

En bedömning av ozonbelastningen i landsbygdsmiljön i Västra Götalands län

För Länsstyrelsen Västra Götalands län

SLUTRAPPORT

Per Erik Karlsson
Docent
IVL Svenska Miljöinstitutet

Håkan Pleijel
Professor
Göteborgs Universitet

Gunilla Pihl Karlsson
Fil Dr
IVL Svenska Miljöinstitutet

Jenny Klingberg
Doktorand
Göteborgs Universitet

2007-09-17

U 2064

Rapporten godkänd:
2007-09-17

Peringe Grennfelt
Forskningsdirektör

IVL Svenska
Miljöinstitutet

Box 21060, SE-100 31 Stockholm
Valhallavägen 81, Stockholm
Tel: +46 (0)8 598 563 00
Fax: +46(0)8 598 563 90

www.ivl.se

Box 5302, SE-400 14 Göteborg
Aschebergsgatan 44, Göteborg
Tel: +46 (0)31 725 62 00
Fax: + 46 (0)31 725 62 90

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
2. BAKGRUND	6
2.1 ALLMÄNT OM OZON	6
2.2 FAKTORER SOM STYR FÖREKOMSTEN AV OZON NÄRA MARKEN	7
2.2.1. Ozonbildningens kemi.....	7
2.2.2. Den horisontella transporten av ozon och ozonbildande ämnen.....	7
2.2.3. Depositionen av ozon mot mark och vatten	9
2.2.4. Den vertikala transporten av ozon från högre liggande luftlager mot marken	10
2.2.5. Nedbrytningen av ozon genom kemiska reaktioner med vissa ämnen	10
2.2.6. Ozonförekomsten vid Råö och Östads Säteri.....	11
2.2.7. En hypotes för att klassificera olika platser vad gäller ozonförekomst	13
3. SYFTE	13
4. EN SAMMANFATTNING AV RESULTATEN FRÅN MÄTNINGAR AV OZONHALTER OCH METEOROLOGI VID OLIKA PLATSER I VÄSTRA GÖTALANDS LÄN	14
5. EN KARTLÄGGNING AV OZONFÖREKOMSTEN I VÄSTRA GÖTALANDS LÄN	17
6. NÄR PÅ ÅRET ÄR RISKEN STÖRST FÖR HÖG OZONFÖREKOMST?	19
7. HUR BÖR OZONFÖREKOMSTEN ÖVERVAKAS I LANDSBYGDSMILJÖ I VÄSTRA GÖTALANDS LÄN?	20
7.1. UTFORMNING I RELATION TILL AMBITION	20
7.2. UTFORMNING I RELATION TILL FRAMTIDA OZONFÖREKOMST	20
7.3. UTFORMNING I RELATION TILL VAD VI KÄNNER TILL OM GEOGRAFISK FÖREKOMST AV OZON	21
7.4. OZONFÖREKOMST I TÄTORTER	22
7.5. TRE OLIKA FÖRSLAG MED OLIKA AMBITIONSIVÅER	22
7.5.1. Ett förslag till övervakning med en mycket hög ambitionsnivå.....	24
7.5.2. Ett förslag med en lägre ambitionsnivå.....	25
7.5.3. Ett förslag med en låg ambitionsnivå.....	26
7.5.4. Kompletterande behov	27
8. TACK	27
9. REFERENSER	27

Sammanfattning

I denna rapport gör vi en geografisk bedömning av risken för en hög respektive låg ozonförekomst i landsbygdsmiljö i Västra Götalands län. Med hög ozonförekomst avser vi överskridanden av olika målvärden för ozon nära marken. Denna bedömning grundar vi på:

- Fleråriga mätningar av ozonförekomsten vid mätstationerna vid Råö och Östads Säteri.
- Periodvisa mätningar av ozonhalter och meteorologi med ett mobilt mätsystem vid sex platser i landsbygdsmiljön runt om i Västra Götaland, vilka rapporterats i detalj i en parallell rapport (Karlsson m.fl., 2007a).
- Tidigare publicerade studier i den vetenskapliga litteraturen.

Ozonförekomsten är hög vid den permanenta mätstationen vid Råö, belägen vid kusten strax söder om Göteborg, medan ozonförekomsten är betydligt lägre vid Östads Säteri, beläget topografiskt lågt i inlandet, 45 km nordost om Göteborg vid sjön Mjörn. Vid Råö överskrider regelbundet flera av de målvärden som finns inom miljö kvalitetsnormerna för ozon, inom EU's direktiv om ozon i luften samt inom miljömålet Frisk Luft, medan motsvarande överskridanden sällan sker vid Östads Säteri. Frågeställningen har varit vad dessa båda mätstationer representerar geografiskt i fråga om ozonbelastningen i hela Västra Götalands län.

Som utgångshypotes har föreslagits att ozonförekomsten i landsbygdsmiljön i södra Sverige kan beskrivas genom en uppdelning i tre kategorier:

- kustnära platser
- platser i inlandet belägna högt jämfört med den närmast omgivande topografin
- platser i inlandet belägna lågt jämfört med den närmast omgivande topografin.

Ozonförekomsten vid kustnära och högt belägna platser representeras av mätningarna vid Råö, medan ozonförekomsten vid lågt belägna platser representeras av Östads Säteri.

De periodvisa mätningarna som genomfördes med det mobila mätsystemet under 2005 och 2006 bekräftade ovan nämnda hypotes såtillvida att förekomsten av ozon var likartad vid Råö och högt belägna platser i inlandet medan den var likartad mellan Östads Säteri och andra lågt belägna platser i inlandet.

De geografiska förutsättningarna för de olika kategorierna för ozonförekomst har beskrivits utgående från de periodvisa mätningarna med det mobila mätsystemet.

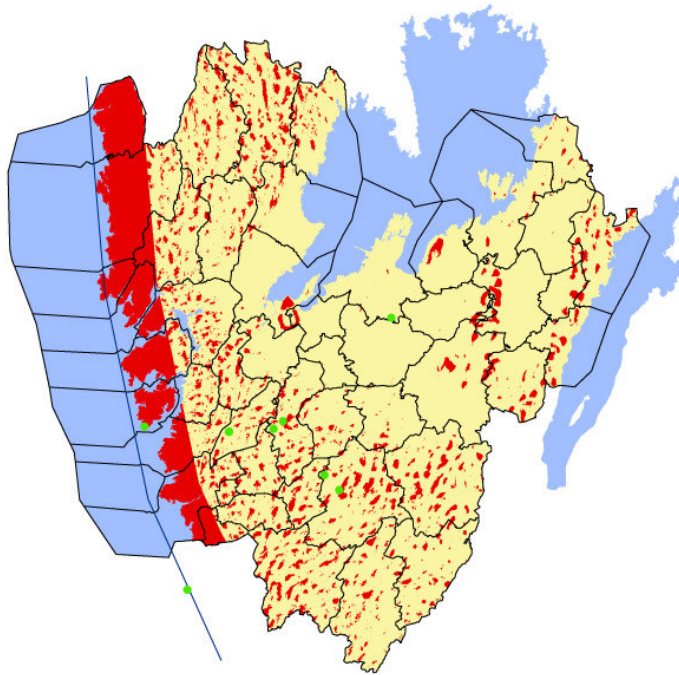
- Kustnära områden med en hög ozonförekomst definierades som områden belägna inom 20 km från den sammanhängande kustlinjen, oberoende av topografin.
- Höglänta områden i inlandet, med en hög ozonförekomst, definierades som områden belägna längre än 20 km från den sammanhängande kustlinjen, där platsen i fråga ligger mer än 20 m högre jämfört med omgivande områden, som ett

medelvärde för alla fyra väderstreck och som medelvärde för området upp till 3 km avstånd från platsen ifråga.

- Lågt belägna områden i inlandet, med en låg ozonförekomst, definierades som områden belägna längre än 20 km från den sammanhängande kustlinjen och med en topografi där omgivande områden inte ligger mer än 20 m lägre, enligt ovanstående definition.

De områden inom Västra Götalands län som regelbundet överskrider de målvärden som finns för ozon nära marken inom miljö kvalitetsnormerna, EU's direktiv om ozon i luften samt inom miljömålet Frisk luft består således sannolikt av det geografiska området 20 km närmast yttre kustlinjen samt de platser i inlandet som ligger utpräglat högt i landskapet.

Utifrån de definitioner av de olika kategorierna för ozonförekomst som presenterats ovan har en karta tagits fram som illustrerar den geografiska omfattningen av de olika kategorierna för ozonförekomst inom Västra Götalands län (Figur S1).



Figur S1. En karta som illustrerar den geografiska omfattningen av de olika kategorierna för ozonförekomst inom Västra Götalands län. Kustnära områden, med en stor risk för en hög ozonförekomst, illustreras med röd färg. Områden i inlandet belägna utpräglat högt över omgivningen, också med en stor risk för hög ozonförekomst, illustreras även de med röd färg. Områden som inte ligger utpräglat högt över omgivningen och som antag ha en mindre risk för hög ozonförekomst, illustreras med gul färg. Gröna punkter visar de mätplatser som undersökts inom projektet. Den gröna punkten längst ner till vänster visar mätstationen Råö, i Hallands län.

Denna karta representerar inte något absolut svar på var överskridande av målvärden för ozon kan komma att ske utan får ses som en indikation på var i länet som riskerna kan vara större än i övriga delar.

Den procentuella fördelningen av arealen för de olika kategorierna för ozonförekomst var 9, 12 och 79 % för kustnära, högt respektive lågt belägna områden i inlandet. Totalt sett var

det således ca 20 % av den totala arealen landsbygdsmiljö i Västra Götalands län där risken för en hög ozonförekomst kan vara större än i andra delar.

Vi föreslår olika alternativ till system för framtida övervakning av ozonförekomsten i landsbygdsmiljön i Västra Götalands län med utgångspunkt från tre olika ambitionsnivåer och därmed olika resursbehov.

1. Inledning

På uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götaland har IVL Svenska Miljöinstitutet och Göteborgs universitet gemensamt under 2005 och 2006 genomfört mätningar av ozon och meteorologi nära marken på sex olika platser i Västra Götalands län (Karlsson m. fl., 2007a). Baserat på dessa mätningar, på de kontinuerliga mätningarna vid Råö och Östads Säteri samt på tidigare publicerade studier i den vetenskapliga litteraturen, gör vi i föreliggande rapport en bedömning av ozonbelastningen i landsbygds miljön i Västra Götalands län. Vi redovisar även översiktligt vilka faktorer som bestämmer ozonförekomsten vid en viss plats och tidpunkt. Vi ger slutligen förslag på hur förekomsten av ozon nära marken i landsbygds miljön i Västra Götalands län kan övervakas utifrån olika ambitionsnivåer.

2. Bakgrund

2.1 Allmänt om ozon

Ozon är ett gasformigt ämne i luften vars molekyl innehåller tre syreatomer, jämfört med luftens syrgas som innehåller två syreatomer. Ozon har starkt oxiderande egenskaper men förekommer lyckligtvis i mycket låga koncentrationer. Före industrialiseringen var halten av ozon i luften i storleksordningen 20 mikrogram per kubikmeter luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Detta kan jämföras med luftens halt av syrgas, 20%. Numera har ozonhalterna i den minst förorenade bakgrundsluften stigit till 60-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozon i luften är skadligt både för människans hälsa och för växtligheten. Ozon orsakar årligen ett ökat antal sjukhusinläggningar och en för tidig död för ett betydande antal människor i Europa (Naturvårdsverket, 2005). Ozonbelastningen i Sverige beräknas även årligen förorsaka ett betydande skördebortfall för svenskt jordbruk på i storleksordningen 5-15 % och en nedsättning av skogens tillväxt med ca 2 % (Karlsson m.fl., 2005).

Förekomsten av ozon nära marken i landsbygds miljön i Sverige övervakas med instrumentmätningar vid relativt få platser i Sverige. Det finns starka indikationer på att ozonförekomsten kan uppvisa betydande variationer på relativt korta geografiska avstånd (Karlsson m fl., 2004, Sundberg m fl., 2006). Ett exempel är jämförelsen av uppmätta ozonhalter vid Råö, vid kusten strax söder om Göteborg, med uppmätta ozonhalter vid Östads Säteri, i inlandet ca 45 km nordöst om Göteborg. Vid Råö överskreds flertalet målvärden för ozonexponering regelbundet medan detta sker i betydligt mindre omfattning vid Östads Säteri (Karlsson m. fl., 2007b). För att kunna bedöma över vilken landareal som olika målvärden för ozonexponering överskreds t ex i Västra Götalands län är det viktigt att få en förståelse för vad som orsakar dessa skillnader.

Ozondata från EMEP's mätstation vid Råö är framtagna inom den nationella Miljöövervakningen, finansierad av Miljöövervakningsenheten vid Naturvårdsverket. Dessa mätningar beskrivs på IVL's hemsida, www.ivl.se. Ozonmätningarna vid Östads Säteri har

drivits gemensamt av IVL och Göteborgs Universitet och beskrivs av Karlsson m. fl. (2004).

2.2 Faktorer som styr förekomsten av ozon nära marken

Koncentrationen av ozon i luften nära marken vid en viss plats och vid en viss tidpunkt beror av flera olika faktorer, varav de viktigaste är:

- ❑ antropogena och naturliga utsläpp av ozonbildande ämnen nationellt, över Europa och över hela norra halvklotet
- ❑ bildningen av ozon genom kemiska reaktioner utgående från ozonbildande ämnen, vilken drivs av energin från solljuset
- ❑ den långväga, horisontella transporten av ozonbildande ämnen och av ozon
- ❑ depositionen av ozon mot mark, växtlighet och vatten
- ❑ den vertikala transporten av ozon från högre liggande luftlager mot luftlagren närmast marken
- ❑ nedbrytning av ozon genom kemiska reaktioner med vissa ämnen, framförallt kvävemonoxid

2.2.1. Ozonbildningens kemi

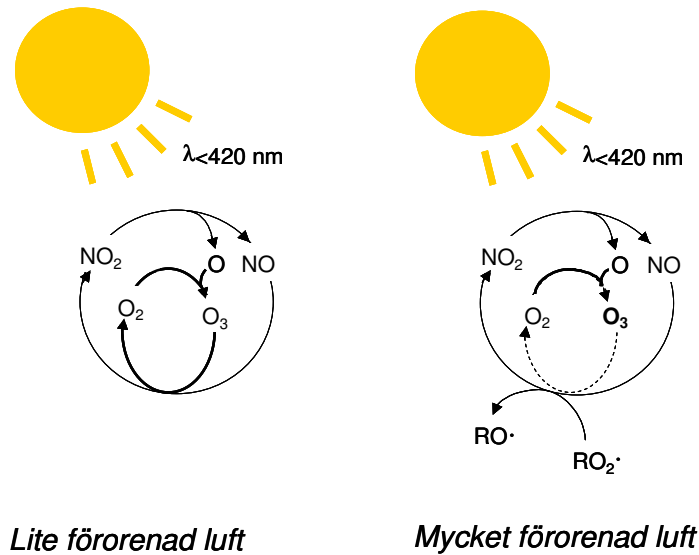
Ozon bildas i luften nära marken genom en serie kemiska reaktioner som drivs av energin från solljuset. Utgångsämnen för ozonbildning är framför allt kväveoxider och flyktiga organiska kolväten. Ozonbildningens kemi illustreras i Figur 1. Förenklat uttryckt katalyseras ozonbildningen av kväveoxiderna (NO_x) och drivs med bränsle i form av flyktiga organiska kolväten (VOC, RO_2 i figuren).

2.2.2. Den horisontella transporten av ozon och ozonbildande ämnen

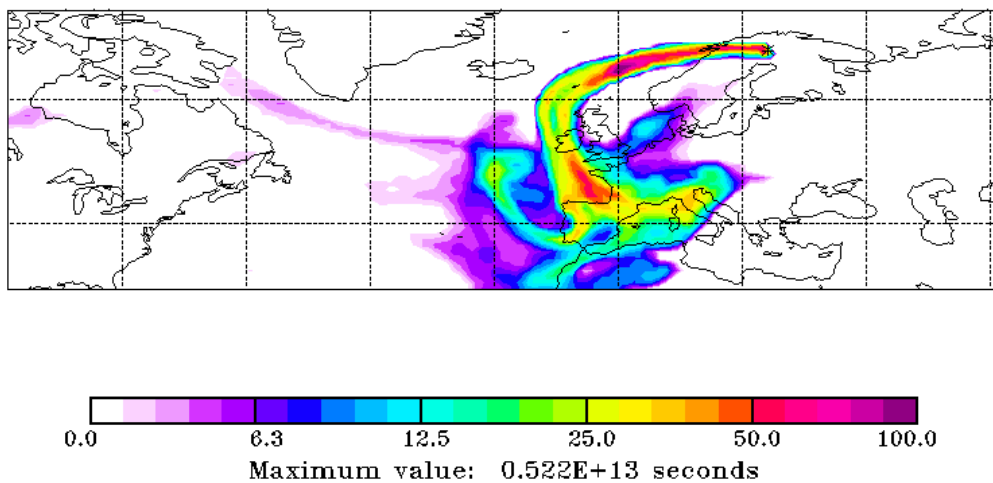
Andersson m.fl. (2006) har i en studie utgått från ett scenario för utsläpp av ozonbildande ämnen över Europa från ett visst år och sedan i MATCH modellen (en kemisk transportmodell) applicerat flera olika års meteorologi över Europa på detta enda utsläppsscenario. Man kunde visa att förekomsten av ozon över Sverige varierade betydligt, beroende på vilket års meteorologi man valde. Detta visar att skillnader i meteorologi mellan olika år ger upphov till stora variationer i ozonförekomst i Sverige, även om utsläppen av ozonbildande ämnen i Europa varierar relativt lite mellan olika år.

Under vissa meteorologiska förhållanden kan ozonbildande ämnen samt av ozon självt transporteras över mycket långa avstånd. Ett illustrativt exempel på hur långväga transport kan orsaka bildning av ozon i glesbefolkade områden på nordliga breddgrader visas i

Figur 2. Under några dagar i april 2003 steg halterna av ozon i luften vid Esrangle, strax utanför Kiruna, till över $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dessa halter var i närheten av den nivå där EU's direktiv om ozon i luften anger att allmänheten bör informeras. En analys visade att den luftmassa som gav upphov till dessa höga ozonhalter hade sitt ursprung i Medelhavsområdet.



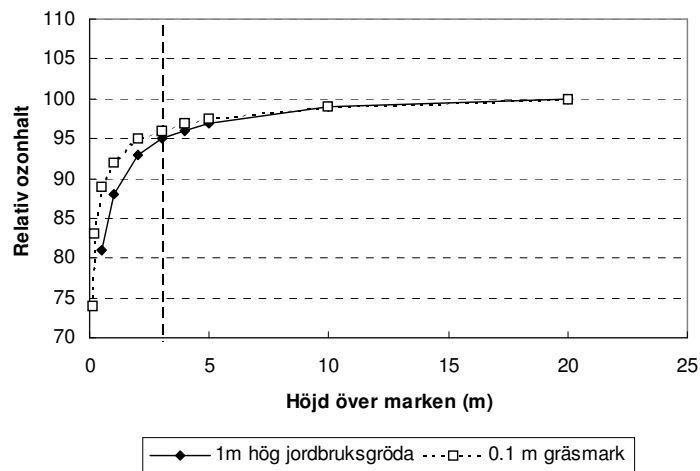
Figur 1. Illustration av några av de kemiska reaktioner som ger upphov till ozonbildning, i förhållandevis lite förorenad luft samt i mycket förorenad luft. Omritat efter Uddling (2004). λ , ljusets våglängd i nanometer; $\text{RO}_2\cdot$, radikaler bildade från flyktiga organiska ämnen.



Figur 2. Upphållstiden under de senaste 20 dagarna hos den luftmassa som anlände till Esrangle, strax utanför Kiruna, 20 april 2003 och där gav upphov till ozonhalter $> 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Från Lindskog m.fl. (2007).

2.2.3. Depositionen av ozon mot mark och vatten

Ozon är mycket reaktivt och reagerar med alla ytor, undantaget teflon och rostfritt stål. Ozon är dock mindre reaktivt med vattenytor, vilket förklarar att kustnära platser ofta har högre ozonkoncentrationer (Entwhistle m. fl., 1997). Depositionen av ozon ger upphov till en kraftig gradient i höjddled med de lägsta koncentrationerna närmast marken. I Figur 3 ges en principfigur för hur gradienten av ozonkoncentrationer kan se ut dagtid över ett fält med jordbruksgrödor, alternativt över gräsmark. Gradienten kan vara mycket stark den närmaste metern nära marken. Ozongradientens styrka beror framförallt av den vertikala luftomblandningen men även av mark/växt systemets upptag av ozon.



Figur 3. En illustration av hur ozonhalterna kan varieras med höjden över markytan. Figuren visar ozonhalterna mitt på dagen över ett fält med en 1 m hög jordbruksgröda samt över ett gräsbevuxet fält (höjd 0.1 m). Ozonhalterna är modellerade med EMEP modellen för 30 olika lokaler runt om i Europa. Källa: LRTAP konventionens "Mapping Manual" (<http://www.oekodata.com/icpmapping/index.html>).

2.2.4. Den vertikala transporten av ozon från högre liggande luftlager mot marken

Den vertikala transporten av ozon från högre till lägre liggande luftlager beror i huvudsak av luftens turbulens. Nattliga inversioner av lufttemperaturen ger upphov till en stabil skiktning av luften vilket blockerar nertransporten av ozon från högre liggande luftlager. Ozonets deposition mot mark/växt-ytor gör då att ozonhalterna kan bli mycket låga närmast marken. Detta exemplifieras i Figur 4, som visar mätningar av ozonhalter och meteorologi över ett öppet fält vid Östads Säteri, 45 km nordost om Göteborg.

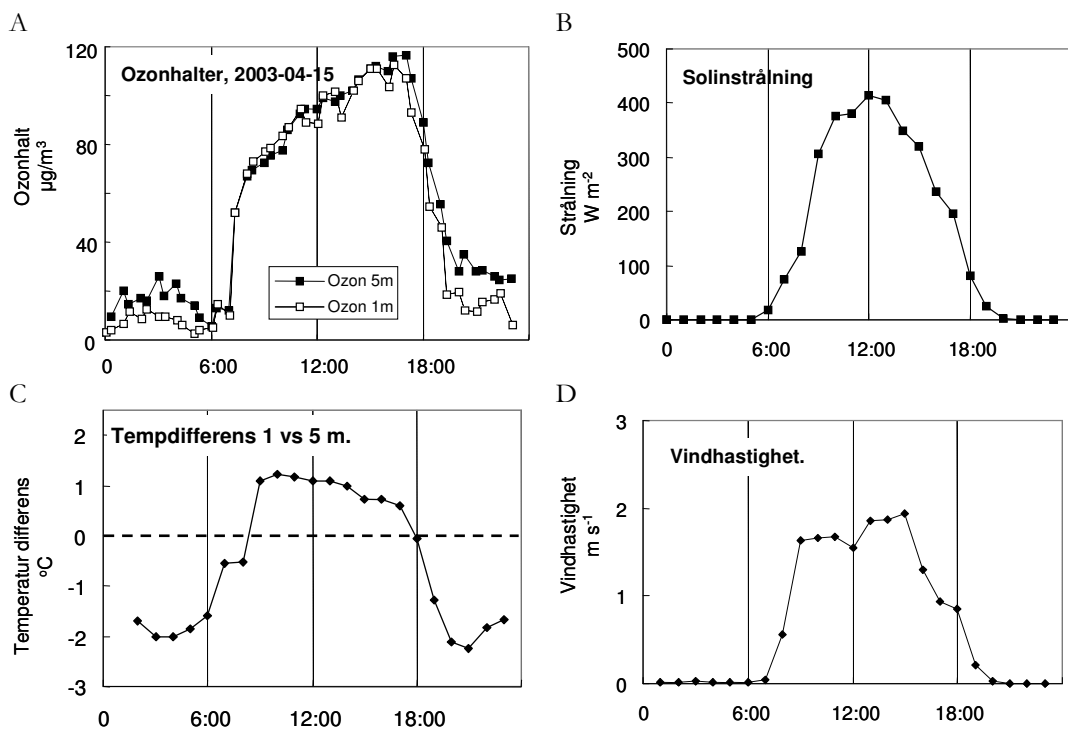
Uppkomsten av nattliga lufttemperaturinversioner varierar starkt mellan olika platser och beror till stor del av den lokala topografin (Fowler m. fl., 1995), den s.k. reliefen. Platser som ligger topografiskt lågt i landskapet uppvisar ofta en stabilare skiktning av luftlagren nattetid jämfört med platser som ligger topografiskt högt i landskapet.

Skillnaden i ozonhalter mellan natt och dag samt vid vilken tidpunkt luftskikten börjar stabiliseras på eftermiddagen får ett mycket stort inflytande på värdena för olika ozonindex vid en viss plats, såsom t ex maximalt 8-timmarsmedelvärde och AOT40, eftersom de regionala ozonkoncentrationerna på hög höjd ofta kan fortsätta att öka en bit in på kvällen. Detta visas tydligt i Figur 4A, där ökningen av ozonhalterna under dagen vid Östads Säteri, som är en topografiskt låg plats, bryts abrupt när luften börjar stabiliseras vid fem-sextiden på eftermiddagen på grund av uppkomsten av temperaturinversion.

2.2.5. Nedbrytningen av ozon genom kemiska reaktioner med vissa ämnen

Ozonhalterna är i de flesta fall lägre i större tätorter och längs starkt trafikerade vägar, jämfört med omgivande landsbygd. Detta beror i många fall på höga emissioner av kvävemonoxid (NO) i tätortsluften och reaktionen mellan NO och ozon som gör att ozon bryts ner under bildning av NO₂, se figur 1. Denna effekt är starkast vid en svag luftomblandning då koncentrationerna av NO kan bli mycket höga och nedblandningen från högre liggande luftlager är begränsad.

Denna kemiska förbrukning av ozon skall ses som en temporär sänka för ozon eftersom det förbrukade ozonet senare kan återbildas genom fotolys av bildat NO₂.



Figur 4. Timvisa ozonhalter och olika meteorologiska parametrar, uppmätta över ett öppet fält vid Östads Säteri, 45 km nordost om Göteborg under ett dygn 15 april 2003. A, Ozonkoncentrationer uppmätta på två olika höjder över mark, 1 och 5 m. B, Solinstrålning 1 m över mark. C, Skillnad i lufttemperatur mellan 1 och 5 m (negativ om kallast nära marken). D, Vindhastighet uppmätt 5 m över mark. P.E. Karlsson, opublicerade data.

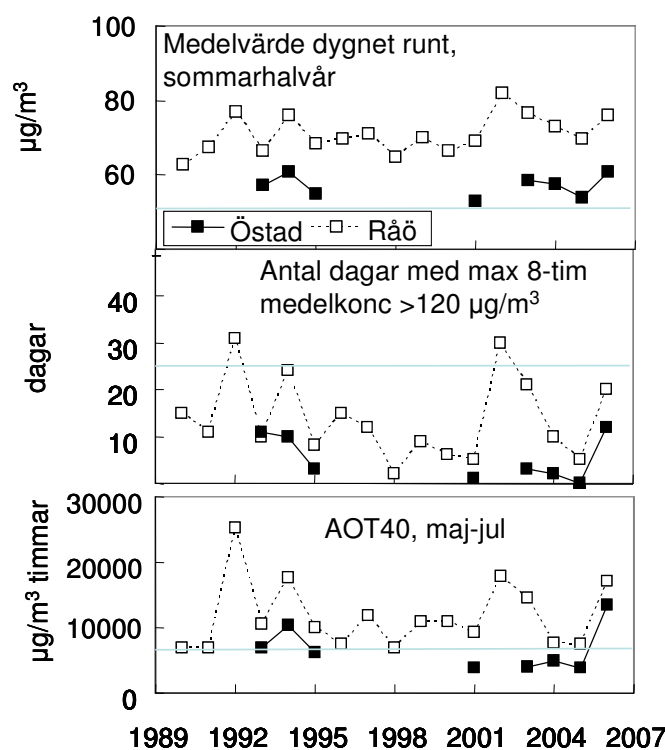
2.2.6. Ozonförekomsten vid Råö och Östads Säteri

I Figur 5 visas ozonförekomsten vid Råö och Östads Säteri, uttryckt som tre olika ozonindex:

- Ozonhalter beräknade som medelvärden under sommaren (1 april – 30 september), skall enligt generationsmålen inom miljömålet Frisk Luft ej överstiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Enligt EU's direktiv om ozon i luften skall det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon ej överskrida $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under fler än 25 dagar årligen som ett medelvärde under tre år till år 2010 och inte alls till år 2020. Enligt miljö kvalitetsnormerna skall det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon ej överskrida $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid något tillfälle efter år 2010.

- Enligt både EU's direktiv och de svenska miljökvalitetsnormerna skall AOT40 ej överskrida 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ timmar som ett medelvärde under fem år efter år 2010 och inte något år överskrida 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ timmar efter år 2020.

Som framgår av Figur 5 ligger ozonförekomsten vid Råö generellt betydligt över ozonförekomsten vid Östads Säteri. Flera målvärden överskrids frekvent vid Råö men ej vid Östads Säteri.



Figur 5. Årlig ozonförekomst vid Råö, 5 m över marknivå, och Östads Säteri, 5-9 m över marknivå, sedan 1990 för år då tillräckligt med mätdata finns tillgängliga. Tre olika ozonindex har beräknats. Ozonmedelhalter beräknade 1 april – 30 september skall enligt generationsmålet inom det svenska miljömålet Frisk Luft ej överstiga 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Enligt EU's direktiv om ozon i luften skall det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon ej överskrida 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under fler än 25 dagar årligen som ett medelvärde under tre år till år 2010 och inte alls till år 2020. Enligt miljökvalitetsnormerna skall det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon ej överskrida 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid något tillfälle efter år 2010. Enligt både EU's direktiv och de svenska miljökvalitetsnormerna skall AOT40 ej överskrida 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ timmar efter år 2010 och inte överskrida 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ timmar efter år 2020.

2.2.7. En hypotes för att klassificera olika platser vad gäller ozonförekomst

Vid en genomgång av förekommande mätningar av ozon på timbasis runt om i Sverige inom EMEP programmet samt i regi av IVL Svenska Miljöinstitutet (Östads Säteri) och Sveriges Lantbruksuniversitet (Asa Försökspark) formulerades hypotesen att mätlokaler för ozon i landsbygdsmiljö runt om i södra och mellersta Sverige kan indelas i tre olika kategorier, se Tabell 1 (Karlsson m.fl., 2004). Denna hypotes bekräftades i stort av resultaten från periodvisa mätningar av ozonhalter och meteorologi vid platser i landsbygdsmiljö runt om i Västra Götaland (Karlsson m. fl., 2007a, se nedan).

Tabell 1. Uppdelning i tre olika kategorier av mätlokaler för marknära ozon i landsbygdsmiljö i södra och mellersta Sverige (modifierad från Karlsson m.fl., 2004).

Benämning	Beskrivning	Ozonförekomst	Ingående mätlokaler
Kustnära	Mätlokaler som är belägna mycket nära kusten.	Frekventa överskridanden av målvärden	Rörvik/Råö, Aspveten
Höglänta	Mätlokaler som är belägna utpräglat högt över angränsande landskap..	Frekventa överskridanden av målvärden	Vavihill, Norra Kvill
Låglänta	Mätlokaler som ej är belägna utpräglat högt över omgivande landskap. Detta innebär inte nödvändigtvis att dessa lokaler är belägna i ett slättlandskap.	Målvärden överskrids sällan	Östads Säteri, Asa, Grimsö

3. Syfte

Syftet med studien var att göra en bedömning av

- i vilka delar av länet som målvärden för ozon riskerar att överskridas i landsbygdsmiljö
- när under året det finns störst risk för överskridande
- hur framtida övervakning av ozonförekomsten nära marken i landsbygdsmiljö bör ske i länet.

4. En sammanfattning av resultaten från mätningar av ozonhalter och meteorologi vid olika platser i Västra Götalands län

Ozonhalter och meteorologi mättes nära marken vid sex olika platser i Västra Götaland:

- Rönnäng på södra Tjörn,
- Alafors i Götaälvdalen,
- Lanna på Varaslätten,
- Hedared mellan Alingsås och Borås
- Sandhult mellan Alingsås och Borås
- Brobacka vid Mjörn nära Östads Säteri.

Mätningarna genomfördes under ca 4 veckor vardera vid varje plats under somrarna 2005 och 2006. Dessa mätningar har jämförts med samtidiga stationära mätningar av ozon och meteorologi vid Östads Säteri samt vid Råö (endast ozon). Resultaten redovisas i detalj i en parallell rapport (Karlsson m.fl., 2007a).

Bedömningarna av likheterna i ozonförekomst mellan en viss mätplats och den vid Östads Säteri respektive Råö baserades på tre olika kriterier:

- Korrelationen vad gäller timvärden för ozonhalt samt det dagliga, maximala 8-timmarsmedelvärdet mellan platsen ifråga och Östads Säteri respektive Råö.
- En riskbedömning utifrån ozonhalternas förekomst över dygnets timmar i relation till olika klimatologiska karaktärer, främst förekomsten av nattliga temperaturinversioner.
- Skillnader och likheter i den samtida ozonförekomsten vid de olika mätplatserna, uppmätt som två-veckors medelvärden mätt med diffusiva provtagare.

En sammanfattning av bedömningarna för de olika platserna och en inplacering i de olika kategorierna för ozonförekomst görs i Tabell 2.

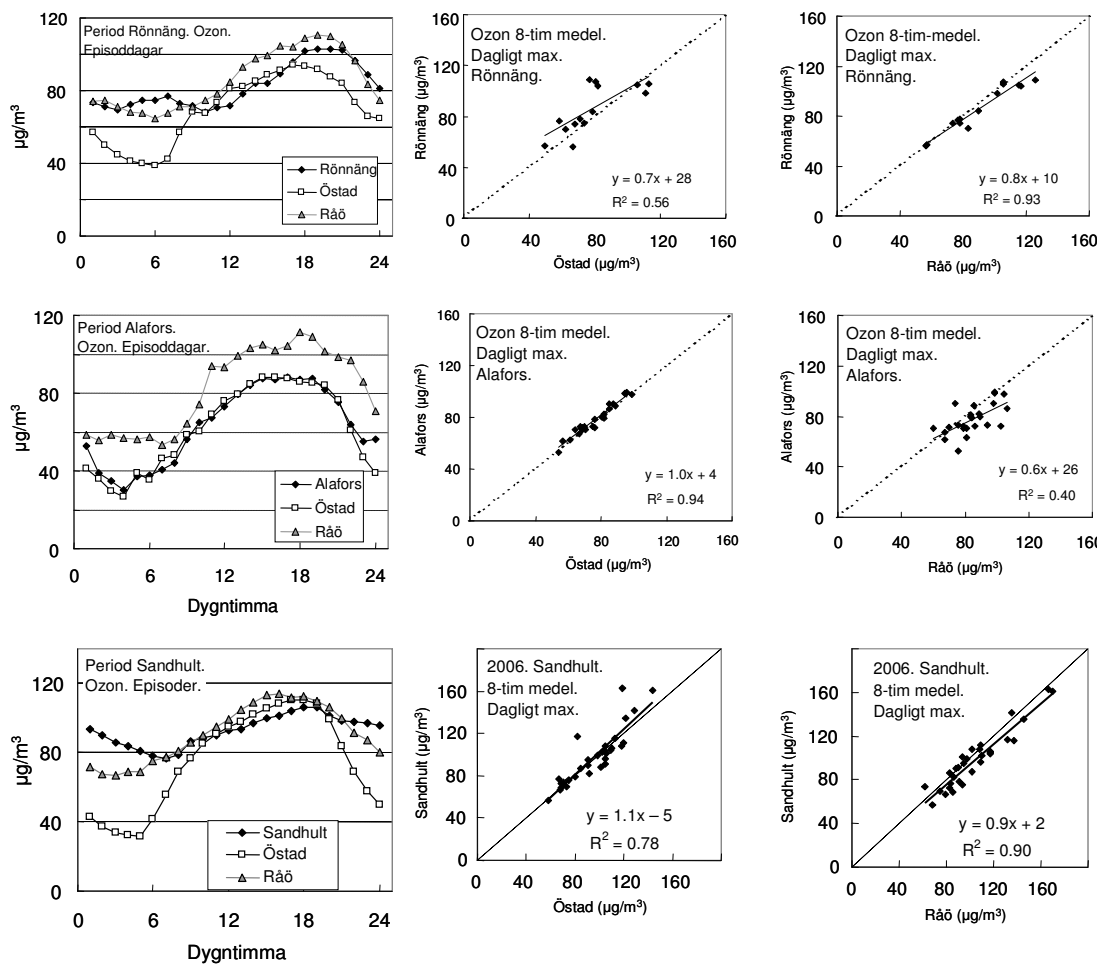
Tabell 2. Placering av de olika undersökta mätplatserna till tre olika kategorier av förekomst för marknära ozon i landsbygdsmiljö i västra Sverige (Karlsson m. fl., 2007 a).

Benämning	Beskrivning	Ozonförekomst	Ingående mätlokaler
Kustnära	Mätlokaler som är belägna mycket nära kusten.	Frekventa överskridanden av målvärden	Råö, Rönnäng
Höglänta	Mätlokaler som är belägna utpräglat högt över angränsande landskap.	Frekventa överskridanden av målvärden	Sandhult, Brobacka
Låglänta	Mätlokaler som ej är belägna utpräglat högt över omgivande landskap.	Målvärden överskrids sällan	Östads Säteri, Alafors, Lanna, Hedared

Ozonförekomsten vid representativa platser för de olika kategorierna visas i Figur 6. I de flesta fall pekade alla tre kriterierna åt samma håll. Bedömningarna komplicerades dock av att det storskaliga väderläget i viss mån skilde sig åt mellan de olika mätperioderna. Vidare är det viktigt att påpeka att uppdelningen av ozonförekomsten i de tre olika kategorierna givetvis utgör en förenkling av verkligheten och att det existerar mellanting mellan dessa olika kategorier.

De tre kategorierna för ozonförekomst definierades utifrån en geografisk utgångspunkt (Karlsson m. fl., 2007a). Kustnära områden med en hög ozonförekomst definierades som områden belägna inom 20 km från den sammanhängande kustlinjen, oberoende av topografin. Höglänta områden i inlandet, med en hög ozonförekomst, definierades som områden belägna längre än 20 km från den sammanhängande kustlinjen, där punkten i fråga ligger mer än 20 m över omgivande områdets topografi, som medelvärde i alla fyra väderstreck och som ett medelvärde för området på upp till 3 km avstånd platsen ifråga. Lågt belägna områden i inlandet, med en låg ozonförekomst, definierades som områden belägna längre än 20 km från den sammanhängande kustlinjen och med en topografi där omgivande områden inte ligger mer än 20 m lägre, enligt ovanstående definition.

Den geografiska definitionen av de olika kategorierna får ses som ett första preliminärt förslag baserat på uppskattningar gjorda utifrån de sex mätplatser som undersökts under mätperioderna med det mobila systemet (Karlsson m. fl., 2007a) samt utifrån några tidigare publicerade studier. Om man vill uppnå en större precision och säkerhet vad det gäller de geografiska definitionerna krävs ytterligare mätningar.



Figur 6. Illustration av ozonförekomsten vid tre olika mätplatser under olika mätperioder, i jämförelse med samtida ozonförekomst vid Råö och Östads Säteri. Övre raden visar värden från Rönnäng, en kustnära mätplats, från en mätperiod i maj-juni 2005. Mellersta raden visar värden från Alafors, en lågt belägen mätplats i inlandet, från en mätperiod i juli 2005. Nedersta raden visar värden från Sandhult, en högt belägen plats i inlandet, från en mätperiod i juli 2006. Vänstra kolumnen visar dygnets timvisa medelvärden för dagar under respektive mätperiod med hög ozonförekomst ("episoder"), definierat som när det dagliga, maximala 8-timmarsmedelvärdet vid någon aktiv mätplats överskred $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Antalet dagar som uppfyllde detta kriterium var 6, 3, 18 för respektive Rönnäng, Alafors samt Sandhult. Mittkolumnen visar korrelationerna mellan respektive mätplats och Östads Säteri vad gäller dagliga, maximala 8-timmarsmedelvärden för alla dagar under respektive mätperiod. Högerkolumnen visar motsvarande dagliga maximala 8-timmarsmedelvärden, i jämförelse mellan respektive mätplats och Råö.

5. En kartläggning av ozonförekomsten i Västra Götalands län

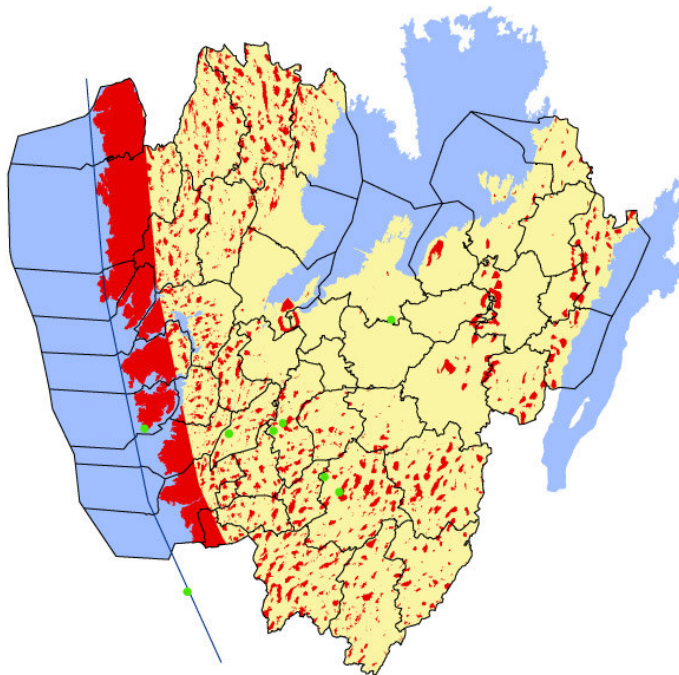
Utifrån de definitioner av de olika kategorierna för ozonförekomst som presenterats tidigare i rapporten har Länsstyrelsen tagit fram en karta som illustrerar den geografiska omfattningen av de olika kategorierna för ozonförekomst inom Västra Götalands län (Figur 7). Det är viktigt att påpeka att de geografiska definitionerna, och därmed kartan i figur 7, inte representerar något absolut svar på var överskridande av målvärden för ozon kommer att ske utan ger en indikation på var i länet som riskerna för höga ozonhalter kan vara större än i övriga delar. Den procentuella fördelningen av arealen för de olika kategorierna för ozonförekomst är 9, 12 och 79 % för kustnära, högt respektive lågt belägna områden i inlandet. Totalt sett är det således ca 20 % av den totala arealen landsbygdsmiljö i Västra Götalands län där risken för en hög ozonförekomst är större än i andra delar.

De kommuner som omfattas av arealer med större risk för hög ozonförekomst är de kustnära kommunerna, Mölndal, Göteborg, Öckerö, Kungälv, Tjörn, Orust, Lysekil, Sotenäs, Tanum och Strömstad. Vad gäller inlandet, är det främst kommunerna i länets södra och nordvästra delar som har betydande arealer med större risk för en hög ozonförekomst. Även kommuner som ligger i det närmaste området, ca 5 mil innanför kustzonen har betydande områden med risk för hög ozonförekomst. Andra områden med betydande områden med risk för hög ozonförekomst är Hökensås och platåbergen i Skaraborg.

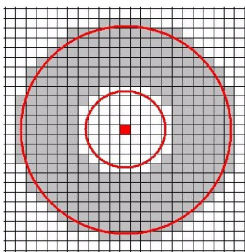
Vad gäller platåbergen, framgår att definitionen av över vilken skala som den relativa topografins beräknas får en stor betydelse. I platåbergens centrala delar medför vår definition att riskerna för en hög ozonförekomst förutsägs vara små, beroende på att det flacka området är så stort att skillnaden i den beräknade relativa topografien blir liten. Det är utan tvekan så att om det flacka området i en platå blir tillräckligt stort uppstår nattliga temperaturinversioner och tillhörande stabilisering av luftskiktet i denna del. Problemet är att avgöra vid vilken skala detta sker. Det skulle vara värdefullt att kunna genomföra mätningar med det mobila mätsystemet på olika avstånd från platåbergens kanter för att utifrån resultaten kunna bekräfta eller modifiera definitionen av högriskområden för ozon i inlandet baserat på relativ topografi.

För Dalsland framgår betydelsen av landskapets speciella topografiska karaktär med utsträckta höjdformationer i nord-sydlig riktning. Här ser man inga centrala delar i höjdformationerna med en beräknad lägre risk för hög ozonförekomst. Även detta är dock beroende av vår exakta definition av höglänta områden. Det vore även här intressant att genomföra mätningar på toppen och längs sluttningarna av dessa höjdformationer för att testa vår definition av höglänta områden.

Vi har i våra bedömningar antagit att det inte föreligger någon betydande gradient av ozonförekomst i nord-sydlig riktning över länet. Detta får en relativt stor betydelse för bedömningen av en hög ozonförekomst i kustzonen och höglänta områden i inlandet i de norra delarna av länet. Ozonförekomsten vid Prestebakke, en mätplats i Norge, strax innanför gränsen från Dalsland är intermediär mellan Råö och Östads Säteri (Karlsson m. fl., 2007b). Vi känner emellertid inte de lokala topografiska förutsättningarna runt mätplatsen. Det finns även en mätplats vid Jeløya, vid Oslofjorden strax söder om Oslo. Det finns dock en risk att denna mätplats står under inflytande av luftföroreningsplymen från Oslo. Därför kan vi inte utan ytterligare ingående analys använda mätdata från dessa platser för att bedöma en möjlig gradient i ozonförekomst i nord-sydlig riktning över länet. Ett bra sätt att lösa denna fråga vore att genomföra en mätserie på t ex Kosteröarna i norra Bohuslän och jämföra dessa mätningar med mätningar vid Råö.



Figur 7. En karta som illustrerar den geografiska omfattningen av de olika kategorierna för ozonförekomst inom Västra Götalands län. Kustnära områden, med en stor risk för en hög ozonförekomst, illustreras röd färg. Områden i inlandet belägna utpräglat högt över omgivningen, också med en stor risk för hög ozonförekomst, illustreras även de med en röd färg. Områden som inte ligger utpräglat högt över omgivningen och som antag ha en mindre risk för hög ozonförekomst, illustreras med gul färg. Gröna punkter visar de mätplatser som undersökts inom projektet. En grön punkt längst ner till vänster visas mätstationen Råö, i Hallands län. Lägg märke till att det finns en grön punkt vid Rönnäng, vid Tjörns södra spets.



Figuren till vänster illustrerar hur den relativa topografin beräknats. Den relativa topografin för den centrala rutan (rödmarkerad) beräknas som medelvärdet av höjd över havet för all rutor mellan 1 och 3 km (gråmarkerade) från den centrala rutan, jämfört med höjd över havet för den centrala rutan. Om medelvärdet för höjd över havet för omkringliggande rutor ligger mer än 20 m lägre än motsvarande värde för den centrala rutan, då räknas den centrala rutan till kategorin högt liggande områden i inlandet.

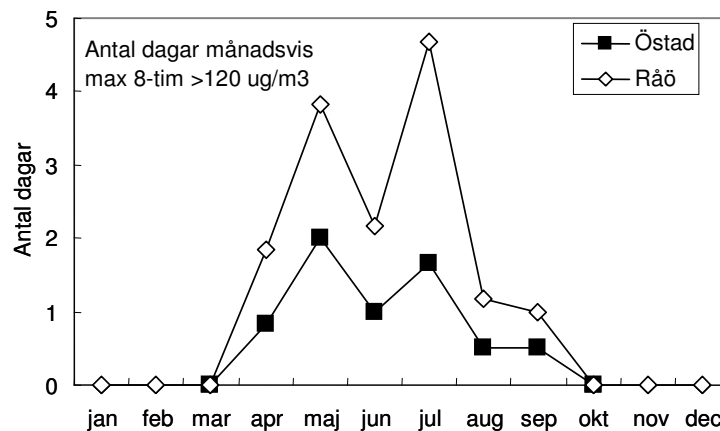
Även inom kustzonen finns höglänta områden. Vi har gjort antagandet att det inte finns någon kombinerad effekt av kustnära- och höglänt belägenhet, eftersom den lägre depositionen av ozon mot vattenytan borde resultera i en mindre utpräglad gradient av ozonkoncentrationer i höjddled och därmed en liten betydelse av topografin. Även detta vore intressant att bekräfta med mätningar.

De stora slätt- och jordbruksområdena i södra Dalsland och i Skaraborg har en låg beräknad risk för hög ozonförekomst, enligt våra definitioner av de geografiska förutsättningarna för respektive kategori av ozonförekomst. De kommuner som omfattas av låg risk för hög ozonförekomst är främst Essunga, Grästorps, Vara, Skara, Lidköping, Falköping, Skövde, Götene, Mariestad, Tibro, Töreboda, Gullspång, Vänersborg, Trollhättan samt Mellerud. Detta baserar sig på våra mätningar

av ozonhalter och meteorologi vid Lanna på Varaslätten. Dessa mätningar var relativt entydiga, men det vore ändå bra att kunna bekräfta dessa mätningar med ytterligare en mätplats i samma kategori, eftersom ozonets inverkan på jordbruksgrödor är av mycket stor betydelse.

6. När på året är risken störst för hög ozonförekomst?

Figur 8 visar en sammanställning över antal dagar per månad då det maximala 8-timmarsmedelvärdet överskred $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, det målvärde som används inom bl.a. miljökvalitetsnormerna samt EU's direktiv om ozon i luften, vid Östads Säteri och vid Råö. Värdena redovisas som medelvärden för 1993, 1994, 1995, 2003, 2005 samt 2006, de år då det finns datatäckning för Östads Säteri för hela perioden april-maj. Överskridanden sker under hela sommarhalvåret, med något fler överskridanden för månaderna maj och juli. Det är en stor likhet i mönstret mellan Råö och Östads Säteri, dock med färre överskridanden vid Östads Säteri.



Figur 8. En sammanställning av antalet dagar per månad då det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon överskred målvärdet $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Råö och Östads Säteri. Värdena representerar medelvärden för åren 1993, 1994, 1995, 2003, 2005 samt 2006, vilket var år med tillräcklig tillgång på data över hela sommarhalvåret för Östads Säteri. Ozonhalter har mätts 5 m över marknivå vid Råö och 5-9 m över marknivå vid Östads Säteri.

7. Hur bör ozonförekomsten övervakas i landsbygdsmiljö i Västra Götalands län?

7.1. Utformning i relation till ambition

Utformningen av ett övervakningssystem för ozonhalter nära marken beror på vilken målsättning och ambitionsnivå man har med systemet. Vill man använda systemet för

- att på ett relevant sätt i enlighet med EU´s direktiv om ozon i luften i realtid informera befolkningen om att halterna av ozon nära marken över vissa geografiska områden kan vara hälsovådliga, det vill säga att timvärden för ozonhalter överskrider $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$?

Eller vill man endast använda systemet till

- att i efterhand beräkna över vilka geografiska områden som ozonförekomsten överskridit olika målvärden?

Dessa olika målsättningar ställer olika krav på utformningen av övervakningssystemet.

7.2. Utformning i relation till framtida ozonförekomst

Ett övervakningssystem bör även vara utformat utifrån vad vi kan förvänta oss vad gäller framtida ozonförekomst. Förutsägelseerna för framtida ozonförekomst i Sverige tyder på att bakgrundshalterna kommer att öka medan de korta perioderna med mycket höga ozonhalter, s.k. ozonepisoder, kommer att minska. I västra Sverige har vi dock ännu inga tecken på att antalet dagar årligen då den maximala 8-timmars medelhalten överstiger $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har minskat under den senaste 15-års perioden (Karlsson m. fl., 2007b). Så sent som sommaren 2006 förekom ozonhalter vid Råö som överskred informationsnivån (Karlsson m. fl., 2007b), även om ozonepisoden då bedömdes så kortvarig att ingen information gick ut till allmänheten. Ett övervakningssystem bör därför även i framtiden vara utformat så att det ger möjlighet till att på ett relevant sätt informera allmänheten i realtid om höga ozonförekomster över informationsnivån. Det bör påpekas att en förutsättning är att instrumentmätningarna av ozonhalter ansluts till den av Naturvårdsverket utsedda datavärdens system för övervakning av marknära ozon. För närvarande är det IVL Svenska Miljöinstitutet som är datavärd (<http://www.ivl.se/miljo/projekt/ozon/>). I dagsläget är det i västra Sverige endast ozonmätningarna vid Råö som är anslutna till detta system.

7.3. Utformning i relation till vad vi känner till om geografisk förekomst av ozon

Vi har genom våra mätningar med ett mobilt mätsystem (Karlsson m. fl., 2007a) visat att ozonförekomsten i landsbygdsmiljö i Västra Götalands län kan beskrivas relativt väl genom en uppdelning av området i tre geografiska kategorier; kustnära platser samt högt och lågt belägna platser i inlandet. De permanenta ozonmätningarna vid Råö kan användas för att representera de kustnära och högt belägna platserna medan mätningarna vid Östads Säteri representerar de lågt belägna platserna. De kontinuerliga ozonmätningarna med timupplösning vid Råö och Östads Säteri ger möjlighet att direkt numeriskt beräkna alla målvärden som är aktuella inom EU's direktiv om ozon i luften, inom miljö kvalitetsnormerna samt inom miljömålet Frisk Luft.

De relationer vi funnit mellan ozonförekomsten inom de olika kategorierna gäller företrädesvis det dagliga, maximala 8-timmars medelvärdet för ozonhalt. Vad gäller samtida timvärden för ozonhalt är variationen betydligt större, i synnerhet vad gäller jämförelsen av kategorierna kustnära och högt belägna områden i inlandet (Karlsson m. fl., 2007a). Höga timvärden för ozonhalt vid Råö sammanfaller därför inte nödvändigtvis med höga ozonhalter vid högt belägna områden i inlandet. Det är därför tveksamt om överskridanden av informationsnivån $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timvärde för ozonhalt vid Råö direkt kan appliceras att gälla även högt belägna områden i Västra Götalands inland. Det vore därför bra att komplettera med ozonmätningar och meteorologi med instrument med en timupplösning på en högt belägen plats i Västra Götalands inland. En lämplig plats skulle kunna vara Naturrummet på toppen av Kinnekulle, ca 300 m.ö.h. Närheten till Väneren kan förväntas ge upphov till högre ozonhalter, jämfört med omgivande områden, på grund av den låga depositionen av ozon mot vattenytan. Det höglänta läget ger en god kontakt med högre liggande luftlager. Sannolikt representerar Kinnekulles topp en av de platser i Västra Götalands län med störst risk för en hög ozonförekomst, vid sidan av kustnära områden. En ytterligare fördel skulle kunna vara att förevisa aktuella ozonhalter i realtid för allmänheten på t ex en datorskärm, som ett komplement till Naturrummets övriga aktiviteter.

I tillägg till mätningar med instrument bör man övervaka ozonförekomsten i de delar av länet som ligger på stort avstånd från instrumentmätningarna. Detta kan man göra med hjälp av ozonmätningar med diffusiva provtagare, placerade på högt belägna platser i olika delar av länet. Det sker för närvarande en metodutveckling, där diffusiva provtagare kombineras med enkla meteorologiska givare, vilket ökar möjligheterna till att omvandla månadsmedelvärden för ozonhalter till olika ozonindex såsom maximalt 8-timmarsmedelvärde och AOT40 (Pleijel och Klingberg, opublicerat). De meteorologiska mätningarna kommer sannolikt föreslås vara av samma typ som användes för det mobila systemet under 2006, dvs givare för lufttemperatur och luftfuktighet placerade i självventilerande strålningskydd, tillsammans med strålnings- och vindmätare på ca 1 m över marknivån. Vi har tidigare visat att om de geografiska förutsättningarna är väl kända för en viss mätplats finns det vissa möjligheter att omvandla månadsmedelvärden för ozonhalt till maximalt 8-timmarsmedelvärde och AOT40 (Pihl Karlsson & Karlsson, 2005). De bästa möjligheterna för att konvertera värden för ozonförekomst mellan periodmedelvärden och olika ozonindex som används som målvärden får man dock om

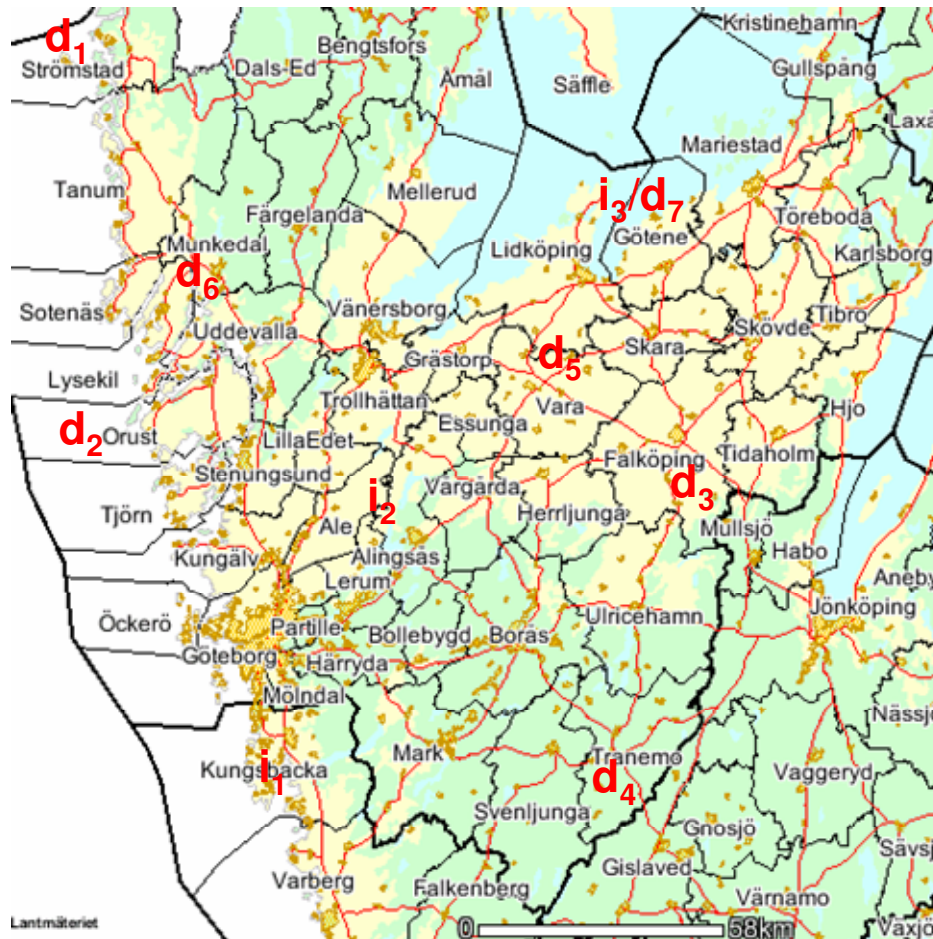
mätningarna bedrivs över en 14-dagars period, (Karlsson m. fl., 2002) och om ozonmätningar med instrument med en timupplösning genomförs under minst ett sommarhalvår på platsen ifråga.

7.4. Ozonförekomst i tätorter

Våra förslag till övervakningssystem för ozon omfattar endast områden utanför de större tätorterna Göteborgsområdet, Borås och Trollhättan/ Uddevalla. Övervakningen av ozonförekomsten i större tätorter är eftersatt utifrån aspekten att övervaka den exponering som befolkningen utsätts för vad gäller t ex maximala 8-timmars medelvärden. I de flesta fall övervakas ozonförekomsten i enstaka punkter i taknivå, vilket får anses vara långt från den miljö där folk vistas utomhus under dagtid. Det krävs omfattande undersökningar för att kunna relatera ozonmätningarna i taknivå till ozonexponering i de miljöer där befolkningen vistas dagtid i utomhusmiljö, särskilt sommartid. Vidare omfattar våra förslag inte heller områdena inom 200 m från starkt trafikerade vägar, där utsläppen av kväveoxid från trafiken medför lägre halter av ozon, jämfört med omgivande områden (Pleijel m. fl., 1994).

7.5. Tre olika förslag med olika ambitionsnivåer

Vi presenterar nedan tre olika förslag till permanent övervakningssystem för förekomsten av ozon nära marken i landsbygdsmiljön i Västra Götalands län. Förslagen har olika ambitionsnivåer och olika resursbehov. Förslagen illustreras i Figur 9 och Tabell 3.



Figur 9. En illustration av förslag till övervakning av förekomsten av ozon nära marken i landsbygdsmiljön i Västra Götalands län. i_3 ; kontinuerliga instrumentmätningar av ozon och meteorologi på timbasis; i_1 , vid Råö; i_2 , vid Östads Säteri; i_3 vid Naturrummet på toppen av Kinnekulle. d_3 ; diffusiva provtagare på två-veckors basis under sommarhalvåret, kompletterat med enkla meteorologiska givare på timbasis; d_1 , Kosteröarna; d_2 , Kärringön; d_3 , Älleberg; d_4 , vid riksväg 27 strax väster om länsgränsen till Jönköpings län, 300 m.ö.h; d_5 , vid Lanna på Varaslätten; d_6 , lågt belägen i inlandet vid Hensbacka, söder om Munkedal; d_7 , Kinnekulle (om ej instrumentmätningar bedrivs vid Kinnekulle).

Tabell 3. En översikt över de olika mätningar som föreslås i olika alternativ till mätsystem för ozon nära marken i landsbygdsmiljö i Västra Götalands län.

Alternativ	Timvisa instrumentmätningar av ozonhalter samt meteorologi	Mätningar av ozonhalter med diffusiva provtagare tillsammans med enkla meteorologiska mätningar	Mätperiod för diffusiva provtagare	Övrigt
1. En hög ambitionsnivå	1. Råö * 2. Östad 3. Kinnekulle	1. Kosteröarna 2. Kärिंगön 3. Älleberg 4. Länsgränsen Jönköpings län 5. Lanna 6. Hensbacka	Sommarhalvåret, två-veckors perioder	Instrumentmätningar av ozon och meteorologin bör bedrivas vid varje mätplats för diffusiva provtagare under minst ett sommarhalvår.
2. En lägre ambitionsnivå	1. Råö * 2. Östad	1. Kinnekulle 2. Kosteröarna 3. Länsgränsen Jönköpings län 4. Hensbacka	Sommarhalvåret, månadsvisa mätperioder	Inga kompletterande instrumentmätningar till mätningarna med diffusiva provtagare
3. En låg ambitionsnivå	1. Råö * 2. Östad	1. Hensbacka	Sommarhalvåret, månadsvisa mätperioder	Inga kompletterande instrumentmätningar till mätningarna med diffusiva provtagare

* För närvarande mäts ingen meteorologi vid Råö.

7.5.1. Ett förslag till övervakning med en mycket hög ambitionsnivå.

Detta förslag avser ett övervakningssystem som ger goda möjligheter till att i realtid informera allmänheten i relevanta delar av Västra Götalands län om eventuella förekomster av ozonhalter överskridande $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Förslaget ger goda möjligheten till att i efterhand bedöma över vilka delar av länet där eventuella överskridanden av olika målvärden för ozon ägt rum.

I förslaget föreslås mätningar av ozonhalter och meteorologi med instrument på timbasis året runt vid Råö, Östads Säteri samt på toppen av Kinnekulle. Dessa mätningar ger

möjlighet till realtidsövervakning av ozonförekomsten i kustnära områden samt i respektive låglänta och höglänta områden i inlandet. Mätningarna ger goda möjligheter till att ge allmänheten relevant information om eventuella höga ozonförekomster, under förutsättning av mätningarna ansluts till Naturvårdsverkets datavärd för övervakning av marknära ozon.

Som ett komplement till instrumentmätningarna föreslås mätningar med diffusiva provtagare för ozon på två-veckors basis under sommarhalvåret, kompletterat med enkla meteorologiska givare på timbasis. För högt belägna mätplatser eftersträvas att topografin för omgivande område inom en radie av 3 km, enligt den definition som beskrivits ovan, som medelvärde ligger minst 20 m lägre, jämfört med mätplatsen ifråga. Dessa mätningar syftar till att övervaka om några delar av länet belägna på stort avstånd från instrumentmätningarna varit utsatta för särskilt höga ozonförekomster. Dessutom föreslås två mätplatser (varav en befintlig, Hensbacka) med syfte att utgöra en kontroll till mätningarna vid Östads Säteri, vilken i sin tur avses vara representativ för lågt belägna platser i inlandet.

Vid varje mätplats för diffusiva provtagare bör instrumentmätningar av ozon och meteorologin bedrivas under minst ett sommarhalvår för att öka precisionen vad gäller att beräkna relationen mellan två-veckors medelvärden och storleken på olika ozonindex av betydelse för att beräkna överskridanden av MKN och miljömål för mätplatsen ifråga.

Följande mätplatser föreslås för diffusiva provtagare kompletterat med enkla meteorologiska givare (positionerna för olika mätplatser visas i Figur 9) :

d₁, Kosteröarna, d₂, Kärtingön. Dessa mätningar syftar särskilt till att avgöra om det finns någon minskning av ozonförekomsten inom kustnära områden mot nordliga latituder.

d₃, Ålleberg, d₄, vid riksväg 27 strax väster om länsgränsen till Jönköpings län, 300 m.ö.h. Dessa mätningar syftar till att övervaka länets mer perifera delar (i relation till instrumentmätningarna) och i vad mån luftmassor med hög ozonförekomst kommer in över länet från öster eller söder.

d₅, vid Lanna på Varaslätten och d₆, lågt belägen i inlandet vid Hensbacka, söder om Munkedal. Dessa mätningar syftar till att utgöra en kontroll av att mätningarna vid Östads Säteri varit representativa för lågt belägna områden i inlandet.

Totalt omfattar detta förslag tre mätplatser där ozonhalter och meteorologi mäts med instrument på timbasis (Råö, Östads Säteri och Kinnekulle). Notera att meteorologi för närvarande inte mäts vid Råö. Dessutom föreslår vi tvåveckors ozonmätningar med diffusiva provtagare samt enkla meteorologiska vid totalt sex platser i länet (Kosteröarna, Kärtingön, Ålleberg, vid riksväg 27, Lanna och Hensbacka).

Förslaget får anses ha en mycket hög ambitionsnivå och vara relativt resurskrävande.

7.5.2. Ett förslag med en lägre ambitionsnivå.

I denna sektion ges ett förslag med en lägre, men dock fortfarande betydande ambitionsnivå. Vi föreslår i detta förslag att instrumentmätningarna vid toppen av

Kinneulle, i_3 , ersätts med ozonmätningar med diffusiva provtagare samt enkla meteorologiska mätningar (d_7 i Figur 9). Vidare föreslår vi att mätpunkterna d_2 , d_3 , samt d_5 utgår. Vi föreslår att d_6 (Hensbacka) bibehålls eftersom mätningarna där pågått under en längre tid och att det därmed redan finns en betydande tidsserie. Vi föreslår vidare för att spara resurser att perioderna för ozonmätningar med diffusiva provtagare utsträcks till en månad istället för att som i ovanstående förslag 14 dagar. Detta kommer att innebära att precisionen kommer att minska vad gäller att beräkna olika ozonindex utifrån periodmedelvärden. Men vi bedömer dock fortfarande att dessa mätningar kommer att vara värdefulla för att övervaka om det finns någon betydande avvikelse vad gäller ozonförekomst, jämfört med de platser där instrumentmätningar bedrivs.

Detta förslag innefattar instrumentmätningar av ozon och meteorologi vid två platser av relevans för länet Östads Säteri och Råö (Råö ligger i Hallands län). Förslaget innefattar ozonmätningar med diffusiva provtagare samt enkla meteorologiska mätningar vid totalt fyra platser i länet (Kinneulle, Kosteröarna, vid riksväg 27 och Hensbacka), varav en (Hensbacka) har varit i drift sedan tidigare inom det s.k. Krondroppsnetet (Nettelblatt m. fl., 2006).

Förslaget har en acceptabel ambitionsnivå utifrån att i efterhand beräkna ozonförekomsten i Västra Götalands län. Vad gäller möjligheterna att informera allmänheten i realtid om eventuella höga ozonförekomster kan detta förslag medföra att informationen omfattar ett större geografiskt område än vad som är relevant, om en hög ozonförekomst vid Råö appliceras till att gälla även högt belägna områden i Västra Götalands inland.

Förslaget får anses ha en medelhög ambitionsnivå.

7.5.3. Ett förslag med en låg ambitionsnivå.

I denna sektion ges ett förslag med en låg ambitionsnivå. Vi föreslår att ozonförekomsten i Västra Götalands län övervakas endast med instrumentmätningar av ozonhalter och meteorologi vid två platser, Råö och Östads Säteri (i_1 och i_2 , Figur 9). Eftersom mätningarna av ozon med diffusiva provtagare vid Hensbacka pågått en längre tid, föreslår vi att dessa fortsätter, motiverat av att de utgör del av en längre tidsserie.

Ozonförekomsten i länet kan i efterhand beräknas utifrån instrumentmätningarna vid Råö och Östads Säteri med de antaganden som vi gjort om ozonförekomsten i olika geografiska kategorier. Det bör påpekas att dessa antaganden om olika kategorier för ozonförekomst med nödvändighet representerar en förenkling av verkligheten och att det erfordras ytterligare ett antal mätningar om man vill uppnå en större precision av de geografiska definitioner som vi gjort för de olika kategorierna. Vad gäller möjligheterna att informera allmänheten i realtid om eventuella höga ozonförekomster gäller samma begränsningar som i ovanstående förslag, att informationen riskerar att omfatta ett större geografiskt område än vad som är relevant, om en hög ozonförekomst vid Råö appliceras till att gälla även högt belägna områden i Västra Götalands inland.

Totalt omfattar detta förslag två mätplatser där ozonhalter och meteorologi mäts med instrument på timbasis (Råö och Östads Säteri). Dessutom föreslås månadsvisa

ozonmätningar med diffusiva provtagare samt enkla meteorologiska vid endast en plats i länet (Hensbacka).

Förslaget får anses ha en låg ambitionsnivå.

7.5.4. Kompletterande behov

Det bör påpekas att det för närvarande inte bedrivs meteorologiska mätningar vid Råö. Länsstyrelsen i Västra Götaland bör därför verka för att dessa kommer till stånd. Ozonförekomsten är starkt väderberoende och det är viktigt i dessa tider av globala klimatförändringar att övervaka om det sker förändringar av klimatet i respektive kustområdet och inlandet.

8. Tack

Vi tackar Lin Tang, Inst. för Geovetenskaper, Göteborgs universitet, för att ha förestt oss med geografisk information. Vi tackar Miljöskydds enheten vid Länsstyrelsen i Västra Götalands län för finansiellt stöd.

9. Referenser

- Andersson, C., Langner, J. & Bergström, R., 2006. Inter-annual variation and trends in air pollution over Europe due to climate variability during 1958-2001 simulated with a regional CTM coupled to the ERA40 reanalysis. Tellus B, in press.
- Entwistle, J., Weston, K., Singles, R. & Burgess, R. 1997. The magnitude and extent of elevated ozone concentrations around the coasts of the british isles. Atmospheric Environment 31, 1925-1932.
- Fowler, D., Smith, R.I., Coyle, M., Weston, K.J., Davies, T.D., Ashmore, M.R. & Brown, M. 1995. Quantifying the fine scale exposure and effects of ozone. Water Air and Soil Pollution, 85, 1479-1484.
- Karlsson, P.E., Tuovinen, J.P., Simpson, D., Mikkelsen, T. & Ro-Poulsen, H. 2002. Ozone Exposure Indices for ICP-Forest Observation Plots within the Nordic Countries. IVL Report B1498.
- Karlsson, P.E., Pleijel, H. & Danielsson, H., 2004. Marknära ozon, SO₂, NO₂ och sot vid Östads Säteri 1987-2003. IVL Report B1556.
- Karlsson, P.E., Håkan Pleijel, Mohammed Belhaj, Helena Danielsson, Bo Dahlin, Mikael Andersson, Max Hansson, John Munthe & Peringe Grennfelt. 2005. Economic assessment of the negative impacts of ozone on the crop yield and forest production. A case study of the Estate Östads Säteri in southwestern Sweden. Ambio, 34, 32-40.

- Karlsson, P. E., Pleijel, H., Pihl Karlsson, G. & Sundberg, J., 2007a. Mätningar av ozon nära marken i landsbygdsmiljö i Västra Götalands län. IVL Rapport U 2063.
- Karlsson, P. E., Pleijel, H., Pihl Karlsson, G. & Sundberg, J., 2007b. Marknära ozon och meteorologi vid Östads Säteri 2006. IVL Rapport U 1990.
- Lindskog, A., Karlsson, P.E., Grennfelt, P., Solberg, S. & Forster, C. 2007. An exceptional ozone episode in northern Fennoscandia. *Atmospheric Environment* 41, 950-958.
- LRTAP "Mapping Manual" (<http://www.oekodata.com/icpmapping/index.html>).
- Naturvårdsverket, 2005. Kvävedioxid och ozon i tätortsluften. Halternas samspel och konsekvenser för hälsa. Naturvårdsverket Rapport 5519, december 2005.
- Nettelbladt, A., Westling, O., Akselsson, C., Svensson, A., Hellsten, S. 2006. Luftföroreningar i skogliga provytor – Resultat till och med september 2005. IVL Rapport B 1682.
- Oke, T.R. 1978. *Boundary Layer Climate*. Methuen & Co Ltd. London and New York
- Pleijel, H., Ahlfors, A., Skärby, L., Pihl, G., Selldén, G., Sjödin, Å. 1994. Effects of air pollutant emissions from a rural Motorway on *Petunia* and *Trifolium*. *Science of the Total Environment* 146/147, 117-123.
- Pihl Karlsson, G. & Karlsson, P.E. 2005. Metod för kartläggning av överskridande av EU-direktiv och miljömål för marknära ozon. IVL Rapport U 1111.
- Sundberg, J., Karlsson, P.E., Schenk, L. & Pleijel, H. 2006. Variation in ozone concentration in relation to local climate in south-west Sweden. *Water, Air & Soil Pollution* 173, 339 – 354.
- Uddling, J. 2004. Uptake of ozone and its impact on silver birch. Akademisk avhandling Göteborgs Universitet. ISBN 91-628-6238-3.