

## (Till)växthuseffekten - en farligt lyxig solbränna

### Inledning och frågeställning

2015 enades nära samtliga världens länder i det så kallade *Parisavtalet*. Avtalet satte upp det tydliga målet att begränsa den globala uppvärmningen till 2 °C, med målsättningen att begränsa till 1,5 °C. Avtalet är icke-bindande och förväntas uppnås genom ett decentraliserat system; varje land sätter upp egna målsättningar, som de rapporterar in till UNFCCC (UNFCCC, 2018). Målet är ambitiöst, och kommer att kräva drastiska åtgärder. Är det exempelvis realistiskt att nuvarande levnadsstandard i de utvecklade länderna kan upprätthållas, samtidigt som utsläppen går ner i tillräckligt snabb takt? Denna fråga är grunden för vår frågeställning:

*Vad krävs av den globala ekonomin till 2050 för att nå tvågradersmålet?*

Vi inleder med en analys av den globala ekonomin och de globala utsläppen för att se i vilken takt den *koldioxidminskande* tekniken måste utvecklas för att ekonomin ska kunna fortsätta växa i nuvarande takt och gör även en beräkning på vilken konstant tillväxtnivå som annars skulle vara hållbar. Dessa modeller appliceras sedan på **Sverige** och **Mali**, där Sverige får stå för vad som kallas den utvecklade världen idag, medan Mali står för de som är långt därifrån.

## Analys

### Ehrlichekvationen som analysverktyg

En passande ekvation för vad vi önskar att beräkna är "Ehrlichekvationen" (kallas också I=PAT-ekvationen). Den är dels en enklare version av den ekvation som används i IPCC:s prognosmodeller (IPCC, 2001), dels används den av ekologiekonomen Tim Jackson, professor vid University of Surrey. Ekvationen säger att miljöpåverkan (I) är lika med befolkningen (P) multiplicerad med rikedom eller inkomstnivån (A) multiplicerad med den ekonomiska produktionens tekniska intensitet (T):

$$I = P \times A \times T$$

(Jackson 2012, s.90)

*\*hädanefter kommer variabel I att betecknas som C, samt variabel P som Y. C står helt enkelt för den specifika miljöpåverkansstorheten växthusgasutsläpp (C för Carbon). Y används för att kunna beteckna procentuell förändring med cirkumflex-tecknet ovanför bokstaven, vars symbol inte finns ovan ett P. Det ger oss  $C = Y * A * T$ . Notera att vi dessutom kommer likställa rikedom- eller inkomstnivå (A) med BNP-nivå.*

### Scenario 1 - nödvändig teknisk utveckling

I detta scenario utgår vi ifrån att genomsnittstillväxten per år fortsätter att vara i positiva termer, mer specifikt 1,57% per år. Denna siffra utgör den rådande trenden för utveckling i globalt BNP per capita mellan 2000-2017 (Världsbanken, 2018). Vi drar alltså ut denna trend och antar att världens välstånd fortsätter att öka i samma takt som de senaste 17 åren. Enligt 2017 års UN Population Division-prognos för befolkningstillväxt fram till 2100, kommer befolkningen 2050 att uppgå till 9,8 miljarder vilket 2020-2050 ger oss en årlig genomsnittlig befolkningstillväxt på 0,75% (Our World in Data, 2018). Slutligen, som nämnt tidigare utgår vi i detta scenario ifrån att önskvärda nivåer på totala växthusgasutsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter kraftigt minskar till en nivå av 3 miljarder ton per år. För att sätta detta i perspektiv beräknas världen år 2020 släppa ut 39 miljarder ton koldioxidekvivalenter per år (IPCC 2018, s. 15). 3 miljarder ton koldioxid/år år 2050 utgör ett ungefärligt genomsnitt utifrån IPCCs olika scenarion vid en målsättning på enbart 1,5 graders global uppvärmning år 2050 (IPCC 2018, s. 15). Med exponentiell regression får man att en minskning från 39 miljarder ton till 3 medför en årlig genomsnittlig minskning på 8,2% per år.

### Scenario 2 - önskvärd tillväxtnivå

I detta scenario utgår vi från att den tekniska utvecklingen inte ökar drastiskt från dagens nivåer. Detta ställer istället krav på den globala BNP/capita, som kanske måste avta mer än prognostiserat. Förändring i uträkning från scenario 1 är att det här är  $\hat{A}$  som är okänd variabel (då detta är procentuell BNP/capita-tillväxttakt), medan  $\hat{T}$  (cirkumflex-symbolen betyder "procentuell förändring av") ges av snittet i koldioxideffektivisering mellan 2000 och 2017, -1,6% (PWC, 2018).

### Teoretisk applicering

Utifrån tidigare nämnda *Ehrlichekvationen* går det att komma fram till nödvändiga årliga minskningar i koldioxidintensitet i världsekonomin. Enligt den matematiska principen om relativ förändring av en produkt gäller att om  $y = x*z$ , så utgörs det relativa förändringssambandet av att procentuell förändring i  $y$  är lika med procentuell förändring i  $x$  plus procentuell förändring i  $z$  (Fregert & Jonung 2018, s. 571). Precis som vi ser i rutan innebär detta att den procentuella förändringen i totala växthusgasutsläpp ( $\hat{C}$ ) är lika med förändringen i befolkning ( $\hat{Y}$ ) plus förändringen i BNP per capita ( $\hat{A}$ ) och slutligen subtraherar man på detta förändringen i teknisk utsläppsintensitet/koldioxidintensitet ( $\hat{T}$ ).

Genom att stuva om i ekvationen, får man ekvationer som visar nödvändiga åtgärder på årlig basis under de kommande 30 åren. Givet siffrorna som gäller för trenderna om man utgår från scenario 1, får vi en ekvation som ser ut på följande sätt:

$$\hat{T} = \hat{C} - \hat{Y} - \hat{A} = -8,2 - 0,75 - 1,57 = -10,52\%$$

För scenario 2 gäller istället att:

$$\hat{A} = \hat{C} - \hat{Y} - \hat{T} = -8,2 - 0,75 - (-1,6) = -7,35\%$$

Varför vi stuvor om just så här är för att scenario 1 förutsätter att vi minskar på koldioxidintensitet men låter de andra trenderna fortgå som vanligt, varför vi vill ha fram en takt i minskning av koldioxidintensitet. Scenario 2 förutsätter att vi minskar på välståndet i världen, varför vi istället vill räkna ut den årliga önskvärda tillväxten, i detta fallet ett negativt tal.

Vad dessa matematiska beräkningar rent konkret betyder är följande: givet scenario 1 behöver världsekonomin effektivisera koldioxidintensitet i en årlig takt på över 10,52% per år, en siffra som vi inte har kommit i närheten av ännu. För att sätta detta i perspektiv - mellan 2000 och 2017 minskade koldioxidintensiteten i världsekonomin med bara -1,6% i årligt genomsnitt (PWC, 2018). Om vi istället utgår från scenario 2, måste årlig global tillväxt vara -7,35% per år - i det stora hela måste världsekonomin alltså krympa då scenario 2 förutsätter detta!

Vad har scenario 1 för konkret betydelse för världens länder? Vi ska komma ihåg att vi har utgått från ekonomin på en global nivå. Det är inte okomplicerat att mäta ett visst lands koldioxidintensitet; om en fabrik som släpper ut miljöfarliga gaser flyttar från Sverige till Kina, innebär detta en minskning i den svenska ekonomins koldioxidintensitet men en ökning i den kinesiska. Konsumenterna kan dock även i fortsättningen vara de svenska. På global nivå är det ett nollsummespel, vilket gör att vad som kan verka som ett steg i rätt riktning på nationell nivå inte gör någon skillnad på global nivå. Detta är en tänkbar svaghet med scenario 1 - det är helt enkelt för vanskligt att mäta enskilda länders effektiviseringar.

### Vad skulle scenario 2 innebära för enskilda länder?

De två scenarier vi här presenterat är förstås två extremfall. Exempelvis har vi inte tagit hänsyn till vad en befolkningsökning som avtar snabbare än prognostiserat skulle ha för effekter eller dylika faktorer. Dessutom är det otroligt att tänka sig att världens länder - som i scenario 2 - skulle acceptera sjunkande välstånd utan att också satsa betydligt mer på teknisk utveckling i bred bemärkelse än

tidigare. Resultatet av scenario 2 sticker kanske särskilt i ögonen på läsaren, då detta innebär en gigantisk årlig minskning av BNP/capita - det åtråvärda brukar ju snarare vara motsatsen.

För att tydliggöra implikationerna av detta resultat kommer vi nu applicera det på två länder, Sverige och Mali. Sverige är enligt Globalis ett av världens rikaste länder sett till BNP/capita, medan Mali är ett av de fattigare (Globalis, 2018). Hur får dessa ekonomier utveckla sig i storlek och man utgår ifrån att båda får sikta mot samma inkomstnivå, men inte högre (med andra om Mali inte får kompensation för att man idag är extremt mycket fattigare än Sverige)?

Till att börja med måste vi ta fram *global BNP/capita* år 2050 givet den årliga minskningen på 7,35% som gavs av Ehrlichekvationen. Global BNP/capita 2020 är enligt den tillväxttakt vi räknat med tidigare 17 750 \$ i 2017 års penningvärde. Den multipliceras då med faktorn  $1 - 0,0735 = 0,9265$  för varje år, som i sin tur upphöjs till 30 eftersom det är 30 år. BNP/capita 2050 ges då av:

$$17\,750 \$ * 0,9265^{30} = 1\,797 \$$$

1 797 \$ är alltså den "tillåtna" BNP/capita 2050. Det skulle alltså innebära att endast drygt en tiondel av snittinkomsten per capita år 2020 återstod 2050. *Trading Economics* (2018) prognostiserar Sveriges BNP/capita 2020 till 49 000 \$, och Malis till 2 108 \$ (båda i PPP-justerad växelkurs i 2011 års värde). Ländernas tillåtna BNP-tillväxt ges därmed av:

Sverige:

Mali:

$58\,000 \$ * x^{30} = 1\,797$ $x^{30} = 1\,797/58\,000 = 0,030987 \$$ $x = 0,891$	$798 \$ * x^{30} = 1\,797$ $x^{30} = 1\,797/798 = 2,25188 \$$ $x = 1,027$
--	---

Av detta följer att Sveriges BNP/capita från 2020 måste minska med 10,9%/år, medan Malis kan öka med 2,7%/år. Detta är ett mycket intressant, och väldigt utmanande, resultat. Medan nivån är slående låg, och minskningstakten för Sverige minst sagt extrem, betyder det dock att Mali, världens 24:e fattigaste land sett till detta välståndsmått, faktiskt har visst utrymme att växa sin ekonomi mellan 2020 och 2050 i det vi betraktar som en normal tillväxttakt.

## Slutsats

Ett underliggande antagande i Ehrlichekvationen ovan är att all produktion för en viss summa pengar också orsakar lika stor miljöpåverkan, eller i det här fallet lika stora utsläpp. Det är förstås en grov förenkling, men inte heller helt verklighetsfrånvänt. I den breda definitionen av teknisk utveckling ryms ju även omstrukturering och förändring av vad som produceras. Tillsammans med det nyss nämnda antagandet gjordes också antagandet att produktion för ett visst värde i ett land orsakar lika stora utsläpp som produktion för samma värde i ett annat. Detta hör samman med det sätt som den globala ekonomin fungerar idag. Ju större inkomster (invånarna i) ett land har, desto större konsumtionsmöjligheter, allt annat lika. Ju större konsumtionsmöjligheter, desto mer konsumeras. Och genom frihandel på den globala marknaden konsumerar människor på samma inkomstnivå ganska likartat. Sambandet mellan rikedom och stora utsläpp är starkt.

Vi har alltså i denna artikel analyserat hur den globala tillväxten bör arta sig mellan 2020 och 2050 om Parisavtalets ambitiösa mål på 1,5 °C ska nås. Vi har utgått från två extremscenarier, ett där den koldioxidminskande tekniska utvecklingen håller en sådan takt- 10,52% om året- att BNP:s tillväxttakt kan fortsätta som oförändrad, och ett där den tekniska utvecklingens tillväxttakt är oförändrad, varför BNP istället måste minska med 10,55% om året. På landnivå exemplifieras detta med att såväl Sverige, ett av världens rikaste länder, som Mali, ett av de fattigaste, behöver ha sjunkande BNP-utveckling under perioden. Inget av dessa scenarier är helt realistiskt, men deras resultat ger goda implikationer på vilken utmaning det globala samfundet står inför och sätter BNP-tillväxt, en politisk helig ko om någon, i ett annorlunda ljus. På senare år har den tekniska

utvecklingen med avseende på växthusgasutsläpp redan ökat i takt något (till 2,6% under 2016 (Pwc, 2018)), men beräkningarna ovan indikerar ändå att förväntningarna på BNP-tillväxt behöver skifta radikalt framöver. Sannolikt behöver en kombination av ekonomisk omfördelning och omstrukturering på global nivå samt teknisk utveckling i snäv mening till för att nå klimatmålen.

## Källor

Fregert, Klas. and Jonung, Lars. (2018). *Makroekonomi: Teori, politik och institutioner*. 5 uppl. Lund: Studentlitteratur, s. 517.

Globalis. (2018). *BNP per invånare*. [online] Länk: <https://www.globalis.se/Statistik/BNP-per-invaanare> [Hämtdatum 13 Nov. 2018].

Global Warming of 1.5 °C. (2018). [Rapport] IPCC, p.15. Länk: [http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15\\_spm\\_final.pdf](http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf) [Hämtdatum 13 Nov. 2018].

IPCC. (2001). *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001 (TAR). Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability* [online] Länk: <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=56> [Hämtdatum 21 Nov. 2018].

Jackson, Tim, "Välfärd utan tillväxt". Ordfront förlag: 2012

Our World in Data. (2018). *Future Population Growth*. [online] Länk: <https://ourworldindata.org/future-population-growth> [Hämtdatum 13 Nov. 2018].

PwC. (2018). *The Low Carbon Economy Index*. [online] Available at: <https://www.pwc.co.uk/services/sustainability-climate-change/insights/low-carbon-economy-index.html> [Hämtdatum 11 Nov. 2018].

Trading Economics. (2018). *Sweden GDP Per Capita - Forecast*. [online] Länk: <https://tradingeconomics.com/sweden/gdp-per-capita/forecast> [Hämtdatum 13 Nov. 2018]

Trading Economics. (2018). *Mali GDP Per Capita - Forecast*. [online] Länk: <https://tradingeconomics.com/mali/gdp-per-capita/forecast> [Hämtdatum 13 Nov. 2018]

UNFCCC. (2018). *The Paris Agreement*. [online] Länk: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [Hämtdatum 10 Nov. 2018]

Världsbanken. (2018). *GDP per capita, PPP (current international \$)*. [online] Länk: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?end=2017&start=2000> [Hämtdatum 11 Nov. 2018].

World Bank Data. (2018). *GDP per capita, PPP. (Constant 2011 international, \$)* [online] Länk: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.KD> [Hämtdatum 21 Nov. 2018]