

KOLDIOXIDBUDGET 2020-2040

UMEÅ KOMMUN

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

Klimatledarskapsnoden / Naturresurser och hållbar
utveckling / Institutionen för Geovetenskaper
Uppsala Universitet

Del I av Umeås slutrapport i projektet Koldioxidbudgetar 2020-2040 (beräknat år 2019)

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.

Finansiering

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

Refereras som

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey & Martin Wetterstedt. 2018. *Koldioxidbudget för Umeå kommun 2020-2040: Del I (2019)*. Klimatledarskapsnoden, Uppsala Universitet, Sverige.

Kontakt

För frågor om projektet och rapporten, kontakta projektledaren Martin Wetterstedt martin.wetterstedt@ccl.uu.se

Tillgänglig på webben

Rapporten finns för nerladdning på: <http://climatechangeleadership.blog.uu.se/koldioxidbudgetar/>

KOLDIOXIDBUDGETAR 2020-2040

Om projektet

Den globala koldioxidbudgeten är den begränsade totala mängd koldioxid, det utsläppsutrymme, som kan släppas ut till atmosfären för att klara ett visst temperaturmål. Den 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, regioner och län för åren 2020-2040. Efter 2040 måste utsläppen fortsätta att sjunka mot noll.

Vid Uppsala Universitet finns sedan 2015 en roterande gästprofessur i klimatledarskap inrättad. Kevin Anderson, professor vid Tyndall Centre for Climate Change Research i Manchester, var den andra i ordningen att inneha professuren. Kevin Anderson är pionjär inom arbetet med att omvandla den globala koldioxidbudgeten till nationell och lokal nivå och har bland annat tagit fram en budget för Manchester (Kuriakose et al. 2018), Skottland och för England via 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, 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 behovsanpassa innehållet i rapporterna samt att författarna får ta del av kommunala och regionala perspektiv, kunskaper och erfarenheter.

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

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:

- EU beslutade den 13 november¹ att en koldioxidbudget ska bli en del av EU-ramverket för att nå Parisavtalet.
- Manchester City Council beslöt² den 14 november att anta ett koldioxidbudgetramverk som beslutsunderlag till åtgärder för minskad klimatpåverkan.

Citat från Manchesters beslut³:

“Manchester adopts the Tyndall Centre’s proposed targets and definition of zero carbon and includes them formally in the Our Manchester and Manchester City Council policy framework. Namely: a limited carbon budget of 15m tonnes CO₂ for 2018-2100; 13% year-on year reductions in CO₂ from 2018; zero carbon by 2038.”

Manchesters beslut är resultatet av ett långsiktigt samarbete mellan Tyndall Centre och Manchester City.

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.

² www.manchester.gov.uk/news/article/8076/ambitious-climate-change-target-proposed-for-manchester

³ Läs alla beslutssatser här
<http://www.manchesterclimate.com/plan>

Koldioxidbudgetmetodens status

Metoden för att räkna fram koldioxidbudgetar bygger på vetenskapligt granskad forskning – på så sätt uppfyller metoden vissa kvalitetskrav. Men att gå från forskning till tillämpning skapar oftast utmaningar, så även i detta fall. Ju mindre enheter man delar upp utsläppen i desto svårare kan det dessutom bli att bestämma var ett utsläpp ska bokföras. I rapporten har vi varit pragmatiska och använt tillgänglig statistik, även i de fall då vi egentligen skulle velat ha andra mått. Ett exempel på detta är utsläpp från vägtrafik, där vi använt RUS/SMEDs statistik rakt av, vilken redovisar utsläppen som sker på de vägar som finns i kommunen med syftet att visa luftföroreningar. Ett alternativt sätt är att bokföra utsläppen i den kommun där ägaren till ett fordon bor, vilket kanske vore mer intuitivt. Observera dock att kommunbudgetens storlek anpassar sig efter vilka statistiska mått som används och förminskningstakten förblir densamma.

En princip för att välja var utsläpp ska bokföras är var mest rådighet finns över dem. Att bokföras utsläppen i det land de släpps ut är därför rimligt, eftersom nationell lagstiftning, i alla fall i teorin, kan ta ansvar för att få ner dessa. Å andra sidan kan man resonera att den som köper en vara eller tjänst borde belastas utsläppen, det s.k. konsumtionsperspektivet.

Om koldioxidbudgetramverket får ytterligare spridning och genomslag förväntar vi oss att en diskussion kommer uppstå kring hur man inom Sverige ska fördela utsläpp mellan kommuner på bästa sätt. Kanske kommer det finnas behov

för nya statistikprodukter för att både fastställa och följa upp utvecklingen av de kommunala budgetarna. Kanske stora industriella utsläpp, tex. från cement och stålproduktion borde bokföras på nationell nivå istället, och att samhällets aktörer sedan förhandlar om hur stor budgeten för dessa utsläpp för vara, för att inte skapa omöjliga begränsningar på andra sektorer i samhället.

Syftet måste vara att stärka den lokala nivån genom att 1) beräkna fram relevanta målnivåer, 2) hitta statistikmått som i så stor utsträckning som möjligt stärker den lokala nivån både i att förstå sin klimatpåverkan, förstå vad som kan göras och kommunicera detta mellan olika aktörer. Det tredje 3), och kanske viktigaste, men även det mest komplicerade kriteriet, är att budgetarna ska bidra till att prioritera mellan olika potentiella åtgärder.

Den höga utsläppsminskningstakten kan även den skapa behov av nya statistikprodukter där åtminstone prognoser kan skapas t.ex. kvartalsvis för att visa om vi är på väg åt rätt håll.

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

Uppsala, 31 maj 2019

Innehållsförteckning

Koldioxidbudgetar 2020-2040	3
Om projektet	3
Från ord till handling	3
Koldioxidbudgetmetodens status	4
Sammanfattning	6
Huvudsakliga resultat	6
Läsanvisning	7
Inledning	8
Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?	8
Om koldioxidbudgetar	8
Vad är en koldioxidbudget?	8
IPCC:s olika rapporter	9
Umeås koldioxidbudget	10
Inledning	10
Genomgång av budgeten	10
Utsläppskällor och intensitet	10
Diskussion	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 så kallade anläggningar	15
Kommunens kompetens vs. den kommunala kompetensen	15
Metod	16
Inledning	16
Utsläppsstatistik	16
Arbetsgång	16
Bokföring av utsläpp	17
Fördelning av utsläppsutrymme	17
Referenser	18

Sammanfattning

Enligt Parisavtalet ska nationerna som skrivit under säkerställa att den globala temperaturökningen hålls under 2 grader, och eftersträva att den begränsas till 1,5 grader. Enligt avtalet ska detta göras på ett rättvist sätt och på vetenskaplig grund.

Inom Umeå kan det enligt vår beräkning släppas ut 3140 ktCO₂ från 2020 och framåt för att kommunen ska uppfylla sin rättvisa del av Parisavtalet. I Umeå släpptes år 2016 595 ktCO₂ ut. Om utsläppen fortsätter att ligga på samma nivå som idag kommer budgeten att överskridas inom 6 år.

Detta innebär ett åtagande för Umeås geografiska område, såsom för alla Sveriges kommuner och län, att energirelaterade koldioxidutsläpp ska minskas med ca 16 % per år. Detta är beräknat från januari 2020 och inkluderar invånarnas flygresor. Kraftiga utsläppsminskningar redan under 2019 är om möjligt att rekommendera och leder till att en lägre utsläppsminskningstakt kan hållas resterande år.

Umeås fyra största energirelaterade koldioxidutsläpp kommer från utrikes transporter: 249 ktCO₂, inrikes transporter: 164 ktCO₂, el och fjärrvärme: 88 ktCO₂ och industri: 45 ktCO₂, se figur 3.

Den stora utmaningen för en snabb omställning är att rådigheten är spridd över så många olika aktörer i samhället, inklusive medborgare. Vi tror att modeller för samverkan mellan näringsliv, medborgare, civilsamhället och det offentliga ytterligare behöver utvecklas och stärkas, liksom regional och nationell samverkan.

För andra utsläpp som sker som en konsekvens av köpta varor och tjänster i andra länder kan utsläpp minskas genom minskad användning och val av alternativ med lägre associerade utsläpp – i offentliga och privata organisationer genom kravställande vid upphandling och inköp; bland privatpersoner genom aktiva val utifrån tydlig konsumentinformation.

Huvudsakliga resultat

Umeå kommuns koldioxidbudget 2020 och framåt för att nå 2-gradersmålet:
3140 ktCO₂

Utsläppsnivå 2016: 595 ktCO₂

Antal år kvar innan koldioxidbudgeten överskrids: 6 år

Föreslagen förminskningstakt för att nå 2-gradersmålet: **16%**

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 prioritera och effektivisera energianvändning samt uppmuntrandet av beteendeförändring. Detta uppnås genom att utveckla processer, organisationer och affärsmodeller, antingen genom att tillämpa idag tillgängliga men nytänkande lösningar i eller på dessa, alternativt genom att ta fram nya. Sektorer som inte klarar takten måste i närtid kompenseras av ännu snabbare utsläppsminskningar i andra sektorer.

Om den inte redan finns bör en kontinuerlig dialog mellan kommunens aktörer skapas, inkl. invånare, kring de lokala förutsättningarna för utsläppsminskningar och för framtagande av en åtgärdsplan och uppföljningsplan. 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”, det vill säga tillgångar som blir värdelösa i en fossilfri framtid (t.ex. bilar och maskiner som drivs av bensin och diesel), och diskutera hur dessa ska minimeras. Positiva effekter av minskad användning av fossila bränslen är att det kan leda till minskad sårbarhet från störningar i energiförsörjning.

Mellan tummen och pekfingret bör även de konsumtionsbaserade utsläppen minska i samma utsträckning, osäkerhet i statistiken är dock mycket högre, varför vi föreslår att dessa hålls utanför budgeten men följs som en indikator.

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. Det är troligt att just denna typ av *ledarskap* kommer spela en nyckelroll i att initiera en så stor omställning som nu krävs.

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 graders temperaturökning på Jorden.

Läsanvisning

Denna rapport kommer i två delar, del I och del II. I del I, denna del, redovisas resultatet från beräkningen av kommunens 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 regioner och län som beställt en rapport.

Inledning

Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?

Det står utom allt tvivel att människan påverkat och fortsätter att påverka klimatet genom att släppa ut växthusgaser. Detta sker globalt framförallt genom uppvärmning: 31%, transport: 15%, tillverkning: 12%, jordbruk: 11% och förändrad markanvändning och skogsbruk: 6%, varierar mycket år från år på grund av osäkerhet vid beräkning. Tillsammans står energirelaterade utsläpp för 72% av det globala växthusgasutsläppet⁴.

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 väl under 2 graders uppvärmning och siktar mot 1,5 grader (“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 Jordan som vi känner henne idag och medför katastrofala följder för många

människor, djur och för ekosystemet i stort⁵. 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 som till exempel avbrott i oljeleveranser. En omställning bort från fossila bränslen kan också leda till effektivare utnyttjande av ekonomiska resurser i samhället.

Om koldioxidbudgetar

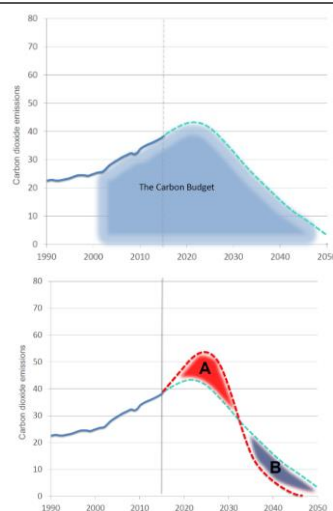
En koldioxidbudget är ett begränsat global utsläppsutrymme för att hålla oss inom en viss global medeltemperatur. Detta begrepp är grunden i till exempel Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):s arbete och rapporter. På senare år har metoder utvecklats för att på ett rättvist sätt fördela den 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).

Vad är en koldioxidbudget?

Koldioxidbudgeten (Carbon budget eng.) motsvarar den mängd (område under kurvan i figuren ovanför) koldioxid som kan släppas ut i atmosfären för att hålla oss till en viss temperaturhöjning.

Om förminskningen skjuts upp (fördröjd utsläppstopp i figuren nedanför, A) leder det till att ännu strängare åtgärder måste vidtas senare i seklet för att kompensera detta (området B). Detta resulterar i en brantare reduktionskurva.

Det är därför kritiskt att stora utsläppsminskningar sker omedelbart genom effektivisering av energianvändning och beteendeförändring, annars behöver framtida bli ännu kraftfullare.



⁴ Siffrorna för utsläpp år 2015, se <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>

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

Förutom koldioxid finns det andra klimatpåverkande gaser, som till exempel metan och lustgas. Det finns flera anledningar till att endast koldioxid tas med i budgeten. 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 slutas 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 också den växthusgas som det finns mest potential i att på kort sikt kraftigt minska utsläppen av. Det är också den antropogena, dvs orsakad av människan, växthusgas som släpps ut i störst mängd och totalt sett påverkar klimatet mest. Koldioxidutsläpp är dessutom relativt lätta att mäta och beräkna på olika nivåer i samhället. Med IPCCs (2014) ord kan det sammanfattas att det är den totala mängden koldioxid som bestämmer i stor utsträckning den globala genomsnittliga uppvärmningen⁶.

Vid beräkning av budgetarna tas också hänsyn till prognostiserade utsläpp från cementproduktion, samt upptag och utsläpp från förändrad mark och skogsanvändning på global nivå. 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 utsläpp⁷. 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, det vill säga, utsläpp som sker som en effekt av konsumtion av varor och tjänster var år 2015 enligt Naturvårdsverket 105 MtCO₂-ekv⁸, att jämföra med Sveriges territoriella utsläpp på 57 MtCO₂-ekv⁹.

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 resor baserat på genomsnittet för riket.

IPCC:s olika rapporter

Den globala koldioxidbudgetens storlek i denna rapport baserar sig på IPCCs Assessment Report 5, AR5. 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 6. Tills vidare, för att inte behöva riskera att krympa budgeten senare, har vi därför valt att ha kvar AR5 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.

⁶ "Cumulative emissions of CO₂ largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond".

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

⁸ <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 MtCO₂-ekv.

⁹ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/?visuallyDisabledSeries=bbb9999096e20671> anger år 2015 Sveriges utsläpp till 56,755 MtCO₂-ekv.

Umeås koldioxidbudget

Inledning

Vid framtagande av en lokal koldioxidbudget behövs förenklat fyra avgränsningar göras:

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

Umeås budget är en territoriell koldioxidbudget med tillägg för utsläpp från internationella transporter inkl. internationellt flyg där höghöjdseffekten av utsläppen även inkluderas¹¹. Utsläppen som redovisas i rapporten, och som ligger till grund för beräkningen av budgeterna, kommer alla, med undantag från internationella flyg, från Nationella emissionsdatabasen (RUS). För uppdelning av Sveriges totala budget till lokalnivå har metoden suveränitetsprincipen (grandfathering) använts. För mer detaljer kring, och motivering av, metodval se metodavsnittet i denna text samt del II

Genomgång av budgeten

2016 uppgick Umeås utsläpp till 595 ktCO₂-ekv. Utsläpp per capita i kommunen ligger på 4,8 ton/person (uppskattning för år 2019).

Umeås historiska utsläpp 2010-2016, har, om man tar hänsyn till internationella flygresor,

Utsläppskällor och intensitet

Umeås fyra största energirelaterade utsläpp i kiloton CO₂: utrikes transporter: 249, inrikes transporter: 164, el och fjärrvärme: 88, industri: 45.

Uppskattade per capita-utsläpp i kommunen 2019: 4,8 ton/person

hållit sig ganska konstant. 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 16,4 % för att Umeå ska hålla sig inom sin totala koldioxidbudget.

Studerar man utsläppen per sektor (figur 2, 3 samt tabell 1) så har utsläpp från egen uppvärmning nästan försvunnit medan utsläpp från flyg ökat kraftigt. Utsläpp från andra sektorer har hållit sig relativt konstant. 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 muntligt 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).

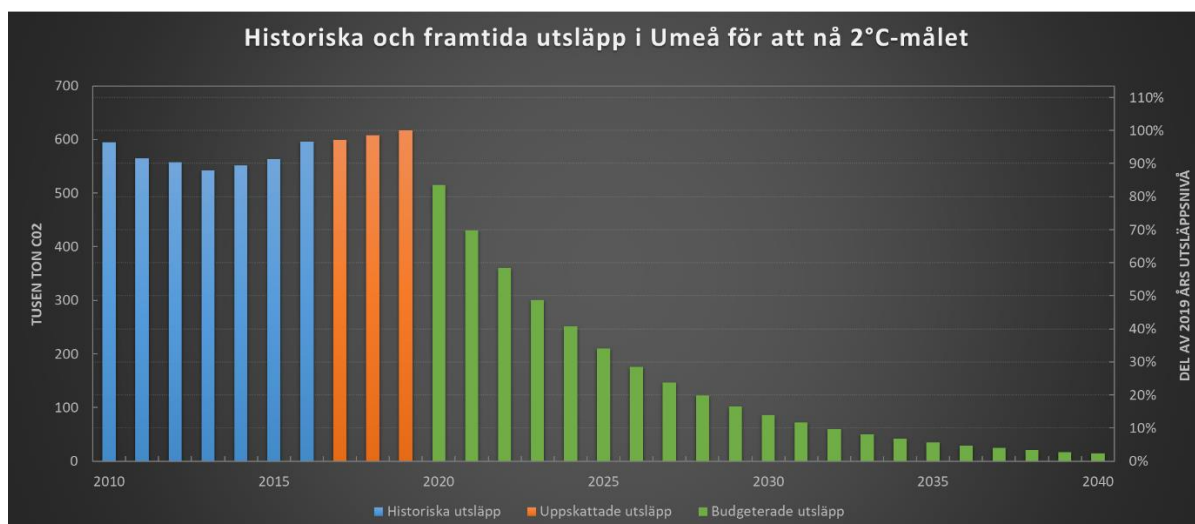
Notera att detta faktorns storlek är mycket osäker, och olika studier anger olika värden på denna. Risker med att tillskriva höghöjdseffekten för stor betydelse är att åtgärder som minskar flygets utsläpp överdrivs och då inte ger förväntad effekt.

¹⁰ 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/>

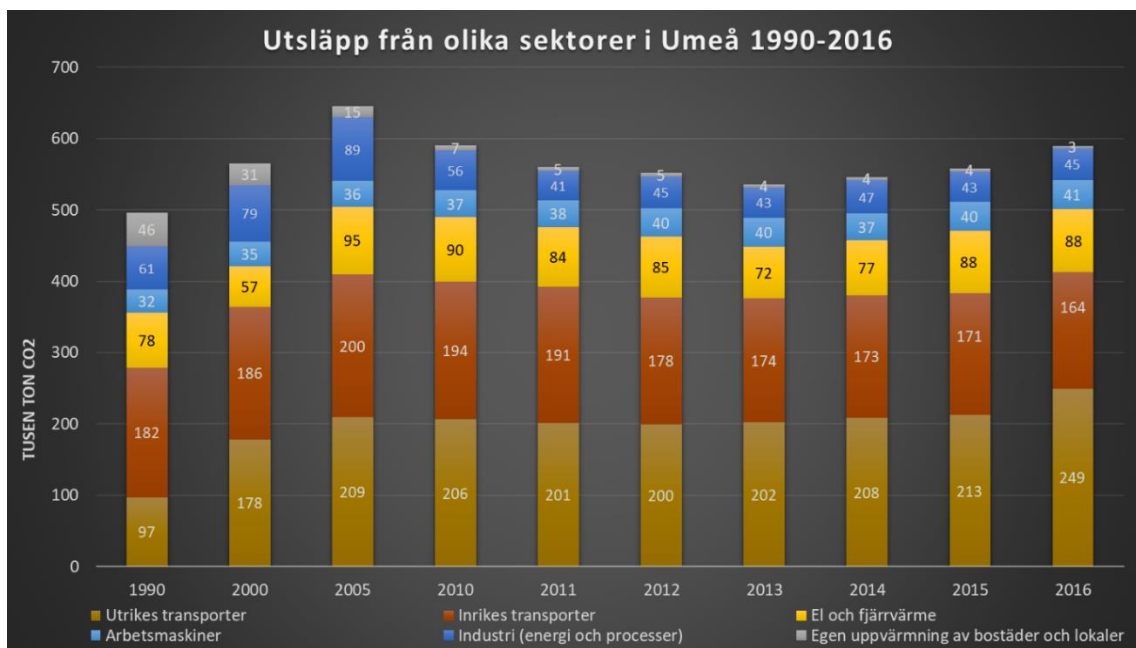
¹¹ Detta bokförs som CO₂-ekv dvs koldioxidekvivalenter. Detta beror på höghöjdseffekten där koldioxidens uppvärmnings potential ökar när den släpps ut högre upp i atmosfären

Tabell 1: Tabellen visar utsläpp inom RUS/SMEDs kategorier samt utsläpp från internationella transporter inklusive svenskarnas hela flygresor beräknat av Kamb et al. (2016). Den inkluderade höghöjdseffekten uppgick 2016 till 33% av utsläppen från internationella transporter och flyg.

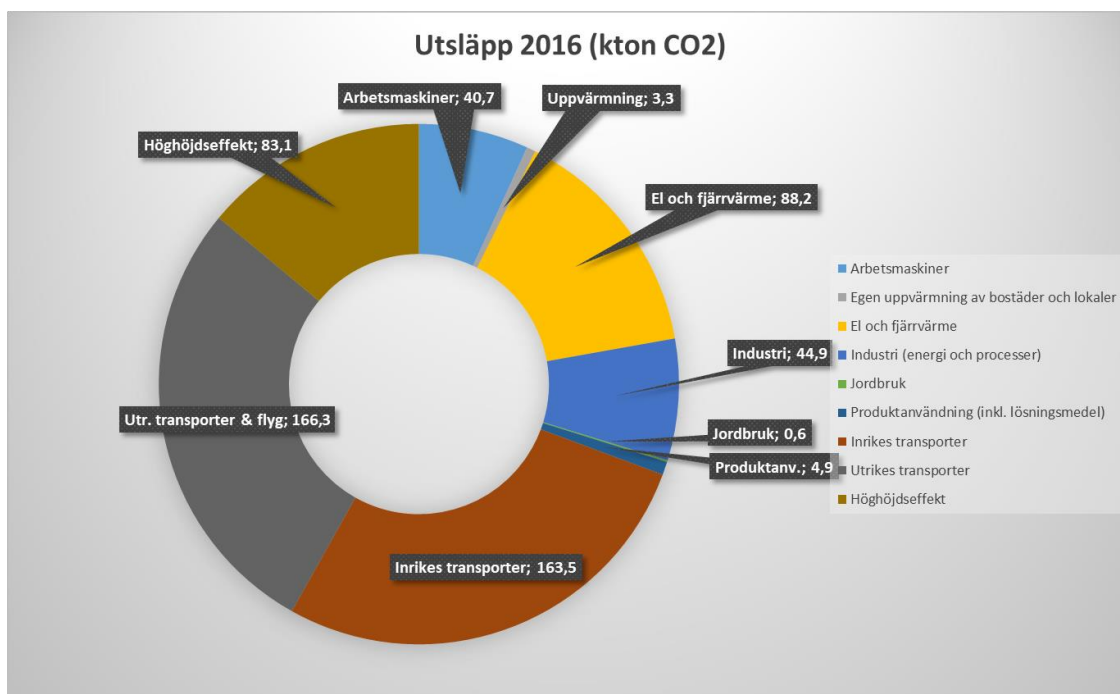
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arbetsmaskiner	31,8	35,0	36,1	37,3	38,0	39,6	40,4	37,4	39,8	40,7
Avfall (inkl. avlopp)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	46,3	31,5	15,3	6,8	4,9	4,8	4,3	4,1	4,0	3,3
El och fjärrvärme	77,7	56,6	95,3	90,1	83,6	84,9	72,5	76,6	87,6	88,2
Industri (energi och processer)	61,2	78,5	88,9	56,4	41,1	44,8	43,3	46,7	43,1	44,9
Jordbruk	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)	3,4	3,8	4,3	4,3	4,0	5,3	5,6	5,5	4,9	4,9
Inrikes transporter	182	186	200	194	191	178	174	173	171	164
Utrikes transporter	97,0	178	209	206	201	200	202	208	213	249
<i>Summa</i>	500	570	650	595	565	558	542	552	564	595



Figur 1. Figuren visar historiska utsläpp 2010–2016, uppskattade utsläpp 2017–2019, samt budgeterade utsläpp 2020–2040. Utsläppen föreslås minska med en konstant del av föregående års utsläpp. Den högra Y-axeln visar utsläpp som procent av basåret 2019.



Figur 2: Figuren visar historiska utsläpp uppdelat på respektive sektor i enlighet med RUS/SME. I utrikes transporter ingår utsläpp som kommer från svenskarnas internationella flygresor, inklusive höghöjdsffekten, oavsett var tankning sker.



Figur 3: Figuren visar utsläpp år 2016 uppdelat på respektive sektor i enlighet med RUS/SMED. Höghöjdsffekten har specificerats som egen kategori för förtydligande, men är i övriga figurer inkluderad i utrikes transporter.

Diskussion

Minskningstakten skiljer sig från andra rapporter

Den utsläppsminskningstakt som presenteras här skiljer sig från den som beräknats av vissa andra författare. 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 skiljer mellan de olika beräkningar.

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^{12,13}.

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 rättvist¹⁴ 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.

¹² 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.

¹³ 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.

¹⁴ 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.

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

Rättvis fördelning av åtaganden

För fördelning av åtaganden inom Sveriges gränser har i denna rapport endast metoden suveränitetsprincipen (grandfathering), använts (se metodavsnittet i denna text samt del II). 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 län, 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
- Graden av och närvaron av utsläppsintensiva industrier i kommunen eller länet, inklusive hur nyetableringar och avveckling bör behandlas

Från kommunen och länet som politiskt styrd organisation är kanske ändå dess 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 territoriella utsläppen med utsläpp från svenskarnas internationella flygresor. I dessa utsläpp har vi även räknat med en så kallade *uplift factor*¹⁵ 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 returresan. 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 flyg 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.

Analys av industriella utsläpp, utsläpp från så kallade anläggningar

För att skaffa oss en uppfattning av industriella utsläpp i kommunen som har en betydande

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

påverkan på Sveriges totala utsläpp från anläggningar har vi använt oss av Naturvårdsverkets¹⁶ data (statistik från år 2017). 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 från stora anläggningar och att 45 st (23%) står för 90%. Det innebär en brytgräns för ett utsläpp per anläggning på minst 65 625 tonCO₂/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. Arbetet med att lyfta vissa kommunala utsläppskällor till regional eller nationell nivå är dock för stort för att rymmas i aktuellt projekt. I denna rapport har vi inte omfördelat utsläpp mellan näraliggande kommuner där fjärrvärmeproduktionen försörjer olika kommuner, både på grund av att det inte ryms inom projektets tidsramar. Endast utsläpp från stora industriella anläggningar har bokförts på nationell nivå.

Kommunens kompetens vs. den kommunala kompetensen

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 och länen, 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 och länen, 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.

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 som anammar målet, i synergi med befintliga konkreta satsningar, strategier och deltagande i nätverk, många gånger delfinansierade med offentliga medel, är nödvändigt för att skapa den omställningstakt som behövs och leda till ökade målsättningar på nationell nivå.

För att försöka vara lite vitsig kan man här ställa kommunens kompetens mot *den kommunala kompetensen*. En stor del av de utmaningar vi står inför ligger i dagsläget utanför *den kommunala kompetensen*, ungefär att likställa med kommunens *rådighet*. Samtidigt 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 Parisavtalet¹⁷.

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

¹⁷ 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.

Utsläppsstatistik

I rapporten används utsläppsstatistik från framförallt Nationell emissionsdatabas (RUS)¹⁸ som kompletteras med utsläpp för *utrikes transporter* från SCB samt *utrikes flyg* vilket beräknats vid Chalmers (Kamb et al. 2016). Utsläppen i RUS och SCB innehåller endast energirelaterade koldioxidutsläpp¹⁹, men utsläppen i rapporten från Chalmers inkluderar även flygets andra klimateffekter. Som förtydligande kan nämnas att kategorin *Jordbruk* endast består av utsläpp från till exempel traktorer, men inte av utsläpp av andra växthusgaser som metan eller lustgas. RUS använder ett produktionsperspektiv, det vill säga, utsläppen bokförs där de produceras (man kan även tänka genereras). Produktionsperspektivet stämmer väl överens med de territoriella utsläpp som rapporten använder sig av. Värt att förtydliga är att *transporter* i RUS syftar på alla inrikes transportrelaterade utsläpp, inklusive inrikes flyg och *utrikes transporter* består av de utsläpp som kopplas fartyg som tankar i Sverige kompletterat med utsläpp från svenskarnas hela flygresor. Se del II för kompletterande information.

Arbetsgång

I korthet har metoden för beräkning av kommunens budget i rapporten innehållit

stegen nedan. Observera att till och med punkt 6 är budgeten den totala mängd koldioxid som får släppas globalt eller uppdelat på land eller länder. I punkt 7 omvandlas denna till ett förslag på utsläppsminskingskurva, det vill säga, 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 koldioxidequivaler.
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 kommun- eller länsnivå baserat på en rättvis fördelningsnyckel – vi valde grandfathering.
7. Omsätt budgeten till årliga budgetar som tillsammans håller sig inom den totala budgeten²⁰.

¹⁸ <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/nationell-emissionsdatabas/Pages/default.aspx>

¹⁹ <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/SiteCollectionDocuments/Statistik%20och%20data/Nationell%20emissionsdatabas/>

Metod-och-kvalitetsbeskrivning-SMED-Rapport-Nr-10-2018.pdf

²⁰ För åren 2017-2019 har vi uppskattat mängden koldioxidutsläpp utifrån tidigare år

Bokföring av utsläpp

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

Det finns två sätt att mäta utsläpp – territoriellt och konsumtionsbaserat²¹. 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, det vill säga, 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 landsnivå, så är den politiska rådigheten 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

(Se även *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 utsläppsutrymme som finns kvar för att klara Parisavtalet. Nedan följer fyra principer som

föreslagits (Rose et al. 1998), egalitära principen, suveränitetsprincipen, utsläpparen-betalas samt förmåga-att-betala.

1. Den egalitära principen utgår från att alla personer har samma rätt att släppa ut. Utsläppsutrymme 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 inversen av utsläpp per capita som parameter för att fördela utsläppsutrymme.
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 kort undersökt möjligheten att inkludera 4, förmåga-att-betala, men valt att inte göra det i denna rapport. Detta medför att alla Sveriges län och kommuner får samma förminskningstakt.

²¹ Vissa inkluderar även produktionsbaserade utsläpp vilket motsvarar utsläpp från alla landets aktörer. I Sveriges fall skulle det motsvara utsläpp från svenska företag och personer både utanför och innanför Sveriges gränser. Se

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

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." Uppsala, Sweden.
- 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. www.esu-services.ch/de/publications.
- 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." Manchester, United Kingdom. <http://www.mace.manchester.ac.uk/media/eps/schoolofmechanicalaerospaceandcivilengineering/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>.