

Begränsad klimatpåverkan

Fördjupad utvärdering
av miljömålen 2023



RAPPORT 7068 | OKTOBER 2022



Begränsad klimatpåverkan

Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023

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

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-7068-7

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2022

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2022

Omslagsfoto: Malin Kilström



Förord

Sveriges miljömålssystem beslutades av riksdagen år 1999 och har sedan dess varit styrande för det svenska miljöarbetet. Miljömålen följs upp årligen, och minst vart fjärde år görs en fördjupad utvärdering av förutsättningarna för att nå målen. Den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2023 är den sjätte i sitt slag och ska fungera som underlag för regeringens politik och prioriteringar, men också till myndigheters och andra aktörers planering och prioritering i deras miljöarbete. Utvärderingen består av en huvudrapport med förslag till regeringen och tillhörande underlagsrapporter. Den här rapporten är ett av underlagen till den samlade slutrapport som Naturvårdsverket redovisar till regeringen i januari 2023. Rapporten presenterar en analys och bedömning av miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*. Rapporten har sitt fokus på utvecklingen mot de globala klimatmålen, i enlighet med hur miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* är formulerat.

Stockholm, oktober 2022

Stefan Nyström
Avdelningschef, Klimatavdelningen
Naturvårdsverket

Inledning

Denna rapport innehåller en sammanställning av det vetenskapliga kunskapsläget om klimatförändringen och scenarier för den fortsatta utvecklingen i förhållande till de globala klimatmålen. Sammanställningen baseras huvudsakligen på de tre delrapporterna till IPCC:s sjätte utvärderingsrapport AR6 som utkommit under 2021–2022 – med ett särskilt fokus på den tredje delrapporten om åtgärder och styrmedel för att begränsa klimatförändringen.

Slutsatserna från IPCC sätts i rapporten även i ett europeiskt och svenskt sammanhang, ett perspektiv som är relevant när den fortsatta utvecklingen mot EU:s respektive Sveriges nationella klimatmål i det klimatpolitiska ramverket fortsatt ska analyseras. När det gäller utvecklingen mot de svenska klimatmålen pågår ett sådant analysarbete parallellt med den fördjupade utvärderingen av miljökvalitetsmålen.

Naturvårdsverket har i det sammanhanget getts i uppdrag av regeringen att senast den 15 mars 2023 presentera ett underlag till regeringens kommande klimatpolitiska handlingsplan i enlighet med paragraf 5 punkt 1-7 i klimatlagen. I det uppdraget ingår att besvara frågan i vilken grad beslutade och planerade utsläppsminskande åtgärder kan förväntas bidra till att de nationella och globala klimatmålen kan nås.

Parallella regeringsuppdrag har därutöver lagts på Tillväxtanalys, Trafikanalys och Länsstyrelsen i Uppsala län, för att i en process med flera myndigheter, samordna och ta fram förslag till ytterligare åtgärder och styrmedel för att de nationella klimatmålen ska kunna nås. Resultaten av dessa uppdrag, tillsammans med ytterligare relevanta styrmedelsförslag, både sådana som tagits fram nationellt under de senaste åren och sådana som utvecklats i EU ska samlats behandlas i Naturvårdsverkets redovisning i inledningen av 2023.

Föreliggande rapport till den fördjupade utvärderingen ger främst ett underlag om utvecklingen mot de globala klimatmålen men även i delar relevanta inspel till den nationella styrnings- och styrmedelsutvecklingen, bland annat till det ovan nämnda arbetet med att ta fram underlag till en ny klimathandlingsplan.

SMHI som är Sveriges nationella kontaktpunkt för IPCC, har översatt IPCC:s officiella *Summary for policymakers* (Sammanfattning för beslutsfattare) av de tre respektive delrapporterna till svenska. Översättningarna av sammanfattningarna av de två första delrapporterna har publicerats och är tillgängliga på SMHI:s hemsida, och översättningen av sammanfattningen av den tredje delrapporten kommer inom kort också att publiceras och tillgängliggöras på samma hemsida. Avslutningsvis, kommer IPCC även att publicera en syntesrapport som summerar hela AR6-innehållet, den rapporten är planerad till mars 2023.

Innehåll

Förord	3
Inledning	4
Sammanfattning	8
1 Nuläget	12
1.1 Klimatet förändras	12
1.1.1 Utvecklingen i Sverige	16
1.2 Utmaningen	17
1.3 Utsläppsutveckling	19
1.3.1 Utsläppen i världen fortsätter att öka	19
1.3.2 Utsläppen minskar i EU och Sverige	19
1.3.3 Utsläppen har globalt fortsatt öka i alla större sektorer	20
1.3.4 Fortsatt stora skillnader i utsläpp i olika delar av världen	22
1.4 Utvecklingen av styrning, styrmedel och åtgärder	26
1.4.1 Forskning kring klimatramverk och klimatstyrning är ett nytt växande område	26
1.4.2 Klimatramverk, styrning och förankring i EU och Sverige	30
1.4.3 Slutsatser om klimatmålen konstruktion, inklusive formuleringen av nettonollmål, har nu börjat dras	31
1.4.4 Erfarenheterna från utveckling och tillämpning av styrmedel ökar också	32
2 Bedömning av måluppfyllelse	36
2.1 EU och Sverige	39
2.2 Olika länders ambitionsnivå bedöms inte i rapporten från IPCC	39
3 Scenarier för klimatets utveckling	42
3.1 Utvecklingen för klimatet till 2030	44
3.2 Utvecklingen för klimatet på längre sikt, efter 2030	45
4 Behov av styrmedel och åtgärder – vad krävs för att klimatmålen ska nås?	47
4.1 Åtgärdspotentialerna är stora – men tiden för genomförande är mycket knapp	47
4.1.1 Potentialer i EU och Sverige	49
4.2 Potentialen för utsläppsminskningar utifrån ett efterfrågeperspektiv är också stora	51
4.2.1 Motsvarande perspektiv finns också i EU och i det svenska klimatramverket	53
4.3 Slutsatser om hur omställningen skulle kunna gå till – sektor för sektor	54
4.3.1 Det globala energisystemet behöver ställas om på ett mycket omfattande sätt	54
4.3.2 Inom industrin behövs bland annat ett samordnat agerande genom värdekedjor och nya primärprocesser för att producera basmaterial	56
4.3.3 Stadsmiljön erbjuder möjligheter till ökad resurseffektivitet och sänkta utsläpp av växthusgaser	58
4.3.4 Utsläppen av växthusgaser från bostäder kan nå nettonollutsläpp med många synergier	59

4.3.5	Åtgärder på efterfrågesidan tillsammans med teknikskiften kan minska utsläppen i transportsektorn i utvecklade länder och dämpa ökningen i länder under utveckling	61
4.3.6	Åtgärder inom jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning i världen kan leda till stora utsläppsminskningar och ökade netto-upptag (kolsänkor)	63
4.3.7	Åtgärder för ökat upptag av koldioxid (negativa utsläpp) behövs för att nå netto-nollutsläpp av koldioxid eller växthusgaser	67
4.4	Centrala styrmedel och åtgärder samt behov av integrerad styrning	68
4.4.1	Om den övergripande styrningen med klimatramverk och institutioner	69
4.4.2	Om styrmedel och styrmedelspaket	69
4.4.3	Klimatomställningen behöver integreras med annan samhällsutveckling	71
4.4.4	Klimatomställningen mot låga utsläpp behöver ske samtidigt som det sker en anpassning till ett förändrat klimat	72

Begränsad klimatpåverkan

Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.

Riksdagens definition av miljömålet

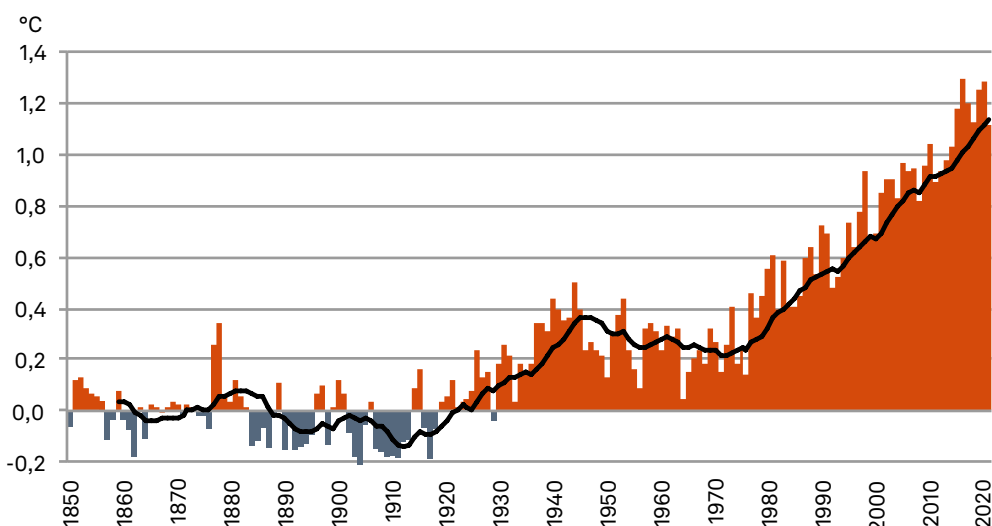
Riksdagen har fastställt en precisering:

Den globala medeltemperaturökningen begränsas till långt under två grader Celsius över förindustriell nivå och ansträngningar görs för att hålla ökningen under 1,5 grader Celsius över förindustriell nivå. Sverige ska verka internationellt för att det globala arbetet inriktas mot detta mål.

Sammanfattning

Vetenskapen är tydligare än någonsin – mänskliga aktiviteter, framför allt förbränning av fossila bränslen, cementtillverkning och förändrad markanvändning, ligger bakom den markanta pågående uppvärmningen av jordens klimat. Den globala medeltemperaturen är idag drygt en grad Celsius högre jämfört med medeltemperaturen under 1800-talets andra hälft. Konsekvenserna är redan idag påtagliga – globalt och i Sverige – och riskerna ökar för varje ytterligare ökning av den globala medeltemperaturen. I vågskålen ligger ekosystemens stabilitet och grundförutsättningar för människors livsvillkor världen över.

Global genomsnittlig yttemperatur och tioårsmedelvärde 1850–2021, i förhållande till genomsnitt 1850–1900.
www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/begransad-klimatpaverkan/global-medeltemperatur



De globala utsläppen har fortsatt öka

Trots att klimatfrågan har fått alltmer uppmärksamhet under senare tid, och effekterna av klimatförändringen blivit alltmer påtagliga, har världens klimatpåverkande utsläpp fortsatt att öka. Den största ökningen har skett i Asien, framför allt i Kina. I EU och i Sverige har utsläppen samtidigt minskat under några decennier, om än i en relativt låg takt.

Om Parisavtalets temperaturmål – och därmed miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* – fortsatt ska kunna vara möjligt att uppnå måste de globala utsläppen omgående börja minska i en mycket snabb takt. I grova drag behöver de globala växthusgasutsläppen halveras från dagens nivåer till 2030 och de globala koldioxidutsläppen nå netto noll kring 2050.

Världens länders samlade befintliga åtaganden under Parisavtalet om utsläppsminskningar till 2030, så kallade NDC:er, är långt ifrån tillräckliga för att realisera en sådan utveckling, och dessutom bedöms många länders styrmedelsbeslut hittills vara otillräckliga för att klara de bidrag man åtagit sig.

Sammantaget är det en mycket stor utmaning att åstadkomma det drastiska trendbrott i den globala utsläppskurvan som behövs för att hejda klimatets uppvärmning vid de nivåer som världssamfundet har enats om. Men åtgärder finns till hands för att kunna klara utmaningen, visar FN:s klimatpanel IPCC i sin rapport från våren 2022.

Stora möjligheter till åtgärder som kan vända utvecklingen

Enligt IPCC-rapporten finns det åtgärdsalternativ i alla sektorer med potential att åtminstone halvera de globala växthusgasutsläppen redan till 2030. Av dessa finns flera som bedöms kunna genomföras till lägre åtgärdskostnader jämfört med tidigare uppskattningar, och i många fall med stora parallella nyttor utöver undvikandet av omfattande och svåröverskådliga klimatskador. De stora potentialerna för vind- och solenergi, till låga kostnader, kan här särskilt nämnas.

Omställningen till nettonollutsläpp de närmaste decennierna handlar om att världen behöver ställa om ett energisystem och en industriproduktion som idag i mycket hög utsträckning baseras på fossil energi och råvara, samtidigt som det även sker en utbyggnad av energi- och industriproduktion, bebyggelse och annan infrastruktur framför allt i världens fattigare länder och i medelinkomstländer. Även dessa investeringar behöver nu gå i riktning mot en omställning mot nettonollutsläpp. Effektivisering av energi- och materialanvändning är också viktiga led i omställningen.

Utsläppen från jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning behöver också begränsas, samtidigt som upptaget av koldioxid (kolsänkan) vårdas och ökar. Utvecklingen behöver ske samtidigt som livsmedelsproduktionen utvecklas på ett hållbart sätt för att försörja en växande global befolkning och samtidigt som förlusten av biologisk mångfald hejdas världen över.

Klimatomställningen kräver storskaliga förändringar inte bara i industri- och energisystem (på tillförselsidan), utan även efterfrågan, det vill säga konsumtionen, behöver förändras på olika sätt. Potentialen för sådana åtgärder bedöms vara stor men behöver möjliggöras av samhället för att kunna genomföras. De målkonflikter som kan uppstå med exempelvis andra miljömål, minskar dessutom när omställningen lägger vikt vid åtgärder på "efterfrågesidan". Material- och energihushållning är centralt även här.

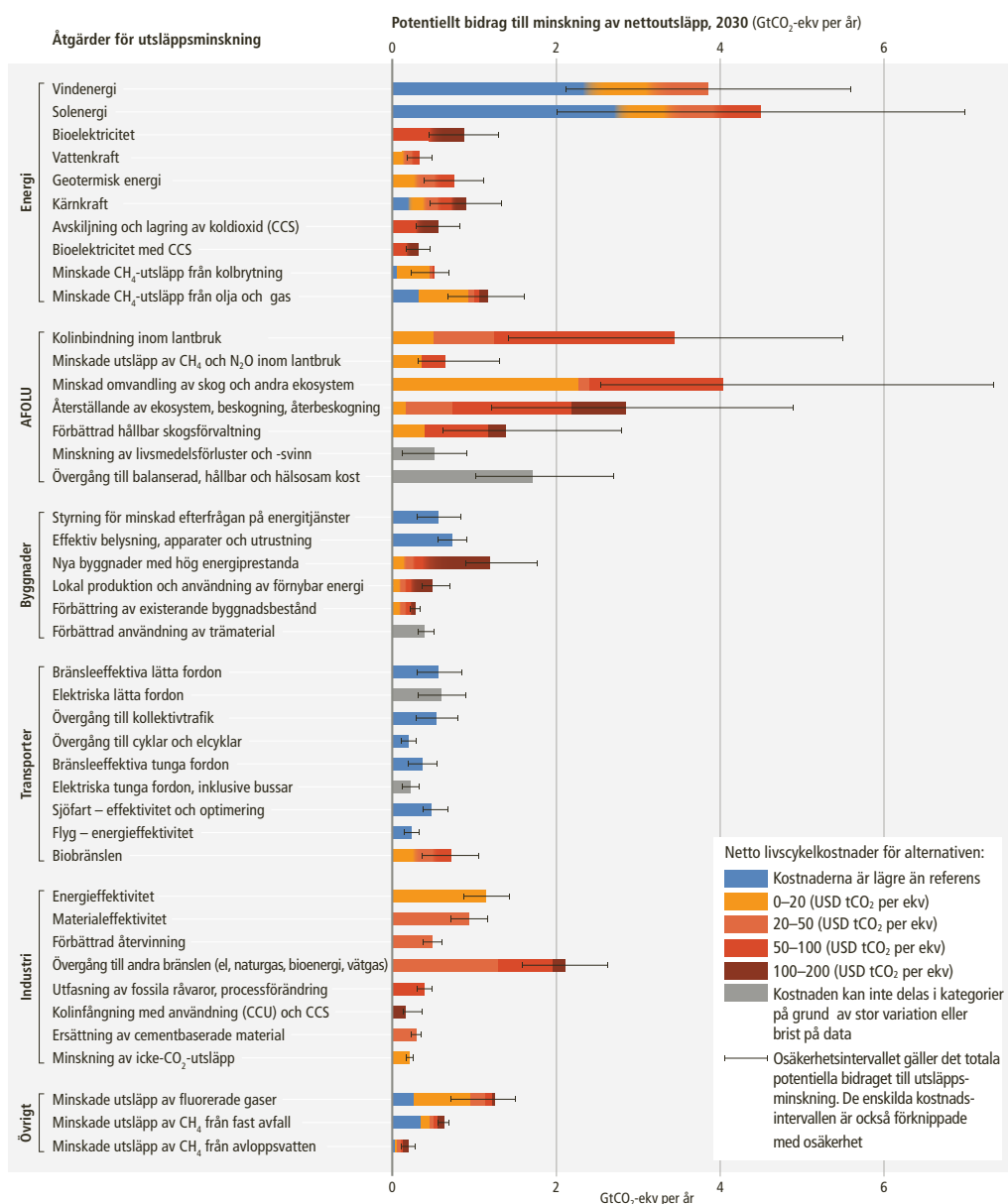
Kunskapen ökar om vad som fungerar för att utsläppen ska minska

Då tillämpningen av klimatramverk och klimatstyrmedel nu har pågått under en tid i allt fler länder har också allt fler forskningsresultat kommit från praktisk styrmedelstillämpning. Den samlade forskningen tyder på att väl utformade styrmedelspaket ger större effekt än enskilda styrmedel. Styrmedelspaket som även utformats för att söka åstadkomma synergier med bredare utvecklingsmål har visats sig vara mer verkningsfulla (ge större effekt) än enskilda styrmedel. Styrmedelspaket med en sådan inriktning har också visats få större stöd från allmänheten. Administrativa styrmedel har visat sig vara verkningsfulla i flera olika sektorsammanhang, om de utformas på ett flexibelt sätt, och i kombination med ekonomiska styrmedel kan kostnaderna för genomförandet bli lägre. Ekonomiska styrmedel som skatter och bidrag har en viktig roll att spela men har hittills framför allt visats vara effektiva för att så kallade lågkostnadsåtgärder ska genomföras. Andra typer av styrmedel och styrmedelspaket behövs för att uppnå åtgärder som kräver mer omfattande omställning och som initialt har höga kostnader.

Att klimatomställningen behöver integreras med annan samhällsutveckling och ta hänsyn till olika rättviseaspekter för att ge effekt är ytterligare generella slutsatser från forskningen.

Översikt över åtgärdsalternativ och deras uppskattade kostnader och potentialer globalt till 2030

Många av de åtgärder som nu finns tillgängliga inom alla sektorer beräknas erbjuda betydande potential för minskade nettoutsläpp till 2030. Relativa potentialer och kostnader kommer att variera mellan länder och också på längre sikt jämfört med 2030.



Sverige och Europa har inlett arbetet med en klimatomställning

Den klimatomställning som Sverige och Europa inlett är i sina huvuddrag en återspeglning av vad världen i stort behöver genomföra, men har också särskilda karaktärsdrag utifrån faktorer som geografi, befintliga konsumtionsmönster, befintlig markanvändning och energisystem, samt de gemensamma ramverk som hittills införts på området.

Den europeiska klimatpolitiken, som Sverige är en del av, är under utveckling med pågående förhandlingar kring 55%-paketet ("Fit for 55"), ett lagstiftningspaket som är tänkt att säkra uppfyllandet av unionens skärpta klimatmål till 2030. Av betydelse vid sidan av 55%-paketet och övriga delar i EU:s gröna giv finns bland annat, sedan våren 2022, "REPowerEU" – det initiativ som tillkommit för att göra unionen oberoende av fossil energi från Ryssland.

När det gäller arbetet med att nå målen i det svenska klimatramverket har flera myndigheter tagit fram, och fortsätter ta fram, underlag till regeringens kommande klimatpolitiska handlingsplan tillsammans med en analys av hur förutsättningarna för måluppfyllelse bedöms se ut. Detta ska redovisas i en kommande rapport från Naturvårdsverket i mars 2023. Några exempel på områden där Sverige skiljer sig från många andra länder är att landet har en stor andel skogsmark, en stor potential för klimatnytta från återvätning av torvmarker och en relativt stor andel energiintensiv industri. Användningen av fossila bränslen är dessutom relativt låg i det svenska el- och värmesystemet, samtidigt som elproduktionen, liksom i andra länder, behöver öka för att möta en ökad efterfrågan för särskilt industrins och transportsektorns omställning. En förstärkning av elnätets kapacitet, ellagring eller annan balansering av framför allt vind- men även till exempel solkraft, och ett fokus på energieffektivisering och effektstyrning, är viktiga komponenter när elproduktionen snabbt behöver byggas ut, och där skiljer vi oss inte heller från vad som bedöms behöva ske i andra delar av världen.

Klimatförändringen är ett globalt miljöproblem och merparten av världens utsläpp kommer inte från Sverige och Europa. Den svenska och europeiska omställningen behöver därför ske som en del i en global omställning – internationellt samarbete på olika arenor kommer att vara avgörande för om *Begränsad klimatpåverkan* ska uppnås. I detta har även små länder som Sverige genom sitt agerande både i det egna landet och i internationella processer potential att utöva ett inflytande större än i proportion till vår storlek.

Målbedömning

NEJ → Miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan kommer inte klaras utifrån världens samlade befintliga och beslutade styrmedel och åtgärder.



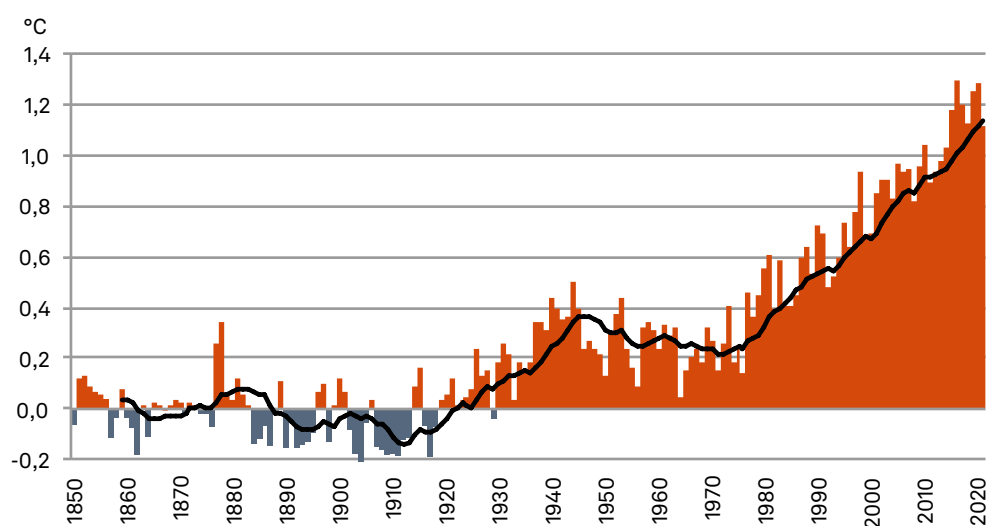
NEGATIV. Utvecklingen går åt fel håll – den globala medeltemperaturen fortsätter att stiga. De globala utsläppen av växthusgaser har fortsatt att öka, och halterna av växthusgaser i atmosfären stiger. För att klara miljökvalitetsmålet behöver de globala växthusgasutsläppen i grova drag halveras till år 2030 och koldioxidutsläppen nå nettonoll ungefär år 2050.

1. Nuläget

1.1 Klimatet förändras

Jorden fortsätter att värmas upp – under vart och ett av de senaste fyra årtiondena har den globala medeltemperaturen varit högre än det närmast föregående årtiondet. Medeltemperaturen på jorden har, som framgår av figur 1, under det senaste årtiondet (2011–2020) varit cirka 1,1 grader Celsius högre än medeltemperaturen under perioden 1850–1900.¹ Miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* innebär – i överensstämmelse med Parisavtalet – att medeltemperaturen på jorden ska begränsas långt under 2 grader jämfört med förindustriell tid – och helst hejdas vid 1,5 grader.²

Figur 1. Global genomsnittlig yttemperatur och tioårsmedelvärde 1850–2021, i förhållande till genomsnittet 1850–1900.



Den globala genomsnittliga yttemperaturen stiger. Avvikelseerna i figuren är i förhållande till temperaturgenomsnittet för perioden 1850–1900.

Källa: University of East Anglia (Climatic Research Unit)

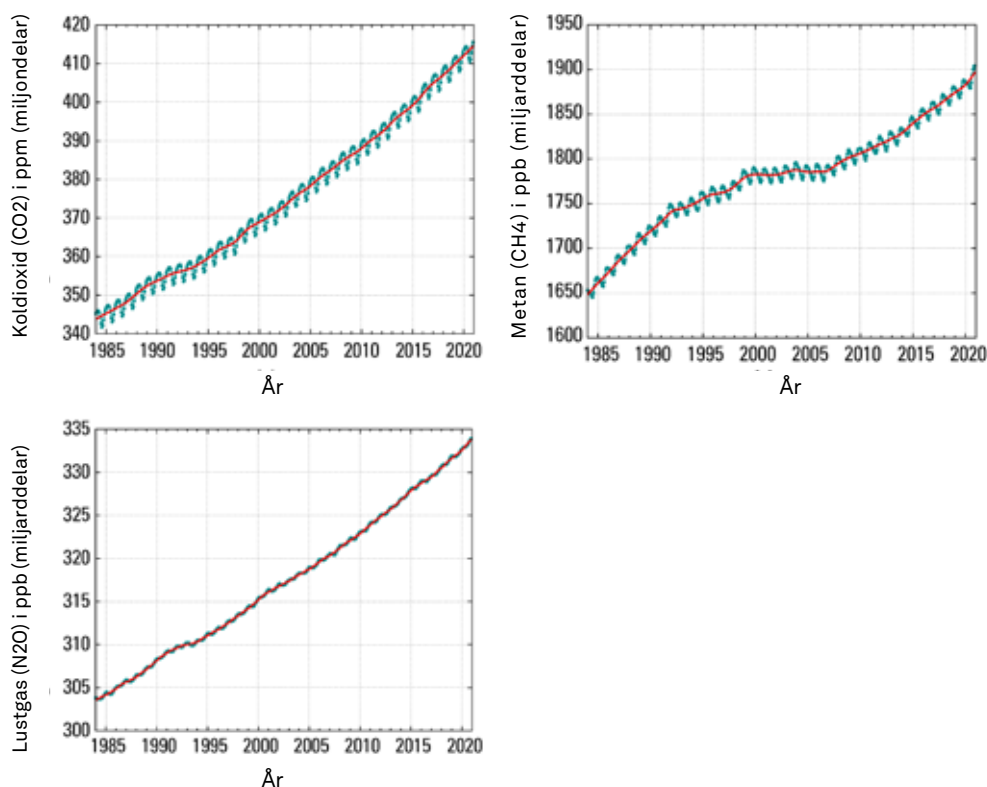
¹ Industrialismen brukar anses ha påbörjats under slutet av 1700-talet, men perioden 1850–1900 används ofta som referens eftersom tillförlitliga globala temperaturmätdata finns först från däromkring. Mänskliga klimatpåverkande utsläpp före 1850 var jämförelsevis små jämfört med senare.

² IPCC:s specialrapport om 1,5 graders uppvärmning från 2018 var ett landmärke som tydligt visade på värdet av att undvika global uppvärmning på över 1,5 grader, med anledning av de med den ökande temperaturen alltmer tilltagande klimatriskerna.

IPCC (2018) 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.

FN:s klimatpanel IPCC visar i sin senaste omfattande sammanställning kring klimatförändringens naturvetenskapliga grund (delrapporten från Working Group 1 till panelens sjätte stora utvärderingsrapport: *AR6 – Assessment Report 6*)³, fortsättningsvis refererad till som WG1-rapporten, att de pågående förändringarna i klimatsystemet är mycket påtagliga. I många fall saknar förändringarna motstycke sedan tusentals år tillbaka, om inte hundratusentals år eller längre. I WG1-rapporten konstateras också att vetenskapen är robust i slutsatsen att det är människans inverkan som orsakat den observerade uppvärmningen⁴, framför allt genom utsläpp av växthusgaser. Figur 2 visar utvecklingen för atmosfärens halt av koldioxid, metan och lustgas (dikväveoxid) – de mest betydelsefulla av de växthusgaser människan släpper ut. Utsläpp av partiklar påverkar också klimatet⁵ – sammantaget ger de utsläpp som bidrar till partiklar i atmosfären en kylande effekt.

Figur 2. Koncentration av koldioxid respektive metan och lustgas i atmosfären 1984–2020.



Halterna av koldioxid anges i miljondelar (ppm) medan halterna för metan och lustgas anges i miljarddelar (ppb). De röda linjerna visar årsmedelvärden (där alltså säsongsvariationer inte blir synliga) medan de blå linjerna följer månadsmedelvärden.

Källa: WMO State of the Global Climate 2021 Report

³ IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁴ Av den observerade uppvärmningen på drygt en grad Celsius sedan 1850–1900 anges i WG1-rapporten att *naturlig pådrivning* (alltså inte mänsklig inverkan) uppskattas ha påverkat temperaturutvecklingen någonstans i ett intervall mellan 0,1 grad i kylande riktning (det vill säga att hela nettouppvärmningen då förklaras av människans inverkan) till 0,1 grad i värmande riktning (det vill säga att så gott som hela nettouppvärmningen då förklaras av människans inverkan).

⁵ Partiklarna (aerosolerna) är kortlivade (livstid timmar-dagar) i luften och har därför inte samma långvariga påverkan som de flesta växthusgaser har (livstid år-decennier-sekler).

Samtidigt som atmosfärens temperatur har stigit har också haven värmts upp alltmer. Andra komponenter i klimatsystemet där tydliga förändringar kunnat observeras är exempelvis förändrade nederbördsmonster, krympande glaciärer, stigande havsnivåer och en dramatiskt minskande arktisk havsis.

Den ökade koldioxidhalten i atmosfären har också lett till en pågående försurning av världshaven, eftersom en del av den tillförda koldioxiden löses i haven⁶.

Vissa typer av extrema väderhändelser har också, globalt eller i delar av världen, blivit mer frekventa och/eller intensiva – till exempel värmeböljor, skyfall och torka.

Flera fall av extremväder under 2022 illustrerar sådant som vi kan vänta oss att se mer av som ett resultat av klimatförändringarna – se faktarutan på sidan 15 om vårens och sommarens extremväder i delar av Asien och Europa.

I delrapporten från IPCC:s Working Group 2 till AR6 om klimatförändringens effekter, om sårbarheter och om anpassning till förändringarna⁷, härifrån refererad till som WG2-rapporten, konstateras det att klimatets förändring alltmer påverkar naturen och människans livsvillkor runt om i världen.

Skador i ekosystemens struktur, funktion och resiliens, såväl på land som i söt- och saltvatten, är tydliga över hela världen. Många arter har i sin utbredning rört sig i riktning mot polerna, eller (på land) mot högre höjd. Värmeböljor och andra störningar har observerats överskrida växters och djurs toleransnivåer, med bland annat exempel på massdödlighet bland träd och koraller som följd. Människans fragmentering, degradering och förstörelse av ekosystem har på många håll gjort ekosystemen mer sårbara för klimatförändringen.

Klimatförändringen har generellt haft en negativ inverkan på mat- och vattensäkerheten i världen. Jordbruksproduktiviteten globalt har ökat, men klimatförändringen har saktat ner ökningen⁸.

Klimatförändringens påverkan på människors fysiska hälsa märks av på många sätt, exempelvis i form av ökad sjuklighet och dödlighet kopplat till värmeböljor. Andra exempel är hälsoeffekter till följd av rökexponering i de delar av världen där klimatförändringen bidragit till en ökad förekomst av bränder samt att sjukdomar hos människor och djur – inklusive zoonoser⁹ – uppträder på nya platser. Påverkan på människors mentala hälsa kan handla om trauman efter extrema väderhändelser, liksom om förlust av försörjning och kulturella sammanhang.

Negativa ekonomiska konsekvenser av klimatförändringen – kopplat till såväl långsamma förändringar som till extrema väderhändelser – har alltmer kunnat påvisas. Vissa positiva ekonomiska effekter har identifierats i regioner som har gynnats av lägre energibehov och komparativa fördelar inom jordbruk och turism. Risker och sårbarheter för klimatförändringen tenderar att vara särskilt stora i de fattigaste delarna av världen – delar av världen som samtidigt tenderar att ha bidragit minst till att orsaka klimatförändringen.

⁶ Havens försurning är med andra ord en parallell effekt av koldioxidutsläppen. Åtgärder för att begränsa koldioxidutsläppen motverkar såväl den globala uppvärmningen och dess konsekvenser som havsförsurningen.

⁷ IPCC (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁸ Negativa effekter av klimatförändringen på jordbruksproduktiviteten har framför allt konstaterats för låg- och mellanbreddgraderna, medan positiva effekter konstaterats i vissa områden på högbreddgraderna.

⁹ Sjukdomar eller infektioner som kan spridas mellan djur och människor.

Värmebölja i Indien och Pakistan våren 2022 – följt av stora översvämningar

Våren 2022 drabbades Indien, Pakistan och närliggande sydasiatiska länder av en svår och långvarig värmebölja, på sina håll tidvis med temperaturer uppåt 50°C. Till konsekvenserna hörde värmerelaterad sjuklighet och dödlighet, förlorad arbetsproduktivitet, vattenbrist, bränder och påfrestningar för ekosystem. Fattiga och marginaliserade delar av samhällena var särskilt utsatta. Ökad elkonsumention för kylning försvårade problem med strömavbrott. Relaterat till värmen och tillhörande snabb glaciäravsmältning uppstod också en destruktiv störtflod från ett så kallat glaciärsjöutbrott nedanför glaciären Shishpar i Pakistan.

Värmeböljan ledde också till omfattande skördeförluster, i ett läge då det globala livsmedelssystemet redan var pressat, bland annat kopplat till Rysslands krig mot Ukraina, men även till följd av svaga skördar bland annat i ett också torkdrabbat USA, med flera faktorer.

Vårens värmebölja kring Indien-Pakistan övergick sedan i en monsunsäsong med flera mycket kraftiga regn inte minst i Pakistan. Till vattenmängderna från skyfallen tillkom också omfattande smältvattenmängder från landets glaciärer. Över tusen omkom, miljontals förlorade sina hem, återuppbyggnadskostnaderna uppskattas till mångmiljard-dollarbelopp.

Klimatförändringen har avsevärt förhöjt risken, i Asien liksom i andra delar av världen, för såväl värmeböljor som extrem-nederbörd (vad gäller det sistnämnda så handlar det bland annat om att varmare luft kan hålla mer vattenånga och snabbar upp den hydrologiska cykeln).

- [World Weather Attribution initiative India_Pak-Heatwave-scientific-report.pdf](https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-India-Pakistan-floods.pdf) (worldweatherattribution.org)
- <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Pakistan-floods.pdf>

... och europeisk extremvädret

Vid sidan av de förödande pakistanska monsunregnen, präglades sommaren 2022 av flera anmärkningsvärda värmeböljor och svår torka över norra halvklotet, bland annat i Kina, och i stora delar av Europa (Skandinavien var ett undantag). I Europa blev sommaren den varmaste som har uppmätts, och torkan anses bland kontinentens värsta sedan år 1540. Även om klimatzonerna och samhällena ser olika ut, kännetecknades extremvädret i Europa i mångt och mycket av samma typer av effekter som ovan beskrivs för Indien och Pakistan.

Av de många rekord som slogs i Europa kan exempelvis nämnas det värmerekord som Storbritannien noterade i juli, 40,3°C. Det var första gången som en temperatur över 40°C uppmättes i Storbritannien (som har bland världens längsta temperaturmätserier) och det överträffade det tidigare brittiska rekordet med hela 1,6°C (vanligen slås temperaturrekord med betydligt mindre marginaler).

Till områden där myndigheter utropade nödläge till följd av torkan hörde bland annat delar av Italien, med bland annat mycket låga vattennivåer i den inte minst för jordbruket viktiga floden Po. Också bland annat Frankrike drabbades hårt av torkan som påkallade krisinsatser för vattenförsörjningen. Vattennivåerna i floder som exempelvis Rhen och Donau blev så låga att transporter på floderna försvårades.

- <https://www.worldweatherattribution.org/without-human-caused-climate-change-temperatures-of-40c-in-the-uk-would-have-been-extremely-unlikely/>
- www.protezionecivile.gov.it/it/comunicato-stampa/protezione-civile-lo-stato-di-emergenza-la-siccita-e-una-prima-tappa-0
- www.gouvernement.fr/actualite/secheresse-activation-de-la-cellule-interministerielle-de-crise
- <https://climate.copernicus.eu/copernicus-summer-2022-europes-hottest-record>
- <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

Det konstateras i WG2-rapporten att åtgärder som vidtagits för klimatanpassning har minskat sårbarheten, men att det redan med dagens klimatförändring finns naturliga och mänskliga system som stöter på gränser för sin förmåga till anpassning. Många av förändringarna i klimatsystemet är också av trög karaktär – den fulla vidden av den klimatrubbning människan redan orsakat syns ännu inte. Exempelvis kommer havets yta fortsätta att stiga i många hundratals, till och med tusentals, år framåt¹⁰. Mer om hur klimatet kan förändras i framtiden i denna rapports avsnitt 3, *Scenarier för klimatets utveckling*.

1.1.1 Utvecklingen i Sverige

En omfattande kartläggning över hur det svenska klimatet har förändrats finns i underlagen till den första rapporten till regeringen från Nationella expertrådet för klimatanpassning¹¹.

Vad gäller medeltemperaturen i Sverige¹², så har den för perioden 1991–2019 varit 1,7 grader högre än vad den var under perioden 1860–1900¹³. Jämför man samma tidsperioder vad gäller nederbörd i Sverige, så har den ökat från knappt 600 millimeter per år till knappt 700 millimeter per år.

Andra parametrar i det svenska klimatet som förändras känns också igen från andra delar av världen – såsom att även Sveriges glaciärer är på tillbakagång. Symboliskt här har varit hur Sverige under senare år uppmätt en ny högsta bergstopp – då Kebnekaises stenklädda nordtopp blivit högre än sydtoppen med dess retire-rande toppglaciär¹⁴.

Havsnivåhöjningen uppvägs i stora delar av Sverige av landhöjningen som fortfarande pågår efter den senaste istiden, men söder om en linje som går ungefär mellan Göteborg och Norrköping går havsnivåhöjningen snabbare än vad landhöjningen motverkar.

I likhet med andra delar av världen har klimatförändringen i Sverige inneburit en förändrad risk för vissa extremhändelser. Bland senare års händelser utmärker sig det exceptionella vädret i Sverige under sommaren 2018, med långvarigt höga temperaturer, svår torka och omfattande bränder. Det förändrade klimatet ökade sannolikheten för att en sådan sommar skulle inträffa¹⁵. Ett annat exempel från senare tid är extremregnet över Gävle-området sommaren 2021, med översvämning av infrastruktur och bebyggelse och stora skadekostnader.¹⁶

Samtidigt som många aspekter av klimatet är i förändring, finns också flertalet aspekter där inga förändringar kan konstateras, i Sverige liksom globalt. Ett sådant

¹⁰ Detta beror dels på att den destabilisering som idag triggas i de stora inlandsisarna kommer att utspela sig över mycket lång tid framåt (och vatten som idag binds som is bidrar till havsnivåhöjning när det hamnar som flytande vatten i haven), dels på den långsamma havscirkulationen som gör att det tar lång tid att värma upp djuphaven (när vattnet värms upp utvidgas det och bidrar till havsnivåhöjningen).

¹¹ Samtliga underlag finns här: [klimatanpassningsradet.se/publikationer](https://www.klimatanpassningsradet.se/publikationer)

¹² Medeltemperaturen i Sverige har ökat mer än medeltemperaturen globalt. Det har att göra med att uppvärmningen generellt går fortare över land än över hav, likaså går det generellt fortare i områdena nära Arktis.

¹³ Sedan 1988 har alla år utom två varit varmare eller mycket varmare än genomsnittet för 1961–1990.

¹⁴ Det var sensommaren 2018 som Kebnekaises nordtopp för första gången tog över positionen från sydtoppen som landets högsta punkt. Vinterhalvårets snöfall är variabelt men vid den årliga jämförelsen på sensommaren mellan topparna under åren efter 2018 har sydtoppen fortsatt uppmätts som högst.

¹⁵ Wilcke et al. (2020) The extreme warm summer 2018 in Sweden – set in a historical context. *Earth System Dynamics*.

¹⁶ Länsstyrelsen Gävleborg (2022) Utredning av skyfall och översvämningar i Gävleborgs län, augusti 2021. Rapport 2022:05.

exempel är vindhastigheter, för vilka inga tydliga långsiktiga trender kunnat detekteras i Sverige¹⁷.

Temperaturökningen i Sverige går som snabbast i norra delen av landet. Klimatförändringen ställer till exempel redan renskötseln inför stora utmaningar – bland annat till följd av den hårda skare som med de allt vanligare vinterregnen hindrar renarnas bete.

Mer om klimatförändringens effekter på svenska naturmiljöer och miljömål finns att läsa i de respektive fördjupade utvärderingarna av de övriga miljökvalitetsmålen¹⁸. Klimatförändringens konsekvenser för mänskliga system i Sverige handlar om direkta lokala effekter såväl som indirekta effekter genom förändringar i omvärlden¹⁹.

Även utifrån ett optimistiskt scenario i linje med Parisavtalets temperaturmål²⁰ finns behov av klimatanpassning. Nationella expertrådet för klimatanpassning konstaterar i sin första rapport till regeringen²¹ att det pågår klimatanpassningsinsatser i Sverige, men att mer behöver göras, organiseringen utvecklas och ansvarsförhållanden förtydligas. Expertrådets förslag utgör underlag till regeringens uppdaterade nationella strategi för klimatanpassning som ska tas fram 2023.

1.2 Utmaningen

De globala utsläppen av växthusgaser är alltjämt på en mycket hög nivå, och ökar, och halterna i atmosfären fortsätter att stiga. Miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* (Parisavtalets temperaturmål) kommer inte att vara möjligt att nå om inte de globala utsläppen mycket snart vänder nedåt och inom bara några decennier når nettonollnivåer²² för koldioxid, och med omfattande minskningar även av andra växthusgaser.

Den globala uppvärmningen är nära nog linjärt proportionerlig mot den totala mängden koldioxid som släpps ut som ett resultat från mänskliga aktiviteter. Att begränsa den globala uppvärmningen till en given nivå kräver därför att den totala mängden koldioxidutsläpp hålls inom ett visst utsläppsutrymme – en ”koldioxidbudget”. Detta faktum konstateras i WG1-rapporten såväl som i delrapporten från IPCC:s Working Group 3, fortsättningsvis refererad till som WG3-rapporten²³. I WG3-rapporten är det inte minst i rapportens kapitel 3 *Mitigation Pathways compatible with long-term goals* som globala utsläppsbanor inom givna koldioxidbudgetar beskrivs.

IPCC uppskattar den återstående budgeten för att uppvärmningen år 2100 med mer än 50 procents sannolikhet ska understiga 1,5 grader, jämfört med förindustri-

¹⁷ Med det sagt, har bland annat minskad förekomst av tjäle bidragit till ökade risker för stormskador i form av fallna träd under vinterstormar.

¹⁸ Däribland miljökvalitetsmålet *Ett rikt växt- och djurliv*, se särskilt under precisering 2, *Påverkan av klimatförändringar*.

¹⁹ På områden som exempelvis livsmedel, finans och försäkring, handel, människors rörelsemönster, geopolitik och infrastruktur.

²⁰ Och också inom ramarna för variabiliteten i det redan idag rådande klimatet, vad gäller flera samhällsverk-samheter.

²¹ Nationella expertrådet för klimatanpassning (2022), Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning.

²² Nettonoll-utsläpp syftar på en situation där antropogena utsläpp och upptag tar ut varandra.

²³ IPCC (2022) Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

ell nivå²⁴, till 510 miljarder ton koldioxid. Den budgeten är beräknad från början av 2020, vilket innebär att en substantiell del av budgeten redan har hunnit användas sedan dess, grovt räknat släpptes 80 miljarder ton koldioxid ut under 2020 och 2021, vilket ger cirka 430 miljarder ton koldioxid kvar från 2022²⁵. För 2 grader med en sannolikhet på 67 procent uppskattar IPCC budgeten till 1 150 miljarder ton koldioxid (beräknat från 2020). Här ska noteras att Parisavtalet stipulerar som mål *långt under 2 grader*, och helst 1,5 grad.

Eftersom dagens globala koldioxidutsläpp är på cirka 40 miljarder ton koldioxid per år betyder detta alltså att mycket snabba utsläppsreduktioner behövs under 2020-talet för att världen ska kunna hålla sig inom en budget som kan vara kompatibel med *Begränsad klimatpåverkan* (Parisavtalets temperaturmål). Beräkningen av koldioxidbudgeten inbegriper också antaganden om minskningar av andra klimatpåverkande ämnen än koldioxid. Antaganden om dessa ämnen hanteras inte inom själva koldioxidbudgeten, detta eftersom utsläppen av exempelvis metan inte har samma linjära proportionalitet med temperaturutvecklingen som koldioxid och som koldioxidbudgeten bygger på.

I scenarier där 1,5-gradersgränsen kan förmodas hållas, minskar globala koldioxidutsläpp kraftigt redan till 2030 och når nettonoll kring 2050, medan totala globala växthusgasutsläpp tenderar nå nettonoll 15–20 år senare.²⁶ En försening med 15–20 år i antingen nettonollkoldioxid eller nettonollväxthusgaser innebär att temperaturökningen begränsas till 2 grader snarare än 1,5 grader. I scenarier där 1,5-gradersgränsen kan förmodas hållas sker i grova drag en halvering av växthusgasutsläppen till 2030 jämfört med dagens nivåer.

Metan räknas näst efter koldioxid som den viktigaste av de växthusgaser människan släpper ut. Utsläppsbanor i linje med att hålla 1,5-gradersgränsen innebär en minskning av de globala metanutsläppen med i snitt 34 procent (21–57 procent²⁷) till 2030 (jämfört med 2019)²⁸, och 25–70 procent till 2050. Stora minskningar behövs även av andra växthusgaser.

Den utveckling som krävs för en chans att klara miljö kvalitetsmålet kräver en historiskt unikt snabb global omställning bort från ett energisystem och en industriproduktion som använder fossil energi och råvara. Fundamentalt är också ett fokus på effektivisering i energi- och resursanvändningen, hållbar konsumtion samt att utsläppen från markanvändningen begränsas samtidigt som upptaget i kolsänkorna värnas och stärks. Mer om detta i avsnitt 4, *Behov av styrmedel och åtgärder – vad krävs för att klimatmålen ska nås?*

²⁴ I detta ligger också att den maximala uppvärmningen under seklet med en sannolikhet på >67 procent överstiger 1,5 grader. Dessa scenarier benämns som i WG3-rapporten som kategorin "C1", och är den mest utsläppsminskingsambitiösa av åtta kategorier; C1-C8. Den så kallade *försiktighetsprincipen* (precautionary principle), som är en grundläggande princip i bland annat Klimatkonventionen, implicerar att åtgärder i tid ska vidtas för att undvika farliga och svårförutsägbara miljöeffekter. Men att den globala utsläppskurvan inte vänt neråt utan fortsatt öka under åren som har gått, har inneburit att inte ens WG3-rapportens allra mest ambitiösa scenariokategori klarar 1,5-gradersgränsen annat än med en så här ringa sannolikhetsnivå.

²⁵ Därutöver, antas för denna scenariokategori (C1, se föregående fotnot) kumulativa negativa koldioxidutsläpp å i snitt 220 miljarder ton, från och med att nettonoll nås och till och med seklets utgång.

²⁶ Det kan samtidigt noteras att alla scenarier i gruppen inte når hela vägen till nettonoll växthusgaser. I den mån nettonoll växthusgaser nås, är det negativa koldioxidutsläpp som balanserar kvarvarande andra utsläpp.

²⁷ Intervallet avser scenariernas 10:e till 90:e percentil.

²⁸ Det innebär att den nyligen lanserade globala metandeklarationen, "Global Methane Pledge", om att minska metanutsläppen med "minst 30 % till 2030 jämfört med 2020", är i närheten av en median för de mest Parisavtalskompatibla scenarier som IPCC presenterar. En kraftfull upptrappning av de globala insatserna för att minska metanutsläppen är nödvändigt om metandeklarationen ska uppfyllas. www.globalmethanepledge.org

1.3 Utsläppsutveckling

1.3.1 Utsläppen i världen fortsätter att öka

De globala växthusgasutsläppen har fortsatt att öka under 2010-talet (figur 3). Sedan den senaste fördjupade utvärderingen 2019 har världen drabbats av en global pandemi som under ett år – 2020 – förde med sig att utsläppen sjönk i stora delar av världen. Effekten har hittills visat sig vara temporär, och redan 2021 steg koldioxidutsläppen från användning av fossila bränslen åter till nivåer kring 2019 års nivåer²⁹.

I WG3-rapportens kapitel 2, *Emissions Trends and Drivers*, konstateras övergripande att de globala utsläppen under hela perioden 2010–2019 legat på en högre nivå jämfört med tidigare decennier, samtidigt som tillväxttakten sjunkit jämfört med perioden 2000–2009.³⁰ Utsläppen av koldioxid 2010–2019 var sammanlagt så stora att ungefär hälften av en återstående koldioxidbudget för 1,5-gradersmål-sättningen från inledningen av 2010-talet bedöms ha förbrukats under detta enda decennium.

1.3.2 Utsläppen minskar i EU och Sverige

I EU respektive Sverige minskade utsläppen inom unionens respektive landets gränser i genomsnitt med 0,8 respektive 1,7 procent per år³¹ under 2000–2009. Minskningstakten ökade till knappt 1,0 procent per år i EU27 under 2010–2019.³² I Sverige sjönk däremot takten till i genomsnitt 1,3 procent per år, bland annat eftersom utsläppen i den sektor som i hög utsträckning bidrog till minskningen under 00-talet, bostäder och lokaler, nästan nådde nollnivåer en bit in på 2010-talet.³³ Under den senaste tioårsperioden har trenden i Sverige i högre utsträckning än tidigare varit beroende av hur utsläppen från transportsektorn och industrin utvecklas.

I EU som helhet berodde den något ökade minskningstakten under 2010-talet i hög grad på utvecklingen inom energitillförselsektorn, där användningen av kol sjönk allt snabbare. Utsläppen från motsvarande sektor i Sverige sjönk däremot inte i samma takt, vilket främst beror på en relativt låg användning av fossila bränslen redan när perioden inleddes.

²⁹ Friedlingstein et al. (2022) Global Carbon Budget 2021. *Earth Syst. Sci. Data*.

³⁰ Utsläppen ökade i genomsnitt med 1,3 procent per år under decenniet, motsvarande tillväxttakt var i genomsnitt 2,1 procent per år under 2000–2009.

³¹ Jämfört med föregående år.

³² Se www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer

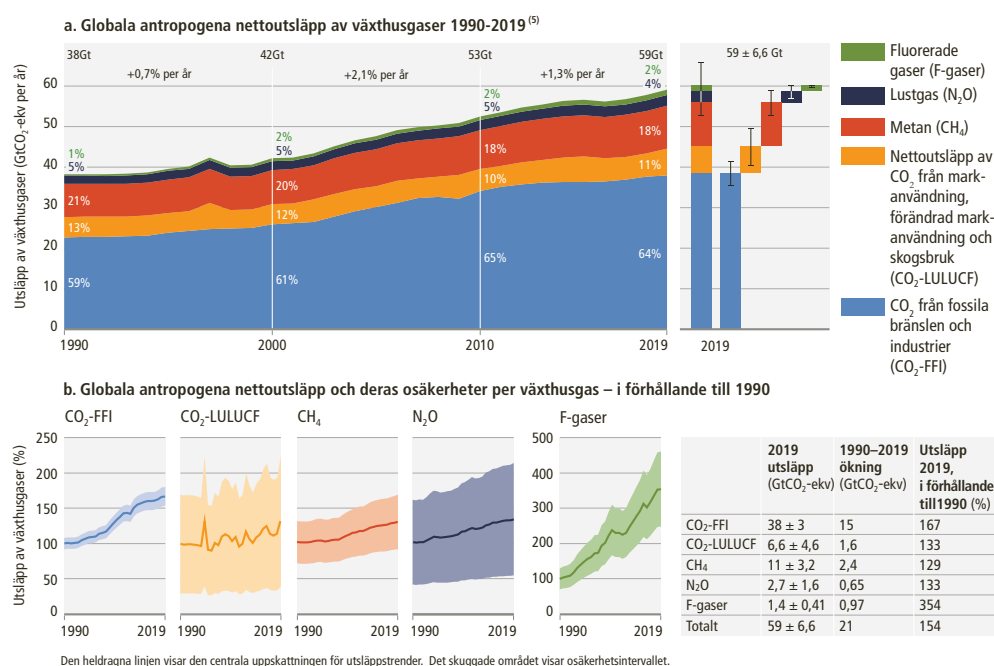
³³ Se Naturvårdsverket www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag?msckid=bcd11ba2c21311ec9dbd43f667448e11

1.3.3 Utsläppen har globalt fortsatt öka i alla större sektorer

I WG3-rapporten framgår hur de globala utsläppen av växthusgaser ökat sedan 2010 i alla större sektorer. En allt större andel av utsläppen kan kopplas till efterfrågan från urbana områden. Minskningar av koldioxidutsläppen från fossila bränslen och industriprocesser, till följd av förbättringar i energiintensiteten i förhållande till BNP och av koldioxidintensiteten i energianvändningen, har varit av mindre omfattning jämfört med de utsläppsökningar som orsakats av att aktiviteten ökat inom industri, energitillförsel, transporter, jordbruk och byggnader.

Industrisektorn, *inklusive indirekta utsläpp i energitillförselsektorn*, stod för drygt en tredjedel (34 procent) av de globala utsläppen 2019 och är därmed den största utsläppssektorn globalt. Medan den globala ökningstakten dämpades i energitillförselsektorn och i industrin mellan 2010 och 2019 fortsatte däremot utsläppen från transportsektorn att öka med 2 procent per år.

Figur 3. Globala antropogena nettoutsläpp av växthusgaser 1990–2019
De globala antropogena nettoutsläppen³⁴ har fortsatt att öka



Källa: WG3-rapportens sammanfattning för beslutsfattare. SMHI:s översättning

³⁴ Beteckningen nettoutsläpp kommer av att utsläppssiffrorna inkluderar nettobalansen mellan upptag och avgång av koldioxid från den s.k. LULUCF-sektorn.

I EU OCH SVERIGE FINNS SEKTORER DÄR UTSLÄPPEN MINSKAR

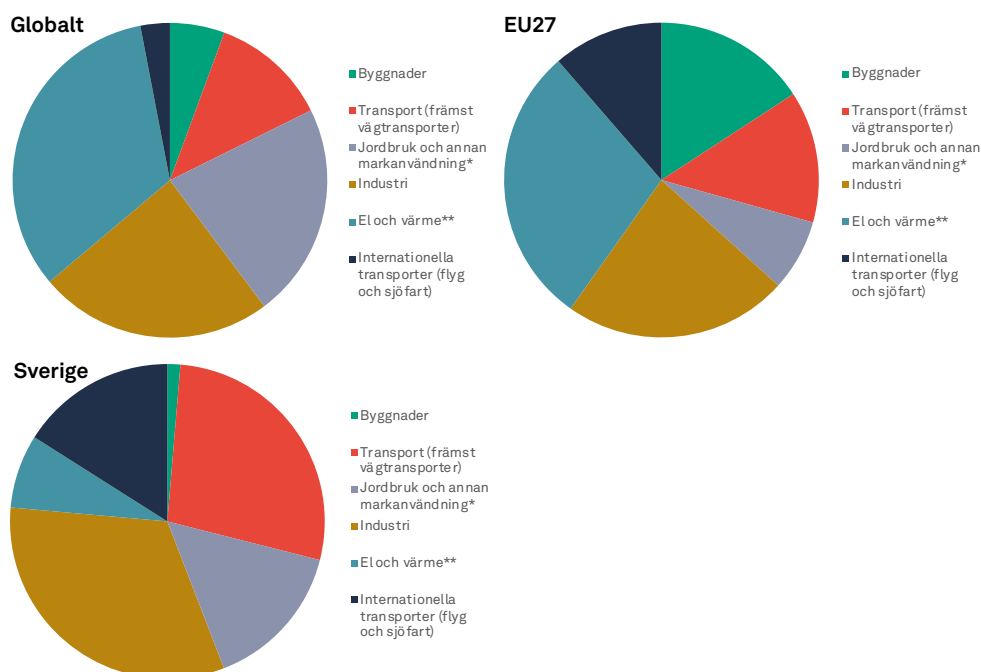
Även i Sverige står utsläppen från industrisektorn för omkring en tredjedel av de territoriella utsläppen men här är trenden för utsläppen svagt minskande. Omkring två tredjedelar av industriutsläppen är processrelaterade³⁵ i Sverige. För att minska den här typen av utsläpp krävs teknisk utveckling, större investeringar i ny processteknik och en ökad tillförsel av el, bland annat för produktion av vätgas. I EU som helhet utgör utsläppen från industrin en något mindre andel, se figur 4.

Andelen utsläpp från transportsektorn är betydligt högre i Sverige jämfört med det globala genomsnittet. Det omvända gäller andelen utsläpp från energitillförselsektorn (el och värme) och från bostäder och lokaler (byggnader) som är betydligt lägre i Sverige jämfört med det globala genomsnittet.

Utsläppen från inrikes transporter sjunker svagt i Sverige, i motsats till den globala trenden och utvecklingen i EU som helhet. En av förklaringarna bakom är att användningen av biodrivmedel ökat på ett betydande vis i Sverige under 2010-talet. Sveriges användning av biodrivmedel i transportsektorn är mycket hög i en global jämförelse.

I EU som helhet är det som nämnts främst utsläppen i energitillförselsektorn (el och värme) som minskat under det senaste decenniet.

Figur 4. Sektorsvis fördelning av utsläppen av växthusgaser 2019 globalt, inom EU och i Sverige



*Jordbruk och annan markanvändning omfattar förändrad markanvändning, avskogning globalt och LULUCF-sektorn i EU. Motsvarande svensk fördelning har räknats fram exklusive LULUCF-sektorn.

** I el och värme ingår även utsläpp från övrig energi samt så kallade indirekta utsläpp.

Källa: IPCC WG3 (globalt), UNFCCC (EU27) och Naturvårdsverket (Sverige)

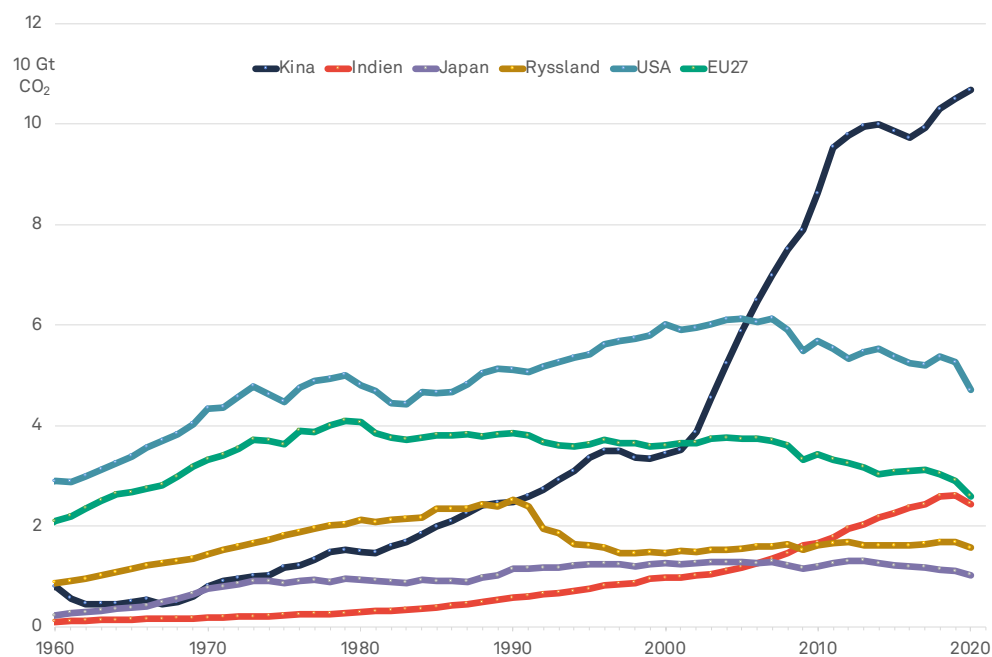
³⁵ Dvs. antingen direkt kopplade till utsläpp från så kallade industriprocesser eller genom att industrin använder fossil råvara för sin produktion. Se Energimyndigheten (2021) *Industrin – nuläge och förutsättningar för omställning – En nulägesanalys inom Industriklivet*, ER2021:27.

1.3.4 Fortsatt stora skillnader i utsläpp i olika delar av världen

Bidragen till de globala utsläppen av växthusgaser från olika delar av världen fortsätter att skilja sig åt på ett betydande sätt, se figur 5 och 6.

Variationer i regionala och nationella per capita-utsläpp reflekterar delvis olika nivåer på ländernas ekonomi, men de varierar också vid liknande inkomstnivåer. De 10 procent av hushållen i världen som har högst per capita-utsläpp står för en oproportionerligt stor andel, 35–45 procent, av de beräknade konsumtionsbaserade globala utsläppen av växthusgaser fördelade på hushåll³⁶.

Figur 5. Utsläppsutveckling per land/EU27 över tid

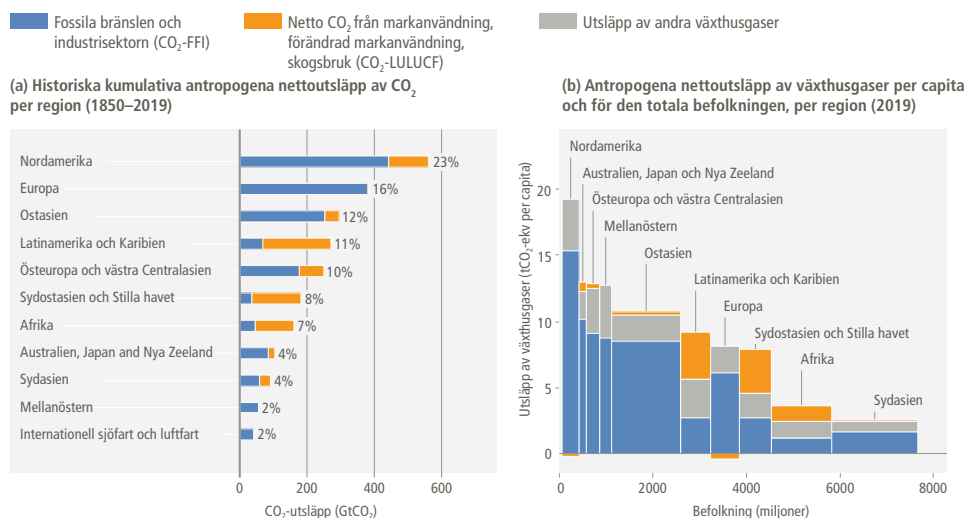


Figuren visar utsläppsutvecklingen för de sex största utsläpparna av fossil koldioxid.

Källa: Global Carbon Project

³⁶ Hushåll som till cirka två tredjedelar återfinns i höginkomstländer.

Figur 6. Globala utsläpp är ojämnt fördelade, både i nuläget och kumulativt sedan 1850



(c) Regionala indikatorer (2019) och regionala produktions- vs. konsumtionsbaserade utsläpp (2018)

	Afrika	Australien, Japan, Nya Zeeland	Ostasien	Östeuropa, västra Centralasien	Europa	Latinamerika och Karibien	Mellanöstern	Nordamerika	Sydostasien och Stilla havet	Sydasien
Befolkning (miljoner personer, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
BNP per capita (USD1000 _{pp} 2017 per person) ¹	5,0	43	17	20	43	15	20	61	12	6,2
Nettoutsäpp av växthusgaser 2019² (produktionsbaserade)										
% bidrag till växthusgasutsläpp	9%	3%	27%	6%	8%	10%	5%	12%	9%	8%
Växthusgasutsläppsintensitet (tCO ₂ -ekv / USD1000 _{pp} 2017)	0,78	0,30	0,62	0,64	0,18	0,61	0,64	0,31	0,65	0,42
Växthusgasutsläpp per capita (tCO ₂ -ekv per person)	3,9	13	11	13	7,8	9,2	13	19	7,9	2,6
CO₂-FFI, 2018, per person										
Produktionsbaserade utsläpp (tCO ₂ -FFI per person, baserade på 2018 data)	1,2	10	8,4	9,2	6,5	2,8	8,7	16	2,6	1,6
Konsumtionsbaserade utsläpp (tCO ₂ -FFI per person, baserade på 2018 data)	0,84	11	6,7	6,2	7,8	2,8	7,6	17	2,5	1,5

¹ BNP per capita 2019, angett i USD köpkraft 2017

² Inklusive CO₂-FFI, CO₂-LULUCF och andra utsläpp av växthusgaser, exklusive internationell sjöfart och luftfart.

De regionala grupperingarna i den här figuren används enbart för statistiska ändamål och beskrivs i bilaga II, del I.

Figuren visar några olika perspektiv på hur utsläppen är och historiskt har varit fördelade mellan olika delar av världen.

Källa: Technical Summary till IPCC:s AR6-W3-rapport. SMHI:s översättning

Det globala utsläppsgenomsnittet steg från 7,7 till 7,8 ton växthusgaser per capita mellan 1990 och 2019. Under samma tidsperiod minskade Sveriges territoriella växthusgasutsläpp från 8,3 ton per capita till 4,9 ton per capita, medan Sveriges territoriella växthusgasutsläpp *inklusive* bunkring för internationella transporter minskade från 8,8 ton per capita till 5,9 ton per capita³⁷. För en jämförelse mellan länders utsläpp av *fossil koldioxid*, se sid. 25.

De historiska bidragen mellan 1850 och 2019 (panel a i figur 6) varierar på ett betydande vis mellan olika regioner och sektorer. De största utsläppsbidragen från användning av fossila bränslen är koncentrerat till ett fåtal regioner, främst höginkomstländer men också medelinkomstländer i Asien, medan det kumulativa bidraget från LULUCF-sektorn kommer från fler delar av världen.

³⁷ De svenska *konsumtionsbaserade* utsläppen var år 2019 ungefär dubbelt så höga som de territoriella.

MINST 18 LÄNDER MED EN OAVBRUTEN MINSKNINGSTREND

Åtminstone 18 länder kan visa upp en i stort sett oavbruten minskningstrend för utsläppen under minst 10 år, både när det gäller hur de territoriella och de konsumtionsbaserade utsläppen har utvecklats. Huvudförklaringarna finns i energisektorn.³⁸ Tidvis har utsläppsminskningarna i några av länderna skett i en takt jämförbar med minskningstakten i globala tvågradersscenarier.³⁹

I gruppen med minst 18 länder ingår främst ett antal EU-länder (stora delar av EU, inklusive Sverige) men även USA. Utmärkande för Sverige är att landet kan uppvisa en lång period av minskande koldioxidutsläpp, sedan 1970-talet, låga utsläpp från energitillförsel och bostäder samt att Sverige även har en svagt minskande utsläppstrend i transportsektorn där övriga länder har en stigande trend.

Även i de 18 länderna är utvecklingen långt ifrån tillräcklig och kan inte heller alltid förklaras med klimatpolitik, men kan ändå skänka ett visst hopp. Trenden är dessutom ökande, det vill säga fler och fler länder har anslutit till gruppen under de senaste åren.

ETT BEGRÄNSAT ANTAL LÄNDER FÖRKLARAR UTSLÄPPSÖKNINGEN UNDER DET SENASTE DECENNIET

I kontrast till gruppen om minst 18 länder ovan var det 10 länder som tillsammans bidrog med omkring 75 procent av utsläppsökningen under det senaste decenniet.⁴⁰ Kina och Indien stod tillsammans för mer än 50 procent av ökningen under perioden, varav Kina ensamt stod för 39 procent av ökningen. Förklaringen till utsläppsökningen kan inte enbart sökas i en ökad exportefterfrågan från delar av världen dit en stor del av Kinas export går. Konsumtionsutsläppen har exempelvis samtidigt sjunkit i Europa och Nordamerika. Kinas och även Indiens konsumtionsbaserade utsläpp har däremot ökat under de två senaste decennierna.

Till de tio länderna hör, förutom Kina och Indien, även Indonesien, Vietnam, Iran, Saudiarabien, Turkiet, Pakistan, Ryssland och Brasilien.

Vad driver utsläppsutvecklingen i Kina och Indien?

I kapitel 2 i WG3-rapporten konstateras att ekonomisk tillväxt som drivkraft för växthusgasutsläpp är en särskilt stark faktor i Kina och Indien, även om det i båda länderna nu finns tecken på en viss relativ frikoppling (eng.: ”decoupling”) orsakad av strukturförändringar.

En förändring i Kinas produktionsstruktur, där andelen tung industri minskar och tillverkning med lägre utsläpp ökar samtidigt som konsumtionsmönstren ändras, är de faktorer som dämpar utsläppsökningen mest i Kina. Samtidigt är det fortfarande den ekonomiska tillväxten, konsumtionsnivåerna och landets investeringar som utgör de dominerande faktorerna för vad som fortsätter att driva upp utsläppen i landet.

I WG3-rapporten beskrivs bakomliggande faktorer till Kinas ekonomiska utveckling och den tillhörande utvecklingen av landets utsläpp relativt kortfattat.

³⁸ Mindre kol och ökad energieffektivisering

³⁹ Se kapitel 2.2.3 i WG3-rapporten samt Lamb et al (2021) Countries with sustained greenhouse gas emissions reductions: an analysis of trends and progress by sector. *Climate Policy*.

⁴⁰ Se kapitel 2.2.3 och figur 2.9 i WG3-rapporten samt Minx et al., 2021; Crippa et al., 2021.

En viktig faktor i sammanhanget är att utvecklingen i Kina styrs av femårsplaner med mål för hur den ekonomiska tillväxten ska utvecklas år för år. År då efterfrågan från andra länder och den inhemska konsumtionen viker i förhållande till de ekonomiska tillväxtmålen riktas den ekonomiska politiken om mot större investeringar i exempelvis nya kolkraftverk, kolgruvor, infrastruktur, byggnader och basmaterialproduktion för att de ekonomiska tillväxtmålen ändå ska nås.^{41 42}

Även i Indien är det produktionsökningar och ökad handel tillsammans med en utveckling mot en högre energiintensitet som orsakar utsläppsökningar, särskilt markant var detta under perioden 2010 till 2014.

Utsläpp av fossil koldioxid – jämförelse mellan länder

Kina står nu för drygt 30 procent av de *fossila koldioxidutsläppen* i världen, USA står för den näst största andelen med omkring 13 procent av de globala utsläppen, EU27 står för knappt 8 procent medan utsläppen i Indien uppgår till cirka 7 procent.⁴³

Utsläppen av fossil koldioxid per capita är betydligt högre i USA (14 ton per capita och år), medan motsvarande utsläpp är låga i Indien (1,8 ton per capita). Kinas per capita-utsläpp av koldioxid uppgår till omkring 8 ton, medan motsvarande utsläpp i EU27 nu ligger på omkring 6 ton. Motsvarande siffra för Sverige ligger på knappt 4 ton per capita. Det globala genomsnittet är cirka 4,8 ton koldioxid per capita.⁴⁴

När per capita-utsläppen i stället räknas utifrån ett konsumtionsperspektiv sjunker Kinas utsläpp till 6,6 ton koldioxid per capita, medan motsvarande svenska utsläpp stiger till 6,8 ton koldioxid per capita.⁴⁵ I figur 6 panel C ovan redovisas motsvarande regionala genomsnitt för koldioxid och växthusgaser enligt statistik från 2018.

ÅTGÄRDER FÖR ÖKAD VÄLFÄRD I VÄRLDENS FATTIGASTE LÄNDER BEHÖVER INTE LEDA TILL NÅGON SIGNIFIKANT UTSLÄPPSÖKNING

I WG3-rapporten lyfts slutsatsen att åtgärder som utrotar extrem fattigdom och energifattigdom⁴⁶ och ger människor i utsatta regioner möjlighet till en rimlig levnadsstandard inte behöver leda till någon signifikant utsläppsökning globalt. Ett av flera positiva budskap som finns i rapporten.

Till resultatet bidrar bland annat att det nu finns tillgång till energiteknik med mycket låga utsläpp till låga kostnader, exempelvis solpaneler för elproduktion, på ett helt annat sätt än vad som var fallet när IPCC:s föregående utvärderingsrapport AR5 sammanställdes 2013–2014.⁴⁷

⁴¹ Se till exempel Myllyvirta 2022, China's Climate change strategy and the US-China relationship. Testimony for the U.S.-China Security Review Commission.

⁴² Ett exempel på hur landets ekonomiska investeringspolitik påverkar utvecklingen är att den ekonomiska tillväxten och växthusgasutsläppen inte sjönk i Kina, till skillnad från resten av världen, utan i stället fortsatte att öka även under pandemiåret 2020 (se statistik från Global Carbon Project 2021 samt JRC/Edgar GHG emissions for all world countries, 2021 report).

⁴³ JRC Edgar GHG emissions for all world countries, 2021 report (2019–2020).

⁴⁴ Inklusive internationella transporter, vilket inte är medräknat i ovanstående uppgifter för länderna.

⁴⁵ För 2019; se CO2 and Greenhouse Gas Emissions – Our World in Data. Enligt statistik från SCB uppgick de svenska konsumtionsbaserade växthusgasutsläppen 2020 till omkring 7,6 ton per capita. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/miljoekonomi-och-hallbar-utveckling/miljorakenskaper/pong/statistiknyhet/miljorakenskaper---miljopaverkan-fran-konsumtion-2020/>.

⁴⁶ Situation där hushåll har svårt att hantera sina energikostnader.

⁴⁷ Assessment Report 5: IPCC (2014) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

1.4 Utvecklingen av styrning, styrmedel och åtgärder

Det har skett en stabil ökning av antalet styrmedel och ramlagar inriktade mot att åstadkomma minskade utsläpp av växthusgaser under senare år. Utvecklingen bedöms ha lett till att växthusgasutsläpp har kunnat undvikas under perioden och att investeringar i lågutsläppsteknik och infrastruktur ökat i omfattning. Användandet av styrmedel är dock ojämnt fördelat mellan sektorerna. Även omfattningen av klimatfinansiering i enlighet med Parisavtalets mål⁴⁸ utvecklas långsamt, och den finansiering som sker är ojämnt fördelad mellan regioner och sektorer. Forskningen på området sammanfattas främst i kapitel 13, *National and subnational policies and institutions*, i WG3-rapporten.

1.4.1 Forskning kring klimatramverk och klimatstyrning är ett nytt växande område

Forskning kring hur olika system för klimatstyrning (eng.: ”governance”) utvecklats i världen under det senaste decenniet visar bland annat att 2020 hade 56 länder som täcker 53 procent av de globala utsläppen infört ramlagstiftning som begränsar utsläpp. Ökningen av antalet ramverk i form av direkta klimatlagar var störst under perioden 2010–2015. Antalet länder som infört klimatramverk har ökat ytterligare efter 2020⁴⁹.

Lagstiftning som direkt eller indirekt reglerar utsläpp i sektorer ökar också, från 342 lagar 2010 till 558 lagar 2015, 694 lagar 2020 och 2828 lagar i september 2022⁵⁰. Exempel på lagstiftning som indirekt reglerar utsläpp kan vara sådana som anger hur andelen förnybar energi eller energieffektiviseringstakten ska öka. En översyn av klimatlagar i olika europeiska länder visar dock samtidigt att klimatmålen inte alltid motsvaras av planering, rapportering, översynsmekanismer och att sanktionsmekanismer saknas.

Tillämpning av klimatlagar och ramverk sprids på olika sätt. Antalet har visat sig öka i samband med stora överenskommelser i UNFCCC. Men spridning sker även mellan länder. Storbritannien lyfts framför allt fram som ett viktigt föregångsland för utvecklingen i andra länder som Finland, Irland och Mexiko.

Klimatlagar fungerar ofta som en grund för ett vidare klimatarbete, skickar signaler till aktörer och ger en rättslig grund för myndigheter och andra aktörer att agera. För låg- och medelinkomstländer i synnerhet kan de bidra till att attrahera internationell finansiering.

Erfarenheter av tillämpning av klimatlagar visar också vikten av att det finns institutioner som kan bidra till koordinering och integrering av klimatfrågan i olika politikområden.⁵¹

När ett miljödepartement sätts i den koordinerande rollen kan processen hämmas av att det har mindre makt och en mindre budget än andra departement. Ett annat sätt att organisera uppgiften kan då vara att lyfta den koordinerande rol-

⁴⁸ Här avses mål under Parisavtalet om den globala klimatfinansieringen.

⁴⁹ Climate Change Laws of the World. Grantham research Institute. <https://climate-laws.org>

⁵⁰ Climate Change Laws of the World-database.

⁵¹ WG3 kap. 13.2.3.2.

len på departementsövergripande nivå och samtidigt ge de olika departementen, inklusive finansdepartementet, tydliga genomförandeuppgifter inom sina respektive områden. Koordinerande roller utan tydliga mandat kan samtidigt bli mindre effektiva, mandatet behöver komma från regeringen som helhet.⁵²

Bland slutsatserna i kapitel 13 lyfts också vikten av att det finns institutioner som kan bidra till att öka samförståndet mellan olika aktörer för genomförandet och omfattningen av klimatpolitiken, över tid, sektorsvis och sektorsövergripande. För att öka samförståndet i samhället är det också motiverat med sammanhållande institutioner på lokal och regional nivå. Att rikta särskild uppmärksamhet till rättvisa, jämlikhet och jämställdhet framhålls också då det kan öka acceptansen för klimatstrategins genomförande brett i samhället. Fördelningseffekter av olika styrmedelsval behöver utvärderas både på lokal, regional och nationell nivå när olika förslag tas fram. Om den typen av hänsyn ingår i arbetet med utvecklingen och genomförandet av ett klimatramverk är det mer sannolikt att genomförandet får ett bredare stöd.

EU OCH SVERIGE

Storbritannien är det land som var först ut med att införa ett lagreglerat klimatramverk via *Climate Change Act*, som trädde i kraft redan 2008. I lagen regleras såväl mål, former och ansvar på nationell nivå. Storbritanniens ramverk fungerade som en tydlig inspiration för den svenska Miljömålsberedningens parlamentariska överenskommelse om det svenska klimatramverket 2016.⁵³

Det svenska klimatramverket, som antogs 2017⁵⁴, är dock inte en direkt kopia av den brittiska modellen. I den svenska modellen av klimatramverk regleras exempelvis inte målnivåerna i klimatlagen och ramverket innehåller inte utsläppsbudgetar som det brittiska. Ramverket bygger i stället vidare på redan tidigare etablerade mål- och resultatstyrningsmodeller, bland annat det svenska miljömålssystemet.

Även EU som helhet har anammat delar av styrningsmodellen från Storbritannien med en klimatlag, långsiktiga mål och etappmål samt på sikt, efter 2030, även utsläppsbudgetar. EU:s gemensamma klimatlag infördes 2021. Men EU:s gemensamma klimatarbete har också en egen form där inriktningen under lång tid varit att på olika sätt integrera främst klimat- och energipolitiken i ett gemensamt ramverk. Med den så kallade gröna given⁵⁵, som lanserades under hösten 2019, har ambitionen att integrera klimatfrågan vidgats till fler politikområden. I faktarutorna nedan beskrivs EU:s klimatlag/klimatmål och arbetet inom den gröna given samt motsvarande svenska klimatpolitiska ramverk.

⁵² Fritt översatt från WG3 kap. 13.2.3.2.

⁵³ SOU 2016:21 Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige.

⁵⁴ Prop. 2016/17:146. Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige.

⁵⁵ Den europeiska gröna given, COM/2019/640 final av den 11 december 2019.

EU:s klimatmål, övergripande styrmedel och ramverk för ansvarsfördelning

I juni 2021 antog EU en klimatlag* som slog fast att unionen senast 2050 ska vara klimatneutral och till 2030 ska minska sina nettoutsläpp med minst 55 procent jämfört med 1990 års utsläpp. I syfte att skapa förutsättningar för att nå detta mål presenterade kommissionen i juli 2021 ett paket med lagstiftningsförslag kallat 55 %-paketet (Fit for 55). Klimatlagen, de skärpta klimatmålen med tillhörande förslag till ändrade rättsakter är alla centrala delar av EU:s s.k. gröna giv, en omställningsstrategi för hur EU ska kunna nå klimatneutralitet inom ramen för de globala målen för hållbar utveckling, Agenda 2030.

55 %-paketet innehöll sammanlagt 16 olika förslag till förändringar av befintlig lagstiftning, exempelvis utsläppshandelsdirektivet (EU ETS), ansvarsfördelningsförordningen (ESR) och LULUCF-förordningen för utsläpp och upptag från skog och mark. Den gröna givens omfattar ytterligare en rad andra förslag till lagstiftningsändringar och strategidokument, vid sidan av förslagen i 55 %-paketet. Till följd av Rysslands krig mot Ukraina och EU:s sanktionsåtgärder mot Ryssland har kommissionen under våren 2022 lagt fram en ny plan, REPowerEU** som har sin utgångspunkt i 55 %-paketet och att EU:s klimatmål ska nås till 2030 men där prioriteringarna ändras något i förhållande till tidigare lagstiftningspaket och planer.

EU:s skärpta klimatmål till 2030 ställer krav på att utsläppsutrymmet i EU:s olika "kvot-system", EU:s system för handel med utsläppsrätter, EUETS och ESR nu skärps jämfört med det nuvarande regelverket.

Minskningen kommer behöva uppnås och fördelas genom ett sänkt tak i EUETS och ett sänkt utsläppsutrymme i ESR, dvs. den lagstiftning som fördelar ut medlemsländernas ansvar för utsläppsminskningar utanför EUETS. Det sänkta taket i ETS kan komma att hamna på minus 61 procent och utsläppsminskningen i ESR kan komma att hamna på minus 40 procent i ESR jämfört med 2005. Dessa minskningar låg tidigare på 43 respektive 29 procent.

De nya ansvarerna för ytterligare utsläppsminskningar i ESR föreslås fördelas mellan medlemsländerna utifrån samma fördelningsnyckel, BNP per capita, som tidigare använts. Även andra fördelningsprinciper kan i slutändan komma att påverka fördelningen.

Det svenska åtagandet i ett skärpt ESR kommer nu att hamna på 50 procent utsläppsminskning 2030 jämfört med 2005, ett EU-åtagande som ligger något lägre än etappmålet i det svenska klimatramverket på minus 63 procent jämfört med 1990 (utan s.k. kompletterande åtgärder). Förslaget om 50 procent utsläppsminskning jämfört med 2005 motsvarar ungefär 55 procent minskning jämfört med 1990, enligt beräkningen i SOU 2016:47, dvs. ungefär den miniminivå av nationella utsläppsminskningar som tillåts enligt det nationella etappmålet till 2030 om resten av målet nås med s.k. kompletterande åtgärder.

I EU:s gemensamma klimatmål ingår även den sammanlagda utvecklingen av avgången och upptaget av koldioxid inom markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk, LULUCF. Enligt EU:s klimatlag sätts dock ett tak för hur stor sänka (hur stort nettoupptag) i LULUCF-sektorn som maximalt får räknas av mot 2030-målet. EU:s klimatmål skiljer sig i detta avseende jämfört med motsvarande svenska klimatmål.

För att, utöver det satta maxtak för LULUCF, ytterligare öka incitamenten för att förstärka så kallade naturliga sänkor (i skog och mark) mot 2050-målet, finns nu ett förslag till ett mer ambitiöst LULUCF-mål till 2030. Uppnås det föreslagna skärpta LULUCF-målet kan det även leda till att EU överträffar det sammanlagda klimatmålet till 2030 något. Den skärpta LULUCF-regleringen som nu slutförhandlas innebär att EU-länderna gemensamt ska bidra till att sänkan ska stiga till 310 miljoner ton per år 2030 i stället för 225 miljoner ton som den nuvarande LULUCF-förordningen antas leda till.

Enligt förslaget till skärpning delas ansvaret för att åstadkomma den ökade sänkan mellan medlemsländerna.

Under sommaren 2022 har parlamentet fattat beslut om merparten av rättsakter i 55 %-paketet, och i rådet har så kallade allmänna inriktningar beslutats. Det betyder att det sista steget för att fatta beslut, den så kallade triloggen, nu har inletts.

*Regulation (EU) 2021/1119 (European Climate Law)

**REPowerEU Plan COM/2022/230 final

Sveriges klimatpolitiska ramverk

Det klimatpolitiska ramverket består av en klimatlag, etappmål 2030, 2040 och 2045 och ett granskande klimatpolitiskt råd. Klimatlagen innebär en skyldighet för regeringen att föra en samlad klimatpolitik som utgår från klimatmålen och redovisa hur arbetet fortskrider för att nå de av riksdagen fastlagda etappmålen. Redovisningen görs årligen i s.k. klimatredovisningar och varje mandatperiod i form av en klimatpolitisk handlingsplan. Etappmålen i det klimatpolitiska ramverket är samtidigt också etappmål i miljömålssystemet.

Utsläppen som ingår i målen definieras i enlighet med IPCC:s riktlinjer när det gäller till exempel vilka växthusgaser som ingår eller på vilket sätt de ska beräknas samt utifrån vilken EU-lagstiftning de tillhör: EU:s ansvarsfördelningsförordning (ESR), EU:s utsläppshandelssystem (EU ETS) eller förordningen om utsläpp och upptag från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF). Utsläppen avser territoriella utsläpp, det vill säga de utsläpp som sker inom Sveriges territorium.

Det långsiktiga målet innebär att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Målet innebär att utsläppen av växthusgaser från svenskt territorium ska vara minst 85 procent lägre senast år 2045 än utsläppen år 1990. Avskiljning och lagring av koldioxid av fossilt ursprung (CCS) får räknas av mot målet, där andra åtgärder saknas. Utsläppen från elproduktion, uppvärmning och avkylning samt transportsektorn och arbetsmaskiner behöver i princip komma ner till noll år 2045. Så kallade kompletterande åtgärder kan användas för att få ner utsläppen till nettonoll och kompensera för möjliga kvarvarande utsläpp 2045. Därefter är kompletterande åtgärder nödvändiga för att nå nettonegativa utsläpp.

Etappmålen på vägen mot det långsiktiga målet omfattar utsläpp av växthusgaser i den så kallade icke-handlande sektorn. I icke-handlande sektorn ingår framför allt utsläpp från inrikes transporter, jordbruket och arbetsmaskiner. Etappmålen lyder:

- Utsläppen senast år 2030 bör vara minst 63 procent lägre än utsläppen år 1990.
- Utsläppen senast år 2040 bör vara minst 75 procent lägre än utsläppen år 1990.

Till 2030 finns även ett sektorspecifikt etappmål som lyder:

- Utsläppen från inrikes transporter, förutom inrikes flyg, ska minska med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med 2010.

Utsläpp av växthusgaser i Sverige som omfattas av EU ETS är inte inkluderade i etappmålen men ingår i det långsiktiga klimatmålet till 2045.

Utsläpp och upptag från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF) ingår inte direkt, vare sig i etappmålen eller i det långsiktiga klimatmålet till 2045. Däremot kan ett ökat nettoupptag inom LULUCF tillgodoräknas som en kompletterande åtgärd.

För att nå det långsiktiga målet till 2045 och etappmålen för 2030 och 2040 får *kompletterande åtgärder* tillgodoräknas i enlighet med internationellt beslutade regler. Sådana åtgärder får användas för att klara högst 8 procentenheter för etappmålet till 2030, 2 procentenheter för etappmålet till 2040 och 15 procentenheter för det långsiktiga målet till 2045. Kompletterande åtgärder behövs också för att nå negativa netto-utsläpp efter 2045. För målet 2020 kan utsläppskrediter från Sveriges internationella klimatinvesteringar användas för högst en tredjedel av utsläppsminskningen. Som kompletterande åtgärder får framför allt räknas:

- ökat nettoupptag av växthusgaser i skog och mark
- avskiljning och lagring av koldioxid med biogent ursprung, så kallad bio-CCS, och verifierade utsläppsminskningar genom investeringar utanför Sveriges gränser.

1.4.2 Klimatramverk, styrning och förankring i EU och Sverige

Det finns ett stort antal erfarenheter samlade i denna del av WG3-rapporten som är relevanta även i ett EU- och svenskt sammanhang.

I sin senast årsrapport⁵⁶ tar Klimatpolitiska rådet bland annat upp den här typen av styrningsaspekter i den svenska kontexten. Rådet konstaterar bland annat att politiken har en avgörande roll för klimatomställningen, inte bara för att understödja teknisk utveckling och prissätta utsläpp av växthusgaser utan också för att underlätta och stödja beteendeförändringar och bygga legitimitet i olika delar av samhället. Omställningen behöver ha ett brett stöd i olika delar av samhället och behöver uppfattas som legitim och rättvis bland medborgarna.

Klimatpolitiska rådet konstaterar även att den rådande styrningen i Sverige, inklusive den klimatpolitiska handlingsplanen, ”inte ännu kan sägas utgöra det gemensamma strategiska sammanhang som många myndigheter efterfrågar och behöver för att kunna agera mer proaktivt och innovativt som pådrivare för klimatomställningen”. Ett tydligare utpekade myndighetsansvar, långsiktiga uppdrag samt resurser för att bygga upp kompetens efterfrågas. Klimatpolitiska rådets bedömning är att det finns ”en outnyttjad potential i myndighetsstyrningen för ökad måluppfyllelse”. Rådet ger ett antal rekommendationer på området.

I flera andra europeiska länder (till exempel Frankrike, Storbritannien) finns nu exempel på att departement och myndigheter under senare tid fått ökade resurser att kommunicera kring klimatfrågan och behovet av omställning. Riktade insatser, till exempel i form av så kallade medborgarråd, för att förstärka acceptansen för omställningen har också börjat tillämpas i ett antal europeiska länder, särskilt Storbritannien, Frankrike, Finland, Danmark, Irland och Skottland.

I EU:s gröna giv är principen om en rättvis och inkluderande omställning centrala ledord. I december 2021 lade kommissionen även fram en särskild vägledning⁵⁷ till medlemsländerna för hur omställningen till klimatneutralitet i EU kan genomföras på ett rättvist och inkluderande sätt. I den gröna given och i tidigare förändringar av EU:s styrmedelsramverk har det även inrättats eller finns fonder på förslag med medel som syftar till att bidra till dessa syften, till exempel den Sociala klimatfonden och mekanismen för rättvis omställning, JTM och så vidare.

Behovet av en större förankring av och förståelse för klimatomställningen har även förstärkts av att såväl drivmedels- som elpriserna stigit på ett betydande vis under det senaste året. Förklaringarna bakom prisökningarna är flera, men kopplingen till klimatpolitiken finns där och behöver förklaras och förstås.

⁵⁶ Klimatpolitiska rådets årsrapport 2022.

⁵⁷ ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6795

1.4.3 Slutsatser om klimatmålets konstruktion, inklusive formuleringen av nettonollmål, har nu börjat dras

Länder formulerar i allt större utsträckning även mål om nettonollutsläpp som en del av sin klimatpolitik. I WG3-rapporten (kapitel 13.9.4) konstateras att utsläppsminskningspotentialen med den här typen av mål skulle kunna öka om en del komponenter i målets konstruktion ändras och blir tydligare. Områden som skulle kunna förbättras är mer tydligt definierade tidsskalor och tydligare definitioner av vilka utsläpp och upptag som målet omfattar.

Ytterligare förbättringsområden är tydligare fokus på territoriella utsläpp och minimal användning av enheter från genomförande av utsläppsminskningar i andra länder, benämns *off-sets* i rapporten, en av möjliga kompletterande åtgärder i det svenska klimatramverket. Vidare lyfts det också fram i WG3-rapporten att målen i sin konstruktion bör ta hänsyn till den osäkerhet som finns i naturbaserade (biologiska) upptagsökningar (förstärkta kolsänkor) och andra åtgärder för förstärkta upptag, till exempel bio-CCS och DACCS⁵⁸.

Andra aspekter är om målkonstruktionen innehåller överväganden kopplade till rättviseaspekter eller inte samt att det finns en koppling mellan agerande i när-tid till målet om nettonoll, exempelvis i form av etappmål, utsläppsbudgetar och tillhörande styrmedel samt återkommande uppföljning och utvärderingar med kontrollstationer längs vägen.

UTVECKLINGEN AV RAMVERK OCH NETTONOLLMÅL – I EU OCH SVERIGE

EU, Sverige och ett antal ytterligare EU-länder tillhör alltså gruppen regioner och länder som infört ramverk, klimatlagar och nettonollmål. I EU:s klimatlag benämns målet att EU ska nå klimatneutralitet senast 2050.

EU och Sverige är även exempel på regioner och länder som nu utvecklar ramverken och klimatlagarna för en mer ambitiös och samtidigt även säkrare utsläppseffekt bland annat genom skärpningar av de kvotsystem som införts i EU (se faktarutan på sid. 28).

Både EU och Sverige har formulerat nettonollmål/mål om klimatneutralitet för utsläppen av växthusgaser. Målets konstruktion skiljer sig dock åt. Det svenska målet är tydligare när det gäller hur stora bidragen som mest får vara från förstärkta upptag i LULUCF-sektorn eller via tekniska åtgärder från framför allt bio-CCS. Den svenska målkonstruktionen är samtidigt mindre tydlig än den EU-gemensamma eftersom det svenska målet även tillåter att åtgärder genomförs i andra länder.

Enligt de definitioner som används i WG3-rapporten av vad som menas med ett nettonollmål kan det svenska målet på grund av att det tillåter en viss användning av åtgärder i andra länder egentligen inte klassas som ett nettonollmål utan borde klassas som ett mål om klimatneutralitet⁵⁹.

⁵⁸ CCS står för *Carbon Capture and Storage*, det vill säga avskiljning och lagring av koldioxid. Vid bio-CCS avskiljs biogen koldioxid ur rökgaserna vid förbränning. Vid DACCS, *Direct Air Carbon Capture and Storage*, direktinfångas koldioxid ur omgivningsluften. "S" kan dessutom bytas ut till "U" som i *Usage* (CCU), dvs. *användning*. För att användningen av den infångade koldioxiden ska fungera som ett lager behöver då produkten för användningen vara långlivad.

⁵⁹ Se WG3-rapportens Annex 1, glossary s. 31–32.

Utvecklingen i EU inom ramen för den så kallade gröna given och 55 %-paketet innebär att kopplingen mellan mål på medellång (2050) och kort sikt (2030) blivit tydligare samtidigt som styrningen och styrmedlen successivt skärpts och givits en mer långsiktig utformning.

Det svenska ramverket har sedan tidigare en sådan koppling när det gäller utsläppen som inte omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter.

Även på detta område finns det erfarenheter och analyser i WG3-rapporten värda att ta med in i det fortsatta arbetet med nästa klimatpolitiska handlingsplan.

1.4.4 Erfarenheterna från utveckling och tillämpning av styrmedel ökar också

Även erfarenheterna från styrmedelsutveckling och -tillämpning har ökat i omfattning världen över under de senaste tio åren.

Slutsatserna finns framför allt sammanställda i kapitel 13 men går också att återfinna i de sektorsvisa kapitlen 6–12 samt i kapitel 16 om innovation och teknikutveckling. I kapitel 13 finns en tabell som försöker strukturera upp de olika sammanhang (landskap) i vilka klimatstyrmedel eller styrmedel av betydelse för klimatpolitiken nu utvecklas och hur målbilderna i de olika ”landskapen” skiljer sig åt.

I huvudsak handlar det om att klimatpolitik eller politik av betydelse för klimatpolitiken nu antingen har minskade klimatutsläpp i fokus, eller har flera utvecklingsmål och utsläppsminskningssmål i sikte samtidigt.

Huvudinriktningen i styrmedelsutformningen skiljer huvudsakligen mellan att (i) skifta incitamenten så att åtgärder genomförs respektive att (ii) möjliggöra en omställning.

Se tabell 1 nedan⁶⁰.

⁶⁰ Tabellen är en förkortad bearbetning av WG3-rapportens figur 13.6.

Tabell 1. Schematisk bild över landskapet för klimatstyrmedel

Styrmedlens inriktning / Ram för politiken	Ram: Förstärka genomförandet av utsläppsminskningar (klimat)	Ram: Hantera flera mål för utveckling, miljö och klimat integrerat
Inriktning: Skifta och förstärka incitamenten för åtgärder	Styrmedelsteori och praktik med direkt fokus på utsläppsminskning , analysen har fokus på kostnadseffektivitet, med hänsyn till fördelningseffekter av olika slag (koldioxidskatt, EUETS, koldioxidtullar osv.)	Litteratur som fångar att styrmedel (politiken i praktiken) även kan behöva realisera möjliga synergier och hantera konflikter mellan flera mål samtidigt Exempelvis i produktkrav, riktlinjer för kostval, bränsleskatter m.m.
Inriktning: Möjliggöra en omställning	Transformations-/innovationsteori Verktyg för analys av utvecklingen av tekniktransformationer exempelvis på området energiteknik.	Hållbar systemtransformation Samhällsplanering, politik för hållbar utveckling, grön industripolitik osv.

I rapporten konstateras övergripande att många redan existerande marknadsbaserade (ekonomiska) och reglerande (administrativa) styrmedel kan stödja omfattande utsläppsminskningar och innovation mot mycket låga utsläpp förutsatt att de skalas upp och utvidgas i omfattning jämfört med nuvarande tillämpning.

Styrmedel har visat sig ha en märkbar effekt på utsläppsminskningar i specifika länder, sektorer och tekniker och bedöms sammantaget ha bidragit till att utsläpp motsvarande flera miljarder ton koldioxidekvivalenter per år har kunnat undvikas globalt. Både marknadsbaserade och reglerande styrmedel har tydliga men kompletterande roller.

Graden av styrmedelstäckning ökar alltmer världen över, men fortfarande finns stora gap både när det gäller täckningsgrad och styrmedlens skärpa. Som exempel kan nämnas att omkring 20 procent av världens utsläpp sedan några år tillbaka omfattas av koldioxidprissättning, främst genom utsläppshandel. Koldioxidpriserna har dock hittills, generellt sett, legat på alltför låga nivåer⁶¹ i förhållande till vad som bedöms krävas för att åstadkomma mer omfattande utsläppsminskningar.

Styrmedelspaket som utformats för att söka åstadkomma synergier med bredare utvecklingsmål har visat sig vara mer verkningsfulla (ge större effekt) än enskilda styrmedel. Styrmedelspaket med en sådan inriktning har också visat sig få större stöd från allmänheten. Styrmedelspaket på innovations- och energipolitikens område har möjliggjort kostnadsreduktioner och bidragit till en global spridning av några centrala lågutsläppstekniker. WG3-rapporten lyfter fram solceller, landbaserad och havsbaserad vindkraft, termisk solkraft samt elbilsbatterier som exempel på denna utveckling. Både riktade och sammanhållna paket med styrmedel har bidragit till att minska negativa fördelningseffekter och andra målkonflik-

⁶¹ I utsläppshandelssystemen kan de låga prisnivåerna bland annat förklaras av att utsläppstaken i systemen satts på relativt höga nivåer samt att systemen interagerar med andra styrmedel och program för att stödja teknikutveckling. I flera handelssystem begränsas också utsläppsprättspriserna av olika typer av skydd mot höga priser, se bl.a. Världsbanken (2021) State and trends of carbon pricing 2021.

ter som uppstått vid spridningen av dessa tekniker.⁶² Utvecklingen har dock gått långsammare i fattigare länder.

Ett brett spektrum av administrativa styrmedel på sektorsnivå har visat sig vara effektiva för att bidra till utsläppsminskningar. Administrativa styrmedel och breda angreppssätt som även omfattar ekonomiska styrmedel kompletterar varandra. Administrativa styrmedel som designats för att genomföras på ett flexibelt sätt⁶³ har visat sig kunna leda till lägre genomförandekostnader jämfört med om motsvarande mekanism inte funnits med.

En uppskalning och skärpning av tillämpningen av administrativa styrmedel, utformade med hänsyn till nationella förutsättningar, bedöms kunna förbättra utsläppseffekten i sektorer bland annat när det gäller förnybar energi, markanvändning och zoner, byggregler, energieffektivitet och fordonseffektivitet, bränslestandarder, lågutsläpps krav på industriprocesser och material.

Hittills har ekonomiska styrmedel kompletterade med administrativa styrmedel visat sig vara effektiva i att sänka utsläppen, på främst nationell men också på lokal och regional nivå. Koldioxidprissättning har hittills gett incitament till lågkostnadsåtgärder men har ensamma visat sig mindre effektiva i att ge incitament till åtgärder med högre kostnader. Rättvis- och fördelningseffekter kopplade till koldioxidprissättande styrmedel kan bland annat hanteras genom stöd till låginkomsthushåll.

Att ta bort fossilbränslesubventioner kan leda till sänkta utsläpp av växthusgaser globalt med samtidigt makroekonomiska fördelar. Reformerna kan dock ge upphov till negativa fördelningseffekter som behöver hanteras.

ERFARENHETER AV STYRMEDEL, STYRMEDELSPAKET OCH TEKNIKUTVECKLING I EU OCH SVERIGE

Även på detta område finns det en inramning, en systematik och konkreta utvärderingsresultat rörande styrning och styrmedel i WG3-rapporten som är relevanta att ta med in i arbetet med underlaget till nästa klimatpolitiska handlingsplan.

EU och enskilda länder i EU, inklusive Sverige, har på betydelsefulla sätt varit med och bidragit till den styrmedels- och teknikutveckling som beskrivs och utvärderas i WG3-rapporten.

EU:s klimat- och energipolitik har under en lång period av år byggts upp som en integrerad strategi mot flera samtidigt mål. Styrmedlen har även utvecklats på ett sätt som innebär att de på flera sätt fungerar som paket. Den gröna given, EU:s nya hållbarhets- och tillväxtstrategi är i ännu högre utsträckning än tidigare klimat- och energiramverk uppbyggd på ett sätt som innebär att flera mål adresseras samtidigt, styrmedlen interagerar på många sätt och de förutsätts på flera områden verka i paket, bland annat för att hantera fördelningseffekter. I EU:s gröna giv ingår även ambitionen att EU fortsatt och i ännu större utsträckning än tidigare ska fortsätta att bidra till styrmedels- och teknikutveckling på nya områden, exem-

⁶² Syntesen av studier om vilka styrmedel och styrmedelskombinationer som varit särskilt verkningsfulla för att understödja utvecklingen av lågutsläppsteknikerna samt hur kostnadsutvecklingen och spridningen av teknikerna har utvecklats över tid är hämtade från kapitel 2, 12, 13 och 16 i WG3-rapporten. Även i kapitel 14 diskuteras den bakomliggande styrmedelsdynamiken.

⁶³ Ett exempel på en sådan styrmedelsutformning är EU:s genomsnittliga koldioxidkrav på nya vägfordon.

pelvis produktion och användning av vätgas producerad med fossilfri energi i olika delar av industrin, transportsektorn och i energitillförselsektorn.

Den svenska klimatpolitiken har utvecklats successivt under trettio års tid och baseras numer på ett brett spektrum av styrmedel⁶⁴. Generella ekonomiska styrmedel som energi- och koldioxidskatter och EU:s system för handel med utsläppsrätter är betydelsefulla inslag i strategin och den svenska koldioxidskatten höjdes tidigt till en internationellt sett hög nivå på framför allt bränslen för uppvärmning. Systemet med reduktionsplikt på drivmedel, förutsatt att kraven i systemet stegvis skärps, kan även det komma att höja priset på låginblandade drivmedel i vägtransporter och arbetsmaskiner på ett mer generellt sätt⁶⁵.

Reduktionsplikten bedöms tillsammans med styrmedel som ger mer riktade incitament till den pågående elektrifieringen av såväl lätta som tunga vägfordon vara särskilt betydelsefulla för utvecklingen av växthusgasutsläppen till 2030, i sektorer utanför EU:s utsläppshandel. Till de sistnämnda styrmedlen hör främst EU:s koldioxidkrav på nya lätta och tunga vägfordon tillsammans med nationella styrmedel i form av bonus-malus för lätta vägfordon och klimatpremier för tunga fordon. Bidrag till laddinfrastruktur är också viktiga komplement.

De mer generellt verkande styrmedlen har alltså på detta område kompletterats med riktade insatser för att bland annat understödja teknikutveckling och marknadsintroduktion samt för att undanröja barriäreffekter. Motsvarande exempel på styrmedelspaket finns även i andra delar av ekonomin, framför allt inom industrin industrin, där bland annat styrmedel som Industriklivet och Klimatklivet kompletterar.

De riktade insatserna sker på detta område exempelvis genom bidrag till demonstrationsprojekt i olika steg, teknikupphandling och investeringsbidrag samt stöd till elnätutbyggnad och effektivisering av tillståndsprocesser.

Även administrativa styrmedel i form av regelgivning på avfallsområdet och inom fysisk planering är viktiga verktyg i det svenska klimatarbetet. Beslut om utformningen av samhällsplaneringen i Sverige har även i hög grad satt ramarna inom vilken dagens styrmedel kan verka. Särskilt utbyggnad av fjärrvärmenät, kollektivtrafiksystem och koldioxidfri elproduktion har haft betydelse⁶⁶.

När det gäller de snabbväxande teknikområden som lyfts fram i IPCC-rapporten är det främst användningen av landbaserad vindkraft och laddbara bilar som växt snabbt under det senaste decenniet i Sverige. Sverige bidrar nu till ytterligare sänkta kostnader inom dessa två teknikområden, inklusive tillförande infrastruktur, men har inte varit med och bidragit med större utvecklingskostnader i inledningen av dessa ”innovationskedjor”.

Liknande gäller nu även introduktionen av havsbaserad vindkraft och solkraft. Svenska bidrag till tidiga och större insatser för teknikutveckling omnämns i stället snarare kopplat till utveckling av vätgas som reduktionsmedel inom järn- och stålproduktion, i kapitel 11 om industrin i WG3-rapporten.

⁶⁴ Ds 2014:11, Swedens Seventh National Communication on Climate Change, 2018.

⁶⁵ Styrmedlets främsta utsläppseffekt uppstår dock genom att kraven successivt minskar andelen fossila drivmedel.

⁶⁶ Ds 2014:11 s. 40.

2. Bedömning av måluppfyllelse

I WG3-rapportens kapitel 4 *Mitigation and development pathways in the near- to midterm* konstateras att NDC:erna (*Nationally Determined Contributions* – nationellt beslutade klimatåtaganden) och de långsiktiga strategierna från Parisavtalets parter har skärpts över tid, men att omfattningen hittills varit långt ifrån tillräcklig.

FN:s miljöprogram UNEP visar i sin årliga *Emissions Gap*-rapport⁶⁷ från oktober 2021 att det för att *sannolikt* klara av att begränsa den globala temperaturökningen till 1,5 grader i perspektivet år 2100, finns ett ”utsläppsgap” gentemot år 2030 på cirka 28 miljarder ton koldioxidekvivalenter jämfört med ländernas samlade (ovillkorade) utfästelser (figur 7). Efter de utfästelser och uppdaterade NDC:er som gjordes kring COP26-mötet i oktober-november 2021, som inte hann inkluderas i UNEP:s rapport, uppskattades utsläppsgapet ha blivit något mindre.^{68 69}

I tillägg till utsläppsgapet finns ett ”genomförandegap”, det vill säga en skillnad mellan utsläppsscenarioer med beslutade styrmedel och ländernas NDC:er, konstateras i WG3-rapporten och i UNEP-rapporten.⁷⁰

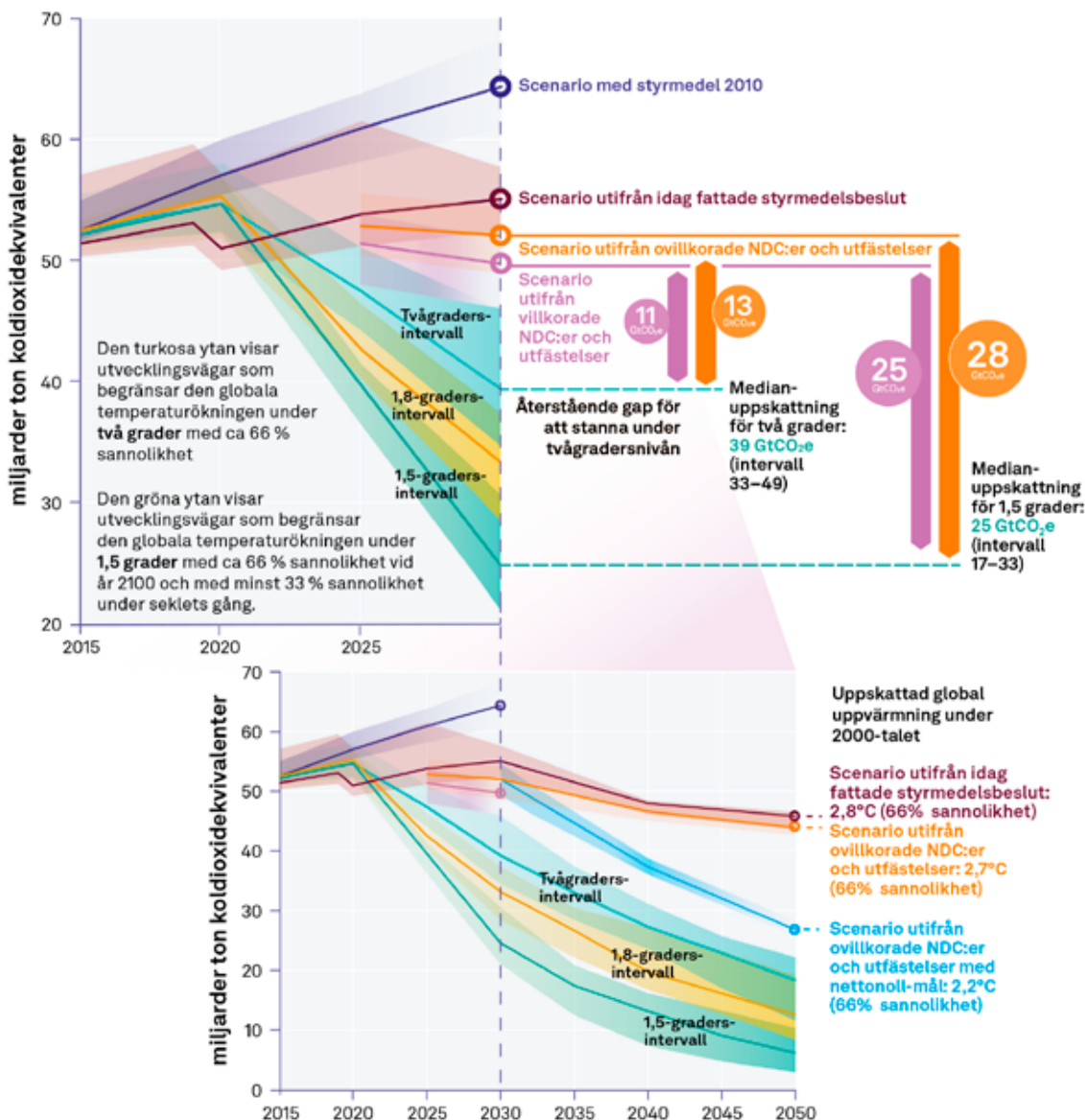
⁶⁷ UNEP (2021) Emissions Gap Report 2021.

⁶⁸ Climate Action Tracker (2022) Warming Projections Global Update

⁶⁹ IEA (2022), World Energy Outlook 2021 – Technical note on the emissions and temperature implications of COP26 pledges

⁷⁰ Jämför lilafärgade kurvan *scenario utifrån idag fattade styrmedelsbeslut* i figur 7.

Figur 7. Globala årliga utsläpp av växthusgaser enligt olika scenarier samt utsläppsgap 2030



Utsläppsbanorna visar en median och intervallen 10:e till 90:e percentilen. Flera länder har i sin NDC angivit två mål, varav det mer ambitiösa är villkorat mot exempelvis finansiering eller möjlighet att använda internationellt överförbara krediter.

Källa: Översatt från UNEP 2021 Emissions Gap Report.

En forskningsartikel⁷¹ från april 2022 (efter utgivandet av WG3-rapporten) drar slutsatsen att ett fullständigt genomförande av NDC:er och långsiktiga strategier skulle kunna leda till att uppvärmningen under århundradet begränsas till 1,9–2,0 grader (median), det vill säga om än inte i linje med Parisavtalets *långt under* 2 grader (helst 1,5 grad), så ett betydligt bättre utfall jämfört med motsvarande uppskattningar för bara några år sedan. I artikeln betonas samtidigt att de långsiktiga nettonollmål som kommit från en rad länder under de senaste åren inte ännu

⁷¹ Meinshausen et al. (2022) Realization of Paris Agreement pledges may limit warming just below 2°C. *Nature*

matchas av ett tillräckligt kraftfullt åtgärdsarbete och målsättningar i närtid, för att uppnåendet av de kort- och långsiktiga målen ska vara realistiskt.

I Glasgowpakten⁷² som antogs vid COP26 uppmanas länderna till att under 2022 se över och stärka sina åtaganden. Hittills under 2022 (mitten av oktober) har inga uppdateringar med större betydelse för det globala utsläppgapet gjorts⁷³, även om inte minst det stärkta åtagandet som Australien inkom med i juni 2022 kan noteras. Inför COP27 i november 2022 i Sharm el-Sheikh kommer Klimatkonventionens sekretariat att presentera en uppdaterad sammanställning av ländernas åtaganden. Under Parisavtalet ska det vart femte år ske en global översyn ("global stocktake") för att utvärdera hur länderna sammantaget ligger till gentemot Parisavtalets långsiktiga mål. Den första globala översynen kommer att äga rum 2023.

Utsläpp från internationellt flyg och sjöfart omfattas i huvudsak inte av ländernas åtaganden under Parisavtalet. Separata överenskommelser finns (under FN-organen ICAO respektive IMO) om att minska dessa sektorer utsläpp – dessa är dock i nuläget otillräckliga i förhållande till Parisavtalets temperaturmål, framhålls i WG3-rapporten.

"Utsläppsgap" – och "produktionsgap"

"Utsläppsgapet" beskriver skillnaden mellan länders samlade utfästelser om utsläppsminskningar och vad som kan bedömas vara i linje med Parisavtalets temperaturmål. Ett kompletterande perspektiv är "produktionsgapet" – UNEP visar i sin senaste rapport på det temat att världens länder planerar att producera mer än dubbelt så mycket fossilbränslen (kol, olja, gas) år 2030 jämfört med en bedömning av vad som vore i linje med att hålla uppvärmningen under 1,5°C. En socialt ansvarsfull utfasning av fossilbränslen finns med som en av uppmaningarna i Stockholmsagendan från FN:s stora miljökonferens 2022, Stockholm+50. Sverige har sedan 2022 ett förbud mot utvinning av fossilbränslen i landet och är medlem i den år 2021 initierade globala alliansen BOGA (Beyond Oil and Gas Alliance) för utfasning av produktionen av olja och gas. Ett växande antal aktörer har ställt sig bakom förslaget om ett globalt "nedrustningsavtal" för fossilbränsleutvinning (Fossil Fuel Non-Proliferation Treaty).

- [UNEP 2021 Production Gap Report PGR2021_web_rev.pdf \(productiongap.org\)](#)
- [Stockholm +50 - Key Recommendations Key Messages and Recommendations – Formatted.pdf \(unep.org\)](#)
- www.regeringen.se/pressmeddelanden/2022/06/sverige-forbjuder-utvinning-av-kol-olja-och-naturgas-och-skarper-reglerna-for-utvinning-i-alunskiffer
- www.beyondoilandgasalliance.com
- www.fossilfueltreaty.org

⁷² unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_10_add1_adv.pdf

⁷³ World Resources Institute (2022) The State of Nationally Determined Contributions

2.1 EU och Sverige

Vad gäller det övergripande mål som EU hade satt upp om att minska unionens växthusgasutsläpp med 20 procent till år 2020 (relativt år 1990), så överträffade EU med råge den målsättningen. Gällande det mål som sedan antagits om att minska utsläppen med 55 procent till år 2030 (relativt 1990), så är målet inom räckhåll att nås till mållåret – förutsatt att erforderliga beslut fattas⁷⁴ – se vidare EU-faktarutan på sid. 28.

Sett till Sverige, når även Sverige den målsättning som hade satts upp för utsläppsminskningarna till år 2020 (40 procents minskade utsläpp jämfört med 1990, för den ”icke-handlande sektorn”) och även Sveriges etappmål framåt mot det långsiktiga nettonoll-målet till senast år 2045 (se vidare faktarutan på sid. 29 om det svenska klimatpolitiska ramverket) har i Naturvårdsverkets analys från våren 2022⁷⁵ bedömts vara inom räckhåll att nås, givet att ytterligare beslut fattas på områden där scenarierna fortfarande indikerar ett avstånd visavi målnivåerna. Naturvårdsverket kommer i mars 2023 att redovisa en uppdaterad och detaljerad bedömning av hur Sverige ligger till gentemot målen.

2.2 Olika länders ambitionsnivå bedöms inte i rapporten från IPCC

I WG3-rapporten görs ingen genomgång av eller försök till inbördes gradering av ambitionsnivå, och inte heller görs det någon bedömning av hur länderna tar hänsyn till olika rättvisepprinciper i sina respektive NDC:er. I kapitel 4 finns dock en mer övergripande genomgång av slutsatser från forskningslitteratur som bland annat studerar hur tillämpningen av olika rättvisepprinciper skulle kunna påverka ambitionen i olika parterers åtaganden om utsläppsminskning och andra åtaganden under Parisavtalet.

Rättvisepprinciper i Klimatkonventionen och Parisavtalet uttrycks bland annat genom artikel 2.2 i Parisavtalet om att avtalet ska genomföras på ett sätt som reflekterar rättvisa och principen om gemensamt men differentierat ansvar och respektive kapacitet i ljuset av nationella omständigheter (CBDR-RC⁷⁶). Samma princip är grundläggande i hela Klimatkonventionen. Däremot finns ingen överenskommen ”fördelningsnyckel” i Klimatkonventionen/Parisavtalet som preciserar vad detta kvantitativt skulle innebära för enskilda länders åtaganden – den tolkningen lämnas i stället till länderna att göra.

När det gäller rättvisepprinciper under Parisavtalet och hur en rättvis fördelning av minskningsbidrag mellan länder skulle kunna falla ut konstateras i WG3-rapportens kapitel 4 att länderna hittills har visats göra olika tolkningar av CBDR-RC-begreppet när de beskriver hur respektive lands NDC är att betrakta som rättvist och ambitiöst.

⁷⁴ EU-kommissionen (2021) EU Climate Action Progress Report

⁷⁵ Naturvårdsverket (2022) Naturvårdsverkets underlag till klimatredovisning enligt klimatlagen – Redovisning av regeringsuppdrag.

⁷⁶ Common but Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities.

Länderna för också ofta fram att de har specifika nationella omständigheter som förklarar ambitionsnivån på sin respektive NDC. Flera parter refererar också till att de använt egna specifika kriterier för att analysera hur rättvis och ambitiös den egna NDC:n är.⁷⁷

Exempel på sådana kriterier är ansvar och kapacitet att agera, andel av globala utsläpp, utvecklingsnivå, teknologisk kapacitet, kostnader för utsläppsminskingsåtgärder, grad av ambitionsökning samt kopplingen till globala mål.

Olika rättvisepprinciper leder till olika kriterier mot vilka tillämpningen av principerna kan utvärderas. I forskningslitteraturen finns även exempel på kvantitativa beräkningar inom vilka utsläppsminskingsintervall olika parter åtaganden borde hamna, utifrån olika rättvisepprinciper. Det finns även förslag på flerdimensionella kriterier och utvärderingsscheman. De sistnämnda kan bland annat omfatta olika NDC-nivåer, aktuell utsläppsutveckling, kostnadseffektivitet i förhållande till globala modelleringar, införda styrmedel, teknikutveckling, energieffektivitet och introduktion av lågutsläppsteknik med mera.

I motsats till redovisningen i IPCC så redovisar *Climate Action Tracker* löpande resultatet av det som benämns ”oberoende vetenskapligt baserade analyser av olika regimers klimatåtaganden i förhållande till Parisavtalets temperaturmål”. Analyserna tas fram av två institut (Climate Analytics och New Climate Institute) som finansieras av bland annat det tyska miljödepartementet. På Climate Action Trackers hemsida⁷⁸ visas exempel på hur olika parter NDC:er och långsiktiga utvecklingsstrategier kan bedömas utifrån ett antal rättvisep- och ambitionskriterier.

Enligt institutets bedömningar kan inget lands eller regions klimatpolitik anses vara tillräcklig i förhållande till Parisavtalets temperaturmål, men det finns samtidigt också skillnader i den bedömda graden av ”otillräcklighet” mellan olika parter och länder.

Specifikt för Sverige redovisar en rapport från Chalmers⁷⁹ översiktligt hur Sveriges klimatmål står sig mot de senaste IPCC-utsläppsbudgetarna utifrån några möjliga fördelningsmetoder och hur dessa påverkar Sveriges ”utsläppsutrymme”. I rapporten dras bland annat slutsatsen att Sveriges nuvarande klimatambition, utifrån fördelningsmetoden *jämlika kumulativa utsläpp* per person över tid, ligger i linje med en uppskattad begränsning av medeltemperaturen vid 1,5°C förutsatt ett ”historiskt ansvar” som börjar en bit in på 1990-talet, men inte om det historiska ansvaret sträcker sig längre bak i tiden.

Ett antal svenska regioner/län och kommuner har valt att sätta utsläppsmål utifrån fördelningsmetoden *Tyndall Carbon Budgets*⁸⁰. Metoden bygger på att nationella beting fördelats ut i gruppen industrialiserade länder, från en antagen andel av en global koldioxidbudget⁸¹. Fördelning av budgeten bland de industrialiserade länderna sker enligt *grandfathering*-principen, vilket innebär att ländernas

⁷⁷ UNFCCC 2015 Synthesis report on the aggregate effect of the intended national determined contributions. Note by the secretariat, document FCCC/CP/2015/7.

⁷⁸ climateactiontracker.org

⁷⁹ Chalmers tekniska högskola (2022) Nationella utsläppsmål utifrån Parisavtalet och internationella rättvisepprinciper – analys av Sveriges territoriella klimatmål.

⁸⁰ Metoden är utarbetad i ett samarbete mellan universiteten i Manchester (Tyndall Centre), Uppsala och Bergen. www.klimatsekretariatet.se

⁸¹ Den andel av den globala koldioxidbudgeten som tillfaller de länder som definierats som industrialiserade bestäms utifrån vad som återstår efter att en andel av den globala budgeten allokerats till de länder som definierats som utvecklingsländer utifrån en omställningstakt som bedömts rimlig för den gruppen länder.

beting återspeglar storleken på deras nuvarande utsläpp. Principen medför att länder med höga per capita-utsläpp i utgångsläget får en gynnsammare tilldelning jämfört med länder vars per capita-utsläpp är lägre. Från det nationella betinget för Sverige – som faller ut som avsevärt mer ambitiöst jämfört med de kvantiteter av ytterligare koldioxidutsläpp som befintliga svenska klimatmål kan tillåta – har sedan beting räknats ut för regioner/län och kommuner utifrån samma *grand-fathering*-grundprincip⁸².

Ett annat exempel på tillämpning av fördelningsmetoder är de som Finlands klimatpanel⁸³ presenterat i en rapport⁸⁴ som låg till grund för det uppdaterade finska klimatmål⁸⁵ som trädde i kraft i juli 2022. I rapporten från Finlands klimatpanel analyseras förutom Finland även bland annat Sverige med samma metoder, vilka ger Sverige ett mycket fylligt utsläppsutrymme jämfört med Sveriges nuvarande mål för utsläppsminskningar, detta då även upptag av koldioxid i skog och mark är fullt inräknade.⁸⁶

⁸² Utsläppen som omfattas i betingen som gjorts för svenska regioner/län och kommuner är territoriella koldioxidutsläpp (med separat hantering för särskilt stora punktutsläppsanläggningar), samt utrikes transporter (sistnämnda utifrån bunkring och inte enligt *grandfathering* utan som "nationell overhead"). Utsläpp från cementtillverkning och från markanvändning ligger vid sidan av som ett "globalt overhead".

⁸³ Ungefär motsvarande klimatpolitiska rådet i Sverige.

⁸⁴ Finlands klimatpanel (2019) *An approach to Nationally Determined Contributions with the Paris climate agreement and climate science: Application to Finland and the EU*.

⁸⁵ Finska regeringens proposition RP 27/2022 med förslag till klimatlag.

⁸⁶ Vilket ju inte är fallet i den svenska klimatambitionen.

3. Scenarier för klimatets utveckling

Den globala medeltemperaturen kommer att fortsätta öka fram tills globala nettonollutsläpp av koldioxid nås. Då det i samtliga scenarier i den vetenskapliga litteraturen tar åtminstone några decennier innan nettonollutsläpp nås, innebär det att den långsiktiga trenden för den globala medeltemperaturen väntas vara fortsatt ökande under åtminstone ett par decennier framåt.

Ju längre in på seklet vi kommer, desto mer avhängig blir temperaturutvecklingen av i vilken mån mänskligheten har lyckats eller misslyckats med att minska utsläppen – detta illustreras i panel (a) i figur 8. Kurvorna i figuren visar på fem scenarier, där SSP1-1.9 innebär extremt snabbt minskande utsläpp, medan de övriga scenarierna innebär successivt större utsläppsmängder fram till SSP5-8.5 som innebär extremt stora utsläpp⁸⁷.

Temperaturökningen har så här långt inte varit jämnt fördelad över jorden och kommer inte heller att vara det framöver. Klimatmodeller visar att temperaturen över land kommer att värmas betydligt mer än över haven och att uppvärmningen, även fortsättningsvis, kommer att vara särskilt stor på nordliga breddgrader såsom dem som norra Sverige sträcker sig över.

I takt med att temperaturen stiger förstärks många andra förändringar i klimatsystemet. Vad gäller exempelvis den arktiska havsisen (se panel (b) i figur 8) är det på sikt endast i de ambitiösa lågutsläppsscenarierna som ett säsongvis praktiskt taget eller helt isfritt arktiskt hav undviks. Havsnivåhöjningen kommer att fortsätta i en mycket lång tid efter att uppvärmningen avstannat.

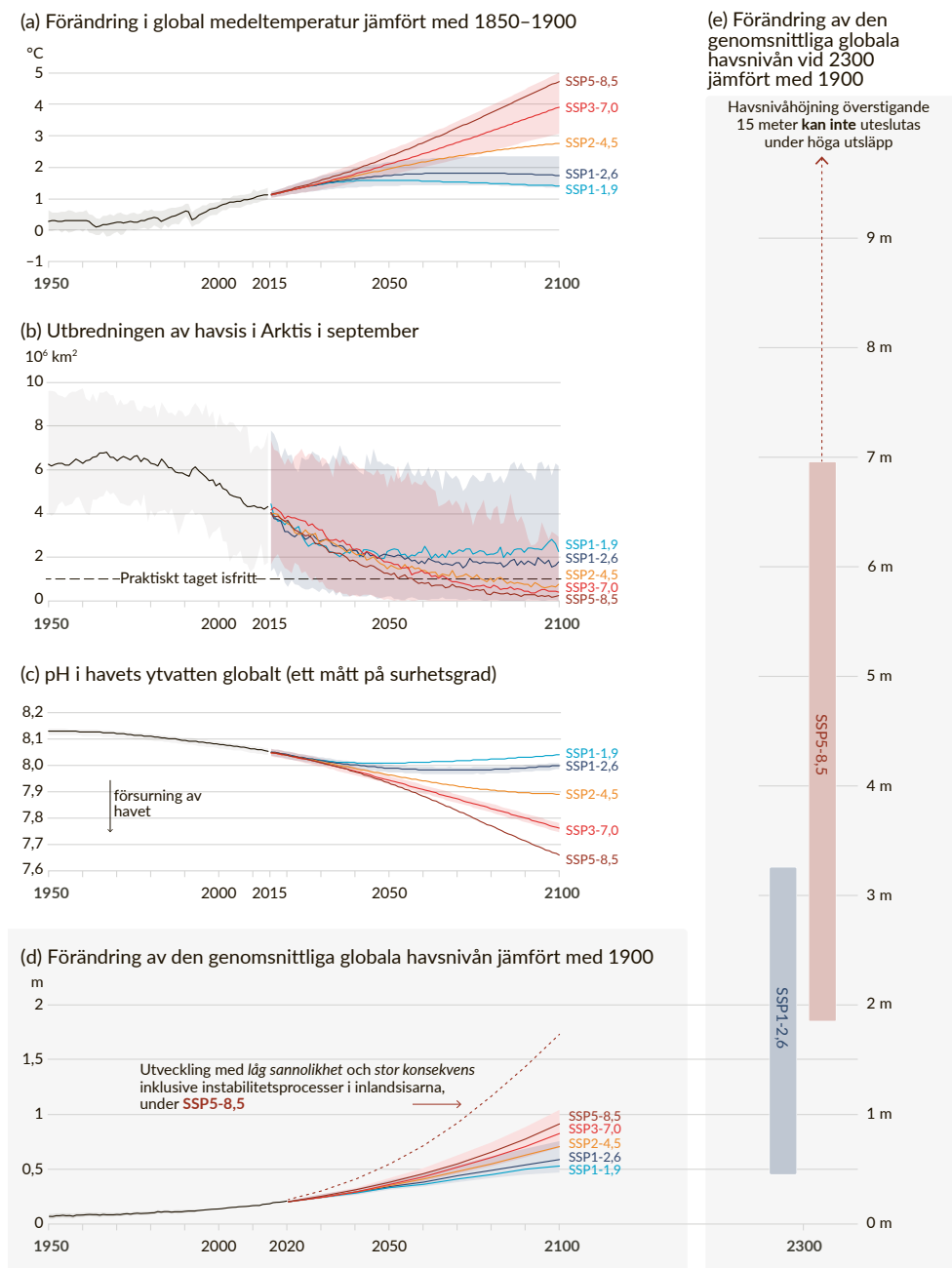
Havs försurning, som alltså inte orsakas av temperaturökningen utan direkt av koldioxidutsläppen, tilltar likaså ju större utsläppen blir (panel (c) i figur 8).

Vissa förändringar i klimatsystemet är förknippade med större osäkerheter än andra. Ett exempel på det är kunskapsläget om inlandsisarnas långsiktiga svar på klimatförändringen – en osäkerhet som återspeglas i hur utfall för havsnivåhöjningen som är dramatiskt högre än det *sannolika* intervallet inte går att utesluta.⁸⁸

⁸⁷ Fortsatt ökande långt in på andra halvan av det innevarande seklet.

⁸⁸ Se prickade linjerna i panel (d) och (e) i figur 8, som exemplifierar detta vid ett mycket högt utsläppsscenario.

Figur 8. Ett urval indikatorer av global klimatförändring under fem illustrativa scenarier



Mänsklig påverkan ger effekter på klimatsystemets alla delar, där några responderar under decennier och andra under århundraden.

Källa: Klimat i förändring 2021 – Den naturvetenskapliga grunden. SMHI:s översättning av IPCC:s sammanfattning för beslutsfattare av Climate Change 2021 – The Physical Science Basis

3.1 Utvecklingen för klimatet till 2030

Hur kraftfullt världen agerar – eller inte agerar – för att få ner utsläppen under 2020-talet fram till 2030 kommer att ha en mycket avgörande betydelse för temperaturutvecklingen på *lång sikt*. Som konstaterats stängs fönstret för att klara *Begränsad klimatpåverkan* om inte en skarp vändning nedåt i den globala utsläppskurvan kommer till stånd den allra närmaste tiden. Konsekvenserna av hur mänskligheten agerar under detta årtionde, kommer att ha påverkan för århundraden framåt. Men, som återigen kan konstateras i panel (a) i figur 8, blir dessa ansträngningar för utsläppsminskning inte synliga i temperaturutvecklingen i någon större utsträckning *under själva decenniet till 2030*⁸⁹.

Den globala uppvärmningen förväntas fortsätta fram till 2030, men under en för klimatet så pass kort tid som ett årtionde så spelar naturliga variationer⁹⁰ stor roll. De naturliga variationerna kan under 2020-talet förstärka den uppvärmande effekt som människans utsläpp orsakar. Men de naturliga variationerna kan också komma att dämpa människans uppvärmande effekt under årtiondet. Inte minst i regioner såsom de breddgrader som Sverige hör till är ”bruset” från klimatets interna variabilitet betydande, vilket kan ge ett mycket stort utslag på temperaturutvecklingen under ett enskilt årtionde, jämfört med den långsiktiga klimatuppvärmningstrenden. Att klimatet långsiktigt värms upp betyder alltså inte att varje år eller följd av år är varmare än det föregående. Den långsiktiga trenden av uppvärmning kommer som sagt ändå att märkas. Rekordnoteringar för exempelvis temperaturer som i tät följd har uppmätts runt om i världen och i Sverige under senare år är något som kan förväntas också fortsättningsvis över 2020-talet. Effekterna för miljö och samhälle kommer att märkas i motsvarande grad, men mindre där åtgärder för klimatanpassning genomförts. Samtidigt är det redan vid dagens uppvärmning tydligt hur anpassningsmöjligheter sätts på prov. Det gäller till exempel för korallreven, som befinner sig i allvarlig fara redan vid temperaturnivåer kring dagens⁹¹.

Vid år 2030, konstateras det i WG1-rapporten, kan enstaka år med en sannolikhet på 40 till 60 procent överstiga 1,5°C-gränsen för den globala medeltemperaturen jämfört med 1850–1900. Individuella år kommer att överstiga en given global temperaturnivå innan ett medelvärde över tid, till exempel en 20-årsperiod, gör det. Vad som är ett överskridande av temperaturgränserna i Parisavtalet har inte närmare definierats, men kan tolkas som ett medelvärde över ett visst antal år snarare än ett enstaka år.

⁸⁹ Potentiella *parallella nyttor* av klimatomställning, såsom förbättrad luftkvalitet, uppstår desto snabbare.

⁹⁰ Handlar om både interna cykler i klimatsystemet (såsom den s.k. ENSO, känd som ”El Niño”), liksom variationer i t.ex. solaktivitet och vulkanisk aktivitet.

⁹¹ Korallrev runt om i världen uppvisar en exceptionell biologisk mångfald (ibland jämförda som ”havens regnskogar”) och är viktiga bland annat för betydelsen som naturliga skydd mot erosion och stormar och för de goda fiskevatten de skapar.

3.2 Utvecklingen för klimatet på längre sikt, efter 2030

Det centrala estimatet i samtliga scenarier i WG1-rapporten (med undantag av SSP5-8,5; scenariot med allra störst utsläppsökningar) är att 1,5 graders global uppvärmning över den förindustriella nivån nås som 20-årsmedelvärde under det tidiga 2030-talet. I scenariot med allra snabbast utsläppsminskningar (SSP1-1,9⁹²) är det mer sannolikt än osannolikt att den globala medeltemperaturen skulle återgå till under 1,5°C mot slutet av detta århundrade, med ett övergående över-skridande av 1,5°C med upp till 0,1°C.

De skilda temperaturutfallen i de fem illustrativa scenarierna i panel (a) i figur 8 visar som sagt tydligt på att den faktor som i längre perspektiv, särskilt framemot 2100, är helt avgörande för klimatutvecklingen är hur stora människans sammanlagda utsläpp blir hädanefter.

WG2-rapporten konstaterar att riskerna för arter och ekosystem, såväl terrestra som marina och i sötvatten, kommer att öka för varje ytterligare mån av uppvärmning. Det gäller särskilt i *hotspots* för biologisk mångfald. På samma sätt leder varje mån av ytterligare uppvärmning till ytterligare risker för människors livsvillkor. Klimatrelaterade risker för exempelvis hälsa, försörjningsförmåga, livsmedelssäkerhet, vattentillgång och ekonomisk utveckling blir successivt större ju mer uppvärmningen tillåts fortskrida. Ju mer uppvärmningen ökar, desto mer ökar också riskerna för att svårförutsägbara trösklar passeras där abrupta och potentiellt mer eller mindre irreversibla förändringar sker⁹³. Vilka effekter radikalt förändrade framtida klimatförhållanden skulle kunna få för samhällens och länders utveckling är svårt att överblicka⁹⁴.

WG2-rapporten konstaterar vidare att förutsättningarna för kolinlagring i ekosystemen kommer att påverkas alltmer ju högre temperaturnivåer som nås. I terrestra ekosystem väntas den gödande effekten av höga atmosfäriska koldioxidkoncentrationer bli alltmer mättad och begränsas av uppvärmning och torka. Ökad förekomst av bränder, trädod och insektsutbrott är exempel på omständigheter som hotar att bidra till att vissa ekosystem som idag är nettokolsänkor kan omvandlas till nettokolkällor⁹⁵.

I Sverige, som i världen i stort, kommer redan observerade förändringar i klimatet att förstärkas med tilltagande uppvärmning. I figur 9 framgår hur uppvärmningen även fortsättningsvis blir som kraftigast i norra Sverige. De tre kar-

⁹² Korrelerar med scenariogruppen C1 i WG3-rapporten (se avsnitt 1.2 Utmaningen).

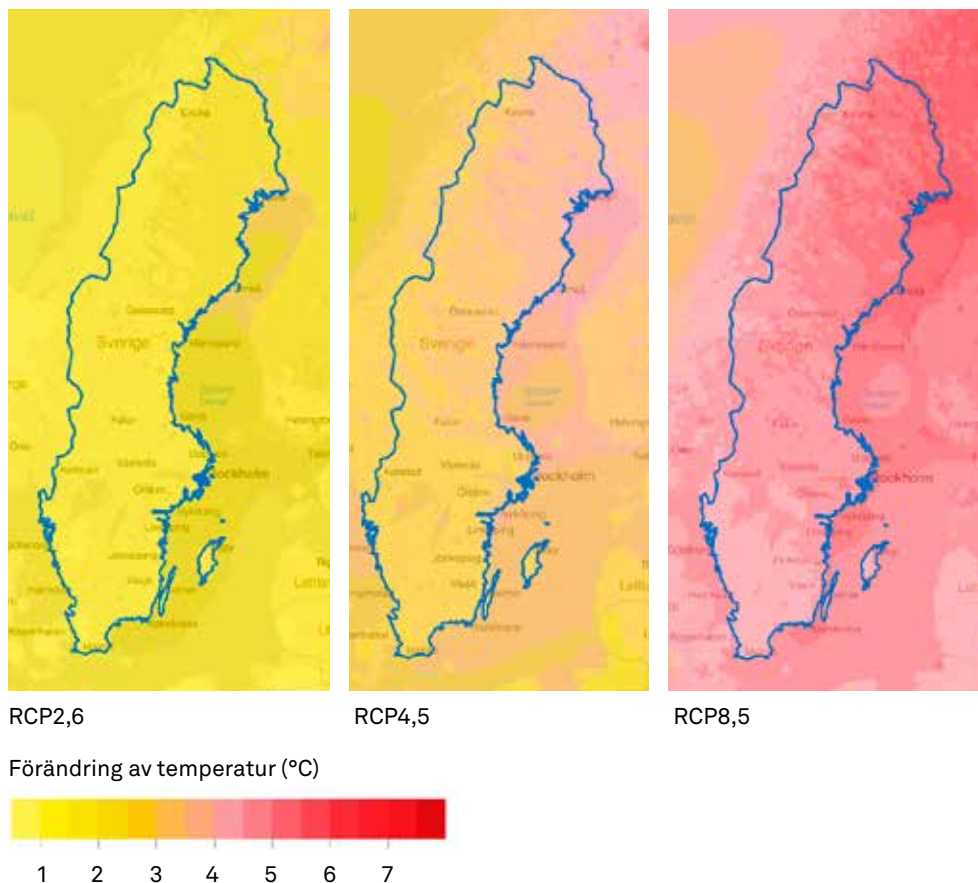
⁹³ Ett exempel på en "tröskel" som skulle kunna överträdas vore en större störning av AMOC (den atlantiska havscirkulation i vilket den så kallade Golfströmmen är en komponent), något som skulle kunna ge betydande återverkningar för klimatförhållanden på båda sidor Atlanten. En översikt i *Science* från september 2022 inskräper de risker som beskrivs i WG1- och WG2-rapporterna. McKay et al. (2022) Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*.

⁹⁴ I en artikel i PNAS i augusti 2022 argumenteras för ett behov av mer forskning kring katastrofala utfall av klimatförändringen inklusive civilisationshotande. Det betonas att dominoeffekter skulle kunna utlösa förödande skeenden även vid en relativt modest ytterligare klimatuppvärmning. Artikelförfattarna föreslår också tematiken som ett ämne för en möjlig specialrapport i IPCC:s kommande sjunde utvärderingscykel AR7. Kemp et al. (2022) Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. *PNAS*.

⁹⁵ Den långsiktiga osäkerhet som finns rörande permanensen av kolförråden i ekosystemen inskräper att insatser för stärkt kolupptag inte är ett substitut för utsläppsminskningar, utan ett (viktigt) *komplement*.

torna i figuren visar resultat för RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5, där de tre scenarierna i ordningsföljd innebär allt större kumulativa globala utsläpp under århundradet⁹⁶.

Figur 9. Förändring av medeltemperatur (°C) över Sverige för perioden 2071–2100 enligt tre olika scenarier.



Kartorna baseras på ett medelvärde av ett antal klimatscenarier för scenario RCP2,6, RCP4,5 respektive RCP8,5. Förändringen är i jämförelse med referensperioden 1971–2000. En jämförelse med förindustriell tid (i stället för perioden 1971–2000) skulle ha visat på en ännu större förändring.

Källa: SMHI

⁹⁶ "RCP" står för "Representative Concentration Pathway", och 2,6, 4,5 och 8,5 indikerar förändring i strålningpådrivning (W/m²) till slutet av århundradet. I RCP2,6 börjar de globala utsläppen snabbt minska (om än otillräckligt för 1,5-gradersambitionen, som mer skulle motsvaras av RCP1,9) medan RCP4,5 innebär att utsläppen ökar i flera årtionden framåt innan de börjar minska. RCP8,5 innebär att utsläppen fortsätter att öka kraftigt och inte under hela århundradet vänds till en minskning.

4. Behov av styrmedel och åtgärder – vad krävs för att klimatmålen ska nås?

4.1 Åtgärdspotentialerna är stora – men tiden för genomförande är mycket knapp

Till de mest positiva delarna i WG3-rapporten hör budskapet om att det finns omfattande åtgärdsalternativ som kan sänka utsläppen av växthusgaser till 2030 i alla sektorer, både på tillförsel- och efterfrågesidan världen över. Kostnaderna för åtgärderna bedöms dessutom vara lägre jämfört med tidigare uppskattningar och i många fall kunna föra med sig flera parallella nyttor. Bedömningarna redovisas i detalj i kapitel 12, *Cross sectoral perspectives*.⁹⁷

Baserat på en sammanräkning av WG3-rapportens samtliga sektorsvisa analyser ”bottom-up”, se figur 10, görs bedömningen att det finns utsläppsminskingspotentialer till en kostnad på 100 USD per ton koldioxidekvivalenter eller lägre som skulle kunna minska de globala utsläppen till hälften av 2019 års utsläppsnivå år 2030.

Åtgärder med en kostnad upp till 20 USD per ton bedöms utgöra minst hälften av potentialen. Sol- och vindenergi, energieffektiviseringsåtgärder, minskad avskogning och åtgärder för minskad metanavgång⁹⁸ står för relativt stora bidrag till potentialen med särskilt låga kostnader.

Efter 2030 kan kostnadsbilden och de relativa potentialerna komma att förändras mellan olika områden.

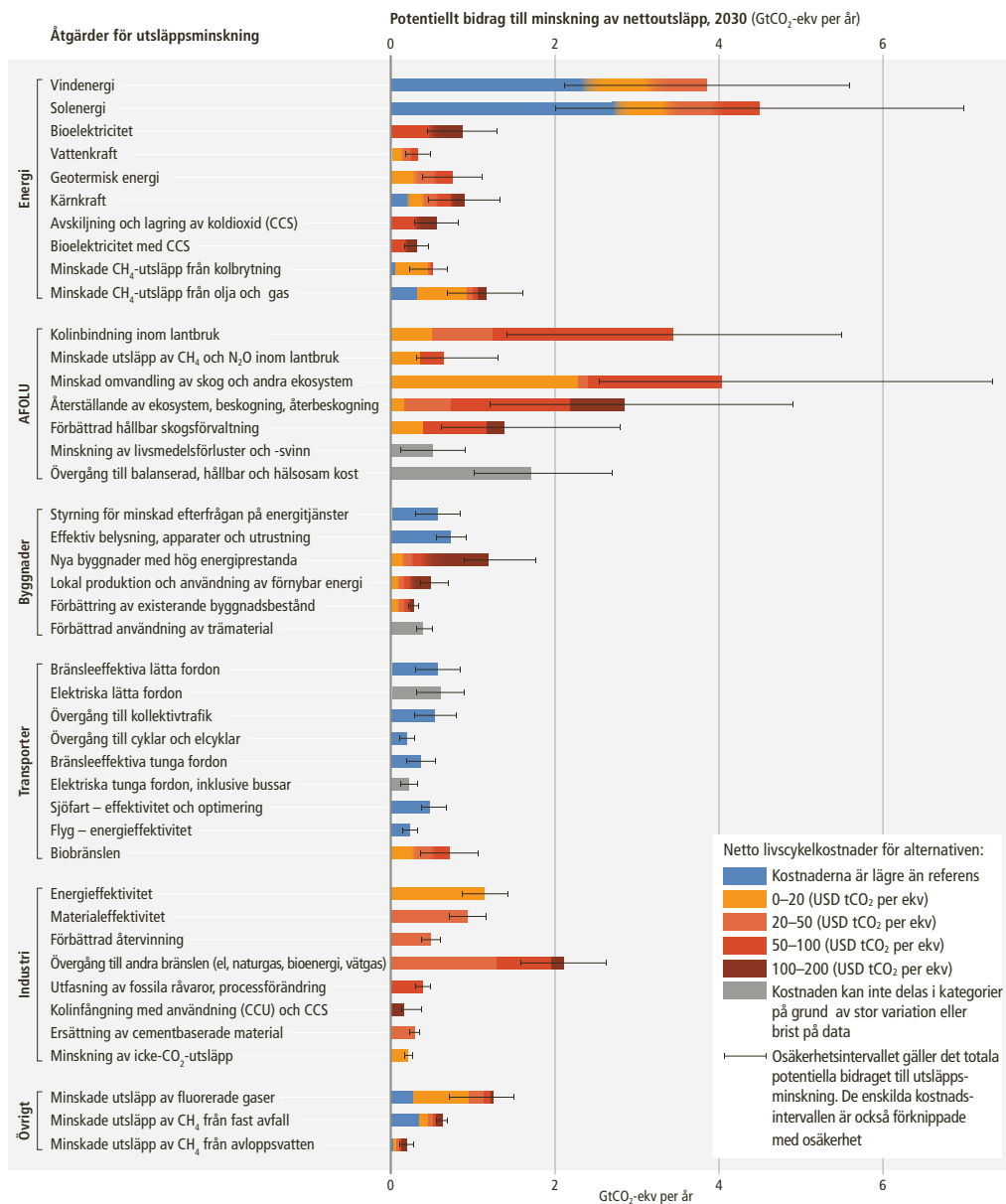
Om åtgärderna genomförs påverkas den globala BNP-utvecklingen med ett fåtal procent till 2050. De modellerade globala scenarierna tar inte hänsyn till makroekonomiska effekter av kostnader som samtidigt undviks på grund av lägre kostnader för anpassning och lägre skadekostnader på grund av mindre klimatförändringar. Beräkningen tar inte heller hänsyn till de parallella nyttor som åtgärderna ger. De uppskattade kostnaderna kan alltså ses som en underskattning av den verkliga sammanlagda samhällsekonomiska nyttan.

⁹⁷ Bedömningarna av åtgärdskostnader och potentialer görs genom att nettolivslängdskostnader och potentialer för utsläppsminskande åtgärder jämförs med motsvarande referenstekniker i ett referensscenario. Se kapitel 12 i WG3-rapporten.

⁹⁸ Kolgruvor, olje- och gasutvinning och avfall.

Figur 10. Översikt över åtgärdsalternativ och deras uppskattade kostnader och potentialer globalt till 2030

Många av de åtgärder som nu finns tillgängliga inom alla sektorer beräknas erbjuda betydande potential för minskade nettoutsläpp till 2030. Relativa potentialer och kostnader kommer att variera mellan länder och också på längre sikt jämfört med 2030.



Källa: WG3-rapportens sammanfattning för beslutsfattare. SMHI:s översättning

Uppskattningen av utsläppsminskningspotentialer till 2030 tar hänsyn till att normal omsättningstakt i ekonomin är en begränsande faktor. Ett exempel på ett område där potentialen därför begränsas jämfört med äldre kostnads- och potentialanalyser till 2030, gäller energieffektiviseringsåtgärder i byggnader, eftersom mer omfattande energieffektiviseringsåtgärder främst antas genomföras vid nybyggnation och större renoveringar. Ett annat sådant område handlar om större investeringar i transportinfrastruktur, exempelvis för spårbunden trafik.

Observera att potentialerna samtidigt ”inte tar slut” vid kostnader upp till 100 USD per ton (cirka 1 kr per kg), bedömningen visar även att det finns ytterligare minskningspotentialer bland annat i industrin fram till 2030. För industrin konstateras exempelvis att det nu finns teknik för att ta alla industribranscher till nettonollutsläpp 2050, men att det kan krävas 5–15 år av intensiva insatser för att få dem på plats.

Motsvarande summering av bedömda åtgärdspotentialer och kostnader ”bottom-up” gjordes även i AR4 (IPCC 2007) och under perioden 2007–2010 av konsultföretaget McKinsey samt i UNEP:s *Emissions Gap Report* från 2017.

Värt att notera är att de potentialer och åtgärdskostnader som summerades i IPCC:s AR4-rapport omfattade betydligt mindre volymer till 2030 än de som nu summeras, bedömningen var även mindre detaljerad och illustrerar bland annat att forskarna vid den tiden inte i förväg kunde bedöma hur snabba kostnadsminskningar som skulle komma att uppstå inom exempelvis sol, vind, batterier och eldrivna fordon. Dessa underskattningar av hur åtgärdskostnaderna skulle kunna utvecklas och hur snabbt åtgärderna skulle kunna växa i omfattning kan vara värda att ha med i bedömningen när den nu redovisade potentialuppskattningen i WG3-rapporten analyseras.

Dessutom kan noteras att potentialen för åtgärder upp till en kostnad om max 100 USD per ton i transportsektorn nu har fördubblats jämfört med AR4, samtidigt som de bedömda åtgärdskostnaderna sänkts betydligt.

En tillbakablick på de marginalkostnadskurvor som togs fram av konsultföretaget McKinsey under perioden 2007 till 2010 ger också en illustration av att utseendet på ”utbudskurvan” till 2030 nu har förändrats på ett betydande vis. Även McKinseys marginalkostnadskurvor hade med en större energieffektiviseringspotential i byggnader än den nya bedömningen, samtidigt som potentialerna för solel, vindel och laddbara bilar till låga kostnader underskattades på ett betydande vis. Det motsatta gällde potentialerna för olika tillämpningar av CCS-teknik till relativt låga kostnader, vilka bedömdes vara större jämfört med de nya potentialbedömningarna i WG3-rapporten.

4.1.1 Potentialer i EU och Sverige

Delar av åtgärdsomöjligheterna i potentialsummeringen i rapporten från WG3 finns även i Sverige och i EU, medan andra saknas, bland annat beroende på geografi, den befintliga markanvändningen och energisystemet i utgångsläget.

Såväl EU:s strategi för den europeiska gröna given som Sveriges omställning bygger på omfattande och snabba investeringar i fossilfri, främst förnybar elproduktion, där viktiga potentialer finns inte minst i vind- och solkraften, en snabb elektrifiering av vägtransportsektorn tillsammans med insatser för ökad transporteffektivitet, det vill säga potentialer i det blå/grå kostnadsspannet i potentialsummeringen i figur 10. Även insatser för ökad energieffektivitet och minskad fossilbränsleanvändning i bostäder betonas i EU-strategin men är inte lika framlyft i den svenska⁹⁹.

Både inom EU och Sverige pågår även satsningar på relativt sett något dyrare åtgärder som kan bidra till att utveckla, skala upp och sänka kostnaderna för att

⁹⁹ Eftersom svenska bostäder redan är relativt energieffektiva och användningen av fossilbränsle är låg.

fasa ut användningen av fossil energi och fossila råvaror inom processindustrin. Motsvarande gäller även kemisk/teknisk koldioxidfångning i energi- och avfallsförbränningsanläggningar (CCS/bio-CCS).

Inom markanvändningssektorn (AFOLU-sektorn, det vill säga Agriculture, Forestry and Other Land Use, i figur 10) har arbetet med att öka kolinbindningen och minska avgången av koldioxid samt minska utsläppen av övriga växthusgaser inletts men ännu inte kommit så långt varken i EU eller Sverige. I denna sektor bedöms de globala potentialerna vara stora till 2030 samtidigt som kostnaderna bedöms vara något högre jämfört med en stor del av åtgärderna i olika delar av energisystemet.

Det här är ett område där förutsättningarna skiljer sig åt mellan olika länder och regioner världen över. Sverige är till exempel ett av få höginkomstländer i världen som kan karakteriseras som ett glest befolkat skogsland. Landets yta är till mer än två tredjedelar bevuxen med skog. Jordbruksmarken är å andra sidan av relativt liten omfattning och importen av livsmedel är hög i jämförelse med många andra länder.

Sverige har över tid kunnat uppvisa en betydande nettosänka från skog och annan markanvändning trots en stigande avverkningsnivå, eftersom skogstillväxten samtidigt ökat. Att jordbruksmarken parallellt successivt minskat i omfattning och delvis återbeskogats har bidragit till utvecklingen.

Vårt lands utgångsläge skiljer sig alltså på flera sätt från många andra länders. Potentialerna¹⁰⁰ att ytterligare beskoga eller minska en pågående avskogning¹⁰¹ är inte så stora i vårt land. Den största potentialen ligger i princip i om avverkningsnivån skulle minska i landet. En sådan utveckling kan dock i sin tur föra med sig läckageeffekter till andra sektorer och branscher (exempelvis kan utsläppen komma att öka inom cement- och plastproduktion) och i andra länders motsvarande skogssektor om inte efterfrågan på produkter från skogen samtidigt dämpas på världsmarknaden.

Det finns samtidigt också potentialer även i Sverige som kan förstärka det svenska nettoupptaget ytterligare utan att det kommer i en omfattande konflikt med andra mål inom skogs- och jordbrukspolitikens områden. Det handlar främst om återvätning av (utdikade) torvmarker och åtgärder för ökad kolinlagring på jordbruksmark och på marginalmarker mellan skogs- och jordbruksmark. Val av avverkningsmetod och av andra åtgärder kan också ha effekt på växthusgasbalansen. Åtgärder som också kan bidra till att nivån på sänkan blir mer resilient och även kan öka.

¹⁰⁰ Se motsvarande potentialbedömningar i SOU 2020:04 *Vägen till en klimatpositiv framtid*.

¹⁰¹ Finns uppgifter i LULUCF-statistiken på hur stor årlig avskogning vi i genomsnitt har i Sverige (p.g.a. skogsbilvägar, ny bebyggelse, ledningsgator och annan infrastruktur).

4.2 Potentialen för utsläppsminskningar utifrån ett efterfrågeperspektiv är också stora

Klimatåtgärder från efterfrågesidan delas in i (i) förändringar av infrastruktur och tillgång till infrastruktur, (ii) tillgång till och spridning av teknik (inklusive informations- och kommunikationsteknik), (iii) socio-kulturella förändringar och (iv) beteendeförändringar. Potentialen för minskningar av växthusgasutsläppen från efterfrågesidan är omfattande, och nya sätt att erbjuda tjänster med låga utsläpp bedöms kunna sänka utsläppen samtidigt som den grundläggande välfärden ökar för alla, allt enligt slutsatserna i WG3-rapporten.

Resultat från så kallade *illustrativa globala scenarier med låg efterfrågan*, som tagits fram inom IPCC-arbetet, indikerar att den globala efterfrågan på energi skulle kunna sänkas med 45 procent till 2050 jämfört med 2020¹⁰². Scenarierna tar hänsyn till att förutsättningarna skiljer sig åt mellan olika regioner, där några delar av världen, med låginkomstländer, kan behöva öka sin energi- och resursanvändning för att nå en rimlig välfärdsnivå.

Den potentialuppskattning som redovisas i kapitel 5, *Demand, services and social aspects of mitigation*, i WG3-rapporten pekar mot att det finns ett stort antal åtgärder som kan genomföras ”på efterfrågesidan” inom sektorerna mat, industri, mobilitet inom flyg och sjöfart, mobilitet på land och inom byggnader. Åtgärderna har sorterats i kategorierna undvika, skifta och förbättra (”avoid, shift, improve”) och utifrån om det är sociokulturella faktorer, tillgång till infrastruktur eller teknikutveckling och anpassning till ny teknik som är den centrala faktorn för att de ska kunna genomföras.

Uppskattningen indikerar att utsläppen sammantaget skulle kunna sänkas med mellan 40 och 70 procent 2050, ofta med samtidiga synergier, i de studerade efterfrågesektorerna. Beteendeförändringar på individnivå utifrån dagens situation spelar roll, men den stora potentialen behöver ”möjliggöras” på olika sätt med sociokulturella faktorer (gäller främst livsmedelsval), teknik- och infrastrukturpassning¹⁰³, det sistnämnda gäller områdena mobilitet, byggnader och industri.¹⁰⁴

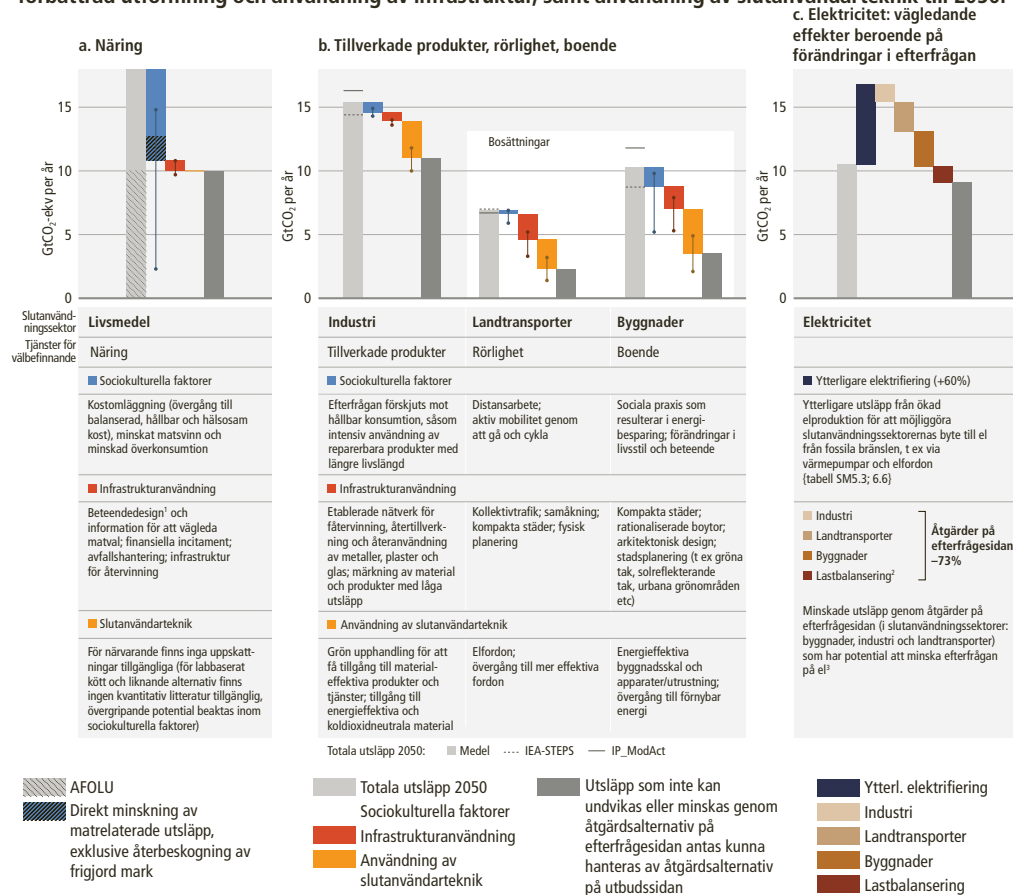
¹⁰² Se kapitel 5.3.2 ”Achieving a low demand scenario by 2050”. Grubler et al. 2018.

¹⁰³ Exempelvis genom att infrastruktur för effektiva mobilitetsalternativ byggs ut.

¹⁰⁴ Potentialbedömningen görs relativt IEA:s så kallade STEPS-scenario från 2020 (World Energy Outlook 2020, Stated Energy Policies Scenario) och uppskattningarna har hämtats från en litteraturgenomgång. Potentialen till utsläppsminskningar på grund av livsmedelsval är uppdelad i (i) sänkta utsläpp i jordbrukssektorn och (ii) minskade utsläpp på grund av ökad avskogning (LUC) och ökade möjligheter till kolinlagring p.g.a. ändrad markanvändning.

Figur 11. Indikativa potentialer på efterfrågesidan vid 2050

Åtgärder på efterfrågesidan för utsläppsminskning kan uppnås genom förändrade sociokulturella faktorer, förbättrad utformning och användning av infrastruktur, samt användning av slutanvändarteknik till 2050.



¹ Hur valmöjligheter presenteras för konsumenterna, och vilken påverkan denna presentation har på konsumenternas beslutsfattande.
² Lastbalansering avser flexibilitet på efterfrågesidan som sträcker sig över alla sektorer och som kan uppnås genom motivationsdesign såsom prissättning/övervakning av användningstid genom artificiell intelligens, diversifiering av lagring etc.
³ Den effekt som åtgärder på efterfrågesidan kan ge på elsektorns utsläpp beror på elförsörjningens basnivå för kolintensitet, vilket är scenariberoende.

Källa: WG3-rapportens sammanfattning för beslutsfattare. SMHI:s översättning

Det här kapitlet är nytt för IPCC jämfört med tidigare utvärderingsrapporter. Att analysera potentialer, hinder, möjliggörare för ett antal utvalda förändringar på efterfrågesidan ("demand-side mitigation") och summera hur sådana förändringar kan bidra till en global omställning är en ny ansats. Summeringen omfattar en stor del av den koldioxidintensiva efterfrågan hos enskilda hushåll och individer och kan på så sätt även hantera och diskutera risken för eventuella "rekyleffekter" som annars riskerar att uppstå om ansatsen är snävare.

I kapitlet summeras även kunskap från samhällsvetenskaplig forskning om beteendeförändringar, hur sociala och kulturella normer och värderingar påverkar och interagerar med infrastruktur och andra strukturer samt hur beteenden och värderingar kan förändras över tid. För att behålla och förstärka välfärden är det inte tillgång till energi och material i sig som behövs utan den tjänst eller den service som energi- och materialanvändningen syftar till att leverera.

Summeringen av en global indikativ potential av åtgärder i efterfrågeledet, på hushålls- och individnivå, visar att den kan vara betydande, men kräver en stödjande struktur från samhället¹⁰⁵, övergång till ny teknik och livsstilsförändringar.

Det är även intressant att lyfta fram att förändringarna på efterfrågesidan ofta innebär skiften av mer enhetlig ”modulär” teknik¹⁰⁶, skiften som kan gå snabbare att genomföra och teknik som kan sjunka i pris snabbare än större teknikskiften på tillförselsidan.

Utvecklingen i Sverige under 00-talet då oljepannor i småhus relativt snabbt byttes ut mot bland annat värmepumpar, fjärrvärmeanslutningar och pellets pannor kan tjäna som ett exempel på en sådan relativt snabb och delvis ”modulär” utveckling.

I WG3-rapporten konstateras vidare att rikare individer kan sänka sina i utgångsläget höga koldioxidavtryck snabbare och mer med en bibehållen hög välfärd jämfört med individer med låg inkomst med lägre koldioxidavtryck redan från start. Individer med hög socioekonomisk status kan även ha större möjligheter att fungera som föredöme för en omställning till en klimatsmart livsstil, investera i smart teknik och påverka politiken. För att genomföra förändringar behövs både motivation och förmåga.

Viljan att förändra sina beteenden i mer energieffektiv riktning är samtidigt generellt sett låg globalt idag. Individer som vill sänka sitt koldioxidavtryck behöver ett strukturellt och kulturellt stöd från omgivningen. Drivkrafterna bakom att individer vill förändra sig behöver omfatta fler faktorer utöver dem som vanligtvis inkluderas i nationalekonomiska modeller för styrmedelsanalys.

4.2.1 Motsvarande perspektiv finns också i EU och i det svenska klimatramverket

Etappmålen i det svenska klimatramverket bedöms delvis behöva nås genom en mer ”modulär förändring” genom förbättrad teknik och förändringar på efterfrågesidan i framför allt transportsektorn, genom övergång till eldrivna fordon, genom delning samt skiften till andra tillgänglighetslösningar¹⁰⁷. Hushållen kan också påverka möjligheterna till omställning av el- och värmesektorn genom ökad energieffektivisering, användning av smartare produkter som är ”efterfrågefleksibla”, solpaneler och så vidare. Hushållens livsmedelsval har också betydelse för jordbrukssektorns omställning och hushållens insatser för ökad återvinning och återanvändning, cirkulär ekonomi och så vidare kan bidra till att sänka utsläppen inom industrin och från avfallsförbränning.

Ett ökat intresse för konsumtionsutsläppens utveckling understryker systemperspektivet. Samtidigt är systemperspektivet inte väsensskilt från hur styrningen och styrmedlen är utformade idag och de åtgärder som förutsätts genomföras i förhållande till de territoriella etappmålen i det befintliga svenska klimatramverket.

Dagens styrmedel syftar redan i sin nuvarande utformning delvis till att skapa ekonomiska incitament och förutsättningar för att åtgärder ska kunna genomföras även på efterfrågesidan. Analysen av hur hushåll och småföretag osv. faktiskt agerar och fattar sina beslut behöver samtidigt även fördjupas.

¹⁰⁵ Till exempel i form av infrastrukturanpassning.

¹⁰⁶ Till exempel värmepumpar, elcyklar, elbilar och solpaneler.

¹⁰⁷ Se exempelvis Naturvårdsverket NV-07655-21 Uppdaterade målsценарier som visar hur målen i det svenska klimatpolitiska ramverket skulle kunna nås.

4.3 Slutsatser om hur omställningen skulle kunna gå till – sektor för sektor

4.3.1 Det globala energisystemet behöver ställas om på ett mycket omfattande sätt

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens sjätte kapitel (Energy systems).

UTVECKLING

2019 stod energitillförselsektorn för cirka 34 procent av växthusgasutsläppen i världen. Med undantag för utvecklingen under pandemin fortsätter utsläppen att växa men i en avtagande takt. Minskningar i energi- och koldioxidintensitet har vägts upp av en tilltagande energianvändning.

De stora kostnadsminskningarna för förnybar energi betonas även i detta kapitel, och det nämns att förnybar elproduktion nu ofta kan vara billigare än el från fossila källor i många regioner. Särskilt lyfts kostnadsminskningarna inom sol- och vindenergi samt batteriteknik, samtidigt som behovet av en större systemintegration för att balansera en allt större andel väderberoende produktionstekniker även diskuteras.

CENTRALA ÅTGÄRDER

Av det som generellt sett karakteriserar de av IPCC sammanställda energiscenarierna av ett energisystem globalt där temperaturökningen begränsas till 1,5 grader C eller långt under 2 grader C kan särskilt nämnas:

- Energisystemet orsakar inte några nettoutsläpp av koldioxid av fossilt ursprung eller hamnar till och med på nettonegativa nivåer om bidraget till ett ökat upptag av koldioxid från atmosfären överstiger de återstående koldioxidutsläppen.
- Betydande elektrifiering av användarsektorer som transporter, uppvärmning och spisar. I 1,5-gradersscenariet står elektricitet år 2050 för 48–58 procent av det globala energibehovet, att jämföra med dagens andel på cirka 20 procent.¹⁰⁸
- Systemet är mer integrerat över energisektorer (el, värme/kyla, transport ...) och regioner. Efterfrågefleksibilitet och olika energilager lyfts som viktiga komponenter för en samlad mer kostnadseffektiv lösning.
- En effektivare energianvändning än idag.
- Skifte av energibärare. Särskilt lyfts användning av vätgas, bioenergi och fossilfri ammoniak i sektorer som bedöms vara svåra att elektrifiera. Flyget pekas bland annat ut som ett viktigt område för sådana energibärare.
- Koldioxidinfångning och -lagring för att kompensera för eventuella återstående utsläpp.

¹⁰⁸ Värdet av att använda mindre högvärdiga energiformer för t.ex. uppvärmning lyfts också fram, framför allt för att det möjliggör flexibilitet, men de har även fördelar i form av resurseffektivitet.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

Precis som inom andra områden i WG3-rapporten så lyfts potentialen av att samtidigt minska klimatutsläpp från sektorn och nå andra samhällsmål, bland annat kopplat till energisäkerhet och minskade luftföroreningar.

WG3-rapporten pekar på att förutsättningarna för att övergå till ett helt förnybart energisystem ser olika ut i olika delar av världen och att det även finns viktiga kunskapsluckor och utmaningar gällande möjligheterna att uppnå ett sådant system.

Förekomsten av strandade tillgångar betonas¹⁰⁹. Mängden fossila fyndigheter som i ett tvågradersscenario måste lämnas kvar skattas till 30 procent för olja, 50 procent för gas och 80 procent för kol, och betydligt mer i ett 1,5-gradersscenario. Både tekniska åtgärder, såsom CCS, och institutionella åtgärder, såsom hållbarhetsrapportering, lyfts som möjligheter för att hantera utmaningarna med strandade tillgångar.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

Den utveckling som beskrivs i WG3-rapporten liknar i hög utsträckning motsvarande *framtidsberättelser* kopplade till EU:s gröna giv, scenarierna för hur EU ska nå nettonollutsläpp senast 2050 och minst 55 procents utsläppsminskning till 2030.

Även i svenska målscenarier¹¹⁰ och uppdaterade referensscenarioanalyser¹¹¹ av hur klimatmålen i det svenska klimatramverket ska kunna nås liknande bilder upp. Elsystemet är även här en nyckelsektor i omställningen till nettonoll och nettonegativa utsläpp och behöver öka på ett betydande vis för att möjliggöra en utfasning av fossil energi i andra sektorer. Tillförseln av utsläppsfri el, främst i form av vindkraft, förutsätts växa betydligt i målscenarierna, samtidigt som elnätets kapacitet förstärks och potentialerna för ökad energieffektivitet-, lagring och efterfrågeflexibilitet tas tillvara.

¹⁰⁹ Strandade tillgångar (eng.: "stranded assets") handlar i sammanhanget om fossila fyndigheter som idag bokförs som tillgångar men som i ett scenario där klimatmålen nås inte kan utvinnas och därmed tappar sitt värde. De strandade fossiltillgångarna uppskattas kunna omfatta mycket stora belopp (kan handla om *biljoner* USD), och ytterligare studier efter WG3 inskräper budskapet. Se Trout et al. (2022) Existing fossil fuel extraction would warm the world beyond 1.5 °C. *Environmental Research Letters*. "Going beyond recent warnings by the International Energy Agency, our results suggest that staying below 1.5 °C may require governments and companies not only to cease licensing and development of new fields and mines, but also to prematurely decommission a significant portion of those already developed."

¹¹⁰ Naturvårdsverket PM 2021-10-21, Ärendenr: NV-07655-21 Uppdaterade målscenarier som visar hur målen i det svenska klimatpolitiska ramverket skulle kunna nås.

¹¹¹ Naturvårdsverkets underlag till klimatredovisning enligt klimatlagen. Skrivelse 2022-03-20 NV-08742-21.

4.3.2 Inom industrin behövs bland annat ett samordnat agerande genom värdekedjor och nya primärprocesser för att producera basmaterial

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens elfte kapitel (*Industry*) som har sin tyngdpunkt i strategier för hur den energi- och utsläppsintensiva basmaterialindustrin ska kunna nå nettonollutsläpp.

UTVECKLING

Industrin är den sektor globalt där utsläppen ökat mest sedan 2000 och stod sammanlagt, om även indirekta utsläpp i energitillförselsektorn räknas med, för cirka 34 procent av världens växthusgasutsläpp 2019.

Utvecklingen har drivits fram av ökad materialutvinning och produktion, framför allt i Asien, vilket övergripande lett till att den globala materialintensiteten i förhållande till BNP är stigande. Växthusgasintensiteten i produktionen av olika basmaterial har samtidigt i det närmaste stagnerat under de senaste 30 åren. Utsläppen från direkt bränsleanvändning i industrin minskar dock.

Sedan IPCC:s femte utvärderingsrapport, AR5, har teknikutvecklingen på området tagit fart och nu har åtgärdsalternativ kommit fram som skulle kunna göra teknikskiften möjliga och sänka utsläppen till nettonoll till mitten av århundradet.

CENTRALA ÅTGÄRDER

Åtgärder för ökad energieffektivitet är fortsatt av stor betydelse i sektorn. Åtgärder som reducerar behovet av material, ökar materialeffektiviteten och åtgärder inom cirkulär ekonomi kan minska efterfrågan på primär produktion av material. Alternativ för utsläppsfri primärproduktion eller primärproduktion med låga utsläpp av växthusgaser inkluderar (i) skiften till processer som använder energibärare med lågt eller nollutsläpp av växthusgaser, exempelvis el, vätgas, biobränslen, (ii) skiften till energibärare med kol som kombinerats med CCU (Carbon Capture and Utilization) och (iii) CCS (Carbon capture and Storage) för att fånga in återstående utsläpp av koldioxid. Alternativerna ställer krav på en omfattande uppskalning av eltillförsel, vätgasproduktion, återvinning, infrastruktur för koldioxidtransport och annan infrastruktur samt nya eller ombyggda produktionsanläggningar.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

Det är utmanande men det går att nå nettonollutsläpp till 2050, till kostnader i spannet 50–150 dollar per ton, även om det finns industribranscher där kostnaderna bedöms både under och över det angivna spannet. Det finns teknik för att ställa om, men det kommer att kräva 5–15 år av intensiv innovation och kommersialisering. Slutsatsen gäller enligt WG3-rapporten både järn- och stålindustri, plastproduktion, ammoniakproduktion och cement.

Ökningen av produktionskostnaden kan vara betydande men kostnadsökningarna för konsument bedöms bli små, oftast mindre än några få procents prisökning. Effekten på ekonomin i sin helhet faller också ut som låg.

Det finns stor potential i förbättrad resurseffektivitet. Efterfrågan på primärstål kan minska med 40 procent med hjälp av mindre användning, ökad återvinning och återanvändning samt produkter med längre livslängd. Cement och betong

överanvänds för närvarande till följd av låga priser som inte tar hänsyn till koldioxidutsläpp.

Elektrifiering etc. kan komma att leda till omlokalisering av flera basindustrier till områden med resurser i form av sol och vind och annan fossilfri elproduktion. Omställningen kräver samarbete nationellt och internationellt samt en mix av styrmedel. Vad gäller flera tekniker har fokus hittills legat på teknikutveckling men utvecklingen behöver framöver fokusera mer på styrmedel som skapar efterfrågan och marknadsintroduktion.

Den energi- och utsläppsintensiva industrin har hittills skyddats från några av effekterna av prissättande klimatpolitiska styrmedel, exempelvis i utsläppshandelssystem, på grund av hänsyn till företagens konkurrenskraft och risker för koldioxidläckage. Nya industripolitiska angreppssätt är under utveckling. Omställningen förutsätter en klar inriktning mot nettonoll, teknikutveckling, utvecklade marknadsefterfrågan, kapacitet inom det offentliga, lärande och social integrering, tydliga utfasningsplaner, internationell koordinering och handelspolitik. Helhetliga och sekventiella strategier med agerande i närtid samtidigt som planen förbereder för kommande utfasningssteg. Styrning och koordinering från det allmänna behöver ske på flera olika nivåer i samhället samtidigt, och utvecklingen behöver integreras med planering inom andra politikområden. Det sistnämnda gäller allra främst planeringen av elsystemets fortsatta utveckling.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

I den gröna given ingår omfattande satsningar inom industrin, bland annat i form av en särskild vätgasstrategi, men också i de förslag till skärpningar av EU:s utsläppshandelssystem som har lagts fram.

Den utveckling som beskrivs i WG3-rapporten stämmer väl överens med utvecklingen i Sverige där tekniken för att ställa om i de flesta fall finns, men det kommer att krävas stora insatser för att kommersialisera den. Naturvårdsverket, Energimyndigheten med flera myndigheter har länge framhållit betydelsen av en kombination av styrmedel på området och har också visat att det framöver blir allt viktigare att rikta styrmedel mot marknadsintroduktion, kommersialisering och spridning snarare än utveckling av teknik.¹¹² Behovet av koordinering med utvecklingen inom andra politikområden är särskilt tydligt på energiområdet. I inledningen av 2022 lade den dåvarande regeringen fram en elektrifieringsstrategi¹¹³ för Sverige som i mycket hög utsträckning söker adressera de ökade behov av utsläppsfri elproduktion som omställningen av basmaterialindustrin i Sverige bedöms kräva.

I WG3-rapportens kapitel 11¹¹⁴ beskrivs det svenska Hybritprojektet som en pilot som påverkat stålindustrin i världen genom att visa hur denna industri skulle kunna gå över till vätgas som reduktionsmedel i stället för att fortsätta använda kol, koks eller naturgas i processen. Projektet lyfts även fram som ett exempel på en klustersamverkan mellan olika branscher och över värdekedjor. Projektet är

¹¹² Nu senast i Naturvårdsverket, Statens Energimyndighet (2022) Industrins klimatomställning – Underlagsrapport till regeringsuppdraget om Näringslivets klimatomställning, Rapport 7045, april 2022.

¹¹³ Regeringskansliet (2022) Nationell strategi för elektrifiering – en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elför-
sörjning för en historisk klimatomställning.

¹¹⁴ WG3 Box 11.1, kap. 11.6.2, 11.6.3.2

också ett exempel på hur det allmänna både på EU-nivå och nationell nivå ger stöd till större demonstrationsanläggningar för att medverka till teknikutveckling.

4.3.3 Stadsmiljön erbjuder möjligheter till ökad resurs- effektivitet och sänkta utsläpp av växthusgaser

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens åttonde kapitel (*Urban systems and other settlements*).

UTVECKLING

De tätbebyggda områdena står för en stor (drygt två tredjedelar) och växande andel av de konsumtionsbaserade utsläppen i världen. Samtidigt konstateras i rapporten att variationerna i per capita-utsläpp i urbana områden är betydande. Rapporten lyfter fram att stadsliv ofta (men inte alltid) är förknippat med höga inkomster och en resursintensiv livsstil samtidigt som det generellt sett används mindre energi för samma konsumtionsnivå för den som bor i en urban miljö jämfört med den som bor i glesbygd. Per capita-utsläppen i urbana områden är därför generellt sett lägre än de nationella per capita-utsläppen. Skillnaden är emellertid avtagande.

Den förväntade ökningen av ytan av urbana områden i världen skattas till 50–100 procent mellan 2015 och 2050, men även möjliga ökningarna på upp till 200 procent nämns. Utöver att utbyggnaden i sig innebär koldioxidutsläpp och skapar förutsättningar för en mer eller mindre klimatpåverkande livsstil, innebär utbyggnaden minskade möjligheter till koldioxidupptag på icke-urban mark. Samtidigt identifieras en trend med allt glesare städer, vilket generellt brukar innebära högre utsläpp eftersom avstånden innebär att människor och gods behöver transporteras längre sträckor, vilket ökar efterfrågan på biltrafik. En annan följd är att kostnaderna för uppvärmning av hus stiger.

Det finns ingen entydig definition av urbana områden. Det finns även många sätt att beräkna växthusgasutsläppen förknippade med urbana områden. Det senare är i sig ett viktigt område för kunskapsutveckling, vilket beskrivs i rapporten. Utöver territoriella och konsumtionsbaserade utsläpp (baserade på individ- eller hushållsnivå) lyfts särskilt så kallade *community wide infrastructure supply chain footprinting* upp som ett mått.¹¹⁵

CENTRALA ÅTGÄRDER

Eftersom variationerna i per capita-utsläpp i urbana områden är betydande är det mycket viktigt att stadsutveckling sker på ett sätt som är förenligt med klimatomställningen. Tre åtgärdsområden pekas särskilt ut:

- Minskad eller ändrad energi- och materialkonsumtion. Här betonas täthet, funktionsblandade städer samt en *transit oriented development* som stödjer utvecklingen av en attraktiv kollektivtrafik och gång- och cykeltrafik (så kallade aktiva transporter). Dessa åtgärder bedöms kunna minska den urbana energianvändningen med cirka en fjärdedel till 2050, jämfört med en referensutveck-

¹¹⁵ Detta mått "sammanfogar nödvändig infrastrukturanvändning och olika former av efterfrågan i städer med dess produktion genom att kombinera territoriella utsläpp med de gränsöverskridande utsläppen i leverantörskedjorna för el, bränslen, livsmedel, vatten, byggnadsmaterial och avfallshantering i städer (WG3 kap. 8 med hänvisning till Ramaswami et al. 2008; Kennedy et al. 2009; Chavez and Ramaswami 2013)" (vår översättning).

ling där motsvarande åtgärder inte vidtas. Särskilt lyfts den urbana strukturens påverkan på beteendeval fram i rapporten.

- Elektrifiering.
- Förbättrat upptag och lagring av koldioxid i urbana miljöer genom ökad grönsstruktur.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

Behovet av att kombinera utsläppsminskning med klimatanpassning lyfts särskilt i den urbana miljön. Men även en mängd andra synergier som till exempel bättre hälsa genom aktivt resande, mer mark för grönområden och bättre luftkvalitet.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

De tre åtgärdsområden som lyfts fram i WG3-rapporten är i hög grad även relevanta i ett EU- och svenskt sammanhang. Motsvarande systemperspektiv är på olika sätt framlyft och uppmärksammat som en del av arbetet med den gröna given på EU-nivå (EU Mission Climate Neutral and Smart Cities inom Horizon Europe) och i arbetet med underlag till nästa klimatpolitiska handlingsplan i Sverige (regeringsuppdrag till Länsstyrelsen i Uppsala¹¹⁶).

Att ett förstärkt koldioxidupptag betonas även i form av åtgärder i stadsmiljön är särskilt värt att notera, liksom behovet av att kombinera åtgärder som kan bidra till utsläppsminskningar och förstärkta koldioxidupptag med åtgärder för ökad klimatanpassning genom olika typer av så kallade naturbaserade lösningar, exempelvis genom att göra plats för mer träd och grönska i staden. Bebyggelsens utveckling i Sverige ser för närvarande olika ut i olika delar av landet, med till exempel tendenser såväl mot förtätning som mot utglesning¹¹⁷.

4.3.4 Utsläppen av växthusgaser från bostäder kan nå nettonollutsläpp med många synergier

Avsnitten om byggnader i WG3-rapporten, huvudsakligen i kapitel 9, inkluderar direkta utsläpp som sker i anslutning till byggnader, indirekta utsläpp som är förknippade med energianvändningen i byggnader samt ”inbyggda” växthusgasutsläpp (främst stål och cement) relaterade till tidigare delar av en byggnads livscykel än användarskedet.

UTVECKLING

De direkta och indirekta utsläppen från byggnader har ökat med 50–55 procent mellan 1990 och 2019. Ökningen har drivits av växande bebyggd area per capita, befolkningsökning och ökad användning av utsläppsintensiv energi. Energieffektivisering har verkat i motsatt riktning. Det finns stora regionala skillnader i dessa trender.

¹¹⁶ Länsstyrelsen i Uppsala län (2022) Lokal och regional klimatomställning - Underlag inför klimatpolitisk handlingsplan 2023.

¹¹⁷ Boverket (2022) God bebyggd miljö - Fördjupad utvärdering av miljö kvalitetsmålet, Diariern 3435/2021 (Under utgivning)

CENTRALA ÅTGÄRDER

I rapporten görs en åtskillnad mellan åtgärder för ”sufficiency” (tillräcklighet), effektiviseringsåtgärder och åtgärder rörande förnybar energi. Sufficiency-åtgärder inbegriper dels effektivt använda byggnader som medför att utsläpp, material- och energianvändning kan undvikas och dels beteenderelaterade åtgärder och andra icke-tekniska långsiktiga åtgärder som gör det enklare för den boende att agera på ett sätt som innebär absoluta utsläppsminskningar och begränsar byggnadens sammanlagda påverkan på utsläppen över hela dess livscykel, medan effektiviseringsåtgärder handlar om gradvisa minskningar av utsläppen genom tekniska åtgärder.

Sufficiency-åtgärder samt utbyte av installationer, hushållsapparater och belysning bedöms kunna ske utan extra kostnad.

Ytterligare en slutsats som dras i kapitlet är att det skulle kunna vara möjligt att bygga nollenergi- och nollutsläppsbyggnader i alla delar av världen. 2050 förväntas byggandet av ”high performance buildings” vara dominerande.

Utsläppsminskande åtgärder i designskedet inkluderar val av byggnadstyp, form och (multi-)funktionalitet. För byggskedet handlar det i stället om val av byggmaterial, utformning av byggnadsskalet och integrering av förnybar energi-produktion. För användarskedet utgörs centrala utsläppsminskande åtgärder av energieffektiva apparater och effektiv användning av dessa.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

2020-talet bedöms som kritiskt för att utveckla teoretiskt och praktisk kunnande för att sänka kostnader och öka möjligheten att bygga och renovera lågenergibyggnader. Det finns en risk för inlåsning om de åtgärder som görs nu inte är tillräckligt djupgående.

Liksom för de andra åtgärdsområdena så lyfts de starka synergierna till andra samhällsmål, i synnerhet hälsoeffekter. Vad gäller samspelet med klimatanpassning så lyfts såväl synergier som målkonflikter. Det är osäkert i vilken mån det ökade kylbehovet kompenseras av det minskade uppvärmningsbehovet till följd av klimatförändringar. Klimatförändringar kan även förkorta byggnaders livslängd.

Eftersom det fortfarande finns ett flertal barriärer som hindrar investeringar i åtgärder som främjar utvecklingen mot nollenergi- och nollutsläppsbyggnader i byggnadsbeståndet genom (i) investeringar i energieffektiv teknik, (ii) förnybar energi och i (iii) åtgärder som kan främja livsstilsförändringar så behövs flera samtidiga styrmedel, från (i) krav på byggnaders energiprestanda, (ii) krav på produkters energi- och hållbarhetsprestanda, (iii) information, inklusive konkret teknisk vägledning och (iv) marknadsbaserade styrmedel som prissätter utsläpp. Även (v) villkoren för finansiering av åtgärder i byggnader är av central betydelse, eftersom investeringar som främjar byggnaders energiprestanda och en ökad användning av förnybar energi ofta kännetecknas av höga investeringskostnader. Styrmedlen i den här typen av paket behöver utformas så att de förstärker varandra för att vara effektiva.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

I EU:s styrning på energi- och klimatområdet har ett relativt omfattande styrmedelspaket inriktat mot att uppnå en högre energieffektivitet och en högre använd-

ning av förnybar energi i byggnader och olika apparater införts och successivt skärpts under 2000- och 2010-talet.

Särskilda mål för utvecklingen finns formulerade i Förnybartdirektivet och Energieffektiviseringsdirektivet medan genomförandet regleras mer i detalj genom främst Direktivet om byggnaders energiprestanda och Ekodesigndirektivet.

I EU:s gröna giv, och nu senast i det så kallade RePowerEU-förslaget (se fakturen på sid. 28), föreslår EU-kommissionen att dessa rättsakter ska skärpas bland annat med syftet att nya hus som byggs i EU från och med 2030 ska nå nettonollutsläpp samt att renoverings- och energieffektiviseringstakten höjs i det befintliga byggnadsbeståndet i alla medlemsländer under detta årtionde.

De svenska förutsättningarna skiljer sig delvis från dem som beskrivs i WG3-rapporten genom att energianvändningen i byggnader till stor del redan sker genom användning av förnybar energi. I och med detta blir energibesparingsåtgärder snarare relevanta ur ett vidare klimat- och energisystemperspektiv än direkt i sektorn. Svenska byggnader är relativt energieffektiva ur ett globalt perspektiv men det finns fortsatt stort utrymme för förbättring i såväl design som bygg- och användarskedet. Vad gäller att begränsa de inbyggda koldioxidutsläppen, så är det svenska arbetet i en inledande fas, exempelvis genom klimatdeklarationerna som infördes 2022.

Energikrav i byggregler bedöms som det mest centrala styrmedlet, men behovet av styrmedelspaket betonas i rapporten. Detta är relevant också i ett svenskt sammanhang men behöver kompletteras av styrning av byggskedet för att minska utsläppen från arbetsmaskiner och tillverkning av byggnadsmaterial. I design- och användarskedena kan utformning och användning av byggnader som ger ett effektivt utnyttjande av ytorna behöva främjas.

4.3.5 Åtgärder på efterfrågesidan tillsammans med teknikskiften kan minska utsläppen i transportsektorn i utvecklade länder och dämpa ökningen i länder under utveckling

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens tionde kapitel (*Transport*).

UTVECKLING

Transportsektorn står för drygt 20 procent (23 procent) av de energirelaterade koldioxidutsläppen i världen. 70 procent av utsläppen härrör från drift av landtransporter, 11 respektive 12 procent från sjöfart och flyg. De sistnämnda trafikslagen är de som fortsätter växa snabbast. Utsläppen från landtransporter ökar snabbast i växande ekonomier. Ökningstakten totalt har legat på drygt 2 procent per år under det senaste decenniet, undantaget pandemiåret 2020. I globala lågutsläppsscenarioer som möter 2 respektive 1,5-gradersnivåer minskar inte utsläppen från transportsektorn globalt ner till nollnivåer, utan behöver delvis kompenseras med åtgärder för ökade upptag.

CENTRALA ÅTGÄRDER

Sedan AR5-rapporten har insikten att det krävs efterfrågelösningar i kombination med teknikförändringar stärkts. Stadsplanering, cirkulär ekonomi, ”behavioural programs” och digitalisering är viktiga delar av omställningen som kan minska den övergripande efterfrågan på fysiska transporter, utan att minska tillgängligheten, och öka användningen av effektivare transporter för de transporter som utförs. I rapporten konstateras att många strategier som sänker utsläppen i transportsektorn dessutom medför parallella nyttor av olika slag. Det handlar exempelvis om förbättrad luftkvalitet, hälsofördelar, ökad tillgänglighet för alla samhällsgrupper, minskad trängsel och reducerad materialanvändning.

Elbilar som använder el producerad med låga växthusgasutsläpp konstateras ha en stor potential att sänka utsläppen från landtransporter. Kostnaderna för elfordon, två-, tre- eller fyrhjulsdrivna, bilar eller bussar sjunker och användningen accelererar. Tekniken behöver kontinuerliga investeringar i stödjande infrastruktur. Framgång i batteriutveckling kan göra tekniken tillämplig även för tunga fordon. Kritiska material för bland annat batteritillverkning behöver hanteras genom återvinning och krav på hållbar materialutvinning och diversifiering.

Hållbart producerade biodrivmedel och elektrobränslen kan utgöra alternativ i viss omfattning, särskilt på kort och medellång sikt i landtransporter liksom vätgas och andra vätgasderivat i vissa tillämpningar.

För sjöfart och flyg behövs mer forskning, avancerade biobränslen, ammoniak och syntetiska bränslen. Även eldrift kan utgöra ett alternativ i vissa tillämpningar.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

I scenarier där styrmedlen inte skärps från dagens nivå ökar transportsektorns globala utsläpp med 16–50 procent till 2050.

Urbana transporter svarar idag för 8 procent av de globala utsläppen (3 miljarder ton/år).

Stadsplanering (urban form changes) kan minska utsläppen med 25 procent fram till 2050 jämfört med ett business as usual-scenari¹¹⁸. Den största potentialen finns i växande städer, i utvecklingsländer eftersom nivån på investeringar i ny stadsbebyggelse är lägre i utvecklade länder, men även i städer som i princip redan är byggda finns potential att minska behovet av energiintensiv vägtrafik, exempelvis genom att återskapa lokala knutpunkter för kollektivtrafik, bygga spårtrafik och att främja delad mobilitet.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

WG3-rapportens beskrivningar av förutsättningarna för olika åtgärdsalternativ i transportsektorn stämmer relativt väl med motsvarande scenarier och beskrivningar framtagna av EU-kommissionen. Liknande beskrivningar återfinns även i målscenarier för Sverige som tagits fram av Naturvårdsverket och Miljömålsberedningen¹¹⁹.

¹¹⁸ Creutzig et al. (2015) Global typology of urban energy use and potentials for an urbanization mitigation wedge. *Proceedings of the national academy of sciences*. Artikeln refereras på flera ställen i WG3-rapporten.

¹¹⁹ Naturvårdsverket 2021 Uppdaterade målscenarier som visar hur målen i det svenska klimatpolitiska ramverket skulle kunna nås.

I ett växande antal europeiska städer har arbetet med att minska biltrafiken i allt större delar av städernas centrumområden vuxit i omfattning under senare år¹²⁰. Det finns även exempel på liknande arbete utanför stadskärnorna¹²¹ och på landsbygd¹²². EU-kommissionens senaste större styrdokument på området lyfter samtidigt inte fram potentialerna av detta på det sätt som görs i WG3-rapporten.¹²³

Även i Sverige finns potentialer att minska utsläppen av växthusgaser i transportsektorn, på ett mer material- och energieffektivt sätt genom att minska behovet av biltrafik i framför allt stadsmiljö.

Både EU och Sverige prioriterar idag i klimatomställningen av transporter en utveckling mot elektrifiering av vägtransportsektorn medan flytande och gasformiga drivmedel prioriteras i trafikslag som bedöms som svårare att elektrifiera.¹²⁴ I Sverige prioriteras även biodrivmedel i vägfordon på ett omfattande sätt¹²⁵, vilket skiljer sig från slutsatserna i WG3-rapporten. OECD påpekar i sin nyliga granskning av Finland¹²⁶, med liknande fokus på elektrifiering och biodrivmedel i transportsektorns omställning som Sverige, att mer fokus behöver läggas på att minska efterfrågan på biltrafik för att minska transportsektorns energiförbrukning.

4.3.6 Åtgärder inom jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning i världen kan leda till stora utsläppsminskningar och ökade nettoupptag (kolsänkor)

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens sjunde kapitel, *Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU*.

UTVECKLING

När av människan skapade (antropogena) utsläpp och upptag av växthusgaser summeras bedöms den så kallade AFOLU-sektorn ha stått för i genomsnitt mellan 13 och 21 procent av de globala utsläppen av växthusgaser under perioden 2010–2019.

¹²⁰ Kuss & Nicholas (2022) www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X22000281?via%3Dihub#s0010 A dozen effective interventions to reduce car use in European cities: Lessons learned from a meta-analysis and transition management. Case Studies on Transport Policy www.naturvardsverket.se/annesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-transporterna/omvandling-av-ohallbara-trafikleder-och-stadsdelar/exempel-pa-omvandling-av-gator-och-trafikleder/ Exempel och effekter av att minska ytor för biltrafik (naturvardsverket.se)

Cairns et al. (2010) assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/4425/chap18.pdf The Effects of Smarter Choice Programmes in the Sustainable Travel Towns: Research Report – Chapter 18 (publishing.service.gov.uk) m fl.

¹²¹ <https://www.eltis.org/in-brief/news/paris-announces-controversial-plan-transform-ring-road-green-belt> <https://gov.wales/welsh-government-response-to-the-recommendations-made-in-the-south-east-wales-transport-commission-report.html>

¹²² gov.wales/sites/default/files/consultations/2022-07/national-transport-delivery-plan-2022-to-2027.pdf national-transport-delivery-plan-2022-to-2027.pdf (gov.wales)

¹²³ Strategi för en smart och hållbar mobilitet COM2020(789)final av den 9 december 2020.

¹²⁴ Strategi för en smart och hållbar mobilitet COM2020(789)final av den 9 december 2020. En samlad politik för klimatet-klimatpolitisk handlingsplan prop. 2019/20:65.

¹²⁵ Se exempelvis regeringens klimatredovisning från hösten 2021, prop.2021/22:01.

¹²⁶ OECD (2021) Environmental Performance Reviews: Finland 2021.

Samtidigt utgjorde brukade och naturliga markområden i framför allt boreala områden tillsammans stora sänkor för koldioxid under perioden¹²⁷. Dessa sänkor bedöms sammanlagt ha fångat in omkring en tredjedel av de antropogena utsläppen av koldioxid.

Osäkerheterna är samtidigt mycket stora om hur stora de totala upptagen och utsläppen av koldioxid och andra växthusgaser från skogsmark, jordbruksmark och annan markanvändning är och hur de utvecklas över tid. Även storleken på utsläppen från djurhållning är osäkra. Osäkerheten är betydligt större jämfört med motsvarande statistik från andra samhällssektorer och har dessutom en mycket hög årlig variabilitet. Det är därutöver mycket svårt att exakt skilja på antropogena och naturliga effekter, vilket komplicerar analysen ytterligare.

När det gäller övriga växthusgaser vid sidan av koldioxid bedöms det ha skett en tioprocentig ökning av de globala metanutsläppen mellan 1990 och 2019 i AFOLU-sektorn, där Afrika och södra Asien står för den största delen, medan utsläppen i Eurasien har minskat. Jordbrukssektorn står för 89 procent av metanutsläppen inom AFOLU, och idisslarnas fodermältning och risodlingar är de främsta källorna till metanutsläpp från sektorn. Resterande metanutsläpp är från skogsmark, främst från biobränslen och torvbränder. Jordbruksmark står för merparten av utsläppen av lustgas från sektorn (95 procent) och gödsling (mineral- och naturgödsel) är den främsta källan. Utsläppen av lustgas har ökat med 25 procent mellan 1990 och 2019.

Betesmarksarealerna har minskat på global nivå, medan åkermark har ökat, på grund av ett mer intensivt jordbruk för både växtodling och djurhållning. Vad gäller djurhållningen så har den globalt sett inneburit en ökad foderproduktion och mindre naturbete. Animalieproduktion är den största utsläppskällan från jordbruket. Intensivare jordbruksproduktion har lett till lägre utsläpp per produktenhet, det vill säga per kilogram livsmedel¹²⁸ samtidigt som ett ökat behov av foder har lett till ytterligare utsläpp från jordbruksmark, jämfört med naturbete.

CENTRALA ÅTGÄRDER

I rapporten konstateras övergripande att potentialerna att åstadkomma minskade utsläpp av växthusgaser och ökade nettoupptag/kolsänkor är stora i AFOLU-sektorn, förutsatt att åtgärderna genomförs på ett hållbart sätt. Hållbart framställd biomassa från jordbruks- och skogssektorn kan därutöver även användas för att substituera användning av fossila råvaror i andra sektorer.

Sektorn karaktäriseras även av att det finns många barriärer och målkonflikter som måste överkommas för att potentialerna ska kunna realiseras. Potentialerna är dessutom mer landspecifika jämfört med motsvarande bedömning för exempelvis energisektorn. En del av dem kan dessutom bidra med fler samtidiga nyttor exempelvis i form av ökad resiliens mot extrema väderhändelser och bevarande av biologisk mångfald, ekosystemtjänster och försörjningssystem för både livsmedel, fiber och förnybar energi.

¹²⁷ Tillväxten för skog i tropiska områden är betydligt högre än i boreala områden men här är även avskogningen betydligt mer omfattande.

¹²⁸ Till exempel per kilogram kött och ost.

Minskad avskogning främst i tropiska regioner, är den viktigaste åtgärden på global nivå för att minska utsläppen från AFOLU-sektorn. Avskogningstakten har minskat de senaste 15–20 åren, men inte tillräckligt snabbt och i vissa fall (Amazonas) har avskogningen ökat igen de senaste åren. En fortsatt hög avskogning för även med sig negativa sekundära effekter i form av minskad naturlig återväxt. I de flesta länder med hög avskogning är dåligt definierade äganderätter av mark ett bidragande problem.

Skogsskötselåtgärder på brukad mark, exempelvis i form av hyggesfritt skogsbruk och lövinblandning, lyfts som relevanta i WG3-rapporten men kräver kunskap och specialiserad arbetskraft för att kunna genomföras på rätt marker och leda till ökade kolupptag, utöver ekonomiska incitament. Dessa åtgärder kan även skapa synergier mellan biologisk mångfald, virkesproduktion och klimatomställning, men felaktigt utförda kan de leda till negativa effekter i form av minskad tillväxt och sämre klimatanpassning.

Åtgärder som påverkar efterfrågan på livsmedel (mer hälsosamma dieter¹²⁹ med mer växtbaserad kost samt minskat matsvinn längs hela livsmedelskedjan) kan tillsammans med åtgärder som på ett hållbart sätt utvecklar jordbruksproduktionen, minska trycket på ytterligare markekosystemomvandling¹³⁰. Åtgärderna bidrar också till att utsläppen av metan och lustgas minskar och till att mark frigörs som kan användas för andra ändamål, exempelvis naturrestaurering, produktion av förnybar energi och råvara.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

I IPCC-scenarierna där temperaturmålen i Parisavtalet nås utgör åtgärder i AFOLU-sektorn en betydelsefull del av vägen mot måluppfyllelse, men det finns samtidigt ett stort genomförandegap, och styrmedlen på området är få jämfört med andra områden.

Hindren för genomförande av åtgärder i AFOLU-sektorn och de målkonflikter som finns kan härledas till en rad faktorer. I WG3-rapporten nämns följande (i) effekter som redan uppstått av klimatförändringar, exempelvis torka, (ii) konkurrerande efterfrågan på mark, (iii) målkonflikter med livsmedelsförsörjning, (iv) skogs- och jordbruksnäringens struktur (med både små och stora företag), (v) komplexiteten i markägande, (vi) skötsel av markområden och (vii) olika kulturella aspekter.

När det gäller styrmedelsutformning så konstateras i WG3-rapporten bland annat att de subventioner som idag ges till jord- och skogsbruksnäringar behöver skifta riktning, och långsiktiga subventioner och annan styrning i linje med koldioxidprissättningen i globala scenarier behöver komma på plats. Hur de förändrade styrmedlen utformas kommer samtidigt behöva utvecklas mer regionspecifikt. Kunskapen om utformningen och effekterna av mer specifika åtgärder med flera samtidiga vinster behöver utvecklas och hanteras med mer riktade styrmedel kopplade till länders och regioners klimatplaner.

¹²⁹ Dietera beskrivs av WHO och FAO.

¹³⁰ Exempelvis i form av ytterligare avskogning.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

EU har inom ramen för den europeiska gröna given och 55 %-paketet ambitionen att förstärka inriktningen mot att även LULUCF-sektorn, på sikt (efter 2030) omformad till en AFOLU-sektor, också ska bidra till EU:s klimatmål 2030, 2040 och 2050. Förslagen, genom en skärpt LULUCF-förordning är än så länge tydligast till 2030 men fortfarande under förhandling och utveckling. I EU tillhör Sverige ett av de länder som förutsätts bidra mest på området genom att vårda och även öka landets kolsänka till högre nivåer. EU har också föreslagit en avskogningsförordning mot bakgrund av att cirka 30–40 procent av den globala avskogningen kan kopplas till handel med jordbruksprodukter.

De åtgärder som lyfts fram i WG3-rapporten som särskilt relevanta för länder som Sverige är: ökad återvätning av torvmarker, åtgärder på jordbruksmark som kan öka kolinlagringen¹³¹, åtgärder för ökad precisionsgödsling och fodertillskott till nötkreatur, bio-CCS (se nästa avsnitt) samt åtgärder på efterfrågesidan, i form av åtgärder för minskat matsvinn och mer hållbara hälsosamma dieter.

Sverige har över tid kunnat uppvisa en betydande nettosänka från skog och annan markanvändning då både skogstillväxten och avverkningen samtidigt ökat över tid. Att jordbruksmarken (främst åkermark under de senaste decennierna, tidigare även betesmark) samtidigt successivt minskat i omfattning och delvis återbeskogats har också bidragit till utvecklingen och även skyddade områden. Potentialerna att ytterligare beskoga är inte så stora i Sverige eftersom mer än två tredjedelar av landets yta är bevuxen med skog, medan jordbruksmarken har en relativt liten omfattning. Ambitionen att inom jordbruks- och livsmedelspolitiken öka den inhemska produktionen av livsmedel kan dessutom komma att påverka kolinlagringen i negativ riktning i landet.

Det finns även vissa potentialer i Sverige som kan förstärka den svenska nettosänkan ytterligare utan att det kommer i konflikt med befintliga mål inom skogs- och jordbrukspolitikens områden samtidigt som åtgärderna också bidrar till att nivån på den nuvarande sänkan blir mer resilient.

Det handlar främst om våtmarker och åtgärder för ökad kolinlagring på jordbruksmark, exempelvis odling av mellangrödor. I WG3-rapporten konstateras att många mindre länder och regioner, särskilt sådana med våtmarker och torvmarker, kan ha oproportionerligt stora potentialer att bidra till ett ökat nettoupptag genom åtgärder på små landytor. Sverige kan bedömas vara ett sådant land när det gäller torvmarker inom EU. De bidragssystem som börjat ta form på området, exempelvis den så kallade våtmarkssatsningen, har dock än så länge en utformning som endast löper över ett fåtal år och finansieras via nationella stödprogram.

¹³¹ Bland annat mellangrödor.

4.3.7 Åtgärder för ökat upptag av koldioxid (negativa utsläpp) behövs för att nå nettollutsläpp av koldioxid eller växthusgaser

Slutsatserna i detta avsnitt är främst hämtade från WG3-rapportens sjunde och tolfte kapitel, *AFOLU* respektive *Cross sectorial perspectives*.

UTVECKLING

Tillämpningen av tekniska eller kemiska åtgärder för koldioxidinfångning och lagring är än så länge mycket liten världen över, men har inletts i liten skala under senare år, bland annat i Sverige. Åtgärder för förstärkta kolsänkor i AFOLU-sektorn genomförs i större skala i världen idag men även på detta område finns ett gap mellan bedömda realiserbara potentialer i närtid och den faktiska utvecklingen, se tidigare avsnitt om AFOLU-sektorn.

CENTRALA ÅTGÄRDER

Med CDR, *carbon dioxide removal*, avses olika åtgärder som leder till att koldioxid förs från atmosfären för att mer långvarigt lagras i geologiska, terrestra eller marina reservoarer, alternativt i produkter. I Sverige används i stället ofta benämningen tekniker för negativa utsläpp och *åtgärder för förstärkta kolsänkor*, inom jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning.

Metoder för koldioxidinfångning och lagring varierar när det gäller mognadsgrad, process för borttagning, tidsskala för lagring, var lagringen sker, potentialer, kostnader, parallella nyttor, effekter och risker samt behov av styrning och styrmedel. Även de uppskattade kostnaderna varierar mellan olika typer av åtgärder. Omfattningen av CDR-åtgärder och när i tiden de införs beror även på hur snabbt utsläppen minskar i andra sektorer.

UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER

Genomförandet av den ökade koldioxidlagringen beror på hur styrmedlen utvecklas och hur väl de designas för att även ta hand om de hållbarhetsutmaningar som följer med framför allt en storskalig tillämpning av CDR-tekniker.

Tidsskalan för lagringen varierar mellan några få decennier, i vegetation, till tiotusentals år, genom geologisk lagring. Metoderna klassificeras som biologiska, biokemiska eller kemiska i WG3-rapporten. Effekterna av de olika metoderna varierar även beroende på metod, var de genomförs, hur de genomförs och i vilken skala.

Det finns flera exempel på naturbaserade CDR-metoder som kan leda till synergieffekter med biologisk mångfald. Avskogning och biomassaproduktion för bio-CCS och biokolproduktion som genomförs på ett sätt som står i konflikt med andra hållbarhetsmål kan däremot leda till negativa sidoeffekter, särskilt om genomförandet sker storskaligt.

MOTSVARANDE UTVECKLING I EU OCH SVERIGE

Inom EU har ett arbete med ett certifieringssystem av CDR-åtgärder påbörjats samtidigt som förslag lagts fram om en skärpning av den så kallade LULUCF-förordningen. Systemet ska omfatta såväl naturbaserade åtgärder inom LULUCF-sektorn, se ovan, som biokemiska och kemiska CDR-åtgärder, inklusive bio-CCS.

Förslag har också tagits fram i Sverige som skulle kunna öka omfattningen av förstärkta kolsänkor inom jord- och skogsbruk.¹³²

I Sverige pågår även insatser som kan leda till att bio-CCS kan komma att tillämpas på ett mindre antal anläggningar redan före 2030. Styrmedlet för detta, omvända auktioner, är ett bidragssystem som syftar till att sänka kostnaderna för genomförandet. En viktig fråga även i Sverige är att tillämpningen av bio-CCS genomförs på anläggningar som använder skogsrester eller så kallat verksamhetsavfall på ett sätt som uppfyller strikta hållbarhetskrav.

4.4 Centrala styrmedel och åtgärder samt behov av integrerad styrning

Den här rapporten, den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*, bygger i hög utsträckning på de slutsatser som IPCC redovisar i sin senaste utvärderingsrapport, AR6. Forskningsresultaten är främst hämtade från den tredje arbetsgruppens arbete, som har fokus på åtgärder för att begränsa klimatpåverkan genom åtgärder som minskar utsläppen och ökar upptagen av växthusgaser. Syftet med IPCC:s utvärderingar är att vara relevanta för styrnings- och styrmedelsutveckling i olika sammanhang.

De samlade forskningsresultaten är därför mycket värdefulla att använda som en utgångspunkt även när förslag nu tas fram till en ny klimathandlingsplan i Sverige.

Som beskrivs i inledningen av rapporten kommer Naturvårdsverket i mars 2023 presentera ett samlat underlag till regeringens nästa klimathandlingsplan. Det är i den rapporten som Naturvårdsverket gör en uppdaterad analys av om och i så fall hur Sverige kan bedömas nå etappmålen i det nationella klimatpolitiska ramverket och hur utvecklingen kan bedömas se ut mot Sveriges skärpta mål i EU:s gemensamma ramverk. I samma rapport avser Naturvårdsverket även lyfta fram de förslag till styrmedelsskärpningar och andra möjliggörande insatser från det offentliga som sammantaget kan bedömas vara de mest centrala komplementen till de befintliga styrmedlen och den övergripande styrningen i Sveriges nuvarande styrmedelsmix. Den kommande rapporten kommer bland annat bygga vidare på de myndighetsgemensamma rapporter med nya styrmedelsförslag som tagits fram under senare tid.¹³³

Denna rapport och den genomgång som här görs av rapporten från IPCC ger även den ett underlag till det samlade utredningsarbetet inför nästa klimathandlingsplan.

Några av slutsatserna från WG3-rapportens sammanfattning för beslutsfattare och från kapitlet om styrning och styrmedel ramar på ett bra sätt in den fortsatta

¹³² Skogsstyrelsen, Naturvårdsverket och Jordbruksverket (2022) Förslag på åtgärder för ökade kolsänkor i skogs- och jordbrukssektorn

¹³³ Trafikanalys (2022) Förslag som leder till transportsektorns klimatomställning – redovisning av regeringsuppdraget att ta fram underlag inom transportområdet inför den kommande klimatpolitiska handlingsplanen
Tillväxtanalys (2022) Näringslivets klimatomställning – underlag till den klimatpolitiska handlingsplanen.
PM2022:10

Länsstyrelsen i Uppsala län (2022) Lokal och regional klimatomställning – Underlag inför klimatpolitisk handlingsplan 2023

inriktningen med att förbättra styrningen, styrmedlen och åtgärderna även i den svenska klimathandlingsplanen. Ordalydelsen i slutsatserna har förenklats och förkortats något och anges i kursiverad stil nedan.

4.4.1 Om den övergripande styrningen med klimatramverk och institutioner

Långsiktiga omfattande utsläppsreduktioner till nettonoll uppnås bäst inom ramen för institutioner och ramverk inom vilka klimatstyrmedel tas fram och skärps, samtidigt som även styrning och styrmedel inom andra samhällssektorer och deras indirekta betydelse för klimatomställningen utvärderas och utvecklas. Institutionerna och ramverken behöver utvecklas på ett sätt som stödjer omställningen i det berörda landet eller i regionen i fråga. Målen behöver vara formulerade på ett tydligt sätt, etappmål och styrmedel som bättre säkerställer måluppfyllelse behöver utvecklas för att göra vägen mot nettonoll-målen tydliga.

Både klimatramverket i EU och det svenska klimatramverket, inklusive dess sammankoppling med miljömålssystemet, är exempel på ”klimatramverk under utveckling”. Såväl de EU-gemensamma som de svenska institutionerna med uppgifter kopplade till ramverken utvecklas även de i steg. I Sverige har det Klimatpolitiska rådet i sin årsrapport från 2022 lagt fram några rekommendationer som skulle kunna förbättra styrningen av olika myndigheters uppgifter i det svenska klimatramverket. Det handlar bland annat om tydligare utpekade myndighetsansvar, mer långsiktiga uppdrag samt resurser för att bygga upp och behålla kompetens.

Arbetet med att återkommande ta fram nya klimathandlingsplaner i Sverige är även det exempel på att det svenska klimatpolitiska ramverket är under utveckling. EU:s omfattande utveckling av styrning och styrmedel inom ramen för den gröna given är även det ett exempel på ett ramverk under utveckling.

4.4.2 Om styrmedel och styrmedelspaket

Många redan existerande marknadsbaserade (ekonomiska) och reglerande (administrativa) styrmedel kan stödja omfattande utsläppsminskningar och innovation mot mycket låga utsläpp förutsatt att de skalas upp och utvidgas i omfattning jämfört med nuvarande tillämpning.

Styrmedelspaket är mer effektiva än enskilda styrmedel för att samtidigt ändra incitament och skapa möjligheter till omställning, men kräver en tydlig inramning och planering för att fungera på bästa sätt. Ekonomiska styrmedel i kombination med administrativa styrmedel kan sänka kostnaden för omställningen.

Styrmedlen i den svenska klimatstrategin har sedan lång tid kommit att innehålla ett relativt brett spektrum av styrmedel. Prissättning av utsläpp har genomförts i relativt hög omfattning samtidigt som även administrativa styrmedel och riktade stöd till olika led av teknikutveckling och infrastrukturutbyggnad utgör viktiga element. Samspelet med och betydelsen av EU-gemensamma styrmedel ökar alltmer i styrmedelsmixen.

Förslagen till ytterligare styrmedel och styrmedelsförändringar som nu tas fram i processen inför regeringens nästa klimathandlingsplan utgår därför i hög

grad från en befintlig styrmedelskontext, där även ett antal EU-gemensamma styrmedel nu är på förslag att skärpas. Tillkommande förslag på förstärkta nationella styrmedel och åtgärder från det offentliga behöver därför, generellt sett, i första hand adressera vissa kvarstående barriärer och de acceptansproblem och målkonflikter som uppstår på grund av att åtgärder i bland annat elsystemet, industrin och transportsektorn nu behöver genomföras i en betydligt snabbare takt än tidigare för att klimatmålen ska kunna nås. Inom jord- och skogsbruk och övrig markanvändning finns däremot få klimatstyrmedel på plats sedan tidigare. I dessa sektorer är behovet att införa nya styrmedel större. Därutöver kan också konstateras att det redan bland de befintliga styrmedlen finns sådana som ger incitament för åtgärder i konsumtionsledet men även på detta område kan insatserna behöva bli fler. Tabell 2 ger aktuella exempel på några olika typer av styrnings- och styrmedelsförslag som relativt nyligen har framförts i underlag till den kommande klimathandlingsplanen.

I framför allt energitillförselsektorn (el och värme) och i bostäder och lokaler har utsläppen redan sänkts till nivåer nära noll i Sverige. I och med detta blir ytterligare styrmedel och åtgärder i dessa sektorer snarare relevanta ur ett vidare klimat- och energisystemperspektiv än direkt i sektorn.

Tabell 2: Exempel på förslag till ytterligare styrmedel hämtade från underlag till kommande klimathandlingsplan, september 2022.

El och värme	Bostäder och lokaler	Industri	Transporter	Jord- och skogsbruk	Arbetsmaskiner
Genomför elektrifieringsstrategin för snabb utbyggnad av utsläppsfri elproduktion.	Energi- och effektiviseringsutredning utred nya medel	Klimatkontrakt i EU-ETS	Utred utsläppshandel/bred reduktionsplikt	Omvända auktioner ökad nettoinlagring	Utveckla klimatpremier
Lyft upp åtgärder för acceptans, energi- och effekt-effektivisering	Röj hinder effektivare utnyttjande befintlig bebyggelse	EU-krav på kvoter för andel fossilfritt/återvunnet material i produkter	Stöd till steg 1 och steg 2 åtgärder Undanröj hinder för distansarbete Utvidga stadsmiljöavtalen till tunga fordon	Kvävekiv, mer klimatåtgärder i landsbygdsprogrammet	Genomför skatteväxling-drivmedel areella näringar
		Vägledning små och medelstora företag	Inför rätt att ladda Inför skrotningspremier Bidrag till inhemskt producerade biodrivmedel	Utveckla en LULUCF-strategi	Stöd till helhetslösningar, inklusive infrastruktur

4.4.3 Klimatomställningen behöver integreras med annan samhällsutveckling

Klimatomställningen behöver integreras med annan samhällsutveckling och i relevanta politikområden för att vara effektiv och för att den ska kunna accelerera inom ramen för en hållbar utveckling. Målkonflikter behöver hanteras och synergier sökas.

Till områden med särskild risk för potentiella målkonflikter hör, enligt IPCC-rapporten, livsmedelsförsörjning, biologisk mångfald, tillgång till energi, och mineralutvinning. Områden med stor potential för mervärden är bland annat hälsa (speciellt kopplat till luftföroreningar¹³⁴), tillgång till hållbar energi och vatten av god kvalitet.

Synergier med flera av FN:s hållbarhetsmål lyfts också fram, och en snabb och effektiv minskning av växthusgasutsläppen ses som nödvändig för att nå en hållbar utveckling i linje med FN-målen.

Behovet av synergier, med främst biologisk mångfald och ekosystemtjänster, betonas särskilt inom jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning – den så kallade AFOLU-sektorn.

Även i Sverige behöver klimatmålen lyftas in som en integrerad del i målbilden för de strategier som nu utvecklas och tillämpas inom både jord-, skogsbruk och annan markanvändning, för en utveckling i linje med slutsatserna i WG3-rapporten.

Exempel på en sådan utveckling är att Miljömålsberedningen i augusti i år¹³⁵ givits i uppdrag att föreslå etappmål, styrmedel och åtgärder för att Sverige samtidigt ska nå landets åtaganden på EU-nivå och internationellt kring kolupptag från markanvändning, naturvård och biologisk mångfald. Beredningen ska även analysera de synergier och målkonflikter som finns mellan dessa åtaganden. Det är därmed ett uppdrag som ställer krav på en integrerad analys, med större hänsyn till både klimatmål och biologisk mångfald än vad som hittills varit fallet inom skogspolitiken.

Mervärden med att klimatpolitiken utvecklas inom ramen för en integrerad samhällsomställning mot flera hållbarhetsmål finns även i en rad andra sektorer, exempelvis i transportsektorn och i den byggda miljön.

EU:S GRÖNA GIV ÄR ETT EXEMPEL PÅ EN INTEGRERAD STRATEGI FÖR HÅLLBAR UTVECKLING DÄR KLIMATMÅLEN INGÅR SOM ETT AV FLERA MÅL

Tillämpningen av ett integrerat angreppssätt mot flera samtidigt mål ses även inom EU:s gröna giv. Den gröna given är en kombinerad tillväxt- och hållbarhetsstrategi, där uppnåendet av EU:s skärpta klimatmål är en central del av målbilden.

Strategin syftar till en omställning som utgår från visionen om att EU ska ställa om till en ekonomi som är resurseffektiv och konkurrenskraftig samtidigt som växthusgasutsläppen når nettonollutsläpp 2050 och den ekonomiska tillväxten

¹³⁴ Det finns bedömningar på att enbart hälsovinsterna via förbättrad luftkvalitet från en klimatomställning globalt kan bli ekonomiskt jämförbara, eller till och med större, än kostnaderna för klimatomställningen. Se WG3-rapportens Technical Summary och kap. 3.

¹³⁵ https://www.regeringen.se/4a1eb3/globalassets/episerver-forms/dir-2022_126_m2022_01649.pdf

avlänkas från tillväxten i resursanvändning. Naturkapitalet ska samtidigt skyddas, bevaras och förbättras liksom hälsan och välmåendet hos medborgarna. Omställningen villkoras även med att den ska vara rättvis och inkludera alla delar av unionen. De regioner, industrier och arbetare som står inför de största utmaningarna i omställningen ska prioriteras. Aktivt deltagande från civilsamhället och alla samhällsnivåer i EU:s medlemsländer framhålls som centrala för att omställningen ska få en acceptans. I den gröna given ingår även ett fortsatt ledarskap från EU på den internationella arenan.

Alla aktiviteter och styrmedel som genomförs gemensamt inom EU ska i princip bidra till samtliga relevanta mål i den gröna given, inklusive klimatmålen. Utmaningarna är komplexa och sammanlänkade. Styrmedelsutformningen ställer därmed krav på en maximal koordinering, för att dra nytta av möjliga synergier och hantera målkonflikter mellan alla involverade politikområden samtidigt.

Det handlar i det närmaste samtidigt om insatser för snabb teknikutveckling och systemomställning, infrastrukturutveckling, marknadsintroduktion, marknadsspridning, lokal förankring och andra åtgärder för att överbrygga negativa fördelningseffekter.

Redan de befintliga styrmedlen i EU:s klimatstrategi har utformats i form av olika paket som med flera samtidiga mål och syften i sikte på samma gång. Denna utveckling förstärks nu på flera olika sätt i EU-politiken samtidigt som olika säkerhetspolitiska aspekter alltmer kommit att hamna i centrum i och med Rysslands krig i Ukraina och den energikris som följer i spåren av kriget.

Den svenska strategin mot de globala hållbarhetsmålen har inte utvecklats på samma sammanhållna sätt som EU:s gröna giv.¹³⁶ Principen att klimatmålen ska integreras i andra politikområden har förts in i politiken men har ännu inte kommit till en mer generell tillämpning.

4.4.4 Klimatomställningen mot låga utsläpp behöver ske samtidigt som det sker en anpassning till ett förändrat klimat

Även kopplingen mellan klimatomställning och klimatanpassning är i stor utsträckning beroende av sitt sammanhang och av skalan på förändringen, och kräver därför väl utredda och lokalt anpassade lösningar inför ett genomförande.

Behovet av samstyrning mellan klimatomställning och anpassning tas upp löpande i WG3-rapporten, och lyfts särskilt för utvecklingsländer eftersom det där finns en särskilt stark koppling mellan hållbar utveckling, sårbarhet för klimatförändringar och begränsade ekonomiska, sociala och institutionella resurser.

I Sverige utgör så kallade naturbaserade lösningar i form av exempelvis åtgärder för ökad återvätning av torvmark, mer träd i jordbrukslandskapet, så kallade skogsjordbruk, ökad lövinblandning i skogen, bevarande av naturmiljöer med höga värden och åtgärder för mer naturmiljö i staden exempel på åtgärder som kan vara värdefulla att genomföra både från ett klimatanpassnings- och utsläppsminskande perspektiv.

¹³⁶ Prop 2019_20_188 Sveriges genomförande av Agenda 2030 (regeringen.se)

Begränsad klimatpåverkan

Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023

Begränsad klimatpåverkan är ett av de 16 miljö kvalitetsmål som ska visa vägen till ett hållbart samhälle. Miljö kvalitetsmålen är antagna av riksdagen och ska fungera som riktlinjer för det konkreta miljöarbetet.

Rapporten för *Begränsad klimatpåverkan* utgör underlag till Naturvårdsverkets fördjupade utvärdering av miljö kvalitetsmålen. Innehållet beskriver klimatets tillstånd idag och scenarier för den fortsatta utvecklingen. Vidare analyseras drivkrafter samt styrmedel. Nationella och internationella åtgärder inom området diskuteras – vilka åtgärder som genomförts och vilka ytterligare insatser som behövs. Ett mer omfattande underlag rörande arbetet med att nå Sveriges nationella klimatmål kommer i mars 2023 i samband med att Naturvårdsverket redovisar sitt underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan i enlighet med paragraf 5 punkt 1–7 i klimatlagen.

Miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* är inte uppnått, bedömningen är att målet inte kommer att nås med befintliga och beslutade styrmedel. För att nå målet behövs samhällsförändringar och teknikutveckling. Stärkta ambitioner i klimatsamarbetet globalt och inom EU krävs, liksom skärpta och nya nationella styrmedel. Rapporten är ett av underlagen till den samlade slutrapport om arbetet med att nå miljömålen som Naturvårdsverket kommer att redovisa för regeringen i januari 2023.