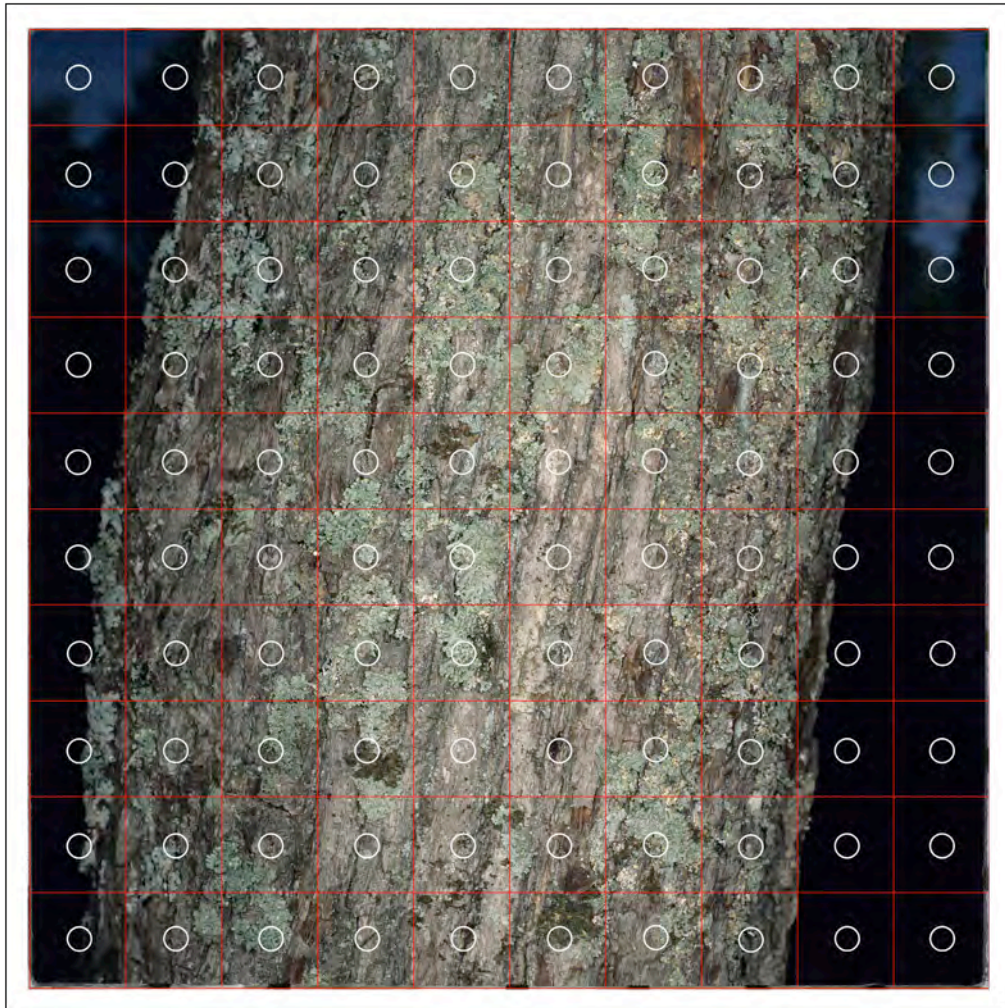


LAVAR OCH LUFTKVALITÉ

– Uppföljning av lavfloran i Borås Stad 2008/2010 –



Svante Hultengren, Erika Blom & Andreas Malmqvist

Naturcentrum AB 2010

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	3
Inledning	4
Syften	4
Metodik	4
Trädslag och lokala betingelser	5
Fotodokumentation	5
Utvärdering av lavdata från fotograferade trädstammar	5
Känslighetsvärde, K-värde	7
Kvävetal, N-tal	8
Täckningsgrad AV LAVAR OCH MOSSOR	9
Ett sammanvägt Index	9
Resultat	10
Känslighetsvärde och täckningsgrad 1997 – 2008	11
Medelkvävetal 1997 – 2008	12
Mossfloran	13
Jämförelser med andra regioner	13
Diskussion	14
Medelkänslighetsvärde och täckningsgrad	14
Medelkvävetal	16
Litteraturförteckning	17
BILAGA I – Lavträd – Data	
BILAGA II – Karta	
BILAGA III – Lavar och luftföroreningar	

SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar resultatet från en återinventering av lavfloran i och omkring Borås Stad. Arbetet har utförts på uppdrag av Sture Larsson-Jones, Miljökontoret, Borås Stad.

Den första undersökningen genomfördes 1997/98 då 150 träd inventerades och fotograferades med en standardiserad metod. Under november 2008 genomfördes återbesök på 100 lokaler varav 50 fotograferades och inventerades. Utöver de 50 inventerade lokalerna kontrollerades och positionerades ytterligare 50 lokaler med GPS (RT 90 2,5 GON V 0-15). Återinventeringarna och återfotograferingen av lavträden inriktades främst på lavträd i centrala och perifera delar av tätorten Borås. Under 2010 kompletterades inventeringen med ytterligare tio träd utanför tätorten s k referensträd.

Resultatet visar dramatiska förändringar jämfört med det tidigare undersökningstillfället. Medelkänslighetstalen (inslaget av känsliga arter) har minskat och täckningsgraden av lavar har minskat mycket kraftigt. Andelen av kvävegynnade arter visar en tydlig minskning i centrala delar av tätorten. I perifera delar och utanför tätorten är skillnaderna mindre tydliga och de är inte statistiskt säkerställda.

Samtidigt har mossfloran på trädstammarna ökat mycket kraftigt. Den minskade täckningsgraden av lavar kan visa en allmän försämring av lavfloran och möjligen förklaras med någon föroreningsorsak. En annan förklaring kan vara att klimatet blivit mer regnigt under perioden och det finns undersökningar som tyder på att kraftiga regn kan missgynna lavar. Hög grad av fuktighet gynnar också flertalet mossor. En annan förklaring skulle kunna vara att träden med ökande ålder får en större mossbeväxning, men vi har inte funnit några studier som visar på några sådana direkta samband.

Det finns vidare en del skillnader, både när det gäller täckningsgrad och förändringar, mellan centrala delar av Borås, jämfört med mer perifera delar av tätorten. Lavfloran i de centrala delarna är betydligt fattigare än i perifera delar och lavfloran har också minskat mer i den centrala tätorten än utanför. Anmärkningsvärd är också försämringen på referensträden utanför Borås tätort. En liknande trend som i tätorten noteras, vilket stärker uppfattningen om att det rör sig om en mer omfattande regional förändring av någon bakgrundsfaktor.

INLEDNING

Många lavar är känsliga för luftföroreningar. Om lavarna har tydliga skador, om antalet arter är lågt eller om lavar helt saknas så kan detta tolkas som en negativ miljösignal. En starkt utarmad lavflora kan också signalera att skador eller påverkan kan förväntas även på andra organismer och biologiska system. Mer om lavar och luftkvalité finns att läsa i bilaga III.

Projektet ”lavar och luftkvalité” startade 1986/1987 då en omfattande inventering genomfördes i ett flertal kommuner i Västsverige (Hultengren 1987, Hultengren & Stenström 1988). Därefter har omfattningen ökat och idag ingår ett stort antal kommuner, länsstyrelser, företag och andra intressenter i undersökningen. Efterhand har lokalerna återinventerats och vi har kunnat följa utvecklingen hos lavfloran på ett stort antal lokaler.

Denna undersökning, med återinventeringar av lavfloran på träd i Borås stad, har genomförts på uppdrag av Sture Larsson-Jones, miljökontoret i Borås. Inventeringarna genomfördes för första gången i Borås stad 1997/98 (Gralén 1998) och omfattade då 150 träd fördelade inom och utanför Borås tätort. I denna uppföljande inventering har 50 träd återbesökts och ytterligare 50 har fältkontrollerats och mätts in med GPS. 2010 kompletterades undersökningen med ytterligare 10 träd i bakgrundsmiljö (referensträd). Fältarbetet har utförts av Erika Blom bildtolkning, analys av data och rapportering har utförts av Andreas Malmqvist Naturcentrum AB och sammanställningen har utförts av Svante Hultengren.

SYFTEN

- Att övervaka återhämtning respektive försämringar hos trädväxande lavar (resultaten kan härledas till luftkvalité)
- vid behov utgöra underlag för fysisk planering och för att se om vidtagna åtgärder mot luftföroreningar ger effekter i miljön och på lavfloran.

METODIK

Metoden omfattar träd i olika typer av miljöer med olika föroreningsbelastning: ”Referensträd”, ”Perifera tätortsträd” och ”Centrala tätortsträd”. Referensträden utgörs av träd på landsbygden där den förväntade föroreningsbelastningen är låg. De används för att se om eventuella förändringar av lavfloran beror på storskalig extern påverkan. Denna uppföljning har av ekonomiska skäl huvudsak främst fokuserat på centrala och perifera tätortsträd.

Träd i kategorin ”Perifera tätortsträd” utgörs av träd i utkanter av större tätorter, utmed måttligt till hårt trafikerade vägar eller i andra föroreningsbelastade miljöer utanför centrala tätorter. ”Centrala tätortsträd” är främst träd i mycket föroreningsbelastade miljöer, ofta i tätbebyggda områden.

TRÄDSLAG OCH LOKALA BETINGELSER

Olika lavar har också varierande ekologiska krav på substrat, ljus, fuktighet etc, och skillnader i uppträdandet hos olika arter kan därför bero på växtplatsernas olika förutsättningar. De skillnader i lavfloras sammansättning som finns mellan olika förorenade områden, vad gäller artsammansättning och frekvens, beror dock i stor utsträckning på varierande föroreningsbelastning. Det är emellertid svårt att helt och hållet bli av med avvikelser/störningar som beror på olika naturliga lokalbetingelser. Därför är det viktigt att de undersökta träden har så lika ekologiska grundförutsättningar som möjligt för att jämförande studier ska bli så korrekta som möjligt.

Vid studier av kvävepåverkan är det viktigt att träden har så likartad bark som möjligt. Lavar på träd med näringsrik bark är olika de som finns på träd med näringsfattig bark. Andra trädslag, t ex björkar, har däremot en mycket förutsägbar lavflora.

Skillnader mellan träd har stor betydelse om undersökningarna vid varje tillfälle baseras på ett slumpmässigt urval träd. Det är emellertid av mindre betydelse när man återupprepar jämförelser av samma träd, vilket är fallet i denna studie.

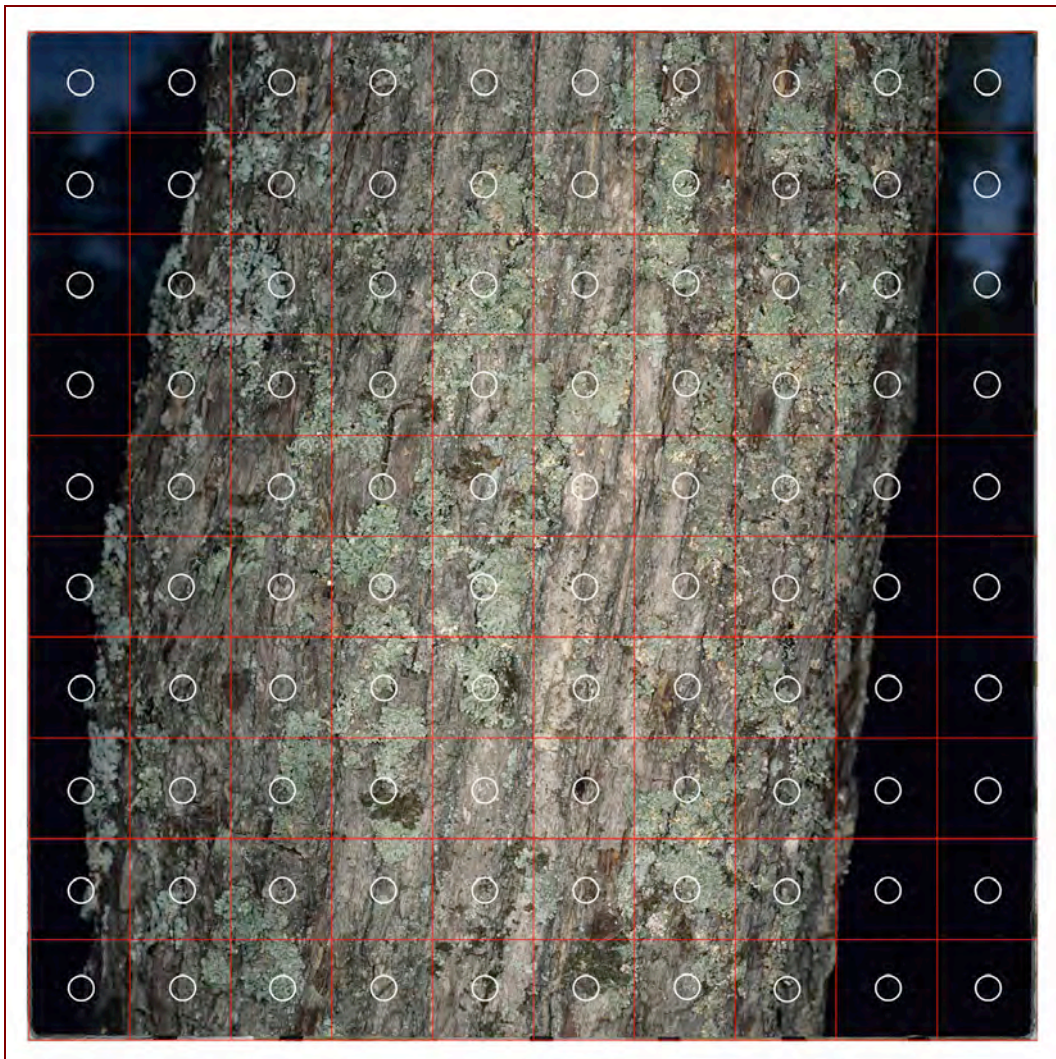
FOTODOKUMENTATION

Vid inventeringstillfällena har provträden fotograferats. Fotopunkten på trädstammen har märkts med en skruv och samma punkt har varit utgångspunkt vid båda fototillfällena. Fotografierna från 1997 är tagna med en Hasselbladskamera och bilderna har därefter digitaliserats. Vid återinventeringen 2008 har provträden fotograferats med digital systemkamera Canon G9 (12,4 megapixel). Framför kameran finns en 40 x 40 cm ram monterad, vilken har placerats mot trädstammen vid fotograferingen. Denna ram avgränsar den yta på trädstammen som analyseras med avseende på lavar. En mer noggrann beskrivning av fotoram mm finns i Hultengren & Stenström (1988).

UTVÄRDERING AV LAVDATA FRÅN FOTOGRAFERADE TRÄDSTAMMAR

Vid den första undersökningen 1997/98 utvärderades också lavfloran genom inventering av samtliga lavar på trädstammarna från 0,5 till 2,0 m höjd. I den nu aktuella studien ana-

lyseras lavfloran enbart från de fotografier som utgör ett utsnitt av trädstammarna. Denna metod är mer noggrann, men gör samtidigt att skalan för medelkänslighetsvärde och medelkvävetal förskjuts aningen. Vid analysen användes ett bildhanteringsprogram (CANVAS X) där ett raster med 100 cirklar placerades jämt fördelat över respektive bild (Figur 1). Kamerans ram, vilken syns i bildens ytterkanter, används för att kalibrera bildens storlek och för att avgränsa den yta som ska analyseras.



Figur 1. Genom att återkommande fotografera samma utsnitt av stammen kan lavfloran utveckling följas. Över de bilderna läggs ett raster med 100 cirklar. Den art som dominerar i cirkeln noteras. Den vanligaste arten på bilden är blåslav *Hypogymnia physodes* (grågrön).

När en lav hamnar inom en cirkel noteras arten. Samtliga förekommande arter räknades om de med säkerhet kunde bestämmas till art eller i vissa fall släkte. Om flera arter syns i en ring räknas den art som täcker störst areal (dominerar).

Summan av alla ”räknade” lavar ger en uppfattning om frekvensen (täckningsgraden) av de olika lavarna på bilden. Det innebär att summan av alla förekommande lavar på en bild

inte kan överstiga antalet cirklar i bilden (100 st). Summan är alltså inget absolut ytmått utan ett mått på artens relativa frekvens, men vi har valt att kalla detta för täckningsgrad. Summan kan också användas till att beräkna en eller flera arters minskning eller ökning från första till andra fototillfället genom att jämföra antalet träffar för respektive art.

KÄNSLIGHETSVÄRDE, K-VÄRDE

De olika lavarna har tilldelats ett känslighetsvärde (K-värde) efter hur föroreningskänsliga de är (tabell 1). Känslighetsvärdet anges enligt den skala som tagits fram i samarbete med Naturvårdsverkets miljökontrollprogram, PMK (Hultengren m fl 1992). Poängskalan omfattar K-värden mellan 0 och 9. Ju högre K-värde en art har, desto känsligare är den för luftföroreningar.

Tabell 1
Känslighetstabell baserad på K-värde (känslighetsvärde)

K-värde	Känslighet
9	mycket känsliga arter
8	"
7	"
6	"
5	känsliga arter
4	"
3	tåliga arter
2	"
1	mycket tåliga, eller föroreningsgynnade arter
0	"

Jämförelser mellan medelkänslighetsvärden för olika områden och trädslag låter sig göras eftersom de ingående lavarnas känslighetsvärden bestämmer slutvärdet och de använda känslighetsvärdena är relativt oberoende av trädslaget. Känslighetsvärden utgör ”dödstal” för olika lavar. Varje träd får ett känslighetsvärde (k/träff) som utgör ett genomsnitt av de träffade lavarnas (punkternas) känslighetsvärde. I känslighetsvärdet tas också hänsyn till de olika arternas frekvens på stammen. Värdet kallas då medelkänslighetsvärde och används för att beskriva hur påverkad lavfloran på den aktuella trädstammen är (Tabell 2).

Tabell 2
Luftföroreningarnas påverkan på lavfloran jämfört med känslighetsvärde (k/träff).

Medelkänslighetsvärde	Luftföroreningarnas påverkan på lavfloran
>4	Helt opåverkad lavflora
>3-3,9	Svagt påverkad lavflora
>2-3	Måttligt påverkad lavflora
1-2	Kraftigt påverkad lavflora
<1,0	Mycket kraftigt utarmad lavflora

KVÄVETAL, N-TAL

För att undersöka kväverika luftföroreningars påverkan på lavarna tilldelades alla arter ett kvävetal, N-tal (tabell 3). Indelningen är baserad på uppgifter i Wirth (1980). Andelen kvävegynnade lavar på ett träd beror på såväl barkens näringsvärde (rikbarksträd har högre N-tal än fattigbarksträd) som på halten av kväverika föroreningar i luften. Kvävetalet (N/träff) visar på hur kvävegynnade lavar gynnas eller missgynnas. Vid höga halter av kväveföroreningar ökar kvävegynnade lavararter. I tätortsmiljön är det i huvudsak biltrafiken som bidrar med kväveföroreningar medan gödsel och näringsrikt damm från åkrar främst ger näring åt lavarna på landsbygden.

Tabell 3
Olika lavar tilldelas ett kvävetal mellan 0 och 3, beroende på om de anses missgynnade eller gynnade av kvävepåverkan.

N-tal	Kategori
3	mycket kvävegynnad
2,5	tämligen kvävegynnad - mycket kvävegynnad
2	tämligen kvävegynnad
1,5	något kvävegynnad - tämligen kvävegynnad
1	något kvävegynnad
0,5	ej kvävegynnad - något kvävegynnad
0	ej kvävegynnad / kväveskyende

På fattigbarksträd, som t ex björk, blir ofta kvävetalet lågt i en opåverkad miljö och högt i en miljö med hög halt kväveföroreningar i luften. Det beror på att lavar som naturligt förekommer på fattigbark har låga kvävekrav eller skyr kväve. Vid höga halter av kväve i luften koloniserar dock fattigbarksträd av mer kvävegynnade lavar därför att barken eller dess yta berikats med kvävehaltiga partiklar. Kvävetalen på fattigbarksträd avspeglar därför halten kväve i luften.

På rikbarksträd är kvävetalet ungefär lika högt i förorenad som i frisk luft (Hultengren och Larsson 1993). Det beror på att många rikbarkslavar är kvävegynnade (exempelvis

rosettlavar *Physcia spp.*, dagglavar *Physconia spp.*, och vägglavar *Xanthoria spp.*, m fl). Om en jämförelse skall göras mellan olika lokalers medelkvävetal är det därför viktigt att känna till vilka trädslag som undersöks. Detta behöver vi dock inte ta någon hänsyn till i denna undersökning eftersom samma exakt samma träd som undersöktes vid första tillfället också undersöktes vid återinventeringen. I Boråsinventeringen är det i huvudsak ädel-lövträd av alm, ask, ek och lind som inventerats (se BILAGA I; Lavträd – Data).

TÄCKNINGSGRAD AV LAVAR OCH MOSSOR

Lavflorans täckningsgrad på trädstammarna är ett rent kvantitativt mått och en kompletterande analys till framför allt medelkänslighetsvärdet. Medelkänslighetsvärdet tar inte hänsyn till hur mycket av trädstammen på bilden som lavarna täcker. Det innebär att en uppsättning lavar som ger ett medelkänslighetsvärde på 3,5 på en trädstam får samma värde även om hälften av förekomsterna försvinner, så länge förhållandet mellan arterna är detsamma.

Summan av alla ”räknade” arter ger en uppfattning om frekvensen (täckningsgraden) av samtliga eller olika lavar på bilden. Enbart en art kan förekomma i varje ring. Det innebär att summan av alla förekommande lavar på en bild inte kan överstiga antalet ringar i bilden (100). Summan är alltså inget absolut ytmått utan ett mått på den relativa frekvensen hos enskilda arter eller som ett mått på lavflorans utbredning på bilden generellt. Vi har valt att kalla detta mått för täckningsgrad. I denna undersökning har vi fokuserat på hela lavflorans täckningsgrad och inte på enskilda arter (medelkänsligheten k/träff innehåller dock annan information).

När bilderna från Borås analyserades uppmärksammades att mossfloran ökat dramatiskt. Därför utförde vi, med samma metodik som för lavarna, en beräkning av mossornas täckningsgrad vid de olika tillfällena.

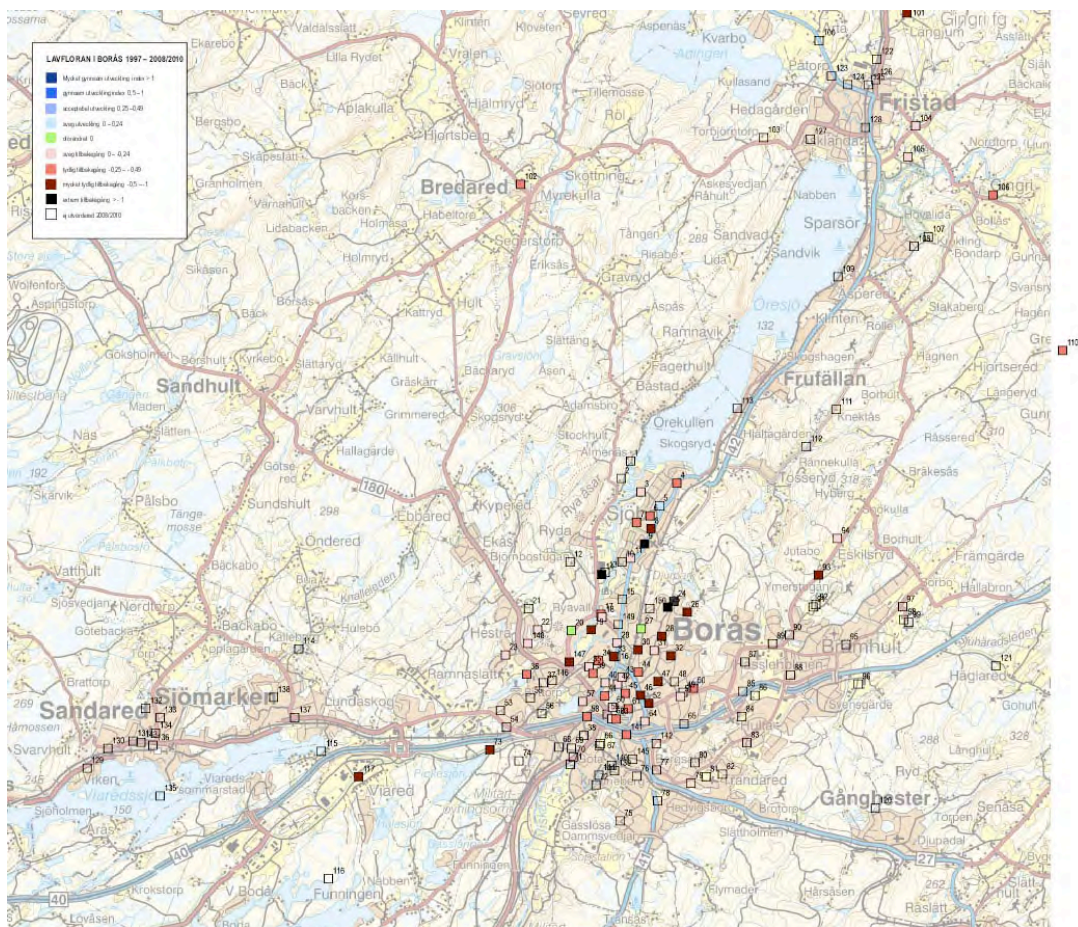
ETT SAMMANVÄGT INDEX

På kartan (figur 2) presenteras resultaten i form av ett index. Detta har beräknats genom att varje parameter (känslighet, kvävetal och täckningsgrad) har fått ett relativt värde som relaterar till det högsta kända i varje kategori. För t ex täckningsgrad gäller jämförelsevärdet sålunda 100 %, för känsligheten 5 och för kvävetalet anges 2 som max. Lavvärdena för respektive träd har sedan dividerats med dessa maxvärden och därefter har de tre relativa talen adderats samman. Slutligen har förändringen mellan 1997 och 2008 beräknats, genom att subtrahera värdena för 2008 från 1997. Indexvärdena hamnar på så sätt i intervallet 2 och -2. En bra utveckling ger positiva värden och en dålig negativa.

RESULTAT

De sextio lokalerna delats in i tre grupper där trettio träd utgörs av ”centrala tätortsträd”, 20 träd av ”perifera tätortsträd” och 10 av ”referensträd”. Samtliga presenterade resultat baseras på utvärderingen av fotoytorna.

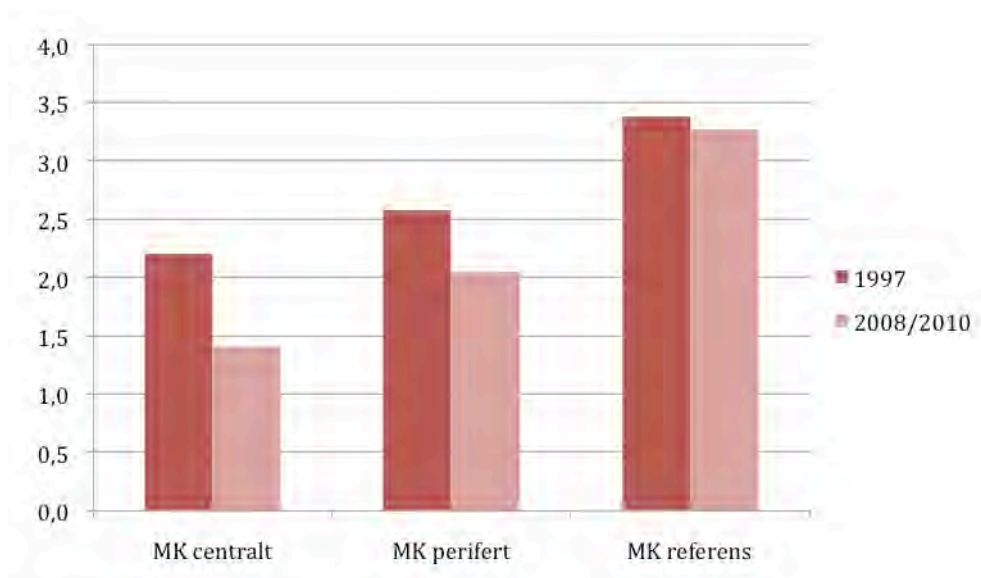
De undersökta träden i Borås Stad uppvisar en starkt påverkad lavflora (se figur 2). Det finns enskilda data som talar för en svag förbättring men de allra flesta visar tydliga försämringar av lavfloran.



Figur 2. De undersökta träden i Borås samt ”förändringsindex” (beräknat på känslighet, täckningsgrad och kvävetal) för perifera tätortsträd (20 st), centralt belägna provträd (30 st) samt referensträd (10 st) 2008/2010. Kartan visar att lavfloran på ett träd haft en svagt gynnsam utveckling, för två träd noteras ingen förändring medan det på 57 träd kan noteras en mer eller mindre kraftig tillbakagång (försämring). Se även BILAGA II.

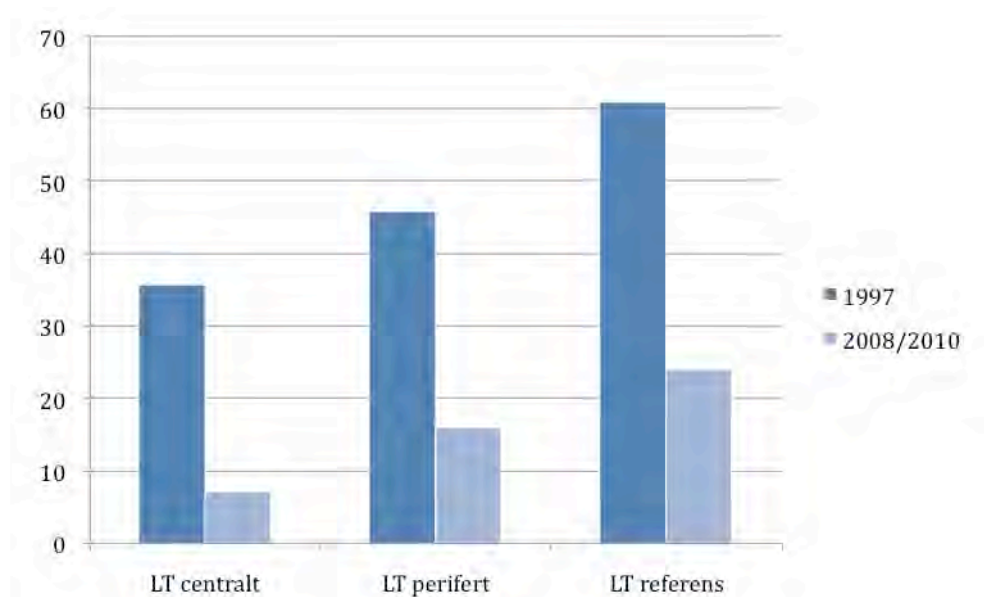
KÄNSLIGHETSVÄRDE OCH TÄCKNINGSGRAD 1997 – 2008/2010

När föroreningshalten ökar minskar antalet lavar och deras täckningsgrad, och vice versa. Samtliga tätortsträd i Borås uppvisar en vikande trend när det gäller känsligheten (k/träff). Diagrammet i figur 3 visar ganska stora skillnader i medelkänslighet mellan de perifera tätortsträden och centrala tätortsträden under de båda inventeringstillfällena 1997 och 2008/2010. Det finns också en starkt vikande trend, känslighetsvärdena minskar kraftigt vilket betyder att lavfloran trivialiserats tydligt under perioden. Detta gäller såväl på centralt belägna träd som mer perifera träd. Skillnaderna är statistiskt säkerställda (t-test $p \gg 0,05$; parat två-sampel för medelvärde). De perifera tätortsträden 1997 hade ett medelkänslighetsvärde på 2,50 vilket betyder en ganska måttligt påverkad lavflora men 2008/2010 noterades ett betydligt lägre (1,9) medelkänslighetsvärde. Ännu större är försämringarna på de centrala tätortsträden som minskar från ca 2 till 1,2. För referensträden noteras en liten, ej säkerställd, minskning av medelkänsligheten.



Figur 3. Medelkänslighetsvärdet 1997 och 2008 (beräknat som k/träff) för perifera tätortsträd (MK perifert, 20 träd) respektive centrala tätortsträd (MK centralt, 30 träd) och referensträd (MK referens, 10 träd). Skillnaderna är, med undantag för referensträden, statistiskt säkerställda.

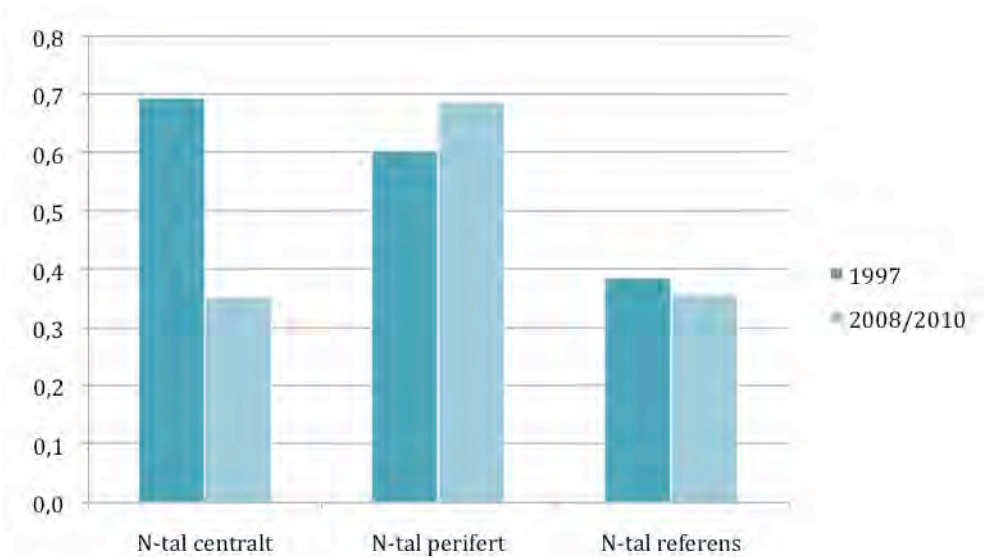
Det finns också en tydlig skillnad mellan tätortsträd, perifera träd och referensträd när det gäller täckningsgraden. Täckningsgraden har också minskat mycket kraftigt (figur 4). Det handlar om minskningar, med upp till 80 %, för gruppen centrala träd, och med ca 60 - 80 % för gruppen perifera träd och referensträd. På många enskilda träd har lavfloran helt försvunnit under perioden. Samtliga skillnader är statistiskt säkerställda.



Figur 4. Förändring av täckningsgrad av lavar under perioden 1997 och 2008/2010 (%) för centrala tätortsträd (LT centralt, 30 träd), centrala tätortsträd (LT perifert, 20 träd) och referensträd (LT referens, 10 träd). Samtliga skillnader är statistiskt säkerställda.

MEDELKVÄVETAL 1997 – 2008/2010

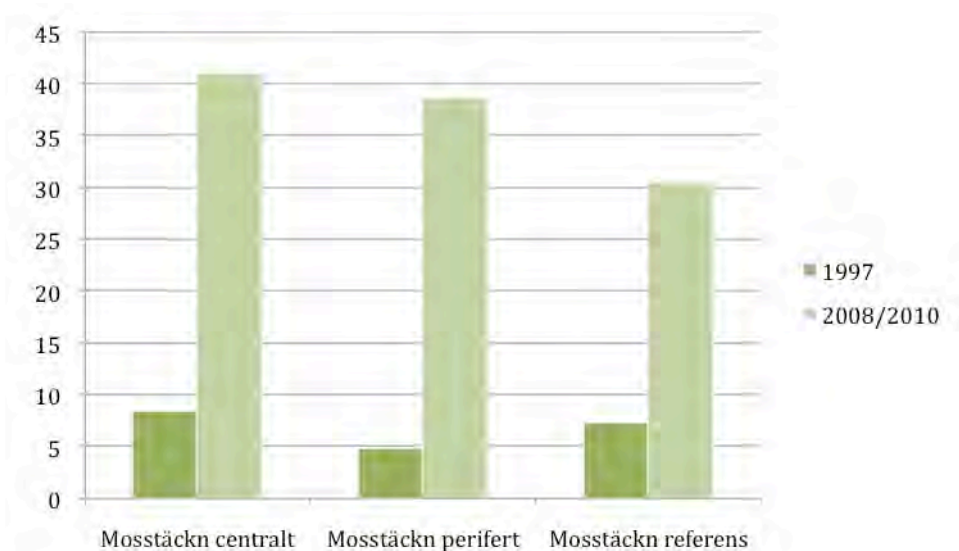
Kvävetalet, angivet som N/träff, visar om kvävegynnade lavar ökat eller minskat. Om utsläpp av kväveföreningar ökar kommer kvävegynnade lavar att öka i täckningsgrad på bekostnad av andra arter. Det finns en indikation till ökning av medelkvävetalet för de perifera tätortsträden mellan 1997 och 2008/2010, men skillnaderna ligger inom felmarginalen (figur 5). På referensträden har också en svag och icke säkerställd minskning skett. För centrala träd har emellertid en signifikant minskning registrerats som visar att medelkvävetalet blivit betydligt lägre (t-test $p < 0,05$).



Figur 5. Kvävetalet (N/träff) 1997 och 2008/2010 på centrala tätortsträd (N-tal centralt, 30 träd), perifera tätortsträd (N-tal perifert, 20 träd) och referensträd (N-tal referens). Skillnaderna för "centrala träd" är statistiskt säkerställda, men däremot finns inga säkerställda samband när det gäller den svaga ökningen av kvävetalet som noterats "perifera" miljöer, eller den lilla minskning som noteras för referensträd.

MOSSFLORAN 1997 – 2008/2010

När bildparen studerades kunde det konstateras att mossflorans täckningsgrad ökat mycket kraftigt under perioden 1997 – 2008/2010, från ca 5 % under 1997 till över 30 % 2008/2010 (se figur 6). Ökningen innebär att förhållandena på trädstammarna ändrats och att lavarna i många fall konkurrerats ut. På enskilda trädstammar har ökningen varit ännu större. Orsaken till ökningen kan bero på ökning av fuktighet/regn (se figur 9) under perioden vilket i större omfattning gynnar mossor än lavar, samt möjligen också att träden blivit äldre.

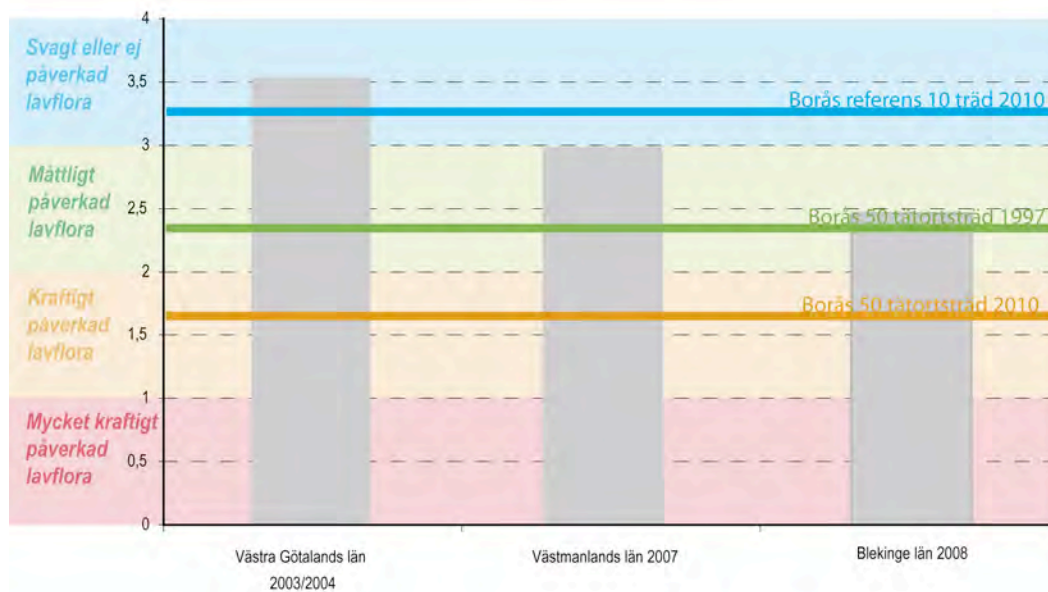


Figur 6. Mossflorans täckningsgrad 1997 och 2008/2010 på centrala tätortsträd (Mosstäckn centralt, 30 träd), perifera tätortsträd (Mosstäckn perifert, 20 träd) och referensträd (Mosstäckn referens, 10 träd). Diagrammet visar en enorm ökning (>500%) av mossfloran på trädstammar i och kring Borås stad. Samtliga skillnader är statistiskt säkerställda.

JÄMFÖRELSE MED ANDRA REGIONER

Under 2000-talet har tre större undersökningar inom projektet ”Lavar och luftföroreningar” som omfattar större regioner genomförts. Förutom Blekinge län har en inventering av sex kommuner i Västra Götalands län genomförts (Hultengren & Malmqvist 2004) liksom en inventering i Västmanlands län (Malmqvist 2008). I figur 7 visas några referensundersökningar samt värden från inventeringarna under 1997 och 2008/2010 i Borås Stad.

En jämförelse av dessa undersökningar visar att lavfloran på de undersökta träden i Borås Stad (50 träd) är mer påverkade än referensträd i andra undersökta regioner, men att referensträden i Borås fortfarande ligger på nivåer motsvarande ”Svagt eller ej påverkad lavflora”.



Figur 7. Medelkänslighetsvärden på referensträd i Blekinge (22 träd), Västra Götalands län (22) och Västmanlands län (24). Orange linje visar motsvarande värde för samtliga inventerade träd (50 träd) i Borås (2008). Grön linje visar förhållandena 1997 (50 träd). Blå linje visar medelkänsligheten hos 10 referensträd (2010). Observera att undersökningarna är genomförda under olika år.

DISKUSSION

Borås ligger i den del av Sverige som historiskt drabbats hårdast av luftföroreningar (bl a Nettelblad m fl 2006). Halterna av svaveldioxid (SO_2) har dock kontinuerligt minskat i hela Sverige sedan 1980-talet. Efter en inledande kraftig minskning av halterna har det därefter skett en utplaning från mitten av 1990-talet (Sjöberg m fl 2006). Även kväveoxiderna (NO_x) minskade under denna period. I samband med minskningen av svaveldioxid kunde tydliga förbättringar också påvisas hos lavfloran i Västra Götaland (bl a Gralén 2000).

MEDELKÄNSLIGHETSVÄRDE OCH TÄCKNINGSGRAD

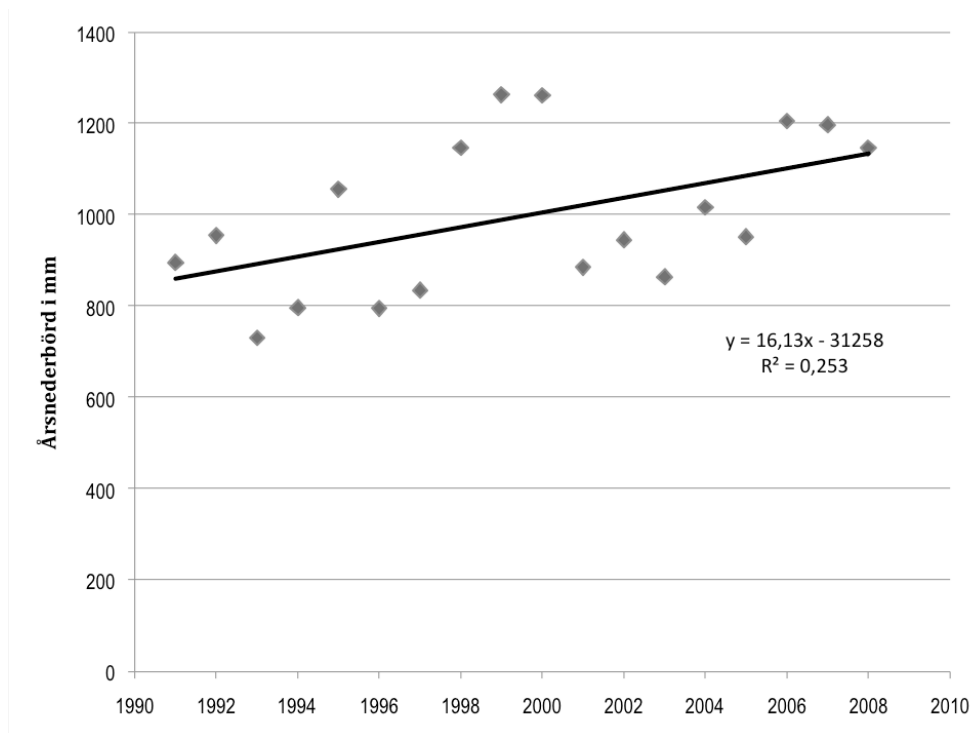
Svavelnedfallet har visat på en kraftig minskning sedan 1986 med en utplaning sedan början av 2000-talet (Nettelblad m fl). Trots detta har en tydlig försämring av lavfloras medelkänslighetsvärde mellan 1997 och 2008 kunnat påvisas. Möjligen hade en förbättring av lavfloran skett redan före den första lavundersökningen i Borås 1997, vilket antyds i Gralén (1998), där slutsatsen dras att lavfloran hämtat sig efter att Liljeqvists rapport skrevs (1989).

Det finns ingen enkel förklaring till det låga medelkänslighetsvärdet och den stora minskningen i täckningsgrad. Undersökningar av lavfloran i västra Götalands län och Västmanlands län de senaste åren har visat på oroväckande och oväntade försämringar av lavfloras täckningsgrad (Malmqvist 2001, Andersson m fl 2004, Hultengren & Malm-

qvist 2004). I dessa underökningar, liksom i denna undersökning, är det främst referens-träden på landsbygden som visat på de tydligaste förändringarna med många döda eller döende lavbålar (se exempel i figur 8). Liknande tillbakagångar av lavfloran har även noterats i Norge och där misstänks de senaste årens mycket kraftiga höstregn vara orsaken (Gauslaa 2002). Tillbakagången av lavar var där mycket drastisk och verkade främst drabba bladlavar. Även i Borås har svagt ökande nederbörds mängder noterats (se figur 9).



Figur 8. Bildpar som visar skillnader i täckningsgrad mellan de båda undersökningstillfällena 1997 och 2008. Överst syns minskad täckningsgrad av lavar och ökad av mossor (träd 28). Bilderna nederst visar på en helt uttraderad lavflora (lokal 4).

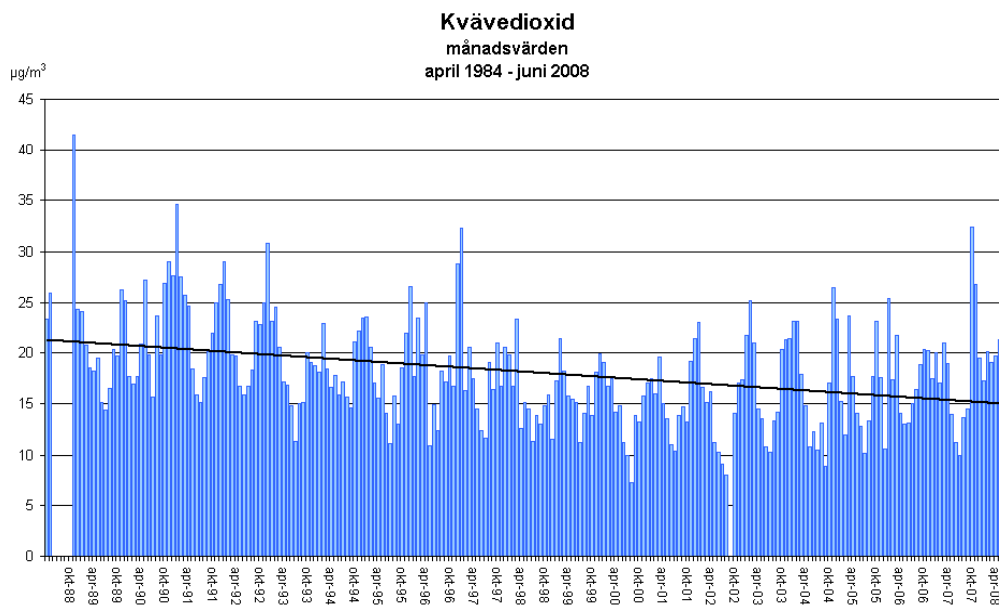


Figur 9. Nederbördsmängder i Borås 1991-2010. Källa www.boras.se. Det ett signifikant samband mellan regnmängd och år, och risken att detta samband beror på slumpen, är mindre än 5 % (i själva verket strax över 3%; p -värde för $F = 0,033078239$).

MEDELKVÄVETAL

I stadsmiljöer är det främst luftburna kväveföreningar från trafik och andra föroreningskällor som påverkar kvävehalterna i luftmiljön. På landsbygden är påverkan från jordbruket ofta stor med utsläpp från stallar, påverkan från gödselspridning samt spridningar av näringsberikat ”damm” från åkermark. Depositionsmätningar i Götaland visar inga tydliga trender för kvävenedfall (Pihl, Karlsson m fl 2008), medan NO-halterna minskat tydligt i Borås under perioden 1984–2008. Se figur 10. Detta kan förklara att andelen kvävegynnade lavar i minskat i Borås centrala delar, och att enbart små skillnader kunnat registreras i lavfloran mellan 1997 och 2008/2010 i de perifera delarna och utanför tätorten. På referensträd i andra undersökningar har dock en minskning av andelen kvävegynnade lavar konstaterats – t ex minskade andelen kvävegynnade arter på trädstammar i Blekinge mellan 2003 och 2008 (Malmqvist 2008).

Kunskapsläget är emellertid ganska dåligt när det gäller hur giftiga kväveoxiderna egentligen är för lavar, och hur gasformiga respektive våta föroreningar påverkar lavfloran. Tydligt är dock att de påverkar konkurrensförhållandena mellan olika typer av lavar.



Figur 10. Mätningar av kväveoxider (NO_x) över tak mellan fullmäktighuset och Åhléns i Borås centralort åren 1984 – 2008 (417 meter över havet). Källa: www.boras.se.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersson, M., Hultengren, S. & Malmqvist, A. 2004: *Lavar och Luftkvalitet. Förändringar av lavfloran på trädstammar i Göteborg mellan 1999 och 2004*. Naturcentrum AB.
- Gauslaa, Y. 2002: Die back of epiphytic lichens in SE Norway – can it be caused by high rainfall in late autumn? *Graphis scripta* 13:33-35.
- Gralén, H. 1998: *Lavar och luft i Borås kommun*. Miljökontoret, Borås kommun.
- Gralén, H. 2000: *Lavar och luftföroreningar. Förändringar av lavfloran på trädstammar i tätorter och industriområden i Västra Götalands län*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län 2000:2.
- Hultengren, S. 1987: *Lavarna och luften på Dal och i Trestad*. Länsstyrelsen i Älvsborgs län 1987:9.
- Hultengren, S. Martinsson P-O. & Stenström, J. 1992: *Lavar och luftföroreningar. Känslighetsklassning och indexberäkning av epifytiska lavar*. Naturvårdsverket Rapport 3967. Solna.
- Hultengren, S. & Larsson, M-O. 1993. *Lavarna och luften på Dal och i Trestad samt i Ulricehamn. Lavfloras utveckling från 1986 till 1992*. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. 1993:4. Vänersborg.
- Hultengren, S. & Stenström, J. 1988: *Lavarna och luften i Ulricehamnsområdet*. Länsstyrelsen i Älvsborgs län 1988:2.
- Liljeqvist, C. 1989: *Luftmiljön och lavarna i Borås*. Stencil från Borås Miljöskyddskontor.
- Malmqvist, A. 2001: *Uppföljning av den epifytiska lavfloran i Västmanland 1995-2001*. Länsstyrelsen i Västmanlands län 2001:14.

- Malmqvist, A. 2003: *Lavar och luftkvalité. Lavundersökning i Blekinge län 2002-2003*. Länsstyrelsen i Blekinge län.
- Malmqvist, A. & Hultengren, S. 2004: Lavar och Luftkvalité. En uppföljning av lavfloran på trädstammar i sex kommuner i Västra Götalands län. Naturcentrum AB.
- Malmqvist, A. 2008: *Uppföljning av den epifytiska lavfloran i Västmanland 1995-2008*. Länsstyrelsen i Västmanlands län.
- Nettelblad, A., Westling, O., Akselsson, C., Svensson, A. & Hellsten, S. 2006: *Luftföroreningar i skogliga provytor – Resultat till och med september 2005*. IVL Svenska miljöinstitutet AB.
- Pihl-Karsson, G., Nettelblad, A., Akselsson, C., Karlsson, P. E., Kronnäs, V. & Malm, G. 2008: *Övervakning av luftföroreningar i Blekinge län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007*. IVL Svenska miljöinstitutet.
- Sjöberg, G., Pihl-Karlsson, G., Svensson, A. och Blomgren, H. 2006: *Nationell Miljöövervakning inom EMEP och Luft- och Nederbörds-kemiska nätet 2004 & 2005*. För Naturvårdsverket. IVL.
- Wirth, V. 1980: *Flechtenflora*. Stuttgart.
- Wirth, V. 1995. *Die Flechten Baden-Württembergs (Teil 1 & 2)*. Ulmer Verlag, Stuttgart.