



**Nationella utsläppsmål utifrån Parisavtalet och
internationella rättvisepprinciper**

- analys av Sveriges territoriella klimatmål

Johannes Morfeldt
Christian Azar
Daniel J.A. Johansson

Chalmers tekniska högskola 2022

ISBN: 978-91-88041-50-0

Referens till rapporten: Morfeldt, J., Azar, C., Johansson, D. J. A. (2022). Nationella utsläppsmål utifrån Parisavtalet och internationella rättvisepprinciper – analys av Sveriges territoriella klimatmål. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Justerad version 2022-05-31

Innehållsförteckning

<i>Sammanfattning</i>	4
<i>Förord</i>	5
1 Inledning och syfte	6
2 Globala utsläpp i linje med Parisavtalet	7
2.1 Kumulativa koldioxidutsläpp förenliga med olika globala temperaturmål	7
2.2 Genomsnittliga utsläpp per person – mål 2050 och vägen dit	8
3 En rättvis fördelning ur olika perspektiv	12
3.1 Resultat för Sverige givet olika metoder för fördelningen av det globala utsläppsutrymmet.....	13
3.2 Sveriges framtida utsläppsutrymme med hänsyn tagen till historiskt ansvar	17
3.3 Minskningstakter för olika fördelningsmetoder.....	20
<i>Avslutande diskussion</i>	22

Sammanfattning

Parisavtalets temperaturmål och målsättningar gällande utsläppsminskningar ska uppnås med hänsyn tagen till rättvisa, hållbar utveckling och att utvecklingsländer behöver tid för att vända sina respektive utsläppskurvor nedåt. Det finns dock ingen konsensus kring hur de temperaturmål som beskrivs på global nivå i Parisavtalet bör översättas till nationella utsläppsminskningmål. Den här rapporten avser att översiktligt beskriva några av de fördelningsmetoder och fördelningsprinciper som kan användas för att fördela det globala utsläppsutrymme över världens länder samt ge illustrativa exempel på hur Sveriges utsläppsutrymme påverkas.

Utsläppsscenarioer presenterade i IPCC:s sjätte utvärderingsrapport som kan anses vara i linje med Parisavtalet ger netto-utsläppsnivåer år 2050 på som högst 2,5 ton och som lägst minus 1,1 ton koldioxid per person i snitt på global nivå (exkl. utsläpp av andra växthusgaser). Spannet beror både på hur Parisavtalets mål tolkas och hur vi tar oss dit. Nivån kan jämföras med de globala genomsnittliga utsläppen av koldioxid på 4,7 ton koldioxid per person och de svenska genomsnittliga utsläppen om 4,0 ton koldioxid per person, båda för år 2019 (exkl. utsläpp och upptag i skog och mark). Summerat från och med år 2022 och framåt återstår ett globalt utsläppsutrymme (s.k. koldioxidbudget) på 420 miljarder ton koldioxid för att begränsa medeltemperaturökningen till 1,5°C med 50% sannolikhet. Hur bör detta utrymme fördelas på världens nationer? Det finns ett antal fördelningsprinciper för att göra det. En intressant sådan är att ta hänsyn till det historiska ansvaret genom att uppnå *jämlika kumulativa utsläpp* per person över tid.

Om det historiska ansvaret börjar exempelvis 1980 så skulle koldioxidbudgeten för Sverige vara 137 miljoner ton koldioxid och nollutsläpp behöva uppnås 2028 om Sverige minskar utsläppen linjärt från dagens nivå. Ett historiskt ansvar som börjar vid 1990 och 2000 innebär att utsläppen behöver nå noll omkring 2039 respektive 2048 (och ger en koldioxidbudget om 360 respektive 539 miljoner ton). Den svenska koldioxidbudgeten blir 563 miljoner ton koldioxid och netto-noll vid 2050 vid en fördelning av det globala utsläppsutrymme enligt jämlika utsläpp per person och år. Alla budgetar motsvarar perioden från och med 2022 och framåt. I enlighet med svenska utsläppsmål beaktas här inte eventuella nettoupptag av koldioxid i skog och mark för de svenska utsläppen.

Dessa uppskattningar av utsläppsutrymme för Sverige kan jämföras med hur mycket Sverige kommer släppa ut om vi minskar utsläppen till noll till år 2045 vilket uppskattats till 380–415 miljoner ton koldioxid av Naturvårdsverket. Det innebär att Sveriges nuvarande ambition ligger i linje med en begränsning av medeltemperaturen vid 1,5°C om vi antar att världens återstående utsläppsutrymme fördelas lika per capita, eller med ett historiskt ansvar som börjar på 1990-talet, men inte om det historiska ansvaret sträcker sig längre bak i tiden.

Den senaste tiden har vissa debattörer argumenterat för att Sverige borde skärpa det svenska territoriella utsläppsmålet om netto-nollutsläpp till år 2045 för att det ska vara i nivå med Parisavtalet. Självklart är det viktigt att ta hänsyn till ny vetenskap, inte minst IPCC:s kunskapssammanställning, och vid behov justera målsättningar, åtgärder för minskade utsläpp och stöd till andra länder i deras klimatarbete. Men exakt vilka utsläppsmål som ett visst land, som Sverige, bör anta är i slutänden en politisk avvägning. De vetenskapliga underlag som kan ge stöd i de beslutade måsten måste vara explicita med värdebaserade antagande om vilken rättvisepincip som tillämpas, t.ex. val av period över vilket det historiska ansvaret sträcker sig, och tydliggöra dessa antagandens betydelse för utsläppsutrymme. Det mest centrala, oavsett beslutad målnivå, är att minska utsläppen. Om Sverige kan nå netto-nollutsläpp av koldioxid, genom att exempelvis utveckla och tillämpa nya tekniska lösningar och hållbara konsumtionsmönster, och samtidigt förena det med demokrati och hög välfärd så borde Sverige också kunna inspirera andra länder att göra likadant.

Förord

Den här rapporten är framtagen som ett inlägg i diskussionen kring svenska territoriella klimatmål. Rapporten syftar till att ge en bild av det vetenskapliga underlaget vid beslut om målnivåer och tydliggöra utsläppskonsekvenser av de politiska avvägningar som måste göras. Arbetet med rapporten har genomförts inom ramen för forskningsprogrammet Mistra Carbon Exit. Vi vill också tacka Mistra Electrification och ÅForsk för finansiellt stöd.

Rapporten är en omarbetad version av Del 2 i rapporten: Larsson, J., Morfeldt, J., Johansson, D.J.A., Rootzén, J., Hult, C., Åkerman, J., Hedenus, F., Sprei, F., Nässén, J., 2021. [Konsumtionsbaserade scenarier för Sverige - underlag för diskussioner om nya klimatmål](#). Mistra Sustainable Consumption, Rapport 1:11. Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

1 Inledning och syfte

Enligt Parisavtalet så ska dess temperaturmål och målsättningar gällande utsläppsminskningar uppnås med hänsyn tagen till (i) att utvecklingsländer kan behöva mer tid för att vända sina respektive utsläppskurvor nedåt, (ii) rättvisa som grundval, och (iii) en hållbar utveckling och fattigdomsbekämpning. Dessutom ska genomförandet vägledas av Klimatkonventionens övergripande princip om "rättvisa och gemensamma men olikartade ansvar och respektive förmågor, i ljuset av olika nationella förhållanden". Det finns dock ingen konsensus kring hur de mål som beskrivs på global nivå i Parisavtalet ska översättas till nationella målsättningar för utsläppsminskningar.

Det är heller inte en vetenskaplig fråga att entydigt och objektivt avgöra hur det globala åtagandet om utsläppsminskningar ska fördelas över världens nationer. Det är i grunden en värderingsfråga. Forskningen kan däremot bidra med perspektiv och analysera potentiella konsekvenser av olika ansatser för att fördela utsläppsutrymmet. Ett flertal metoder och principer har föreslagits av forskare och analytiker samt diskuterats inom klimatförhandlingarna.

Den här rapporten avser att översiktligt beskriva några av dessa metoder och principer samt ge illustrativa exempel på hur utsläppsutrymmet för Sverige påverkas av olika fördelningsmetoder och fördelningsprinciper. Det är dock viktigt att igen poängtera att tolkningen av Parisavtalet och Klimatkonventionens mål och principer för svenska målsättningar i slutänden är en politisk avvägning.

2 Globala utsläpp i linje med Parisavtalet

Parisavtalets långsiktiga temperaturmål är att "...hålla ökningen i den globala medeltemperaturen långt under 2°C över förindustriell nivå samt göra ansträngningar för att begränsa temperaturökningen till 1,5°C över förindustriell nivå...". Hur målet ska tolkas i detalj är fortfarande en öppen fråga. Exempelvis finns det ingen specifikation för vad "långt under" innebär eller vilken sannolikhetsnivå som bör tillämpas för målen. Formuleringen tolkas av Mace¹ som ett tak för temperaturökningen vid långt under 2°C med en ambition om att nå 1,5°C, alternativt att 1,5°C i sig ses som ett tak för temperaturökningen. En vanlig tolkning av forskare, som gör kvantitativa bedömningar² av hur målet kan nås, är att "långt under 2°C" innebär att målet på 2°C möts med en sannolikhet på mer än 66% och att 1,5°C nås till 2100 med en sannolikhet på över 50%^{3,4}, men många olika tolkningar finns. Flera välkända webbsidor⁵ med klockor som räknar ned till när den globala koldioxidbudgeten är slut antar en budget i linje med att begränsa den genomsnittliga temperaturökningen till 1,5°C med en sannolikhet om mer än 66%.

Det går att landa i helt olika uppskattningar av det framtida utsläppsutrymmet beroende på hur man tolkar målformuleringen i Parisavtalet och vilken sannolikhetsnivå man använder för måluppfyllelse. Om en begränsning av temperaturökning vid 1,5°C ska uppnås med 50% sannolikhet är utsläppsutrymmet ca 420 miljarder ton CO₂ från och med år 2022 (IPCC anger i sin sjätte utvärderingsrapport ett utrymme på 500 miljarder ton CO₂ från år 2020 och framåt och vi har här dragit bort 80 miljarder ton CO₂ för utsläppen 2020 och 2021)⁶. Om begränsningen istället sätts vid 2°C med 66% sannolikhet blir utsläppsutrymmet 1070 miljarder ton CO₂ – alltså långt mer än dubbelt så stort (se Tabell 1). Det påverkar i sin tur kraftigt tolkningen av hur mycket ett enskilt land behöver minska sina utsläpp. Utöver det så tillkommer utmaningar i tolkning av vad en rättvis fördelning och historiskt ansvar innebär.

2.1 Kumulativa koldioxidutsläpp förenliga med olika globala temperaturmål

Det är väletablerat inom forskningen att det finns ett i stort sett linjärt samband mellan kumulativa utsläpp av koldioxid och den globala medeltemperaturen, vilket benämns den transienta klimatresponsen på kumulativa koldioxidutsläpp eller Transient Climate Response to cumulative Carbon dioxide Emissions (TCRE). Det faktiska värdet är dock osäkert och sannolikheter används därför när mängden kumulativa koldioxidutsläpp som är förenliga med Parisavtalets temperaturmål

¹ Mace, 2016. [Mitigation Commitments Under the Paris Agreement and the Way Forward](#). Climate Law.

² Forskare som använder integrerade bedömningsmodeller som bland annat kan besvara hur ett specifikt temperaturmål kan uppnås. Modellerna tar ofta hänsyn till både energi- och klimatsystemen likväl som hur samhället och ekonomiska system utvecklas.

³ Schleussner, m.fl., 2016. [Science and policy characteristics of the Paris Agreement temperature goal](#). Nature Climate Change

⁴ du Pont, m.fl., 2016. [National contributions for decarbonizing the world economy in line with the G7 agreement](#). Environmental Research Letters.

⁵ Exempelvis [Climate Clock](#) och [Carbon Clock](#).

⁶ IPCC skriver i [Summary for Policy Makers](#) till tredje arbetsgruppens utvärderingsrapport 2022: "By comparison, the current central estimate of the remaining carbon budget from 2020 onwards for limiting warming to 1.5°C with a probability of 50% has been assessed as 500 Gt CO₂, and as 1150 Gt CO₂ for a probability of 67% for limiting warming to 2°C." (Paragraf B.1.3).

diskuteras. Det linjära sambandet mellan kumulativa utsläpp av koldioxid och temperaturökningen innebär också att kumulativa utsläpp av koldioxid är en relevant utgångspunkt för att analysera utsläpp och mål på nationell nivå. Notera dock att det inte är lämpligt att utgå från kumulativa koldioxidequivivalenta utsläpp, där koldioxid sammanräknas med utsläpp av andra klimatpåverkande utsläpp, då det inte finns ett linjärt samband mellan kumulativa utsläpp av gaser med en kort uppehållstid i atmosfären, såsom metan (CH₄), och påverkan på den globala medeltemperaturen⁷.

Uppskattningar av utsläppsutrymmet för koldioxid är även beroende av hur stora utsläppen är av andra växthusgaserna. I Tabell 1 nedan anges bara utsläppsutrymmet för koldioxid men utsläpp av andra växthusgaserna finns med i bakgrundsanalyserna och påverkar alltså detta utrymme.

Tabell 1: Global koldioxidbudget från 2022 och framåt, för olika klimatmål och sannolikheter för målpåfyllelse (baserat på IPCC AR6 WG1⁸ och uppdaterat i enlighet med globala utsläpp).

Begränsningsnivå för temperatur- ökningen	Global koldioxidbudget (miljarder ton CO ₂) beroende på sannolikheten att temperaturökningen hålls under en viss nivå		
	50%	67%	83%
1,5°C	420	320	220
1,7°C	770	620	470
2,0°C	1270	1070	820

2.2 Genomsnittliga utsläpp per person – mål 2050 och vägen dit

IPCC har sammanställt globala utsläppsscenarioer efter olika scenariotyper som begränsar den globala genomsnittliga ökningen av temperaturen till under 2°C eller 1,5°C⁹. Dessa finns listade i Tabell 2 tillsammans med respektive sannolikhetsuppskattning för att begränsa temperaturökningen till den angivna nivån. Definitionerna är dock inte formulerade på samma sätt som Parisavtalets mål. Vissa bedömare¹⁰ menar att scenarier som begränsar temperaturökningen till under 2°C med en sannolikhet på 50-66% (scenariotyp C4 i Tabell 2) inte är förenliga med Parisavtalet. Därför redovisas inte resultat för dessa i resterande delar av den här rapporten. De scenarier (C1-C3) som ofta anses förenliga med Parisavtalet motsvarar en begränsning av medeltemperaturökningen vid max 1,7-1,8°C år 2100 och en topp på max 2°C under 21:a århundradet (C3) om de mest troliga värdena antas för betydande osäkerhetsfaktorer, såsom klimatkänsligheten, havens värmeupptag, kolcykelns beteende, etc.

⁷ Allen, m.fl., 2022. [Indicate separate contributions of long-lived and short-lived greenhouse gases in emission targets](#). npj Climate and Atmospheric Science.

⁸ 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

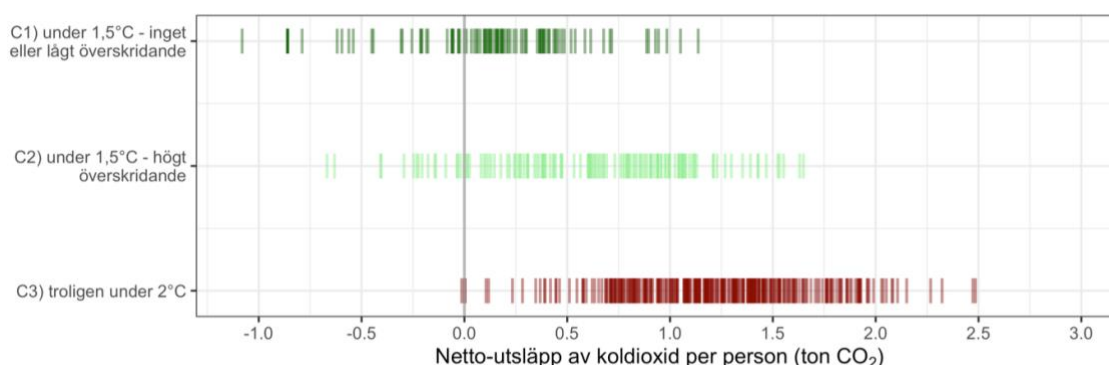
⁹ IPCC, 2022. [Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change](#). Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

¹⁰ Forskare som använder integrerade bedömningsmodeller som bland annat kan besvara hur ett specifikt temperaturmål kan uppnås. Modellerna tar ofta hänsyn till både energi- och klimatsystemen likväl som hur samhället och ekonomiska system utvecklas.

Tabell 2. IPCC:s scenariodefinitioner enligt den senaste rapporten från arbetsgrupp 3.

Temperatur-mål	Scenariotyp	Beskrivning
I linje med 1,5°C	C1) under 1,5°C – inget eller lågt överskridande	Scenarier som begränsar temperaturökningens topp till under 1,5°C med mer än 33% sannolikhet och temperaturökningen vid år 2100 till under 1,5°C med över 50% sannolikhet.
	C2) under 1,5°C – högt överskridande	Scenarier som begränsar temperaturökningens topp till under 1,5°C med under 33% sannolikhet och temperaturökningen vid år 2100 till under 1,5°C med över 50% sannolikhet.
I linje med 2°C	C3) troligen under 2°C	Scenarier som begränsar temperaturökningens topp till under 2°C med mer än 67% sannolikhet.
	C4) under 2°C	Scenarier som begränsar temperaturökningens topp till under 2°C med mer än 50% sannolikhet.

Utsläppen i varje grupp (C1-C3 i Tabell 2) av scenarier landar i olika utsläppsnivåer år 2050 på grund av skillnaden i ambitionsnivå, vilket resulterar i olika globala genomsnittsutsläpp¹¹ per person, se Figur 1. Nivåerna varierar från scenariotyp (C1) där det krävs netto-utsläpp av koldioxid på -1,1 till 1,1 ton koldioxid (CO₂) per person (alltså netto-negativa utsläpp om 1,1 ton CO₂ per person till netto-utsläpp om 1,1 ton CO₂ per person) för scenarier som begränsar temperaturökningen under 1,5°C (med inget eller lågt överskridande), till scenariotyp (C3) då netto-utsläppen kan bli så höga som 0 till 2,5 ton CO₂ per person för scenarier som begränsar temperaturökningen till 2°C med hög sannolikhet (över 67%). Detta kan jämföras med de globala genomsnittliga utsläppen av koldioxid på 4,7 ton CO₂ per person år 2019¹². Denna siffra omfattar dock inte utsläpp och upptag i skog och mark.



Figur 1: Spannet av utfall år 2050 i globalt genomsnittliga netto-utsläpp av växthusgaser per person för scenarier som uppnår olika begränsningsnivåer av den globala medeltemperaturökningen (C1-C3). Källa: IAMC¹³

Spannet för varje grupp av scenarier beror bland annat på att det finns olika vägar att uppnå ett temperaturmål samt mängden utsläpp av andra växthusgaser än koldioxid. Alltså kan Parisavtalets mål uppnås inom ett relativt stort spann för utsläppsnivån per person år 2050, och beror i stort på utsläppsbanan innan 2050 och hur den utvecklas efter 2050 samt vilken långsiktig temperaturnivå

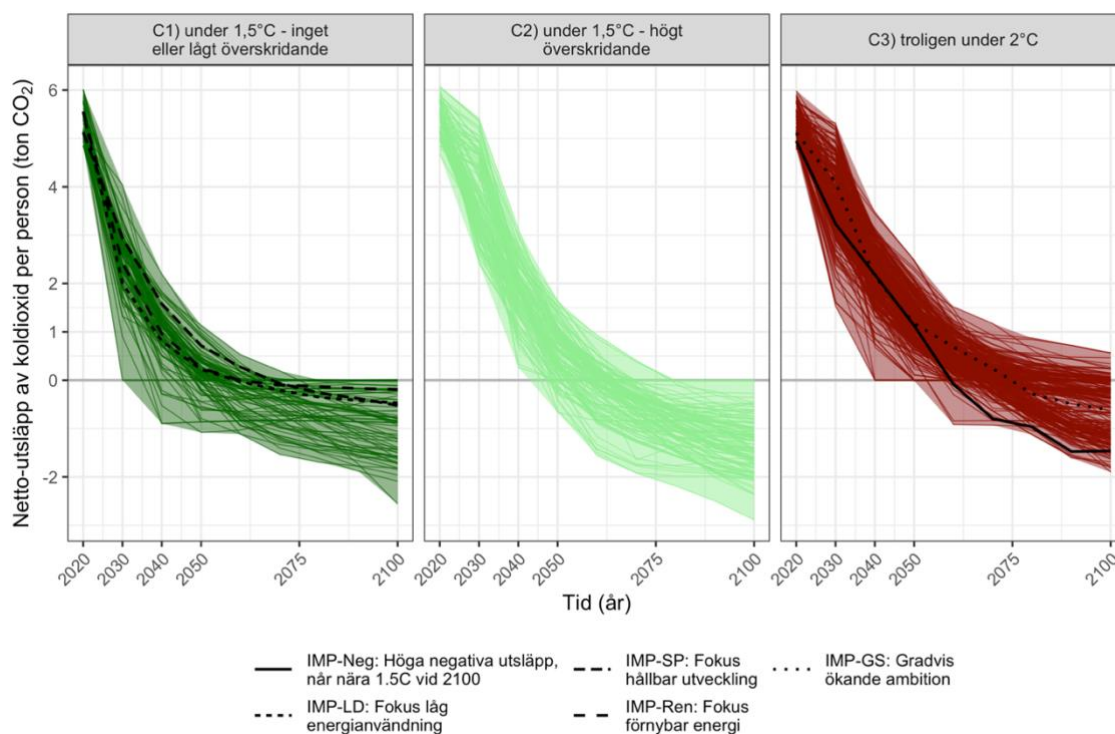
¹¹ Baserat på den antagna globala befolkningsökningen för respektive scenario.

¹² Gütschow, m.fl., 2021. [The PRIMAP-hist national historical emissions time series \(1750-2019\)](#). Potsdam Institute for Climate Impact Research, and Worldbank, 2021. [Population](#).

¹³ Byers m.fl., 2022. [AR6 Scenarios Database hosted by IIASA](#).

som är avsedd att nås. Med detta sagt så blir det tydligt att utsläppsnivåer som endast avser året 2050 enbart kan ses som en indikation om vart vi bör vara på väg för att vara i linje med Parisavtalet.

Såsom vi diskuterar i avsnitt 2.1 så spelar det inte någon större roll när utsläppen av koldioxid sker för den långsiktiga (dvs. under de kommande århundradena) påverkan på temperaturnivån. Det gäller även andra långlivade växthusgaser (med en atmosfärisk livslängd över 100 år), men i denna rapport diskuteras dock endast utsläpp av koldioxid. För kortlivade växthusgaser (såsom metan) fungerar det inte på samma sätt och därför bör en justering av hur dessa gaser sammanräknas med de långlivade gaserna, främst koldioxid och lustgas, övervägas allt eftersom temperaturbanan utvecklas.^{14,15}



Figur 2: Begränsningsnivåer av den globala medeltemperaturökningen (a-c) och spann av scenarioutfall i globalt genomsnittliga netto-utsläpp av koldioxid per person. Typscenarier illustrerar olika utvecklingsvägar enligt IPCC:s rapporter (IPCC WG3 AR6¹⁶). Källa: IAMC¹⁷

De två grupperna (C1-C2) av 1,5°C-scenarier skiljer sig åt utifrån graden av överskridande av 1,5°C-nivån och den sista gruppen (C3) når inte 1,5°C utan håller endast temperaturökningen under 2°C men med relativt hög sannolikhet. För scenarier med lågt eller inget överskridande av 1,5°C-nivån krävs en snabb minskning av koldioxidutsläppen redan före och omkring 2030, se Figur 2. Scenarier med högt överskridande (C2) eller som uppnår begränsning av temperaturökningen under 2°C (C3) tillåter däremot en mindre drastisk minskning av utsläppen i närtid. Om 1,5°C-nivån ändå ska nås

¹⁴ Tanaka, Morfeldt, Boucher, 2021. [A new way of comparing greenhouse gases could help us meet the Paris Agreement goals](#). The Conversation - France.

¹⁵ Allen, m.fl., 2022. [Indicate separate contributions of long-lived and short-lived greenhouse gases in emission targets](#). npj Climate and Atmospheric Science.

¹⁶ 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.

¹⁷ Byers m.fl., 2022. [AR6 Scenarios Database hosted by IIASA](#).

(C2) krävs dock betydande negativa utsläpp under andra halvan av seklet för att kompensera den långsammare utsläppsminskningstakten i närtid.

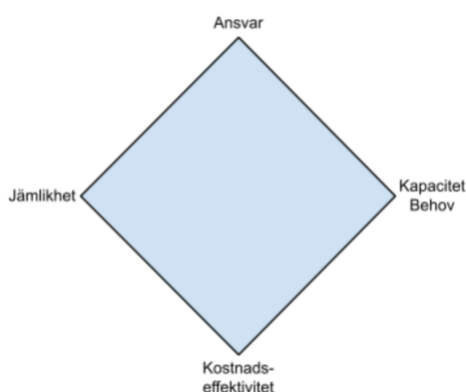
IPCC redovisar även typscenarier för att illustrera skillnaden mellan olika utvecklingsvägar, ett urval av dessa återfinns i diagrammen (C1 och C3) i Figur 2. Typscenarierna är utvalda i IPCC:s rapporter för att illustrera olika utvecklingsvägar som uppnår respektive temperaturmål, så kallade *Illustrative Mitigation Pathways* (IMP). Typscenarierna illustrerar framtider där olika åtgärder spelar en större roll i utvecklingen, såsom förnybar energi (IMP-Ren), minskad energianvändning (IMP-LD), negativa utsläpp (IMP-Neg), hållbar utveckling ur ett bredare perspektiv (IMP-SP) och en mer långsam utveckling där minskning av utsläppen sker genom att gradvis öka nationella ambitioner (IMP-GS).

3 En rättvis fördelning ur olika perspektiv

Principerna kring hur Klimatkonventionen och Parisavtalets mål ska uppnås (återfinns i Klimatkonventionen artikel 3 samt Parisavtalets inledning) tar sin utgångspunkt i "rättvisa och gemensamma men olikartade ansvar och respektive förmåga, i ljuset av olika nationella förhållanden" (även känt som CBDR-RC inom klimatförhandlingarna). Dessutom säger Parisavtalet (artikel 4.1) att parternas målsättning är att inom kort vända utsläppskurvan nedåt och att under århundradets andra hälft nå en balans mellan utsläpp och upptag, samt att denna utveckling bör vara grundad i rättvisa samt ta hänsyn till hållbar utveckling och fattigdomsbekämpning.

Konsensus har dock inte nåtts om hur dessa skrivningar ska tolkas avseende hur det begränsade utsläppsutrymmet som kvarstår för att nå Parisavtalets temperaturmål ska fördelas mellan länder och aktörer¹⁸. Det är inte heller en fråga som går att lösa med mer forskning eftersom det inte finns någon entydig, objektiv sanning som forskare kan eftersträva. Det som forskningsområdet kan bidra med är att föreslå principer och metoder samt att analysera konsekvenserna av dessa. I slutändan är fördelningen av utsläppsutrymmet en värderingsfråga för klimatförhandlingens parter och enskilda länders politiker. Det som med säkerhet kan sägas är den allmänt accepterade hållningen att utvecklade länder bör gå före (artikel 3.1 i Klimatkonventionen) och att det kommer att ta längre tid innan utsläppskurvorna kan vända nedåt för utvecklingsländerna (artikel 4.1 i Parisavtalet).

Både forskare och förhandlare har föreslagit en uppsjö av olika principer- och fördelningsnycklar för att dela upp det kvarvarande utsläppsutrymmet. Fördelningsnycklarna kan kategoriseras utifrån fyra aspekter (se Figur 3): ansvar, jämlikhet, kapacitet/behov och kostnadseffektivitet. Dessa aspekter är alla tydligt förankrade i Klimatkonventionens principer.¹⁹



Figur 3: Huvudkategorier för de fördelningsprinciper som kan användas för att dela upp det kvarvarande utsläppsutrymmet. Källa: Höhne m.fl.²⁰

Aspekten *ansvar* har sin bas i vardera lands kumulativa historiska utsläpp. Att använda den här aspekten, eller den ekonomiska utveckling som landet uppnått med hjälp av de historiska utsläppen, som bas för att ta fram utsläppsmål för framtiden föreslogs av Brasilien redan under förhandlingarna

¹⁸ Pan, m.fl., 2015. [Countries' emission allowances towards the low-carbon world: A consistent study](#). Applied Energy.

¹⁹ Höhne, m.fl., 2014. [Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies](#). Climate Policy.

²⁰ Höhne, m.fl., 2014. [Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies](#). Climate Policy.

av Kyotoprotokollet. *Kapacitet och behov* handlar om landets finansiella styrka för att genomföra utsläppsminskningssåtgärder. De studier som föreslagit fördelningsnycklar utifrån kapacitet/behov har utnyttjat indikatorer som landets bruttonationalprodukt (BNP) och *human development index* (HDI) i relation till kostnaden för utsläppsminskningar. Fördelningsnycklar för *jämlikhet* är baserade på jämlika utsläpp per person, antingen genom att fördela utsläppsutrymmet så att utsläpp per person direkt blir jämlika eller att utsläppsbanorna konvergerar mot jämlika utsläpp per person över tid för respektive land. *Kostnadseffektivitet* bygger på utsläppsminskningssåtgärders potential och marginalkostnader i respektive land, men kräver att länderna är överens om en gemensam global beräkningsmetodik som ofta utgår ifrån en gemensam internalisering av kostnaden för utsläppen (t.ex. en universell koldioxidskatt). Ett flertal studier har försökt att kombinera de olika aspekterna, men det finns ingen metod som ger ett entydigt svar kring en utsläppsbana för enskilda länder i linje med Klimatkonventionens principer.²¹

Trots att kostnadseffektivitet ofta har diskuterats som princip för att fördela utsläppsutrymmet så kan dess relevans ifrågasättas. Om ett globalt handelssystem för utsläppsrätter sjösätts (som beskrivs i Parisavtalet artikel 6) så kan ett kostnadseffektivt genomförande tillgodoses oavsett vilket land som tilldelats rätten att släppa ut. Dessutom kan ett sådant system fördela ekonomiska medel för att förverkliga utsläppsminskningarna där det är som mest gynnsamt. Det ska dock nämnas att trots att reglerna för utsläppshandel under Parisavtalet nu är färdigförhandlade så finns det fortfarande frågetecken kring vissa detaljer och hur dessa utsläppsmarknader ska realiseras praktiskt, vilket kan riskera att urholka länders utsläppsminskningssmål om reglerna inte är tillräckligt tydliga²². Om hänsyn även tas till andra rättvisepprinciper, såsom historiskt ansvar och kapacitet att genomföra omställningen, så tenderar utvecklade länder att få störst moralisk skyldighet att minska utsläppen snabbt. Om sådana utsläppsminskningar inte är praktiskt möjliga att genomföra inhemskt så kan dessa beting tolkas som att länderna förväntas finansiera utsläppsminskningar i andra länder i samma omfattning²³.

3.1 Resultat för Sverige givet olika metoder för fördelningen av det globala utsläppsutrymmet

Scenarier som är förenliga med att hålla temperaturökningen under 1,5°C över förindustriell nivå med lågt överskridande, dvs. scenariotyp C1, kan användas för att illustrera hur utvecklingsvägarna skulle se ut om fördelningen av utsläppsutrymmet utgår från en jämlik fördelning av utsläpp per person globalt sett, se Figur 4. Om konvergens-principen tillämpas, känd som *Contraction and Convergence*²⁴, så utgår fördelningen från att respektive lands utsläppsnivå per person startar vid nuvarande nivå och sedan successivt närmar sig ett globalt medel och når det ett visst år. Om landets utsläppsnivå ligger nära det globala genomsnittet per person så fortsätter landets tilldelning att ligga omkring det globala genomsnittet även framöver. Om landets utsläppsnivå däremot är

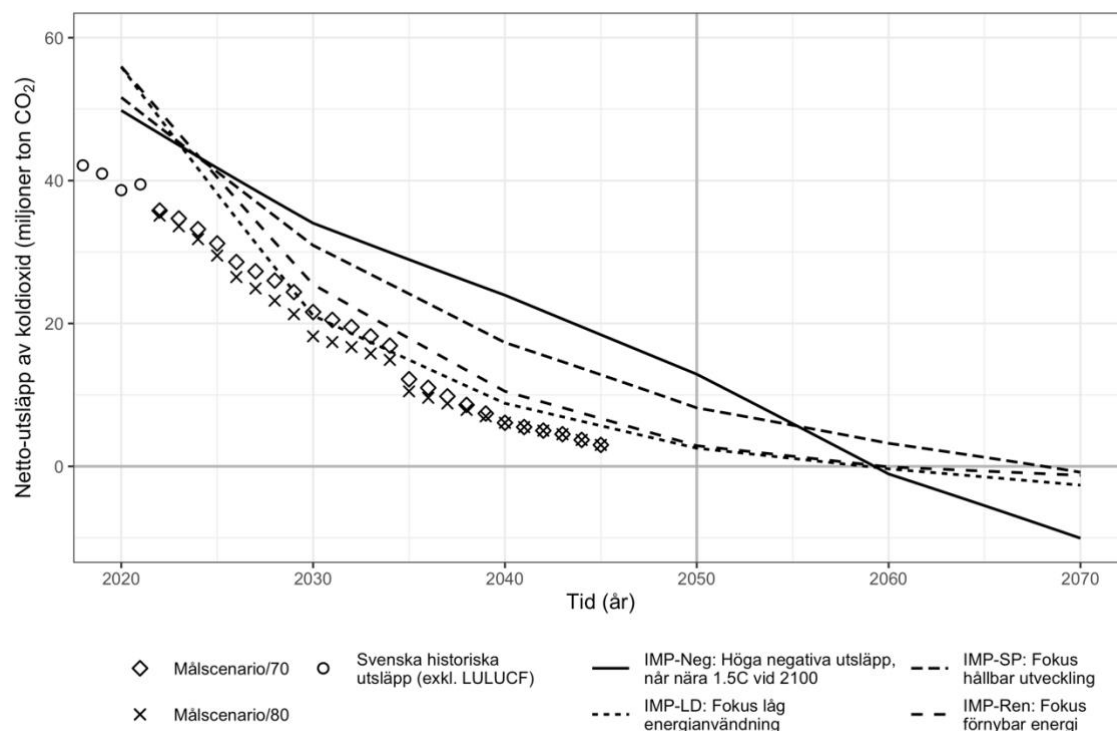
²¹ Höhne, m.fl., 2014. [Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies](#). Climate Policy.

²² International Institute for Sustainable Development, 2021. [Policy Brief: Delivering Climate Ambition Through Market Mechanisms: Capitalizing on Article 6 Piloting Activities](#) and [The Paris Agreement's New Article 6 Rules – The promise and challenge of carbon market and non-market approaches](#).

²³ Höhne, m.fl., 2018. [Assessing the ambition of post-2020 climate targets: a comprehensive framework](#). Climate Policy.

²⁴ Meyer, 2004. [Briefing: Contraction and convergence](#). Engineering Sustainability.

högre än det globala genomsnittet måste landets utsläpp minska mot det globala genomsnittet per person, och vice versa, som uppnås för alla ett visst år.



Figur 4: Beräknade svenska territoriella årliga utsläppsbanor förenliga med globala utvecklingsvägar för att nå Parisavtalets temperaturmål, baserade på IPCC:s typscenarier. Beräkningen baseras på principen jämlika utsläpp per person och år. Notera att svenska utsläpp för år 2021 antas vara 2,1% högre än 2020²⁵ och att den globala budgeten har justerats för internationell bunkring som hanteras internationellt (andelen internationell bunkring för framtida utsläpp är antagen baserat på genomsnittet 2015–2019). Källa: Global Carbon Project²⁶, Naturvårdsverket²⁷, egen omräkning utifrån respektive scenario (IAMC²⁸) och svensk befolkningsprognos (SCB²⁹)

Jämlika utsläpp per person och år har förespråkats både för dess enkelhet och transparens, men även med argument om att atmosfären är en global allmänning som garanterar alla människors hälsa och att den enda relevanta rättvisaspekten därför är jämlika utsläpp per person. Det är alltså en tilldelning av utsläppsutrymme där alla människors ges lika utsläppsutrymme per person (i praktiken sker tilldelning därefter på landsbasis, och detta utsläppsutrymme kan sedan handlas med om så önskas)³⁰. Notera dock att alla fördelningsprinciper som baseras på någon variant av jämlikhet per person är beroende av befolkningsprognoser och därför kan en eventuell målsättning som beslutas utifrån principen behöva uppdateras vartefter befolkningsprognoserna revideras.

De territoriella koldioxidutsläppen per person för Sverige ligger under det globala snittet. De territoriella utsläppen för Sveriges del var 41 miljoner ton CO₂ år 2019 och motsvarar cirka 4,0 ton CO₂ per person. I de globala scenarierna som begränsar temperaturökningen vid 1,5°C nås denna nivå (4 ton CO₂ per person och år) först år 2025, se Sveriges historiska utsläpp i Figur 4. Det kan tolkas som att Sveriges redan låga territoriella utsläpp ger oss lite ytterligare tid innan

²⁵ SCB, 2022. [Växthusgasutsläppen från Sveriges ekonomi ökade 2021](#).

²⁶ Friedlingstein, m.fl., 2022. [Global Carbon Budget 2021](#). Earth System Science Data.

²⁷ Naturvårdsverket, 2021. [Uppdaterade målsценarier som visar hur målen i det svenska klimatpolitiska ramverket skulle kunna nås](#).

²⁸ Byers m.fl., 2022. [AR6 Scenarios Database hosted by IIASA](#).

²⁹ SCB, 2021. [Befolkningsframskrivningar](#).

³⁰ Zimm & Nakicenovic, 2019. [What are the implications of the Paris Agreement for inequality?](#) Climate Policy.

utsläppsminskningar behöver ske, men å andra sidan är de minskningarna som behöver ske därefter så stora att man redan nu behöver agera för att driva ned utsläppen. Hur utsläppsbanan kan se ut för att nå de svenska klimatmålen har analyserats av Naturvårdsverket i en nylig promemoria³¹ där ett målscenario beskriver en rimlig utveckling mot Sveriges netto-noll mål år 2045 samt etappmålen på vägen dit. De kumulativa koldioxidutsläppen för att nå de svenska klimatmålen för 2022–2045 är ca 415 miljoner ton CO₂ för det mer konservativa Målscenario/70 och ca 380 miljoner ton CO₂ för Målscenario/80³². De två målscenarierna illustreras även i Figur 4 – notera att utsläppsnivån 2040–2045 är densamma för båda scenarierna.

Rummukainen m.fl.³³ beräknade år 2011 utsläppsbanan för Sverige förenliga med att hålla den globala uppvärmningen under 1,5°C över förindustriell nivå utifrån Contraction and Convergence som allokeringssprincip. Deras resultat för Sverige var en utsläppsbana enligt följande: minskning om 26% år 2020, 52% år 2030, 74% år 2040 och 93% 2050, jämfört med 1990 och för totala växthusgasutsläpp i koldioxidekvivalenter (exkl. utsläpp och upptag i skog och mark – LULUCF – samt utrikes luft- och sjöfart). År 2020 var svenska territoriella utsläpp 36% lägre än år 1990³⁴, och ligger då under de nivåer som uppskattades som nödvändiga enligt Rummukainen m.fl. Då 2020 var starten för corona-pandemin så kan det vara värt att jämföra med 2019 och då var utsläppen 29% under 1990 års nivå, vilket är i linje med Rummukainen m.fl.:s uppskattning.

Rummukainen m.fl. utgick från ett utsläppsutrymme på global nivå som är något lågt i jämförelse med vad som presenteras i IPCC:s senaste uppskattningar. Rummukainen m.fl. visar på en global koldioxidbudget för 1,5°C med 50% sannolikhet på 700 miljarder ton CO₂ över perioden 2010–2099, vilket kan jämföras med uppskattningen i IPCC:s senaste rapport från första arbetsgruppen³⁵ som är omkring 500 miljarder ton CO₂ efter 2020. Enligt Global Carbon project³⁶ var de globala utsläppen 409 miljarder ton CO₂ över perioden 2010–2019, så med detta i beaktande var koldioxidbudgeten i Rummukainen m.fl. omkring 200 miljarder ton CO₂ lägre än vad som anges i IPCC:s senaste uppskattningar. En trolig anledning till den något låga budgeten i Rummukainen m.fl. är en högre skattning av utsläppen av metan under det 21:a århundradet.

Anderson m.fl.³⁷ gör en uppskattning av hur ett rättvist utsläppsutrymme för Sverige skulle kunna se ut utifrån territoriella utsläpp. De landar i att Sveriges nuvarande utsläppsbudget (utifrån nuvarande territoriella klimatmål) är dubbelt så hög som den borde vara för att vara i linje med Parisavtalets

³¹ Naturvårdsverket, 2021. [Uppdaterade målscenarier som visar hur målen i det svenska klimatpolitiska ramverket skulle kunna nås.](#)

³² Målscenario/80 antar en snabb elektrifieringstakt och att nuvarande reduktionsplikt behålls, vilket leder till 80% minskning av växthusgasutsläppen från inrikes transporter jämfört med 2010 – alltså en ambitionshöjning jämfört med nuvarande mål för inrikes transporter om 70% utsläppsminskning jämfört med 2010. Målscenario/70 utgår från att reduktionsplikten justeras utifrån den ökande elektrifieringstakten och att ambitionshöjningen uteblir. Notera att de koldioxidutsläpp vi redovisar med hänvisning till promemorian approximeras med summan av växthusgaser för sektorerna industri, inrikes transporter, el och fjärrvärme, egen uppvärmning av bostäder och lokaler, och arbetsmaskiner, vars utsläpp till största del består av koldioxid och står för den absoluta merparten av koldioxidutsläppen i Sverige. Detta för att underlätta jämförelser med uppskattningar av koldioxidbudgeten utifrån olika fördelningsmetoder.

³³ Rummukainen, Johansson, Azar, Lagner, Döscher och Smith, 2011. [Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet.](#) SMHI

³⁴ Naturvårdsverket, 2022. [2022 National Inventory Report.](#)

³⁵ 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

³⁶ Friedlingstein, m.fl., 2022. [Global Carbon Budget 2021.](#) Earth System Science Data.

³⁷ Anderson, m.fl., 2020. [A factor of two: how the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways.](#) Climate Policy

temperaturmål. I denna studie utgår Anderson m.fl. från ett temperaturmål på 1,7 grader (vid dess *peak*-nivå). Studien utgår från principen att utvecklingsländer bör ges mer tid att vända sin utsläppskurva, men den tillämpar också *grandfathering* för att fördela det kvarvarande utsläppsutrymmet mellan de klassiska industriländerna (även kallade utvecklade länder). Metoden omfattar alltså två steg där det första antar ambitiösa men genomförbara utsläppsminskningstakter för utvecklingsländer (som är långsammare jämfört med utvecklade länder) efter att de nått sin respektive utsläppstopp. I det andra steget fördelas utvecklade länders budget baserat på principen *grandfathering* (förenklat – ju större nuvarande utsläpp, desto större tilldelad utsläppsbudget). Steg två slår hårt mot Sverige på grund av de förhållandevis låga utsläppen i nuläget jämfört med en del andra utvecklade länder. Sverige får alltså en lägre tilldelning just på grund av att Sverige har minskat utsläppen rejält sedan 1980-talet. Valet att använda *grandfathering* motiveras av hänsyn till inläsningseffekter i fossil infrastruktur och begränsat reformutrymme. Den ger dock samtidigt ett relativt stort utsläppsutrymme till länder som USA som kan anses både ha kapacitet och historiskt ansvar att ta en ambitiösare budget.

Om utvecklade länders utsläppsbudget (i analysen av Anderson m.fl.) istället fördelas utifrån befolkning³⁸ (dvs. lika stort utrymme för alla medborgare i dessa länder baserat på befolkningen år 2019) så skulle Sveriges utsläppsutrymme vara över dubbelt så stort som Anderson m.fl. rapporterar. I det fallet är de uppskattade kumulativa utsläppen om Sverige följer sina territoriella klimatmål inom budgeten (förutsatt att utsläppsbanan följer målscenariot presenterat i Miljömålsberedningens betänkande³⁹ och uppdaterat av Naturvårdsverket⁴⁰). Utifrån det här perspektivet kan alltså Sveriges nuvarande territoriella mål anses vara förenliga med Parisavtalet. Notera dock att Anderson m.fl. utgår från att begränsa temperaturökningen vid 1,7°C i sin studie och att budgeten enligt studien även ska täcka internationell bunkring, vilket kan ta viss del av marginalen i anspråk.

En fördelningsmetod som kan användas för att uppskatta Sveriges koldioxidbudget utifrån historiskt ansvar är jämlika *kumulativa* utsläpp per capita. Den här metoden utgår från principen att alla personer på jorden varje år har en lika stor rättighet till att släppa ut en viss mängd CO₂. Detta utsläppsutrymme per person och år räknas ut som det kumulativa globala utsläppsutrymmet över den period som man vill undersöka (och då inkluderas historiska faktiska utsläpp och framtida kvarvarande utsläppsutrymme), dividerat med summan av den årliga globala befolkningen över samma period. Sveriges koldioxidbudget kan därefter beräknas genom att multiplicera det årliga utsläppsutrymmet per person med Sveriges befolkningens mängd för respektive år. Dessa årliga utsläppsutrymmen summeras sedan över alla år fram till ett slutdatum. Då de flesta rika länder har släppt ut mer per person historiskt sett så blir utsläppsutrymmet för dessa länder i framtiden lägre – förutsatt att jämlika kumulativa utsläpp per capita ska uppnås.

³⁸ Sveriges andel i de 95 miljarder ton CO₂ som Anderson m.fl. uppskattar för utvecklade länder (DD1) blir 707 miljoner ton CO₂ baserat på att Sveriges befolkning (10,3 miljoner år 2019) är 0,74% av befolkningen i DD1 (1,38 miljarder år 2019). Detta utsläppsutrymme för perioden 2020–2045 kan jämföras med de kumulativa utsläppen för att nå de svenska klimatmålen på ca 490 miljoner ton CO₂ för perioden 2020–2045, vilket med marginal får plats i utsläppsutrymmet. De kumulativa utsläppen för att nå de svenska klimatmålen bygger på Målscenario/70 – det konservativa av två målscenarier publicerade år 2021 i en [promemoria av Naturvårdsverket](#). Notera att koldioxidutsläppen här approximeras med summan av växthusgaser för sektorerna industri, inrikes transporter, el och fjärrvärme, egen uppvärmning av bostäder och lokaler, och arbetsmaskiner, vars utsläpp till största del består av koldioxid och står för den absoluta merparten av koldioxidutsläppen i Sverige.

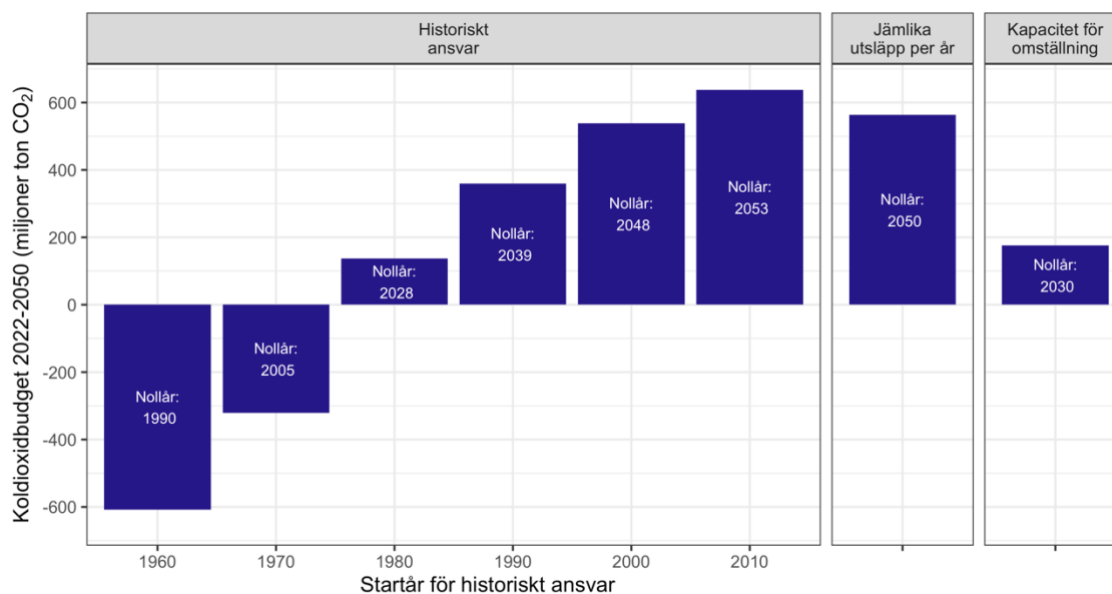
³⁹ Miljömålsberedningen, 2016. [En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige \(SOU 2016:47\)](#).

⁴⁰ Naturvårdsverket, 2019. [Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan](#).

Våra beräkningar bygger på territoriella utsläpp av koldioxid som uppskattats av Global Carbon Project⁴¹ både globalt (inkl. utsläpp och upptag i skog och mark) och för Sverige (exkl. utsläpp och upptag i skog och mark, i enlighet med de svenska klimatmålen). De redovisar territoriella utsläpp av koldioxid för 1959–2020 för Sverige. Data från Global Carbon Project stämmer väl överens med svensk officiell statistik, men det bör ändå noteras att resultaten är illustrativa och de exakta resultaten kan bero på vilket dataset som används samt hur utsläpp och upptag i skog och mark hanteras.

3.2 Sveriges framtida utsläpputrymme med hänsyn tagen till historiskt ansvar

Om den svenska territoriella utsläppshistoriken kombineras med globala scenarier för att begränsa medeltemperaturökningen till 1,5°C kan den svenska koldioxidbudgeten uppskattas utifrån olika startår för det historiska ansvaret, se Figur 5.



Figur 5: Uppskattad koldioxidbudget för Sverige för perioden 2022–2050 utifrån historiskt ansvar för territoriella utsläpp från olika startår samt två andra fördelningsprinciper för utsläppsscenarioet IMP-Ren. Notera att svenska utsläpp för år 2021 antas vara 2,1% högre än 2020⁴² och att den globala budgeten har justerats för internationell bunkring som hanteras internationellt (andelen internationell bunkring för framtida utsläpp är antagen baserat på genomsnittet 2015–2019). Källa: Egen beräkning. Metod: du Pont m.fl.⁴³ Data: Global Carbon Project⁴⁴, IAMC⁴⁵, SCB⁴⁶

Resultaten är beräknade för det specifika utsläppsscenarioet IMP-Ren med fokus på förnybar energi, se Figur 2 och 4, som är ett av de typscenarion som redovisas i IPCC:s tredje arbetsgrupps

⁴¹ Friedlingstein, m.fl., 2022. [Global Carbon Budget 2021](#). Earth System Science Data.

⁴² SCB, 2022. [Växthusgasutsläppen från Sveriges ekonomi ökade 2021](#).

⁴³ du Pont, m.fl., 2016. [National contributions for decarbonizing the world economy in line with the G7 agreement](#). Environmental Research Letters.

⁴⁴ Friedlingstein, m.fl., 2022. [Global Carbon Budget 2021](#). Earth System Science Data.

⁴⁵ Byers m.fl., 2022. [AR6 Scenarios Database hosted by IIASA](#).

⁴⁶ SCB, 2021. [Befolkningsframskrivningar](#).

rapport^{47,48}. Vi utgår från scenariots utsläpp fram till och med 2050 för våra beräkningar. För perioden 2022-2050 har detta scenario kumulativa koldioxidutsläpp på 445 miljarder ton CO₂ (inkl. antropogena utsläpp och upptag av koldioxid i skog och mark), dvs. i nivå med den budget som IPCC uppskattar för att hålla den globala uppvärmningen under 1,5°C med en sannolikhet på 50% enligt sambandet som beskrivs i avsnitt 2.1 och presenteras i Tabell 1. Figur 5 visar även resultat för Sverige givet en fördelning av det globala utsläppsutrymmet enligt landets kapacitet för omställning, vilket förenklat motsvarar en fördelning utifrån ekonomiskt välstånd (BNP per capita i *purchasing power parities*)⁴⁹, och enligt jämlika utsläpp per person och år. Metoderna som används är desamma som i det initiativ som kallas Paris Equity Check⁵⁰ som även redovisar resultat för Sverige om än med historisk statistik fram till 2010.

Om det historiska ansvaret börjar vid 1980 exempelvis så skulle koldioxidbudgeten för Sverige vara 137 miljoner ton CO₂. Det kan jämföras med 563 miljoner ton CO₂ vid en fördelning av det globala utsläppsutrymmet enligt jämlika utsläpp per person och år, se Figur 5. Notera att dessa uppskattningar har gjorts utifrån tillgängliga utsläppsdata. I enlighet med de svenska klimatmålen beaktas inte eventuella nettoupptag av koldioxid i skog och mark i den svenska budgeten.

Om vi antar att utsläppen följer en linjär minskningsbana till att nå noll utsläpp av koldioxid så innebär ett historiskt ansvar som börjar vid 1980 att utsläppen behöver nå noll omkring 2028 snarare än 2045 som i dagens klimatpolitiska ramverk. Motsvarande resultat för ett historiskt ansvar som börjar vid 1990 och 2000 innebär att utsläppen behöver nå noll omkring 2039 respektive 2048 (och en koldioxidbudget om 360 respektive 539 miljoner ton CO₂). Om en linjär minskning från nu till 2045 förutsätts så kan de svenska klimatpolitiska målen ses som förenliga med ett historiskt ansvar som börjar mellan ca 1990 och 2000 för att begränsa temperaturökningen till 1,5°C.

Om en fördelningsprincip som utgår från globalt jämlika utsläpp per person och år från och med nu och framåt istället används så behöver Sverige nå nollutsläpp omkring 2050. Figur 6 illustrerar de linjära utsläppsminskningssbanorna för Sverige från dagens utsläppsnivå till när utsläppen behöver nå noll för respektive fördelningsprincip.

Vilket år som bör ses som startår för det historiska ansvaret är inte självklart. Det går att argumentera för att ett lands befolkning har ett betydande ansvar för vad som hände i landet under de senaste decennierna. Men hur långt tillbaka i tiden går ansvaret och hur påverkas ansvaret om dess invånare inte visste att de beslut som togs ledde till omfattande miljöproblem? Det kan också diskuteras i vilken utsträckning den generation som föddes säg runt år 2000 bör hållas ansvarig för utsläpp som deras föräldrar eller farföräldrar gav upphov till på 1980-talet i samband med exempelvis nöjesresor med bil eller flyg. I liberala västerländska demokratier tillämpar vi normalt sett inte ansvarsprinciper baserade på kollektiv skuld. Å andra sidan är den välfärd vi har i den rika världen idag uppbyggd med hjälp av en omfattande förbränning av fossila bränslen. Alla nuvarande generationer åtnjuter fortfarande fördelarna som dessa fossila bränslen har bidragit med. Det här är en fråga som inte forskningen kan ge entydiga svar på utan det är i grunden en politisk fråga.

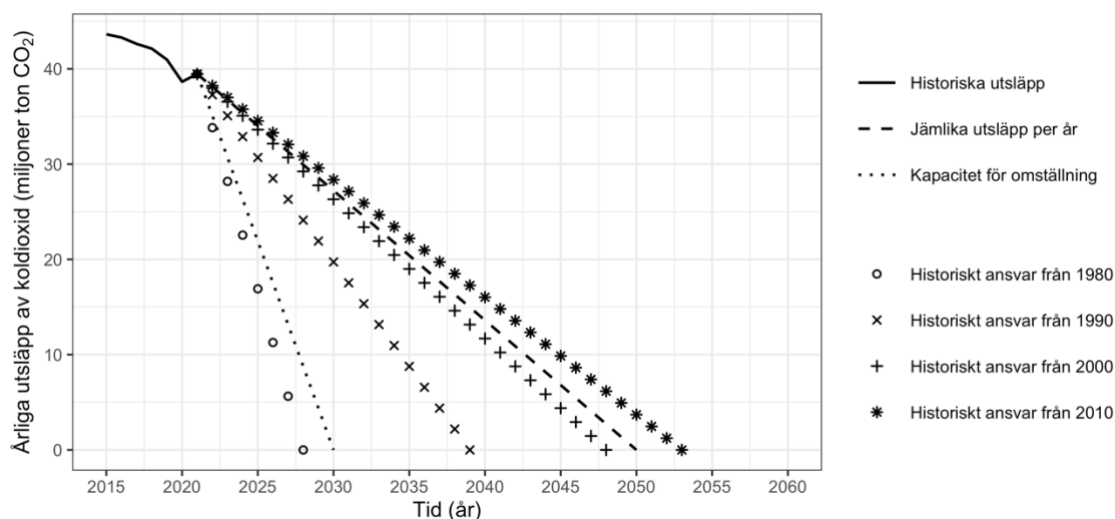
⁴⁷ IPCC, 2022. [Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change](#). Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁴⁸ Global befolkningsdata, samt BNP mätt i purchasing power parity baseras på IIASA:s scenarier för SSP2, [SSP database version 2.0](#).

⁴⁹ Målen för de årliga utsläppen per capita i ett land beräknas som kvoten BNP per capita (enligt purchasing power parity) globalt dividerat med BNP per capita i det aktuella landet multiplicerat med de globala årliga medelutsläppen per capita, dvs ju högre BNP per capita desto lägre mål för de årliga utsläppen.

⁵⁰ Paris Equity Check - [Multi-Equity Map](#)

Det är dock värt att notera att den internationella klimatpanelen IPCC grundades 1988 och den svenska koldioxidskatten infördes i början av 1990-talet, så riskerna förknippade med klimatpåverkan bör ha varit kända i de politiska kretsarna i Sverige sedan åtminstone senare delen av 1980-talet eller tidigare delen av 1990-talet. Samtidigt så kan det vara värt att komma ihåg att IPCC i sin första utvärderingsrapport från år 1990 inte slog fast att den temperaturuppgång man då hade börjat se berodde främst på mänsklig aktivitet⁵¹. I den andra utvärderingsrapporten från 1995 formulerade IPCC sig tydligare till stöd för att människor påverkade klimatet och en huvudformulering löd: *"the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate"*. I 2001 års rapport, den tredje utvärderingsrapporten, blev IPCC ytterligare lite säkrare på sin sak och skrev att huvuddelen av den observerade uppvärmningen sannolikt beror på mänskliga aktiviteter. Det är entydigt att klimatvetenskapen på 1980- och 1990-talet inte var lika välutvecklad som idag, och att det inte gick att tillskriva att klimatförändringarna till största del berodde på våra antropogena aktiviteter med lika stor sannolikhet som vi kan idag. Men samtidigt var riskerna med koldioxidutsläpp kända under 1980-talet, och Klimatkonventionen antagen år 1992 inkluderar dessutom en skrivning om att länderna bör tillämpa försiktighetsprincipen⁵².



Figur 6: Svenska historiska utsläpp av koldioxid 2015–2021 (nivån år 2021 antas vara 2,1% högre än 2020) samt linjära utsläppsbånar till respektive netto-noll år för de olika fördelningsprinciperna för utsläppsscenarioet IMP-Ren. Notera att svenska utsläpp för år 2021 antas vara 2,1% högre än 2020⁵³ och att den globala budgeten har justerats för internationell bunkring som hanteras internationellt (andelen internationell bunkring för framtida utsläpp är antagen baserat på genomsnittet 2015–2019). Källa: Egen beräkning. Metod: du Pont m.fl.⁵⁴ Data: Global Carbon Project⁵⁵, IAMC⁵⁶, SCB⁵⁷

⁵¹ En central formulering i första utvärderingsrapport angående den antropogena effekten var "...emissions resulting from human activities are substantially increasing atmospheric concentrations of greenhouse gases...These increases will enhance the greenhouse effect, resulting on average in an additional warming of the Earth's surface"

⁵² Ur Klimatkonventionens artikel 3: *"The Parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures..."*.

⁵³ SCB, 2022. [Växthusgasutsläppen från Sveriges ekonomi ökade 2021](#).

⁵⁴ du Pont, m.fl., 2016. [National contributions for decarbonizing the world economy in line with the G7 agreement](#). Environmental Research Letters.

⁵⁵ Friedlingstein, m.fl., 2022. [Global Carbon Budget 2021](#). Earth System Science Data.

⁵⁶ Byers m.fl., 2022. [AR6 Scenarios Database hosted by IIASA](#).

⁵⁷ SCB, 2021. [Befolkningsframskrivningar](#).

Som presenterat ovan så är uppskattningarna av det framtida utsläppsutrymmet för Sverige starkt beroende på olika utgångspunkter men resultaten presenterade här ger ändå en indikation om storleksordningen av det historiska ansvaret och betydelsen av olika fördelningsprinciper. Dessa uppskattningar kan användas som utgångspunkt för vidare analyser av en svensk politik som tar hänsyn till de principer som Klimatkonventionen och Parisavtalet grundar sig på.

3.3 Minskningstakter för olika fördelningsmetoder

En siffra som ofta är förekommande i debatten om utsläppsmål är frågan om vilken minskningstakt som krävs. Minskningstakten är intressant eftersom den är enkel att relatera till historiska trender i termer av hur utsläppen har minskat senaste året eller under någon tidsperiod. I klimatdebatten beskrivs utsläppsminskning i procent på två olika sätt: exponentiell minskning och linjär minskning. I EU:s handel med utsläppsrätter används t.ex. en linjär reduktionsfaktor och Europakommissionens ambition är att höja den till 4,2% per år⁵⁸. Vad konsekvensen blir av olika utsläppsbånar har Henryson⁵⁹ analyserat i förhållande till de svenska klimatpolitiska målen och svenska utsläpp som omfattas av EU:s utsläppshandelssystem. Rapporten visar på skillnaderna i kumulativa utsläpp beroende på vilken utsläppsbana som följs.

Det är viktigt att inte blanda ihop exponentiella och linjära minskningstakter. Med en exponentiell minskningstakt så sker det en väldigt snabb minskning av utsläppen initialt, men därefter blir den långsammare eftersom minskningen för varje år sker i relation till föregående år (det som i dagligt tal kallas för ränta-på-ränta). För en linjär minskningstakt så minskar utsläppen långsammare i början (som procent av utsläppen året innan), men därefter ökar den årliga minskningen (som procent av utsläppen året innan). Det sista året försvinner i det fallet samtliga utsläpp som är kvar och då blir ju minskningen 100%. Det är värt att notera att de kumulativa utsläppen för en exponentiell minskningstakt på säg 8% per år är lika stora som de kumulativa utsläppen för en linjär reduktionstakt på 4% per år, vilket även gäller generellt – att en dubbling av en linjär minskningstakt ger motsvarande exponentiella minskningstakt för samma mängd kumulativa utsläpp⁶⁰.

Nedanstående tabell sammanfattar våra resultat som minskningstakter för att underlätta jämförelser med de minskningstakter som används i debatten. I tabellen har Sveriges framtida utsläppsutrymme enligt de olika fördelningsmetoderna, som presenteras i Figur 5, räknas om som både linjära och exponentiella minskningstakter.

⁵⁸ European Commission, 2021. [Fit for 55 package – delivering our 2030 climate target](#).

⁵⁹ Henryson, 2019. [Utsläppsbånar och kumulativa utsläpp – en studie av effekterna av olika utsläppsbånar för de svenska klimatmålen](#). Westander på uppdrag av Klimatpolitiska rådet.

⁶⁰ Sambandet gäller rent generellt – för en exponentiell reduktionstakt på r_e %/år så blir de kumulativa utsläppen lika stora som om man hade använt en linjärreduktionstakt som är hälften så stor, alltså $r_l = r_e/2$. Anledningen till att så är fallet är att de kumulativa utsläppen för den exponentiella minskningskurvan, alltså ytan under utsläppskurvan från nu till oändligheten, är $1/r_e$ multiplicerat med de initiala emissionerna, medan motsvarande yta under den linjära reduktionskurvan är $1/(2 \cdot r_l)$ multiplicerat med de initiala emissionerna. Om r_l är hälften så stor som r_e får vi alltså lika stora kumulativa utsläpp. (Att det inte blir exakt hälften i tabellen ovan beror på avrundning.)

Tabell 3. Linjära och exponentiella minskningstakter för svenska koldioxidutsläpp utifrån olika fördelningsmetoder.

	Linjär minskningstakt	Exponentiell minskningstakt
Jämlika utsläpp per år	3,5%	7,0%
Kapacitet för omställning	11%	22%
Historiskt ansvar från 1980	14%	29%
Historiskt ansvar från 1990	5,5%	11%
Historiskt ansvar från 2000	3,7%	7,3%
Historiskt ansvar från 2010	3,1%	6,2%

Avslutande diskussion

Klimatförändringarna utgör en av de största utmaningarna vi står inför. Om vi på global nivå ska nå de temperaturmål som beslutades i Paris krävs att koldioxidutsläppen minskar och går mot noll inom kommande decennier. Det är en tydlig slutsats som kan dras av IPCC:s kunskapssammanställningar. Men hur detta utsläppsutrymme bör fördelas mellan olika länder är i stort en värderingsfråga som omfattar både länders ansvar för att minska utsläpp och deras förmåga att genomföra minskningen och samtidigt bibehålla en välfärd samt acceptans för den politik som införs.

Utsläppsscenarier presenterade i IPCC:s sjätte utvärderingsrapport som kan anses vara i linje med Parisavtalet ger netto-utsläppsnivåer år 2050 på som högst 2,5 ton och som lägst minus 1,1 ton koldioxid per person i snitt på global nivå (exkl. utsläpp av andra växthusgaser). Spannet beror både på hur Parisavtalets mål tolkas och hur vi tar oss dit. Nivån kan jämföras med de globala genomsnittliga utsläppen av koldioxid på 4,7 ton koldioxid per person och de svenska genomsnittliga utsläppen om 4,0 ton koldioxid per person, båda för år 2019 (exkl. utsläpp och upptag i skog och mark). Summerat från och med år 2022 och framåt återstår ett utsläppsutrymme (s.k. koldioxidbudget) på 420 miljarder ton koldioxid för att begränsa medeltemperaturökningen till 1,5°C med 50% sannolikhet. Hur bör detta utrymme fördelas på världens nationer? Det finns ett antal fördelningsprinciper för att göra det. En intressant sådan är att ta hänsyn till det historiska ansvaret genom att uppnå *jämlika kumulativa utsläpp* per person över tid.

Om det historiska ansvaret börjar 1980 exempelvis och vi vill begränsa temperaturökningen till 1,5°C så skulle koldioxidbudgeten för Sverige vara 137 miljoner ton CO₂ och netto-noll behöva ske 2028 om Sverige minskar utsläppen linjärt från dagens nivå. Ett historiskt ansvar som börjar vid 1990 och 2000 innebär att utsläppen behöver nå noll omkring 2039 respektive 2048 (och ger en koldioxidbudget om 360 respektive 539 miljoner ton CO₂). Det kan jämföras med 563 miljoner ton CO₂ och netto-noll vid 2050 vid en fördelning av det globala utsläppsutrymmet enligt jämlika utsläpp per person (från och med 2022 och framåt). Notera att dessa uppskattningar har gjorts utifrån tillgängliga utsläppsdata och att de inte tar hänsyn till eventuella nettoupptag av koldioxid i skog och mark i Sverige.

Dessa uppskattningar av utsläppsutrymmet för Sverige kan jämföras med hur mycket Sverige kommer att släppa ut om Sverige minskar utsläppen till noll till år 2045 vilket uppskattats till 380–415 miljoner ton koldioxid av Naturvårdsverket. Det innebär att Sveriges nuvarande ambition ligger i linje med en begränsning av medeltemperaturen vid 1,5°C om vi antar att världens återstående utsläppsutrymme fördelas lika per capita, eller med ett historiskt ansvar som börjar på 1990-talet, men inte om det historiska ansvaret sträcker sig längre bak i tiden.

Sverige är ett rikt land. Vi ligger i framkant inom vetenskap, teknik och har en relativt väl fungerande demokrati och välfärdsstat. Sverige har kanske världens bästa förutsättningar att ta tag i utsläppen och visa vägen framåt. Men samtidigt är de utsläpp som Sverige har i ett globalt perspektiv väldigt små. En dryg promille av världens befolkning bor i Sverige och en dryg promille av världens koldioxidutsläpp sker här. Sverige har dock en möjlighet att spela en viktig roll som föregångsland, dels genom att minska sina utsläpp samtidigt som välfärden utvecklas, dels genom att utveckla såväl teknik, konsumtionsmönster samt institutionella ramverk och styrmedel som kan komma få spridning till andra delar av världen och leda till utsläppsminskningar där.

Självklart är det viktigt att ta hänsyn till ny vetenskap, inte minst IPCC:s kunskapssammanställningar, och efter behov justera målsättningar, åtgärder för minskade utsläpp och stöd till andra länder i deras klimatarbete. Men exakt vilka utsläppsmål som ett visst land, som Sverige, bör anta är i slutänden en politisk avvägning. Det mest centrala, oavsett beslutad målnivå, är att minska utsläppen. Om Sverige kan nå nollutsläpp av koldioxid, genom att utveckla och tillämpa nya tekniska lösningar och hållbara konsumtionsmönster, och samtidigt förena det med demokrati och hög välfärd så borde Sverige också kunna inspirera andra länder att göra likadant.