



Granskogens hälsotillstånd i Kvarkenregionen

Rapport av seminariet i Ikalis 20 —21.9.1994

Hannu Raitio (Red.)

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 543
The Finnish Forest Research Institute. Research Papers 543

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Bildtext:

En ca 80 årig gran med brist på näringsämnen i Replot.

Genom att förflytta viktiga näringsämnen från äldre barr i kronans nedre del till de yngsta, växande delar i kronans övre del säkrar granen höjdtillväxten och överlevandet.

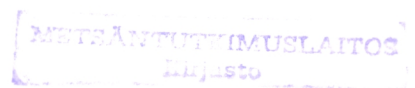
Bild: Hannu Raitio.

Granskogens hälsotillstånd i Kvarkenregionen

Rapport av seminariet i Ikalis 20.-21.9.1994

Hannu Raitio (Red.)

Metsäntutkimuslaitos
Helsingin tutkimuskeskus
Kirjasto



Till läsaren

Kvarkens kustland och skärgård är på grund av lokala förhållanden rätt särpräglade. Den mest betydande naturliga faktoren med verkning på växtligheten framför allt på Bottniska vikens östkust utgörs av landhöjningen som blir kräftigare i nordvästlig riktning på skärgården. Däremot är det svårt att fastställa landhöjningens verkningar på den svenska sidan på Västerbottens läns kust bl.a. av geologiska och topografiska skäl. Även klimatet och påfrestningarna förorsakade av människan på skogarna gör att områdena väster och öster om Kvarken avviker från varandra.

Kvarkens östkuster omramas av albälte vars bredd är beroende av strändernas branthet. Oftast är albältet endast några meter brett, och därefter följer granbestånd. På grund av morenmark är det härskande trädet granen, tallen växer närmast på klippkröner och myrar. Vid landhöjningen förvandlas standlundarna småningom till rena granbestånd. Ju mera landet höjer sig från havsnivån, desto kargare blir marken och växtligheten. På det högsta ställena utgörs skogens underväxt av ljung- och lavtypens arter, men ändå förblir granen det härskande trädslaget. Dock ser granarna rätt tvinnade ut.

Granskogarnas dåliga skick vid Kvarkenområdets kust och skärgård har väckt uppmärksamhet i Finland redan i årtionden. Tillsvidare har det dock inte funnits tillgängliga fakta om granskogarnas egentliga hälsotillstånd. På initiativ av Kvarkenrådet och länsstyrelserna i Vasa och Västerbotten inleddes år 1992 ett treårigt forskningsprojekt, som har som målsättning att kartlägga granskogarnas hälsotillstånd och undersöka de faktorer som påverkar detta inom Kvarkenområdet. I forskningsprojektet har man koncentrerat sig på att analysera skogens tillväxt och stånds faktorer inom ett och samma område, samt olika faktorer inbördes förhållanden, på ett så mångsidigt sätt som möjligt.

I denna rapport framställs korta sammandrag av projektets hittills nådda resultat, vilka förställdes på forskarnas gemensamma seminarium i september 1994 i Ikalis.

Parkano, januari 1995

Hannu Raitio

Innehåll

<i>Hannu Raitio och Mats Walheim</i> Projektets provytor	4
<i>Jarmo Osmo och Hannu Raitio</i> Utsläpp, luftkvalitet och nedfall i Vasa läns kustområde under åren 1990-1992	6
<i>Christer Lundgren</i> Utsläpp, luftkvalitet och nedfall i Västerbottens län 1992	10
<i>Hannu Yli-Kojola</i> Österbottens skogsnämnds granar och grandominerade skogar i riksskogstaxeringen 1991	13
<i>Kristian Karlsson</i> Försöksskogarnas tillväxt och struktur	15
<i>Maija Salemaa och Martti Lindgren</i> Granskogarnas vitalitet i Kvarckenregionen	18
<i>Hannu Raitio och Päivi Merilä</i> Granskogarnas näringsbalans på grund av barranalyser	20
<i>Sirkka Sutinen och Minna Mäenpää</i> Granbarrens cellstruktur	23
<i>Päivi Merilä och Hannu Raitio</i> Krondropps- och luftkvalitetsmätningar	26
<i>Mats Walheim</i> Granskogens hälsotillstånd i Västerbotten	30
<i>Hannu Raitio</i> Om orsakerna till granskogarnas dåliga hälsotillstånd i Vasa läns kustområde	40

Projektets provytor

Hannu Raitio¹⁾ och Mats Walheim²⁾

¹⁾ Skogsforskningsinstitutet, Parkano forskningsstation
Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland

²⁾ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering
S-90183 Umeå, Sverige

För att uppnå projektets syften har olika utredningar utförts. Man har mätt nedfall, luftkvalitet, tillväxt hos trädbestånd och kännetecken som beskriver trädens hälsotillstånd samt jordmånens fysikalisk-kemiska egenskaper både i Österbottens och Västerbottens kustområde sammanlagt på 53 provytor (figur 1).

I Finland har man valt grandominerande provytor inom Österbottens skogsnämnds område. Dessa ingick som tillfälliga provytor i den åttonde riksomfattande skogsinventeringen. En tredjedel av granskogarna är under 50 år, lika många är 50-80 år och resten är över 80 år gamla. Skogstyperna är av blåbärs- eller harsyreblåbärstyp.

I Sverige ingår 20 provytor i studien. Fem ytor är subjektivt valda och används av Västerbottens länsstyrelse i sin miljöövervakning. Dessa fem är belägna på skogsmark med gran som klart dominerande trädslag och är spridda över hela Västerbotten. Här görs alla depositionmätningar och prover av markvätska samlas in med hjälp av lysimetrar. Resterande femton provytor är selekterade ur det permanenta provytenätet vid den svenska riksskogstaxeringen (RT). Dessa femton ytor valdes ut eftersom de var grandominerande, beståndsåldern var >40 år och då de låg inom det definierade kustområdet. Destruktiv provtagning är ej tillåten på provytor, varför en extra yta lades ut 20 meter från den ordinarie provytan. Av de 20 provytorerna ligger tre inom det område RT kallar lappmarken och 17 ytor ligger inom det sk kustlandet.



Figur 1. Lokaliseringen av projektets provtytor.

Utsläpp, luftkvalitet och nedfall i Vasa läns kustområde under åren 1990-1992

Jarmo Osmo¹⁾ och Hannu Raitio²⁾

¹⁾ Vasa stad, Miljövårdsavdelningen,
Kaserngatan 11 B 4, FIN-65100 Vasa, Finland
²⁾ Skogsforskningsinstitutet, Parkano forskningsstation
Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland

Vid bedömningen av luftföroreningarnas inverkan på ekosystemens funktion är det viktigt att känna till utsläppskällorna, utsläppen, luftkvaliteten och nedfallen på område som man undersöker. I denna framställning undersöker man läget på området i 26 kommuner vid Vasa läns kustområde (figur 1).

Svaveldioxidutsläppen inom undersökningsområdet uppskattades till sammanlagt 17 991 ton, kväveoxidutsläppen till 14 355 ton och partikelutsläppen till 7 517 ton. De största enskilda utsläppskällorna är de stora kraftverken som använder stenkol, olja och torv samt träförädlingsindustrins produktionsanläggningar. De sju största utsläppskällorna producerar 72 % av undersökningsområdets svaveldioxidutsläpp, 45 % av kväveoxidutsläppen och 85 % av partikelutsläppen. Förutom de ovannämnda är vägtrafiken, växthusen, bostädernas värmepannor i de största städerna och småindustrins värmepannor samt pälsdjursfarmningen betydande utsläppskällor.

Förutom de största utsläppskällorna påverkar användningen av tung brännolja i mindre värmepannor i hög grad svaveldioxidutsläppen. Denna inverkan märks särskilt i Laihela, Korsholm, Jakobstad, Vasa och Vörå. Växthusen är en betydande utsläppskälla i länets södra kustområde, närmast i Närpes. För uppvärmning av fastigheter i de största städerna används betydande mängder lätt brännolja, som bränns i värmepannor byggnadsvis. Detta framgår särskilt tydligt av utsläppssituationen i Vasa, Korsholm, Jakobstad och Karleby (figur 2).

Förutom de ovannämnda utsläppskomponenterna är vägtrafiken en betydande utsläppskälla för kolmonoxid, kolväten och bly (Tilastokeskus 1992). Vägtrafikens utsläpp förväntas minska som en följd av de reduceringsåtgärder som redan gjorts och som är på kommande.

Uppgifterna om de stora energiproduktionsanläggningarnas tungmetallutsläpp inskränker sig oftast till koefficienter gällande specifika utsläpp, som man erhållit från litteraturen eller till enskilda mätningar. Dessa utsläppsuppgifter kan sålunda innehålla betydande felbedömningar. Den största utsläppskällan för tungmetaller

inom undersökningsområdet är Outokumpu Zinc Ab:s metallförädlingsanläggning i Karleby, som uppger sitt årliga zinkutsläpp till 90 ton.

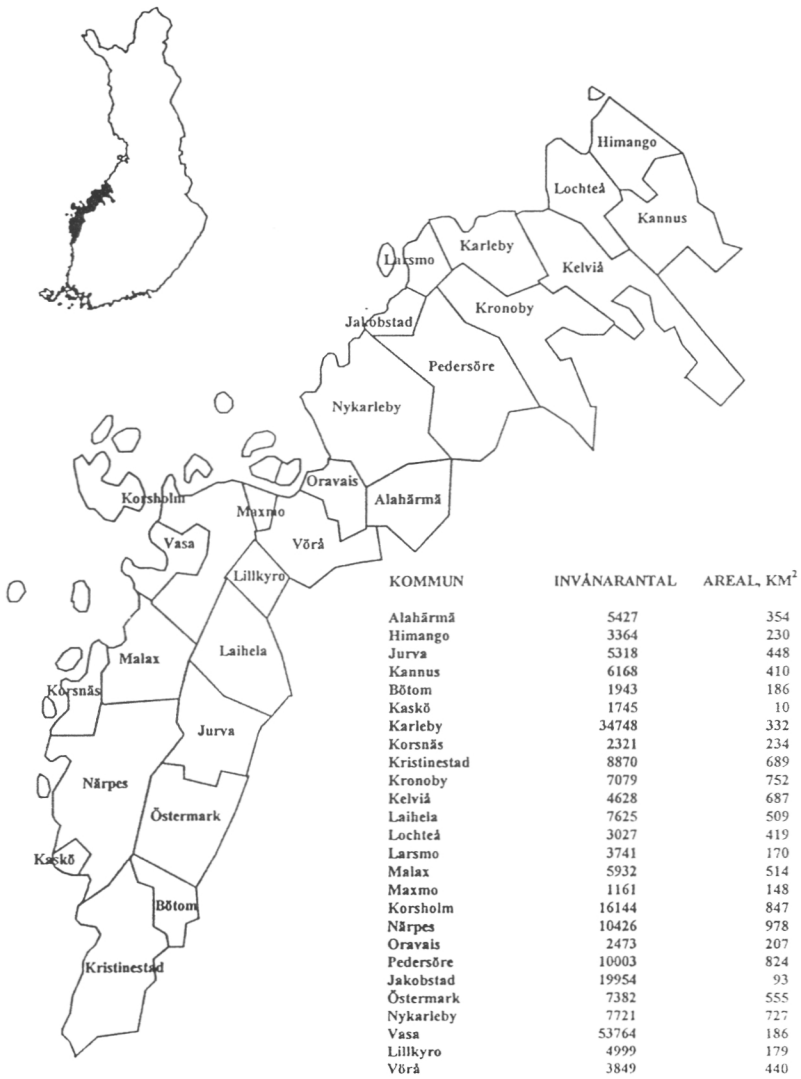
Mängden ammoniakutsläpp i Vasalaän är klart beroende på pälsdjursnäringens intensitet. Pälsdjursnäringen har minskat från mitten av 1980-talet då den nådde sin högsta nivå, liksom även ammoniakutsläppen. År 1990 uppskattades ändå Vasalaäns ammoniakutsläpp till 9 700 ton, vilket hör till landets största (Tähtinen och Pipatti 1992). Pälsdjursproduktionen är koncentrerad till vissa kommuner, överlägset mest djur har funnits inom Nykarleby stads område. Den mest betydelsefulla industriella ammoniakutsläppskällan inom undersökningsområdet är Kemira Ab:s fabrik i Karleby, vars årliga ammoniakutsläpp har varierat från 24 till 91 ton. Ammoniakutsläppen (t/a) i kommunerna inom undersökningsområdet har man framställt i figur 3.

Mätningar av luftkvaliteten och beräkningar av spridningen har gjorts på de största industriorterna. En brokig användning av olika indextal försvårar jämförelserna av mätningresultaten. De högsta svaveldioxidvärdena per timme överskred på 1970- och 1980-talet $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på de flesta orter. År 1985 uppmättes i Yxpilä i Karleby halter som överskred det av statsrådet fastställda timriktvärdet ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kvävedioxidhalterna underskrider det av statsrådet fastställda timriktvärdet ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) åtminstone i Karleby och Vasala. Relativt höga korttidshalter av kolmonoxid har uppmätts i Karleby och Vasala.

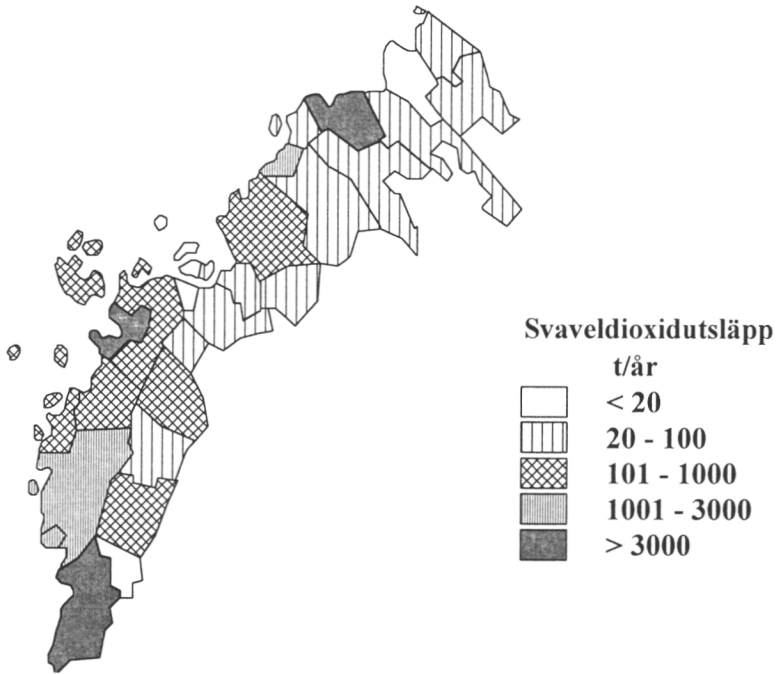
Bakgrundsluftens halter i Vasalaän har mätts i Etseri och Lappo. Huvudsakligen har svaveldioxidhalterna varit låga, under $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. På uppdrag av vatten- och miljöstyrelsen har nedfallet följts upp på flera orter under en längre tid. Under åren 1984-1991 har svavelnedfallet varierat 3-10 kg/ha/år, nitratkvävenedfallet 1, 5-3 kg/ha/år och ammoniumkvävenedfallet 1-6 kg/ha/år. Under de senaste åren har nedfallet minskat något.

Litteratur

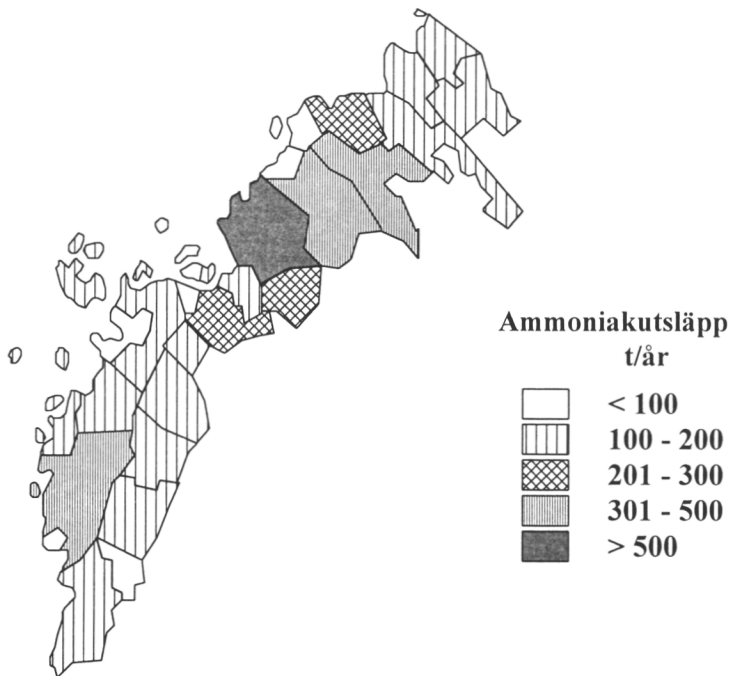
- Tilastokeskus. 1992. Liikenne ja ympäristö. Ympäristö 1992:2. 272 s.
- Tähtinen, M. & Pipatti, R. 1992. Typenoksidien ja ammoniakkin päästöt vuonna 1990. VTT ydinvoimatekniikan laboratorio, Tutkimusselostus YDI 49/92: 1-29.



Figur 1. Kommunerna inom forskningsområdet, deras areal och invånarantal år 1992.



Figur 2. Svaveldioxidutsläppen (t/år) i kommunerna inom undersökningsområdet.



Figur 3. Ammoniakutsläppen (t/år) i kommunerna inom undersökningsområdet.

Utsläpp, luftkvalitet och nedfall i Västerbottens län 1992

Christer Lundgren

Länsstyrelsen, Västerbottens län, Miljö- och planavdelningen
Storgatan 71 B, S-901 86 Umeå, Sverige

Utsläpp till luft

Utsläppen till luft i Västerbottens län under 1992 har sammanställts i denna rapport. Det gäller utsläpp av svaveldioxid, kväveoxider, flyktiga organiska ämnen (VOC), koldioxid, metaller och ammoniak. Utsläppskällorna har indelats i olika samhällssektorer, t ex industri, energianläggningar, vägtrafik o s v.

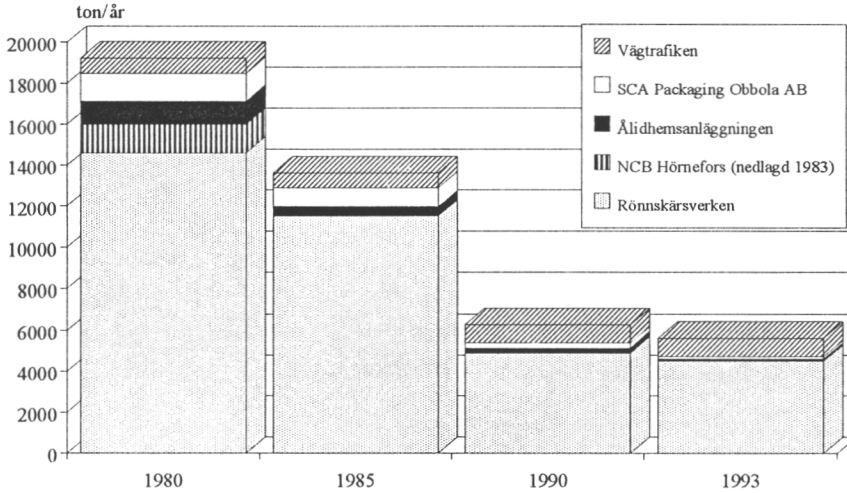
Utsläppen av SO₂ i länet har minskat med ca 70 % från 1980 fram till 1993 (figur 1). Det beror framförallt på minskade emmissioner inom industri- och energisektorn. Den största enskilda källan är Rönnskärsverken, som står för omkring 70 % av utsläppen. Andra stora källor är Ålidhemsanläggningen, SCA Packaging Obbola AB och Vägtrafiken.

Utsläppen av NO_x kommer till största delen från vägtrafiken som genererar ca 53 % av länets samlade utsläpp (figur 2). Andra stora källor är arbetsmaskiner och sjöfart. Vägverket förutspår en minskning av vägtrafikens utsläpp med 65 %. Detta i en prognos från 1990 fram till 2005, som bygger på en ökning av trafikarbetet med 1 % per år.

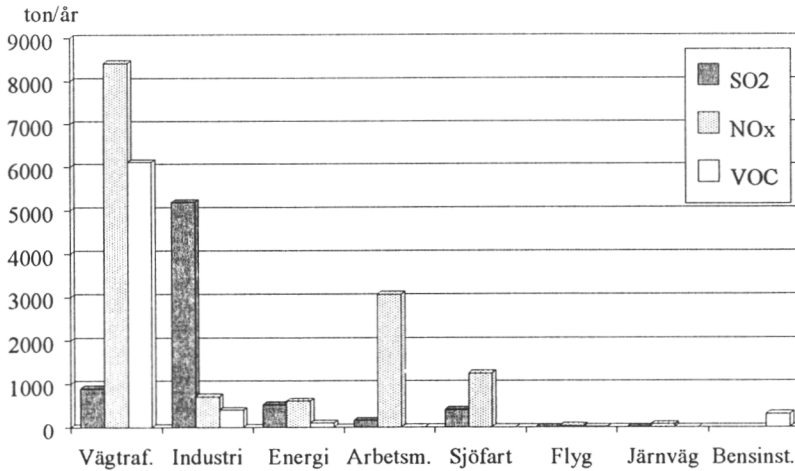
När det gäller VOC så härrör utsläppen framförallt från vägtrafiken med över 80 % av länets samlade utsläpp. Den näst största källan är industrin som ger upphov till utsläpp i samband med förbrukning av lösningsmedel. Energisektorn bidrar med ca 1 % av utsläppen i den här sammanställningen, vilket är en stor underskattning då utsläppen från småskalig vedeldning inte finns med i beräkningarna (figur 2).

Utsläppen från vägtrafiken kommer, enligt vägverkets prognos, att minska med ca 80 % från 1990 fram till 2005. Detta förutsatt att trafikarbetet inte ökar med mer än 1 % per år.

CO₂-utsläppen kommer främst från vägtrafiken, 45 % och energianläggningar, 26 %. Andra stora källor är arbetsmaskiner, industrier och sjöfart. Enligt vägverkets prognos kommer utsläppen från vägtrafiken att öka fram till 2005, vid en ökning av trafikarbetet med 1 % per år.



Figur 1. Utsläpp av svaveldioxid från större anläggningar, samt vägtrafiken under åren 1980, 1985, 1990 och 1993.



Figur 2. Utsläpp av svaveldioxid, kvävedioxider och flyktiga organiska ämnen från olika sektorer i Västerbottens län 1992.

Utsläppen av metaller i länet kommer framförallt från Rönnskärsverken, som har dominerat utsläpps bilden allt sedan deras verksamhet startade på 1930-talet. Utsläppen har dock minskat kraftigt under den senaste tioårsperioden, vilket gör att man i länet ligger bra till i förhållande till de nationella miljömål som gäller för minskade utsläpp mellan åren 1985–1995.

NH₃ avgår till luft i samband med djurhållning och gödselspridning. I Västerbottens län kommer utsläppen till största delen från stallgödsel, 59 % och från spridning i grödor, 28 %. I relation till rikets samlade utsläpp så är länets bidrag av ringa omfattning.

Luftkvalitet

Mätningar beträffande luftens halt av luftföroreningar bedrivs i ett antal av länets tätorter samt i bakgrundsmiljö utanför densamma. Generellt kan sägas att halterna av svaveldioxid, kvävedioxid och sot som långtidsmedelvärde är mycket låga i länets tätorter. Halterna ligger med god marginal under Naturvårdsverkets riktvärden för vinterhalvår. Ett undantag från detta är den mest trafikerade gatan i centrala Umeå där långtidsmedelvärdet för NO₂ överskrider vintertid.

Resultaten av bakgrundsmätningarna visar att det finns en öst-västlig gradient, när det gäller halter av SO₂ och NO₂, från kustlandet mot inlandet. Detta visar på behovet av en permanent bakgrundsstation vid kusten som ett komplement till de redan etablerade inlandsstationerna inom EMEP-nätet (Bredkälen och Esrange).

Nedfall

Mätningar beträffande nedfall av luftföroreningar har bedrivits på 5 mätstationer i länet under de hydrologiska åren 1991/92 och 1992/93. Nedfallet av svavel och kväveföreningar uppvisar en öst-västlig gradient med störst nedfall vid kusten och lägst vid fjällen. De kritiska belastningsgränserna för svavel och kväve på 2,5 resp 3 kg/ha och år överskrids något vid kusten. Skillnaden mellan nedfall på öppet fält och via krondropp är för svavel väldigt liten, vilket innebär att torrdepositionen är av ringa omfattning. När det gäller kväve så är nedfallet på öppet fält betydligt större än genom krondropp, eftersom en stor del av kvävet tas upp av träden.

Österbottens skogs nämnds granar och grandominerade skogar i riksskogstaxeringen 1991

Hannu Yli-Kojola

Skogsforskningsinstitutet, Avdelningen för skogsdriftsforskning
Unionsgatan 40 A, FIN-00170 Helsingfors, Finland

Riksskogstaxeringen är ett fortgående system för uppföljning av Finlands skogsresurser och skogarnas tillstånd. Systemet baserar sig på systematiska prov från provytor. Den nu pågående åttonde riksskogstaxeringen inleddes år 1986 och avslutas år 1994. Inom Österbottens svenskspråkiga skogs nämnds område uppmättes år 1991 sammanlagt 1 823 provytor på skogsmark. 14 225 träd har mätts, av vilka 2 029 är provträd och 1 200 utglesningsprovträd.

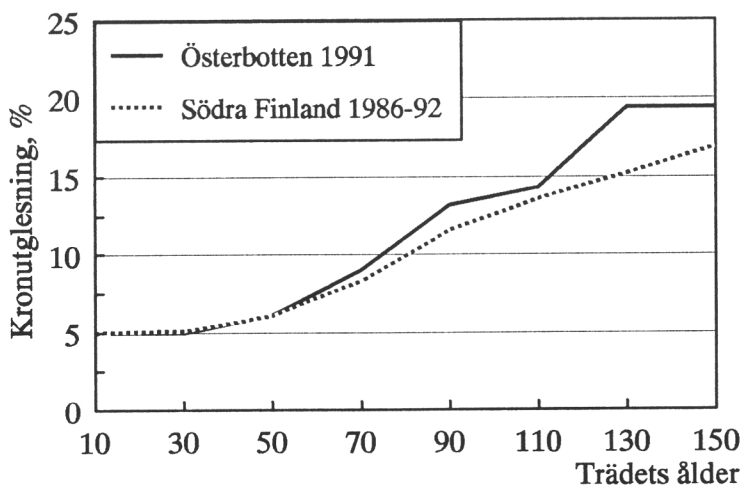
Av Österbottens skogs nämnds totala markareal är 68,2 % skogsmark och 3,4 % mindre produktiv skogsmark. Det trädbeståndets totalvolym uppskattas till 48,4 milj.m³, varav 0,5 milj.m³ finns på mindre produktiv skogsmark. På skogsmark är den genomsnittliga volymen 101 m³/ha. Skogsmarken uppgår till 475 800 ha och mindre produktiv skogsmark till 24 000 ha. 60 % av skogsmarkens areal och av trädbeståndets totala volym 86 % är i skogar på över 40 år. Arealen för grandominerade skogar är 154 200 ha och deras andel av skogsmarken är 32 %. Granens totala volym uppskattas till 20,7 milj.m³. 87 % av de grandominerade skogarnas areal finns i skogar som är äldre än 40 år och 60 % i skogar som är äldre än 80 år. Av trädbeståndets totala volym finns 96 % i skogar som är äldre än 40 år och 79 % i skogar som är äldre än 80 år.

I bestånden finns dessutom 0,5 milj.m³ döda träd som kan användas som brännved medan den naturliga avgången i den sjunde riksskogstaxeringen år 1981 uppgick till 0,7 milj.m³. Av trädbeståndets totala volym utgjorde den naturliga avgången 1,1 % medan den i den sjunde inventeringen var 1,4 %. För granens del har den naturliga avgången sjunkit från 1,4 % till 1,0 %.

Ytterliga skador har sammanlagt 19 % och lindriga skador dessutom 8 % av granarnas volym. Hur stor andel av träden som var rötsprängda kunde man inte exakt utreda i inventeringen. Andelen trädbestånd som innehöll rötskadade träd var 6,1 % av den totala volymen, vilket var mindre än i den föregående inventeringen. Endast en del var verkliga rötträd. I fråga om tallen var andelen rötskadade träd 0,7 % medan motsvarande procenttal för granens del var 5,9 % och för lövträden 16,4 %.

För att kunna bedöma trädens vitalitet granskade man kronutglesningen av härskande träd. Utglesningen är en naturlig del av utvecklingen men den kan öka på grund av luftföroreningarna. Barrutglesningen börjar då träden är 40–50 år och ökar med åldern. Granarna är mer utglesade än i genomsnitt i Södra Finland (figur 1). 5 % av granvolymen hade barrutglesning som överskred 40 %.

Allvarliga skador förekom i granbestånd på ca 4 400 ha (3 %), andra skador som sänker skogens kvalitet hade 11 % av bestånden medan 16 % av granskogsarealen hade lindriga skador. 63 % av skadorna hade uppstått tidigare än 5 år före taxeringen. Kronutglesning och vindfällan samt brutna träd förekom mera än i Södra Finland medan andra kronskador förekom i mindre omfattning.



Figur 1. Trädets genomsnittliga kronutglesning med åldern (kronutglesningsklassen 0 representeras av 5 %) i Österbotten 1991 och Södra Finland 1986–92.

Försöksskogarnas tillväxt och struktur

Kristian Karlsson

Skogsforskningsinstitutet, Kannus forskningsstation
Pf 44, FIN-69101 Kannus, Finland

I projektet "Granskogens hälsotillstånd i kust- och skärgårdsområdet runt Kvarken" mättes 33 grandominerade bestånd. Skogstyperna var av blåbärs- eller harsyreblåbärstyp och åldern varierade mellan 35 och 123 år. En del bestånd var belägna på steniga och försumpade ståndorter, vilket gjorde det svårt att uppskatta bördigheten med tanke på trädens tillväxt. Utgående från beståndens övre höjd och ålder kunde en genomsnittlig övrehöjdsbonitet på ca 24 m uppskattas. I den här granskningen framträdde en grupp äldre bestånd (80-120 år) där övre höjden förblivit under 20 m. Den låga höjden kan vara en följd av tidigare bländningsavverkningar, men även de naturliga tillväxtfaktorerna kan vara orsaken. Av bestånden med en övrehöjdsbonitet under 20 m var en del belägna i Replot, där både växtplatserna och värmeklimatet är ogynnsammare än i de andra undersökta områdena. De andra bestånden med lika låg bonitet var på försumpade marker.

De uppmätta beståndens virkesförråd var större än i granskogen i Österbotten i genomsnitt. Stamvolymen varierade i huvudsak mellan 100 och 300 m³/ha. Bestånden med låg övrehöjdsbonitet hade en klart lägre volym än de övriga bestånden. Den årliga volymtillväxten för perioden 1987-1991 var mellan 4 och 12 m³/ha. Jämförelsen med riksskogstaxeringarnas uppgifter för de inre delarna av södra Finland visade att bestånden inte helt nådde upp till genomsnittlig nivå (figur 1). Skillnaden i tillväxtprocenterna kan dock förklaras med det större virkesförrådet i de undersökta bestånden. De relativt sett mest välväxande bestånden var belägna på försumpade marker och tillväxten där kan ha påverkats av närbelägna skogsdiken. Å andra sidan är det möjligt att fuktiga ståndorter är fördelaktiga i det klimat som råder i området.

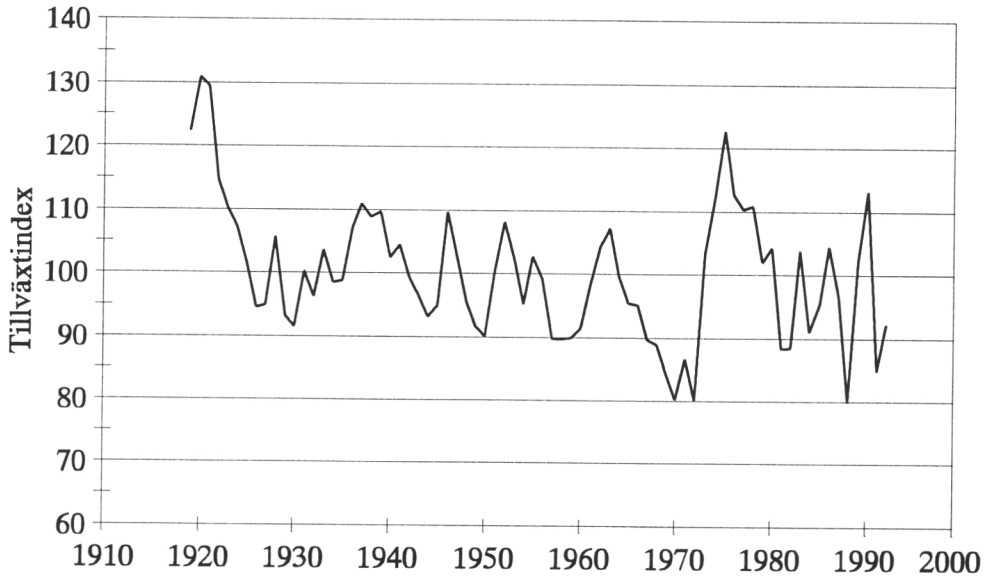
Över hälften av bestånden var ojämna till sin struktur. Detta syntes både i diameter- och åldersfördelningarna. Den ojämna strukturen gör att speciellt de större träden i bestånden i större utsträckning utsätts för klimatfaktorer och förändringar i miljön. Oftast berodde den ojämna strukturen på naturliga faktorer såsom försumpad eller stenig växtplats eller blandträdslagens olika utvecklingsrytm. Även bländningsartad avverkning kan ha förorsakat eller medverkat till uppkomsten av en dylik struktur.

Utgående från de kärnborrade provträdens radialtillväxt och de fällda provträdens höjdtillväxt granskades den årliga variationen i trädens tillväxt. För att undgå den

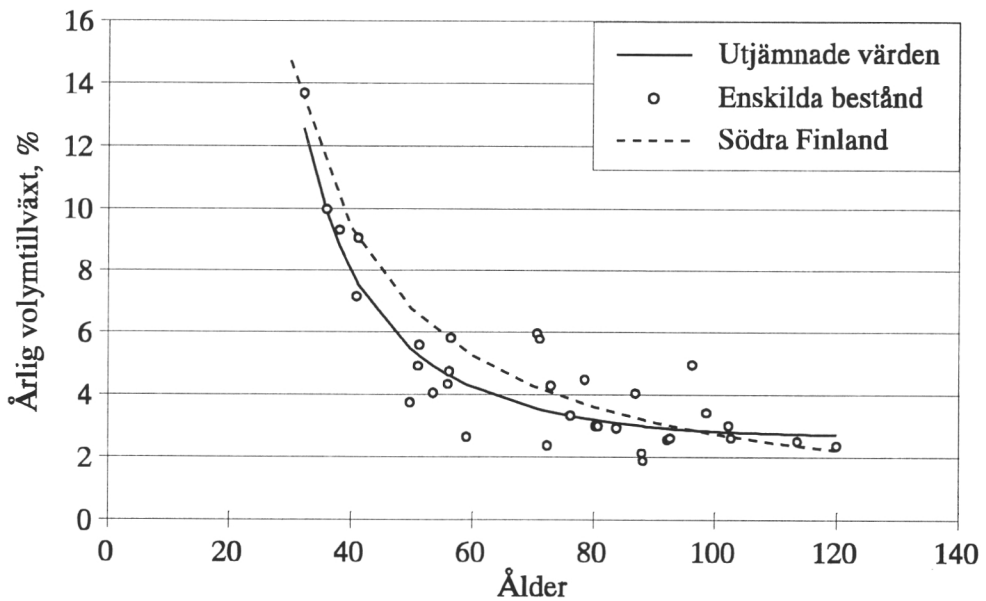
med åldern avtagande tillväxttenden omvandlades den absoluta tillväxten till tillväxtindex där normalnivån uttrycktes med värdet 100. Radialtillväxtens index visade att 1980-talet var en något ogynnsammare period för de undersökta granarna (95 %) än för gran i allmänhet i södra Finland (100 %). Skillnaderna mellan bestånden var dock väldigt stor och olika skogsbruksåtgärder såsom gallring, dikning och gödsling står sannolikt för de tydligaste förändringarna i de enskilda beståndens radialtillväxt. De allmänna situationen utvärderades utgående från de bestånd som var minst påverkade av åtgärder (figur 2). Några bestående avvikelser till det bättre eller till det sämre syntes inte i radialtillväxten, men indexen skiljde sig någon mån från allmänna index gällande gran i södra Finland. För bestånden på försumpade växtplatser var de senaste 10-15 åren en bättre period än normalt. Detta kan bero på tidigare nämnda utdikningseffekter, men även försommartorka (kustområdets lokalklimat) kan inverka positivt på tillväxten på försumpade växtplatser.

De fällda provträdens höjd var i medeltal 17,7 m och åldern 85 år. Höjdtillväxten var under de senaste 15 åren av storleksordningen 20-30 cm. I indexen för höjdtillväxt syntes inga långvariga förändringar, men variationen från år till år var stor. Resultaten var svårtolkade på grund av den rätt korta tidsperiod som kunde granskas.

Undersökningarna visade att granbeståndens tillväxt i Kvarkenområdet kan vara förhållandevis bra. Å andra sidan framträdde ett flertal faktorer i ståndorternas egenskaper samt i beståndens utveckling och tillväxt som gör granbestånden i området speciella. Sambandet mellan klimatvariation, tillväxtvariation och ståndortsegenskaper bör undersökas närmare. Närheten till kusten kan då beaktas via klimatfaktorer såsom nederbörd och växtperiodens framskridande.



Figur 1. Granens årliga radialtillväxt uttryckt med index där värdet 100 är medeltalet för hela den granskade perioden.



Figur 2. Beståndens årliga volymtillväxt (perioden 1987–1991) uttryckt som procent av virkesförrådet och beskriven som funktion av åldern.

Granskogarnas vitalitet i Kvarkenregionen

Maija Salemaa och Martti Lindgren

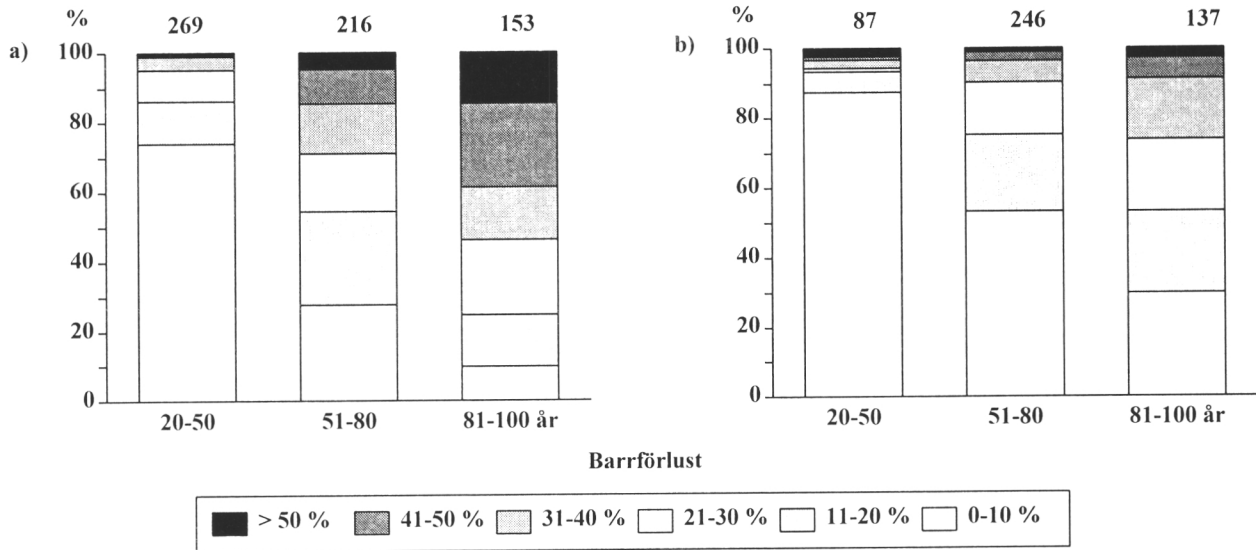
Skogsforskningsinstitutet, Avdelningen för skogsekologi
Pf 18, FIN-01301 Vanda, Finland

Barrmassan är ett uttryck för barrträdens vitalitet och växtförutsättningar. Vid kartläggningar av vitaliteten på vidsträckt skogsområden är kronutglesningen och förekomsten av barr med färgfel de säkraste indikatorerna på skogarnas kondition (Hanisch och Kilz 1990). I Finland följer man också upp barrårgångar och kottskörd samt förekomsten av olika växtsjukdomar och insektskador (Lindgren och Salemaa 1993). Epifytlav och grönalg som växer på barren har använts som bioindikatorer och de har visat sig vara känsliga indikatorer för miljöförändringar (Göransson 1988). Trädens vitalitet och bioindikatorer jämförs med barrkemi och cellskador och andra miljö parameter (t.ex. deposition av luftföroreningar).

Granar i Kvarken 1992-1993

Undersökningsmaterialet har insamlats på 33 provytor med sammanlagt 638 granar. De yngsta granskogarna var under 50 år medan medelsålders granskogar var 51-80 år och de äldsta över 80 år. Varje åldersklass representerades av 10-12 provytor. Resultaten från Kvarkenregionen jämfördes med Skogsforskningsinstitutets årliga kartläggning av skogarnas hälsotillstånd. Som jämförelsematerial användes granskogar i Södra Finland i samma ålder och på likadana ståndorter (skogar av blåbärstyp).

I Kvarkenregionen var tillståndet för granskogarna sämre än på annat håll i Södra Finland. Detta märktes som kronutglesning och färgfel på barren. I de nordiska länderna anser man trädet utglesat då mängden av barr eller löv är 20 % mindre än på normala träd. År 1993 var 39 % av granarna i Kvarken och 30 % av jämförelsematerialet utglesade. I Kvarken börjar kronutglesningen yngre granbestånd och är kraftigare än i Södra Finland (figur 1). Andelen utglesade granar i granskogar över 60 år var i Kvarkenområdet 65 % medan motsvarande andel i jämförelsematerialet var 35 %. I samma åldersklass var andelen granar med färgfel i Kvarkenområdet 14 % och i Södra Finland 6 %. Från 1992 till 1993 skedde inga större förändringar i skogarnas tillstånd i Kvarken. De mest utglesade och färgskadade granskogarna växte i Karleby-, Replot- och Sydösterbottenregionen.



Figur 1. Vasa läns kustområdets (a) och sydfinländska (b) granars kronutglesning i skogar av olika ålder år 1993. Antalet träd i varje åldersklass har uppgetts under pelaren.

Barrens kväve- och kopparhalter var låga i utglesade granar med färgfel. I gamla granskogar var sambandet mellan utglesade kronor och näringsbrist i barr tydligare än i yngre. Trots låga kvävehalter förekom allmänt påväxt av grönalg på granarnas kvistar, vilket anses som indikator för kvävenedfall. Också hos unga underväxtgranar förekom färgfel. Barrsymptomen kan betyda störningar i näringsämnes balansen och ökad ljuskänslighet.

Litteratur

- Hanisch, B. & Kilz, E. 1990. Waldschäden erkennen. Fichte und Kiefer. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 334 s.
- Lindgren, M. & Salemaa, M. 1993. Metsien elinvoimaisuus. Elävä Luonto. Ympäristökatsaus/Ympäristötietokeskus 4: 14-18.
- Göransson, A. 1988. Luftalger och lavar indikerar luftföroreningar. Naturvårdsverket. Rapport 3562. 17 s.

Granskogarnas näringsbalans på grund av barranalyser

Hannu Raitio¹⁾ och Päivi Merilä²⁾

¹⁾ Skogsforskningsinstitut, Parkano forskningsstation
Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland

²⁾ Skogsforskningsinstitut, Avdelningen för skogsekologi
Pf 18, FIN-01301 Vanda, Finland

Med hjälp av kemiska barr- och lövanalyser kan man uppskatta brist- och förgiftningstillstånd i näringsämnen och observera trädens näringsstillstånd för att uppnå en optimal avkastning och virkeskvalitet. Dessutom kan man granska spridningen av belastningen från luftföroreningarna.

Barrproven från granskogarna i Kvarkenregionens kust- och skärgårdsområden samlades i december 1992. Från varje provyta (33) samlades trädvisa prov från tio dominerande eller näst dominerande träd. Provkvistarna togs från kronans översta tredjedel, från sydsidan. Proven förbehandlades (barrårgångarna skildes från varandra, torkades och malades) skilt för varje träd- och barrårgång. Proven som skulle analyseras bildades barrårgångsvis genom att väga en lika stor barrmassa från varje provträds malda barrmassa. Ur proven analyserades deras kväve-, fosfor-, kalium-, svavel-, kalcium-, magnesium-, järn-, bor-, koppar-, zink-, mangan-, aluminium- och natriumhalt. Dessutom definierades torrvikten för 50 barr och längden för 25 barr.

Enligt analysresultaten led granarna främst av brist på kväve och fosfor. Enligt den yngsta barrårgången förekom kvävebrist på 33 % av provytorna medan 39 % uppvisade brist på fosfor. Enligt ett år äldre barrårgången förekom kvävebrist på 76 % och fosforbrist på 49 % av provytorna. Kaliumhalterna var nedanför den bristgräns som framförts i litteraturen endast för tre procent av provytorna, däremot var kopparhalterna mycket låga på alla provytor (se Ahrens 1964, Jukka 1988). Bristen på kväve och fosfor var störst i Sydösterbotten medan bristen på koppar var störst i Vasas omgivning.

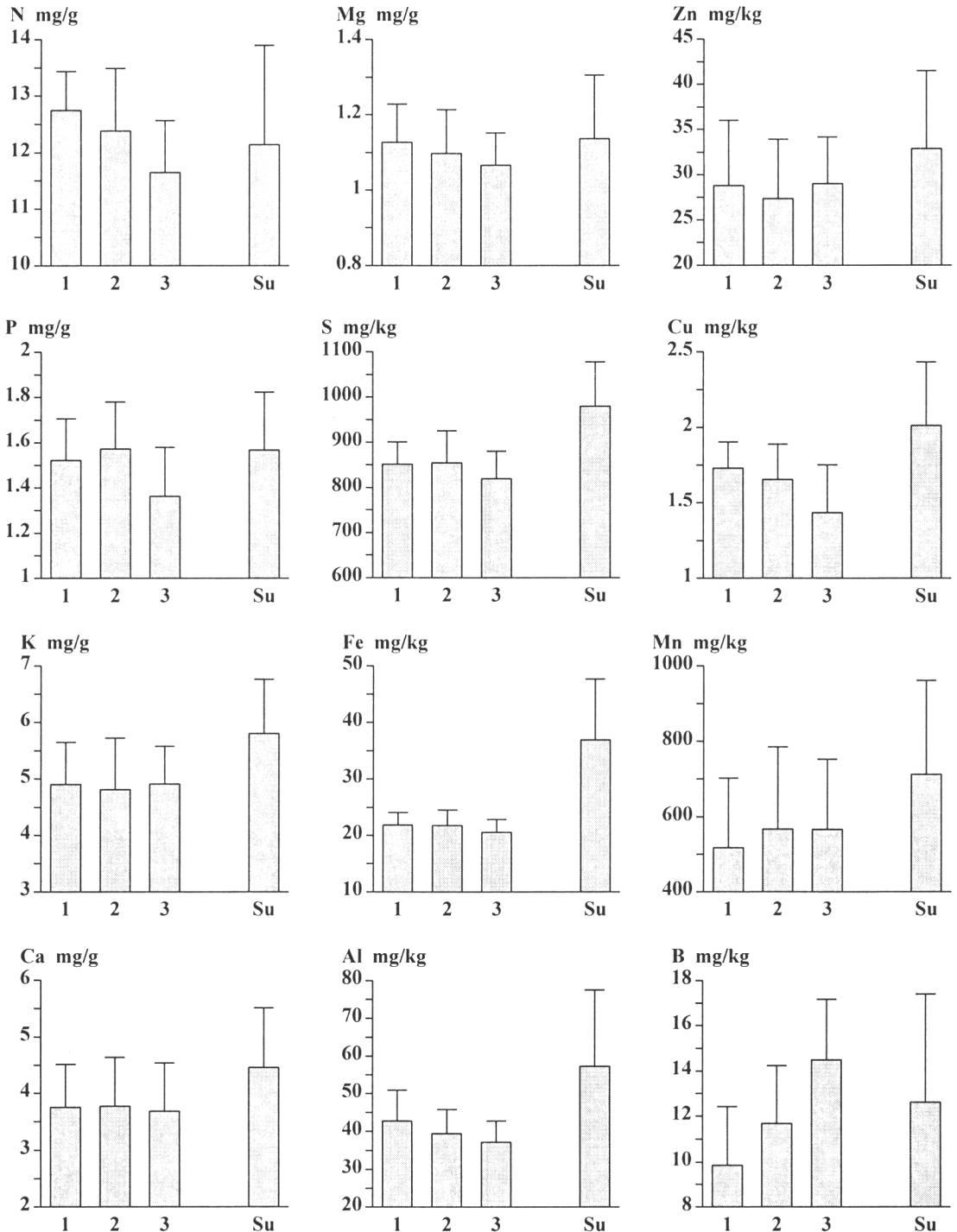
Barrens borhalt påverkades tydligast av trädens ålder (figur 1). Då träden blev äldre ökade borhalterna. Detta beror troligen på reduktion av barrmassan som en följd av kronutglesningen, som medför att de barr som blir kvar, samlar upp större mängder bor (se Nuorteva och Kurkela 1993). Då träden åldrades, sjönk barrens kväve- och kopparhalt och i någon mån även fosforhalten. Äldre träd hade kortare barr.

På områden med hög svavel- och kvävebelastning ökar i allmänhet barrrens kväve- och svavelhalt då barrren blir äldre (t.ex. Cape et al. 1990, Raitio 1992). I det undersökta materialet sjönk dock barrrens kvävehalt då barrren blev äldre på alla provytor medan svavelhalten ökade. Skillnaden mellan de yngsta och ett år äldre barrrens svavelhalt var minst i Karlebys omgivning. Barrrens kvävehalt varierade 0,9-1,4 mg/kg, fosforhalt 0,8-1,8 mg/kg och svavelhalt 700-1 100 mg/kg.

På figuren 1 visas grundämneshalternas medelvärde hos de yngsta barrren i olika försöksskogar i Vasa läns kustområde år 1992, samt i sydfinländska grandungar i medeltal från åren 1987 till 1989. I materialet från södra Finland var grandungarna av typen lundmark eller frisk moskog. Skogsdungarna medelålder var 76 år (Raitio 1994).

Litteratur

- Ahrens, E. 1964. Untersuchungen über der Gehalt von Blättern und Nadeln verschiedener Baumarten an Kupfer, Zink, Bor, Molybden und Mangan. Allg. Forst- u. Jagdztg. 135: 8-16.
- Cape, J.N., Free-Smith, P.H., Paterson, I.S., Parkinson, J.A. & Wolfenden, J. 1990. The nutritional status of *Picea abies* (L.) Karst. across Europe, and implications for 'forest decline'. *Trees* 4: 211-224.
- Jukka, L. (toim.) 1988. Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy. Helsinki. 168 p.
- Nuorteva, H. & Kurkela, T. 1993. Effects of grown reduction on the nutrient status of needles of *Scleroderris* cancer diseases and green pruned Scots pine. *Canadian journal of Forest Research* 23: 1169-1178.
- Raitio, H. 1992. The foliar chemical composition of Scots pines in Finnish Lapland and on the Kola Peninsula. *Arctic Centre Publication* 4: 226-231.
- 1994. Kangasmetsien ravinnetila neulasanalyysin valossa vuosina 1987-1989. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 492: 31-39.



Figur 1. De yngsta barrrens genomsnittliga näringshalter i Vasa län kustområde av olika ålder år 1992 samt i sydfinländska (Su) granskogar åren 1987-1989. Sträckan ovanför pelaren betecknar den genomsnittliga variationen.
 1 = 40 - 60 år, 2 = 60 - 80 år, 3 = 80 - 100 år

Granbarrens cellstruktur

Sirkka Sutinen och Minna Mäenpää

Skogsforskningsinstitutet, Suonenjoki forskningsstation
FIN-77600 Suonenjoki, Finland

Forskning på cellnivå baserar sig på förändringar som sker i celler och cellvävnad. Dessa förändringar är mycket typiska för den faktor som förosakar förändringen. Enligt dagens kunskap kan man i barr från barrträd elektronmikroskopiskt se och skilja ut symptom på skador bl.a. då det gäller följande stresssituationer: exponering för ozon, surt regn, fluorid och klorid, köld, torka och näringsbrist (Holopainen et al. 1992, Sutinen 1994). De förändringar som sker i barrens cellstruktur på grund av årstid och barrens åldrande skiljer sig strukturellt från varandra och från de skador som förorsakas av ovan nämnda stressfaktorer. Symptomen kan förekomma antingen ensamma eller som olika kombinationer i samma cell.

En del av de skador som förekommer i barren kan även ses med hjälp av ljusmikroskop. Genom att använda punktmätningmikroskop kan man räkna antalet skadade celler i varje prov. Därefter kan man dra vissa slutsatser av de störningar som förekommer inom skogsområdet och verkningförhållandet mellan dem.

Materialet och metoder

Granbarren samlades i december 1992 från 30 observationsgranbestånd på finska sidan av Kvarkenregionen och i december och januari, 1992-1993 från 20 granbestånd på svenska sidan av den samma. Årsbarr och ett år gamla barr från tio träd på varje provyta samlades samtidigt från samma kvist för mikroskopundersökningar och kemisk näringsanalys. Genast efter det att barren hade tagits från kvisten, lades de i fixeringslösning och transporterades kylpackade till laboratorium för vidare behandling enligt tex. Sutinen et al. (1990).

Från varje provyta skars tvärsnitt av fem årsbarr och av fem ett år gamla barr för ljusmikroskopiska analyser. Snitten färgades och assimilerande cellvävnad fotograferades på diafilm, 40 gånger förstörad. I analysens första skede identifierades de framträdande symptomen från alla fotograferade tvärsnitt, i andra skedet räknades symptomfrekvensen för varje prov med hjälp av punktgalternät från diaprojektors monitornivå. Den slutliga analyseringsförstoringen av bilderna var 700 x.

Resultat och utvärdering

I analysens första skede konstaterades ljusmikroskopiskt en minskning av kloroplaster, fler fettdroppar i kloroplasterna, och en ökning av cytoplasmans vakuolisering, samt en mörkfärgning av cytoplasman med presipitaterad tannin. Dessutom observerades nedbrutna celler eller celler som höll på att brytas ner men som fortfarande hade hela cellväggar. Förekomsten av de nedbrutna cellerna och de celler som höll på att brytas ned var små (respektive under 5 %) och ganska jämn på alla provytor, vilket tyder på gemensam stress eller också på skador, som har orsakats av fixeringen av barren. Andelen intercellularer var nära 25 % av barrtvärsnittet på varje provyta, både i finska och svenska prover. Denna andel har konstaterats också tidigare i gröna gran- och tallbarr (Soikkeli 1981). I fortsättningen behandlas förekomstfrekvensen av följande skador och symptom enligt följande (den mest troliga orsaken har nämnts inom parentes): minskning av kloroplaster (ozon, kvävebrist), cytoplasmans vakuolisering (surt regn, möjligen minskad köldtolerans) och presipitaterad tannin (svaveldioxid).

Resultaten visade att kloroplasternas storlek för det mesta hade minskat i ca. 10-30 % av cellerna i finska granbarr och i över 80 % av cellerna i svenska granbarr. Stroman i dessa förminskade kloroplaster var oftast mörk i de finska barren. I en del av de svenska barren hade de förminskade kloroplasterna ljus stroma, men oftast var den mörk. Kombinationen av en förminskad storlek hos kloroplasterna och normal ljus stroma har tidigare observerats i barr från träd med kvävebrist (Holopainen et al. 1992). Förekomsten av förminskade kloroplaster med mörk stroma har inducerats experimentellt genom exponering med ozon (Sutinen et al. 1990) i koncentrationer mellan 60-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta är vanliga halter i luft, både i Finland och Sverige. Det har dessutom konstaterats att bristen på kväve förstärker ozonets inverkan (Holopainen et al. 1993), vilket kan vara en orsak till mycket hög förekomst av de förminskade och mörka kloroplasterna på svenska sidan av Kvarken, där barren hade ganska stor kvävebrist.

Vakuolisering av cytoplasman förekom för det mesta i under 10 % av cellerna på båda sidor av Kvarken. Symptomen pekar på sur nederbörd, vilkens påverkan för det mesta inte ser ut att vara stor i de studerade granbarren. Skadetyper, som kan hänföras till direkta skador orsakade av svaveldioxid (Soikkeli 1981) visade sig vara allvarliga på finska sidan. Oftast var antalet av celler med denna skadetyper under 4 %, och maximalt 10-15 %. På svenska sidan kunde denna allvarliga skadetyper bara ses slumpvis, medan mildare skada förekom oftast i under 4 % av cellerna och maximalt 10 till ca. 20 %. Förekomsten av de här skadetyperna visade sig att vara mycket lokal, vilket också gäller utsläppet av svaveldioxid i Kvarkenregionen.

På grund av de strukturella förändringar som observerades i granbarren är det troligt att träden i Kvarkenregionen är påverkade ganska jämnt av ozon, mer lokalt

av kvävebrist, speciellt på svenska sidan och mycket lokalt av svaveldioxid, som allvarligast på finska sidan av Kvarken. Den statistiska analysen av korrelationen mellan de strukturella förändringarna och näringsinnehållet i barren är under bearbetning.

Litteratur

- Holopainen, T., Palomäki, V. & Rantanen, L. 1993. Responses of conifer seedlings to slightly elevated ozone level in Kuopio open-field fumigation experiment. In: Proceedings of First Finnish Conference of Environmental Sciences (Tuomisto, J. & Ruuskanen, J: eds.). Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences 14: 117-120.
- , Wulf, A., Palomäki, V. & Kärenlampi, L. 1992. Comparative evaluation of the effects of gaseous pollutants, acidic deposition and mineral deficiencies: structural changes in the cells of forest plants. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 42: 365-398.
- Soikkeli, S. 1981. Comparison of cytological injuries in conifer needles from several polluted industrial environments in Finland. *Annales Botanici Fennici* 18: 47-61.
- Sutinen, S. 1994. Soluvaurioiden diagnostiikka. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 492: 54-63.
- , Skärby, I., Wallin, G. & Sellden, G. 1990. Long-term exposure of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst., to ozone in open-top chambers. II. effects on the ultrastructure of needles. *New Phytologist* 115: 345-355.

Krondropps- och luftkvalitetsmätningar

Päivi Merilä¹⁾ och Hannu Raitio²⁾

¹⁾ Skogsforskningsinstitutet, Avdelningen för skogsekologi
Pf 18, FIN-01301 Vanda, Finland

²⁾ Skogsforskningsinstitutet, Parkano forskningsstation
Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland

Då vi forskar i skogarnas hälsotillstånd bör vi känna till den luftföroreningsbelastning som bestånden utsätts för (svavel, kväve och tungmetaller) för att kunna bedöma deras andel i de skador som observerats. Luftföroreningarna deponeras i marken och vegetationen antingen med regn eller snö som s.k. våt deposition eller med luftströmmar som torr deposition. Trädbeståndet, framför allt i skogskanter och på sluttningar samlar upp mera torr deposition än öppna platser (Grennfelt och Hultberg 1986, Ferm 1993).

Våtdepositionen uppskattas genom att mäta mängden av regnvatten och snö samt näringsämnen på öppna platser. Mängden och sammansättningen av nederbörden på skogsmark avviker betydligt från nederbörden på öppen plats (= fri nederbörd), eftersom en del av nederbörden blir kvar i krontäcket, en del kommer ner på marken genom hålen i krontäcket och genom kronorna (= bestånds-nederbörd) medan en del rinner ner längs stammarna (Päivänen 1966). Bestånds-nederbörden bildas utom av våt deposition, också av torr deposition och ämnen som sköljs från krontäcket (Parker 1983). Bestånds-nederbördens sammansättning påverkas dessutom av att barren och lavar och alger som lever på trädens yta tar näringsämnen, speciellt kväve, direkt från regnvattnet (Helmisaari och Mälkönen 1989, Hyvärinen 1990, Ferm 1993). Genom att jämföra den fria nederbördens och bestånds-nederbördens mängd och kvalitet kan man uppskatta depositionens kvalitet och effekter på beståndet (Ivens et al. 1990).

I Kvarkenregionen undersöks nederbördens kvalitet i bestånden och på öppna platser i Kelviå, Replot och Närpes. Regnvattenproven samlas med två veckors och snöproven med en månads mellanrum. På samma provytor mäts även halten av gasformiga luftföroreningar genom passiv uppsamling.

Deposition i fri nederbörd

Under tiden september 1992 - augusti 1993 skedde variationen under olika årstider i alla mätpunkter i samma riktning, även om sulfatsvavelns depositionsbedömningar tillsvidare är bristfälliga på grund av problem vid analysering. Depositionen av svavel- och nitratkväve var störst under den tid på året då man har uppvärmning.

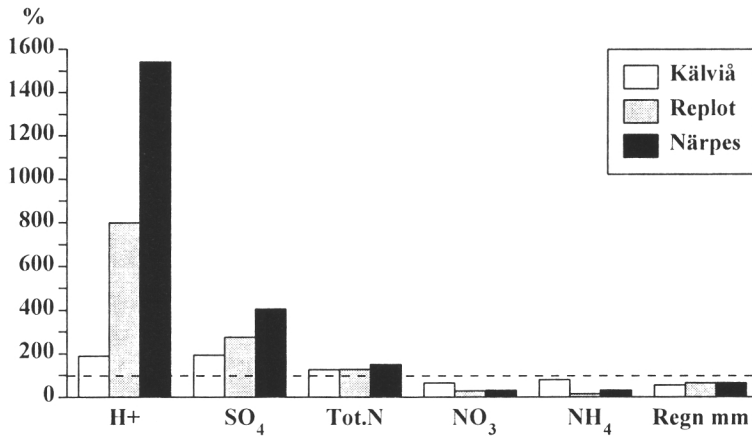
Ammoniumkvävedepositionen som närmast kommer från kreaturhushållen var däremot störst under sommarmånaderna. Årsdepositionen av nitratkväve som kommer från trafik och energiproduktion samt årsdepositionen av ammoniumkväve från lantbruket var ungefär lika stora (tabell 1). I Närpes var depositionen något högre än i Kelviå och Replot. Från Kelviå presenteras i dagens läge inte några årsdepositionsvärden på grund av störningar i samband med uppsamlandet av proven. pH-värdet av fri nederbörd varierade under mättingsperioden i Kelviå 4,2-6,0, i Replot 4,0-6,0 och i Närpes 3,9-6,5.

Jämförelse mellan fri nederbörd och beståndsnederbörd

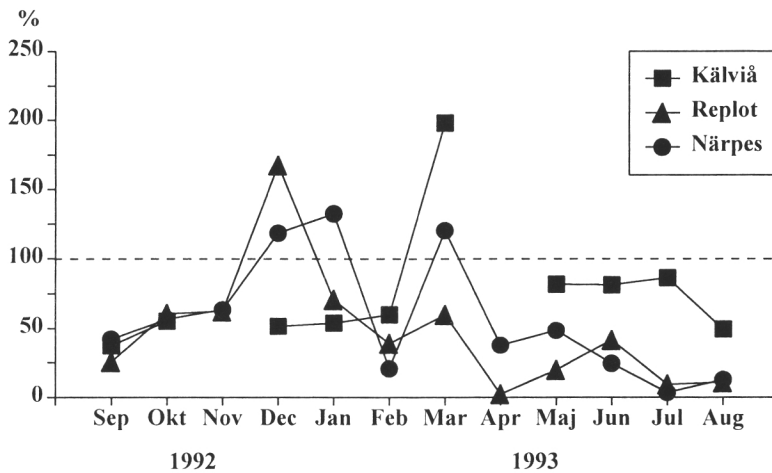
Halten av sulfat- och vätejoner ökade då regnvattnet sköljdes genom granens krontäcke (figur 1), vilket också har konstaterats i tidigare undersökningar (t.ex. Hyvärinen 1990). Detta beror närmast på att kronorna samlar upp jonerna som torr deposition, som regnvattnet sköljer ner i marken. Ökningen av sulfat- och vätejoner var störst i Närpes och minst i Kelviå. Däremot höll krontäcket kvar en del av kvävedepositionen, även om man under vinterperioden, då växternas livsfunktioner var svaga och depositionen som störst, kunde konstatera att framför allt nitratkvävedepositionen var större i bestånden än på öppna platser (figur 2). Typiskt är att ammoniumkväve stannar kvar i kronorna effektivare än nitratkväve. Resultaten av barranalyser och beståndsnederbörd stöder varandra: kväveföreningar stannade kvar i trädkronorna effektivast i Replot och Närpes, där barrrens kvävekoncentration var lägre än i Kelviå.

Tabell 1. Nitrat- och ammoniumkvävedeposition kg/ha/år i fri nederbörd (september 1992 - augusti 1993).

	Replot	Närpes
NO ₃ -N	1,3	1,8
NH ₄ -N	1,2	1,8



Figur 1. Verknigen av krontäcket för nedfallet och regnmängden (upptagningsperioder september-oktober 1992 och maj-augusti 1993). Nedfall uppmätt på en öppen plats = 100 %.



Figur 2. Verknigen av krontäcket för nitratkvävenedfallet som faller i skogsdungen månadsvis (september 1992 - augusti 1993). Nedfall uppmätt på en öppen plats = 100 %.

SO₂- och NO₂-koncentrationer i luften

Luftens svavel- och kvävedioxidhalter steg mot slutet av året i alla mätpunkter. Resultaten av passiva uppsamlare jämfördes vid Vasa stads mätningstation med resultaten av fortgående mätning. På basen av preliminära resultat beskriver resultatet av passiv uppsamling mycket väl genomsnittssituationen. Figur 1 framställer resultaten från perioden 15.7.-15.12.1993, och det visar att svavel- och kvävedioxidhalterna i genomsnitt varit rätt låga. Tillsvidare finns det inga resultat att tillgå i fråga om ozonhalterna.

Litteratur

- Ferm, M. 1993. Throughfall measurements of nitrogen and sulphur compounds. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 50.1: 29-44.
- Grennfelt, P. & Hultberg, H. 1986. Effects of nitrogen deposition on the acidification of terrestrial and aquatic ecosystems. *Water, Air and, Soil Pollution* 30: 945-963.
- Helmisaari, H.-S. & Mälkönen, E. 1989. Acidity and nutrient content of throughfall and soil leachate in three *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 13-28.
- Hyvärinen, A. 1990. Deposition on forest soils-effect of tree canopy on throughfall. *Julkaisussa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.). Acidification in Finland. Springer Verlag, Berlin. s. 199-213.*
- Ivens, W., Lövblad, G., Westling, O. & Kauppi, P. 1990. Throughfall monitoring as a means of monitoring deposition to forest ecosystems. *Evaluation of European data. Nordic Council of Ministers. NORD 1990: 120.*
- Parker, G.G. 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Julkaisussa: Macfayden, A. & Ford, E.D. (toim.). Advances in Ecological Research* 13: 58-136.
- Päivänen, J. 1966. Sateen jakautuminen erilaisissa metsiköissä. *Silva Fennica* 119: 5-35.

Granskogens hälsotillstånd i Västerbotten

Mats Walheim

Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering
S-901 83 Umeå, Sverige

Skogstillstånd

Den totala landarealen öster om lappmarksgränsen, det s k kustlandet, uppgår till 1,8 milj hektar, varav 1,3 milj hektar är produktiv skogsmark. Motsvarande siffror för lappmarken är 3,7 respektive 1,8 milj. hektar.

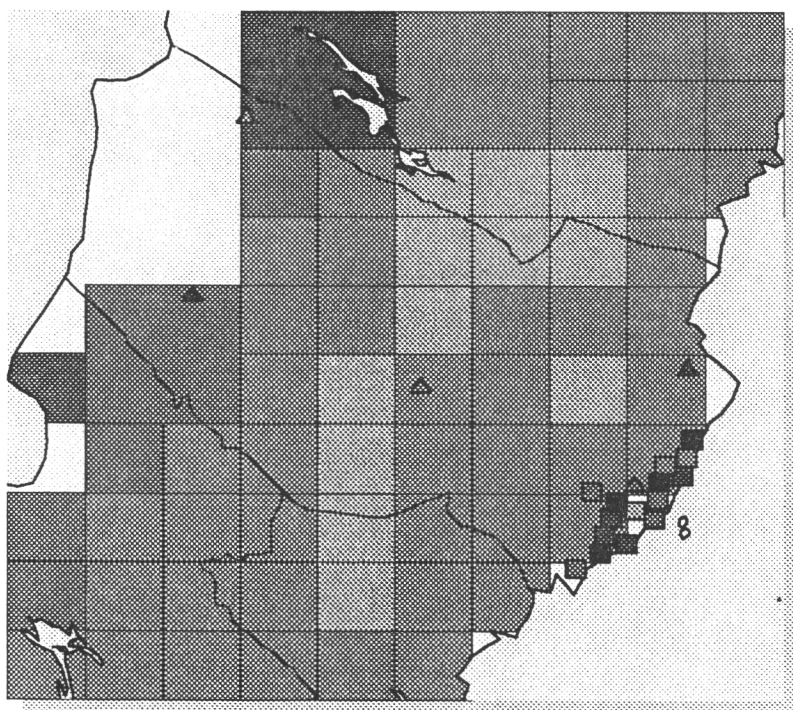
Skogens medelålder är i AC-län relativt låg, speciellt i delar av inlandet. Medelåldern för projektets provytor är dock relativt hög, 104 år (figur 1). I kustlandet som helhet har 22 % av skogen uppnått 100 års ålder, i lappmarken 32 %. Skog som är yngre än 40 år upptar 37 % av skogsmarksarealen i kustlandet, i lappmarken och är motsvarande andel 43 %.

Boniteten uttrycker markens naturgivna produktionsförmåga och bestäms av ett flertal faktorer. De viktigaste är klimatet, jordens kemiska sammansättning, markens vattenförhållanden och jordens kornstorleksfördelning. I Västerbottens kustland är den genomsnittliga boniteten ungefär 3,6 m³sk per hektar och år, medan den i inlandet är ca 2,9 m³sk per hektar och år. Boniteten är på projektets ytor i genomsnitt 4,0 m³sk per hektar och år, varav tre ytor har mycket god produktionsförmåga (figur 2).

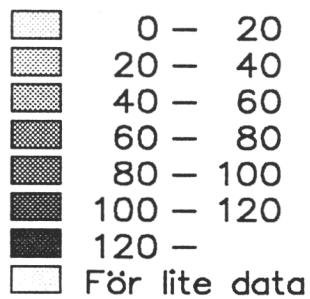
En av de viktigaste uppgifterna för RT är att fastställa virkesvolym och tillväxt. Virkesförrådet på skogsmark är i lappmarken 74 m³sk per hektar och tillväxten är 2,1 m³sk per hektar och år. Kustlandet med sina bättre boniter har en genomsnittlig virkesvolymen på 100 m³sk per hektar och en tillväxt på 3,2 m³sk per hektar och år (figur 3).

I kustlandet utgörs den stående volymen till 32 % av gran, medan den i lappmarken är 48 % (figur 4). Virkesförrådet i åldrarna 40-100 år är i kustområdet 130 m³sk per hektar. Genomsnittet för projektets ytor är 229 m³sk per hektar. I åldrarna över 101 år är motsvarande siffror 176 respektive 266 m³sk per hektar.

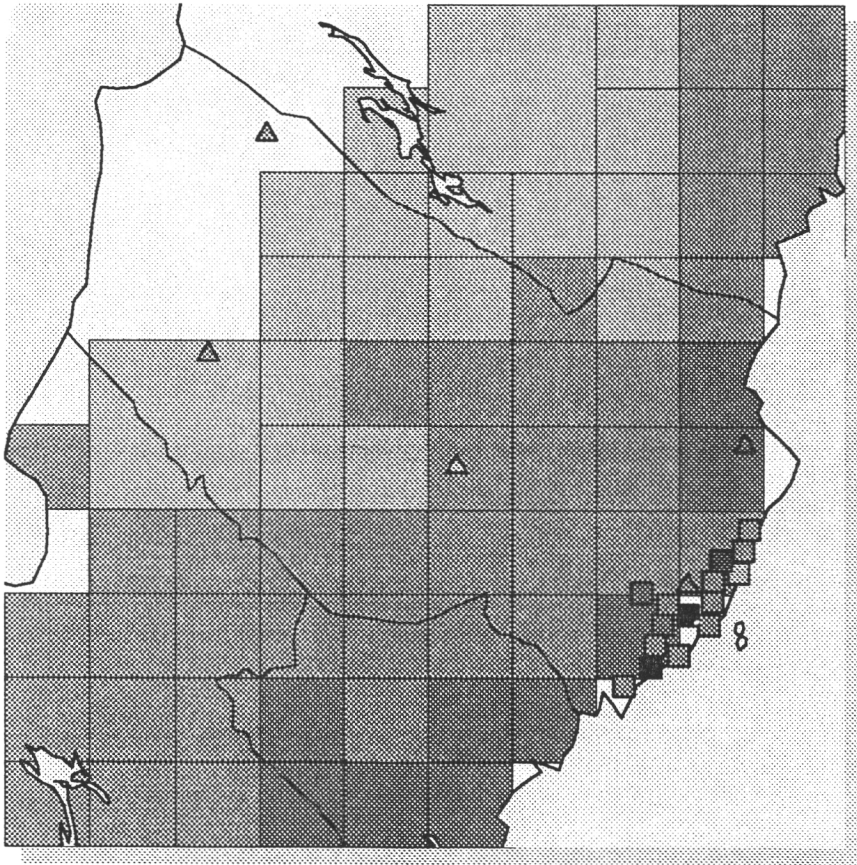
Utmärkande för fyra av projektets ytor är att de är belägna på torvmark, dvs humuslagret är tjockare än 30 cm. Torvens mineralogi måste på dessa ytor vara speciellt bra. Virkesförrådet avviker nämligen markant från medeltalet, deras medelförråd är 339 m³sk per hektar.



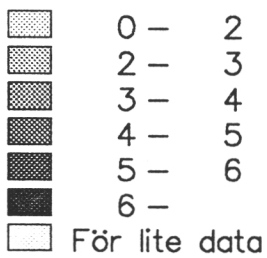
Beståndsålder



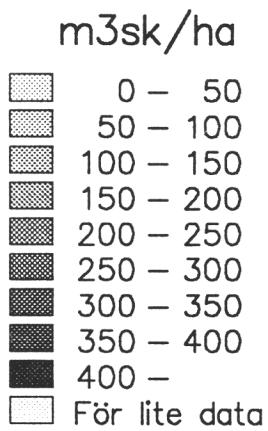
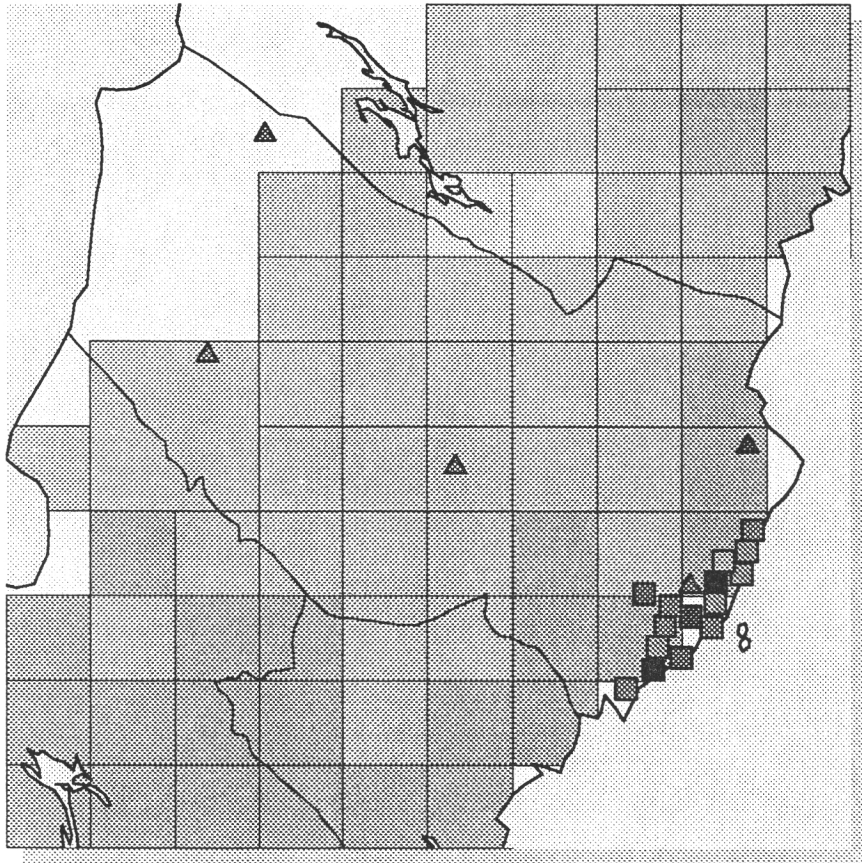
Figur 1. Skogens genomsnittliga ålder. Varje kvadrat representerar minst 50 provtytor. De små triangelarna och kvadraterna visar projektyternas läge och medelålder.



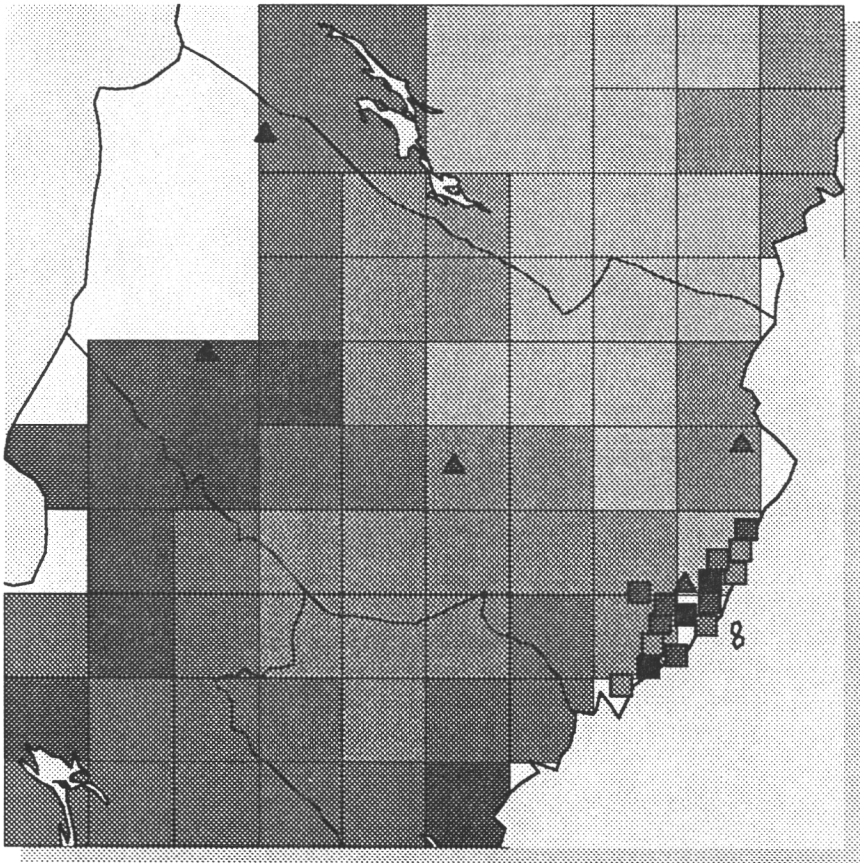
m³sk/ha och år



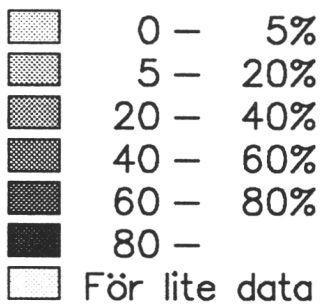
Figur 2. Skogsmarkens produktionsförmåga. Varje kvadrat representerar minst 50 provytor. De små triangelarna och kvadraterna visar projektyornas läge och bonitet.



Figur 3. Skogsmarkens virkesförråd. Varje kvadrat representerar minst 50 provytor. De små triangelarna och kvadraterna visar projektyornas virkesförråd och läge.



Andel gran



Figur 4. Skogsmarkens volymandel av gran. Varje kvadrat representerar minst 50 provytor. De små trianglarna och kvadraterna visar andelen av volymen som är gran på projektytorna.

Skogsskador

RT följer sedan 1984 fortlöpande skogsskadeutvecklingen i Sveriges skogar. Varje år är antalet bedömda provträd i RT relativt litet, varför resultatet presenteras som ett medeltal av flera år t ex 3 eller 5 år. Antalet bedömda träd är på tre år mellan 900 och 1900 i AC-län.

I stort sett har den genomsnittliga kronutglesningen varit sedan starten (tabell 1). Västerbottens kustland hade perioden 1990-1993 en genomsnittlig barrförlust av 16 %. Detta är samma värde som vid starten 1984-1986. Variationen mellan de olika treårsperioderna låg mellan 14 och 17 %. Kronutglesningen på de 17 kustytorna var 1993 i genomsnitt 19 %. I lappmarken var barrförlusterna vid senaste perioden 23 %. Variationen mellan de olika treårsmedelvärdena var där 19 till 26 %.

I kustlandet har andelen granar med mer än 20 % utglesning ökat något sedan bedömningarna startade. Vid den senaste treårsperioden hade 32 % av granarna mer än 20 % utglesning. Här har siffrorna varierat mellan 24 och 34 % mellan

Tabell 1. Kronutglesning i Västerbotten. Resultat från Riksskogstaxeringen 1984 till 1993 samt från projektet 1993.

	Riksskogstaxeringen glidande treårsmedeltal								Projektet
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Utglesning									
<i>kustland</i>	16	14	15	15	17	16	17	16	19
<i>lappmark</i>	21	19	19	21	24	26	25	23	31
Andel > 20 %									
<i>kustland</i>	29	28	24	26	33	32	34	32	41
<i>lappmark</i>	45	40	39	43	55	61	57	54	67
Andel > 60 %									
<i>kustland</i>	0	0,3	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6
<i>lappmark</i>	1,1	0,5	0,7	2,4	4,3	4,9	4,3	4,2	13
Antal provträd									
<i>kustland</i>	882	1119	1318	1151	1018	1093	1224	1045	170
<i>lappmark</i>	1145	1534	1908	1693	1456	1286	1218	951	30

perioderna. Projektets 17 ytor har en något högre andel, 41 %. I lappmarken har försämringen varit lite tydligare, men mellanårsvariation är stor. Vid senaste treårsperioden hade 54 % av granarna mer än 20 % utglesning, variation mellan treårsmedelvärdena var 39 till 61 %.

Förändringarna mellan femårsperioderna 1984-1988 och 1989-1993 pekar på en trend av försämring (figur 5).

Andelen svårt skadade granar, dvs med en kronutglesning större än 60 %, har också ökat nådot sedan starten. Första tre åren var andelen nära 0 % i kustlandet, för att vid senaste treårsmedelvärdet vara 0,9 %. I projektet blev resultatet 0,6 %. I lappmarken har andelen svårt skadad gran ökat från 1,1 % till 4,2 %.

Kronutglesningen på projektytorna inventerades både 1993 och 1994, skillnaden mellan de båda inventeringstillfällena är negligerbar. Även då projektets och RT:s resultat jämförs är skillnaderna små.

Barrkemi

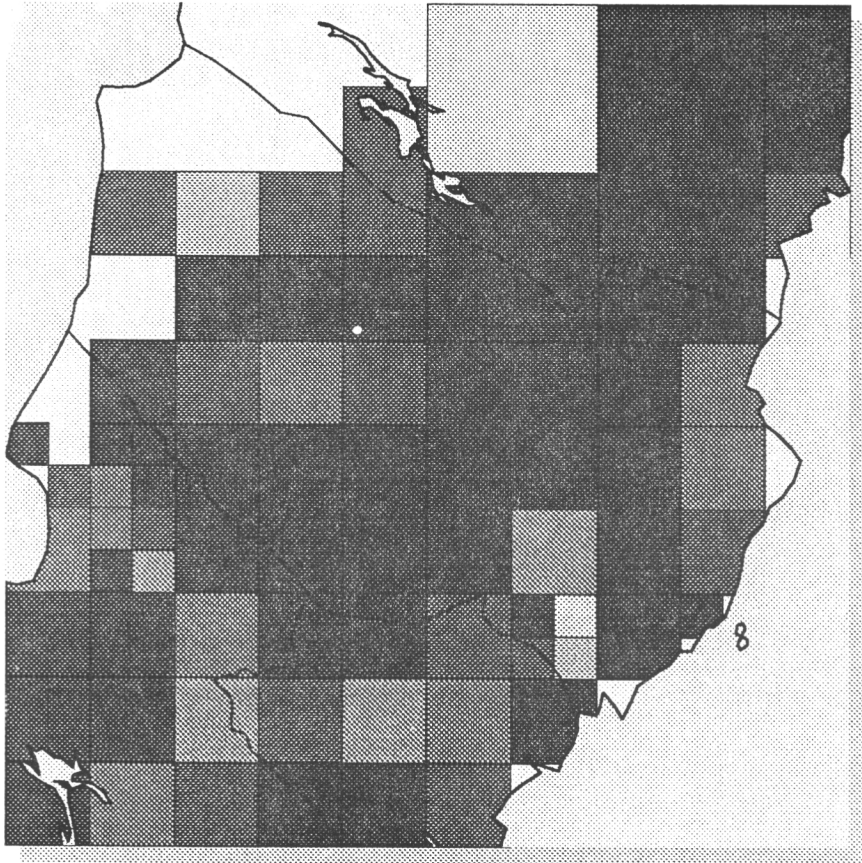
I Västerbotten har mycket få inventeringar av skogens hälsotillstånd utförts, där man tagit hjälp av barrkemiska analyser. RT gjorde dock hösten 1990 en liten studie på 15 provytor i Västerbotten. Undersökningen gjordes på normal skogsmark och analysera utfördes på 3 och 4 åriga granbarr.

I RT:s studie 1990 upptäcktes inte någon yta med näringsbalans. I detta projekt har vi dock funnit fyra ytor. Alla är belägna på torvmark. Obalansen beror på att det normalt finns för lite fosfor och kalium i torvjord. På de fyra projektytorna är sannolikt kaliummängden i förhållande till mängden kväve för låg, vilket det ger upphov till argininackumulering.

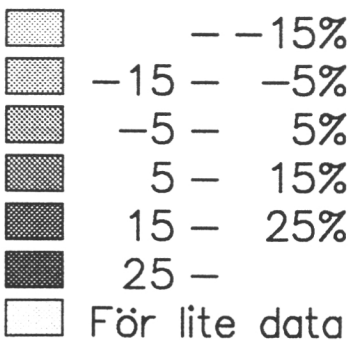
När man jämför projektets mineralnäringshalter med RT:s skall man ha i åtanke att barrårgångarna inte är desamma. Det gör att vissa ämnen blir svåra att jämföra, t ex mangan och kalcium ökar i koncentration med stigande ålder på barren. Jämförelsen görs mellan projektets 2-åriga barr och RT:s 3-4 åriga barr.

Kvävehalterna ligger på samma nivå i bägge undersökningarna (tabell 2). Halterna visar på nivåer klart under optimal tillväxt, vilket är det normala på skogsmark. Avviker gör de fyra torvytorna, där kvävehalten var 40 % högre. De andra makronäringsämnena uppvisar normala halter. Halterna är dock svåra att tolka, då mellanårsvariationen är väldigt stor för vissa ämnen. Om man istället ställer mineralnäringshalten i relation till kvävehalten ges en bättre möjlighet att uttäcka obalanser. På torvytorna framgår då att speciellt kalium/kväve kvoten är låg (figur 6).

Av de lite mer udda ämnen vi analyserat har ytan vid Holmsvattnet högst kadmiumhalt, nickelhalten är där också hög. Förklaringen torde vara närheten till Rönnskärsverken.



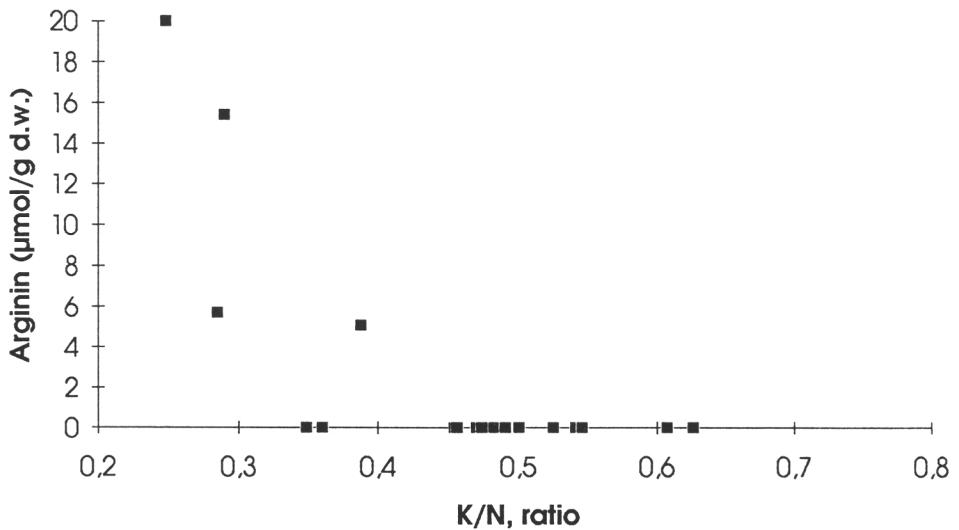
Förändring



Figur 5. Förändringarna av andelen gran med en kronutglesning större än 20 % i grallrings- och slutavverkningsskog mellan perioderna 1984-1988 och 1989-1993. Varje kvadrat motsvarar minst 25 träd.

Tabell 2. Halter av arginin (mol/g torrvikt) och näringsämnen (% torrvikt), samt kvoter mellan mineralnäringsämne och kväve. Riksskogstaxeringen 1990, 3- och 4-åriga barr, samt projektets 2-åriga barr 1992. Som spridningsmått anges standardavvikelsen.

	Riksskogstaxeringen 1990 C+2 och C+3, mår (n=15)		Kvarken 1992 C+1, mår (n=16)		Kvarken 1992 C+1, torv (n=4)	
	Konc.	Närings- ämne/kväve kvot x 100	Konc.	Närings- ämne/kväve kvot x 100	Konc.	Närings- ämne/kväve kvot x 100
N	0,95 ± 0,15	100	1,02 ± 0,1	100	1,38 ± 0,24	100
P	0,127 ± 0,028	13,4 ± 2,8	0,135 ± 0,037	13 ± 3,9	0,114 ± 0,023	8,4 ± 1,8
K	0,395 ± 0,056	41,8 ± 3,9	0,499 ± 0,063	49 ± 7,3	0,412 ± 0,061	30 ± 6
Ca	0,761 ± 0,145	81,1 ± 14,9	0,542 ± 0,091	53 ± 9,2	0,463 ± 0,039	35 ± 8,3
Mg	0,091 ± 0,016	9,7 ± 1,6	0,096 ± 0,028	9,6 ± 2,9	0,094 ± 0,006	7 ± 1,1
S	0,082 ± 0,012	8,7 ± 1,1	0,085 ± 0,006	8,4 ± 0,9	0,086 ± 0,006	6,3 ± 0,9
Mn	0,11 ± 0,028	12,0 ± 3,7	0,075 ± 0,027	7,5 ± 3,1	0,036 ± 0,02	2,7 ± 1,5
Al	0,008 ± 0,003	0,8 ± 0,4	0,005 ± 0,002	0,5 ± 0,2	0,003 ± 0,001	0,2 ± 0,1
Arg	0 ± 0		0 ± 0		11,5 ± 7,4	



Figur 6. Sambandet mellan arginin och kalium/kväve kvoten i 2-åriga barr från projektets 20 ytor.

Slutsatser

Det lilla antalet provytor i Västerbotten gör att det är svårt att dra några generella slutsatser om granens hälsotillstånd i regionen. Dock kan ett antal jämförelser göras.

Skogstillståndet är inte sämre på de i projektet undersöka ytorna än vad som är fallet i kustlandet i övrigt. Påverkan från luftföroreningarna på skogstillståndet kan inte påvisas i denna studie, framför allt beroende på att det är svårt att definiera vad som är " normalt ". Den pågående tillväxtstudien skall förhoppningsvis kunna visa om den aktuella tillväxten har förändrats de senaste åren.

Kronutglesningen hos gran i vårt undersökningsområde är av normal omfattning. Möjligen är tillståndet något sämre än för kustlandet i övrigt. Den nålot större utglesningen beror troligen på klimatet och på att träden i projektet nått en högre ålder än i jämförelsematerialet. Ser man på den tioåriga tidserie som RT har över kustlandet, kan inga uppenbara förändringar under perioden urskiljas. Andelen granar med en utglesning som är större än 20 % verkar möjligen ha ökat något. Fluktuationerna mellan olika år är dock stor, varför det är svårt att säga om det är en tillfällig svängning. Sydvästsverige är det mest föroreningsdrabbade området i landet, trots det är kronutglesningen i det området av mindre omfattning än vad fallet är i Västerbotten. Detta faktum styrker antagandet om att väder och vind har störst betydelse.

Kväve och mineralnäringanalyserna visar ett välkänt faktum; skogen i området (liksom i [hela](#) Sverige) kan inte tillväxa optimalt p g a att det är kvävebrist på skogsmark. Kväve är alltså trots ett betydande kvävenedfall det för skogsekosystemen tillväxtbegränsande ämnet. De fyra torvytorna har god tillgång på kväve, men har då istället drabbats av kalium- och fosforbrist. Även detta problem för torvjorden är ett välkänt fenomen. Trots detta har skogsproduktionen på projektets torvytor varit häpnadsväckande stor de senaste 100 åren. Brist är således något väldigt relativt. Inga andra mineralnäringshalter skiljer sig mot vad man anser vara normalt för skogsmark.

De resultat som erhållits i projektet kan sammanfattas med två meningar:

- 1) Det finns inget som tycker på att människans utsläpp av miljöfarliga ämnen påverkat granskogens välbefinnande i Västerbottens del av Kvarkens kustområde.
- 2) Det betyder dock inte att utsläpp av föroreningar kan accepteras, ty detta kommer med största visshet att förr eller senare ge upphov till negativa förändringarna i miljön.

Om orsakerna till granskogarnas dåliga hälsotillstånd i Vasa läns kustområde

Hannu Raitio

Skogsforskningsinstitutet, Parkano forskningsstation
Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano, Finland

Vasa läns kustområde är som känt ett snöfattigt område. Därför går tjälen årligen djupt in i de steniga finmoräner, som är typiska för granskogar, och håller dem kalla långt in på försommaren. Då granbestånden blir äldre blir en allt större del av snön kvar i krontäcket och marken blir allt mera bar och förutsättningarna för tjälbildning ökar. Å andra sidan gör det täta granbeståndet att marken värms upp långsammare på våren eftersom endast en del av solljuset når fram ända till marken. På våren försenar också det kalla havet uppvärmningen av klimatet, särskilt vid kusten, och därmed även uppvärmningen av jordmånen. Som en följd av markens låga temperatur är jordmånens mikrobfunktioner långsamma och därför sker även nedbrytningen av humus och frigörandet av näringsämnen för växterna långsammare. En väsentlig faktor är också att det inte har frigjorts näringsämnen för växterna av humuset i samband med skogsbränderna i Kvarkenområdet och att den nya grangenerationen nästan utan undantag har uppstått under den gamla grandungen. Man bör inte heller glömma jordmånens fysikalisk-kemiska förändringar till följd av landhöjningen. Likaledes har de på varandra följande grangenerationerna själva försurat sitt växtunderlag och förändrat jordmånens egenskaper. Den för Kvarken-regionens typiska svaga försumpningen är ett uttryck för att marken ställvis är rätt fuktig, och att mikroberna och trädrötterna därför på grund av syrebrist fungerar sämre. Verkningarna av en alltför stor fuktighet och låg markttemperaturen syns ofta just som störningar i växternas kväve- och fosforförsörjning.

På våren är marken länge frostbunden och kall men å andra sidan är Vasa läns kustområde mycket soligt, varmt och blåsigt. Av detta följer en mycket stark stress i granarnas vattenhushållning, vilket påverkar trädens hälsotillstånd. Då skogsdungar blir äldre drabbas de också av olika skadeinsekter och rottröta. Verkningarna av dessa naturliga stressfaktorer förstärks dessutom av olika luftföroreningar.

Fast granbeståndens symptom i många förhållanden liknar skador förorsakade av luftföroreningar, är det uppenbart att naturliga stressfaktorer står på företeelsens bakgrund såsom ovan anförts starkare än luftföroreningar. För de naturliga stressfaktorerna har även jägmästaren Eric Appelroth pläderat redan år 1948. Uppfattningen understöds framför allt av att fenomenet har varit känt redan i

årtionden. Ändå är att påminnas, att verkningarna av dessa naturliga stress faktorer förstärks ofta av olika luftföroreningar.

Appelroth, E. 1948. Några av landhöjningen betingade skogliga särdrag inom den Österbottniska skärgården. I publikationen: Cederhvarf, B. (red.). Skärgården. Nordenskjöld-Samfundet i Finland. Helsinki. s. 292–304.

The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station. Research Papers.

- No. 1 Eero Paavilainen ja Veikko Koskela. Parkanon tutkimusasema 1961-1970. 1972.
No. 2 Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto. Männyn koneellinen istutus Mara-istutusko-
neella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. 1973.
No. 3 Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
No. 4 Seppo Kaunisto. Alkkian kenttäkokeet 1961-1975. 1976.
No. 5 Kaarlo Kinnunen. Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehi-
tykseen. 1977.
No. 6 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
No. 7 Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
No. 8 Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
No. 9 Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

The Finnish Forest Research Institute. Research Papers.

- No. 94 Tutkimuspäivän 1982 esitelmät. 1982.
No. 108 Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila. Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson
alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. 1983.
No. 116 Hannu Raitio. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla
ja kivennäismailla. 1983.
No. 137 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. 1984.
No. 144 Seppo Kaunisto. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä
suonpohjan turpeella. 1984.
No. 177 Seppo Kaunisto. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. 1985.
No. 184 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1984. 1985.
No. 202 Seppo Kaunisto ja Kaarlo Kinnunen. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvu-
häiriön vaikutus männyn taimien alkukehitykseen maastossa. 1985.
No. 215 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. 1986.
No. 225 Hannu Raitio ja Eero Tikkanen. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiumta-
louden häiriö kuivalla kankaalla. 1986.
No. 235 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1985. 1986.
No. 236 Seppo Kaunisto, Kaarlo Kinnunen, Sulo Lehtinen, Kalle Nevanranta ja Jorma
Tukeva. Alkkian kenttäkokeet 1961-1986. 1986.
No. 270 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. 1987.
No. 300 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1987. 1988.
No. 337 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1988. 1989.
No. 369 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1989. 1990.
No. 394 Metsäntutkimuspäivä Nurmossa 1990. 1991.
No. 423 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1991. 1992.
No. 470 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992. 1993.
No. 495 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1993. 1994.
No. 513 Hannu Raitio ja Tuire Kilponen (eds.). 1994. Critical Loads and Critical Limit Values.
Proceedings of the Finnish-Swedish Environmental Conference.
October 27-28, 1994. Vaasa, Finland.

Distribution: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station
(Kaironniementie 54, FIN-39700 Parkano, tel. +358-33-443 51, fax +358-33-443 5200).

ISBN 951-40-1415-4
ISSN 0358-4283
Parkanon Kirjapaino
Parkano 1995