

# FORSKNING FÖR RENARE LUFT

En sammanfattning av resultaten i Naturvårdsverkets forskningsprogram  
SCAC - Swedish Clean Air and Climate Research Program



**SCAC - Swedish Clean Air and Climate Research Program startade 2013.** Det bygger vidare på tidigare forskning, närmast Naturvårdsverkets program SCARP<sup>1</sup>, som pågick mellan 2006 och 2012. Inriktningen på programmet är att ta fram underlag för nationellt och internationellt beslutsfattande inom luftvårdsområdet.

Forskningen utförs av några av Sveriges främsta forskargrupper inom området och inkluderar forskning kring såväl effekter på hälsa, ekosystem och klimat som åtgärdsunderlag för att begränsa utsläppen av luftföroreningar. Programmets första fas avslutas i början av 2017 och kommer att följas av en andra fas. Deltagande institutioner är IVL Svenska Miljöinstitutet, Göteborgs universitet, Stockholms universitet, Lunds universitet, Karolinska Institutet, Umeå universitet, Stockholm stad med SLB Analys, SMHI och IIASA.

*Forskning för renare luft - en sammanfattning av resultaten i Naturvårdsverkets forskningsprogram SCAC - Swedish Clean Air and Climate Research Program*

Författare: Peringe Grennfelt, Per Erik Karlsson, Karin Kindbom, Tomas Gustafsson, Stefan Åström, John Munthe, Lars Gidhagen, Göran Pershagen, Hans Christen Hansson, Annica Ekman, Joakim Langner, Bertil Forsberg, Christer Johansson, David Segersson, Håkan Pleijel.

Produktion: Helena Larsson, IVL Svenska Miljöinstitutet

Februari 2017

<sup>1</sup> Swedish Clean Air Research Program, [www.scarp.se](http://www.scarp.se)

# Luften i våra städer blir successivt bättre

Nedfallet av försurande ämnen har minskat drastiskt de senaste 25 åren. Fortsatt finns det dock problem som kräver sin lösning. I en utvärderingsrapport från UN ECE:s Konvention för Långväga Gränsöverskridande Luftföroreningar (CLRTAP, eller i dagligt tal Luftkonventionen) från 2016 visas att mer än 90 procent av Europas befolkning utsätts för luftföroreningshalter över Världshälsoorganisationen WHO:s gränsvärden.

Framför allt är det halterna av partiklar som oroar. De höga halterna leder också till en omfattande överdödlighet. 2012 räknade man med att nära 400 000 personer i Europa dog tidigare än de skulle till följd av luftföroreningarna. I Sverige finns det uppskattningar att luftföroreningarna ger en överdödlighet på upp till 5 000 personer årligen. Den främsta orsaken är hjärt- och kärlsjukdomar. Till hälsoeffekterna kommer kvarstående problem med effekter på ekosystem, till exempel från ozon och kvävenedfall.

Luftföroreningarna är fortsatt till en stor del ett gränsöverskridande problem och kräver därför internationella åtgärder. Sedan snart 40 år utgörs den sammanhållande aktören för begränsning av dessa föroreningar av ovan nämnda luftkonvention CLRTAP.

Konventionen som undertecknades 1979 har genom olika protokoll lett till överenskommelser att begränsa utsläppen och därmed de effekter som föroreningarna ger upphov till. Det viktigaste protokollet är Göteborgsprotokollet som undertecknades 1999. Det ursprungliga protokollet var i huvudsak inriktat mot ekosystemeffekter som försurning, övergödning och effekter av marknära ozon på vegetation. När protokollet reviderades 2012 låg tyngdpunkten på hälsoeffekter och då inkluderades för första gången partiklar i protokollet.

Luftvårdsarbetet styrs också av EU:s lagstiftning. Efter långa förhandlingar nådde man sommaren 2016 slutligen en överenskommelse som innebär dels en revidering av det så

kallade takdirektivet från 2001, dels krav på åtgärder när det gäller utsläpp från småskalig förbränning. Det slutliga protokollet är nu godkänt och återfinns på Kommissionens hemsida. I beslutet har tidsgränsen för genomförande av överenskomna åtgärder satts till 2030 och det innebär en skärpning i förhållande till det reviderade Göteborgsprotokollet. Trots detta kommer det att krävas åtgärder även efter 2030 för att uppnå de långsiktiga målen när det gäller hälsa och miljö.

Även i Sverige har luften blivit successivt bättre. Koncentrationerna av luftföroreningar minskar även om det inte skett i den takt man önskat. Framför allt är det utsläppen från trafik och vedeldning som är två stora kvarstående problem. Bland annat har problemen med att klara avgasnormerna för kväveoxider resulterat i att haltminskningarna som vi sett under 1990-talet avstannat. Vedeldningens utsläpp har också legat kvar på en relativt hög nivå, kanske till och med ökat. Även jordbrukets utsläpp av ammoniak är fortsatt ett problem i vissa områden.

I detta perspektiv, tillsammans med att Sverige fortsatt får ta emot stora föroreningsmängder via långdistanstransport, har Naturvårdsverkets forskningsprogram SCAC - Swedish Clean Air and Climate Research Program - tillkommit för att stärka det vetenskapliga underlaget kring luftföroreningarnas effekter på hälsa och ekosystem samt kring kostnadseffektiva åtgärder. I detta program skall också relationen mellan luftföroreningar och klimat beaktas.

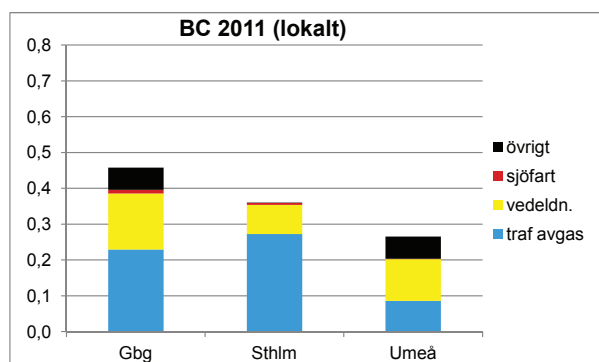
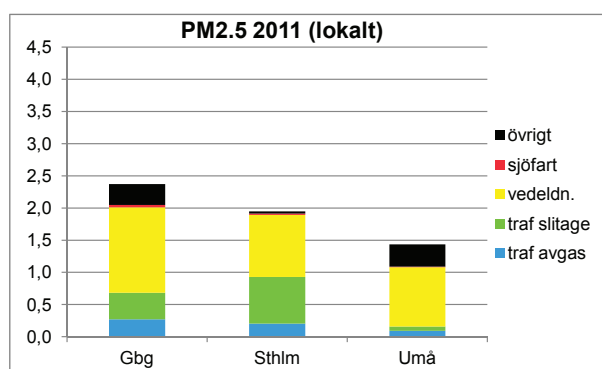
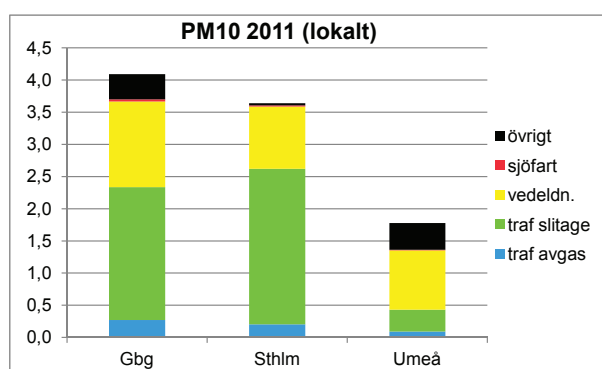
Föreliggande rapport är en summering av resultaten från programmets första fas. För de som önskar ytterligare information om programmet hänvisas till hemsidan [www.scac.se](http://www.scac.se) och för information om specifika forskningsaktiviteter till de personer och e-postadresser som står efter varje artikel.

*Peringe Grennfelt, IVL Svenska Miljöinstitutet, programchef SCAC*



# Vedeldning och trafik största hoten mot luften i städerna

Utöver långdistanstransport kommer i svenska tätorter de stora bidragen av partiklar och sot från fordonstrafik och småskalig vedeldning. I SCAC har vi på ett detaljerat sätt beskrivit effekterna av just dessa källor. Våra studier är koncentrerade till tre områden: Stockholm, Göteborg och Umeå och de data vi tagit fram har använts såväl till källbidragsstudier för hälsoeffekter i form av förtida dödsfall, som för att undersöka samband mellan exponering och sjuklighet.



Lokala källbidrag (enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) till befolkningsviktad exponering i tre områden ( $35 \times 35 \text{ km}^2$ ) över Göteborg, Stockholm och Umeå. Till detta kommer bidraget från regionala källor som ofta är högre än det lokala. För de tre städerna motsvarar de lokala bidragen för PM10 21-28%; för PM2.5 27-36% samt för BC 57-70% av den totala exponeringen, med störst andel i norr (Umeå) och lägst i söder (Göteborg). I absoluta tal ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) är dock det regionala bidraget lägst i norr.

Målet är att beskriva långtidsexponering med en horisontell upplösning av  $50 \times 50 \text{ m}$ . Detta kräver motsvarande detaljkunskap om hur emissionerna fördelas rumsligt. För trafikemissioner är detta inget stort problem då vägar och trafikvolymerna är väl kända. För vedeldning är dock kunskapen inte alls på samma detaljnivå.

För Umeå-området har vi haft tillgång till ett register av lokaleldstäder baserat på information från sotare. För Göteborg och Stockholm har vi varit tvungna att använda information om vedanvändning per kommun och fjärrvärmeutbyggnad för att rumsligt fördela emissionerna från vedeldning.

Med stöd av risksamband från litteraturen har vi skattat de olika källornas bidrag till ökad dödlighet. Trots att långdistanstransporten utgör det dominerande bidraget till partikelhalter i svenska städer så talar det mesta för att lokala utsläpp av små primära partiklar ( $< 2.5 \mu\text{m}$ ) från trafik och vedeldning ger större konsekvenser på dödlighet. Används risksamband för exponering av black carbon blir konsekvenserna av lokala utsläpp ännu mer dominerande. Våra uppskattningar visar att de lokalt emitterade partiklarna i Stockholm ger upphov till 170-400 dödsfall per år. Motsvarande siffror för Göteborg och Umeå är 100-240 respektive 9-23.

Det finns således stor anledning att arbeta med att minska de lokala utsläppen av små partiklar från trafik och vedeldning i svenska städer. För de små partiklarna är utsläppen från vedeldning lika stora eller något större än de från vägtrafiken. För black carbon, där dieselfordon är en stor källa, är vägtrafiken en större källa än vedeldningen.

Sammanfattningsvis visar SCAC:s detaljerade exponeringsberäkningar att betydelsen av de lokala utsläppen från vedeldning och vägtrafik är större än vad tidigare beräkningar på nationell skala fått fram. Mest förvånande är vedeldningens stora betydelse, med effekter i form av dödlighet av samma storleksordning som den från trafiken. Dock gäller att våra data för utsläppen från vedeldning är betydligt osäkrare de för trafikens avgasutsläpp, både storleksmässigt och med avseende på geografisk fördelning.

**Lars Gidhagen, SMHI**

[lars.gidhagen@smhi.se](mailto:lars.gidhagen@smhi.se)

**Bertil Forsberg, Umeå universitet**

[bertil.forsberg@umu.se](mailto:bertil.forsberg@umu.se)

**Christer Johansson, Stockholms universitet**

[christer.johansson@aces.su.se](mailto:christer.johansson@aces.su.se)

**David Segersson, SMHI**

[david.segersson@smhi.se](mailto:david.segersson@smhi.se)

# Tydliga samband mellan luftföroreningar och hälsoeffekter

Studier av luftföroreningars effekter på hälsa har hittills till största delen varit koncentrerad till utfallet i form av dödlighet. Baserat på epidemiologiska studier har bland annat antalet förtida dödsfall inom EU uppskattats till 380 000 för år 2012 <sup>1</sup>. För Sveriges del är motsvarande siffra 5 000 <sup>2</sup>. För luftföroreningars effekter på sjuklighet är antalet studier mycket begränsat och inom SCAC har vi som ett komplement till de epidemiologiska dödsfallsstudierna valt att närmare studera hur luftföroreningar påverkar sjukligheten. De hälsoindikatorer som vi valt är hjärt-kärlsjukdomar, lungfunktion och graviditetsutfall.

Studierna har koncentrerats till Stockholm, Göteborg och Umeå, där det finns ett bra underlag i form av exponerings- och hälsodata för olika grupper - så kallade kohorter - liksom goda och likartade exponeringsdata som tagits fram inom SCAC. Med hjälp av spridningsmodeller har vi beräknat halter av PM10, PM2,5 och sot (black carbon) för perioden 1990 – 2011 i Göteborg, Stockholm och Umeå samt omkringliggande områden. Analysen inkluderade de viktigaste källorna till partikelutsläpp i tätorter såsom vägtrafik, vedeldning, sjöfart samt olika industriutsläpp, arbetsmaskiner och jordbruk.

Våra kombinerade analyser av kohorter i Göteborg, Stockholm och Umeå med sammanlagt mer än 100 000 individer visade inga tydliga samband mellan exponering för de tre typerna av partiklar och ischemisk hjärtsjukdom. Det förelåg dock ett statistiskt signifikant samband mellan exponering för sot och stroke. För ischemisk hjärtsjukdom föreföll riskerna lägre i

Umeå jämfört med i de två andra områdena. De kvantitativa samband som sågs i våra analyser är väl förenliga med resultaten i tidigare epidemiologiska studier där man använt högupplösta exponeringsdata.

Analysen i en kohort av vuxna från Göteborg visade små men statistiskt signifikanta sänkningar av lungfunktionen kopplat till exponering för alla tre typerna av partiklar från vägtrafik. För sot sågs även samband med alla partikelkällor sammantagna. I liknande studier av en födelsekohort (där barn följts från tidig ålder) från Stockholm sågs dock inga statistiskt säkra samband i förhållande till beräknad exponering för PM10, PM2,5 eller sot. I tidigare analyser av denna födelsekohort som fokuserat på utsläpp från vägtrafiken observerades emellertid en sänkt lungfunktion vid både 8 och 16 års ålder knuten till exponering under det första levnadsåret. Tillsammans med resultat från studier publicerade från andra länder talar våra fynd för att lungfunktionspåverkan utgör en känslig indikator för negativ hälsopåverkan av luftföroreningar.

Graviditetsutfall studerades baserat på födselar i Storstockholmsområdet under en tioårsperiod. Exponering för avgaspartiklar under graviditeten visade samband med en ökad risk för låg födelsevikt. Ett samband antydde även mellan ozonexponering under graviditetens första del och risken att föda före 37:e graviditetsveckan.

**Göran Pershagen, Karolinska Institutet**  
[goran.pershagen@ki.se](mailto:goran.pershagen@ki.se)



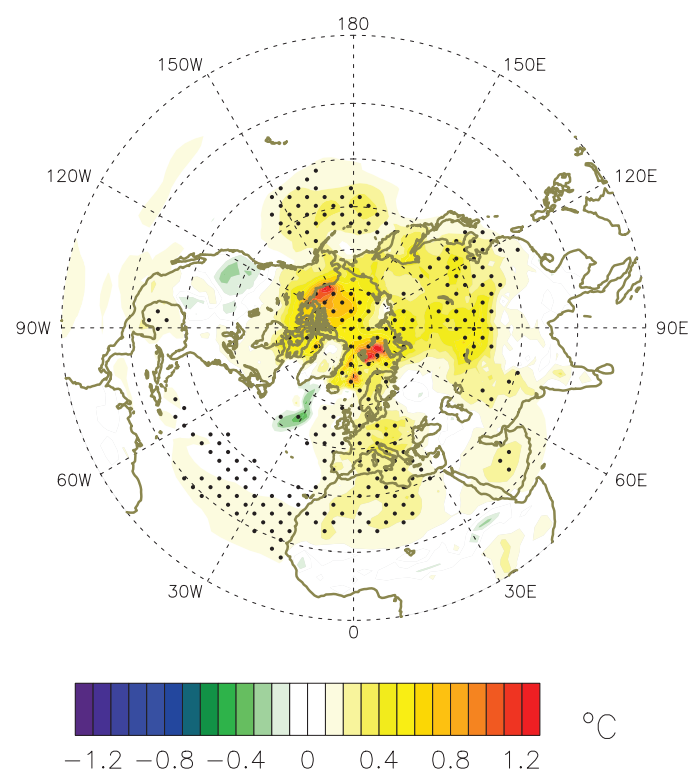
<sup>1</sup> Lelieveld, J., et al. (2015) Nature 525(7569): 367-371

<sup>2</sup> Gustafsson, M. et al (2014) Quantification of population exposure to NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> and estimated health impacts in Sweden 2010. IVL Report B2197.

# Regionala luftkvalitetsåtgärder påverkar klimatet i andra regioner

Luftföroreningar som partiklar och ozon påverkar vårt klimat genom en direkt inverkan på strålningsbalansen, där både den inkommande solstrålningen och den från jorden utgående värmestrålningen påverkas. Luftföroreningarna inverkar även indirekt på strålningsbalansen genom att partiklarna påverkar molnens strålningsegenskaper och livslängd. En viktig men ofta förbisedd koppling är att förbränning av fossila bränslen är både den huvudsakliga källan till den viktigaste av alla klimatgaser - koldioxid - och en stor källa till luftföroreningar.

För att enkelt kunna bedöma vilka klimateffekter som olika luftkvalitetsåtgärder innebär använder man olika mått eller indikatorer som representerar den globala klimateffekten av en viss emission eller åtgärd, till exempel GWP - Global Warming Potential- eller GTP - Global Temperature Potential. De olika måtten har olika fördelar men även betydande nackdelar. En svårighet är att väl beskriva tidsaspekten av långlivade klimatföroreningar jämfört med kortlivade. Detta gör det svårt att exempelvis jämföra klimateffekter av partiklar, ozon och metan med livstider kortare än 10 år, med effekter av koldioxid som har 100 års livstid i atmosfären.



Figur ovan: Beräknade temperaturförändringar på grund av förändrade svavelemissioner i Europa mellan 1980 och 2005 (Acosta Navarro et al., 2016).

Samtliga indikatorer har svagheter att man inte får någon uppskattning av regionala skillnader i klimateffekterna. Både modeller och observationer visar betydande geografiska skillnader i klimateffekter. Mest omtalad är den betydligt snabbare uppvärmningen som nu sker i Arktis. Här spelar såväl de specifika strålningsmässiga förutsättningarna i Arktis som inverkan av luftföroreningar en betydande roll. För att få en geografisk upplösning har man därför i ökad utsträckning börjat beräkna den förväntade reella klimatförändringen orsakad av luftföroreningar i stället för enbart påverkan på stålningbalansen.

SCAC har bidragit till forskningen om luftföroreningars klimatpåverkan, och i samarbete med AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) tagit fram en högupplöst bild av hur olika utsläppssektorer och länder via luftföroreningar som ozon och partiklar påverkar strålning och klimat i Arktis. Vi har även i en uppmärksam vetenskaplig artikel visat att luftkvalitetsåtgärder i Europa mellan 1980 och 2005 gett en stor förändring av strålningsbalansen över Europa men att denna huvudsakligen påverkade klimatet i Arktis och inte i Europa. Generellt kan man således konstatera att en förändring av stålningbalansen över en region troligen påverkar luftflöden och lufttryck över stora områden vilket i sin tur resulterar i regionala klimatförändringar långt utanför de regioner där emissionerna av de klimatpåverkande luftföroreningarna sker.

Baserat på ovanstående resultat har SCAC utvecklat en metodik för att använda ett nytt mått, RTP - Regional Temperature Potential, för att beräkna hur luftkvalitetsåtgärder i en region påverkar klimatet i olika regioner på global skala. Vi har även uppskattat RTP-värden för fyra olika regioner; USA, Europa, Södra Asien och Kina för hur förändringar i svavelemissioner i respektive region påverkar klimatet i den egna såväl som i övriga regioner i världen. Resultaten utgör ett viktigt underlag för framtagandet av optimala samordnade klimat- och luftkvalitetsstrategier.

**Annica Ekman, Stockholms universitet**

[annica@misu.su.se](mailto:annica@misu.su.se)

**Joakim Langner, SMHI**

[joakim.langner@smhi.se](mailto:joakim.langner@smhi.se)

**Hans Christen Hansson, Stockholms universitet**

[HC@aces.su.se](mailto:HC@aces.su.se)

# Mindre luftföroreningar, mindre ozon, mindre klimatpåverkan

Skogsekosystemen i Sverige binder årligen in kol motsvarande 30-40 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Koldioxiden som avlägsnas binds under lång tid och kan jämföras med de årliga antropogena utsläppen av växthusgaser från alla andra sektorer i Sverige på 50-60 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Den ökade upplagringen av kol beror främst på att kolförråden i den levande biomassan ökar. Detta beror i sin tur på att den årliga tillväxten i de svenska skogarna är högre än avverkningshastigheten. Årligen växer de svenska skogarna med cirka 120 miljoner skogskubikmeter medan den årliga avverkningen ligger runt 90 miljoner skogskubikmeter.

Inbindningen av kol motverkas i viss mån av de ökade halterna av marknära ozon som har en negativ inverkan på skogens tillväxt. Storleken på denna effekt är dock osäker. Det är däremot klarlagt att utan förekomsten av ozon nära marken skulle tillväxten i den svenska skogen varit ännu högre och kolinbindningen således ännu större än den idag. Här finns därför en klar synergieffekt genom att en reduktion av ett luftföroreningsproblem - marknära ozon - ger en klart ökad klimatnytta med ökad inbindning av atmosfärens koldioxid.

Det är svårt att direkt mäta ozonets negativa inverkan på tillväxten i den svenska skogen. Att utföra exponeringsexperiment och mäta effekten är tekniskt besvärligt och ekonomiskt kostsamt och försöken skulle behöva pågå under lång tid för att på ett säkert sätt kvantifiera effekter. Liksom för luftföroreningarnas påverkan på hälsa är man därför hänvisad till så kallade epidemiologiska studier där man med statistiska metoder söker kvantifiera sambandet

mellan ozonexponering och skoglig tillväxt, till exempel mellan olika år. Sådana studier försvåras dock av att det finns en samvariation mellan ozonhalten och olika väderparametrar. Till exempel är det ofta mer ozon under soliga dagar och solljuset är det som driver fotosyntesen och därmed också trädens tillväxt. Det krävs därför ett mycket stort datamaterial med årliga värden för skogens tillväxt vid olika platser och under många år, samtidigt som man för samma platser behöver årliga värden för andra faktorer som påverkar tillväxten.

Hittills har vi inom SCAC arbetat med att bygga upp en databas med årlig skogstillväxt för 25 olika platser i södra och mellersta Sverige under perioden 1990-2013. Genom provtagning av borrhärdar har vi kunnat mäta trädringarnas tjocklek och därifrån beräknas den årliga stamtillväxten. Med hjälp av atmosfärsmodeller (SMHI:s MATCH-modell) kan den årliga ozonexponeringen vid varje plats beräknas. SMHI har också levererat meteorologiska data som är viktiga för tillväxten. Genom att de flesta platserna också ingått i Skogsstyrelsens skogliga observationsytor har vi också data om beståndens ålder och struktur. Databasen är nu i stort sett klar och statistiska analyser har påbörjats för att finna ut vilka parametrar som påverkar stamtillväxten vid en viss plats och under ett visst år. Dessa analyser kommer att slutföras under SCAC:s andra fas.

*Per Erik Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet*  
*pererik.karlsson@ivl.se*  
*Håkan Pleijel, Göteborg universitet*  
*hakan.plejel@bioenv.gu.se*



# Luftföroreningsstrategier: Räntor viktigare än klimatindikatorer

Arbetet inom Luftkonventionen och EU har sedan mer än 20 år baserats på modeller vars syfte är att ta fram åtgärder som till minsta kostnad skall uppnå ett visst miljömål. Varje lands speciella situation såväl när det gäller miljöeffekter som åtgärdsalternativ beaktas i dessa beräkningar och resultatet blir en optimal fördelning av åtgärder mellan länder.

I tidigare underlag för överenskommelser har målet bestått i att uppnå en optimal tillnärmning - gap closure - till en effektröskel, till exempel kritisk belastning. I den senaste överenskommelsen – EU:s takt direktiv som antogs i juni – har man dock gått ett steg längre genom att man för första gången utgår från en fullständig kostnadsnyttoanalys. Man har således vägt de samhällsekonomiska kostnaderna för att vidta åtgärder, mot de minskade miljö- och hälsokostnader som åtgärderna medför.

Underlaget till dessa beslutstödmodeller förändras hela tiden, inte minst till följd av de åtgärder som vidtas men också genom ny kunskap och ny teknik. Det är därför viktigt att kontinuerligt granska om resultat från modellerna verkligen ger rätt underlag. Visar beräkningsresultaten tillräckligt bra vilka utsläpp som ska minska, hur stor minskningen ska vara, på vilket sätt minskningen kan genomföras, vad det kommer kosta och vilken samhällsnytta som uppnås?

Inom SCAC har vi valt att analysera några frågor som vi har bedömt som kritiska utifrån ett åtgärds perspektiv. Ett exempel är en analys av hur valet av klimatindikator<sup>1</sup> påverkar uppskattningar av utsläppsminskningspotentialer och kostnadseffektivitet för kortlivade klimatpåverkande luftföroreningar.

Våra resultat visar något överraskande att valet av klimatindikator inte verkar ha någon större påverkan på vilken åtgärd som är mest kostnadseffektiv. Den åtgärd som är billigast med klimatindikatorn GWP100 är oftast billigast även med klimatindikatorn GTP20. Däremot påverkar valet av indikator potentialen för åtgärdernas påverkan på klimatet.

Något som däremot har effekt på kostnadseffektivitet är vilket beslutsfattarperspektiv man har när man uppskattar åtgärds kostnader. Vi har här jämfört

samhällsplaneringsperspektiv med företagsperspektiv och resultaten visar att valet av perspektiv i vissa fall kan leda till betydande skillnader i uppskattningen av vilka åtgärder som är mest kostnadseffektiva. I ett beräkningsexempel har vi visat att om företagsperspektivet - som innebär höga räntor - används för att beräkna vilka tekniker som är mest lämpliga för utsläppsminskning skulle samhället få betala upp till 41 procent mer för ytterligare utsläppsminskning än vad som är optimalt ur ett samhällsperspektiv.

Vi har även inom SCAC studerat hur de styrmedel som redan införts och i dag används för att specifikt minska utsläpp av luftföroreningar har påverkat emissionerna i jämförelse med andra förändringar som energieffektivisering eller ändrad produktion. För det första visar våra resultat att den samlade effekten av styrmedel riktade mot svaveldioxid bidragit till minst 47 procent av den svenska utsläppsminskningen mellan 1990 och 2012. Utsläppen hade redan år 1990 minskat kraftigt jämfört med tidigare men analysen visar alltså att en fortsatt tillämpning av riktade styrmedel mot svavelemissioner gav ett positivt resultat. Resultaten visar också att det är möjligt att i efterhand analysera effektiviteten av vissa specifika styrmedel men också att mycket data och kunskap saknas för att göra sådana analyser fullständiga. Detta försvårar jämförelser av enskilda styrmedel.

Resultaten visar dessutom att det finns skäl att kritiskt granska hur skatter och regleringar, bland annat avseende svavelutsläpp, kan påverka åtgärds kostnaderna för samhället. Även här spelar perspektivet en stor roll; en skatt på utsläpp beräknad utifrån ett samhällsplaneringsperspektiv kan i vissa fall leda till mindre utsläppsminskningar än de förväntade. Detta eftersom företagsperspektivet, som leder till att åtgärds kostnader ter sig dyrare, ofta är styrande vid det faktiska valet av åtgärder.

Omvänt kunde vi se hur reglering av teknikval i vissa fall kan utsätta företag för upp till 18 procent högre kostnader för utsläppsrening. Kombinerade styrmedel, som harmoniserar samhällets och företagens perspektiv på åtgärds kostnader är därför att föredra.

*Stefan Åström, IVL Svenska Miljöinstitutet  
stefan.astrom@ivl.se*

<sup>1</sup> Klimatindikatorer är schablonvärden för hur mycket klimatpåverkan ett visst utsläpp har. Oftast används indikatorn Global Warming Potential (GWP) över ett hundraårs perspektiv (GWP100).



# Flera förbättringsområden för prognoser och scenarier

Beslut om åtgärder för att begränsa utsläppen av luftföroreningar och växthusgaser bör baseras på bästa möjliga underlag. Det finns därför ett stort behov av välgrundade nationella prognoser och scenarier för emissioner av växthusgaser och luftföroreningar. Förutom tillförlitligt underlag till nationellt och regionalt arbete med strategier och åtgärder för minskade utsläpp ska prognoserna utgöra underlag för internationella rapporteringskrav.

För närvarande finns ingen nationellt sammanhållen utgångspunkt, behovsanalys, plan för kommunikation, utvärdering eller analys av känsligheter och osäkerheter i framtagna prognoser. Vi har inom SCAC därför utvecklat en konceptuell modell för framtida systematiska metoder och processer för framtagning av emissionsprognoser och scenarier för luftföroreningar och växthusgaser. Modellen fungerar som en låda av frågeställningar för utveckling av robusta och relevanta prognoser och scenarier.

Det svenska prognosystemet bygger på medverkan av en rad myndigheter och andra aktörer som bidrar med olika typer av underlagsdata och information, gör beräkningar, sammanställer och rapporterar resultat samt använder resultaten för vidare analyser. Flera av dessa aktörer har deltagit i projektets referensgrupp. Tillsammans med referensgruppen har vi i

SCAC identifierat en rad möjliga förbättringsområden i nuvarande prognosprocess:

- Förbättrad samordning av prognosarbetet för luftföroreningar och klimatgaser
- Systematisk och genomtänkt användning av känslighetsanalyser
- Förbättrade indata avseende teknisk status och utveckling av reningsteknologi
- Förbättrad kommunikation mellan relevanta myndigheter och andra aktörer (till exempel mellan de som tar fram prognoserna och de som använder prognoserna)
- Information på regional nivå för regional uppföljning

Två tydliga önskemål från referensgruppen var att kunna använda känslighetsanalys för att förbättra kommunikationen av prognosresultatens trovärdighet och begränsningar, samt för en bättre förståelse för och kvantifiering av prognoserna.

**Karin Kindbom, IVL Svenska Miljöinstitutet**  
*karin.kindbom@ivl.se*

**Tomas Gustafsson, IVL Svenska Miljöinstitutet**  
*tomas.gustafsson@ivl.se*

## Konceptuell modell

1. Vem är intresserad av resultaten och vad används de till?

2. Vilken organisation och kunskap behövs?

3. Hur ser en väl fungerande arbetsprocess ut?

4. Hur ska data till prognoserna och scenarierna tas fram?

5. Hur ska slutresultat kommuniceras och till vem?

# Huvudresultat från SCAC

SCAC har tagit fram metoder och underlag för att göra:

## 1. Kvalitetssäkrade emissionsprognoser

- Osäkerhetsuppskattning
- Identifierat områden där emissionsdata behöver förbättras

## 2. Differentierade hälsoeffektstudier med ekonomiska uppskattningar

- Exponeringsmodeller och responsanalyser för hjärt-, kärl-, och lungsjukdomar samt graviditet för olika partikelfraktioner
- Hälsoeffektmätningar för Stockholm, Göteborg och Umeå, där vi visat att lokala källor kan vara lika betydelsefulla som regional transport av luftföroreningar, samt att vedeldningen är en minst lika stor orsak till hälsoeffekter som trafiken.

## 3. Uppskattningar av klimatförändringar på grund av luftföroreningar, där vi också utvecklat och tillämpat nya mätvariabler.

- Luftkvalitetsåtgärder påverkar klimatet genom storskaliga meteorologiska förändringar. Emissioner på mellanlatituder (till exempel de i Europa) påverkar klimatet, främst i Arktis.
- Regionala Temperatur Potentialer har tagits fram som lämplig variabel för analys av luftföroreningars regionala klimateffekter.

## 4. Skogen är en väsentlig kolsänka vars kapacitet har begränsats av ozonhalterna i atmosfären. En beräkning av storleken av ozonets påverkan pågår.

- Långtidstrender för ozon och dess orsaker har beräknats via en nyutvecklad modell. Resultaten visar att ozonhalterna ökar för alla perioder på året utom maj-augusti.

## 5. Den europeiska beslutstödsmodellen GAINS har vidareutvecklats för att tillämpas för samordnade åtgärdsstrategier där både luftkvalitet och klimat ingår.

- Nya resultat från SCAC ska implementeras i GAINS för att för att utveckla en sammanhållen luftkvalitets- och klimatstrategi.



## Kontakt

Peringe Grennfelt, programchef SCAC  
IVL Svenska Miljöinstitutet

[peringe.grennfelt@ivl.se](mailto:peringe.grennfelt@ivl.se)  
tel.: 010-7886784

[www.scac.se](http://www.scac.se)



**Karolinska  
Institutet**



**Stockholms  
universitet**



**SMHI**

