm
- Hilaire, J., Minx, J. C., Callaghan, M. W., Edmonds, J., Luderer, G., Nemet, G. F., ... & del Mar Zamora, M. (2019). Negative emissions and international climate goals—learning from and about mitigation scenarios. *Climatic Change*, 157(2), 189–219.
- Holdren, J. P., & Holdren, P. R. E. P. (1971). *Global ecology: readings toward a rational strategy for man*. Harcourt Brace Jovanovich Incorporated.

- Hubacek, K., Chen, X., Feng, K., Wiedmann, T., & Shan, Y. (2021). Evidence of decoupling consumption-based CO₂ emissions from economic growth. *Advances in Applied Energy*, 100074.
- IEA, (2021a). Global carbon dioxide emissions are set for their second-biggest increase in history. <https://www.iea.org/news/global-carbon-dioxide-emissions-are-set-for-their-second-biggest-increase-in-history>
- IEA, (2021b). Tracking Clean Energy Progress, International Energy Agency, available at <https://www.iea.org/topics/tracking-clean-energy-progress>
- IEA (2022). Landöversikt Sverige. <https://www.iea.org/countries/sweden>
- IMF, (2021). <https://www.imf.org/en/Publications/WEO>
- IPCC, (2018). Global Warming of 1.5 °C, Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, available at <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IRENA (2021a). Majority of New Renewables Undercut Cheapest Fossil Fuel on Cost. <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2021/Jun/Majority-of-New-Renewables-Undercut-Cheapest-Fossil-Fuel-on-Cost>
- IRENA, (2021b). World Adds Record New Renewable Energy Capacity in 2020. <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2021/Apr/World-Adds-Record-New-Renewable-Energy-Capacity-in-2020>
- Kavlak, G., McNerney, J., & Trancik, J. E. (2018). Evaluating the causes of cost reduction in photovoltaic modules. *Energy policy*, 123, 700–710.
- Lenaerts, K., Tagliapietra, S., & Wolff, G. B. (2021). Can climate change be tackled without ditching economic growth?. *Bruegel-Working Papers*.
- Liljemalm, A. (2019). Larm om klimatångest från världens unga. *Forskning och Framsteg*. <https://fof.se/2109-klimatangest>
- Lindbeck A., (1974). Den ovissa framtiden – en studie i anpassningsmekanismer, *Ekonomisk Debatt*, 2, 463–473.
- Littlecott, C., Roberts, L., Şenlen, Ö., Burton, J., Joshi, M., Shearer, C. & Ewen, M. (2021). No New Coal By 2021 – The Collapse Of The Global Coal Pipeline.
- Lundin, K. (2021). Efter elchocken – nu bygger svenskarna solceller i rekordfart. *Dagens Industri*. <https://www.di.se/hallbart-naringsliv/efter-elchocken-nu-bygger-svenskarna-solceller-i-rekordfart/>
- Mann, C. (2018). *The wizard and the prophet: Two remarkable scientists and their dueling visions to shape Tomorrow's world*. Knopf.
- Mobility Sweden (2022). Andelen elbilar större än både bensin- och dieselbilar tillsammans i september. <https://via.tt.se/pressmeddelande/andelen-elbilar-storre-an-bade-bensin-och-dieselbilar-tillsammans-i-september?publisherId=3236140&releaseId=3331981>
- Naturvårdsverket, (2018). Genomsnittlig bensin diselanvändning Sverige – Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Bransleanvandning-for-bensin--och-dieselbilar/>
- Naturvårdsverket, (2019a). Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser. <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag>
- Naturvårdsverket, (2020). Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser i Sverige och andra länder. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/>
- Naturvårdsverket, (2021). Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser. <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>
- Peters, G. P., Minx, J. C., Weber, C. L., & Edenhofer, O. (2011). Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(21), 8903–8908.
- Pinker, S. (2012). *The better angels of our nature : Why violence has declined*. Penguin Group USA.
- Ritchie, H. & Roser, M. (2020). "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Digitalt publicerad på OurWorldInData.org. Hämtad från: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), 71–102.
- Rosling Rönnlund, A., Rosling, H. & Rosling, O. (2018). *Factfulness: tio knep som hjälper dig att förstå världen*. MTM.
- SCB, (2022). Statistikdatabasen. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0108/TotaltUtslapp/
- SCB, (2020a). Sveriges befolkning <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/sveriges-befolkning/>
- SCB, (2020b). Export och import av varor fördelade på länder. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/handel-med-varor-och-tjanster/utrikeshandel/utrikeshandel-med-varor/pong/tabell-och-diagram/export-och-import-av-varor-fordelade-pa-lander/>
- SCB, (2020c). Pressmeddelande: Svenska utsläpp minskade under coronaåret 2020. <https://www.scb.se/pressmeddelande/svenska-utslapp-minskade-under-coronaaret-2020/>
- SCB, (2021a). Sveriges import. <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/samhallets-ekonomi/sveriges-import/>
- SCB, (2022) Nationalräkenskaperna. Nationalräkenskaper, kvartals- och årsberäkningar. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper-kvartals-och-arsberakningar/>

- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- Storrow, B. (2020). Coal's Decline Continues with 13 Plant Closures Announced in 2020. <https://www.scientificamerican.com/article/coins-decline-continues-with-13-plant-closures-announced-in-2020/>
- Sveriges miljömål. "Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser, i Sverige och i andra länder" <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/begransad-klimatpaverkan/konsumtionsbaserade-utslapp-i-sverige-och-i-andra-lander/>
- SVT, (2019). Utsläpp av växthusgaser i Sverige ökar. <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/utslapp-av-vaxthusgaser-i-sverige-okar>
- Trafikverket, (2020). PM Trafikverket: Biodrivmedel och energieffektiva fordon minskade utsläppen 2019 – men takten behöver öka för att nå 2030-målet. <https://www.trafikverket.se/contentassets/ec275e93ccf0441b83d8088ff781b72a/pm-vagtrafikens-utslapp-200224.pdf>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, 2017. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html>
- Världsbanken, (2019). CO₂ emissions (kg per PPP \$ of GDP). <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PP.GD>
- Världsbanken, (2021). United Nations Population Division. World Population Prospects: 2019 Revision. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- Världsbanken, (2022). GDP (constant 2015 US\$), <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.KD&country=EUU#>
- Yale Center for Environmental Law & Policy. <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi>

APPENDIX

Tabell 3: Procentuell förändring för koldioxidutsläpp och BNP i EU27 1990–2019. Källa: European Environment Agency (2021b) och Världsbanken (2022).

	Koldioxidutsläpp, %	BNP, %
Estland*	–67	164
Lettland*	–61	149
Litauen*	–61	169
Rumänien	–59	88
Slovakien*	–45	145
Bulgarien	–45	49
Danmark	–43	66
Tjeckien	–39	79
Ungern	–33	85
Tyskland	–32	54
Malta	–31	81
Sverige	–29	86
Finland	–25	64
Italien	–23	23
Kroatien*	–23	70
Grekland	–21	29
Frankrike	–18	58
Luxemburg	–18	167
Belgien	–17	69
Polen	–15	192
Slovenien*	–7	90
Nederländerna	–6	288
Portugal	5	53
Spanien	9	80
Österrike	9	72
Irland	13	360
Cypern	58	150

* Några länder bildades eller blev självständiga efter 1990. För Estland, Lettland, Litauen, Kroatien, Slovenien och Slovakien är BNP datan för 1995.

Fria marknader
personlig frihet
öppna samhällen

TIMBRO