

# KOLDIOXIDBUDGET 2020-2040

## STOCKHOLMS LÄN

BORLÄNGE | GÄVLE | HÅBO | KNIVSTA | RAGUNDA  
SKELLEFTEÅ | SÄTER | VÄSTERÅS | ÅRE | ÖSTERSUND  
BLEKINGE LÄN | JÄMTLANDS LÄN | REGION GOTLAND  
STOCKHOLMS LÄN | SÖDERMANLANDS LÄN | UPPSALA LÄN



## DEL 1 AV STOCKHOLMS LÄNS SLUTRAPPORT I PROJEKTET KOLDIOXIDBUDGETAR 2020-2040 (BERÄKNAT ÅR 2018)

### OM KLIMATLEDARSKAPSNODEN

Klimatledarskapsnoden vid Naturresurser och hållbar utveckling, Uppsala Universitet är sätet för den gästprofessur i klimatledarskap som möjliggjorts genom donation från Zennström Philanthropies. Noden angriper några av de mest utmanande frågorna som mänskligheten ställs inför kopplat till klimatförändringarna och bidrar med att utveckla nya lösningar och till transformativ omställning i skärningspunkten mellan vetenskap, politik och innovation.

### OM RAMBOLL

Teknik för teknikens skull är meningslös. Men rätt använd kan den förbättra både vardagen och världen. Vi kallar det Engineering for life. Ramboll är en samhällsrådgivare som designar framtidens städer och samhällen. Vi drivs av nytänkande lösningar och tror på att ge till samhället. Som stiftelseägt bolag har vi möjlighet att leva efter våra värderingar och arbeta långsiktigt med att skapa hållbara samhällen där människor och miljö blomstrar.

### FINANSIERING

Projektet har finansierats av deltagande kommuner, regioner och län, samt Uppsala Universitet.

### CITAT

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey och Martin Wetterstedt. 2018. *Koldioxidbudget för Stockholms län 2020-2040: Del I (2018)*. Klimatledarskapsnoden, Uppsala universitet, Sverige.

### KONTAKT

För frågor om projektet och rapporten, kontakta projektledaren Martin Wetterstedt, [martin.wetterstedt@ccl.uu.se](mailto:martin.wetterstedt@ccl.uu.se) eller Lars Johansson, [lars.johansson@ramboll.se](mailto:lars.johansson@ramboll.se).

## KOLDIOXIDBUDGETAR 2020-2040

Den globala koldioxidbudgeten är den begränsade totala mängd koldioxid, det utsläppsutrymme, som kan släppas ut till atmosfären för att klara ett visst temperaturmål. Den globala koldioxidbudgeten kan brytas ner, fördelas, i tid och rum, och uttryckas som lokala årliga koldioxidbudgetar. Det är detta arbete som gjorts i detta projekt för svenska kommuner och län år 2020-2040. Därefter måste utsläppen fortsätta att sjunka.

Vid Uppsala universitet finns sedan 2015 en professur i klimatledarskap inrättad. Den finansieras av Zennström Philanthropies. Ambitionen med satsningen är att den ska tackla några av de största utmaningarna klimatförändringarna ställer mänskligheten inför, utveckla nya lösningar samt möjliggöra transformativ förändring i skärningen mellan vetenskap, politik och innovation.

Professor Kevin Anderson var den andra i ordningen att inneha professuren. Han har tidigare bland annat tagit fram en budget för Manchester (Kuriakose et al. 2018), Skottland och för Englands Climate Change Act. Järfälla kommun tog 2017 kontakt med klimatledarskapsnoden (CCL) och undrade om Järfälla kunde få en koldioxidbudget beräknad (Anderson et al., 2017). När projektet var klart tog fler kommuner samt län kontakt med CCL och bad att få budgetar beräknade.

Det stora intresset resulterade i att det under 2018 startades ett projekt, Koldioxidbudgetar 2020-2040, i samarbete med Ramboll, för att beräkna budgetar åt fler kommuner, regioner och län.

Under projektets gång har dialog förts med deltagande organisationer via mail och möten. Mötena har syftat till att behövsanpassa innehållet i rapporterna samt att författarna får ta del av kommunala och regionala perspektiv, kunskaper och erfarenheter.

### Från ord till handling

I och med leveransen av denna rapport har den svenska tillämpningen av koldioxidbudgetar för att guida beslut om klimatåtgärder tagit ett stort steg framåt. Även utanför Sverige händer det mycket inom området och nyligen två stora beslut fattats.

EU beslutade den 13 november<sup>1</sup> att en koldioxidbudget ska bli en del av EU-ramverket för att nå Parisavtalet.

På mer lokal nivå tog Manchester City Council den 14 november beslutet<sup>2</sup> att anta ett koldioxidbudgetramverk som beslutsunderlag till åtgärder för minskad klimatpåverkan. Följande beslutssatser antogs:

- Manchester adopts the Tyndall Centre's proposed targets and definition of zero carbon and includes them formally in the Our Manchester and Manches-

ter City Council policy framework. Namely: a limited carbon budget of 15m tonnes CO<sub>2</sub> for 2018-2100; 13% year-on year reductions in CO<sub>2</sub> from 2018; zero carbon by 2038.

- Manchester recognises that action on climate change is a fundamental part of achieving the city's 2025 vision and objectives. And by taking urgent action to become a zero carbon city, starting in 2018, we will achieve more benefits for Manchester's residents and businesses up to 2025 and beyond.
- Manchester accelerates its efforts to mobilise all residents, businesses and other stakeholders to take action on climate change, starting in 2018.
- Manchester puts in place an action plan and the resources needed to stay within the proposed carbon budget, starting in 2018.

Författarna hoppas att detta projekt och denna rapport på ett tydligt sätt visar vilka mål svenska kommuner, regioner och län bör sätta med utgångspunkt i klimatvetenskap och Parisavtalet. Det är svårt att i historien hitta utmaningar mänskligheten och samhället stått inför av samma dignitet - frågan är tyvärr inte om vi kan undvika klimatförändringar helt, den matchen är redan förlorad, utan hur mycket ytterligare klimatförändring vi kan undvika. Ledarskap behövs nu på alla nivåer i samhället och det lokala ledarskapet är bland de viktigaste, om inte det viktigaste.

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey och Martin Wetterstedt

Uppsala, 27 november 2018



<sup>1</sup> <http://www.europarl.europa.eu/news/sv/press-room/20181106IPR18315/energi-nya-ambitiosa-mal-for-fornybara-energikallor-och-energieffektivitet>

<sup>2</sup> [https://www.manchester.gov.uk/news/article/8076/ambitious\\_climate\\_change\\_target\\_proposed\\_for\\_manchester](https://www.manchester.gov.uk/news/article/8076/ambitious_climate_change_target_proposed_for_manchester)

---

## INNEHÅLL

<b>Koldioxidbudgetar 2020-2040</b>	<b>3</b>
Från ord till handling	3
<b>Sammanfattning</b>	<b>5</b>
<b>Läsanvisning</b>	<b>6</b>
<b>Inledning</b>	<b>7</b>
Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?	7
Om koldioxidbudgetar	7
IPCC:s olika rapporter	8
<b>Stockholms läns koldioxidbudget</b>	<b>9</b>
Inledning	9
Genomgång av budgeten	9
<b>Diskussion</b>	<b>13</b>
Andra växthusgaser	13
Minskningstakten skiljer sig från andra rapporter	13
Rättvis fördelning av åtaganden	14
Inkludering av utsläpp från svenskarnas internationella flygresor	14
Analys av industriella utsläpp, utsläpp från s.k. anläggningar	14
Länsstyrelsens roll	14
<b>Metod</b>	<b>16</b>
Inledning	16
Arbetsgång i arbetet med rapporten	16
Bokföring av utsläpp	16
Fördelning av utsläppsutrymme	16
<b>Referenser</b>	<b>17</b>

---

## SAMMANFATTNING

För att Parisavtalets mål ska hållas, och för att undvika katastrofala temperaturökningar på planeten är vår rekommendation på åtagande att inom Stockholm läns geografiska område, invånarnas inrikes och internationella flygresor inkluderat, bör energirelaterade koldioxidutsläpp minskas med ca 16 % per år beräknat från januari 2020. Kraftiga utsläppsminskningar om möjligt redan under 2019 är att rekommendera och leder till att en lägre utsläppsminskningstakt kan hållas resterande år.

Om alla industriella utsläpp räknas med i regionen kommer Stockholm läns fyra största energirelaterade utsläpp från internationella transporter (4600 ktCO<sub>2</sub>-ekv),<sup>3</sup> inrikes transporter (2400 ktCO<sub>2</sub>), el och fjärrvärme (990 ktCO<sub>2</sub>) och arbetsmaskiner (300 ktCO<sub>2</sub>). Dessa står tillsammans för 95% av de utsläpp vi rekommenderar att länets budget omfattar. Utsläppen från internationella transporter är sannolikt i underkant eftersom dessa fördelas rakt av från nationell till lokal nivå utan hänsyn till olika res- och konsumtionsmönster i olika delar av Sverige. Sannolikt kan omkring 90% av länets energirelaterade klimatpåverkan kopplas till förbränningsmotorer.

I Stockholms län finns fyra anläggningar med stora utsläpp<sup>4</sup> inom el och fjärrvärmeproduktion – Igelsta värmeverk, Bristaverket, Högdalenverket och Värtaverket. Oljeraffinaderiet i Nynäshamn (Nynäs AB) finns också med på listan. Utsläppen från el och fjärrvärmeproduktionen antar vi framförallt täcka den användning av el och fjärrvärme som sker inom länet. Om oljeraffinaderiets utsläpp istället bokförs på nationell nivå uppgår de industriella utsläppen till 129 ktCO<sub>2</sub>.

Utsläppsminskningstakten är högre än de nationella målsättningarna. Minskningstakten måste därför byggas på frivilliga åtaganden genom att samverkan mellan näringsliv, privatpersoner, föreningar och det offentliga ytterligare utvecklas och stärkas, liksom regional och nationell samverkan. Det kan även tänkas att de utsläppsminskningprojekt som sätts på länsnivå faktiskt sätter upp mål som överträffar de som skulle sättas om de endast strikt utgick från nationella mål.

Förutom internationella flygresor inkluderar inte beräkningarna i denna rapport utsläpp som sker som en konsekvens av köpta varor och tjänster (konsumtionsbaserade utsläpp) i andra länder. Dessa utsläpp kan minskas genom minskad användning och val av alternativ med lägre associerade utsläpp i länet – i offentliga och privata organisationer genom kravställande vid upphandling och inköp; bland privatpersoner genom aktiva val utifrån tydlig konsumentinformation.

Den höga minskningstakten tillåter inte att vi väntar på att energieffektivare teknik och mer förnybar energi ska lösa problemet. I närtid måste en snabb omställning ske genom att ransonera, prioritera och effektivisera

energianvändning. Detta kan ske genom att använda nya men ännu inte väl spridda lösningar och genom att samt ta fram nya processer, organisationer och affärsmodeller. Sektorer som inte klarar takten måste i närtid kompenseras av ännu snabbare utsläppsminskningar i andra sektorer.

Ett möjligt nästa steg för Länsstyrelsen är att bjuda in de lokala aktörerna, inklusive invånarna, till en dialog med utgångspunkt i de lokala förutsättningarna och intresset för framtagande av en åtgärdsplan. Åtgärdsplanen bör innehålla åtgärder på kort sikt, till exempel 0–2 år, samt på längre sikt, till exempel 3–5 år, och utvärderas till en början kvartalsvis. Det är viktigt att även kvantifiera och beskriva vilka besparingar och nya jobb- och affärsmöjligheter en snabb omställning leder till, men även lyfta fram risker för så kallade "stranded assets" och diskutera hur dessa ska minimeras. Minskad användning av fossila bränslen kan också leda till minskad sårbarhet från störningar i energiförsörjning.

Det finns idag många goda exempel på kommuner och städer som snabbt ställt om och minskat sin klimatpåverkan. Kommunen är sannolikt den organisation i samhället som bäst skulle kunna samordna den snabba omställning som behövs för att klara Parisavtalet och i detta perspektiv blir länets roll att inspirera och samordna både geografiskt och mellan olika samhällsnivåer. Om åtagandet inte antas och Sverige totalt sätt inte levererar dessa utsläppsminskningar är det svårt att påstå att man följer Parisavtalet, vilket också innebär att vi kollektivt väljer en framtid med mycket kraftiga klimatförändringar som ett resultat av minst 2 grader temperaturökning på jorden.



<sup>3</sup> I denna siffra ingår en höghöjdseffekt från internationella flygresor, därav suffixet "-ekv" som står för ekvivalenter.

<sup>4</sup> Definieras som del av de största anläggningarna som tillsammans står för 90% av Sveriges industriella utsläpp.



## LÄSANVISNING

Denna rapport kommer i två delar, del I och del II. I del I, denna del, redovisas resultatet från beräkningen av länets budget och utsläppsminskningstakt. Del I innehåller även en kortfattad redogörelse för vetenskapen kring koldioxidbudgetar, metoden vi använt, samt en diskussion kring olika aspekter av arbetet. Del I är tänkt att nå en bredare publik utan specifika förkunskaper i ämnet.

Del II av rapporten är skriven på engelska med syfte att läsaren ska kunna följa hur beräkningarna av en budget gått till i detalj men innehåller inga resultat på lokal nivå. Del II utgör också underlag till de kommuner som beställt en rapport.



## INLEDNING

### Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?

Det står utom allt tvivel att människan påverkat och fortsätter att påverka klimatet, framförallt genom användning av fossila bränslen (72%), jordbruk (11%) och förändrad markanvändning (6%, varierar mycket år från år p.g.a. osäkerhet vid beräkning).<sup>5</sup>

I dagsläget har människans aktiviteter sedan förindustriell tid ökat den globala medeltemperaturen med mer än en grad (IPCC 2018). Enligt Parisavtalet har länderna förbundit sig att tillsammans säkerställa att temperaturökningen håller sig "well below 2 degrees Celsius above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase even further to 1.5 degrees Celsius".

Både en 1,5 och en 2 grader varmare planet är dock på många sätt betydligt annorlunda än planeten jorden som vi känner henne idag och medför katastrofala följder för många människor, djur och för ekosystemet i stort.<sup>6</sup> Det finns forskning som visar att det redan vid 1 men framförallt vid 2 graders temperaturökning riskerar att igångsättas självförstärkande effekter som gör att temperaturen fortsätter att öka utom människans kontroll (Steffen et al. 2018).

En annan aspekt av minskade koldioxidutsläpp är möjligheten att få ett samhälle som är mer robust och mindre känsligt för geo-politiska störningar. En omställning bort från fossila bränslen kan också leda till effektivare utnyttjande av ekonomiska resurser i samhället om omställningen även innehåller innovation på systemnivå, till exempel genom nya kollektivtrafik- och mobilitetslösningar.

### Om koldioxidbudgetar

Begreppet koldioxidbudget, i bemärkelsen att det finns ett begränsat global utsläppsutrymme för att kunna hålla oss inom en viss global medeltemperatur är grunden i till exempel IPCC:s arbete och rapporter. På senare år har metoder utvecklats för att på ett rättvist sätt fördela den globala koldioxidbudgeten till olika geografiska nivåer, till exempel länder och kommuner, i form av årliga budgetar (se Anderson & Bows, 2011, Anderson et al. 2017, Kuriakose et al. 2018).

Förutom koldioxid finns det andra klimatpåverkande gaser, så kallade växthusgas, som till exempel metan och lustgas. Anledningarna till att endast koldioxid tas

med i budgeten är i enlighet med IPCCs (2014) konstaterande att "cumulative emissions of CO<sub>2</sub> largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond" på grund av att:

- koldioxid är en stabil växthusgas som inte bryts ner, den kan bara tas upp i biologiska och fysikaliska processer, och ackumuleras därför i atmosfären. Andra växthusgaser som till exempel metan och lustgas bryts ner i atmosfären. Klimatpåverkan från utsläpp av andra växthusgasers ändras därför över tid vilket komplicerar beräkningar. Om dessa upphör att släppas ut klingar effekten av på sikt, till skillnad från koldioxid. Sammantaget gör detta att det är svårare att ta hänsyn till dessa effekter i lokala strategier.
- koldioxid är den växthusgas som det finns mest potential i att på kort sikt kraftigt minska utsläppen av
- koldioxid är den antropogena växthusgas som släpps ut i störst mängd och totalt sett påverkar klimatet mest
- koldioxidutsläpp är relativt lätta att mäta och beräkna på olika nivåer i samhället

Vid beräkning av budgetarna tas också hänsyn till prognostiserade utsläpp från cementproduktion, samt upptag och utsläpp från förändrad mark och skogsanvändning på global nivå, det vill säga, utsläppsutrymme för detta är med i beräkningarna. Hur ansvar från övriga klimatpåverkande utsläpp ska hanteras lämnas utanför denna rapport.

De utsläpp som tas upp här är energirelaterade koldioxidutsläpp, till exempel från industri och transporter, som sker inom er kommun, så kallade territoriella utsläpp.<sup>7</sup> Ett annat sätt att redovisa utsläpp, så kallade konsumtionsbaserade utsläpp, är att summera utsläpp kopplade till varor och tjänster en person eller organisation konsumerat, oavsett var de fysiskt släppts ut. Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp, dvs. utsläpp som sker som en effekt av konsumtion av varor och tjänster var år 2015 enligt Naturvårdsverket 105 MtCO<sub>2</sub><sup>8</sup> ekv, att jämföra med Sveriges territoriella utsläpp på 57 MtCO<sub>2</sub> ekv.<sup>9</sup>

Vi har i detta projekt inkluderat industriella utsläpp i kommunernas budgetar. Ett alternativt sätt att bokföra dessa på är att lyfta ut stora industriella utsläpp till nationell nivå. Det kräver dock en större arbetsinsats rent beräkningsmässigt men också en dialog mellan Sveriges kommuner för att enas specifikt om vilka typer av anläggningar som ska flyttas.

I rapporten har vi också inkluderat utsläpp från invånarnas internationella (flyg)resor.

<sup>5</sup> Siffrorna för utsläpp år 2015, se <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>

<sup>6</sup> Se <https://www.carbonbrief.org/scientists-compare-climate-change-impacts-at-1-5c-and-2c>

<sup>7</sup> Se <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/>

<sup>8</sup> <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/> anger konsumtionsbaserade utsläpp i Sverige år 2015 till 36,56 och i utlandet till 68,47 MtCO<sub>2</sub>-ekv.

<sup>9</sup> <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/?visuallyDisabledSeries=bb-9999096e20671> anger år 2015 Sveriges utsläpp till 56,755 MtCO<sub>2</sub>-ekv.

## IPCC:s olika rapporter

Den globala koldioxidbudgetens storlek i denna rapport baserar sig på IPCCs Assessment Report 6, AR6. I oktober 2018 publicerade IPCC en Special Report, SR15, med en uppdatering kring 1,5 gradersmålet. I denna har IPCC angett att den globala koldioxidbudgeten för att klara 1,5 gradersmålet är större än tidigare beräknat, dock med en stor osäkerhet. Sannolikt

kommer en mer grundläggande analys av detta komma i IPCCs Assessment Report 7. Tills vidare, för att inte behöva riskera att krympa budgeten senare, har vi därför valt att ha kvar AR6 som utgångspunkt vid beräkning av budgetar och utsläppsminskningstakt. Det skulle då potentiellt innebära att utsläppsminskningstakten i denna rapport ökar sannolikheten för att nå betydligt under för 2,0 gradersmålet och att nå 1,5 gradersmålet.



COP 23 – UN Climate Change Conference November 2017. Foto: James Dowson



## STOCKHOLMS LÄNS KOLDIOXIDBUDGET

### Inledning

Vid framtagande av en koldioxidbudget behövs förenklat fyra avgränsningar göras:

- 1) Vilka typer av utsläpp ska tas med – alla växthusgaser, blir då en klimatbudget, eller endast koldioxid?
- 2) Vilka utsläpp ska räknas – de som släpps ut inom länet, så kallade territoriella utsläpp, eller de som släpps ut som en effekt av konsumtion av varor och tjänster eller ekonomisk aktivitet i länet, så kallade konsumtionsbaserade utsläpp?<sup>10</sup>
- 3) Hur fördelas det begränsade utsläppsutrymmet mellan territorier på olika nivåer i samhället, hela vägen från global till kommunal nivå?
- 4) Hur fördelas den beskärda delen av utsläppsutrymmet över tid?

Stockholm läns budget är en territoriell koldioxidbudget med tillägg för utsläpp från internationella transporter inkl. internationellt flyg där höghöjdseffekten av utsläppen även inkluderas. För uppdelning av Sveriges totala budget till länsnivå har metoden suveränitetsprincipen (grandfathering) använts, som grundar sig på historiska utsläpp för att ta hänsyn till befintlig industri- och samhällsstruktur. För mer detaljer kring, och motivering av, metodval se metodavsnittet i denna text samt del II.

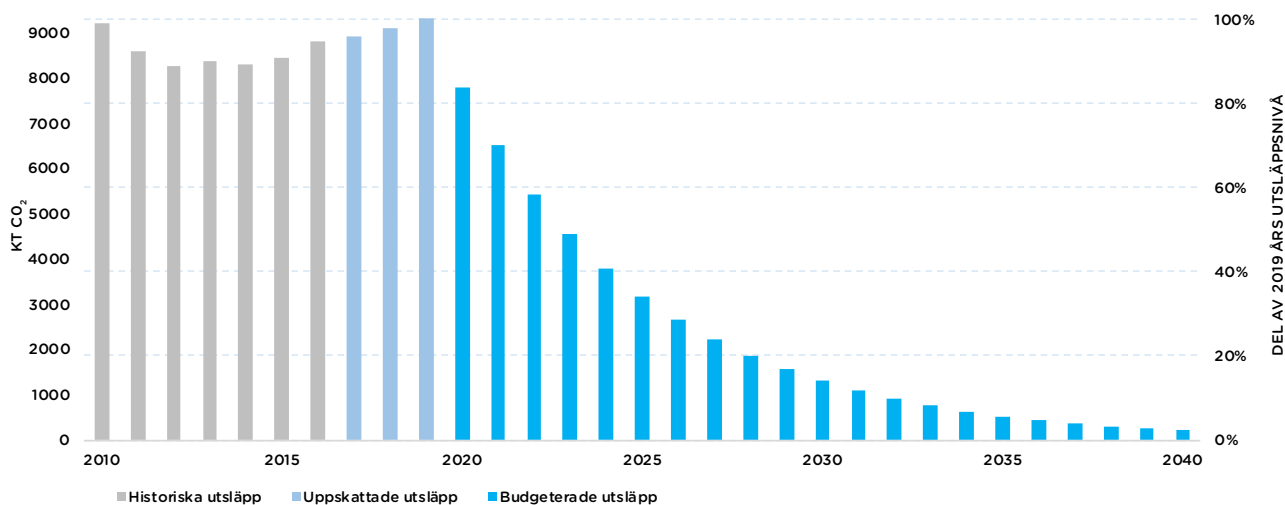
### Genomgång av budgeten

2016 uppgick de direkta utsläppen i Stockholms län till 8800 ktCO<sub>2</sub>-ekv. Utsläppen för åren 2017-2019 (figur 1) består av prognostiserade utsläpp och är svagt ökande på grund av trenden med ökande flygrelaterade utsläpp. Utsläpp år 2020 och framåt följer en årlig utsläppsminskningstakt på 16 % för att Stockholms län ska hålla sig inom sin totala koldioxidbudget.

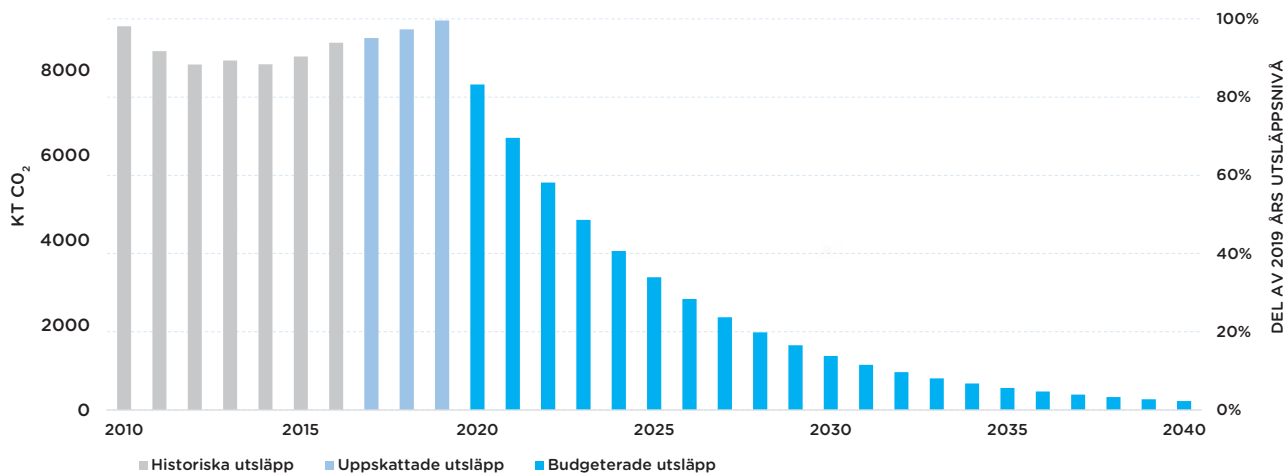


<sup>10</sup> Läs mer om olika sätt att mäta utsläpp hos Naturvårdsverket, <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/>

## HISTORISKA OCH FRAMTIDA UTSLÄPP I STOCKHOLMS LÄN FÖR ATT NÅ 2°C-MÅLET



## HISTORISKA OCH FRAMTIDA UTSLÄPP I STOCKHOLMS LÄN FÖR ATT NÅ 2°C-MÅLET (UTAN OLJERAFFINADERIET)



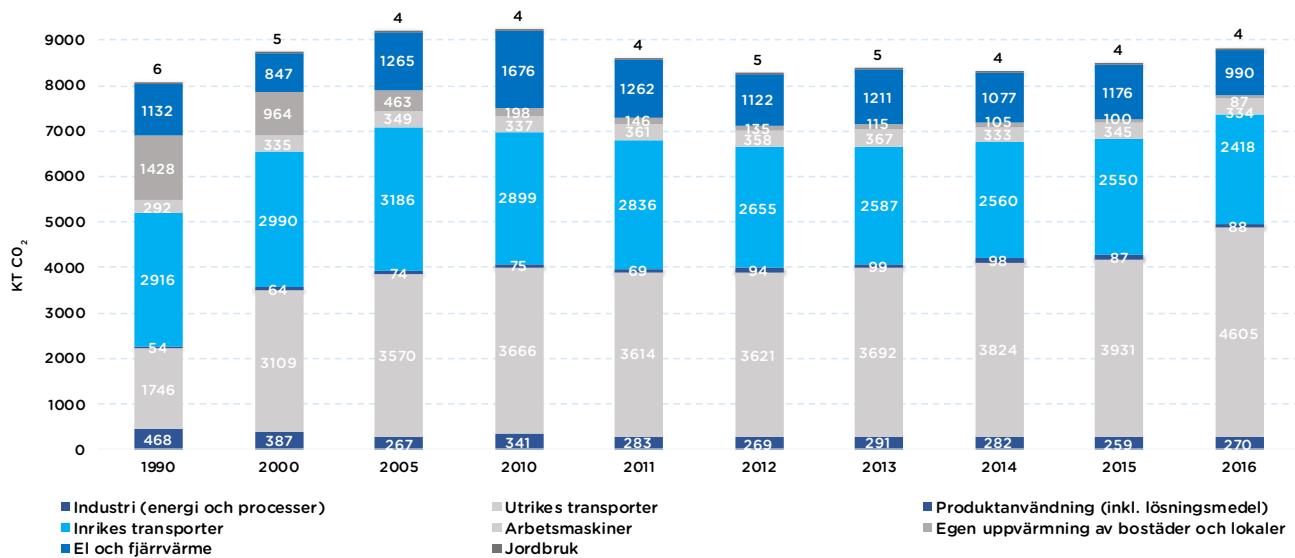
**Figur 1.** Historiska utsläpp 2010–2016, uppskattade utsläpp 2017–2019, samt budgeterade utsläpp 2020–2040 alla utsläpp (överst) samt utan oljeraffinaderiet i Nyhämhamn (underst). Utsläppen föreslås minska med en konstant andel av föregående års utsläpp. Den högra Y-axeln visar utsläpp som procent av basåret 2019.



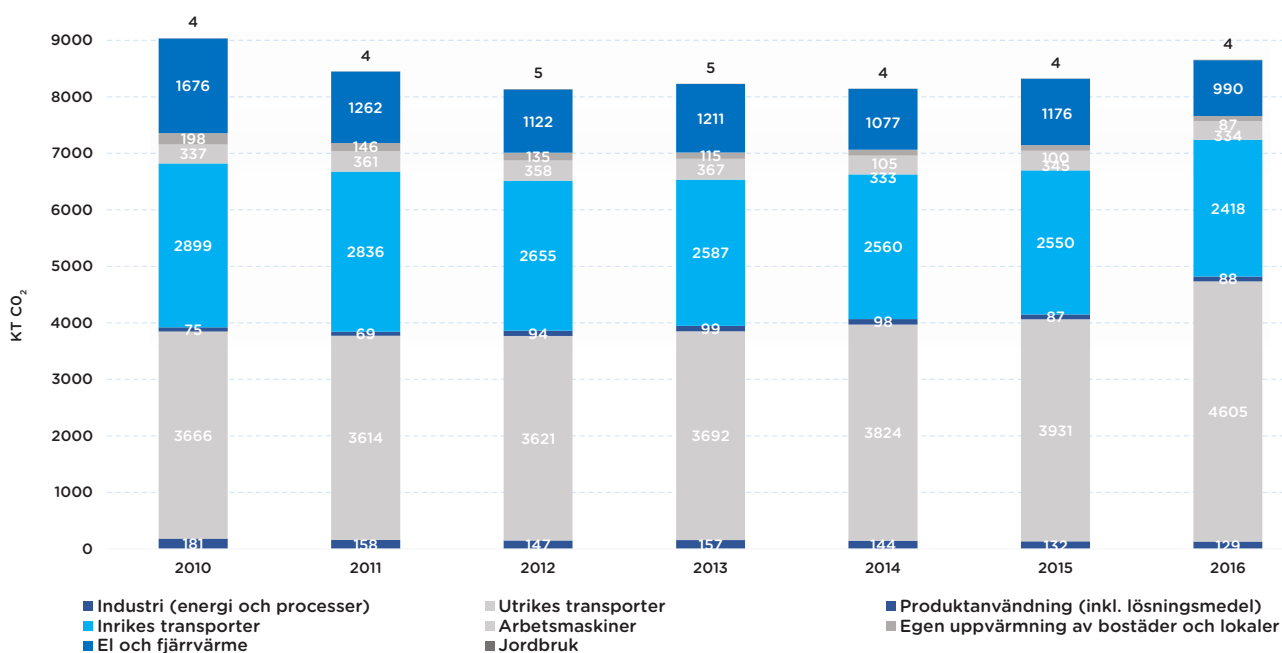
Figur 2 och tabell 1 visar utsläpp över tid. Vad som är bekymmersamt är att andra utsläpp från varor och tjänster, vilka inte beräknas och redovisas specifikt i denna rapport ökat markant sedan 1990-talet, delvis beroende på ökad konsumtion som till större och större del sker i utlandet. Utsläppen från flyg har ökat markant. Viktigt att notera är att vi i rapporten, efter munt-

ligt samråd med delar av Länsstyrelsernas energi- och klimatstrategier, även inkluderat en klimateffekt för att ta hänsyn till att de utsläpp som sker på hög höjd långsiktigt påverkar klimatet mer (Kamb et al. 2016) med en faktor 2,0 (Jungbluth and Meili 2018).

### UTSLÄPP FRÅN OLIKA SEKTORER I STOCKHOLMS LÄN 1990-2016



### UTSLÄPP FRÅN OLIKA SEKTORER I STOCKHOLMS LÄN 2010-2016 (UTAN OLJERAFFINADERIET)



**Figur 2.** Historiska utsläpp i Stockholms län uppdelat på respektive sektor (RUS/SMED) för alla utsläpp (överst) samt utan oljeraffinaderiet i Nyhåshamn (underst). Tillägg har gjorts för de utsläpp som kommer från internationella flygresor oavsett var tankning sker och fördelat dessa per capita. Notera att utsläppen från jordbruk här endast består av koldioxidutsläpp relaterade till maskiner och inte andra växthusgaser.

**Tabell 1.** Utsläpp inom RUS/SMEDs kategorier för utsläpp samt utsläpp från internationella transporter och flygresor (SCB samt Chalmers). Den inkluderade höghöjdseffekten uppgick 2016 till 33% av utsläppen från internationella transporter och flyg, dvs. 1 500 ktCO<sub>2</sub>-ekv.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arbetsmaskiner	337	361	358	367	333	345	334
Avfall (inkl. avlopp)	0	0	0	0	0	0	0
Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	198	146	135	115	105	100	87
El och fjärrvärme	228	294	242	413	58	63	90
Industri (energi och processer)	181	158	147	157	144	132	129
Jordbruk	4	4	5	5	4	4	4
Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)	75	69	94	99	98	87	88
Inrikes transporter	2 899	2 836	2 655	2 587	2 560	2 550	2 418
Utrikes transporter	3 666	3 614	3 621	3 692	3 824	3 931	4 605
<b>Summa</b>	<b>7 588</b>	<b>7 483</b>	<b>7 256</b>	<b>7 434</b>	<b>7 127</b>	<b>7 212</b>	<b>7 753</b>





## DISKUSSION

### Andra växthusgaser

I denna rapport tas endast energirelaterade koldioxidutsläpp upp. Dessa står tillsammans för den största delen av människans klimatpåverkan på klimat, dessutom bryts gaserna inte till skillnad från metan och lustgas. Metan och lustgas påverkan dock på kort sikt klimatet mycket kraftigare än koldioxid. Ett mycket enkelt sätt att minska metanutsläppen på är minskad djurhållning, framförallt boskap. AR5-rapporten som vårt arbete baserar sig på är inte helt tydligt när det gäller antaganden och modellering av andra växthusgaser än koldioxid, därför är det i dagsläget svårt att på samma sätt som för koldioxid göra en metan och lustgasbudget med utgångspunkt i IPCCs arbete. Ifall prioritering är nödvändig är det viktigare att de närmsta åren fokusera på att hålla minskningstakten för CO<sub>2</sub> än för metan och lustgas. Å andra sidan krävs en väldigt liten insats av samhället för att minska utsläpp från kreatur om kreaturshållningen begränsades. Därav torde dessa åtgärder gå att göra parallellt. Andra åtgärder för minskade metan och lustgasutsläpp bör också utredas, men ställas i relation till att koldioxidens långa omsättningstid i atmosfären.

### Minskningstakten skiljer sig från andra rapporter

Den utsläppsminskningstakt som presenteras här skiljer sig och är generellt högre än den som redovisas i andra rapporter. Naturvårdsverket<sup>11</sup> anger 5-8% årligen och den ur Stockholm Resilience Centers sprugna "Carbon Law", kräver en något större minskningstakt. Det är framförallt två parametrar som leder fram till att olika författare kommer fram till olika resultat; 1) hur stor den framtida potentialen till negativa utsläppstekniker antas vara, vilket påverkar den globala koldioxidbudgetens storlek, och 2) hur utsläppsutrymmet ska fördelas på världens länder.

Märk väl att den akademiska enigheten kring sambandet mellan utsläpp av växthusgaser och den temperaturökning det leder till är mycket stor, det är alltså inte det som ger olika resultat i rapporterna.

När det gäller negativa utsläppstekniker, så kallade Negative Emissions Technologies (NETs) (eng.), är vi i vår bedömning mycket restriktiva till att inkludera dessa av flera anledningar. Det är idag vetenskapligt och tekniskt oklart i hur stor omfattning det går att sjösätta

dessa lösningar. Alla lösningar kommer på ett eller annat sätt kräva energi för att bortföra och lagra koldioxid, och där ligger kanske den största utmaningen – vi ska inte bara ställa om hela energisystemet, utan vi ska dessutom hitta extra förnybar energi för att ta upp den koldioxid vi först släppt ut. Skalan på detta gör problemet mycket osannolikt att lösa (Anderson and Peters 2016). Andra sätt att öka upptaget av koldioxid som föreslagits innebär storskaligt skogsbruk, eller plantering av andra växter, vilket har kritiserats för att inte vara förenligt med hur människor idag lever och försörjer sig på dessa platser.<sup>12,13</sup>

Vid beräkning av koldioxidbudgetarna har vi sett att det finns en negativ utsläppsteknik som är mer lovande, lättare och mer rimlig att tillämpa än andra, koldioxidavskiljning vid cementframställning. Vid den sammanvägda bedömningen av utsläpp från cementindustrin har därför möjlig utveckling av denna teknik inkluderats.

Vi ser det som önskvärt att fortsätta forska på olika tekniker för negativa utsläpp. Men, i enlighet med försiktighetsprincipen kan vi inte anta att det kommer att finnas tillgänglig teknik i stor skala som ger mer än ett marginellt tillskott till koldioxidbudgeten.

När det gäller fördelning av det utsläppsutrymme som finns kvar har vi försökt att kvantifiera den formulering som finns i Parisavtalet kring att utsläppsminskningarna ska ske på ett så rättvist<sup>14</sup> sätt som fortfarande är möjligt mellan industrialiserade och industrialiserande länder. Detta tillvägagångssätt är i linje med den internationellt etablerade principen om ett gemensamt men differentierat ansvar ("Common But Differentiated Responsibilities" – CBDR) som klimatkonventionen och Parisavtalet bygger på. Denna princip erkänner de rika ländernas större ansvar utifrån både deras större bidrag till klimatförändringar över tid (historiskt ansvar) och deras större kapacitet att göra något åt det (högre inkomster, existerande infrastruktur, institutioner m.m.). Principen erkänner även de fattigare ländernas rätt till utveckling och de rikare ländernas ansvar att möjliggöra för dessa att både undvika utsläpp genom finansiellt och tekniskt stöd, och till att anpassa sig till effekterna av klimatförändringarna.

För att få full genomslagskraft måste fördelningen fastställas genom att i förlängningen sluta bindande avtal mellan kommuner/städer, nationer och grupper av nationer.

<sup>11</sup> <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2018/redovisn-ru-Langsigtig-klimatstrategi-forslag-Sverige-Parisavtalet-20180427.pdf>

<sup>12</sup> Se <https://workforrain.wordpress.com/2017/04/02/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage-climate-savior-or-goat/> som en introduktion med länkar för fortsatt läsning kring Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS, en av de mest kritiserade NETs.

<sup>13</sup> Se <https://www.project-syndicate.org/commentary/agricultural-investment-or-third-world-land-grab-by-peter-singer> angående problemet med land-grab, som uppstår vid BECCS.

<sup>14</sup> Även med metoden vi använt står industrialiserade länder i stor skuld till de industrialiserande pga. stora ojämlikheter i historiska utsläpp – så fördelningen som använts är en pragmatisk hållning till rättvisa som inte är rättvis. Se del II för fördjupning.

## Rättvis fördelning av åtaganden

För fördelning av åtaganden inom Sveriges gränser har i denna rapport endast metoden grandfathering, använts. Från deltagande kommuner och län har det både framförts argument för att det är bra att använda denna metod och att mer sofistikerade metoder borde användas för att fördela utrymmet.

Det finns flera parametrar som i praktiken påverkar hur möjligheten till utsläppsminskningar uppfattas hos kommunerna och länen, bland annat:

- Från vilka aktiviteter kommer utsläppen ifrån idag – vissa aktiviteter ses som lättare att minska än andra kopplat till tillgänglig teknik m.m.
- Hur ser geografien ut – det är till exempel skillnad mellan stad och land
- Är regionen en tillväxtregion eller avfolkningsregion?
- Hur stor ekonomisk aktivitet sker i regionen, hur ser inkomstfördelningen ut?
- Användning av territoriella utsläpp alternativt konsumtionsperspektivet ger olika bild av utsläppssituationen, bägge är dock väldigt utmanande
- Finns eller finns inte stora industrier i kommunen/länet

Från kommunen som politiskt styrd organisation är kanske ändå kommunens rådighet den fråga som oftast tas upp, och som kommunen ständigt brottas med.

Fördelen med grandfathering är ändå att utsläppsutrymmet baseras på hur stora utsläpp som sker idag, och att alla får samma utsläppsminskningstakt. Nackdelen är att den inte alls kvantifierar förutsättningarna för att göra omställningar. I någon mening kommer varje sätt att fördela åtaganden vara orättvist och missgynna någon kommun eller län i jämförelse med någon annan metod.

## Inkludering av utsläpp från svenskarnas internationella flygresor

Vi har i denna rapport kompletterat den svenska/kommunala/länsvisa territoriella utsläpp med utsläpp från svenskarnas internationella flygresor. I dessa utsläpp har vi även räknat med en så kallade uplift factor<sup>15</sup> på 2,0 som tar hänsyn till den långvariga extra klimatpåverkan som sker som resultat av flygutsläpp på hög höjd.

När en flygresas utsläpp beräknas enligt territoriella utsläpp bokförs det i de länder flyget tankas. För alla fall då passageraren inte flyger direkt från Sverige till destinationen hamnar utsläppen delvis i andra länder, vilket även gäller returreisan. Vi har i detta fall räknat med alla utsläpp förknippade med en resa i enlighet med de som beräknats på Chalmers (Kamb et al. 2016).

Att utsläpp från internationellt flyget överhuvudtaget inkluderas är att potentialen till snabba utsläppsminskningar från flygresor är mycket stor om man i Sverige accepterade att flyga mindre. Flygets omfattning och utsläpp har ökat mycket kraftigt sedan 80-talet och det är viktigt att detta syns i det underlag denna rapport utgör åt kommuner och län.

Minskningstakten vi beräknat blev 16,4% och anges ovan till ca 16%. Metodmässigt kan det förefalla mer konsekvent att inte inkludera svenskarnas internationella flygresor enligt konsumtionsperspektivet. Utan dessa blir takten istället 15,8%, dvs ca 16%.

## Analys av industriella utsläpp, utsläpp från så kallade anläggningar

För att skaffa oss en uppfattning av industriella utsläpp i länet som har en betydande påverkan på Sveriges totala utsläpp från anläggningar har vi använt oss av Naturvårdsverkets<sup>16</sup> (år 2017) data. Genom att sortera anläggningarna efter stigande utsläpp och beräkna de ackumulerade utsläppen från delar av datasetet framkommer det att 11 st anläggningar tillsammans står för 60% av alla utsläpp och att 45 st (23%) står för 90% av alla utsläpp. Det innebär en brytgräns för ett utsläpp per anläggning på minst 65 625 tCO<sub>2</sub>/år, motsvarande 3% av utsläppet från den största anläggningen. Detta urval, 45 st, av anläggningar skulle kunna utgöra en grund i en kommande diskussion kring vilka utsläpp som ska bokföras lokalt i kommunen eller länet, och vilka som bör lyftas till nationell nivå. I denna rapport har två versioner av koldioxidbudgeten gjorts, en som inkluderar alla utsläpp, en som lyft ut utsläppen från lokal till nationell nivå för dessa anläggningar.

## Länsstyrelsens roll

De minskningstakter som vi räknat fram i denna text är mycket högre än de mål som är satta på nationell nivå. Det innebär att kommunerna, i samarbete med näringsliv och civilsamhälle, kommer följa denna på frivillig basis. En möjlig utveckling av projektet vore att initiera en process för att skapa nationell konsensus om att använda koldioxidbudgetar som utgångspunkt i att skapa åtaganden på frivillig basis mellan kommuner, alternativt att arbeta med att ta fram underlag för ett bindande nationellt regelverk. Detta är helt avhängigt av hur olika kommunpolitiker, samt politiker på regional och nationell nivå samt övriga opinionsbildare väljer att förhålla sig till dessa resultat.

Det är viktigt att lyfta fram att om samhället inte väljer att följa det åtagande som här föreslås så innebär det att man istället väljer en värld som blir varmare än 2 grader, med alla dess konsekvenser, och att Parisavtalet inte kommer kunna efterlevas, varken på kommunal, länsvis eller nationell nivå.

<sup>15</sup> Att vi inkluderat uplift-faktorn ger som konsekvens att vi blandar rena koldioxideffekter med andra klimateffekter.

<sup>16</sup> Se <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Sok/>



Eftersom den beräknade utsläppsminskningstaktens storlek skiljer sig så markant från den nationella agendan är det inte troligt att det nationella politiska ramverket kommer anpassas i tid för att på nationell nivå säkerställa utsläppsminskningstakten. Därför är det troligt att ledarskapet från de kommuner och län som anammar målet, i synergi med befintliga konkreta satsningar, strategier och deltagande i nätverk och upphandlingar, många gånger hel- eller delfinansierade med offentliga medel, är nödvändigt för att skapa den omställningstakt som behövs och leda till ökade målsättningar på nationell nivå.

Det finns många goda exempel på att just en kommun eller stad är den effektivaste nivån att tackla många delar av klimatutmaningen på. Kommunen är sannolikt den organisation i samhället som bäst skulle kunna samordna den snabba omställning som behövs för att klara Parisavtalet,<sup>17</sup> och länets roll blir i så fall att bidra i det arbetet på olika sätt.



<sup>17</sup> En mer teoretisk genomgång av vilken nivå i samhället som erbjuder störst potential diskuteras här: <https://doi.org/10.31223/osf.io/feaq5>

## METOD

### Inledning

Rubrikerna nedan innehåller en svensk översättning och i vissa fall nedkortad beskrivning av metodavsnittet i del II. För att underlätta för läsaren hänvisas inom parentes till motsvarande avsnitt.

### Arbetsgång i arbetet med rapporten

I korthet har metoden innehållit stegen nedan. Observera att tom. punkt 6 är budgeten den totala mängd koldioxid som får släppas ut. I punkt 7 omvandlas denna till ett förslag på utsläppsminskningsskurva, dvs. en årlig budget till skillnad från en total budget (1-6):

1. Bestäm vilken typ av bokföring (se nedan) som ska användas – vi har valt territoriella utsläpp samt utsläpp från internationella flyg, inklusive höghöjdseffekten omvandlat till koldioxidekvivalenter.
2. Beräkna hur stor global budget som finns tillgänglig från och med det år (2020) budgeten ska gälla.
3. Dra bort utsläpp från cementproduktion samt mark och skogsanvändning från den globala budgeten.
4. Dra av utsläpp från icke industrialiserade (icke-OECD) länder, med hänsyn tagen till att dessa först får öka sina utsläpp under några år, för att sedan minska.
5. Det kvarvarande utsläppsutrymmet fördelas mellan OECD-länder utifrån någon princip om rättvis fördelning – vi använder både den egalitära och den befolkningsmässiga principen och tog medelvärdet av dessa.
6. Fördela Sveriges utsläppsutrymme till länsnivå baserat på en rättvis fördelningsnyckel – vi valde grandfathering.
7. Omsätt budgeten till årliga budgetar som tillsammans håller sig inom den totala budgeten.

### Bokföring av utsläpp

(Box 1. *Territorial vs Consumption Emissions*, i del II)

Det finns två sätt att mäta utsläpp – territoriellt och konsumtionsbaserat. Vid beräkning av territoriella utsläpp räknar man i vilket land eller område utsläppet sker fysiskt. Vid beräkning av konsumtionsbaserade utsläpp utgår man istället från var den person eller organisation verkar som indirekt orsakar utsläppet. De senaste trettio åren har Sveriges territoriella utsläpp

minskat, samtidigt som det konsumtionsbaserade utsläppet ökat markant, dvs. utsläppen har till större del flyttat utomlands. Metodmässigt är det lättare att använda territoriella eftersom dessa utsläpp är lättare att beräkna. Fördelen är också att när man befinner sig på landnivå, så är den politiska rådhöjden över utsläppen oftast stor. Men, det är viktigt att säkerställa att minskningar i territoriella utsläpp inte beror på att utsläppen flyttar någon annanstans, därför bör man använda sig av båda perspektiven för en fullständig bild.

### Fördelning av utsläppsutrymme

(*Allocation Principles Considered for this Report*, i del II)

Det finns ett antal olika sätt att resonera kring vad som är ett rättvist sätt att dela på utsläppsutrymmet som finns kvar för att klara Parisavtalet. Nedan följer fyra principer som föreslagits (Rose et al. 1998), egalitära principen, suveränitetsprincipen, utsläpparen-betalar samt förmåga-att-betala.

1. Den egalitära principen utgår från att alla personer har samma rätt att släppa ut. Utsläppsutrymmet i ett delområde blir då direkt proportionellt med andelen personer som bor i delområdet jämfört med hela området.
2. Suveränitetsprincipen, grandfathering (eng.), säger istället att det är hur mycket som släpps ut i delregionen som utgör grunden för hur mycket som får släppas ut i framtiden. Om det skiljer sig mycket mellan regioner, till exempel beroende på olika typer av industri, blir detta ett pragmatiskt sätt att beräkna.
3. Alternativet utsläpparen betalar innebär istället att ju mer man släpper ut, desto snabbare ska utsläppsminskningen gå. Till exempel kan man använda inkomsten av utsläpp per capita som parameter för att fördela utsläppsutrymmet.
4. Förmåga-att-betala innebär istället att regioner med hög ekonomisk aktivitet anses ha högre förmåga att minska sina utsläpp, och får därför ta en större andel av utsläppsminskningarna.

För fördelning inom Sverige har vi i rapporten använt metod 2. Vi har också övervägt att inkludera 4, förmåga-att-betala.

## REFERENSER

Anderson, Kevin, and Alice Bows. 2011. "Beyond 'dangerous' Climate Change: Emission Scenarios for a New World." *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 369 (1934): 20–44. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0290>.

Anderson, Kevin, and Glen Peters. 2016. "The Trouble with Negative Emissions." *Science* 354 (6309): 182–84.

Anderson, Kevin, Isak Stoddard, and Jesse Schrage. 2017. "Koldioxidbudget Och Vägar till En Fossilfri Framtid För Järfälla Kommun."

IPCC. 2014. Summary for Policymakers. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.

IPCC. 2018. "IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C - Summary for Policy Makers," no. October 2018. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.

Jungbluth, Niels, and Christoph Meili. 2018. "Aviation and Climate Change: Best Practice for Calculation of the Global Warming Potential." Schaffhausen, Switzerland.

Kamb, Anneli, Jörgen Larsson, Jonas Nässén, and Jonas Åkerman. 2016. "Klimatpåverkan Från Svenska Befolkningens Internationella Flygresor." Göteborg.

Kuriakose, Jaise, Kevin Anderson, John Broderick, and Carly McLachlan. 2018. "Quantifying the Implications of the Paris Agreement for Greater Manchester," no. March: 35. <http://www.mace.manchester.ac.uk/media/eps/schoolof-mechanicalaerospaceandcivilengineering/research/centres/tyndall/pdf/Tyndall-Quantifying-Paris-for-Manchester-Report-FINAL-PUBLISHED.pdf>.

Rose, Adam, Brandt Stevens, Jae Edmonds, and Marshall Wise. 1998. "International Equity and Differentiation in Global Warming Policy: An Application to Tradable Emissions Permits." *Environmental and Resource Economics* 12:25.  
Steffen, Will, Johan Rockström, Katherine Richardson, Timothy M Lenton, Carl Folke, Diana Liverman, Colin P Summerhayes, et al. 2018. "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, August. <http://www.pnas.org/content/early/2018/07/31/1810141115.abstract>.

