

HUR2050



Ett miljöperspektiv

Miljörelaterade kriterier för hållbarhet

Sammanfattning	3
Förutsättning	3
Klimat och koldioxid	4
Bra att veta om klimatet	5
Andra utsläpp	5
Energi	6
Begränsad mängd biomassa	6
Knapphet på mark	6
Knapphet på naturresurser och material	6
Kostnader	6
Bra att veta om energianvändningen	6
Trafiksektorn och kostnadseffektivitet	7
Handlingsmöjlighet	7
Lång omställningstid	8
Ytanvändning	9
Slutord	9

**Av Anders Roth, Trafikkontoret, Göteborgs Stad och
Johan Swahn, Fysisk resursteori, Chalmers Tekniska Högskola**

**För mer information om HUR 2050:
Jan Gustafsson
Vägverket Region Väst
405 33 Göteborg
Tel 031-63 52 49**

Ett miljöperspektiv

Sammanfattning

Att minska utsläppen av koldioxid från fossila bränslen för att undvika klimatförändringar är den stora utmaningen för mänskligheten under detta århundrade.

År 2050 skall målet vara att inte släppa ut mer koldioxid från transporter än 500 kg per person och år. Energianvändningen per person för transporter skall inte heller vara större än 6250 kWh per år.

Detta innebär jämfört med dagens situation att utsläppen av koldioxid för transporter har minskats med mer än två tredjedelar och energianvändningen har halverats, räknat per göteborgare.

I dessa siffror ingår alla transporter, såväl person- som godstransporter, såväl kortväga som långväga, såväl inrikes som utrikes transporter.

Utsläppen av andra ämnen, såsom kväveoxider, partiklar och marknära ozon minskar främst tack vare bättre motorer och efterbehandlingsutrustning. Även trafikmängdspåverkande åtgärder behövs för att minska dessa utsläpp för att nå beslutade miljömål. Dessa åtgärder leder även till minskade koldioxidutsläpp.

Det är motiverat att ha mål inte bara för utsläpp av fossil koldioxid, utan att också fundera på hur mycket energi som används. Även om det på sikt finns goda tillgångar på förnybar energi begränsas de i praktiken under en övergångsperiod av begränsningar på tillgång på biobränslen, av tillgång på yta, av olika materialbegränsningar och av ekonomiska skäl.

Förutsättningar

Vid beräkningar och diskussioner om framtida miljömål är det rimligt att ha ett globalt perspektiv. Speciellt med avseende på globalt verkande miljöfaktorer som koldioxid från energianvändning, som påverkar jordens klimat. I följande angreppssätt gäller därför som förutsättning att framtida miljöutrymme i framtiden skall fördelas lika mellan jordens befolkning. Det betyder att ett per capitamått kommer att användas. I praktiken innebär det att i-länder behöver minska sina utsläpp per capita medan de flesta u-länder kan tillåta sig en mindre höjning. Jordens befolkning förväntas öka från dagens ca 6 miljarder människor till ca 9 miljarder år 2050¹.

Den viktigaste miljöfaktorn att fokusera på har bedömts vara klimatpåverkan och tillhörande utsläpp av fossil koldioxid. Andra miljöfaktorer som utsläpp av t ex hälsoskadliga ämnen kommer med stor sannolikhet att vara lösta inom 50 år. Mycket tack vare ett brett införande av nya tekniska lösningar.

Det finns dock miljöproblem som inte kan lösas endast genom ny teknik. En sådan är den begränsade tillgången på brukbar mark. Markfrågan är dock delvis genom användning av bioenergi kopplad till koldioxidutsläpp och tillgången till förnybar energi varför den kan sägas komma med indirekt. Markfrågan kommer därför inte tas upp som en separat målparameter, utan i stället belysas översiktligt. Det samma gäller för materialanvändning.

¹ FN, "Population Division, DESA"

Är utsläpp av fossil koldioxid ett reellt problem för vårt framtida klimat? Helt säkra kan vi ännu inte vara, men världens klimatforskare, med endast enstaka tvivlare, säger att det är så. Mätningar visar också att den globala medeltemperaturen redan har ökat med 0,6–0,7 grader under det senaste århundradet². Naturligtvis kan forskarna ha fel, men försiktighetsprincipen säger att vi idag skall undvika att ta risker om vi inte är säkra på att kunna hantera följderna i morgon. Det kan ju faktiskt också vara så att klimatforskarna är för försiktiga och således har underskattat riskerna och effekterna av koldioxidutsläpp från mänsklig aktivitet. Dessutom kan man idag klart observera smältning av polarisar och glaciärer och många av oss har börjat förstå att ”något konstigt håller på att hända med vädret”. Tecknen är många på att forskarna har rätt.

De effekter som är att vänta av en ökande medeltemperatur kommer att variera både globalt och regionalt. För vår del i Norden kan vi räkna med allmänt blötare, varmare och blåsigare klimat. Andelen extrema vädersituationer kommer sannolikt också att öka.³ Vidare kommer temperaturhöjningen bli ca två gånger större i Norden jämfört med den globala medeltemperaturen.

Vi kan välja att se åtgärder mot en mänskligt förstärkt växthuseffekt som en försäkringspremie. Genom att göra åtgärder nu kan vi således undvika negativa effekter i framtiden. Parallellen med husförsäkring är då intressant. Även om sannolikheten att ens hus skall brinna ner är mycket liten, så kan de flesta inse konsekvenserna av en sådan olycka och tecknar därför en försäkring. Här har vi en situation där sannolikheten för problem är stor, men vi har ännu inte tecknat någon premie.

Hur mycket koldioxid kan vi släppa ut? Göteborgsregionen bör ha som utgångspunkt att den globala temperaturökningen som beror på den förstärkta växthuseffekten ska begränsas till 2 grader. Därmed kan ökningen av medeltemperaturen i Norden begränsas till 3–4 grader. Detta innebär att koldioxidhalten i atmosfären bör stabiliseras vid en nivå på 450 ppm (halten i atmosfären mätt i miljondelar med avseende

på volym). Att jämföra med dagens nivå på ca 350 ppm och den nivå på ca 270 ppm som antas vara den nivå innan mänskliga utsläpp började rubba balansen.

För att klara en stabilisering på 450 ppm bör då utsläppen av fossil koldioxid inte vara högre än ca 18 miljarder ton per år från och med år 2050. Räknat på individuell nivå blir detta 2 ton koldioxid per person och år räknat utifrån en befolkning på 9 miljarder människor år 2050. Det skall då ställas mot de 6,5 ton koldioxid som vi släpper ut per person och år i Sverige idag.

I Göteborgsregionen släpper vi ut ungefär lika mycket per person som Sveriges genomsnittliga utsläpp per person. En minskning från 6,5 ton till 2 ton per person och år innebär en minskning med mer än två tredjedelar. Målsättningen för Göteborgsregionen bör då vara att koldioxidutsläppen per person år 2050 ska bli mindre än en tredjedel av dagens utsläpp för att nå en nivå på 2 ton per person och år.⁴ För att stabilisering ska ske så måste koldioxidutsläppen minska ytterligare efter år 2050. År 2100 bör de närma sig 0,8 ton per person och år, dvs vara mindre än en åttondel av dagens nivå.

Värt att notera är att vi här utgått ifrån att invånarna i Göteborgsregionen släpper ut lika mycket koldioxid per person som medelsvensken. Om man i stället skulle jämföra från enskilda kommuners utsläppsstatistik så kan utsläppen idag redovisas som både högre och lägre än 6,5 ton per år och person. Det saknas fortfarande en metodik för kommunal redovisning där alla utsläpp som orsakas av kommunens invånare räknas med och vissa utsläpp som allokteras till fler än kommunens invånare har dragits av. I avvaktan på ett sådant system har vi utgått från ett rikssnitt när vi angett hur mycket man måste minska utsläppen. Det viktigaste är de framtida nivåerna och att det är fråga om mycket stora reduceringar under en femtioårsperiod.

Koldioxidutsläppssiffrorna 6,5 ton respektive 2 och 0,8 ton per person och år gäller för alla utsläpp. Idag står transporter för över en tredjedel av koldioxidutsläppen i Sverige samtidigt som transporter idag står för 25% av energianvändningen. Vi antar

² IPCC 2001 Third Assessment Report ; SMHI

³ IPCC 2001 Third Assessment Report

⁴ Baserat på IPCCs stabiliseringsscenario .

att vi i framtiden effektiviserar ungefär lika mycket i samtliga sektorer och att vi har samma fördelning av energianvändning mellan sektorerna. Dessutom antar vi att man i framtiden låter fördelning av koldioxidutsläpp styras av energianvändningen i varje sektor så att transporterna i framtiden står för ca 25 % av utsläppen av koldioxid. Detta innebär att transportsektorn år 2050 bör stå för en fjärdedel av 2 ton per person och år, dvs man får släppa ut ca 500 kg per person och år. Utsläppen ska sedan fortsätta minska efter 2050. I dessa siffror ingår alla transporter, såväl person som gods, såväl kortväga som långväga, såväl inrikes som utrikes.

De olika siffrorna kan te sig något abstrakta. I en enkel jämförelse släpper en bil som drar 0,8 liter bensin per mil och körs 1 500 mil på ett år ut ungefär 2,9 ton koldioxid. Den mest energisnåla dieselbilen släpper ut ca 1,2 ton koldioxid på samma sträcka. I praktiken är i dagsläget dock halva "kvoten" använd för långväga resande (främst flyg) samt av godstransporter; vilket gör att de 500 kilona reducerats till 275 kg per person för kortväga resande. Det motsvarar utsläppen från 140 mils körning med en normalstor bil av dagens modell. Med en framtida mer hållbar bil som drar 0,25 liter bensin per mil kan man i stället köra 450 mil, längre om man är fler i bilen.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC

IPCCs främsta syfte är att granska och tillhandahålla all vetenskaplig, teknisk och socioekonomisk information som är relevant för förståelse av risker för mänsklig påverkan på klimatförändringar. IPCC bedriver inte vetenskaplig forskning utan granskar vetenskapliga bevis och argumentationen bakom dem. Resultatet sammanställs och publiceras i Assessment Reports. Innehållet i den första rapporten från 1990 har blivit ett startskott för ett omfattande mellanstatligt samarbete inom växthuseffekten och klimatförändringar. IPCC publicerar också Special Reports inom områden som är viktiga för att stödja IPCCs huvudsyfte. IPCC fyllde en viktig roll i de förhandlingar som ledde fram till Kyoto avtalet i 1997. IPCCs nyaste granskning kommer att redovisas år 2007 i en ny rapport (Fourth Assessment Report).

Andra utsläpp

Förutom koldioxid är idag utsläppen av andra ämnen från transportsektorn ett problem. Främst gäller det kväveoxider, svaveloxider, bildningen av marknära ozon och partiklar. I det tidsperspektiv som vi diskuterar här kommer dock dessa utsläpp att minska när ny motor- och efterbehandlingsteknik får genomslag samt när förbränningsmotorns användning minskar till förmån för t ex bränsleceller och olika elhybrid-system. En minskad användning av fossila bränslen kan också hjälpa till att minska vissa av de bränsle-relaterade utsläppen.

Vi har i denna text fokuserat på koldioxidutsläppen eftersom den stora utmaningen för närvarande ligger på att förhindra effekter på människans klimat. Samtidigt måste det till åtgärder för att bromsa trafikökningen redan idag för att minska utsläppen och kunna nå beslutade miljömål gällande miljö kvalitetsnormer för t ex kvävedioxid. Dessa åtgärder leder oftast även till minskade koldioxidutsläpp.

Bra att veta om klimatet

- Det finns en naturlig växthuseffekt med balans mellan utsläpp och upptag av koldioxid
- Mänsklig aktivitet såsom förbränning av fossila bränslen, ändrade jordbruksmetoder och avskogning höjer koldioxidhalten i atmosfären, vilket misstänks förstärka växthuseffekten
- Största bidraget kommer från förbränning av fossila bränslen
- Som fossilt räknas det som inte kan omsättas på en 100-årscykel (torv är därför mer att betrakta som fossilt än som förnybart med en omsättning på ca 500 år)
- Den globala medeltemperaturen har ökat med 0,6–0,7 grader under de senaste 100 åren
- Den globala temperaturökningen bör på sikt inte överstiga 2–3 grader enligt forskarna

Energi

Då utsläpp av koldioxid är intimt förknippat med energianvändningen finns det anledning att även ha mål för hur mycket energi vi i framtiden använder per person. Med stor sannolikhet kommer det inte att gå att ersätta ett ökande energibehov med förnybar energi och då är det viktigt att vi använder så lite energi som möjligt för det vi gör. Att det inte finns obegränsat med förnybar energi att använda per person, trots att det finns mycket energi i den instrålade solen beror på flera faktorer:

Begränsad mängd biomassa

Sverige har tillgång till stora mängder biomassa, men ändå kommer inte dagens tillväxt av biomassa att klara att ersätta Sveriges energianvändning utan en minskning av energianvändningen. Redan idag börjar konflikter mellan olika intressen att märkas och industri som tillverkar trävaror från skogsrester börjar nu få svårt att klara konkurrensen på grund av stigande priser på råvara. Globalt sett ligger ändå Sverige väl till.

Knapphet på mark

Mark behövs inte bara för att kunna förse oss med energi i form av biobränsle och för att ge oss papper och trävaror. En ökad knapphet på mark kommer också att bli följderna av ett ökat behov av livsmedel till en växande global befolkning med allt högre krav på matkvalitet. I dagsläget skulle vi egentligen behöva ett tre gånger större jordklot än vad som är fallet idag för att försörja oss på ett ekologiskt hållbart sätt. Med en växande befolkning blir det fråga om en ”faktor fyra”.

Även lokalt mark är och kommer att vara en knapp vara. Utbyggnad av ny infrastruktur innebär ofta att bördig mark tas bort ur produktionen. Marken behövs också för rekreation och för att skydda biologisk mångfald. Därför är det viktigt att framtida trafiklösningar medverkar till ett effektivt markutnyttjande.

Knapphet på naturresurser och material

En annan trång sektor kommer att vara tillgången på vissa naturresurser och material. Även om man når målet att tillföra samhället förnybar energi i tillräckligt stor omfattning blir det ett högt tryck på materialomsättningen. Det kan gälla knappa material som används i solceller, batterier och bränsleceller eller så kan det vara material som kräver mycket energi för framställning. En slutsats av detta är därför att effektiviseringar behöver ske på såväl fordonsanvändningen som energianvändningen. Naturligtvis kommer det också vara viktigt att öka återanvändningen av vissa material.

Kostnader

En ökad knapphet på flera områden kommer naturligt att leda till ökade kostnader för energi. Ökade kostnader kommer i sin tur att tvinga fram effektiviseringar i såväl fordon som transportlösningar. Ökade kostnader kan också vara en relevant fråga beträffande framställning av förnybar energi från solen. Av de förnybara alternativ för framtida bränsleproduktionsystem som diskuteras idag har nämligen vätgasframställning från elektrolys för t ex användning i bränsleceller den lägsta verkningsgraden. Även om verkningsgraden

Bra att veta om energianvändningen

- Idag används 110 000 TWh (räknat som kommersiell energi)
- 85–90 % är fossilt, resten vattenkraft och kärnkraft
- Utöver detta används en del energi i form av biomassa för husbehov (u-länder)
- I Sverige använder vi drygt 50 000 kWh per

- person, dubbelt så mycket per person i USA och en tiondel så mycket per person i Afrika och Asien
- Transportsektorn står för ca 25 % av energianvändningen och 30–40 % av koldioxidutsläppen (i Sverige närmare 40 %)
- Trafiksektorns andel av koldioxidutsläppen är ökande

i fordonen är högre så att totalverkningsgraden från ”sol till hjul” inte är lika dålig så är låg verkningsgrad lika med höga kostnader. Eftersom det kommer bli brist på biomassa är den enda långsiktiga lösningen förnybar energi från vindkraft och vattenkraft, men också direkt från solen med solceller. Poängen är dock att detta kommer att bli dyrare jämfört med idag och därigenom tvinga fram effektiviseringar. Dessutom kommer andra delar, som tillgången på material, att kunna bli nya flaskhalsar.

Slutsatsen av detta är att det är motiverat att ha mål inte bara för utsläpp av fossil koldioxid, utan att också fundera på hur mycket energi som används. Om vi antar att vi tillåts fördubbla den totala globala energianvändningen till år 2050 så innebär det 25 000 kWh energi per person och år. Det är liktydigt med en halvering av dagens energianvändning i Sverige på 50 000 kWh per person. Under förutsättningen att utsläppen av koldioxid skulle minskas med över två tredjedelar så innebär det att ca tre fjärdedelar av energitillförseln skall vara baserad på förnybara energikällor. Detta måste betraktas som ett mycket teknikoptimistiskt antagande, då det innebär att vi globalt använder 1,5 gånger dagens energianvändning med förnybara källor. Det finns dock analyser som visar att det skulle kunna vara möjligt.

Användningen av förnybar energi bör således uppgå till tre fjärdedelar av den totala energianvändningen år 2050 för att sedan fortsätta öka till närmare nio tiondelar år 2100. Detta förutsätter en halverad energianvändning per capita vid bibehållen välfärd – annars måste andelen förnybar energi vara ännu högre.

Trafiksektorn och kostnadseffektivitet

Ibland ställs frågan varför trafiksektorn skall minska sina utsläpp lika mycket som andra sektorer när det kan vara billigare att skära ner på koldioxidutsläppen gällande t ex bostads- och industrisektorn. Det finns flera anledningar till detta:

- Trafiksektorn står för en del av utsläppen och dess andel är ökande. Det kan därför endast vara teoretiskt möjligt att utesluta trafiksektorns 30–40-procentiga andel om utsläppen skall minskas med över två tredjedelar. Något som knappast kommer att vara möjligt i praktiken. Då trafikens andel fortsätter att öka kommer också åtgärder att bli mer angelägna allt eftersom tiden går.
- Kostnadseffektivitetsberäkningar är inte alltid korrekta.

Beräkningar över kostnadseffektivitet tenderar att underskatta kostnaderna för produktion av bensin och dieselolja och överskatta kostnaden för nya drivmedel som ännu inte finns kommersiellt tillgängliga i stor skala. Exempelvis kommer det att bli dyrare att producera bensin och dieselolja om inte balansen i raffinaderier mellan tjocka och lätta produkter kan hållas, dvs om behovet av tyngre eldningsoljor ersätts. Vid framtida produktion av drivmedel är det också rationellt att sk energikombinat kommer att användas, dvs att biodrivmedel framställs tillsammans med andra produkter. På så sätt kan en hög totalverkningsgrad erhållas samtidigt som produktionskostnaderna sänks.

Handlingsmöjlighet

I en tid då vi pratar om demokrati och delegerat beslutsfattande måste det finnas utrymme för människor och organisationer att handla och agera från sin position. Att å ena sidan säga att trafiken är ett stort miljöproblem, men å andra sidan säga att folk inte skall agera går inte ihop.

Detta hänger också ihop med betalningsvillighet för olika åtgärder. Det finns inom transportsektorn människor som är beredda att betala mycket för vissa lösningar. Denna betalningsvillighet skall kunna utnyttjas både för att nå sänkta utsläpp men också för att kunna skapa nya marknader för miljöteknikföretag.

Lång omställningstid

Samhällets infrastruktur byggs upp för att vara under många årtionden och fordons- och drivmedelsindustrin arbetar med långa ledtider. Redan idag planeras de bilmodeller som skall komma i produktion om tio år. Detta gör att vi måste börja ett förändringsarbete idag för att hinna ställa om. Denna omställning har redan börjat och går snabbare i andra sektorer.

Ytanvändning

En yteffektiv transportförsörjning är en viktig förutsättning för att kunna skapa en hållbar stadsregion. Ej hårdgjord yta kommer att bli en allt viktigare resurs för att producera mat och bioenergi. Vägar och fordon konkurrerar också med hus, gående, torg och grönområden om ytorna i staden. Kommunikationsanläggningar skall inte heller ta grönområden i anspråk då dessa både fungerar som luftrenare och rekreationsområde. Sammanhängande grönområden bör inte hällas styckas upp eller splittras. Dels för att erhålla ostörda områden dels för den biologiska mångfalden.

En betydande del av Göteborg utgörs av vägar, spåranläggningar, leder, parkeringsplatser och andra ytor som används för kommunikation av olika slag. Vägverket räknar med att 10–20 % av en svensk stads yta består av kommunikationsanläggningar. Bil är det minst yteffektiva transportsättet medan cykeltransport tar liten plats.

Av ytskäl kan således inte bilar ta en allt för stor del av en transportförsörjningen i en hållbar Göteborgsregion.

Materialanvändning

Rena fordon kommer att vara en nödvändig, men inte tillräcklig förutsättning för ett hållbart transportsystem. De material som används i fordonen måste också brukas och återvinnas på ett sådant sätt att ändliga resurser inte behöver brytas ur jordskorpan. Ett exempel är användningen av ädelmetaller för katalysatorer, vilka idag till stor del sprids i omgivningen under användningen och således ej återanvänds. Vid en framtida användning av bränsleceller kommer behovet av ädelmetaller att öka kraftigt. Även med god återanvändning kommer troligen detta sätta gränser för vilken mängd bränsleceller som långsiktigt går att tillverka.

Slutsatsen blir att ett effektivt utnyttjande av fordonsparken är ett viktigt hållbarhetskriterium, även om fordon får sin primärenergitillförsel från förnybara källor.

Slutord

Till sist kan det då vara motiverat att fundera över storleken på den försäkringspremie som vi ännu inte tecknat. Kostar det för mycket att ställa om? I beräkningar som gjorts på omställning av energisystemet på global basis visar det sig att vi inte behöver gå någon dystur framtid till mötes i ett samhälle baserat på förnybar energi. Forskare har visat att även om kostnaden är stor i absoluta tal så försvinner den i den tillväxt i den globala ekonomin som förväntas under detta århundrade. Det handlar om vi ska bli 10 gånger rikare år 2100 eller 2101. Även i ett förnybart samhälle kommer vi alltså att kunna bli rikare, fast inte på en bräcklig grund.



HUR 2050

– framtidens utmaning tillsammans utveckla en hållbar region