

Rapport | #1

Koldioxidbudget 2022 | Maj

Stockholms län



UPPSALA  
UNIVERSITET

klimat  
sekretariatet

# Forskarnas förord på engelska

## Where are we now?

The past five years have witnessed a suite of key updates in both the political framing and scientific understanding of climate change. Whilst the central message remains unchanged, some of the refinements have implications for the levels of cumulative carbon dioxide that can be emitted, and subsequently for the carbon budgets downscaled to the national and regional level. In addition to these political and scientific refinements, and notwithstanding the Covid-induced drop in emissions during 2020, global fossil fuel use has continued to rise. Perhaps even more disturbing, is how emissions within so-called progressive industrialised nations have remained stubbornly high. Almost seven years on from the 2015 Paris Agreement, no country is even approaching the scale of leadership and action necessary to meet our agreed temperature and equity commitments.

## A chronology of change

Following on from the Paris Agreement and the tightening of the international commitment to “pursue ... 1.5°C” as well as stay “well below 2°C”, the IPCC developed its Special Report on 1.5 (SR1.5). This made clear the devastating scale of climate impacts that would occur at just 1.5°C of warming, and how these were only set to intensify considerably as warming approached 2°C. Building on both the Paris commitments and SR1.5, in November 2019 the EU, on behalf of its (then) 28 member states, declared a “climate emergency”. In May 2021, the G7 Climate and Environment communiqué, followed by the November Glasgow COP26 (and Glasgow Climate Pact), reinforced the need to tighten the mitigation agenda to “keep 1.5°C alive”. Coincident with the clear trajectory of tightening political commitments towards 1.5°C, the IPCC’s Assessment Report 6 (AR6) was published. This report updated the carbon budgets previously presented in SR1.5, providing a new set of values to inform the mitigation agenda.

## So what are the new changes?

The carbon budget values for a good chance of 2°C, as presented in the IPCC’s latest AR6 report are, other things being equal, around 20% larger than those previously presented in SR1.5. There are two key reasons for this. First a small level of ‘earth system feedbacks’ is now included in the headline budgets, with a much larger uncertainty range described (these uncertainties are not included in the headline values). In SR1.5, no such direct inclusion occurred, with the earth system feedbacks provided as a separate value. This change to which feedbacks are (and are not) included has a relatively small but important impact on the level of headline budgets. The second change relates to what is called the climate sensitivity. Here the latest science suggests a slightly lower value than previously thought, i.e. a little more CO<sub>2</sub> can be emitted for any given temperature rise.

However, whilst for a given year the 2°C headline budgets in AR6 are 20% larger than in SR1.5, it is important to understand that the absolute (published) values in the former are for 2018 and the latter for 2020. In these two years an additional 80 billion tonnes of carbon dioxide was emitted, with a similar quantity again emitted between 2020 and 2022.

## What does this mean for Sweden?

The repercussions of these updates for Sweden, is that the carbon budget for a good chance of 2°C from 2022 has changed little from the one we had before for 2020. However, it is important to acknowledge, that improved scientific understanding suggests that the impacts of 1.5°C are set to be more severe than previously anticipated. Consequently, the budget values and mitigation rates presented here should be seen as the absolute minimum that are required if we are to make our fair contribution to the commitments enshrined in the Paris Agreement.

Kevin Anderson and Isak Stoddard, Mars 2022

# Forskarnas förord på svenska

## Var står vi nu?

De senaste fem åren har inneburit en rad viktiga förändringar, av såväl den politiska inramningen som den vetenskapliga förståelsen av klimatförändringarna. Medan det centrala budskapet förblir oförändrat, får en delvis justerad förståelse konsekvenser för vilka nivåer av kumulativ koldioxid som kan släppas ut, och följaktligen för storleken på de koldioxidbudgetar som fördelas till nationell och regional nivå. Utöver den justerade förståelsen, och bortsett från den av Covid-19 påverkade utsläppsminskningen 2020, har användandet av fossila bränslen fortsatt att öka. Kanske ännu mer oroande, är att utsläppen inom så kallade progressiva industriländer envist ligger kvar på höga nivåer.

Nästan sju år efter Parisavtalets undertecknande 2015, har inget land ens närmat sig den grad av ledarskap och handlingskraft som är nödvändig om vi ska efterleva de temperatur- och rättvis-åtaganden som vi har enats om.

## Kontinuerliga åtstramningar av de politiska målen

Efter Parisavtalet och dess åtstramade internationella åtagande att "sträva efter... 1.5°C" liksom att hålla temperaturökning "väl under 2°C", tog IPCC fram sin särskilda rapport om 1.5-gradersmålet (SR.1.5). Där framgick tydligt vilka förödande konsekvenser som redan 1.5°C uppvärmning skulle få för klimatet, liksom hur dessa skulle intensifieras avsevärt allteftersom uppvärmningen närmade sig 2°C. I november 2019, grundat på både Parisavtalet och SR.1.5, utlyste EU klimatnödläge å 28 medlemsländers vägnar. I maj 2021 inskräppte G7-ländernas klimat- och miljökommuniké behovet av åtstramade agendor för att "hålla 1.5° C vid liv", en linje som följdes av COP26 i Glasgow i november (och klimatpakten i Glasgow). Samtidigt med den tydliga åtstramningen av politiska åtagande mot 1.5°C publicerades IPCC:s sjätte utvärderingsrapport (AR6). Denna rapport uppdaterade koldioxidbudgetarna från SR.1.5 och tillhandahöll nya ingångsvärden för omställningen.

## Så vad är nytt?

De koldioxidbudgetar som med god chans når 2-gradersmålet är cirka 20% större i IPCC:s senaste AR6-rapport, än de som tidigare presenterades i SR.1.5. Det finns två huvudskäl till detta. För det första har en liten mängd av 'jordsystemets återkopplingsmekanismer' inkluderats i de övergripande budgetarna, med ett mycket större spann av vidhäftande osäkerhet (denna osäkerhet är inte inkluderad i de övergripande värdena). I SR.1.5, skedde ingen sådan inkludering och återkopplingsmekanismer redovisades i stället separat. Denna förändring genom vilken återkopplingsmekanismer är inkluderade (och inte), har ett relativt litet med betydande inflytande på de övergripande budgetarnas storlek. Den andra förändringen är relaterad till så kallad klimatkänslighet. Enligt de senaste vetenskapliga rönen är denna något mindre än vad man tidigare trott, det vill säga att lite mer CO<sub>2</sub> kan släppas ut för en given temperaturökning.

Notera dock att medan koldioxidbudgetarna för 2°C är 20 % större i AR6 än i SR.1.5 vid ett givet år, så är det viktigt att förstå att de absoluta (publicerade) värdena är beräknade för 2018 i SR1.5, men för 2020 i AR6. Mellan dessa två år har ytterligare 80 Gt koldioxid släppts ut, och ytterligare lika mycket mellan 2020 och 2022.

## Vad betyder detta för Sverige?

För Sverige betyder dessa uppdateringar att en koldioxidbudget som med en god chans når 2-gradersmålet med start 2022, har förändrats något från den vi hade före 2020. Likväl är det viktigt att notera att den förbättrade vetenskapliga förståelsen framställer konsekvenserna av 1.5 graders uppvärmning som värre än tidigare förväntat. Följaktligen ska de budgetar och utsläppsminskningstakter som presenteras här betraktas som ett absolut minimum av vad som krävs om vi ska bidra med vår beskärda del till Parisavtalets åtaganden.

Kevin Anderson och Isak Stoddard, mars 2022

# Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1 Från globala till lokala koldioxidbudgetar	7
1.2 Koldioxidbudgeten som klimatpolitiskt verktyg	7
1.3 Rapportens upplägg	8
1.4 Från engångsprodukt till löpande serie	8
1.5 Område och beställare	8
2. Bakgrund & metod	10
2.1 Koldioxidbudgeten och den större hållbarhetsfrågan	10
2.2 Koldioxidbudgeten och kolcykeln	12
2.3 Från global till lokal koldioxidbudget	12
3. Stockholms läns koldioxidbudget i siffror	19
4. Ett kumulativt perspektiv på utsläppen	22
4.1 Koldioxid som valuta	22
4.2 Att målstyra en volym	22
4.3 Koldioxidbudgeten skiftar tidsperspektivet	24
4.4 Att arbeta i två tidsfönster	25
5. Ett mål som förändras – behovet av uppdateringar	27
Källförteckning	29

## Rapport, koldioxidbudget 2022, Stockholms län

### Om Uppsala universitet

Vid [Institutionen för geovetenskaper](#) bedrivs sedan 2017 ledande forskning om lokala koldioxidbudgetar. Arbetet pågår idag inom det tvärvetenskapliga forskningsprogrammet [Naturresurser och hållbar utveckling](#) (NRHU). Forskningen sker i nära samverkan med [Tyndall Centre vid Manchester University](#) och [Centre for Climate and Energy Transformation](#) (CET) vid Bergens universitet. Forskningen är ofta tillämpad och behovsägarna, som i detta fall främst är Sveriges kommuner, regioner och länsstyrelser, har en viktig roll i de olika forskningsprojekt som bedrivits och som löper idag.

### Om Klimatsekretariatet

Via forskningssamverkan, digitalisering och visualisering bidrar Klimatsekretariatet till att det unga konceptet med lokala koldioxidbudgetar mognar och blir tillämpbart – inte bara som viktig forskning, utan som ett koncept som går att arbeta med i den praktiska klimatomställningen. Vi erbjuder också journalister, miljöorganisationer, föreningsliv och offentlig sektor expertis om konceptet. Ytterligare ett verksamhetsområde är utbildnings- och fortbildningsarbete. Vi är icke vinstdrivande, oberoende och arbetar ofta i bred samverkan i skärningspunkten mellan offentlig sektor, klimatrörelse och akademi.

### Beställare

Rapporten är beställd av Länsstyrelsen i Stockholms län och Region Stockholm.

### Rättigheter

Innehållet i denna rapport uppmuntras att användas och bearbetas i enlighet med CC BY 2.5 SE under förutsättning att metoden för att beräkna koldioxidbudgetarna är densamma som i denna rapport. Referens ska lämnas enligt nedan.

### Refereras som

Heggestad, A., Persson, E. Wallin, E. (2022 / #1). *Rapport Koldioxidbudget Stockholms län 2022*. Rapport. Klimatsekretariatet.

### Kontakt

För frågor som berör forskningen som ligger till grund för denna rapport kontakta Uppsala universitet: Isak Stoddard, [isak.stoddard@geo.uu.se](mailto:isak.stoddard@geo.uu.se) eller Martin Wetterstedt, [martin.wetterstedt@geo.uu.se](mailto:martin.wetterstedt@geo.uu.se)

För frågor om denna rapport kontakta Emma på [emma.wallin@klimatsekretariatet.se](mailto:emma.wallin@klimatsekretariatet.se) Om din kommun, region eller länsstyrelse vill ha mer information, kontakta Anders Heggestad, [anders@klimatsekretariatet.se](mailto:anders@klimatsekretariatet.se)

### Tillgänglig på webben

I verktyget ClimateVisualizer tillgängliggörs Stockholms läns koldioxidbudget. Denna digitala version hålls uppdaterad löpande och kan besökas på: [www.climatevisualizer.com/Stockholms\\_län](http://www.climatevisualizer.com/Stockholms_län)





**7 12 6031 42433**

ÅR TAR DET INNAN  
STOCKHOLMS  
LÄNS  
KOLDIOXIDBUDGET  
ÖVERSKRIDS OM  
UTSLÄPPEN LIGGER  
KVAR PÅ DAGENS  
NIVÅER

PROCENT PER ÅR  
FÖRESLÅS  
STOCKHOLMS LÄN  
MINSKA SINA  
UTSLÄPP FÖR ATT  
LEVA UPP TILL  
PARISAVTALET

TUSEN TON SLÄPPTES UT ÅR  
2019

TUSEN TON ÅTERSTÅR AV  
STOCKHOLMS LÄNS  
KOLDIOXIDBUDGET ÅR 2022 OCH  
FRAMÅT

# 1

## Inledning

---

### 1.1 Från globala till lokala koldioxidbudgetar

Sedan 2015 publicerar IPCC regelbundet beräkningar av vårt kvarvarande globala utsläppstrymme – om vi vill begränsa jordens uppvärmning till 1,5 respektive två grader. Dessa beräkningar brukar kallas IPCCs *globala* koldioxidbudgetar. IPCC inskräper också i såväl sin femte utvärderingsrapport (AR5) och specialrapporten om 1,5-gradersmålet som den helt nya rapporten AR6 att det är våra ackumulerade utsläpp av koldioxid över tid som i huvudsak driver uppvärmningen av jorden.

Budskapet från klimatpanelen är tydligt: vi behöver styra och reglera våra samlade emissioner av koldioxid och förhålla oss till deras senast publicerade globala koldioxidbudgetar – om vi vill ställa om på vetenskaplig grund. När forskare säger att läget är akut betyder det att den globala koldioxidbudgeten är på god väg att ta slut. När de säger att fönstret för att klara målen fortfarande står på glänt betyder det att den trots allt inte är helt förbrukad. Och när Greta Thunberg säger att klimatkrisen handlar om tid (Thunberg 2020), då är det exakt detta hon menar – det återstående utsläppstrymme vi förfogar över krymper.

Detta återstående utrymme kan brytas ner i tid och rum. Resultatet blir lokala koldioxidbudgetar som tillåter länder, regioner och kommuner att se och förvalta en andel av den globala koldioxidbudgeten

över tid. Rätt använd är den lokala koldioxidbudget ett hjälpmedel för att styra och reglera våra kumulativa utsläpp av koldioxid, och därmed att agera på den logik som driver uppvärmningen av jorden.

### 1.2 Koldioxidbudgeten som klimatpolitiskt verktyg

Trots att budskapet från klimatpanelen är så tydligt är det faktiskt också ganska nytt. Det är först i och med publiceringen av sin femte utvärderingsrapport, AR5, år 2014 som IPCC anlägger detta tydliga fokus på vikten av att koldioxidbudgetera. Det är också vid denna tid som konceptet börjar sin vandring ut från forskningens korridorer och in i idédebatt och politik på allvar.

Här i Sverige ligger vi idag långt fram på lokal nivå. Ett snabbt växande antal kommuner, regioner och länsstyrelser har de senaste tre åren valt att beräkna egna koldioxidbudgetar. Dessa lokala koldioxidbudgetar beskriver inte bara en tuffare klimatomställning än den som beskrivs via det nationella klimatpolitiska ramverket. De föreslår en i grunden nytt tillvägagångssätt för hur vi ska tänka, planera och följa upp omställningsarbetet. De visar att faktorn tid har en djupare och mer tvingande betydelse än vi kanske velat tro. De visar dock inte bara att det vi gör i ett kort tidsfönster om några få år får ett förvånande stort inflytande på våra möjligheter att ställa om imorgon. De visar också att

om en aktör ökar sina utsläpp eller dröjer med att ställa om så inkräktar detta på andras möjlighet att släppa ut eller ställa om i tid. De visar på behovet av att prioritera med starkt fokus på samhällsnytta.

Med en gemensam och ändlig utsläppsvolym till vårt förfogande uppstår alltså nya och starka samband och beroenden i tid och i rum som koldioxidbudgeten synliggör, men faktiskt också hjälper oss att planera för på ett rationellt och kostnadseffektivt sätt. Ytterst visar koldioxidbudgeten upp klimatomställningen sådan den är beskaffad naturvetenskapligt. Den saknar gränser eftersom vi alla lever under samma himmel. Och med samma globala koldioxidbudget att förvalta. Den handlar om att avbryta våra utsläpp av koldioxid helt inom ramen för en koldioxidbudget och att fördela denna rättvist. Vi behöver samtidigt ta en stor hänsyn till kostnader och samhällsnytta när vi förvaltar och fördelar vår återstående utsläppsvolym; vår lokala koldioxidbudget.

### 1.3 Rapportens upplägg

Rapport är indelad i fem huvudkapitel. I kapitel 2 ger vi en bakgrund till koldioxidbudgeten samt sammanfattar den metod som ligger till grund för beräkningen av Stockholms läns koldioxidbudget. Kapitel 3 sammanfattar Stockholms läns koldioxidbudget i siffror, med fokus på nyckeltal. För den som

vill se detaljerade siffror och och fördjupa sin förståelse för ingående data hänvisar vi till [Stockholms läns digitala koldioxidbudget](#). I kapitel 4 lyfter vi fram de centrala insikter som koldioxidbudgeten medför, för att i kapitel 5 ge några förslag på hur dessa kan omsättas i Stockholms läns arbete med sin koldioxidbudget.

### 1.4 Från engångsprodukt till löpande serie

Tidigare rapporter som levererats i samband med att en lokal koldioxidbudget upprättats har varit engångsprodukter. I och med uppdateringen till AR6 introducerar vi från Klimatsekretariatet en ny tjänst, med löpande uppdateringar av rapporter i samband med ny data eller annan värdefull information som vi vill delge våra anslutna kommuner, regioner och länsstyrelser. Denna rapport är nummer 1 i en serie löpande uppdateringar av rapporter om lokala koldioxidbudgetar.

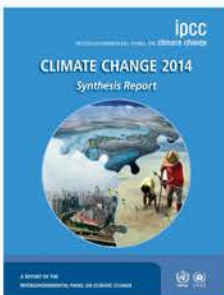
### 1.5 Område och beställare

Koldioxidbudgeten i denna rapport avser det geografiska området för Stockholms län och är beställd av Länsstyrelsen i Stockholms län och Region Stockholm.



# Ackumulerade utsläpp av koldioxid driver den globala uppvärmningen

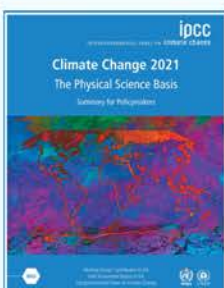
Det råder idag en stark vetenskaplig konsensus om att våra totala utsläpp av koldioxid över tid avgör och driver uppvärmningen av jorden. Istället för *totala* används ofta orden *ackumulerade* eller *kumulativa* utsläpp av koldioxid, vilket fäster fokus på att våra utsläpp ackumuleras i atmosfären. Här ser vi ett urval citat från FNs klimatpanels (IPCC) tre senaste större rapporter som gavs ut mellan åren 2014 och 2021.



“Ett flertal vetenskapliga perspektiv indikerar en stark, ihållande och nästan linjär relation – i alla scenarion IPCC tittat på – mellan ackumulerade utsläpp av koldioxid och beräknad global temperaturförändring fram till 2100.” (IPCC 2014 / AR5)



“Att begränsa den globala uppvärmningen kräver att vi begränsar de totala kumulativa globala utsläppen av koldioxid från mänskliga aktiviteter räknat från förindustriell tid, det vill säga, att hålla oss inom en total koldioxidbudget (hög konfidens).” (IPCC 2018 / Global Warming of 1.5 °C)



“Att begränsa den av människan orsakade globala uppvärmningen till en specifik nivå kräver, från ett fysiologiskt perspektiv, att begränsa våra kumulativa utsläpp av koldioxid, och att åtminstone nå nollnettoutsläpp, samt att starkt reducera utsläppen av andra växthusgaser.” (IPCC 2021 / AR6)

# 2

## Bakgrund & metod

---

### 2.1 Koldioxidbudgeten och den större hållbarhetsfrågan

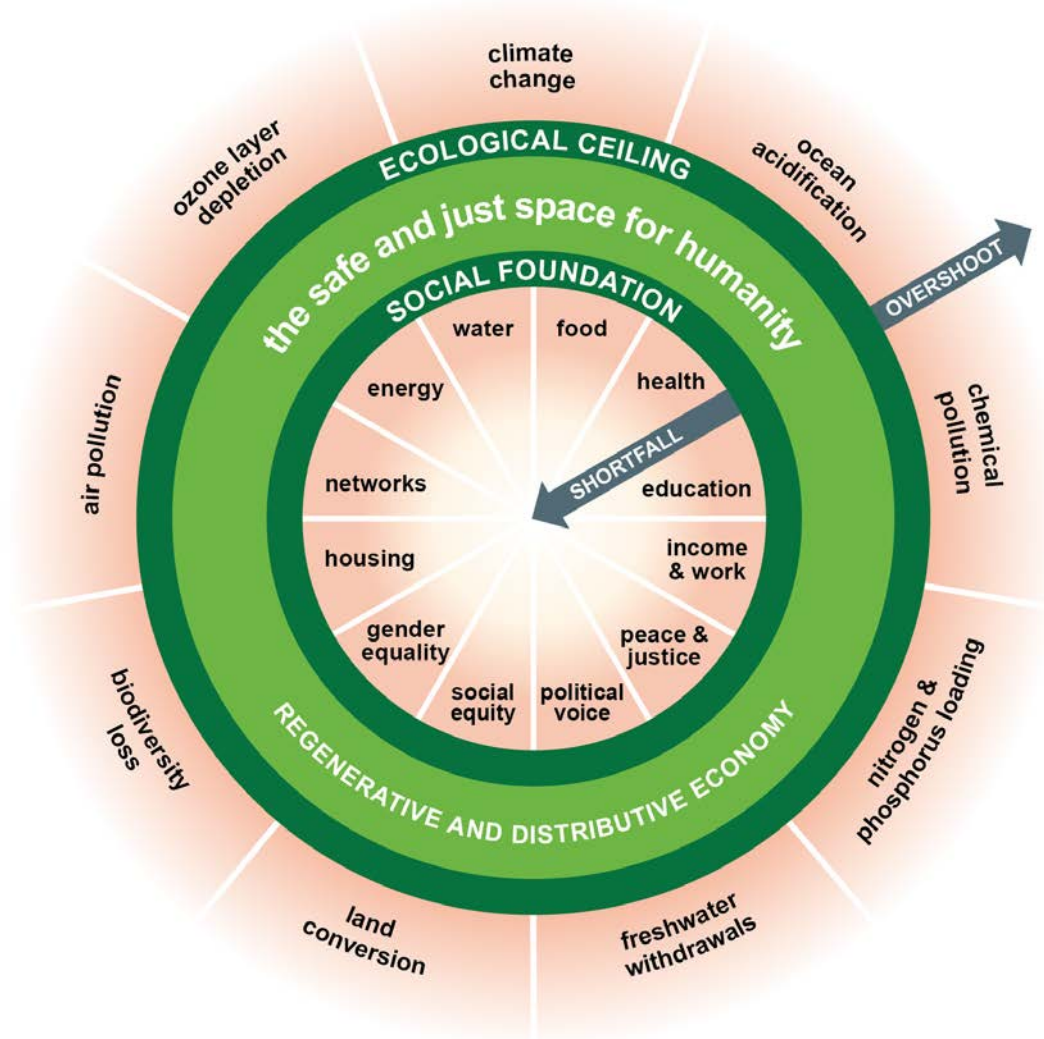
En allt vanligare tankemodell för att närma sig den globala hållbarhetsfrågan är genom så kallad *Donut-ekonomi* (Doughnut economics). Donutmodellen är framtagen av ekonomen Kate Raworth (Raworth 2017 och Raworth 2021), och används för att utvärdera hur väl en ekonomi lyckas tillgodose mänskliga behov – av bostad, mat, hälsa, utbildning, demokrati, jämlikhet, etc – utan att överskrida de planetära gränserna – stabila klimat, biologisk mångfald, friska hav med mera.

Donutmodellen definierar människans livsutrymme som det tillstånd där alla människors grundläggande behov tillgodoses utan att någon av de planetära gränserna överskrids. Enligt donutmodellen är måttet på en välfungerande ekonomi att vi håller oss inom detta livsutrymme. I dagsläget lever många människor med ett underskott av basala förnödenheter, medan andra lever i överflöd på bekostnad av jordens resurser. För att lösa den globala hållbarhetsfrågan måste vi sprida välstånd till fler på samma gång som vi blir mer sparsamma med planetens tillgångar.

En global koldioxidbudget kan beskrivas som ett mått på den pusselbit som rör klimatförändringarna. Den beskriver den maximala volym koldioxid som kan släppas ut om vi vill begränsa jordens temperaturökning till en viss nivå. Om vi överskrider en global koldioxidbudget, som (i

enlighet med Parisavtalet) håller jordens temperaturökning *väl under två grader*, riskerar vi att rubba den balans som är förutsättningen för såväl människans som otaliga andra arters liv på jorden. Även 1,5 graders temperaturökning medför betydande risker. Å andra sidan, om vi tvärt avbryter alla aktiviteter som medför koldioxidutsläpp idag, skulle många av våra samhällen kollapsa. Idag är merparten av jordens befolkning beroende av fossila bränslen för att få sina grundläggande behov tillgodosedda.

Utmaningen som klimatkrisen ställer oss inför inramas därför väldigt väl av en koldioxidbudget. Den ytterligare volym CO<sub>2</sub> vi släpper ut får inte bli så stor att vi överskrider den planetära gränsen för stabila klimat. Varje insparat ton har ett värde. Samtidigt får samma mängd inte begränsas i en omfattning som riskerar att strypa människors tillgång till basala förnödenheter. Som vi ska se längre fram i detta kapitel, är beräkningen av Stockholms läns koldioxidbudget förankrad i precis detta slags överväganden.



## Figur 1 Donutmodellen

Den inre cirkeln representerar underskott på basala mänskliga behov. Den yttre, ett överskridande av planetära gränser med konsekvenser som klimatförändringar, massutrotning och försurning av haven. Den mellersta gröna cirkeln är mänsklighetens livsutrymme, om hänsyn tas till både den yttre och den inre dimensionen.

Källa: Designed for Kate Raworth, *Environmental doughnut infographic*, hämtad från: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Doughnut\\_\(economic\\_model\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Doughnut_(economic_model).jpg) (2022-02-30)

## 2.2 Koldioxidbudgeten och kolcykeln

Koldioxid (CO<sub>2</sub>) i atmosfären bildar tillsammans med andra växthusgaser ett slags täcke av partiklar som försvagar jordens reflektion av solens strålar tillbaka ut i rymden. Denna så kallade växthuseffekt värmer upp planeten och är en förutsättning för allt liv på jorden.

Koldioxid ingår som en integrerad del i den naturliga kolcykeln. Levande organismer binder kol, och avger koldioxid genom respiration. Döda organismer avger också koldioxid till atmosfären genom mikrobisk nedbrytning, oxidering och förbränning. Genom fotosyntes suger växter upp koldioxid ur atmosfären, binder kolet och avger syre, som andas in av djur, förenas med kol och andas ut som koldioxid. På detta sätt färdas kolatomer i en cykel – som delar av koldioxidmolekyler i atmosfären, som bundet kol i levande och döda växter och djur och tillbaka till atmosfären igen.

En del organiska rester undgår dock nedbrytning och oxidering och lagras istället under jord- och havsbotten i så kallade *kolsänkor*. Dessa kolsänkor undantas från det kretslopp som den naturliga kolcykeln utgör. Under vissa förhållanden och tillräckligt lång tid bildar hårt sammanpressade lager av kolsänkor sten- och brunkol, olja och naturgas. De fossila bränslen som vi använder idag har lagrats i 50 - 500 miljoner år.

När vi bryter fossila kolsänkor ur jordskorpan och förbränner dem, dikar ut våtmarker, hugger ner skog och plöjer upp gräsmarker, frigörs koldioxid till atmosfären. I praktiken adderar vi då kol till den naturliga kolcykeln och stör balansen. Men var tar kolet vägen? Ungefär hälften absorberas av land och hav med följderna som försurade hav och utdöende korallrev. Den resterande hälften blir kvar i atmosfären och lagras där under mycket lång tid. Att en så stor del av den koldioxid vi tillför atmosfären dröjer kvar så länge och att vi dessutom fortsätter att fylla på med mer koldioxid löpande innebär

sammantaget att det sker en ackumulering av koldioxid i vår atmosfär. Vi kan se den stegvisa ökningen av atmosfärisk koldioxid i den så kallade *Keelingkurvan*.

FNs klimatpanel (IPCC) drar slutsatsen att det finns ett "starkt, konsistent och nästan linjärt samband mellan kumulativa koldioxidutsläpp och förväntad global temperaturökning till år 2100" (IPCC 2014, s 8, vår översättning). För att bromsa den globala uppvärmningen behöver vi alltså sluta "fylla på" atmosfären med koldioxid. Ju mer vi lyckas begränsa de återstående utsläppen desto mindre bidrar vi till att höja jordens medeltemperatur. Denna relation mellan en återstående mängd koldioxid som släpps ut och en viss temperaturökning kan uttryckas i *en global koldioxidbudget*.

## 2.3 Från global till lokal koldioxidbudget

Globala koldioxidbudgetar är resultatet av naturvetenskaplig forskning. De innehåller information om världen men säger inte vad vi som människor ska göra med informationen. Att (som vi i rapportens inledning) tala om *den* globala koldioxidbudgeten är slarvigt. I själva verket finns det många. En enskild global koldioxidbudget är relaterad till ett visst temperaturmål med en viss sannolikhet, exempelvis att med 83% sannolikhet begränsa jordens temperaturökning till 2 grader, eller med 67% sannolikhet till 1,5 grader (Se figur 2: IPCC 2021: Spann av koldioxidbudgetar).

Att välja ut en global koldioxidbudget och fördela den över världen är istället en samhällsvetenskaplig och politisk uppgift. När vi gör det måste vi dels ställa oss frågan om vilket temperaturmål som ligger inom rimlig räckvidd – vad kommer vi som mänsklighet att måkta med – och dels hur ansvaret för att nå det målet ska fördelas över världen. I Parisavtalet har världens länder enats om att hålla den globala temperaturökningen *väl under 2 grader och göra ansträngningar för att begränsa den till 1.5 grader* ([Parisavtalet, artikel 2.1\(a\)](#))



Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C)*(1)	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO <sub>2</sub> )					Variations in reductions in non-CO <sub>2</sub> emissions*(3)
		Likelihood of limiting global warming to temperature limit*(2)					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	Higher or lower reductions in accompanying non-CO <sub>2</sub> emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO <sub>2</sub> or more
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

Figur 2 IPCC Budgetar

IPCC:s tabell över spann av globala koldioxidbudgetar från och med 2020 och framåt. (IPCC, 2021, s 29).

När vi överväger hur fördelningen av en global koldioxidbudget ska se ut behöver vi ta hänsyn till Parisavtalets rättviseskrivelser om ett *gemensamt men olikartat ansvar i ljuset av olika nationella förhållanden* (Parisavtalet, artikel 2.2). Vi behöver också fatta beslut om vilka systemgränser som den lokala koldioxidbudgeten ska täcka: Ska koldioxidbudgeten fördelas territoriellt eller enligt något annat snitt? Och ska koldioxidbudgeten täcka alla koldioxidutsläpp eller bör särskilda områden hanteras separat?

I den här rapporten sker valet av global budget samt fördelningen till nationell nivå i enlighet med Tyndall Carbon Budgets-metoden (TCB-metoden).<sup>1</sup> Metoden utvecklas och förvaltas i samarbete mellan tre olika lärosäten: Tyndall Center (Manchester University), Uppsala universitet och Universitetet i Bergen. Metoden syftar till att ge länder, län och kommuner en vetenskapligt förankrad indikation om hur utsläppen inom respektive geografiska område behöver minska om Parisavtalet ska kunna efterlevas.

Det globala nätverket Science Based Targets (SBT) lyfter fram TCB-metoden som en av tre rekommenderade metoder för att sätta upp klimatmål på vetenskaplig grund (Science Based Targets network, 2020).

I styckena som följer ska vi gå igenom de systemgränser som ligger till grund för fördelningen av den globala koldioxidbudgeten samt vilka överväganden som ligger till grund för valet av global koldioxidbudget.

### 2.3.1 VAL AV GLOBALA KOLDIOXIDBUDGET

Den *lokala* koldioxidbudgeten i den här rapporten är beräknad med utgångspunkt i en *global* koldioxidbudget om 850 Gt CO<sub>2</sub> från och med år 2020. Enligt FN:s klimatpanel (IPCC) håller en sådan koldioxidbudget jordens temperaturökning under 1,7 grader med 50 % sannolikhet. Vi kan dock välja att relatera samma globala koldioxidbudget om 850 Gt till 1,5- eller 2-gradersmålet istället. Att vi lyckas begränsa den globala temperaturökningen till 1,5 grader genom att arbeta med och följa en global koldioxidbudget om 850 Gt anser dock IPCC är betydligt mindre sannolikt. Som du kan se i figur 2 så bedömer IPCC att en snarlik global koldioxidbudget om 900 Gt med 17 % sannolikhet begränsar den globala uppvärmningen till 1,5 grader. Om vi istället sänker ambitionsnivån och accepterar en global uppvärmning om 2 grader som vår målsättning, så bedömer IPCC att en återstående global koldioxidbudget om 850 Gt med ganska stor sannolikhet bör räcka. Som du kan se i figur 2 bedömer IPCC att en snarlik global koldioxidbudget om 900 Gt med 83 % sannolikhet begränsar uppvärmningen till 2 grader. Eftersom vi utgår från en något mindre global

1. Metoden återspeglas i Anderson et al. 2020. Siffrorna har dock uppdaterats utifrån nytt data i IPCCs senaste rapport AR6 (IPCC, 2022).



koldioxidbudget om 850 Gt blir sannolikheten att vi lyckas ännu något högre.

I praktiken relaterar vi oftast en enskild lokal koldioxidbudget till ett visst globalt temperaturmål, vilket beror på att de flesta länder, regioner och kommuner har ett intresse eller en policy om att arbeta mot 1,5- eller 2-gradersmålet. Det finns dock ingen specifik 1,5-gradersbudget eller 2-gradersbudget, utan som vi sett ovan olika stora globala koldioxidbudgetar som relaterar till olika temperaturmål med olika grad av sannolikhet att lyckas.

### 2.3.2 EN BUDGET FÖR FOSSILA UTSLÄPP EXKLUSIVE CEMENT

TCB-metoden används för att allokera ett globalt utsläppsutrymme för *fossil koldioxid exklusive cement* till nationell nivå och därefter till län och kommun. Beräkningsmässigt innebär detta att framtida utsläpp till följd av markanvändning (skogsbruk, odlingsmark etc) och framställning av cement, dras av från den globala budgeten innan denna fördelas till lokal nivå. På fortsatt budgetterminologi beskriver forskarna detta som att utsläpp till följd av markanvändning och cementframställning behandlas som ett *globalt overhead*.

För växthuseffekten spelar det förstås ingen roll om en kolatom har fossilt eller biogent ursprung, och inte heller om den släpps ut som ett resultat av cementframställning eller uppvärmning. Forskarnas skäl för att anta dessa systemgränser motiveras dock främst av rättviseskäl. (Anderson et.al 2020).

Fossila bränslen är den i särklass största källan till de koldioxidutsläpp som vi människor orsakar globalt (≈85 %). På andra och tredje plats i storleksordning kommer utsläpp från avskogning och processutsläpp från cementframställning. Att fördela ansvaret för dessa två utsläppskällor utifrån territoriell data skulle dock lägga en orättvist tung börda på utvecklingsländer, eftersom merparten av utsläppen från dessa två kategorier sker där.

Medan industriländer sedan länge har byggt upp en cementrik infrastruktur, befinner sig utvecklingsländer under motsvarande uppbyggnad idag. Det finns också skalbara alternativ till fossila bränslen,

men saknas motsvarade alternativ i samma skala för cement.

En liknande logik gäller för avskogning. Många industrialiserade länder har sedan länge avskogat stora områden för att frigöra mark för jordbruk och bebyggelse. Den avskogning som idag sker i utvecklingsländer påverkas dessutom i hög grad av en globaliserad jordbruksmarknad.

I den globala koldioxidbudget som ligger till grund för den här rapporten har ett framtida utsläppsutrymme om 60 Gt reserverats för cementframställning (Andersson et al 2020). Detta är ett optimistiskt antagande, som kräver kraftfulla åtgärder för att minska andelen cement i nybyggnation. Tekniker som minskar CO<sub>2</sub>-utsläppen vid cementframställning behöver också tillämpas och vidareutvecklas. Att utsläppen från cementframställning behandlas som ett globalt overhead ska alltså inte tolkas som att utsläpp från cement kan lämnas oberörda. Snarare ges de statusen av ett gemensamt globalt ansvar. Om utsläppsutrymmet för cement överskrids, kommer andra koldioxidutsläpp att behöva minska i snabbare takt.

På området markanvändning har forskarna antagit att biogena utsläpp och upptag av koldioxid är i balans under budgetperioden, eller med andra ord, att utsläpp och upptag av koldioxid i skog och mark är lika stora globalt. Även detta antagande förutsätter omfattande åtgärder, som återskogning av avskogade områden, ett stopp för fortsatt avskogning och restaurering av utdikade våtmarker, inte minst i vår del av världen. I en svensk kontext innebär antagandet att nettoupptaget av koldioxid i skog och mark behöver öka.

### 2.3.3 EN TERRITORIELL FÖRDELNINGSMODELL

Ur ett globalt perspektiv på koldioxidutsläppen finns det bara en mängd. Det är denna mängd och dess påverkan på jordsystemet som klimatforskare ställer i relation till den globala uppvärmningen i globala koldioxidbudgetar. Från ett lokalt perspektiv är det dock inte lika enkelt att säga vilka utsläpp som orsakas i ett visst land, ett visst län eller i en kommun. Frågan om hur stora utsläppen är inom ett geografiskt område kan besvaras på flera olika sätt beroende på vilket perspektiv vi antar. Oftast brukar man skilja på tre olika perspektiv: territoriella

utsläpp, produktionsbaserade utsläpp och konsumtionsbaserade utsläpp.

Territoriella utsläpp är de utsläpp som sker rent fysiskt inom ett visst geografiskt område, exempelvis Stockholms län. Produktionsbaserade utsläpp överlappar till stor del med territoriella utsläpp med skillnaden att de täcker utsläpp som ekonomiska aktörer i Stockholms län orsakar utanför de geografiska gränserna, samt exkluderar motsvarande utsläpp från aktörer som är hemmahörande på annan ort. Konsumtionsbaserade utsläpp är i sin tur ett helt annat sätt att dela upp utsläppskakan. I konsumtionsbaserad statistik bokförs utsläppen från en varas hela produktionskedja i det geografiska område där konsumenten är hemmahörande. Inom Sverige är konsumtionsutsläppen överlag ungefär dubbelt så stora som de territoriella utsläppen.

Fördelningen av en koldioxidbudget kräver att vi väljer ett enhetligt sätt att fördela utsläppen. Själva tanken är att vi hanterar en enhetlig mängd som vi sen fördelar över världen, så att varje geografiskt område får en unik delmängd att förfoga över. Eftersom den enes konsumtionsbaserade utsläpp överlappar med någon annans territoriella utsläpp kan vi inte addera territoriella och konsumtionsbaserade utsläpp i en och samma lokala koldioxidbudget.

TCB-metoden använder territoriell utsläppsdata för att fördela den globala koldioxidbudgeten till lokal nivå. Valet av data är pragmatiskt motiverat. För att kunna fördela en budget över världen behöver vi global tillgång till data som uppfyller särskilda kvalitetskrav. Detta krav uppfyller endast territoriell utsläppsdata idag. Det är dock rimligt att anta att konsumtionsbaserade utsläpp (beräknade för ett land, ett län, eller en kommun) behöver minska i samma hastighet som de territoriella utsläppen.

Att den lokala koldioxidbudgeten är beräknad utifrån territoriell utsläppsdata ska därför inte tolkas som att den frigör oss från ansvar över utsläpp utanför budgetens systemgränser. I kapitel 5 visar vi på vikten av att inte låta beräkningen av koldioxidbudgeten helt och hållet styra var åtgärder sätts in och inte.

### 2.3.4 VILKET TEMPERATURMÅL LIGGER INOM RIMLIG RÄCKVIDD?

Att bestämma vilket temperaturmål som ligger inom rimlig räckvidd är i sig ingen lätt uppgift. Det råder stor enighet bland forskare att för att bromsa klimatförändringarna är varje tiondels grad viktig. IPCC bedömer att den globala medeltemperaturen under 2011-2020 har ökat med 1,09 grader relativt perioden 1850-1900 (IPCC 2021). Vi ser redan effekterna av dessa förändringar i Arktis smältande isar, oftare återkommande torrperioder, översvämningar och utdöende korallrev. Vid en 1,5 grader varmare planet kan vi förvänta oss fler och kraftigare effekter av samma slag. Stora områden kan bli obebodliga för människor, och på ännu fler platser kommer förutsättningarna att bruka jorden förändras radikalt, vilket ställer historiskt höga krav på anpassningsbara samhällen. Det finns alltså mycket goda skäl att bromsa den globala temperaturökningen så mycket vi bara kan.

Samtidigt behöver vi känna igen att det ekonomiska system som bär upp dagens samhällen är djupt fossilberoende. Detta beroende är så starkt att kurvor över årliga utsläppförändringar följer samma historiska mönster som den ekonomiska konjunkturen. Skälet till detta är förstas att ökad ekonomisk aktivitet ofta medför ökad energianvändning. Så länge energianvändningen är fossilberoende kommer kopplingen mellan ekonomisk tillväxt och ökade utsläpp att bestå. I dagsläget står fossila bränslen för 80 procent av den totala energiförbrukningen (IEA 2020).

Att omedelbart avsluta alla aktiviteter som leder till utsläpp skulle få andra katastrofala konsekvenser. Vi är beroende av energi för att tillgodose de grundläggande behov som representeras av donutmodellens inre cirkel (figur 1). Med en växande global befolkning ökar dessutom energibehovet. Att göra för stora avkall på grundläggande behov för att bromsa klimatförändringarna kan i sig få förödande konsekvenser. En stor del av utmaningen består förstas i att ersätta fossil energi med fossilfria (och helst förnybara) alternativ, men merparten av denna uppgift ligger fortfarande framför oss.

Frågan om vilken global koldioxidbudget som ligger inom räckvidd slits alltså mellan två önskvärda tillstånd: Att å ena sidan lyckas bromsa temperaturökningen så mycket det bara går och å andra sidan tillgodose människors grundläggande behov. Att forskarna bakom beräkningarna av den här rapporten bedömer att en koldioxidbudget som med god marginal klarar 1.5-gradersmålet inte är inom räckvidd, ska förstås i ljuset av vilka krav en sådan budget ställer på människors förmåga att ställa om. En koldioxidbudget som begränsar jordens uppvärmning till 1.7 grader med 50 % sannolikhet ställer oss fortfarande inför en historiskt omfattande utmaning, vilket framgår av nästföljande stycke.

### 2.3.5 ETT SCENARIO FÖR UTSLÄPPSMINSKNINGAR I UTVECKLINGSLÄNDER

Mer än 80 procent av jordens befolkning lever idag i ett utvecklingsland. Att förstå hur utmaningen ser ut för denna grupp av länder är därför helt avgörande för att förstå utmaningen som i sin helhet. Tyndall Carbon Budgets-metoden kan sägas utgå från en bedömning av en maximal omställningstakt för gruppen utvecklingsländer.<sup>2</sup>

TCB-metoden tar avstamp i Klimatkonventionens och Parisavtalets princip om ländernas *gemensamma men olikartade ansvar respektive förmåga i ljuset av olika nationella förhållanden*, men är till lika stor del en pragmatisk uppskattning av vad vi maximalt kan förvänta oss av utvecklingsländers förmåga att ställa om till fossilfri energiförsörjning.

Utvecklingsländer hanterar en pågående industrialisering och samtidigt en pågående befolkningsökning. Utvecklingsländer kännetecknas också av sämre ekonomiska förutsättningar för omställning, liksom ett behov av utbyggd välfärd och basal infrastruktur. Det är därför orimligt att tänka sig att gruppen utvecklingsländer kommer att kunna genomföra omedelbara utsläppsminskningar i den omfattning som kan förväntas av redan industrialiserade länder.

I det här sammanhanget är det viktigt att känna igen tre viktiga samband: mellan (i) befolkningsökning och ökade koldioxidutsläpp, (ii) ökat välstånd och

ökade koldioxidutsläpp, (iii) ökad välstånd och avstannande befolkningsökning. Eftersom både befolkningsökning och ökat välstånd leder till ökade utsläpp, samtidigt som ökat välstånd behövs för att bromsa befolkningsökningen, så är det avgörande för klimatomställningen att vi frikopplar beroendet mellan ökat välstånd och ökade utsläpp. Detta är inte omöjligt, men kräver en kraftig utbyggnad av hållbar energiförsörjning som kan ersätta fossila alternativ. Det kräver samtidigt eftertanke kring vad vi betraktar som välstånd. Vad koldioxidbudgeten visar, tillsammans med andra mått på överskridande av planetära gränser, är att vi inte längre har råd med tillväxt på bekostnad av ett överutnyttjande av jordens resurser.

I beräkningen som ligger till grund för den här rapporten gör forskarna det optimistiska antagandet att utvecklingsländer kommer att nå en kulmen av sina utsläpp av fossil koldioxid (exklusive cement) om cirka 5 år. Utsläppen antas efter det minska i accelererande takt upp till en hastighet om 10% per år. Under ett sådant antagande gör gruppen utvecklingsländer anspråk på en koldioxidbudget om cirka 620 Gt CO<sub>2</sub> från 2020 och framåt.

Det är också värt att notera att i detta scenario gör utvecklingsländer anspråk på knappt 80 % av den globala volym koldioxid som fördelas (det vill säga 850 Gt - 60 Gt (cement) = 790 Gt). Om detta låter mycket, så ska vi komma ihåg att drygt 80 % av jordens befolkning bor i ett utvecklingsland. Utrymmet för att fördela mindre av det kvarvarande globala utsläppsutrymmet till utvecklingsländer blir därför svårt att motivera på såväl pragmatiska som etiska grunder.

En koldioxidbudget om 620 Gt ger ett slags fingervisning om spannet av globala koldioxidbudgetar som ligger inom en rimlig räckvidd. Notera exempelvis att trots att antagandena om utvecklingsländers framtida omställning är mycket optimistiska, överskrider gruppens utsläpp på egen hand en global koldioxidbudget som med 67 % sannolikhet klarar 1,5-gradersmålet (figur 2). En sådan budget om 400 Gt CO<sub>2</sub>, överskrider i detta scenario med 220 Gt CO<sub>2</sub>, alltså med en bra bit mer

2. Definitionen av ett utvecklingsland följer i princip UNFCCCs konvention med undantaget att ett fåtal ojerika länder med god ekonomi har flyttats till gruppen industriländer. För en detaljerad genomgång se Anderson et al (2020). Appendix C.

än hälften. En budget som bedöms att klara 1,5-gradersmålet med 50 % sannolikhet överskrids med 120 Gt CO<sub>2</sub>. Det är överväganden som dessa som leder forskarna bakom TCB-metoden till slutsatsen att en god chans att klara 1.5-gradersbudget tyvärr redan har passerat vår räckvidd.

### 2.3.6 ETT SCENARIO FÖR INDUSTRILÄNDER GER OSS EN GLOBAL BUDGET

Ovanstående antagande om vilken maximal omställningstakt som kan förväntas av utvecklingsländer landar alltså i en koldioxidbudget om cirka 620 Gt för gruppen. Denna volym utgör tillsammans med ett globala overhead för cement och markanvändning (60 + 0 Gt CO<sub>2</sub>) ett slags riktmärke för vilket spann av globala koldioxidbudgetar som vi har en chans att hålla.

Som framgår av tabellen över IPCCs koldioxidbudgetar (figur 2), är den närmaste koldioxidbudgeten i storleksordning, en volym om 700 Gt, som med 67% sannolikhet begränsar jordens uppvärmning till 1,7 °C. Med en sådan global budget skulle gruppen industriländer få dela på en koldioxidbudget om cirka 20 Gt från och med 2020. Denna koldioxidbudget skulle i sin tur vara helt förbrukad inom drygt ett år – alltså för ungefär ett år sedan i skrivande stund (mars 2022) – med dagens utsläppstakt i industriländer.

Nästa volym i storleksordning är en global koldioxidbudget om 850 Gt som med 50 % sannolikhet begränsar jordens uppvärmning till 1,7°C. Med denna budget som utgångspunkt får industriländer cirka 170 Gt CO<sub>2</sub> att släppa ut från och med 2020. Denna volym ger industriländer ytterligare cirka sju år kvar av utsläpp från och med 2022.

### 2.3.7 FÖRDELNING AV KOLDIOXIDBUDGETEN MELLAN INDUSTRIALISERADE LÄNDER

TCB- metoden tillämpar den så kallade *suveränitetsprincipen*, också kallad *grandfathering*, för att fördela industrialiserade länders utsläppstrymme till enskilda länder.

Suveränitetsprincipen innebär att varje land får en koldioxidbudget som står i proportion till landets nuvarande andel av de nuvarande totala utsläppen från gruppen industriländer. Andelen beräknas

utifrån utsläppen under en gemensam referensperiod (de senaste fem åren).

Suveränitetsprincipen motiveras av att den återspeglar hur utsläppsintensiv ett lands ekonomi är, till skillnad från exempelvis en ren per capita-fördelning, eller en fördelning som tar hänsyn till ekonomiska skillnader. Den tillåter med andra ord länder att utgå ifrån sin nuvarande utsläppsnivå. För Sveriges del resulterar en sådan fördelning i en koldioxidbudget om ca 445 Mt CO<sub>2</sub> från och med 2020. Med två års förflutna utsläpp beräknar forskarna att cirka 350 Mt CO<sub>2</sub> återstår från och med 2022.

### 2.3.8 FRÅN EN NATIONELL KOLDIOXIDBUDGET TILL KOLDIOXIDBUDGETAR FÖR LÄN OCH KOMMUNER

Även i fördelningen av den nationella koldioxidbudgeten till län och kommuner tillämpas suveränitetsprincipen. Utifrån de tillämpade systemgränserna beräknas länens och kommunernas nuvarande andel av de nationella koldioxidutsläppen utifrån en gemensam referensperiod (de senaste fem åren). Den nationella koldioxidbudgeten fördelas sedan i proportion till denna andel.

Också här motiveras valet av fördelningsprincip av att den återspeglar olika nivåer av utsläppsintensiv ekonomi. I exempelvis en förortskommun utan tyngre industri, med väl utbyggd kollektivtrafik och importerad el och värme, kommer de territoriella utsläppen per invånare att vara mindre än i en landsbygdskommun utan samma tillgång till kollektivtrafik och möjlighet att importera el och värme. Suveränitetsprincipen tar hänsyn till detta genom att allokera större koldioxidbudgetar till de kommuner och län som i dagsläget släpper ut mer och vice versa.

### 2.3.9 SYSTEMGRÄNSER FÖR FÖRDELNINGEN AV SVERIGES KOLDIOXIDBUDGET

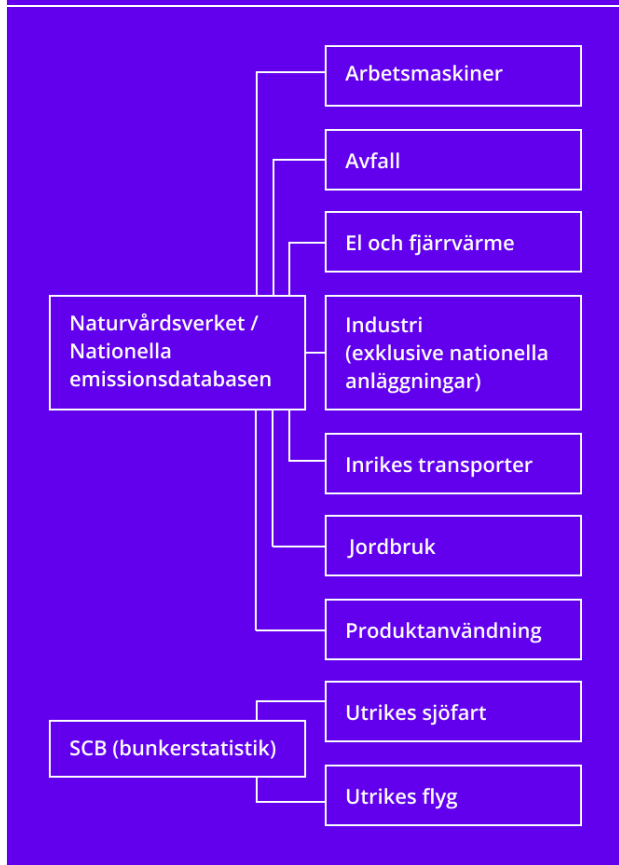
Inom Sverige fördelas den nationella koldioxidbudgeten till lokal nivå utifrån [nationella emissionsdatabasens](#) territoriella data över utsläpp av koldioxid inom län och kommuner, exklusive utsläpp från nationella anläggningar och med tillägg av per capita-fördelade utsläpp från utrikes transporter (se figur 3).<sup>3</sup>

3. För data och metod se SMED 2020, samt för utrikes transporter SEPA 2021.



**Figur 3 Huvudsakliga datakällor**

Svenska lokala koldioxidbudgetar beräknas i dagsläget utifrån följande datakällor:



Mer detaljerad information om de olika utsläppskällorna finns under sektorsvyerna i Stockholms läns [digitala koldioxidbudget](#).

Utmaningen med att minska utsläppen av koldioxid är i stora drag likartad, men skiljer sig också till viss del mellan olika industrialiserade länder för vilka TCB-metoden har utvecklats. Norge, Storbritannien och Sverige delar utmaningen med stora transportutsläpp. Norge har dock till skillnad från Storbritannien och Sverige stora utsläpp från oljeutvinning, Storbritannien har fortfarande betydande utsläpp från fossil uppvärmning, medan Sverige har sin fossilintensiva stålindustri.

TCB-metoden utvecklas och anpassas kontinuerligt för olika nationella förhållanden vid tre olika lärosäten: Tyndall Center vid Manchester University, Institutionen för geovetenskaper vid Uppsala

universitet, och Instituttt for Geografi vid Universitetet i Bergen.

På följande två områden har forskarna valt att anpassa modellen till svenska förhållanden:

### A. Utrikes transporter

I Storbritannien behandlas utsläpp från utrikes transporter som ett nationellt overhead och bokförs därför inte i lokala koldioxidbudgetar. I Sverige har forskarna valt att per capita-fördela Sveriges utsläpp från utrikes flyg och sjöfart till län och kommuner. Hur utsläpp från utrikes transporter ska bokföras är en av de frågor som utvärderas och kan komma att förändras.

Den förenklade per capita-fördelningen som tillämpas i dagsläget tar inte hänsyn till att storleken på utsläpp från utrikes flyg varierar med storleken på inkomst. Detta innebär att i de län och kommuner där medelinkomster är lägre än riksgenomsnittet är invånarnas andel av utsläppen troligen överskattad – och vice versa – underskattad för de län och kommuner där medelinkomsten är högre än riksgenomsnittet. Det ska dock noteras att de utsläpp som inkluderas gäller utrikes flyg som tankar i Sverige, det vill säga inte utsläppen från svenskars flygresor utomlands. De senare utsläppen bedöms vara cirka 2 gånger större än de förra. (Kamb & Larsson, 2017)

### B. Nationella anläggningar

Den lokala koldioxidbudget som presenteras i denna rapport exkluderar utsläpp från så kallade nationella anläggningar. Syftet är att möta en upplevd brist på lokal rådighet över dessa utsläppskällor. I dagsläget bokförs utsläpp från industrianläggningar med årsutsläpp på 66 kiloton CO<sub>2</sub> och uppåt på nationell nivå. Med andra ord behandlas dessa anläggningars andel av den nationella budgeten som ett nationellt overhead. Den exakta metoden för att hantera denna aspekt av lokal koldioxidbudgetering tillhör dock de områden som utvärderas löpande. Hur utsläpp från nationella anläggningar ska hanteras, samt vilka anläggningar som ska klassas som stora kan därför komma att omvärderas.



# 3

## Stockholms läns koldioxidbudget i siffror

Enligt beräkningarna som ligger till grund för den här rapporten kan en maximal mängd om 42 433 000 ton fossil koldioxid släppas ut inom Stockholms län från och med 2022, om utsläppen ska begränsas i enlighet med Parisvalet. Detta är Stockholms läns koldioxidbudget.

År 2019 uppskattas utsläppen inom Stockholms läns geografiska område till 6 031 000 ton. Skulle utsläppen ligga kvar på dessa nivåer, är Stockholms läns koldioxidbudget förbrukad inom 7 år. Om koldioxidutsläppen ska fasas ut innan koldioxidbudgeten tar slut krävs en procentuell minskning om 12 % per år, med start 2022.

I beräkningen av koldioxidbudgeten inkluderas territoriella utsläpp av fossil koldioxid, samt per capita-fördelade utsläpp från utrikes flyg och sjöfart som tankar i Sverige.

Följande nationella anläggningars utsläpp har exkluderats från den lokala budgeten och istället allokerats som ett nationellt overhead:

- NYNAS AB, Oljeraffinaderiet i Nynäshamn

### Utsläppskällor och intensitet

Stockholms läns största energirelaterade utsläpp under 2019:

- Inrikes transporter: 2 284 000 ton
- Utrikes sjöfart: 1 578 000 ton
- El och fjärrvärme: 1 001 000 ton
- Utrikes flyg: 609 000 ton
- Arbetsmaskiner: 324 000 ton

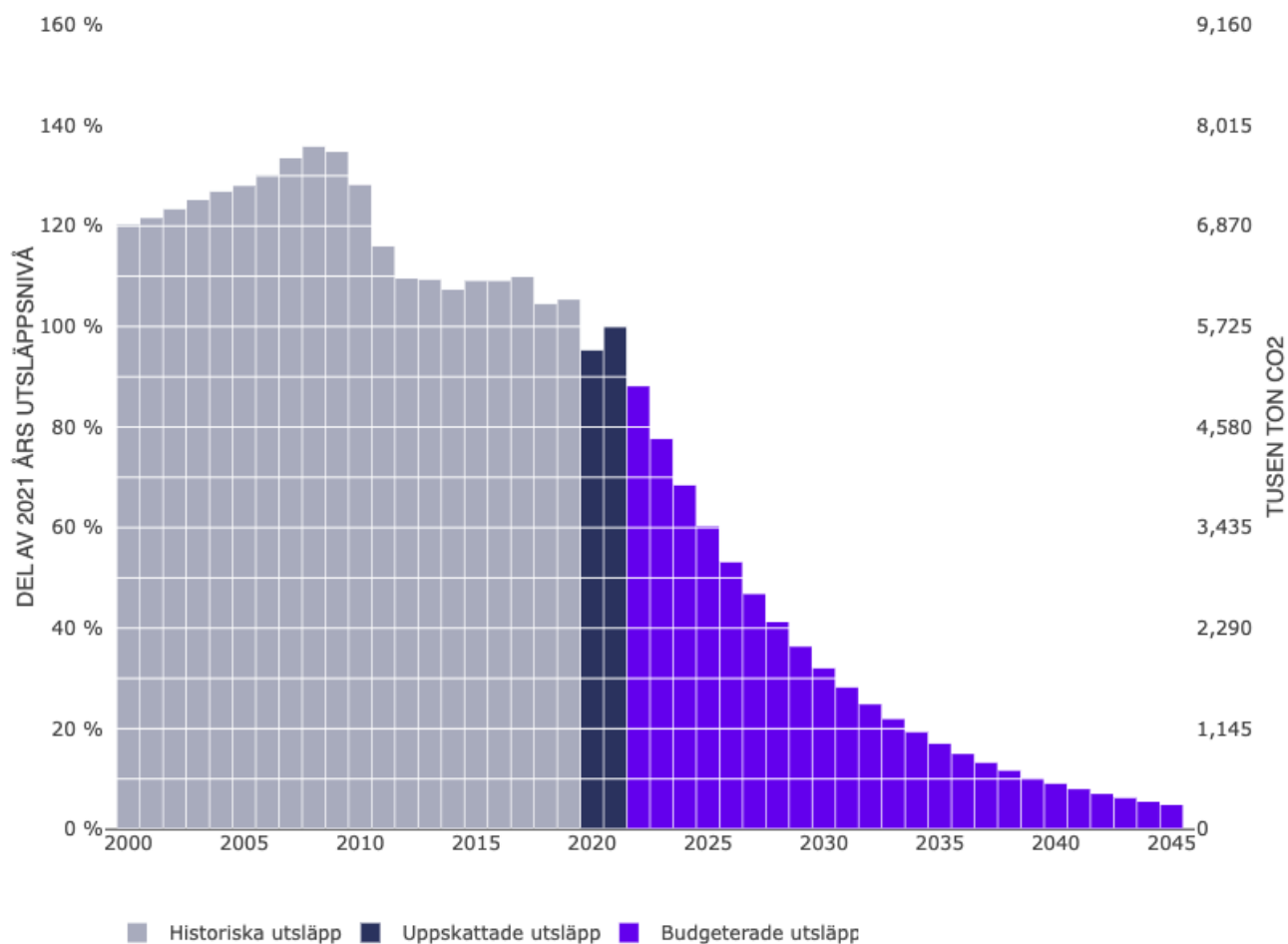
Uppskattade territoriella utsläpp 2019:

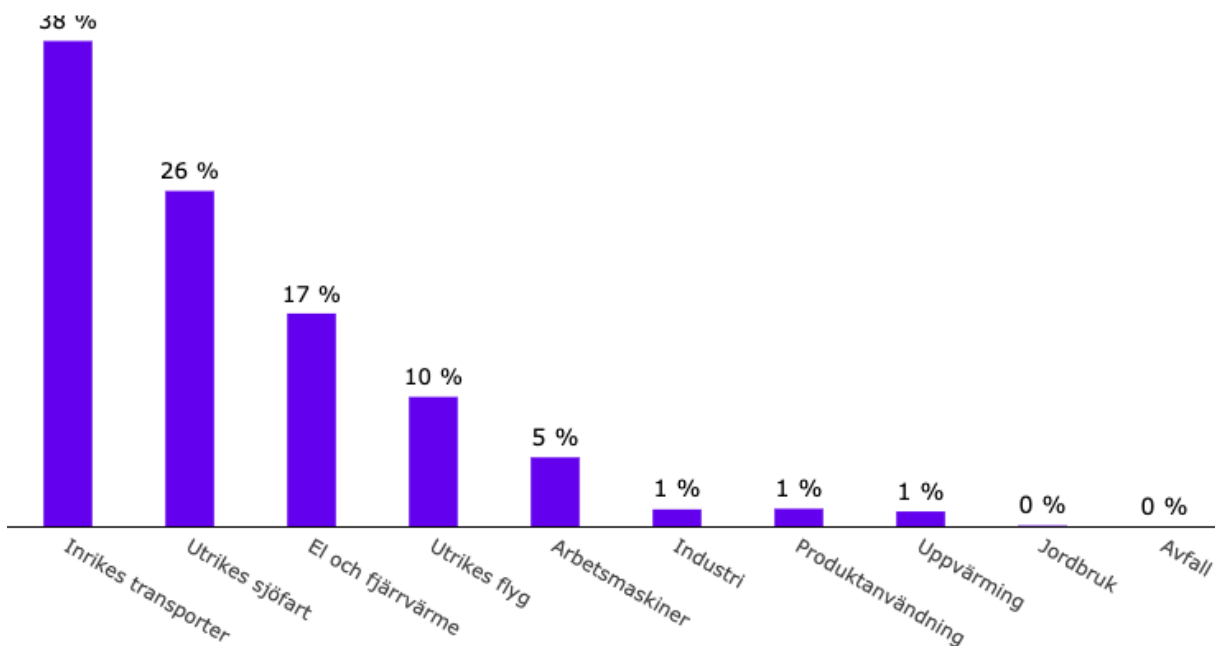
**6 031 000 ton**

Du kan se fler detaljer på [www.climatevisualizer.com/Stockholms\\_län](http://www.climatevisualizer.com/Stockholms_län)

## Figur 4 Historiska och framtida utsläpp av CO<sub>2</sub> i Stockholms län för att klara Parisavtalet

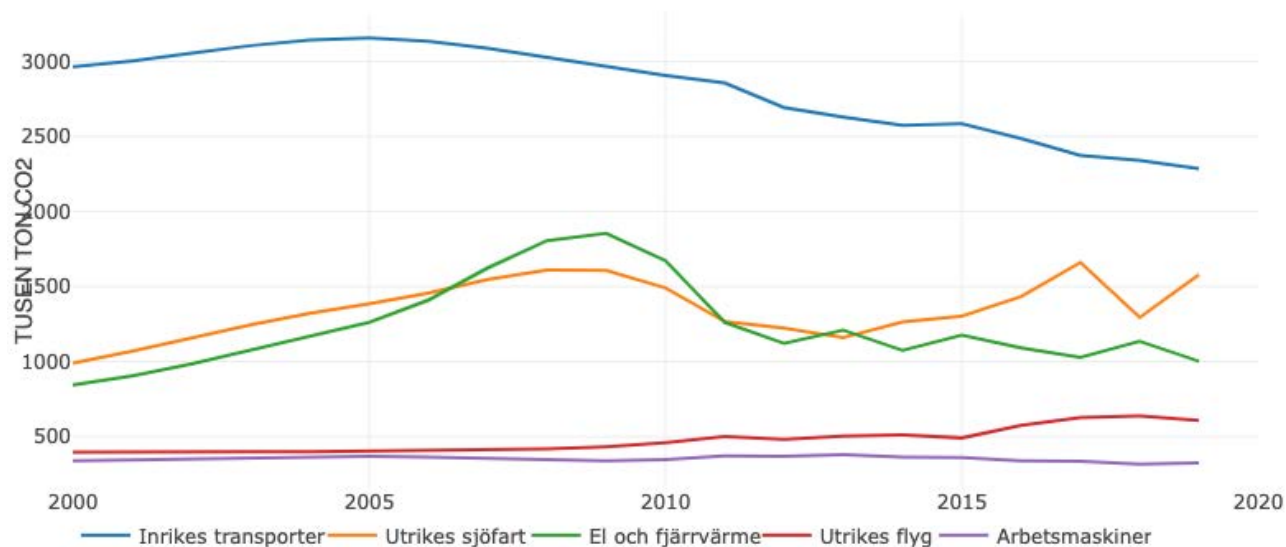
Diagrammet visar historiska utsläpp 2010–2019, uppskattade utsläpp 2020 och 2021, samt budgeterade utsläpp 2022–2045. Utsläppen föreslås minska med en konstant del av föregående års utsläpp. Den vänstra Y-axeln visar utsläpp som procent av 2021. Den högra y-axeln visar utsläppen i ton.





Figur 5 Utsläppens nuvarande fördelning per sektorer

Figuren visar hur utsläppen av koldioxid fördelar sig procentuellt mellan sektorerna år 2019, vilket är det senaste året som det finns publicerad statistik från.



Figur 6 Utsläppstrend för de största sektorerna

Figuren visar hur utsläppen utvecklats över tid i de största sektorerna fram till 2019, vilket är det senaste året med publicerad statistik.

# 4

## Ett kumulativt perspektiv på utsläppen

---

Oavsett om du läser denna rapport i egenskap av att vara tjänsteperson inom offentlig förvaltning, politiker eller bara allmänt intresserad så finns det en grundläggande insikt som vi vill skicka med dig: En betydande andel av våra utsläpp av koldioxid ackumuleras i atmosfären. Det innebär att koncentrationen av koldioxid ökar löpande och det är denna koncentration som driver klimatförändringarna. När våra utsläpp av koldioxid minskar, minskar inte koncentrationen av koldioxid i atmosfären. Den ökar bara i en lägre hastighet. Därför måste de fossila koldioxidutsläppen minska drastiskt i ett mycket kort perspektiv (1-3 år) och upphöra helt inom ett till tre decenier om vi ska ha en chans att bromsa klimatförändringarna.

Denna logik är förstås global, men vi måste snabbt erövra metoder för att agera på den lokalt. Rätt använd kan Stockholms läns koldioxidbudget inspirera till en sådan process inom Stockholms läns geografiska område.

### 4.1 Koldioxid som valuta

Begreppet *koldioxidbudget* har inget med monetära medel att göra, men användandet av ekonomisk terminologi är trots det inte metaforisk. Snarare kan den sägas åberopa den mest ursprungliga betydelsen av ekonomi - *läran om hushållande med begränsade resurser i tillstånd av knapphet*.

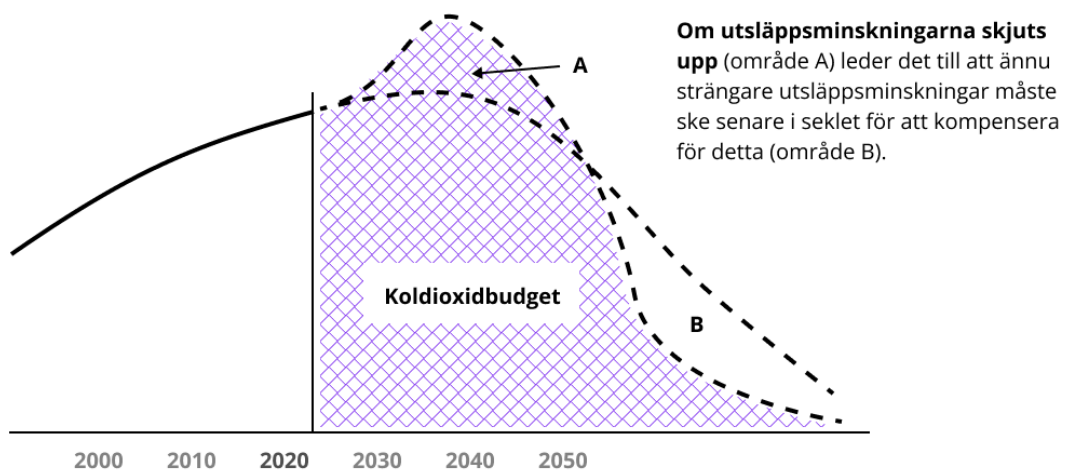
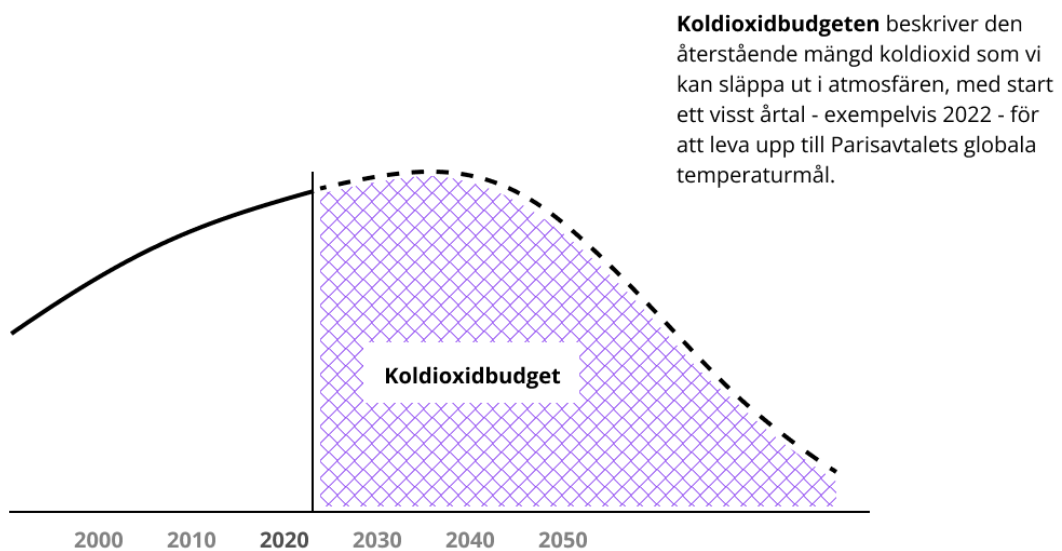
I koldioxidbudgeten är koldioxid vår valuta och våra tillgångar begränsade. Därför måste vi lära oss att tänka på vårt återstående utsläppsutrymme i likhet med hur vi tänker kring en vanlig budget – som en begränsad tillgång att förvalta över en bestämd period. Det centrala budskapet är inte den exakta storleken på koldioxidbudgeten eller den exakta utsläppsminskningstakten. Dessa siffror är indikativa och bör användas som hjälpmedel för att förstå utmaningens omfattning. Det centrala budskapet är snarare de insikter som följer av att förvalta en volym över tid (se illustrationen på nästa sida).

### 4.2 Att målstyra en volym

Dagens nationella, regionala och kommunala utsläppsmål tar sikte på att vi ska nå nettonoll vid ett fastslaget målår, exempelvis 2045 i fallet med Sveriges nationella klimatmål. Ett sådant mål styr och reglerar hur stora utsläppen förväntas vara vid ett avlägset målår, ibland med tillägg av en eller två avstämningsplatser – så kallade etappmål. Utsläppsreduktionsmål styr och reglerar däremot inte hur stora samlade utsläpp vi tillåter oss under målperioden som helhet. De styr och reglerar alltså inte våra kumulativa utsläpp av koldioxid över tid.

## Figur 7 Vad är en koldioxidbudget?

Illustration

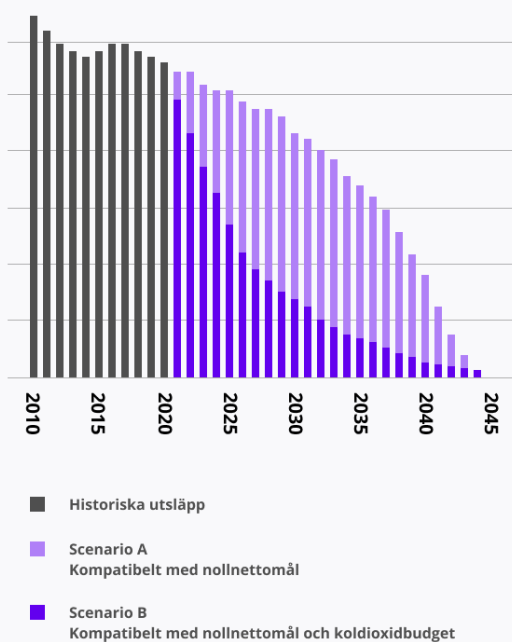




Med en koldioxidbudget är det tvärtom *att begränsa hur mycket* koldioxid vi släpper ut över tid som är målet. Det är i kraft av detta som koldioxidbudgeten speglar logiken i den globala utmaningen – den logik som driver uppvärmningen av jorden, och som vi även bör agera på lokalt. Det är förstås inget hinder att ha ett mer traditionellt utsläppsreduktionsmål, där fokus ligger på ett specifikt mållår, men ett sådant mål behöver kompletteras med en koldioxidbudget för att vi ska förankra omställningen vetenskapligt och för att vi via ett kumulativt perspektiv sedan ska förvalta denna volym klokt.

**Figur 8 Jämförelse mellan utsläppsmål och koldioxidbudget som scenario**

Genom att lägga en koldioxidbudget som filter över ett procentuellt mål kan vi se att de två målen kan representera två mycket olika vägar mot samma mål.



För att förankra koldioxidbudgetens logik måste perspektivet arbetas in i hur vi kommunicerar om och planerar den lokala klimatutmaningen. Ett par exempel:

- I tal och skrift: Komplettera tal om *när utsläppen behöver vara nere på noll* med tal om *det resterande utsläppsutrymmet*. Sätt det i perspektiv, exempelvis genom att berätta om

hur många år av utsläpp på dagens nivåer som återstår innan er koldioxidbudget är förbrukad.

- Understryk att den utsläppsminskningstakt som budgeten kräver är en färskvara. Om utsläppen minskar i lägre takt än 12 % under 2022, så kommer utsläppen behöva minska snabbare åren som följer och datumet för nollutsläpp krypa närmare. Om utsläppen istället minskar snabbare så vinner ni utrymme och tid.

### 4.3 Koldioxidbudgeten skiftar tidsperspektivet

En konsekvens av att skifta fokus från ett specifikt mållår då utsläppen ska upphöra, till en utsläppsvolym att förvalta under samma period, är att betydelsen av tidiga insatser blir uppenbar. Lagg särskilt märke till att den procentuella minskningstakt om 12 % som krävs, om utsläppen i Stockholms län ska fasas ut inom ramen för koldioxidbudgeten, är en färskvara.

Om utsläppen ligger kvar på dagens nivåer i ett antal år, måste utsläppen minska ännu kraftigare de resterande åren. Om utsläppen ligger kvar på samma nivåer i 7 år, är Stockholms läns koldioxidbudget helt förbrukad.

Perioden som återstår med bibehållna utsläpp inom ramen för koldioxidbudgeten, ger en tydlig indikation på vikten av omedelbara insatser. Om vi inte kan åstadkomma kraftiga utsläppsminskningar under den närmaste femårsperioden kommer koldioxidbudgeten med stor sannolikhet vara förbrukad långt innan utsläppen är utfasade.

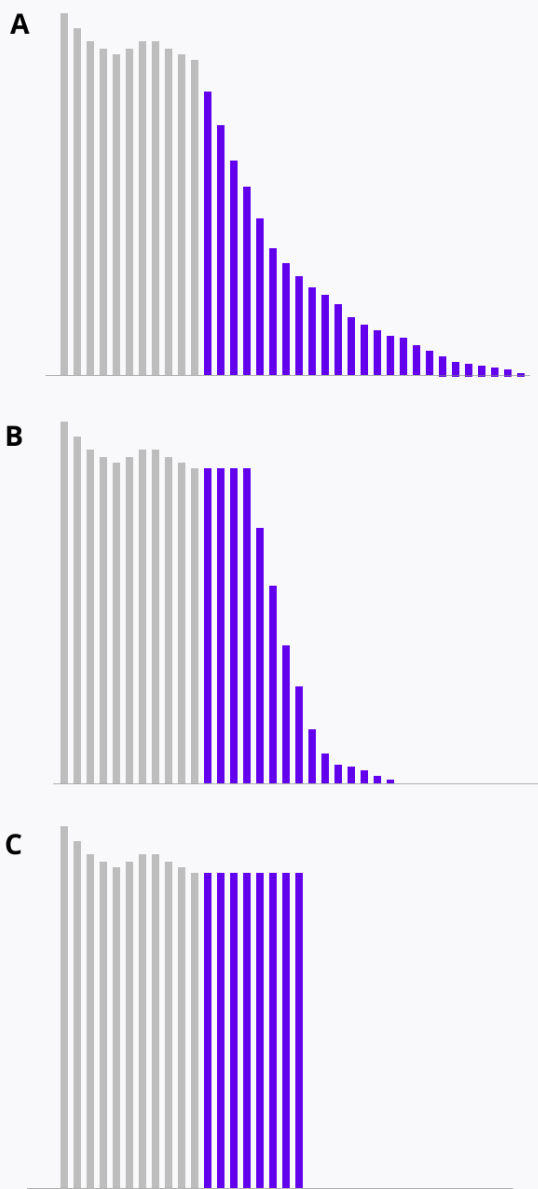
Den som menar allvar med att vilja efterleva Parisavtalet måste därför ta behovet att kraftiga och omedelbara åtgärder på allvar.

Rekommendationer:

- Upprätta periodiska koldioxidbudgetar med kortare tidsspann, om 1-3 år
- Identifiera områden inom vilka omedelbara utsläppsminskningar skulle kunna ske, såväl inom den egna verksamheten som inom det geografiska området.

**Figur 9 En koldioxidbudget behöver förvaltas klokt för att räcka under omställningen**

Scenario A till C illustrerar tre olika sätt att förvalta en och samma utsläppsvolym. Ju längre vi väntar med omfattande utsläppsreduktioner, desto kraftigare blir de krävda framtida utsläppsminskningarna, samtidigt som datumet för nollutsläpp kryper närmare.



## 4.4 Att arbeta i två tidsfönster

Koldioxidbudgeten gör behovet av kraftiga och omedelbara utsläppsminskningar synligt. Vi behöver

samtidigt fortsätta att tänka i ett längre perspektiv. På ett par decenniers sikt behöver de fossila koldioxidutsläppen inte bara minska kraftigt, de behöver upphöra helt. Det betyder att vi behöver se en genomgripande strukturomvandling av exempelvis stålindustrin och transportsystemen, vilket kommer att ta tid. Klimatomställningen måste därför planeras i åtminstone två tidsfönster, ett längre om cirka 5 - 10 år och ett kortare om cirka 1 - 3 år. Koldioxidbudgeten visar att vad som kan ske i det längre tidsfönstret beror av vad vi gör i det kortare tidsfönstret, och vice versa.

### 4.4.1 ETT TIDSFÖNSTER FÖR DEN STÖRRE STRUKTUROMVANDLINGEN

Som samhälle behöver vi det kommande årtiondet genomgå en större strukturomvandling för att få på plats fossilfria energi- industri- och transportsystem. För detta krävs inte sällan innovation, som i fallet med att skala upp en ny processindustri. För att kunna ta fram järn och stål fossilfritt behöver vi dessutom bygga ut den fossilfria energikapaciteten. Denna större strukturomvandling kommer att ta tid och därför kommer det också att dröja innan utsläppen från exempelvis stålindustrin går att fasa ut. Det är samtidigt en omställning som behöver ske om vi ska klara klimatmålen med bibehållen välfärd – om vi ska upprätta ett fossilfritt välfärdssamhälle där vi fortfarande har tillgång till exempelvis stål. Vi behöver alltså känna igen att vissa utsläppskategorier kommer att finnas kvar under en omställningsperiod.

Med en koldioxidbudget för handen behöver vi prognostisera hur stor del av vår återstående koldioxidbudget dessa verksamheter, liksom omställningen av dem, därmed tar i anspråk under målperioden. När vi gör en sådan prognos får vi en bättre förståelse för hur stor del av vår koldioxidbudget som redan är in-tecknad och hur mycket budgetutrymme vi egentligen har till vårt förfogande – hur stora samlade utsläpp som får ske – inom andra verksamheter som inte måste genomgå en motsvarande strukturomvandling och som vi kan ha teknisk möjlighet att fasa ut redan idag.

Ett kumulativt perspektiv hjälper oss att tänka rätt men också att beräkna detta. Vår specifika koldioxidbudget ger en fingervisning om de ramar vi

behöver hålla oss inom; det utsläppsutrymme vi förfogar över.

#### **4.4.2 ETT TIDFÖNSTER FÖR DIREKTVERKANDE UTSLÄPPSMINSKNINGAR**

Med ett kumulativt perspektiv på klimat-omställningen framträder också ett mycket starkt samband mellan å ena sidan våra faktiska möjligheter att genomföra denna längre struktur-omvandling och å den andra sidan vad vi gör i ett betydligt kortare tidsfönster, om några få år. I korthet kan man säga att ett kumulativt perspektiv på våra utsläpp visar att snabba utsläppsreduktioner de närmast följande 1-3 åren får ett mycket stort inflytande på mängden tid vi har till vårt förfogande i den längre strukturomvandlingen av energi- industri- och transportsystemen.

#### **4.4.3 ATT KNYTA IHOP DE TVÅ PERSPEKTIVEN**

Dessa samband – denna både matematiska och naturvetenskapliga logik – framträder först när vi ser att omställningen är kumulativ och när vi försätter oss att reglera en ändlig utsläppsvolym. Man kan säga att alla utsläppen idag liksom i framtiden – hela vägen till nollnettosituationen som vi siktar på – behöver bindas samman och analyseras samlat,

både när vi beräknar och visualiserar och ställer upp mål och när vi tittar ut på den värld vi ska ställa om. Det är alltså inte så att snabba eller direktverkande åtgärder för att bromsa utsläppen – som att undvika flyg, resa kollektivt när du kan, spara på el och värme eller återbruka – står i konflikt med att också vidta långsiktiga åtgärder. Tvärtom finns ett samband som visar att bägge måste ske parallellt, men att vi behöver ha en mycket stor förståelse för att de snabba utsläppsminskande åtgärderna är vad som avgör vår framgång i bägge dessa tids-perspektiv och bägge dessa omställnings-utmaningar.

# 5

## Ett mål som förändras – behovet av uppdateringar

---

Den lokala koldioxidbudgeten existerar egentligen i spänningsfältet mellan två inbördes motstridiga behov: Vi behöver å ena sidan kapsla in den lokala klimatutmaningen, utan att förlamas av insikten att resultatet är beroende av vad andra gör. Det är genom sådan avgränsning vi kan bli föregångare som visar vägen för andra. Samtidigt behöver vi förhålla oss till utmaningen globalt, för att försäkra oss om att det vi gör lokalt är – och fortsätter att vara – adekvat.

Den lokala koldioxidbudgeten möter behovet av inkapsling genom att ge människor på en specifik plats – ett land, en region, eller en kommun – en fingervisning om hur mycket koldioxid som kan släppas ut just där om Parisavtalets ska kunna efterlevas. Varje sådan prognos är dock en färskvara, inte bara på grund av vad vi själva gör, utan också på grund av hur alla andra agerar. Över tid kan människor på en enskild plats inte agera som om man levde på en egen planet. Den globala klimatutmaningen – liksom klimatforskningens förståelse av den – förändras kontinuerligt. Därför behöver vi periodiskt uppdatera förståelsen av vår del av den globala utmaningen och därmed av den lokala koldioxidbudgeten.

En annan typ av uppdatering rör förbättrad metod och förbättrad träffsäkerhet i dataunderlaget. Dagens lokala koldioxidbudgetar utgår i huvudsak

från territoriella data med per capita-fördelade utsläpp från utrikes transporter tillagda. Dessa dataunderlag överensstämmer inte alltid väl med rådigheten hos de offentliga organisationer som antar en lokal koldioxidbudget för sitt geografiska område. Datat återspeglar inte heller alla utsläpp som orsakas av aktörer inom ett område. Att förbättra metod och dataunderlag för att möta rådighetsanspråk och träffsäkerhet är å ena sidan önskvärt men också tidskrävande och starkt beroende av tillgången på officiell statistik. Ett av koldioxidbudgetens tydligaste budskap är, å andra sidan, att just tid är en bristvara. Detta innebär att vi måste vara pragmatiska och använda de metoder och de dataunderlag som finns. När bättre metoder och dataunderlag erbjuds kan dessa appliceras för att optimera användbarheten av, och träffsäkerheten i, de lokala koldioxidbudgetarna. Denna utveckling fortlöper i en iterativ process mellan metodutvecklare och de offentliga organisationer som valt att koldioxidbudgetera.

En utmaning med den lokala koldioxidbudgeten består alltså i att förklara och förhålla sig till att den förändras över tid och av flera anledningar. Dels reflekterar den en föränderlig förståelse inom den globala klimatforskningen, dels påverkas den av vad kommunen, regionen eller länsstyrelsen själva gör. Därför är inte en specifik koldioxidbudget vidhäftad

med en viss utsläppsminskningstakt. Istället förändras den framtida nödvändiga utsläppsminskningstakten löpande av hur väl vi hittills efterlevt vår koldioxidbudget. Och en koldioxidbudget är alltså i direkt behov av att uppdateras löpande och adekvat för att fortsätta att vara förankrad i klimatvetenskapen, klimatstatistiken och verkligheten.

Forskarna bakom den metod som används för att beräkna Stockholms läns koldioxidbudget (Tyndall Carbon Budgets) tillgodoser detta behov av uppdatering genom att följa, utvärdera och uppdatera de lokala koldioxidbudgetarna i samband

med IPCC:s publiceringar av globala koldioxidbudgetar. IPCC:s senaste uppdatering, återspeglad i denna rapport, skedde i samband med publiceringen av den vetenskapliga delen av IPCC:s sjätte utvärderingsrapport AR6 (IPCC 2021).

Att målstyra efter en lokal koldioxidbudget betyder med andra ord att anta ett adaptivt perspektiv på klimatutmaningen. Det kräver i sin tur lyhördhet gentemot klimatvetenskapen och att kanaler hålls öppna mellan klimatforskning och lokal förvaltning. I utvecklingen av Tyndall Carbon Budgets-metoden ser vi hur system som syftar till detta växer fram.



# Källförteckning

Kevin Anderson, John F. Broderick & Isak Stoddard(2020)A factor of two: how the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways,Climate Policy, 20:10,1290-1304,DOI: [10.1080/14693062.2020.1728209](https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1728209)

IEA, 2020: World Energy Outlook 2020, International Energy Agency, tillgänglig från <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In 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 [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Kamb, Annelie & Larsson, Jörgen. "Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990-2017". Institutionen för Rymd-, geo-och miljövetenskapAvdelningen för fysisk resursteoriCHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLAGöteborg, 2018: [https://research.chalmers.se/publication/506796/file/506796\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/506796/file/506796_Fulltext.pdf)

Lenaerts, K., S. Tagliapietra and G.B. Wolff., 2021: 'Can climate change be tackled without ditching economic growth?' Working Paper 10/2021, Bruegel

Oxfam Sverige, 2020. Svensk Klimatojämlighet – Behovet av en rättvis omtällning. OXFAM MEDIA BRIEFING dec 2020: [https://www.oxfam.se/sites/default/files/content-page/attachments/svensk\\_klimatojamlikhet-behovet\\_av\\_en\\_rattvis\\_omstallning.pdf](https://www.oxfam.se/sites/default/files/content-page/attachments/svensk_klimatojamlikhet-behovet_av_en_rattvis_omstallning.pdf)(Tillgänglig 2022-03-31).

Prop 2106/17:16: Godkännande av klimatavtalet från Paris, <https://www.regeringen.se/4a75ca/contentassets/618f83b8918f4f34bb1ae06b62aae8f2/godkannande-av-klimatavtalet-fran-paris-prop.-20161716>. Tillgänglig 2022-02-01.

Raworth, Kate, 2021 (2018). Donut ekonomi – sju principer för en framtida ekonomi (översättning Linus Kollberg). Göteborg: Daidalos.

Raworth, Kate, 2017: Doughnut Economics – Seven ways to think like a 21th century economist. London: Penguin Random House.

Science Based Targets Network, 2020: Science-based climate targets: a guide for cities. Available at: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/wp-content/uploads/2020/11/SBTs-for-cities-guide-nov-2020.pdf> (2020-02-15)

Thunberg, Greta (2020): Ni säger att ni rapporterar om klimatkrisen – men det gör ni inte. Dagens Nyheter 2020-09-24.

SMED 2020. Metod- och kvalitetsbeskrivning för geografiskt fördelade emissioner till luft. Norrköping 2020. Naturvårdverket: <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1455139/FULLTEXT01.pdf> (Tillgänglig 2022-04-06)

Sweden Environmental Protection Agency (SEPA), 2021. National Inventory Report Sweden 2021: Annexes Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2019. Stockholm 2019. Naturvårdverket:  
<https://unfccc.int/documents/271847> (tillgänglig 2022-04-06).

THE  
**TYNDALL**  
CARBON  
BUDGETS  
METHOD

FOR SETTING SCIENCE BASED  
CLIMATE TARGETS IN LINE  
WITH THE PARIS AGREEMENT

Stockholms läns  
koldioxidbudget finns  
nu på internet.

Pedagogiskt visualiserad och alltid med aktuella siffror.

Besök [www.climatevisualizer.com/Stockholms län](http://www.climatevisualizer.com/Stockholms_län)

klimat  
sekretariatet