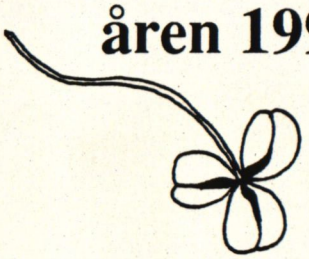
LÄNSSTYRELSEN I
STOCKHOLMS LÄN

RAPPORT

1994:8

Klöver som indikator på marknära ozon

Resultat från studier i Stockholms län åren 1992 och 1993



Miljövårdsenheten

Klöver som indikator på marknära ozon

Resultat från studier i Stockholms län åren 1992 och 1993

Förord

Miljöövervakning som ett grundläggande instrument för miljövårdsarbete har betonats under senare år. I den utbyggnad av miljöövervakningen som pågår har länsstyrelserna tilldelats ett övergripande ansvar för samordning av miljöövervakning i länen.

Den övervakning som redan finns behöver kompletteras med bl. a. metoder att studera effekter på växt- och djurliv. I föreliggande rapport redovisas en tvåårig undersökning som gått ut på att studera skador på en klöverart orsakade av marknära ozon. Förutom denna effektstudie görs sedan länge mätningar av ozonhalter i länet. Värden från två mätstationer har tillhandahållits av Slb-analys, Miljöförvaltningen i Stockholms stad.

Undersökningen ingår i IVL-projektet "Klöver-Sverige". I Stockholms län har fältarbetet utförts av Karin Ek, Britta Gornitzka och Lena Svärd vid länsstyrelsens miljövårdsenheten. Sammanställning och layout av rapporten har gjorts av Lena Svärd.

Ett tack till Eva Hedberg vid länsstyrelsens miljövårdsenhet, personal vid Lovö vattenverk och Tekniska kontoret i Nynäshamn vilka upplåtit plats för klöverodlingarna och hjälpt till med material och tillsyn.

Svante Pekkari
Miljövårdsdirektör

Innehållsförteckning

	sidan
Sammanfattning	1
Bakgrund	2
Ozon	2
Miljömål	2
Effekter på hälsa och miljö	3
Studier i Stockholms län	4
Resultat	4
Referenser	9

Sammanfattning

Ozonhalten i luft har mer än fördubblats i centrala och nordvästra Europa under de senaste 50-100 åren och överskrider, i hela landet, Naturvårdsverkets föreslagna miljömål för vegetationssäsongen. Eftersom det marknära ozonet är skadligt för hälsa och miljö är det av intresse att utveckla metoder för att studera dess påverkan på växt- och djurliv.

Under somrarna 1992 och 1993 har miljövårdsenheten vid länsstyrelsen i Stockholms län deltagit i projektet "Klöver-Sverige" vars syfte är att kartlägga förekomsten av för växter skadliga halter av ozon i landet. Projektet drivs av IVL och Lantbruksuniversitetet. Flera andra län i landet har också deltagit. Tanken är att variationer i belastning av ozon och skador på vegetation, både inom och mellan länder, ska kunna studeras. Samma metoder används inom ett internationellt samarbetsprojektet där 15 länder i Europa deltar.

I försöken har använts subklöver (*Trifolium subterraneum*) som reagerar på höga ozonhalter genom synliga, karakteristiska skador på bladen. Plantor har varit utplacerade på tre lokaler i länet; Torp i Nynäshamns kommun, Lovö i Ekerö kommun och Vettershaga i Norrtälje kommun. Efter försöken räknades samtliga blad och proportionen ozonskadade blad bestämdes.

För att jämföra skadefrekvenser med under försöken rådande ozonhalter användes ozondata från Slb-analys, Miljöförvaltningen, Stockholms stad. Värdena från mätstationen på Ekerö avses spegla förhållandena vid Lovölokalen och värdena från Landsort förhållandena vid Torp. För Vettershaga finns ingen närliggande mätstation för ozon.

Sommaren 1992 hade en hög andel av bladen typiska ozonskador. Andelen ozonskadade blad var högre i Torp och Vettershaga än på Lovö.

Ozonskadorna var 1993 av mycket begränsad omfattning, Lovö hade även detta år lägst skadefrekvens följt av Vettershaga.

Eftersom ozonskadefrekvensen åren 1992 och 1993 skiljde sig markant vore det rimligt att förvänta sig en motsvarande skillnad i halten av marknära ozon mellan åren. Så är också fallet vid en jämförelse av ozonhalter under klöverns tillväxtperioder. Ozonhalten, mätt som dygnsmedelvärde kl 9-16, var under den aktuella perioden av försöket år 1992 vid Landsort 80 $\mu g/m^3$ och vid Ekerö 76 $\mu g/m^3$. Under motsvarande period 1993 var halterna av ozon lägre, 73 $\mu g/m^3$ respektive 68 $\mu g/m^3$.

Halterna låg båda åren långt över det av Naturvårdsverket föreslagna miljömålet på 50 $\mu g/m^3$.

Bakgrund

Länsstyrelsen har somrarna 1992 och 1993 deltagit i ett projekt vars syfte är att studera belastning av marknära ozon och dess skadeeffekter på vegetationen. Projektet drivs av IVL och Lantbruksuniversitetet. Flera andra län i landet har också deltagit. Tanken är att variationer i belastning av ozon och skador på vegetation, både inom och mellan länder, ska kunna studeras. Samma metoder används inom UNECE:s (FN.s ekonomiska kommission för Europa) internationella samarbetsprojektet, ICP Crops där 15 länder i Europa deltar.

Ozon

En ozonmolekyl består av tre syreatomer (O3). Den är betydligt mer reaktiv än vanlig syrgas (O2) vilket innebär att den kan förändra eller förstöra andra molekyler.

Det ozon som finns i stratosfären (10-40 km:s höjd) har en stor betydelse för livet på jorden genom att skydda för alltför stark solinstrålning (UV-ljus).

Däremot är det marknära ozonet skadligt för hälsa och miljö. Ozonet i troposfären (0-10 km:s höjd) bidrar också till växthuseffekten.

Det troposfäriska ozonet bildas, under inverkan av solljus, vid en reaktion mellan flyktiga organiska ämnen och kväveoxider. Episoder med höga halter av marknära ozon inträffar i samband med högtryck under sommaren då det råder stabil skiktning och svaga vindar över stora delar av den europeiska kontinenten. Vid en förskjutning av väderläget kan den förorenade luften från Europa transporteras till Sverige och ger då episoder med höga ozonhalter. I viss mån bildas också ozon över Sverige från de luftföroreningar som transporteras hit och från svenska utsläpp.

Bakgrundshalterna av ozon i luft har mer än fördubblats i centrala och nordvästra Europa under de senaste 50-100 åren.

I tätorter är halterna av ozon något lägre än i omgivande landsbygd. Det beror på att ozon reagerar med kvävemonoxid från vägtrafik och bildar kvävedioxid. Kvävedioxid har en negativ effekt på hälsa och miljö som liknar den som orsakas av ozon.

Miljömål

De miljömål som Naturvårdsverket föreslagit för marknära ozon gäller både bakgrundsluft under vegetationssäsongen och de enskilda episoder som uppträder:

Vegetationssäsongen (apr-sept kl. 9-16)	**Halten av marknära ozon ska understiga 50 $\mu g/m^3$**
Episoder	**Entimmesmedelvärdet 120 $\mu g/m^3$ får överskridas högst 12 tim/år. Som takvärde gäller 150 $\mu g/m^3$**

Bakgrundshalten av ozon överskrider miljömålet för vegetationssäsongen i hela landet. I södra och mellersta Sverige är medelhalten oftast 80-90 $\mu g/m^3$. I norra Sverige ligger medelhalten vanligen vid 60-75 $\mu g/m^3$. I södra delen av landet överskrids miljömålet 120 $\mu g/m^3$ drygt 130 timmar per år, dvs. tio gånger så lång tid som anses acceptabelt. Även i norra Sverige är halterna av ozon över Naturvårdsverkets miljömål. Bakgrundshalten av ozon och förekomsten av episoder med mycket höga halter varierar mellan olika år, främst beroende på väderleken.

För att nå miljömålen med ofarliga halter av marknära ozon och andra fotokemiska oxidanter i Sverige krävs, enligt Naturvårdsverket, att utsläppen av ozonbildande ämnen, dvs flyktiga organiska ämnen och kväveoxider, minskar med 75-80% i Europa.

Effekter på hälsa och miljö

Ozon ger akuta hälsoeffekter vid kortvarig exponering av halter över 160 µg/m3. Det är framför allt lungfunktionen som påverkas men även näshåla och svalg irriteras av ozon. Människor med nedsatt lungfuktion, t. ex. astmatiker får symptom vid lägre halter och kortare exponeringstid. Ozon misstänks ha samverkande (synergistiska) effekter med andra substanser vid uppkomst av astma, allergi och andra sjukdomar som har samband med lungfuktionen.

Växter är inte bara känsliga för allmänt förhöjda ozonhalter utan skadas mer ju högre halter de utsätts för. Vissa växter, särskilt sådana med kortlivade blad reagerar på ozonepisoder genom att få synliga skador på bladen. Vävnaden bleks först, dör sedan och bildar ett prickigt mönster på bladet. Hos de känsligaste växterna uppträder skadorna vid exponering ett antal timmar med 100-120 $\mu g/m^3$ ozon. Andra växter, ofta med långlivade blad får inte lika lätt synliga skador, men påverkas ändå negativt av förhöjda ozonhalter. Vissa växter reagerar på ozon främst med en tillväxtnedsättning, sannolikt på grund av att ozon har en negativ effekt på fotosyntesen. Man tror också att ozon påskyndar växternas naturliga åldrande.

De företagsekonomiska förlusterna för det svenska jordbruket till följd av förhöjda halter av marknära ozon har uppskattats till drygt 1 miljard kronor och av detta står vallodlingen för en stor del. Flera i Sverige kommersiellt odlade klöversorter, liksom spenat, reagerar med synliga skador som följd av ozonepisoder. Inga direkta undersökningar av jordbruksskador orsakade av ozon har gjorts i Stockholmsregionen.

Forskningsresultat tyder på att marknära ozon även ger skador och produktionsförluster hos barrträd, särskilt hos gran. Ozon kan också vara av betydelse för den skogsdöd som förekommer i Europa. Fotosynteskapaciteten hos granbarr påverkas negativt vid ozonhalter som förekommer i Sverige. Det finns idag inga rapporter om produktions-nedsättningar hos barrträd i Stockholms län.

När det gäller skador på lövträd i Sverige är kunskapen bristfällig. Utländska studier tyder dock på att bl. a. poppel kan vara mycket känslig för ozon.

Hur ozon påverkar naturliga ekosystem är till stora delar okänt. Av de vilda växter som undersökts och befunnits känsligast för ozon finns följande i Stockholms län: Åkervinda, blekbalsamin, humleluzern, revsmörblomma, etternässla, duvvicker och sparvvicker.

Studier i Stockholms län

Under somrarna 1992 och 1993 har miljövårdsenheten deltagit i projektet "Klöver-Sverige" vars syfte är att kartlägga förekomsten av för växter skadliga halter av ozon i landet.

Växter som reagerar på höga ozonhalter genom synliga, karakteristiska skador kan användas som indikatorväxter för ozon. I detta projekt undersöks om subklöver (*Trifolium subterraneum*) är en lämplig indikatorväxt för att påvisa förekomst av skadliga halter av marknära ozon.

Krukor med subklöverplantor placerades ut på tre lokaler i länet,Torp i Nynäshamns kommun, Lovö i Ekerö kommun och Vettershaga i Norrtälje kommun. På varje ställe sattes 40 krukor ut. Dessa hade, via glasfibervekar, fri tillgång till vatten från individuella vattenbehållare.

Material och metoder

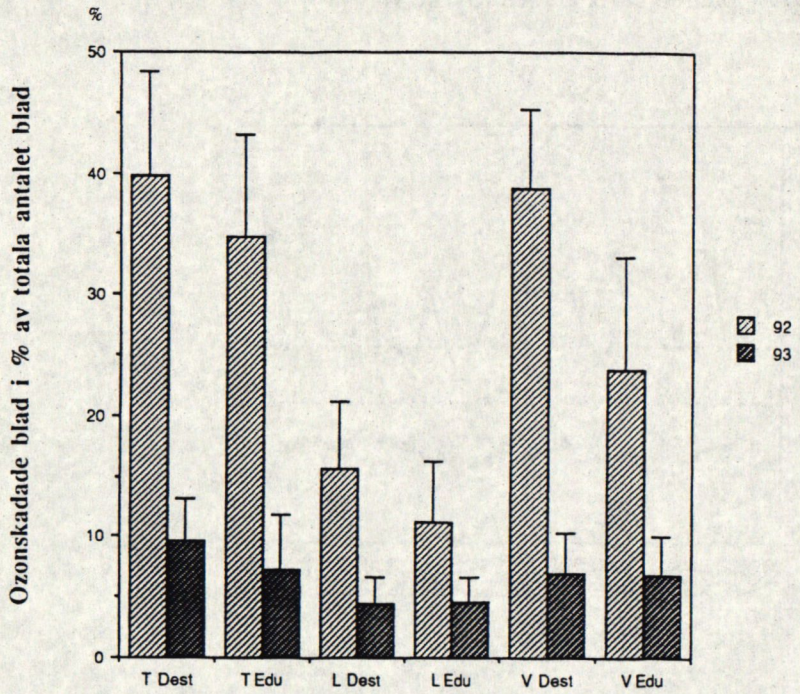
Plantornas tillväxt och skadeförekomsten kontrollerades tre gånger i veckan. Eftersom andra ämnen kan ge skador liknande de orsakade av ozon tillsattes EDU (etylendiurea), ett ämne som delvis skyddar växten mot ozonskador, till hälften av krukorna. Antalet skador hos obehandlade växter minus skador hos EDU-behandlade ger då ett mått på skador orsakade av ozon. EDU tillsattes varannan vecka löst i destillerat vatten och de krukor som ej fick EDU vattnades med enbart destillerat vatten vid behandlingstillfällena. Plantorna skördades efter 34 dagar (1992) eller 28 (Skörd I) och 56 (Skörd II) dagar (1993) efter utplacering i fält.Vid skörden klipptes plantornas överjordiska delar av utom vid Skörd I 1993 då enbart bladen klipptes av. När en klöverplanta tillväxer utvecklas först två hjärtblad och ett spadblad innan de vanliga klöverbladen, treväpplingarna slår ut. I detta experiment studerades ozonskadorna på treväpplingarna. Dessa räknades och antalet blad med ozonskador noterades. Därefter vägdes blad och övriga växtdelar. Växterna torkades och skickades till IVL för torrviktsbestämning och vidare analys. Eftersom väldigt få blad utvecklades fram till skörd I 1993 redovisas resultaten för hela skördeperioden (I+II) även för detta år.

Dygnsmedelvärden (kl 9-16) för ozonhalter vid mätstationer på Landsort och Ekerö har levererats från Slb-analys, Miljöförvaltningen, Stockholms kommun. SMHI har tillhandahållit dygnsmedelvärden för temperatur från mätstationer vid Bromma och Horsfjärden. Värdena från Ekerö och Bromma avses spegla förhållandena vid Lovölokalen och värdena från Landsort och Horsfjärden förhållandena vid Torp. För Vettershaga finns ingen närliggande mätstation för ozon.

Resultat

Sommaren 1992 uppvisade en hög frekvens av bladen typiska ozonskador (figur 1). Andelen ozonskadade blad var högre i Torp och Vettershaga än på Lovö. Medelvärdet för ozonhalten uppmätt kl. 9-16 vid Landsorts mätstation var under försöket detta år 78 $\mu g/m^3$ (tabell 1, fig 2a) och vid Ekerö 77 $\mu g/m^3$ (fig 2b). Medelvärdena 80 $\mu g/m^3$ för Landsort och 76 $\mu g/m^3$ för Ekerö (period II i tabell 1) ger egentligen en mer rättvisande bild av förhållandena då de är grundade på mätvärden från de tjugo sista dagarna, den tidsperiod under vilken treväpplingarna utvecklades.

EDU-behandlade plantor hade också lägre skadefrekvens vilket indikerar att denna kemikalie hade viss skyddsverkan. Dock var skadefrekvensen relativt hög även hos dessa plantor möjligen beroende på i) att tillförseln till växten inte varit tillfredställande, ii) att EDU ej ger fullständigt skydd mot ozonskador iii) eventuella svårigheter att rätt klassa skador som ozonskador. Man kan alltså konstatera att det fortfarande återstår metodutvecklingarbete vad gäller EDU-behandlingen.



Lokaler: T=Torp, L=Lovö, V=Vettershaga
Behandling: Destvatten/EDU
Medelvärde+1 SD anges

Figur 1
Ozonskador på Trifolium subterraneum år 1992 och 1993

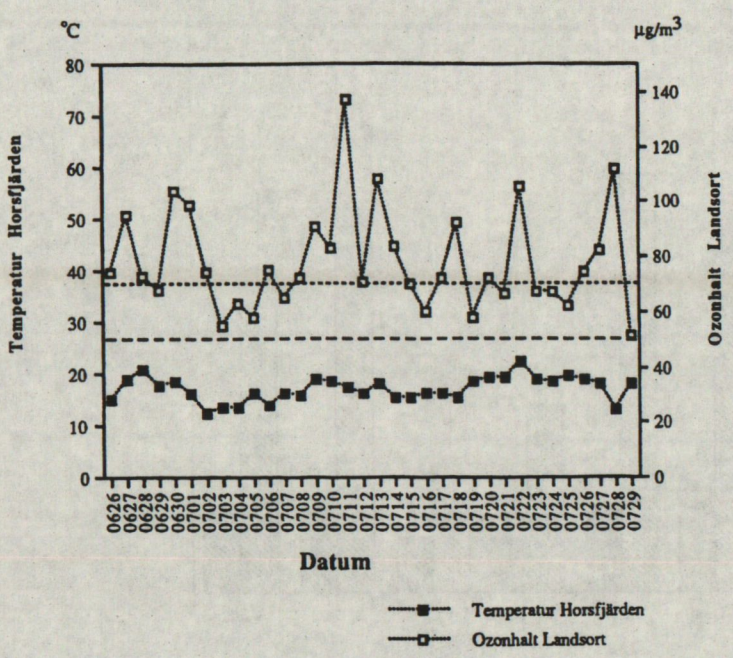
Ozonskadorna var 1993 av mycket begränsad omfattning (fig 1) men Lovö hade även detta år lägst skadefrekvens följt av Vettershaga. Det var ingen skillnad mellan plantor som fått EDU och de som ej behandlats med EDU. Proportionen ozonskadade blad var högre 1992 jämfört med 1993 (fig 1) trots att plantorna 1992 var exponerade under en kortare period än året därpå.

Tabell 1
Medelvärden (kl 9-16) i µg/m^3 för ozonhalter vid Landsort och Ekerö*

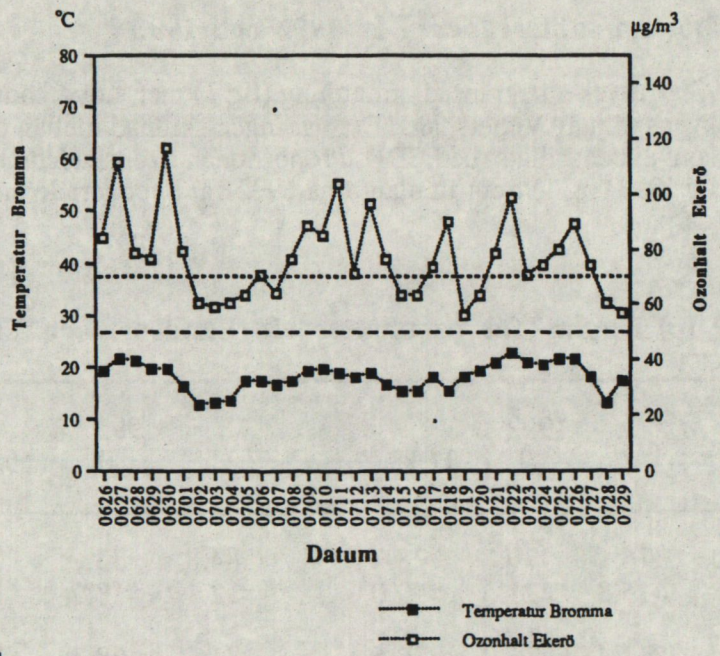
År		1992			1993		
Period		I	II	Hela	I	II	Hela
Landsort	Medelvärde	76.1	79.7	78.2	84.8	73.0	78.9
	SD	±15.3	±21.5	±19.0	±12.1	±13.2	±13.9
Ekerö	Medelvärde	77.4	76.0	76.6	81.1	68.3	74.7
	SD	±17.9	±13.9	±18.0	±13.3	±15.1	±15.5

* Värden erhållna från Slb-analys, Miljöförvaltningen, Stockholms Kommun

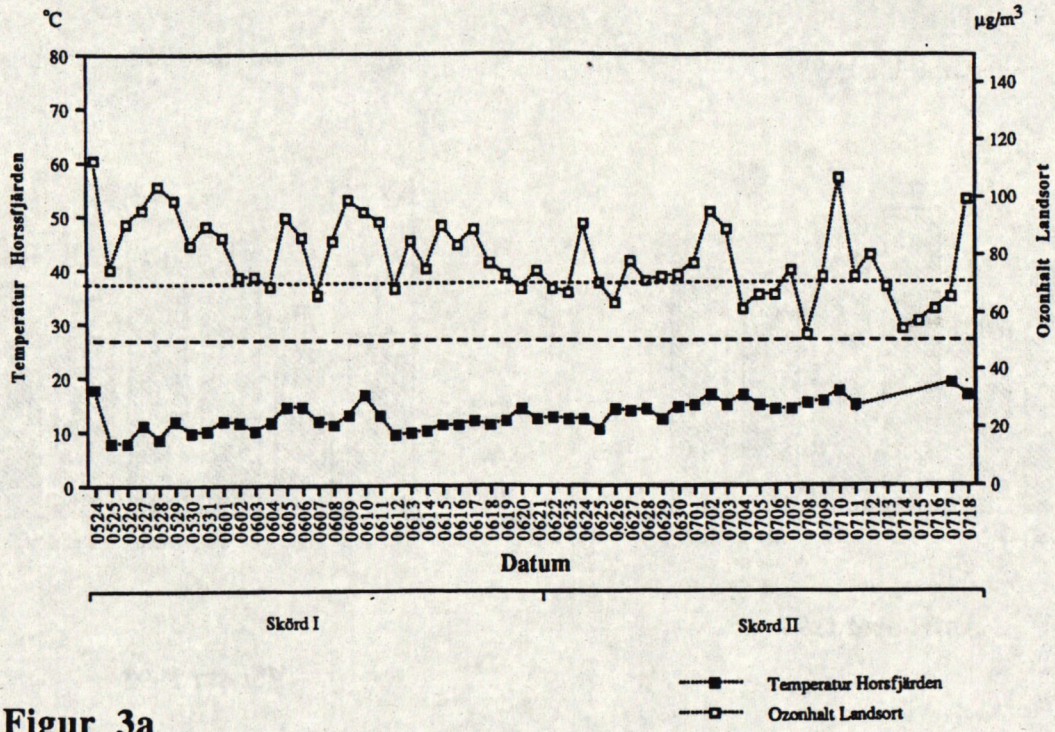
Eftersom ozonskadefrekvensen åren 1992 och 1993 skiljde sig markant vore det rimligt att förvänta sig en motsvarande skillnad i ozonhalter mellan åren. Det verkar också vara fallet när man jämför dygnsmedelvärden för ozonhalter under klöverns tillväxtperioder (92 II och 93 II i tab 1). Halterna av marknära ozon var dock relativt höga även under 1993. Medelvärdet var 79 µg/m^3 (Landsort, fig 3a) och 75 µg/m^3 (Ekerö, fig 3b) mätt under hela försöksperioden och 73 µg/m^3 respektive 68 µg/m^3 under den period då majoriteten (94%) av bladen utvecklades (Skörd II).



Figur 2a
Temperatur och ozonhalt vid Horsfjärden respektive Landsort år 1992
(- -) SNV:s riktvärde för bakgrundshalt av ozon (···) Kritisk haltnivå för synlig ozonskada på subklöver



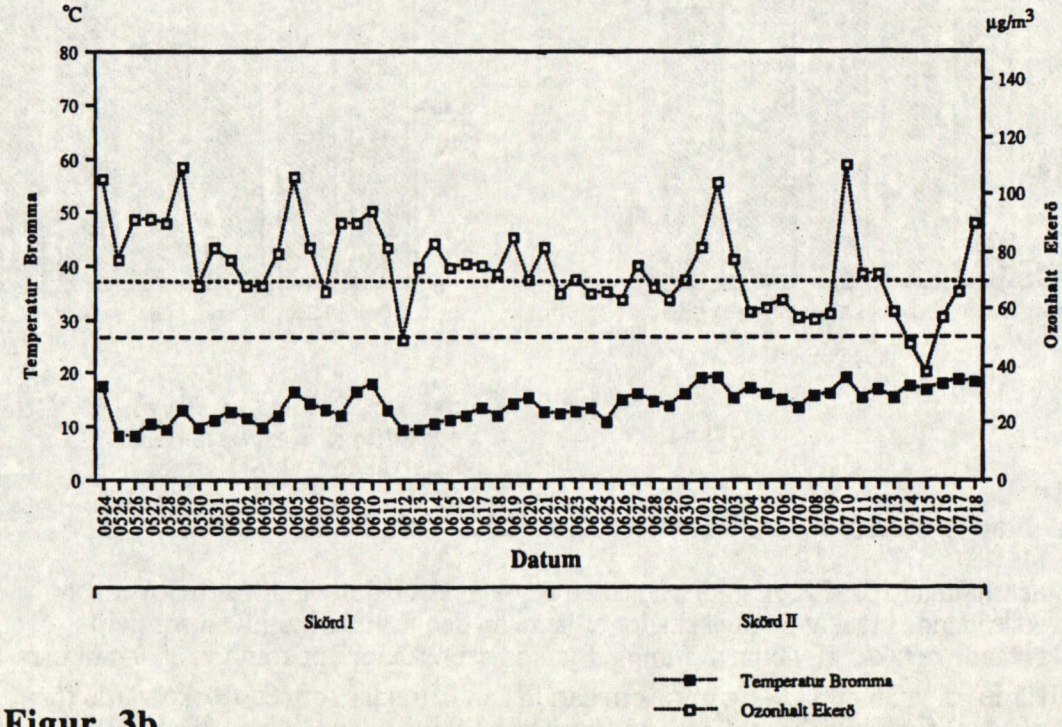
Figur 2b
Temperatur och ozonhalt i Bromma respektive Ekerö år 1992
(- -) SNV:s riktvärde för bakgrundshalt av ozon (···) Kritisk haltnivå för synlig ozonskada på subklöver



Figur 3a

Temperatur och ozonhalt vid Horsfjärden respektive Landsort år 1993

(- -) SNV:s riktvärde för bakgrundshalt av ozon (···) Kritisk haltnivå för synlig ozonskada på subklöver

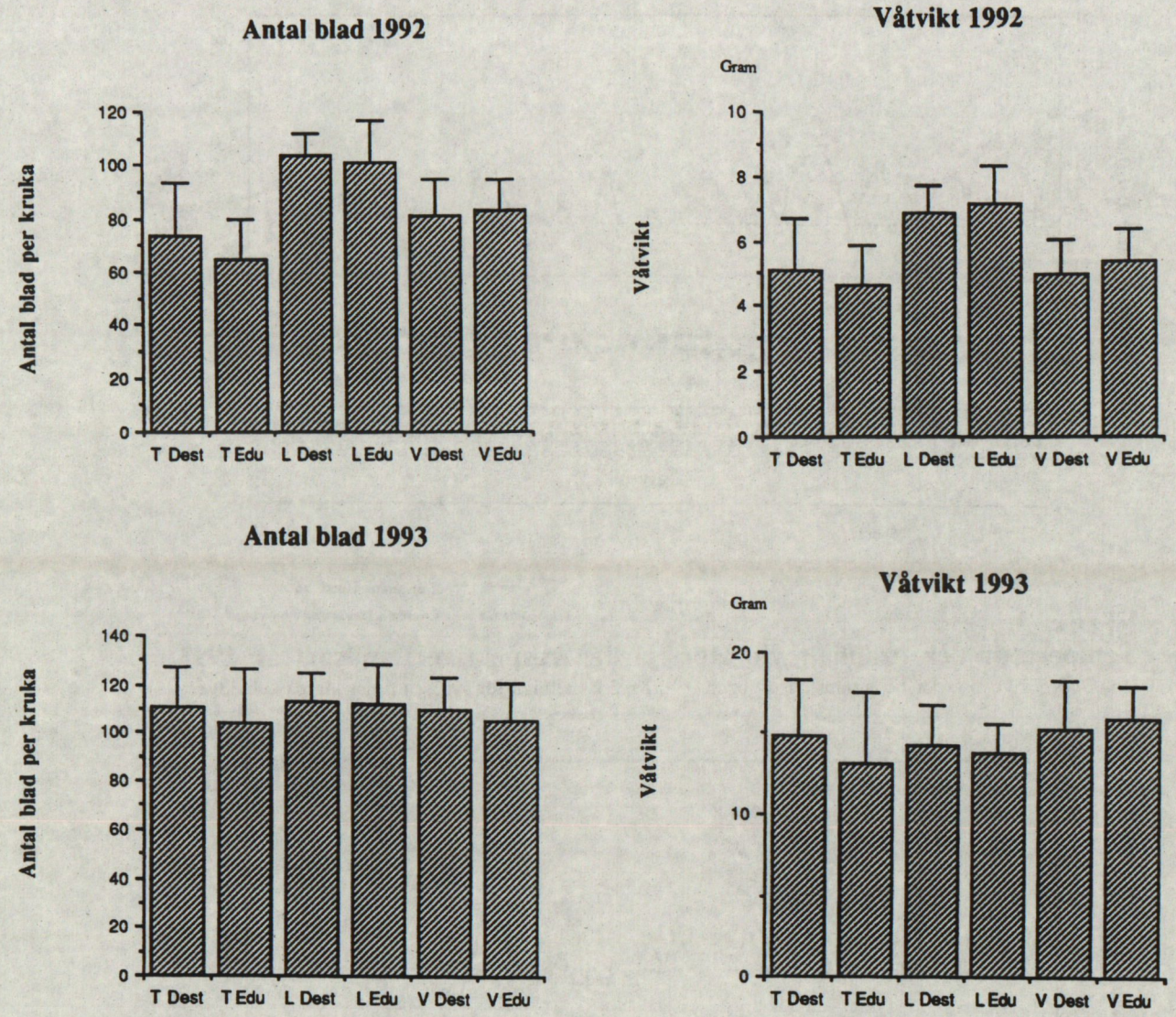


Figur 3b

Temperatur och ozonhalt i Bromma respektive Ekerö år 1993

(- -) SNV:s riktvärde för bakgrundshalt av ozon (···) Kritisk haltnivå för synlig ozonskada på subklöver

Om ozonskadorna är av den omfattningen att de har en negativ inverkan på växternas produktion kunde man förvänta sig att plantor i de krukor som behandlats med EDU, som skyddar mot ozonskador, skulle ha en högre produktion mätt i antingen antalet blad eller en högre vikt vid skörd jämfört med plantor som enbart fått destillerat vatten. Trots det kunde ingen skillnad i bladantal eller våtvikt påvisas mellan de två behandlingsgrupperna på någon av lokalerna varken 1992 eller 1993 (fig 4). En orsak kan vara att EDU har viss giftverkan på växten som också kan hämma produktionen. En annan orsak kan vara att växterna i detta experiment skördades innan eventuella effekter på blomning, frösättning, total produktion och förtidigt åldrande kunde observeras.



Lokaler: T=Torp, L=Lovö, V=Vettershaga
Behandling: Destvatten/EDU
Medelvärde + 1 SD anges

Figur 4
Antal blad per kruka och våtvikter åren 1992 och 1993

Resultat erhållna i ICP Crops studier visar att den kritiska haltnivån för subklöver som vid överskridande orsakar synliga skador är lägre än den kritiska haltnivån som vid överskridande orsakar tillväxtnedsättning. Synliga ozonskador uppkom vid ett 7-timmars medelvärde på ca 35 ppb (70 $\mu g/m^3$) som därvid kan betraktas som ett tröskelvärde för synlig skada. I figurerna 2 och 3 är denna kritiska haltnivå inlagd liksom även SNV:s riktvärde på 50 $\mu g/m^3$ För att värden angivna i ppb ska kunna jämföras med de för bakgrundshalter och episoder angivna i $\mu g/m^3$ multipliceras de med 2. Under klöverns tillväxtperiod 1992 låg medelhalten ozon på 80 $\mu g/m^3$ (Landsort) och 76 $\mu g/m^3$ (Ekerö). Det är möjligt att ozonhalten det året var tillräckligt hög för att ge synliga skador på bladen men ej tillräckligt hög för att påverka bladproduktionen.

Resultat från samtliga län som deltagit i projektet "Klöver-Sverige" redovisas i IVL Rapporten L93-205 (se referenslistan).

Referenser

K. Skogs- o. Lantbr. akad. Tidskr. 130:219-236. Kemiska stressfaktorers inverkan på skog och grödor. III. (1991). Effekter av ozon på jordbruksgrödor. Pleijel H.

SNV Rapport 4133. (1993). Marknära ozon och andra oxidanter i miljön. Miljön i Sverige -tillstånd och trender (MIST).

IVL Rapport (1992). Klöver som bioindikator för marknära ozon i Sverige -ett nationellt samarbetesprojekt. Pihl G, Pleijel H, Sjöberg K, Skärby L och Ericson L.

IVL Rapport L93-144 (1993). Luftföroreningssituationen i Stockholms län. Johansson M, Pihl G.

IVL Rapport L93-205 (1993). Klöver som bioindikator för marknära ozon i Sverige -ett nationellt samarbetesprojekt. Pihl Karlsson G, Pleijel H, Skärby L och Ericson L.

Länsstyrelsens rapportserie

Tidigare utkomna rapporter under 1993

1993:1 Privata institutioner för vård eller boende ökar sin andel av länets vårdmarknad (enheten för regional utveckling)
1993:2 Husbyån, Lännåkersbäcken och Kvarnbrobäcken. Vattenkvalitet och närsalttransporeter 1988-1989 (miljövårdsenheten)
1993:3 Nya Järna – en ny kommun i Stockholms län? (enheten för regional utveckling)
1993:4 Underlagsmaterial till Stockholms skärgård inför 2000-talet (enheten för regional utveckling)
1993:5 Stockholms skärgård inför 2000-talet, 7-punktsprogram för skärgården fram till år 2000 (enheten för regional utveckling)
1993:6 Dennis och miljön (enheten för regional utveckling)
1993:7 De nya långpendlarna (enheten för regional utveckling)
1993:8 Kommunal räddningstjänst vid färjeolyckor (beredskaps- och räddningsenheten)
1993:9 Karta på karta - 350 år i odlingslandskap (kulturmiljöenheten)
1993:10 Åkerströmmen, vattenkvalitet och närsalttransporter i ån (miljövårdsenheten)
1993:11 Igelbäcken, vattenkvalitet och närsalttransporter 1989/90 (miljövårdsenheten)
1993.12 Myndighetssamarbete mot kvinnomisshandel (socialenheten)
1993:13 LVM-statistik 1992 (socialenheten)
1993:14 Miljöpåverkan från avfallsanläggningar (miljövårdsenheten)
1993:15 Polisen i Stockholms län (polisutredningen)
1993:16 Arlandakorridoren som idé och verklighet (enheten för regional utveckling)
1993:17 Barn med svåra hemförhållanden - en uppföljning (socialenheten)
1993:18 Ängar och hagar - kommunsammanställning (miljövårdsenheten)
1993:19 Kvicksilver i gädda och abborre (miljövårdsenheten)
1993:20 Vad gör kommunerna åt arbetslösheten (enheten för regional utveckling)
1993:21 Utländska företagsetableringar i Stockholmsregionen (enheten för regional utveckling)

1994:1 Tredelat Roslagen, en utredning om delning av Norrtälje kommun (enheten för regional utveckling)
1994:2 Bostadssubventionber, årsöversikt 1993 (bostadsenheten)
1994:3 Luftföroreningssituationen i Stockholms län (miljövårdsenheten)
1994:4 Regionala utvecklingsprojekt (enheten för regional utveckling)
1994:5 Kagghamraån. Resultat av 1990, 1991 och 1992 års vattenkemiska provtagningar (miljövårdsenheten)
1994:6 Bostäder, arbete och miljö. Sammanställning av kommunernas översiktsplaner. (planenheten)
1994:7 Barn som placerats i familjehem (socialenheten)

Ytterligare exemplar av denna rapport kan beställas från Länsstyrelsens miljövårdslenhet, tel 08-785 51 28

ISSN 1100 - 4533