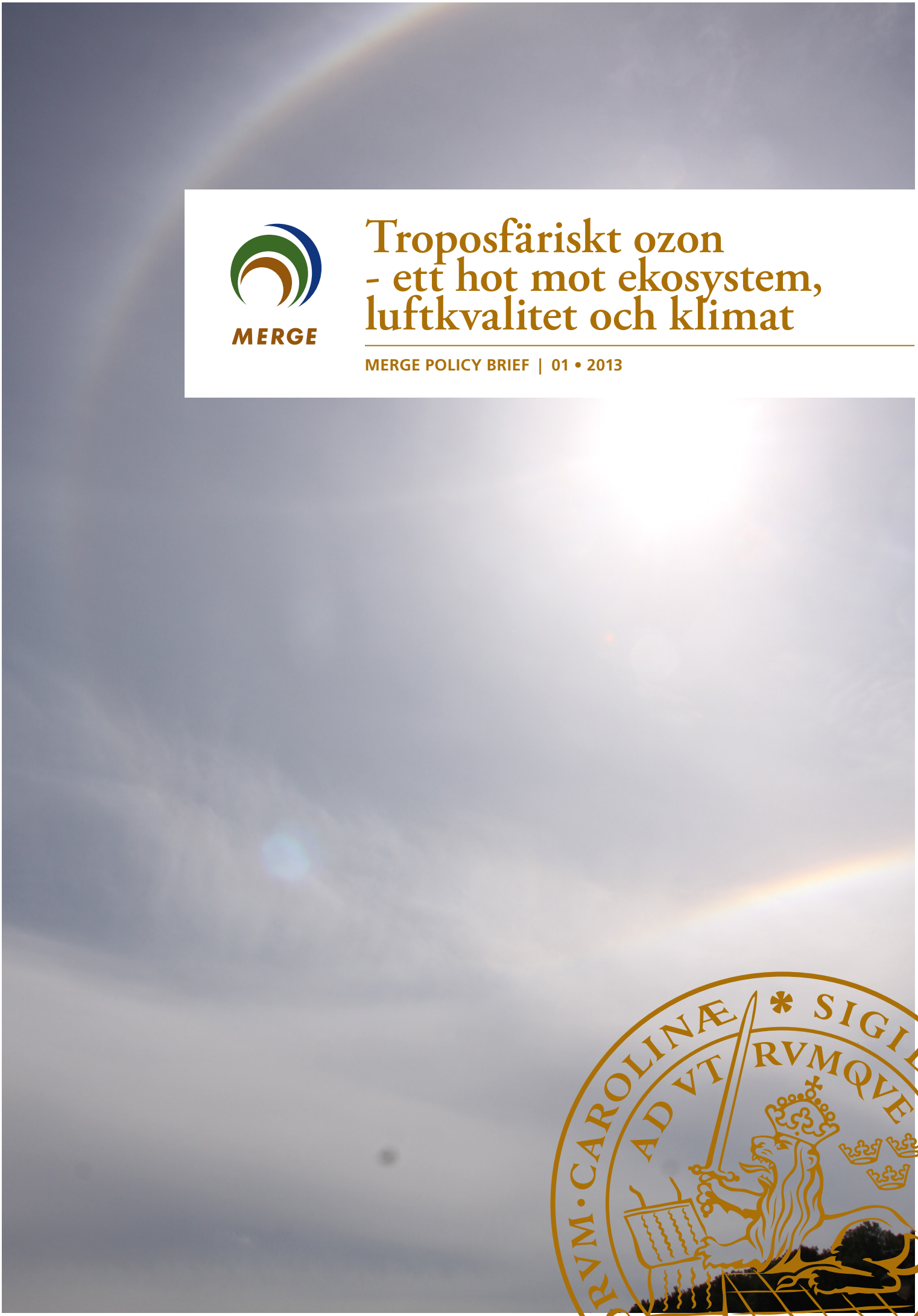


MERGE

Troposfäriskt ozon - ett hot mot ekosystem, luftkvalitet och klimat

MERGE POLICY BRIEF | 01 • 2013

Troposfäriskt ozon - ett hot mot ekosystem, luftkvalitet och klimat

DAVID SIMPSON, SENIOR FORSKARE, NORSKE METEOROLOGISK INSTITUTT OCH CHALMERS

Ozon är en gas som förekommer naturligt i atmosfären, men vars halt även påverkas av mänskliga aktiviteter. Det är både en luftförorening och ett så kallat kortlivat klimatpåverkande ämne som bidrar till uppvärmningen. Ozon på marknivå är ett stort problem när det gäller luftkvalitet, och påverkar människors hälsa, växtligheten och kollagring, vilket har föranlett kraftfulla åtgärder för minskade ozonbildande utsläpp i Europa och Nordamerika. Åtgärder för att minska ozonhalten nära marknivån förbättrar luftkvaliten och minskar klimatuppvärmningen.

Ozon (O_3) är en i atmosfären naturligt förekommande gas vars molekyler består av tre syreatomer. Den har stor betydelse för kemiska processer i atmosfären och för klimatet. Många associerar kanske ozonet med ozonskiktet betydligt högre upp i atmosfären, den så kallade stratosfären, där merparten av ozonet i atmosfären finns. Ozonskiktet filtrerar inkommande solstrålning vilket minskar den UV-strålning som når jordytan, och därmed skyddar livet vid markytan från skador. På 1980-talet upptäckte man att ozonskiktet hade tunnats ut, inte minst över Antarktis. Upptäckten ledde till ett världsomfattande förbud mot ozonnedbrytande ämnen, vilket förbättrat utsikter för ozonskiktets del. Det har varit en av världens mest framgångsrika miljöpolitiska åtgärder hittills.

Ozon förekommer även i den lägre atmosfären, och är där förknippat med flera olika miljö- och klimateffekter. Ozon är en giftig gas som skadar både växter och djur. Detta gör såväl forskare som beslutsfattare intresserade av dess förekomst och eventuella förändringar (till exempel EU, och den så kallade LRTAP-konventionen[1]). Det handlar om gaser som kväveoxider (NO_x), kolmonoxid (CO), metan (CH_4) och andra kolväten (NMHC), som reagerar i atmosfären med ozonbildning till följd. Förändringar i utsläpp av dessa ämnen är därmed avgörande för förändringar i troposfäriskt ozon.

Ozon är också en klimatgas. Stratosfärens ozonskikt har förvisso en liten avkylande verkan på planeten, men ozon i troposfären har en uppvärmande effekt som är mycket större. Enligt IPCC:s femte stora klimatrapport AR5 är förändringar i troposfäriskt ozon den tredje största mänskliga bidragsgivaren till strålningsdrivningen (klimatpåverkan), efter koldioxid och metan.

ÖKANDE HALTER AV MARKNÄRA OZON

De första mätningarna av marknära ozon gjordes redan under slutet av 1800-talet. Dessa visade halter på cirka 10-20 ppb (ppb, se faktaruta). Idag råder på många håll i Europa årliga nivåer på 30-40 ppb. Ozonhalterna är normalt högst under varma sommarförhållanden, då bildningen kräver solljus. I Centraleuropa överskrider ozonvärdena ofta EU:s varningsnivå 180 µg/m^3 (cirka 90 ppb).

Att ozonhalten har mer än fördubblats nära jordytan på sina håll under de senaste 100 åren är främst på grund av utsläpp av kväveoxider, metan, andra kolväten och kolmonoxid från industrin, bilar och jordbruk. I Europa och Nordamerika har stora ansträngningar gjorts för att minska utsläppen av NO_x och NMHC, vilket har minskat de högsta förekommande halterna. I andra delar av världen leder den ökande industrialiseringen till ozonökningar som även har global påverkan. För närvarande är det mycket oklart om halten av troposfäriskt ozon kommer att öka eller minska i framtiden.

HOT MOT EKOSYSTEMEN

Ozon har en mängd skadliga effekter på ekosystemen, inklusive tillväxt, förändringar i biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster. Effekterna av ozon på vegetation och biologisk mångfald har undersökts systematiskt i Europa bland annat inom ett internationellt samarbetsprogram för effekter av luftföroreningar på naturlig vegetation och grödor (ICP Vegetation, http://icpvegetation.ceh.ac.uk). Det engagerar experter från 35 europeiska länder och från USA. Svenska forskare, främst från Göteborgs universitet och IVL Svenska miljöinstitutet, ger värdefulla bidrag både till experimentellt arbete och till syntesrapporter som underlag till policys.

ICP Vegetation har bidragit till att utveckla metoder för att beräkna ozonrisk på europeisk nivå. Inledningsvis fanns en index som byggde på ackumulerad exponering för ozonhalter över ett tröskelvärde (AOT40, se faktaruta). Under det senaste decenniet har ett nytt mått (POD_y, se faktaruta) utvecklats. Det tar inte bara hänsyn till hur höga halterna är i luften, utan även hur mycket av ozonet som tas upp av växterna, vilket är beroende av klimatfaktorer som ljus, temperatur, luftfuktighet och markfuktighet samt tillväxtfasen hos växten. Med hjälp av den så kallade EMEP MSC-W kemiska transportmodellen (www.emep.int) har man beräknat den genomsnittliga minskningen av avkastningen hos vete i Europa till 13%, vilket motsvarar en ekonomisk förlust på cirka 3 miljarder EURO.

Globalt sett beräknas ozon stå för skördeförluster på mellan 3-20% hos grödor, med betydande effekter på livsmedelsförsörjningen i många länder. Ozoneffekten på växtligheten innebär därtill minskat kolupptag, vilket gör att en större andel av koldioxidutsläppen från förbränning av kol, olja och naturgas stannar i atmosfären.

Utöver sin direkta klimatpåverkan som ozon har i egenskap av växthusgas, kan denna indirekta värmande effekt av ozon i värsta fall fördubbla ozonets klimateffekt.

ATT MINSKA LUFTFÖRORENINGAR OCH KLIMATUPPVÄRMNINGEN

Halten av troposfäriskt ozon regleras i komplexa processer som involverar utsläpp av ozonbildande ämnen och atmosfärskemiska processer. Till exempel är minskningen av NO_x-utsläppen viktigt av flera skäl, men nära tätorter kan minskade NO_x-utsläpp leda till mer troposfäriskt ozon. Vid större skalor och globalt skulle minskade NO_x-utsläpp minska ozonhalterna. Det skulle dock samtidigt minska de kylande aerosolpartiklarna och öka vistelsetiden av metan i luften och därmed dess värmande effekt.

Det finns dock åtgärder som både förbättrar luftkvalitet och minskar klimatpåverkan som hänger ihop med troposfäriskt ozon, till exempel att minska utsläppen av metan och kolmonoxid på hemisfärisk eller global skala. Utöver en klimatåtgärd skulle det gagna jordbruket, övrig växtlighet och mänsklig hälsa.

OZONMÅTT

ppb står för miljarddelar ("parts per billion") och används för att ange halten av ozon i luften. Även µg/m^3 (mikrogram per kubikmeter) används.

POD_Y står för "Phytotoxic ozone dose" och används som indikator för negativa ozoneffekter på växtligheten. Det beskriver ozonflödet in i växten via klyvöppningar(mmole/m^2), över ett tröskelvärde för flödet Y (nmoles/m^2/s) där halterna är fytotoxiska. Man beräknar därmed hur mycket ozon som tas upp av växten.

AOT40 är en indikator för att definiera risken för ozonskador hos växter och beräknas för ozonhalter i luften utanför växten. Detta görs under tidsspann där växtligheten är känslig för ozon: dagtid och under tillväxtsäsongen. AOT40 beräknas som summan av ozonhalter i luften där medelvärdet under en timme överskrider tröskelvärdet 40 ppb och har enheten ppb-timmar. Olika definitioner för dag- och växtsäsongen används för olika vegetationstyper.

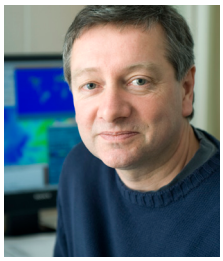
SOMO35 är den indikator för hälsorisker som används av världshälsoorganisationen WHO och LRTAP-konventionen. SOMO35 beräknas för ozonhalter i luften och på årsbasis: för varje dag väljer man den sammanhängande 8-timmars period som har högst ozonhalter. Halter över tröskelvärdet 35 ppb från denna 8-timmarsperiod summeras över ett år. Enheten är ppb-dagar.

[1] Konventionen om Långväga Transporterade Luftföroreningar, www.unece.org/env/lrtap.

MERGE står för *Modellering av jordens klimatsystem, med fokus på vegetation och terrestra ekosystem*. MERGE handlar om forskning om och med klimatmodeller med fokus på vegetation och terrestra ekosystem. Målet för MERGE är att öka kunskapen om klimatet med speciellt fokus på hur atmosfär, markyta, vegetation och ekosystem samverkar. Verksamheten omfattar avancerad forskning, disciplinär och tvärvetenskaplig forskarutbildning samt dialog med samhället om kunskap och kunskapsbehov.

MERGE är en samverkan mellan flera institutioner vid Lunds universitet, Göteborgs universitet samt institutioner vid Chalmers och Kungliga tekniska högskolan, Linnéuniversitetet och SMHI.

Läs mer på www.merge.lu.se



DAVID SIMPSON är senior forskare vid "Norske meteorologisk institutt", och adjungerad professor vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Han har arbetat för det europeiska övervakningsoch utvärderingsprogrammet EMEP (www.emep.int) i nästan 25 år, främst för att utveckla EMEP:s kemiska transportmodell.

Hans huvudsakliga forskningsintressen är utbytet av kemiska ämnen mellan biosfären och atmosfären, vilket påverkar ozonkemi och kvävenedfall, bland annat inom ramen för det strategiska forskningsområdet MERGE.

KONTAKT
david.simpson@met.no