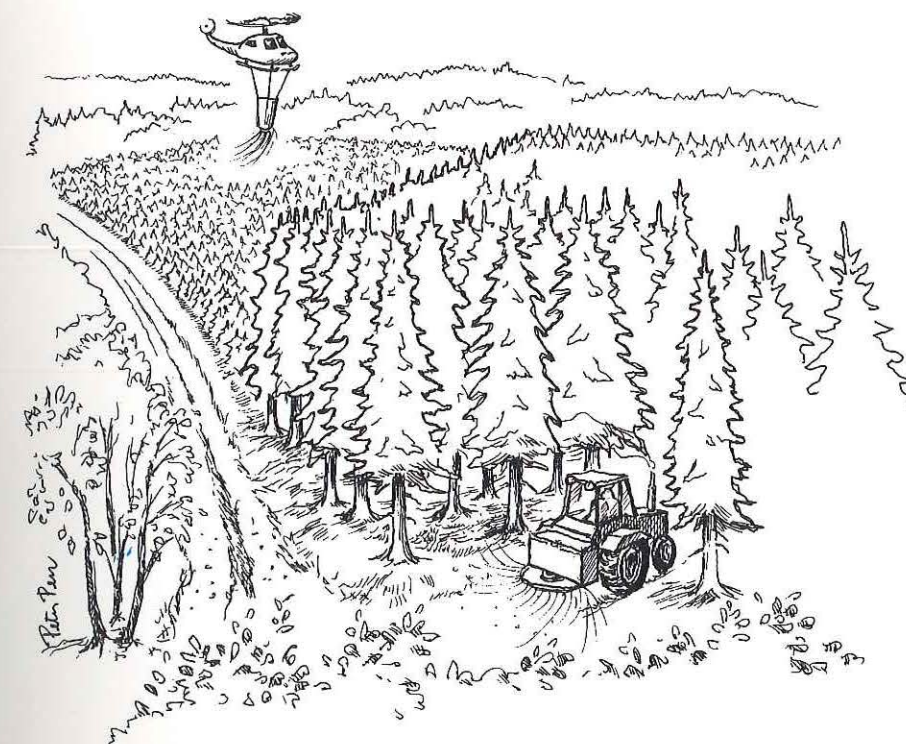




Utvärdering av Korsnäs AB's försök med gödsling i ungskog

Johan Bergh och Paul Willén



Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

SLU

Box 49

SE-230 53 Alnarp

Telefon: 040-41 50 00

Telefax: 040-46 23 25

ISBN 91-576-6890-6

Arbetsrapport nr 26

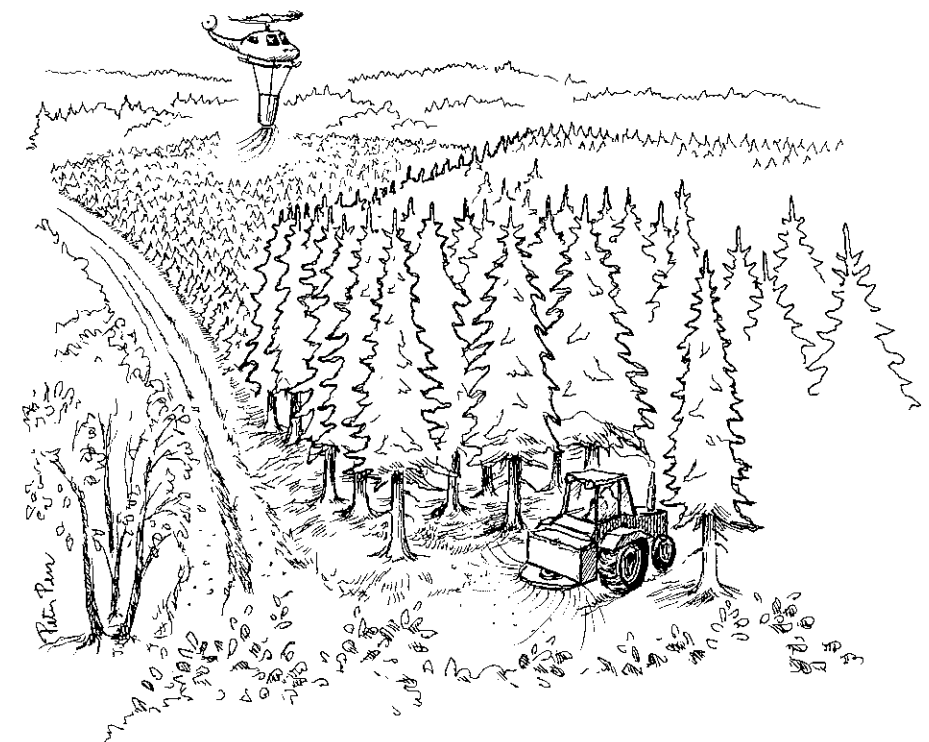
Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp januari 2006



Utvärdering av Korsnäs AB's försök med gödsling i ungskog

Johan Bergh och Paul Willén



Arbetsrapport nr 26
Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap
Alnarp januari 2006

Förord

Denna arbetsrapport är en uppföljning och redovisning av produktionsdata från Korsnäs AB's praktiska ungskogsgödslingsförsök som anlades på 1980-talet. Syftet med uppföljningen av Korsnäs försök var att de skulle ge värdefull kunskap hur en praktisk tillämpning av ungskogsgödslingskonceptet bör utformas. Pengar för uppföljning av effekterna vid ungskogsgödsling på Korsnäs AB's marker har dels beviljats från **Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning** och dels från **Anna och Nils Håkanssons stiftelse**. Fiberskogsprogrammet har också medfinansierat projektet för täcka diverse omkostnader. Fältarbetet och sammanställande av data har utförts som examensarbeten vid SLU i Uppsala (Jonas Jonsson och Tim Nordlind) och Skinnskatteberg (Tomas Hållbus, Jonas Lindblom och Mattias Mårts). Handledare för projekten har varit Paul Willén, Johan Bergh och Staffan Stenhag.

Korsnäs AB's praktiska försök

Inledning

Under 2003 konstaterade man att skogsproduktionen i Sverige inte längre var utållig och åtgärder för att öka produktionen skulle ses över. Kravet på att skogen ska producera råvara till skogsindustrin och energisektorn kommer att öka ytterligare, samtidigt som man avsätter stora arealer för naturvårdsändamål, friluftss- och rekreationsintressen. I framtiden kommer det sannolikt att ställas krav på att skogsskötseln ska anpassas till ett förändrat klimat och för att lagra in mer kol i skogsekosystemet. Att koncentrera produktionen till marker med ringa naturvärden och satsa på naturvård på andra mer skyddsvärda arealer kan vara en lösning att möta framtidens krav. Det mest effektiva sättet att öka produktionen i Sverige har visat sig vara att regelbundet tillföra växtnäringsämnen i ungskog av gran, där fältförsök i norra och mellersta Sverige har gett en produktionsökning på 300-400%. I en praktiskt tillämpning av "produktionsskogar" kommer man även att ha anpassat skogsskötseln och genetiska material för att maximera produktion, minska omloppstiden med minimala negativa miljöeffekter med avseende på näringsläckage och påverkan av flora och fauna.

I Sverige har man bedrivit långliggande fältförsök med gödsling i ungskog av gran sedan 1930-talet. Under senare delen av 60-talet anlades Stråsan-försöket i Dalarna, med syfte att studera hur unga granbestånd reagerade på olika kväve- och fosforgivor och vilken effekt andra näringsämnen hade på produktionen. I slutet av 80-talet anlades en ny generation näringstillförsölsförsök i ung granskog, Flakaliden (Västerbotten) och Asa (Småland). Syftet med försöken vara att försöka fästställa produktionspotentialen för gran under rådande klimatförhållanden. I försöken ingick, förutom näringstillförsel, även bevattning. Ett nytt kriterium för försöken var att näringstillför-

seln skulle ske utan näringsläckage till grundvattnet.

Att gå från grundläggande basförsök till operationell drift är ett långt steg som måste överbryggas med mer praktiskt orienterade försök. Detta var något som dåvarande Korsnäs AB var tidigt medvetna om och initierade därför ett trettiotal praktiska ungskogsgödslingsförsök som behandlades under 1980-talet. Syftet med försöken var att ungskogsgödsling med balanserad näringstillförsel skulle få en snabb praktisk tillämpning. De praktiskt tillämpade experimenten är belägna i Uppland, Gästrikland, Dalarna, Hälsingland och Härjedalen. Experimenten är utlagda i skogsområden med olika ålder, mark-, beståndsförhållanden och vissa försökslokaler behandlades med olika gödslingsgivor. Dåvarande MoDo lade även ut ett försök i Ångermanland. De flesta områdena gödslades under 4-5 år men behandlingen upphörde 1989, vilket är 5-6 år för tidigt och inoptimalt för att få full gödseffekt i ungskog.

Nu ca 15 år senare när temaforskningsprogrammet Fiberskog ska ge underlag för den praktiska driften utgör Korsnäs försök en viktig kunskapskälla och var huvudsaken till att man beslöt att utvärdera en del av Korsnäs försök. Genom att välja ut experiment med olika gödslingsgivor, ålder, topografi, klimat, mark- och ståndortsförhållanden är det möjligt att få en uppfattning om var man bör eller inte bör bedriva intensivodling med ungskogsgödsling. Resultaten ger också en indikation på hur länge gödslingseffekten håller i sig och om gödselgivans storlek påverkar varaktigheten.

Material och Metoder

Insamlande av data och bearbetning

Fältarbetet har utförts under juni och juli månad under 2001 och 2002. Gödslingsobjekten är belägna i Gävles närområde, Hälsingland, Härjedalen och i sydöstra Dalarna (figur 1). Försöken är utlagda på två olika sätt, dels som parcellförsök och dels som parvisa jämförelser. De parvisa jämförelserna ligger gruppvis om tre cirkelprovytor med en grupp inom och en utom det behandlade området. Vanligtvis finns det två parvisa jämförelser per område, dvs sex provytor per behandling. Provytorerna har en radie på 10 m och således en areal på 314 m². Parcellernas storlek varierar mellan 0.14 ha och 0.16 ha på de olika områdena. På varje provyta klavades samtliga träd i brösthöjd. I varje provyta valdes fyra provträd, 2 av de grövsta träden, 1 mellangrov och 1 av de klenaste träden. Höjdutvecklingen rekonstruerades för provträden genom att höjden, i de fall det var möjligt, mättes 20 år tillbaka i tiden. På de fyra provträden togs också borkkärnor för årsringsmätningar. Grönkronans gräns över mark mättes på provträden.

Årsringsbredderna mättes i en Addo årsringsmätare kopplad till en dator med ett program avsett för detta ändamål. Årsringsbredderna parades ihop med motsvarande träds höjd för de aktuella åren och volymen beräknades för trädet ett antal år tillbaka. I de flesta fall var det möjligt att rekonstruera volymsutvecklingen till i början av 1980-talet.

För att räkna ut stamvolymen användes Brandels volymfunktioner men även Anderssons för de mindre träden, där Brandels volymfunktioner inte gällde (trädhöjder under 4,0 m). Volymen räknades ut för varje provträd för att skapa en sekundär volymfunktion genom att sätta varje provträds volym mot dess diameter. Denna funktion användes för att tilldela diametrarna från klavningen en volym. På det viset kunde provytans totalvolym räknas ut för 2000 respektive 2001. Provytorerna mät-

tes in och volym beräknades vid gödslingsstarten, så att den absoluta gödslingseffekten kunde räknas ut.

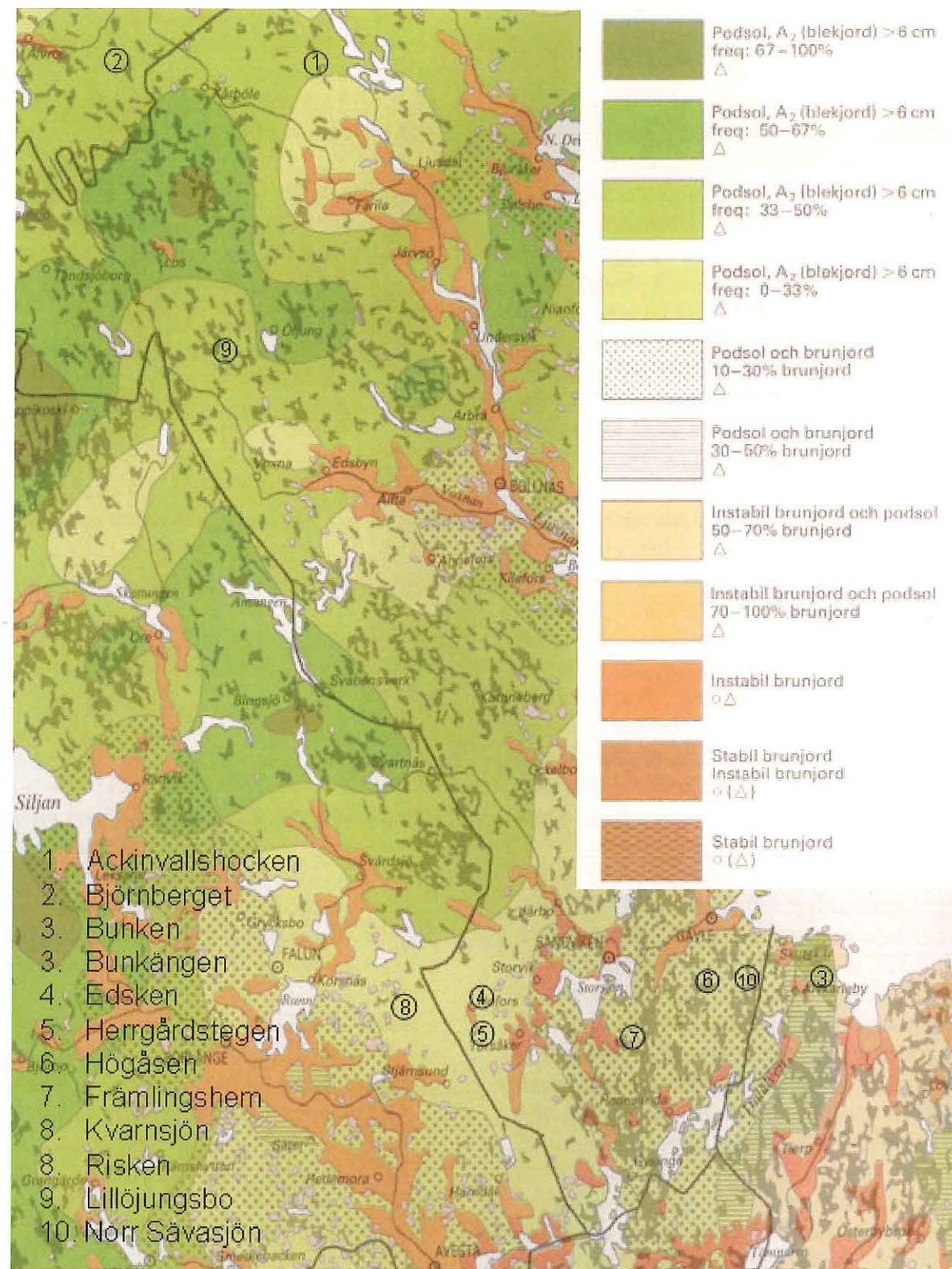
För att få ut den löpande tillväxten för bestånden togs ett medelträd i klasserna klen, mellan och grov. Träden från pricklistorna har sedan fått samma proportionella tillväxt:

$$I = \hat{i} * T / T_{\text{medelträdet}}$$

Där I = löpande tillväxt, $\hat{i}$ = medelträdets löpande tillväxt, T = trädets volym, $T_{\text{medelträdet}}$ = medelträdets volym. På så sätt har vi genom att summera tillväxten årsvis fått kurvor över beståndens löpande tillväxt för varje år tillbaka till i början av 1980-talet. Snitthöjden för grönkronan räknades ut för varje diameterklass och område och behandlade ytor jämfördes med respektive referens.

Statistisk analys

För att testa om det förelåg några signifikanta skillnader mellan gödslat och ogödslat använde vi oss av en variansanalys (ANOVA) med SAS statistikprogram. I de statistiska analyserna har vi använt oss av den stående stamvolymen 2000 eller 2001 för cirkelprovytorerna, då alla träd diameter- och höjdmättes. Den stående volymen för cirkelprovytorerna som också totalinventerades vid gödslingens start, användes som kovariat för att få med eventuella produktionskillnader vid försöksstarten. Även en kovariatanalys har utförts för att se ifall olika klimat-, bestånd- och ståndortsförhållanden, samt gödselgivans storlek har haft en inverkan på gödslingseffekten.



Figur 1. Försökslokalerna geografiska belägenhet utsatta på en jordmånskarta (Troedsson och Wiberg: 1986). En del försökslokaler ligger intill varandra och är därför under samma markering (se 3 och 8). Hemling är inte utsatt på kartan, då beståndet ligger i höjd med Örnsköldsvik.

Beskrivning av försöksområdena

Ackinvallshockeln ligger några mil nordväst om Ljusdal 420 m ö h (figur 1). Den undersökta delen av beståndet ligger i

huvudsak i en svag sluttning mot norr. Beståndet planterades 1978 efter harvning och hade vid gödslingens start 1989 knappt 1300 plantor per hektar. Beståndet var fort-

farande en plantskog då gödslingen genomfördes 1989-1990, där sammanlagt 200 kg N per hektar tillfördes (se bilaga 2, tabell 3). Beståndet på Ackinvallshockeln gödslades med två olika näringsbehandlingar (se bilaga 2, tabell 3) som dock hade samma mängd kväve. Beståndet är 60 hektar stort, där varje behandling utgör en tredjedel av arealen. Parvisa jämförelser har lagts ut i de tre olika behandlingarna för att skatta produktionen. Klimatet är kärvarare i Ackinvallshockeln än i de flesta andra bestånden. Vegetationsperiodens längd är ca 145 dagar med en temperatursumma på ca 890 daggrader (se bilaga 2, tabell 1). Även jorddjupet som är varierande avviker från de flesta andra områden (se bilaga 2, tabell 2).

Björnberget som ligger mellan Ljusdal och Sveg har ett liknande klimat som Ackinvallshockeln (se bilaga 2, tabell 1). Björnberget planterades 1979 och hade vid gödslingens start 1986, 2400 plantor per hektar. Under de fyra år som Björnberget gödslades erhöll det gödslade beståndet 230 kg N per hektar (se bilaga 2, tabell 3). Fosfor, kalium och andra makro- och mikronäringsämnen tillfördes också under perioden. Jordarttexturen har klassats som en mo och markfuktighetsklassen bedöms som frisk-fuktig (se bilaga 2, tabell 2).

Bunken ligger vid kusten i norra Uppland i närheten av Älvkarleby (figur 1). Beståndet anlades 1966 och hade vid gödslingens start 2300 stammar per hektar. Försöket är utlagt som parvisa jämförelser och utgörs dels av en behandlad yta på 2.1 ha och dels en obehandlad yta på 1.5 ha. Beståndet etablerades på åkermark med finjordsrik brunjord (se bilaga 2, tabell 2), vilket skiljer ut Bunken från de andra gödslingsobjekten. Beståndet uppskattades vid försöksstarten till en G28 (se bilaga 2, tabell 2). Gödsling har skett åren 1985-1989 (se bilaga 2, tabell 3). Bunken behandlades med normal giva där mängden N de tre första åren var 70-90 kg per ha och år. Givan minskades sedan för de två sista åren till

40 kg N per ha och år. Även en balanserad mängd fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) och bor tillfördes vid gödselspridningen. Vegetationsperioden är ca 175 dagar och temperatursumman är mer än 1300 daggrader, vilket är högt för breddgraden. Årsnederbörden är ca 700 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Bunkängen ligger ca 1000 m från till Bunken och är anlagt på skogsmark. Till skillnad från de flesta andra gödslingsobjekt ligger Bunkängen på stenrik sandmark med varierande jorddjup. Försöket är utlagt som parvisa jämförelser och gödsling skedde under åren 1985-1989. På Bunkängen hade man en lägre och en högre giva, motsvarande en sammanlagd giva 325 respektive 545 kg N per hektar (se bilaga 2, tabell 3). Andra makro- och mikronäringsämnen tillfördes också i relation till mängden N.

Edsken ligger i närheten av Hofors och planterades 1972 och hade 2100 stammar vid gödslingens start 1985. Edsken avviker i den mån att beståndet ligger i huvudsak på mjälamark som tenderar att periodvis vara fuktig (se bilaga 2, tabell 2). Gödslingsgivan för perioden 1985-1989 har varit 300 kg N, 57 kg P och 130 kg K per hektar (se bilaga 2, tabell 3). Magnesium och mikronäringsämnen har också tillförts. Edsken har en vegetationsperiod på ca 170 dagar och årsnederbörden är drygt 700 mm per år (se bilaga 2, tabell 1).

Hemling ligger nästan tre breddgrader längre norrut än övriga försök. Dessutom ligger beståndet ca 370 meter över havet, vilket tillsammans ger en betydligt kortare vegetationsperiod och lägre temperatursumma. (se bilaga 2, tabell 1) än andra gödslingsobjekt. Beståndet planterades 1965 med 1900 plantor per hektar efter hyggesrensning och bränning. Den totala arealen i Hemling är ca 100 hektar varav 75 hektar är gödslade och 25 är ogödslade. I de gödslade och ogödslade partierna har parvisa jämförelser lagts ut. På grund av att beståndet ligger i en sluttning har vi förde-

lat provytorna i de övre, mellersta och nedre partierna av beståndet. Beståndet gödslades under perioden 1986-1988 med sammanlagt 300 kg N, 44 kg P och 56 kg K per hektar.

Högåsen ligger längs med E4 söder om Gävle (figur 1). Beståndet anlades 1964 och hade 2000 stammar per hektar vid försökets anläggande. Det är ett parcellförsök med 4 upprepningar av parceller, där endast upprepning 4 är inmätt år 2001. I varje upprepning finns 1 parcell med normal giva, 1 med hög giva samt 1 obehandlad parcell. Parcellernas yta är för var och en 0,16 ha. Gödsling har skett under åren 1985-1989. Normal givan fick de tre första åren 80-90 kg N per ha och år medan den högre fick 120-160 kg N per ha och år. De efterföljande åren minskade givan till 40 respektive 60 kg N per ha och år. Även en balanserad mängd fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) och bor tillfördes vid gödselspridningen. Vegetationsperioden längd är ca 170 dagar med en årsnederbörd under vegetationsperioden på ca 400 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Kvarnsjön ligger sydväst om Falun och beståndet som är ca 20 hektar anlades 1972. Beståndet ligger i en sluttning och därför har vi delat upp de parvisa jämförelserna så vi kan redovisa gödslingseffekten både i den övre och nedre delen av beståndet. Beståndet gödslades under perioden 1985-1989 med 320 kg N, 63 kg P, 143 kg K per hektar, samt med flera andra makro- och mikronäringsämnen (se bilaga 2, tabell 3). Kvarnsjöns nedre parti är fuktigare och har rörligt markvatten jämfört med den övre delen i både den gödslade som i den ogödslade delen (se bilaga 2, tabell 2). Temperatursumman är 1100 daggrader med en nederbörd under vegetationsperioden på 400 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Lillöjungsbo ligger nordväst om Edsbyn (figur 1) och planterades 1970. Beståndet i Lillöjungsbo har stor andel mo-mjåla fraktioner, där det gödslade delen av beståndet

har varierande jorddjup, medan de ogödslade delen av beståndet har ett mäktigt jorddjup (se bilaga 2, tabell 2). Den något nordligare breddgraden och att det ligger på över 300 m ö h gör att vegetationsperiodens längd är 152 dagar med en temperatursumma på ca 1000 daggrader (se bilaga 2, tabell 1). Gödslingen utfördes mellan 1986-1989, där kvävegivan sammanlagt har varit 300 kg N per hektar (se bilaga 2, tabell 3). I likhet med de andra försöken har man använt sig av ett fullgödselmedel i Lillöjungsbo.

Norr Sävasjön är beläget sydost om Gävle. Beståndet anlades 1965 och hade 2000 stammar per hektar vid försökets start. I försöket har parvisa jämförelseytor lagts ut. Den behandlade ytan är 3,6 ha och har gödslats med en högre giva under åren 1985-1989 (se bilaga 2, tabell 3). Jämförelseytan är 1,5 ha stor. Gödselgivan var åren 1985-1987 mellan 120-160 kg N per ha och år, åren 1988-1989 var behandlingen 60 kg N per ha och år. Även en balanserad mängd fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) och bor tillfördes vid gödselspridningen. Nederbörden under vegetationsperioden är för Norr Sävasjön ca 300 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Främlingshem är beläget utmed väg 254 sydväst om Gävle (figur 1). Det är ett parcellförsök som ingår i ett större trädslagsförsök utlagt av Bengt Jonsson år 1956. Parcellernas storlek är 0,14 ha vardera. Beståndet anlades genom bränning och sådd av blandfrö, tall och gran. På hösten 1961 röjdes den del av försöket som utnyttjas i det här sammanhanget till ett rent granbestånd. Näringsbevattnings med droppslangar har utförts under åren 1981-1990. Bevattningen gick till på så sätt att slangar var utlagda med 10 meters mellanrum och avståndet mellan droppdysorna var 1 meter. Mängden vatten som tillfördes var ca 100 mm per år fördelat på ca 100 dagar. Mängden N som tillförts har varierat kraftigt för de olika åren. Första året var givan 56 kg/ha sedan ökade den till 148-

237 kg ha och år för de närmaste tre åren. Därefter minskade givan till 74-100 kg per ha och år för de resterande åren. Andra näringsämnen som kalium, fosfor och bor har också tillförts (se bilaga 2, tabell 3). Under de första åren tillfördes dock inte någon fosfor alls. Nederbörden under vegetationsperioden är ca 300 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Risken är beläget norr om Långshyttan i sydöstra Dalarna (figur 1). Beståndet anlades 1967 och innehöll vid försökets start 1700 stammar per hektar. Försöket är utlagt med parvisa jämförelser. Storleken på de behandlade ytorna är för normal giva ca 10 ha samt för hög giva 10,8 ha. Den obehandlade jämförelseytan är 10 ha. Gödsling har skett under åren 1985-1989. På Risken har man delat upp området i två olika ytor med normal och hög giva (se bilaga 2, tabell 3). Ytan med normal giva har tillförts 60-80 kg N per ha och år och ytan med hög giva fick de tre första åren 90-160 kg N per ha och år. De resterande två åren 60 kg/ha N tillförts, men även fosfor, bor, kalium och magnesium. Försöksområdet ligger i en sluttning vilket innebär att det är stora skillnader i bonitet mellan övre och nedre delen och har därför delats in i två olika mätningar. Nederbörden på Risken är under vegetationsperioden i medel ca 350 mm (se bilaga 2, tabell 1).

Herrgårdstegen ligger söder om Hofors (se figur 1). Beståndet anlades 1966 och hade vid försökets början ett stamantal om 2000 stammar per hektar. Vegetationsperiodens längd är ca 160 dagar med en årsnederbörd på drygt 700 mm per år (se bilaga 2, tabell 1). Försöket är utlagt med parvisa jämförelser och har behandlats med en högre giva under åren 1985-1989 (se bilaga 2, tabell 2). På Herrgårdstegen har man tillfört 120-160 kg N per ha och år de tre första åren, medan de två efterföljande åren har man tillfört 60 kg N per ha och år. Även på Herrgårdstegen har man tillfört en balanserad mängd av makro- och mik-

ronäringsämnena (se bilaga 2, tabell 3). Storleken på den behandlade ytan är 13,6 ha och den obehandlade jämförelseytan är på 5,0 ha. Herrgårdstegen har tyvärr blivit gallrad de senaste åren, men vi mätte ändå in cirkelytorna och försökte bestämma de utgallrade trädens brösthöjdsdiameter med ledning av stubbarna. Resultaten har p.g.a. detta inte lika hög noggrannhet som de övriga områdena. Nederbörden under vegetationsperioden är ca 350 mm. Försöksområdet ligger i en sluttning vilket innebär att det är stora skillnader i bonitet mellan övre och nedre delen som därför har separerats vid uträkningar av volym och rekonstruktion av den löpande tillväxten.

Resultat

På Ackinvallshockeln, där plantorna var 0,2 meter höga vid gödslingsstarten 1989 (se bilaga 2, tabell 3), var den löpande tillväxten lägre i de bestånd som hade gödslats jämfört med det bestånd som var ogödslat (figur 2a). Den stående stamvolymen 2001 var nästen dubbelt så hög i det ogödslade beståndet jämfört med de gödslade och skillnaden var signifikant (se bilaga 2, tabell 4). Någon skillnad i produktion ifall man gödslade med kväve och magnesium eller med ett fullgödselmedel innehållande även fosfor, kalium, bor mm fanns ej.

Beståndet på Björnberget var liksom Ackinvallshockeln i plantstadiet där plantorna var 0,6 meter vid gödslingsstarten 1986. I motsats till Ackinvallshockeln gav gödslingen på Björnberget en ökning av den löpande tillväxten (figur 2b) jämfört med det ogödslade beståndet. Man ser tydligt en uppgång av den löpande tillväxten året efter sista gödslingen men som sedan går tillbaka redan efter ett par år för att därefter stiga, men i svagare takt. Den stående stamvolymen var 35,7 m³ sk per hektar för det gödslade beståndet och 20,7 m³ sk för det ogödslade, en skillnad som var svagt signifikant (se bilaga 2, tabell 4).

Bunken som är planterat på nedlagd åkermark var 4.0 meter högt vid gödslingsstarten. Bunken visade ingen markant produktionsökning som man brukar se 1-2 år efter första gödsling utan ökar successivt fram till 1990 (figur 2c). Gödslingseffekten varade fram till 1996. De 310 kg N per hektar som tillfördes sammanlagt under perioden 1985-1989 gav en mertillväxt på ca 20 m³ sk per hektar, en skillnad som var svagt signifikant (se bilaga 2, tabell 4). Bunkängen, som är beläget intill Bunken och växer på skogsmark, har två olika gödslingsregimer, en lägre giva på sammanlagt 325 kg N per hektar och en högre på 545 kg. Den löpande tillväxten ökade för de gödslade bestånden och gödslingseffekten verkar bestående fram till 2001 (figur 2d). Gödslingen med en lägre giva gav högre produktion jämfört med den högre givan och den stående volymen 2001 var 75.9 m³ sk per hektar för ogödslat, 113.7 m³ sk för den lägre givan och 97.0 m³ sk för den högre (se bilaga 2, tabell 4). Skillnaderna i stående volym mellan de gödslade behandlingarna och det ogödslade beståndet var båda signifikanta, men för den högre givan svagt signifikant.

I Edsken som ligger på mjålamark var den löpande tillväxten 1-2 m³ sk högre per hektar och år i det gödslade beståndet jämfört med det ogödslade (figur 2e). Skillnaden var störst i slutet på 80-talet några år efter gödslingsstarten 1985. Skillnaden i stående volym 2001 mellan gödslat och ogödslat var ca 30 m³ sk per hektar och svagt signifikant.

I Hemling som ligger betydligt längre norrut än andra lokaler tredubblades den löpande tillväxten i det gödslade beståndet jämfört med det ogödslade (figur 2f). I och med att beståndet ligger i en sluttning särskiljde vi uträkningarna mellan det övre, mellersta och nedre partiet. Det var stora skillnader i gödslingseffekt mellan det övre och nedre partiet jämfört med mellersta partiet, där gödslingseffekten var minst. I det nedre partiet var skillnaden nästan 100

m³ sk per hektar mellan gödslat och ogödslat, medan skillnaden var 20 m³ sk i det mellersta partiet. Om man summerar den stående volymen för de olika partierna i Hemling, så stod det ca 100 m³ sk per hektar i det gödslade beståndet medan 40 m³ sk per hektar i det ogödslade (se bilaga 2, tabell 4).

På Herrgårdstegen hade det ogödslade partiet i den nedre delen nästan lika hög produktion som det gödslade beståndet (figur 2g). Den löpande tillväxten ökade i likhet med Bunken relativt sakta i början men under hela 90-talet har den löpande stamvolymtillväxten varit dubbelt så stor i det gödslade övre partiet jämfört med det ogödslade övre partiet. Skillnaden mellan ogödslat och gödslat var i det nedre partiet ca 17 m³ sk per hektar medan den var ca 84 m³ sk per hektar i det övre partiet. Läger man ihop de stående stamvolymerna för det nedre och övre partiet var skillnaden mellan gödslat och ogödslat starkt signifikant (se bilaga 2, tabell 4).

I Högåsen gav den högre givan en markant ökning av den löpande stamvolymtillväxten medan den lägre givan gav en mer successiv produktionsökning (figur 2h). Gödslingseffekten på produktionen verkar mer bestående för den högre givan jämfört med den lägre. Den stående volymen var 2000 för den högre givan 144 m³ sk per hektar, 107 m³ sk för den lägre och 82 m³ sk per hektar för ogödslade och skillnaderna var signifikanta (se bilaga 2, tabell 4).

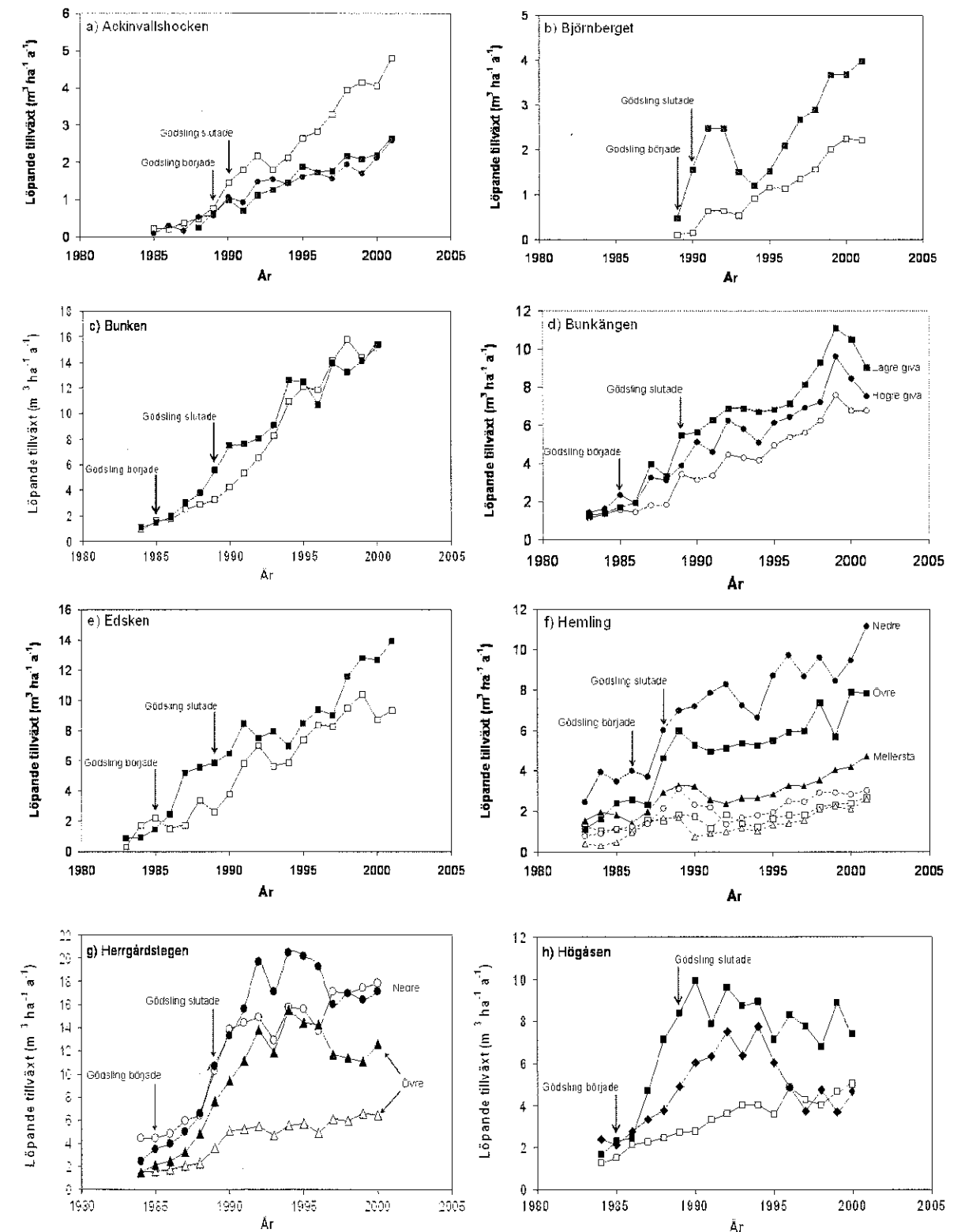


Figure 2 a-h. Öppna symboler representerar ogödslade referens medan fyllda symboler är gödslade behandlingar; (a) Ackinvalshocken där fyllda cirkelar representerar gödsling med N+Mg och fyllda fyrkanter N+mikronäringsämnen, (d) Bunkängen, där fyllda cirkelar representerar en högre gödslingsgiva och fyllda fyrkanter en lägre, (f) Hemling, där cirkelar representerar det nedre partiet, fyrkanter det övre och trianglar det mellersta, (g) Herrgårdstegen, där cirkelar representerar det nedre partiet och trianglar det övre partiet. (h) Högåsen gran där fyllda fyrkanter representerar en högre gödslingsgiva och romber en lägre gödslingsgiva.

Gödsling utfördes i de flesta fall under perioden 1985-1989. För mer detaljerad information om gödslingen se bilaga 2, tabell 3.

I contorta beståndet på Högåsen gav gödsling en snabb uppgång av den löpande tillväxten som varade i 5 år och har sedan dess varit något högre än det ogödslade beståndet (figur 3a). Mertillväxten vid gödsling har varit 23 m³sk per hektar och skillnaden är signifikant (se bilaga 2, tabell 4). Medeltillväxten per hektar och år under perioden 1985-2001 är för det ogödslade beståndet ca 11 m³ sk, en produktionsutveckling som motsvarar en G32.

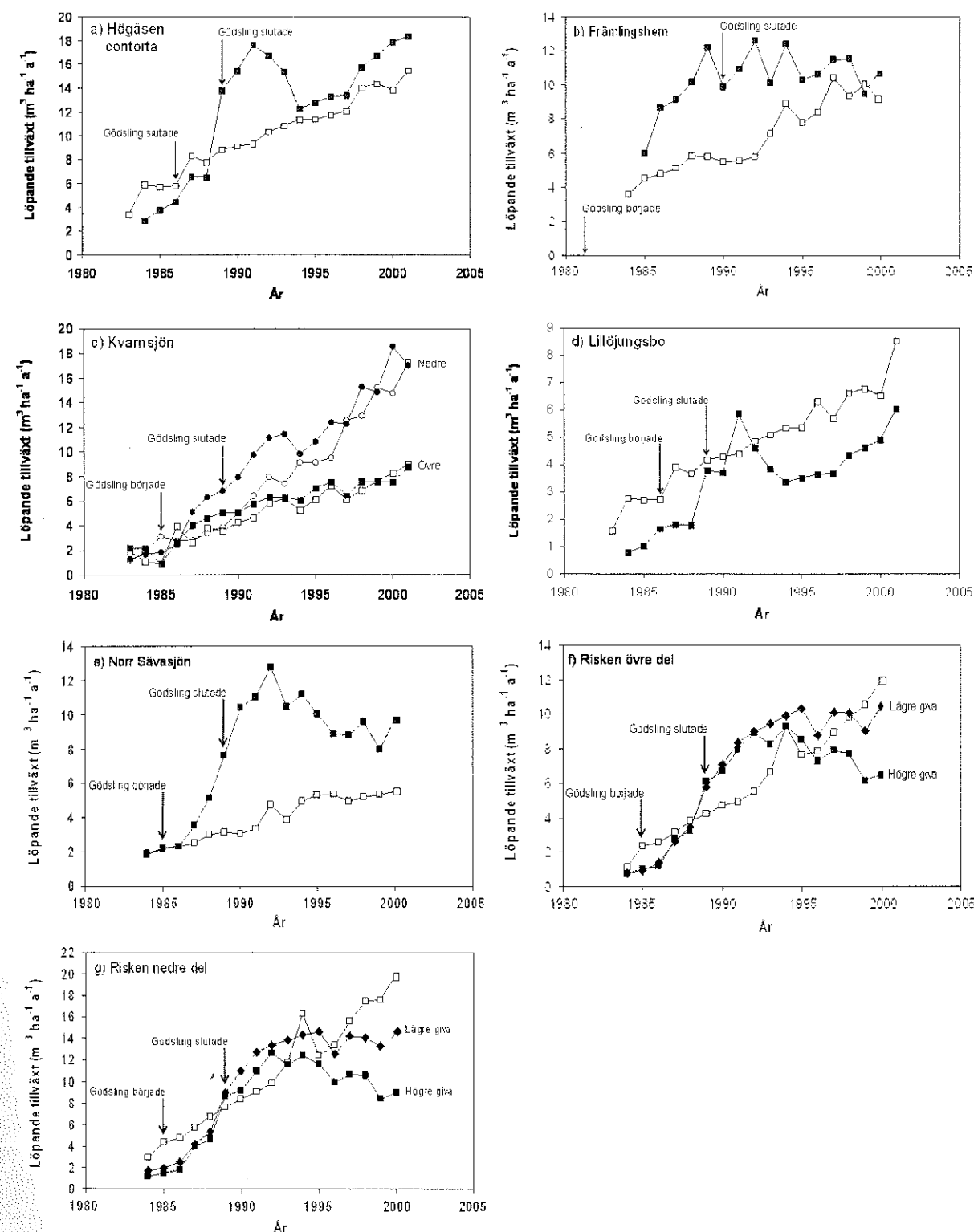
I Främlingshem gav gödslingen en effekt på stamvolymproduktionen redan de första åren man har lyckats rekonstruera den löpande tillväxten (figur 3b). Mertillväxten var under drygt 10 år ca 100% högre för det gödslade beståndet jämfört med det ogödslade. Effekten har avtagit under senare delen av 1990-talet, då det ogödslade beståndet har kommit ikapp det gödslade. I absoluta tal har produktionsökningen varit 51.9 m³ sk per hektar (se 2, tabell 4) och skillnaden mellan gödsling och ogödsling är starkt signifikant.

I Kvarnsjön är gödslingseffekten i det övre partiet minimal och man ser bara en svag uppgång av den löpande tillväxten under några år efter gödslingens start (figur 3c). I det nedre partiet ökar den löpande tillväxten i det gödslade beståndet men planar ut 1992-1996. I slutet av 1980-talet skjuter den löpande tillväxten fart i nedre partiet i det ogödslade beståndet och kommer ikapp det gödslade beståndet. Före gödslingsstarten fanns det inga synbara produktionskillnader mellan det övre och

nedre partiet men produktionen är under det senaste decenniet dubbelt så hög i det nedre partiet som i det övre.

Inga signifikanta skillnader fanns det mellan gödsling och ogödsling och merproduktionen var 18.5 m³sk per hektar i det gödslade beståndet (se bilaga 2, tabell 4). I Lillöjungsbo var det, i början innan gödsling, stora skillnader i produktionen, där det ogödslade beståndet hade mer än dubbelt så hög löpande tillväxt och en stående volym på 17.6 m³sk per hektar jämfört med 5.3 för det gödslade. Gödsling gav en kortvarig men markant uppgång av den löpande tillväxten ett par år efter gödslingsstarten och kommer ikapp den löpande tillväxten för det ogödslade beståndet (figur 3d). Efter 1993 så har den löpande tillväxten varit ca 2 m³sk lägre per hektar och år för det gödslade beståndet jämfört med det ogödslade. Merproduktionen under perioden 1986-2001 har varit ca 20 m³sk (se bilaga 2, tabell 4) högre per hektar för det ogödslade jämfört med det gödslade.

I Norr Sävasjön så gav gödslingen en markant uppgång och stor ökning av den löpande tillväxten (figur 3e). Den löpande tillväxten för det gödslade beståndet har periodvis varit 7-8 m³sk högre per hektar jämfört med det ogödslade beståndet. Gödslingseffekten har också hållit i sig ända fram till idag, där den löpande tillväxten 2000 var ca 10 m³sk för det gödslade beståndet och 6 m³sk för det ogödslade. Gödslingen har givit en merproduktion på 66.4 m³sk per hektar (se bilaga 2, tabell 4) och skillnaden är stark signifikant.



Figur 3a-f. Öppna symboler representerar ogödsling referens medan fyllda symboler är gödsling behandling; (a) Högåsen contorta, (b) Främlingshem, (c) Kvarnsjön där cirklar representerar det nedre partiet och fyrkanter det övre partiet, (d) Lillöjungsbo, (e) Norr Sävasjön, (f) Risken övre del där fyllda fyrkanter representerar den högre gödslingsskivan och romber den lägre gödslingsskivan, (g) Risken nedre del där fyllda fyrkanter representerar den högre gödslingsskivan och romber den lägre gödslingsskivan. Gödsling utfördes i de flesta fall under perioden 1985-1989. För mer detaljerad information om gödslingen se bilaga 2, tabell 3.

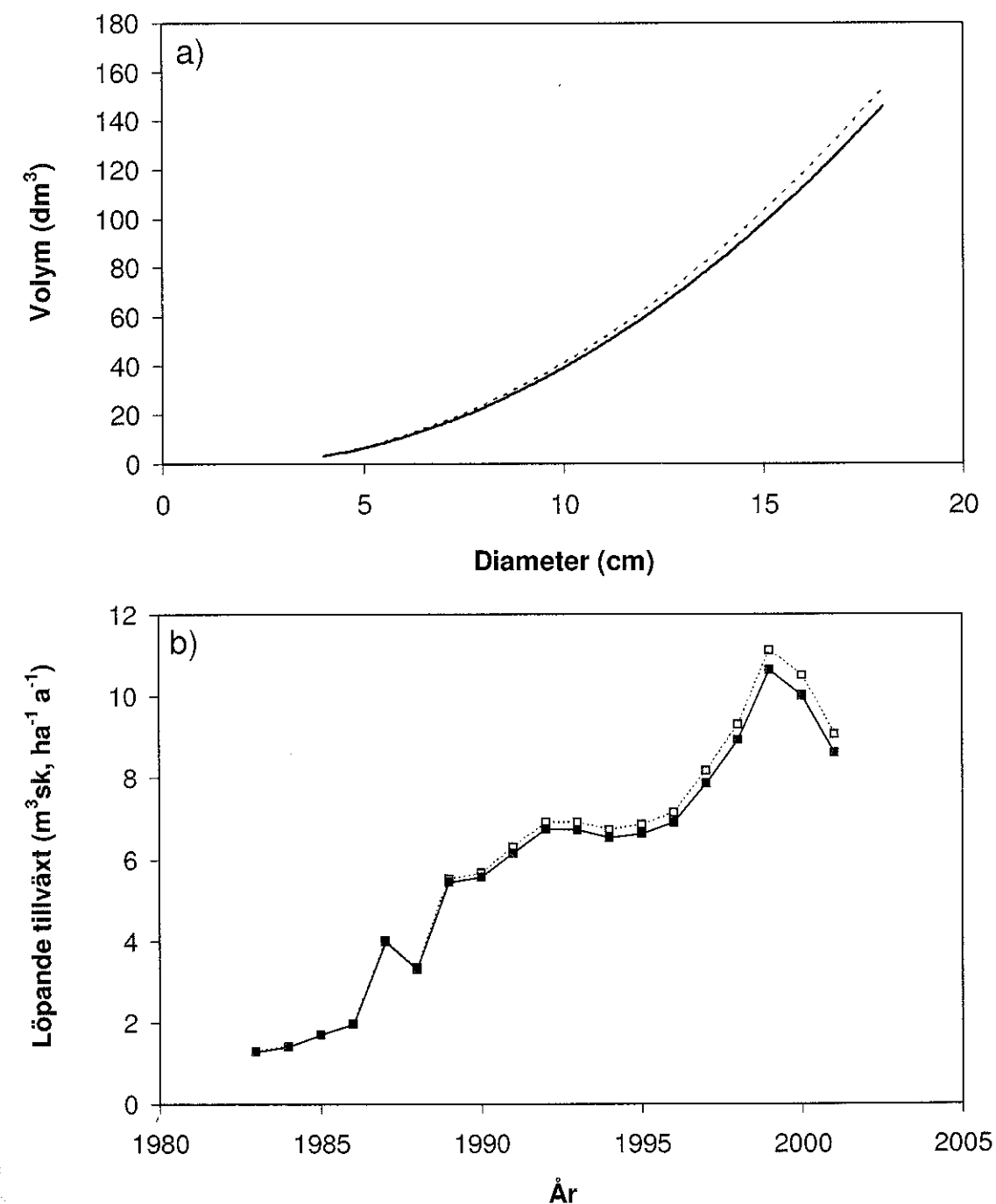
I Risken ger både den lägre och den högre givan en ökning av den löpande tillväxten i både det nedre och det övre partiet. Där-
emot kommer den löpande tillväxten för
det ogödslade beståndet ikapp de gödslade
bestånden i mitten av 1990-talet (figur 3f).
Under senare delen av 1990-talet har pro-
duktionen varit klart lägre i de gödslade
bestånden, särskilt beståndet med den högre
givan. Både det övre (figur 3f) och det
nedre partiet (figur 3g) uppvisar samma
trend och gödslingen gav i Risken ingen
merproduktion alls (se bilaga 2, tabell 4).

Diskussion

Metodiken för att rekonstruera tillväxtför-
loppet för de senaste decennierna kan med
all rätt kritiserars, eftersom man har använt
sig av för få antal provträd för flera lokaler.
Antalet provträd bör vara minst 20, medan
antalet provträd som man mätte höjden på
samt tog borrhspån ifrån och mätte års-
ringsutvecklingen på var i många fall bara
12. Vi gjorde denna avvägning av tids- och
kostnadsskäl, då det var viktigt för
syntesarbetet att ha produktionsdata från
flera försöksobjekt. På en del
försökslokaler är dock tillväxtförloppet
baserat på det dubbla antalet provträd. Vi
testade också hur mycket den sekundära
volymfunktion och tillväxtförloppet ändra-
de sig ifall man hade 12 istället för 24
provträd. I alla fall utom ett gav 12 prov-
träd en volymfunktion som underskattade
volymen för grövre träd jämfört då volym-
funktionen baserades på 24 provträd (figur
4a). Den stående volymen 2000 och 2001,
framräknat med en volymfunktion baserat
på 12 provträd, underskattades som mest
med 6% jämfört med 24 provträd. Figur 4b
visar den löpande tillväxten för Bunkäng-
en, då man har använt sig av en volym-
funktion baserad på

24 provträd (streckad) jämfört med 12
provträd (heldragen). Förklaringen är enkel
i och med att volymfunktionen för 12 prov-
träd underskattar den stående produktionen
mer ju grövre träden blir. En positiv indi-
kation på att vi har lyckats rekonstruera
den löpande tillväxten ganska väl är att vi
har fått en gödslingreaktion i de flesta fall
och att den kommer vid förväntad tidpunkt.

Vid ungskogsgödsling bör gödsling ske
från ca 2 meters höjd och till dess bestån-
det sluter sig riktigt. Korsnäs försök på
1980-talet påbörjades vid 2-5 meters höjd
men avbröts efter 4-5 års behandling, vil-
ket måste anses vara alltför tidigt. I dessa
delar av landet tar det ca 10-12 år innan
ungskogsgödslingen har gett full effekt på
den löpande tillväxten (Linder pers.
comm.). Tillväxteffekterna i försöken skul-
le öka och skillnaderna mellan ogödslade
och gödslade bestånd skulle bli allt större.
Man kan jämföra den löpande tillväxten de
första fem åren som behandlingarna pågick
i Korsnäs försök med produktionsutveck-
lingen de fem första åren i det relativt när-
belägna försöket i Stråsan. Vi har valt två
av Korsnäs försök vid denna jämförelse, ett
med måttlig gödslingseffekt (Edsken) och
ett med hög gödslingseffekt (Norr Säva-
sjön). Efter fem år har produktionsutveck-
lingen i Norr Sävasjön varit något större
jämfört med en av de allra bästa behand-
lingarna (N2P2K) på Stråsan (figur 5).
Efter åtta år har effekten avtagit i Norr
Sävasjön så att den kom ner till nivån för
N2P2K, vilket är naturligt eftersom göds-
ling avbröts år fem i Norr Sävasjön. Dock
ligger produktionsutveckling klart över
behandlingarna N1 (60 kg N per ha och år)
och N2 (120 kg N per ha och år). Produk-
tionsutveckling i Edsken ligger något un-
der N2P2K fem år efter första göds-

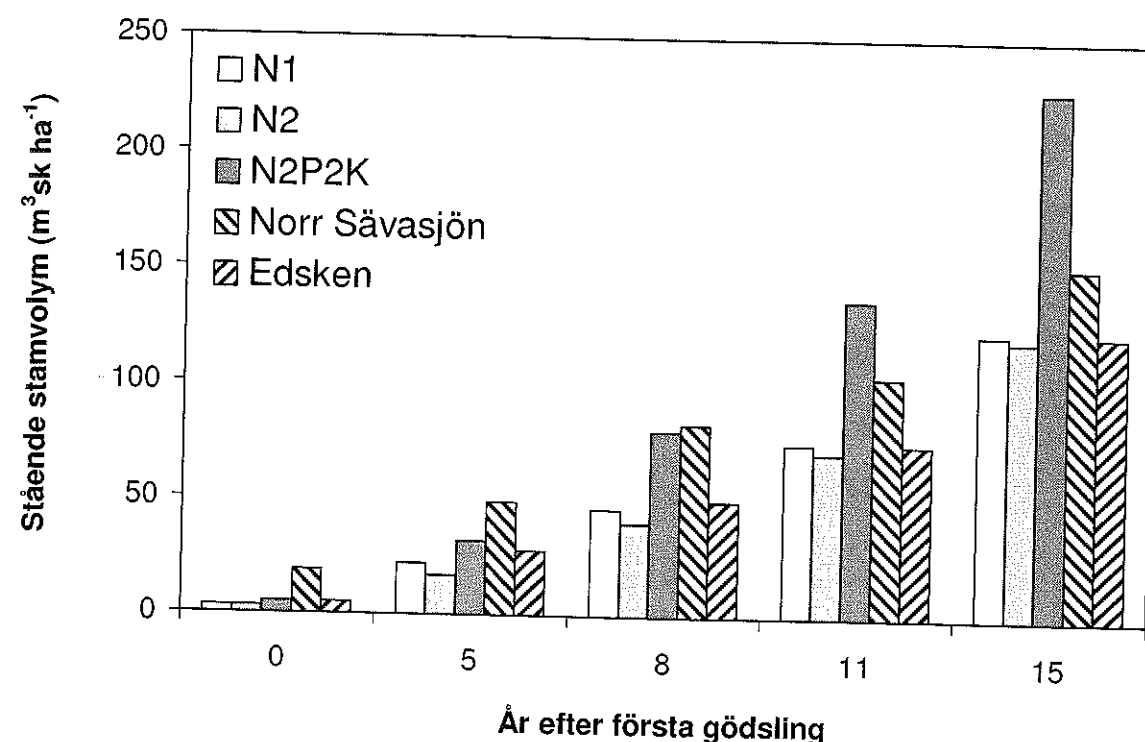


Figur 4a-b. (a) Sekundära volymfunktioner för Bunkängen baserade på 12 provträd (heldragen linje) och 24 provträd (streckad linje). (b) Rekonstruktion av den löpande tillväxten baserad på sekundära volymfunktioner baserad på 12 provträd (heldragen linje) och 24 provträd (streckad linje).

ling men före N1 och N2. Med tiden kom-
mer behandlingarna ikapp och ligger i nivå
med Edsken vid år 15. Effekten i Edsken
och Norr Sävasjön är fullt jämförbara med
de intensiva ungskogsgödslingsförsöken
men gödslingen gavs aldrig möjlighet att
nå till den maximala effekt på den löpande

tillväxten, då försöken avbröts alltför ti-
digt.

Gödslingen har för vissa år, särskilt i bör-
jan, varit lite väl sen v29-v35, vilket mot-
svarar mitten av juli till slutet av augusti.

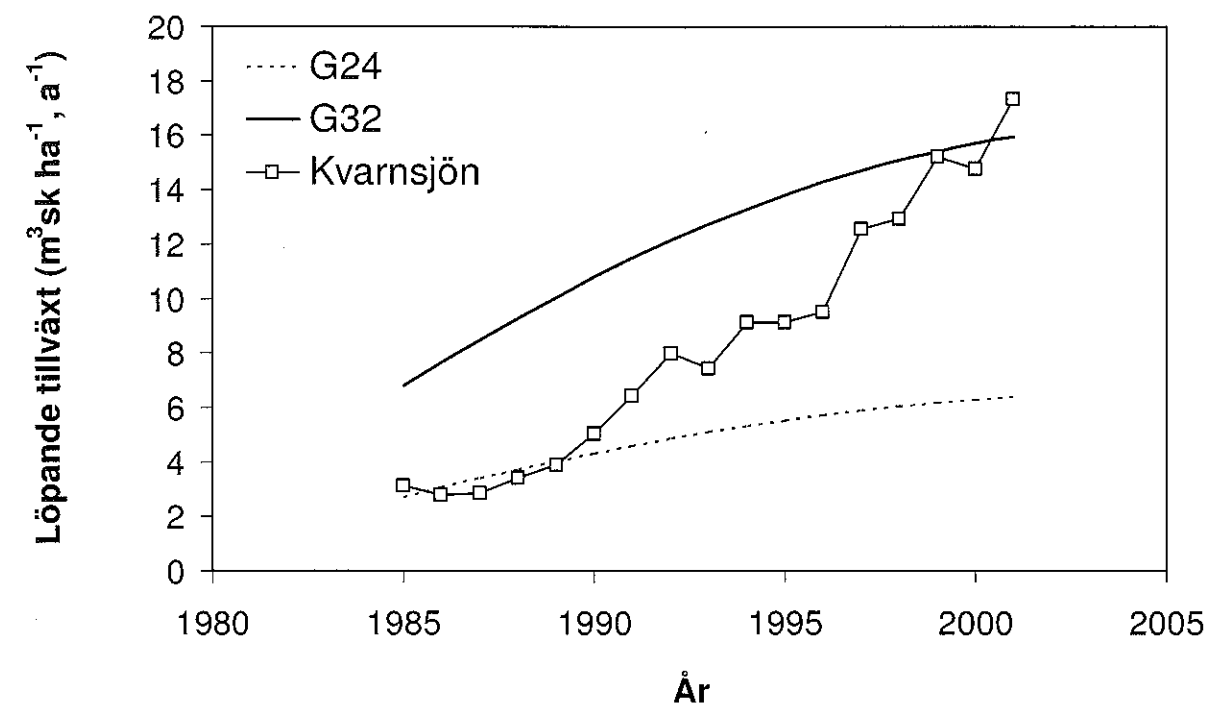


Figur 5. Stående volym för olika behandlingar i Stråsan (N1, N2 och N2P2K) jämfört med Norr Sävasjön stor gödslingseffekt och Edsken med lägre gödslingseffekt.

Gödsling efter det att den ovanjordiska tillväxten har upphört borde minska trädens förmåga att ta upp näringen och öka risken för läckage under höst, vinter och vår. Gödsling efter juni månad gör att gödslingseffekten blir fördröjd ett år då man gödslar för första gången, vilket man kan misstänka i flera av försöken. Om gödsling ska tas upp av årsskotten bör gödsling ske innan skottskjutning. Skogsförbättringar har funnit i sina fältförsök att gödslingstidpunkt har ingen större betydelse vid engångsgivor och kvävegivor på 150 kg N per hektar eller mer, men vid gödsling varje år och med mindre kvävegivor kan det sannolikt ha betydelse på kort sikt. Några experimentella belägg finns dock inte för detta påstående. På några lokaler har man börjat med en hög kvävegiva på 160-230 kg N per hektar för att sedan gå ner och för de sista två åren ha en giva så låg som 40 kg N per hektar och år. Behovet av näringsämnen vid ungskogsgödsling är något lägre i början och ökar efter ett par år då ökningen av barrmassa och tillväxten

skjuter fart. Vid gödsling varje år som i dessa försök skulle man kanske ha startat med 75-100 kg N per hektar och år för att sedan öka till 100-125 kg.

Tillväxtresponset har varit relativt långvarig för flera områden. En tänkbar förklaring till detta kan vara att en del av den tillförda näringen har tagits upp av träden medan en del har fastlagts i marken. Den mängd som fastläggs i marken ökar sannolikt ju mer man tillför, i synnerhet om man tillför näring vid ett flertal tillfällen. Den del som har bundits till marken kan senare bli tillgängligt för trädens upptag. Sedan bygger man upp barrmassan med gödsling, vilket skedde under 4-5 år för de flesta försöksområdena. Medellivslängden för granbarr 5-10 år är så lång att gödslingseffekten borde vara i minst 5-10 år efter det att gödslingen har upphört. Sedan kan man få en effekt av att de uppgödslade barråtgångarna kan ge ett extra näringstillskott då de dör, faller av och bryts ner i marken. Gödslingen kan även ha gett en mer lång-



Figur 6. Löpande tillväxt för ogödslade behandling i Kvarnsjön (fyrcanter). Streckad linje motsvarar produktionsutvecklingen för en G24 och heldragen linje en G32.

siktig upplagring av näringsämnen i marken, där en del av den bundna näringen kan mineraliseras och bli tillgängliga för träden igen.

De gödslade områdena i Herrgårdstegen och Kvarnsjön är belägna i en sluttning och det fanns anledning att tro att det finns stora skillnader i tillväxt och gödslingsreaktion mellan den övre och nedre delen av områdena. Gödslingsreaktionen i det övre partiet av Herrgårdstegen var stor där den löpande tillväxten har varit dubbelt så hög. Det är värt att notera att gödslingseffekten i det övre partiet håller i sig än idag (se figur 2g). I det nedre partiet av Herrgårdstegen har det ogödslade området nästan lika hög tillväxt som det gödslade. Kvarnsjön visar upp samma mönster i det nedre partiet där det ogödslade området har nästan samma tillväxtutveckling som det gödslade (figur 3c). Om man studerar båda områdena noggrant med avseende på topografi och kontrolltyornas belägenhet, så kan man misstänka att det har läckt näringsämnen från de gödslade stråken och transporterats till nedre partierna. Detta är särskilt tydligt för

Kvarnsjön där kontrolltyorna i nedre partiet ligger i en smal kil mellan två gödslingsstråk. En ytterligare indikation på detta är att tillväxten i det ogödslade nedre partiet i Kvarnsjön följer till en början en G24's tillväxtförlopp men efter några år efter gödslingsstarten avviker tillväxtkurvan kraftigt uppåt (figur 6) och tillväxten i det nedre partiet motsvarar ungefär en G32. I Herrgårdstegen har det ogödslade partiet i den nedre delen en högre ursprungsbonetet, eftersom den var förväxande fram till 1987 (figur 2g), om man jämför med de andra områdena. Detta kan också ha haft en inverkan på att skillnaden mellan ogödslat och gödslat har varit liten. Det som är svårt att förklara är varför gödslingsreaktion i det övre partiet av Kvarnsjön har varit obefintlig.

I Bunken, Bunkängen och Edsken är gödslingseffekten förhållandevis liten. Den ursprungliga produktionsförmågan i Bunken (G28) var hög för att vara i Gävletrakten. Mertillväxten vid gödsling blev liten eftersom näringsförhållandena redan var goda. Beståndet är planterat på nedlagd

jordbruksmark och marken är en brunjord med stor andel lera. Andelen lera kan också påverka vattentillgången för granbeståndet, då lera kan hålla markvattnet så pass hårt genom kapillärkraft, att det inte är tillgängligt för upptag via trädens rötter. Beståndets behov av vatten ökar med ökad barrmassa och effekten av vatten på barrmassans utveckling och produktionen borde bli större då beståndet börjar sluta sig. Bunkängen ligger på sandmark, som är genomsläppligt för både vatten och växtnäring. En del av den tillförda näringen kan ha perkolerat genom markprofilen innan den kunde tas upp av rötterna. Bunkängen har också ett varierande jorddjup, vilket innebär att en stor andel av marken har ett grunt jorddjup, något som inverkar negativt på rötternas möjlighet att breda ut sig och ta upp vatten och näring. Någon naturlig förklaring till att den högre givan gav sämre mertillväxt än den lägre har vi inte. Möjligen kan den höga initiala dosen för den höga givan på 230 kg N ha gett upphov till näringsobalanser, där merparten av tillfört kalium har läckt ut medan kvävehalten i barren varit hög. Edsken ligger på mjålamark och kan inverka på vattenförhållandena i beståndet, då mjåla har stor förmåga att hålla vatten. Fuktig mark kan ibland ge syrefattig miljö i rotzonen och inverka negativt på rötternas funktion och upptag av vatten och näring. Eventuellt kan jordtexturen ha påverkat gödslingseffekten. Mjålamarker kan också ge upphov till sen tjällossning och försena tillväxtstarten på våren.

Risken och Lillöjungsbo är de områden där gödslingseffekten i det närmaste har varit obefintlig. I Risken ser man en effekt av gödslingen särskilt i den övre delen som håller i sig i åtta år (figur 3f-g). Under de senaste tre åren har referensen gått om de gödslade behandlingarna i den övre delen av Risken. I det bestånd som har fått den högre givan har den löpande tillväxten avtagit markant sedan 1992 (figur 3f-g) på ett oförklarligt sätt. I den nedre delen av Risken är gödslingseffekten mindre jäm-

fört med övre och referensen har en löpande tillväxt som är mer än 4 m³ högre per hektar och år än de gödslade. Vad man tydligt kan se är att referensytorna har varit förväxande innan dess att gödslingen började och sannolikt kan bonitetsskillnader ha inverkat på resultaten. Skillnader i ursprunglig produktionsförmåga mellan de gödslade och ogödslade partierna är ännu tydligare i Lillöjungsbo, där den stående volymen vid gödslingssstarten för de ogödslade ytorna var mer än tre gånger så stor. I figur 3d kan man se att de gödslade bestånden kommer ikapp de ogödslade och går till och med om de ogödslade men faller sedan tillbaka nästan omedelbart efter det att gödslingen har upphört. Något som kan ha inverkat på att tillväxtnivån var lägre i de gödslade beståndet och att gödslingseffekten var så kortvarig är att jorddjupet var varierande/grunt i det gödslade beståndet i Lillöjungsbo.

Vid gödslingssstarten i Ackinvallshockeln och Björnberget var plantorna inte mer än 0.2 respektive 0.6 meter höga. I Ackinvallshockeln växte faktisk det ogödslade beståndet signifikant bättre än de gödslade. Vid gödsling av plantskog är det en stor risk för att undervegetationen konkurrerar med plantorna och kan i många fall ge upphov till att gödslingseffekten uteblir eller till och med orsaka tillväxtförluster. Plantorna har inte heller hunnit bygga ut sitt rotsystem och täcker endast en liten del av beståndsarealen. Oftast bör gödsling i ungskog kombineras med herbicidbehandling för att förhindra vegetationskonkurrens. I Björnberget var plantorna något högre och i det gödslade beståndet verkar plantorna klarat av konkurrensen bättre.

Norr Sävasjön, Högåsen, Hemling och Främlingshem är de försöksområden som har gett bäst gödslingseffekt. Dessa bestånd ligger på vanlig svensk skogsmark med sandig-moig morän, mäktigt jorddjup, medelgod bonitet för regionen, frisk eller fuktig mark. I Norr Sävasjön har den löpande tillväxten under de senaste 15 åren

varit 250% högre för det gödslade beståndet jämfört med det ogödslade. I absoluta tal är merproduktion vid gödsling störst av alla undersökta områden. Under 2000 var den löpande tillväxten fortfarande nästan dubbelt så hög. De gödslade beståndet i Norr Sävasjön fick en högre giva på sammanlagt 535 kg N per hektar (se bilaga 2, tabell 3). I Högåsen gav den högre givan störst och mer långvarig tillväxteffekt, precis som man kan förvänta sig. Merproduktionen och långvarigheten är nästan helt identisk med den i Norr Sävasjön. Däremot gav den lägre givan i Högåsen knappt hälften av den mertillväxt som den högre givan gjorde. MoDo's gödslingsförsök i Hemling gödslades bara under en 3-års period med sammanlagt 300 kg N per hektar. I detta försök har tillväxteffekten i relativa termer varit som störst i jämförelse med de andra försöken. Den löpande tillväxten har under de senaste 15 åren varit 300% högre för de gödslade jämfört med de ogödslade. Det är också mycket intressant att i det övre och lägre partiet av det gödslade området i Hemling är gödslingseffekten betydligt högre än i mellanpartiet. I det nedre partiet är mertillväxten nästan 100 m³sk per hektar, i det övre partiet 70 m³sk och mellanpartiet endast 20 m³sk. Vad detta beror på borde studeras närmare. I Främlingshem har man tillfört mer växtnäring (1100 kg N per hektar) och under en längre period jämfört med alla de andra försöken. I det avseendet är tillväxteffekten inte så stor som den borde vara om man exempelvis jämför med försök som Stråsan och Flakaliden. Orsaken till detta som man tidigare har varit inne på beror antagligen på att man har droppbevattnat försöket, där mellanrummet mellan droppdysorna visserligen har varit en meter men avståndet mellan slangarna har varit 10 meter. Designen innebär att endast en del träd och delar av trädens rotsystem har erhållit växtnäring. Dessutom har tillförseln av kväve varit för hög (237 kg N per hektar och år) under några år, vilket sannolikt har gett upphov till kväveläckage. I likhet med att stora koncentrerade rishögar på ett hygge ger

större näringsläckage än om man sprider ut riset, är förlusterna genom kväveläckage sannolikt större om man tillför näring på en del av beståndsarealen. På grund av att gödslingen gav upphov till snabbare och mer fullslutna bestånd har kronorna blivit upphissade i de gödslade behandlingarna och barrmängden har efter man slutat att gödsla minskat för de gödslade behandlingarna. Detta är sannolikt förklaringen till att de ogödslade ytorna nu är ikapp de gödslade. Man har tillfört en relativt liten mängd fosfor i försöket i Främlingshem, jämfört med den stora mängden kväve. I Stråsanförsöket gav fosforgödsling en markant mereffekt när man tillförde högre givor i kombination med kvävegödsling. Som tidigare nämnts tillfördes inte något fosfor under de första åren i Främlingshem.

Tall och contorta

I Högåsen fanns också ett bestånd planterat 1973 med contorta. Gödslingreaktion var kraftig där den löpande tillväxten fördubblades under en 5-års period. Contorta verkar lämpa sig för ungskogsgödsling och har utan gödsling en produktion som är betydligt bättre än vår inhemska tall även sett ur ett längre tidsperspektiv. I ett examensarbete, utfört av Tomas Hållbus och Jonas Lindblom vid skogsmästarskolan i Skinnskatteberg, var det tydligt att contorta reagerade mycket kraftigare på gödsling än vanlig tall. I de undersökta försöken var produktionen utan gödsling betydligt högre för contorta än för vanlig tall (tabell 1).

Tabell 1. Merproduktionen vid gödsling i m³sk per hektar för vanlig tall och contorta tall för de olika försökslokalerna. Vissa försök har även behandlats med en lägre och en högre gödselgiva.

Försökslokal	Tall lägre giva	Tall högre giva	Contorta lägre giva	Contorta högre giva
Främlingshem		60		
Hällsjön	13	29		
Högåsen	25	35	23	
Igulin				70
Kallbergssjön	12	27		
Tillbergsvägen			30	
Värasen	14	5	16	73

Det framgår också tydligt att en högre giva ger större gödslingseffekt, särskilt för contorta (se Värasen). Det enda försök där den högre givan gett en lägre merproduktion är för vanlig tall i Värasen. I Hällsjön utsattes försöket för kraftig älgbetning, särskilt området med den högre givan. Detta påverka sannolikt gödslingseffekten negativt. I Kallbergssjön fick mätytorna för den lägre givan betydligt mindre gödselmedel pga flygtekniska skäl. Att produktionen var så hög för vanlig tall i Främlingshem beror på att försöket pågick under en mycket längre tid och betydligt mer gödselmedel tillfördes jämfört med de andra försöken som avslutades efter fyra års behandling. Vid Främlingshem användes också näringsbevattning.

Är ungskogsgödsling ett effektivt sätt att använda kväve?

I tabell 4 (se bilaga 2) är mertillväxten per 10 kg tillfört N uträknat för att kunna jämföra ungskogsgödsling med traditionell engångsgödsling. Vid engångsgödsling får man vid en kvävegiva på 150 kg en merproduktion på 10-20 m³ per hektar. Om vi räknar med 15 m³ per hektar ger gödslingen 1 m³ per 10 kg N. De försök i tabell 4 (bilaga 2) som är under 1 m³ är således sämre (9 stycken) än traditionell gödsling och de som är över bättre (7 stycken). Sannolikt hade fler varit bättre ifall de inte hade avbrutits i förtid. Om vi ser till andra försök som har fått pågå till dess att be-

ståndet har slutit sig ordentligt ligger den sämsta N-behandlingen i Stråsan på 0.68 m³ och den bästa på 3.4. De flesta behandlingar med kväve ligger mellan 2-3 m³ och det är bara en av 16 behandlingar som ligger under 1 m³ (N3). I Flakaliden är siffran för närvarande 1.2 m³ medan den är 1.3 för Asa för de fastgödslade behandlingarna. Siffran kommer att öka framöver, dels eftersom bestånden har slutit sig och man har övergått till gödsling vart femte år istället för varje år och dels beroende på att produktionen mellan ogödslat och fastgödslat fortsättningsvis sannolikt kommer att skilja sig markant.

Syntes av Korsnäs försök

- Kraftiga sluttningar (topografin) verkar ha stor betydelse för gödslingseffekten och i flera fall ger övre partier i en sluttning sämre gödslingseffekt. Om detta beror på lägre jorddjup eller att en betydande del av gödselgivan har transporterats till de nedre partierna i sluttningarna är svårt att säga. Helt motsatta effekter har dock erhållits där de övre partierna har gett högre produktionseffekt men oftast är detta i svagt sluttande partier.
- En klar tendens är att grunda marker eller marker med varierande jorddjup ger dålig gödslingseffekt. Därför är rekommendationen att undvika att gödsla partier med grunt eller varierande jorddjup.
- Markens textur har möjligtvis inverkat på gödslingseffekten där sandmarker, mjåla och lermarker har gett sämre gödslingseffekt än sandig-moig morän.
- Medelhöjden i beståndet då man börjar gödsla verkar inte ha påverkat gödslingseffekten inom det intervall vi har haft möjlighet att studera (2.5-5.0 m). Dock ska man vara mycket försiktig att börja gödsla för tidigt (före 1.0 meters höjd) utan att kombinera det med herbicidbehandling,

då man gynnar fältvegetationen mer än plantorna.

- Gödslingseffekten har i många fall varit långvarig trots att försöken avbröts "halvvägs". Därför är det sannolikt att produktion kan bibehållas ganska väl då man övergår till ett mer intensivt gödslingsintervall när bestånden sluter sig.
- På bättre jordbruksmark kan merproduktionen vara för liten för att ungskogsgödsling ska betala sig i en nuvärdeskalkyl. Däremot kan genetisk förädlad material och eller alternativa trädslag vara ett alternativ som Sitkagran i södra Sverige, istället för gran och contorta istället för tall.
- En större gödselgiva har i vissa fall gett en ökad och mer långvarig mertillväxt och i andra fall inte. En initial gödselgiva på ca 100 kg N per hektar och år för att sedan minska till 75 kg N per hektar och år, räcker antagligen för att nå maximal merproduktion. Gödselgivor på 40-60 kg N per hektar och år i ungdomsfasen verkar vara för lågt.
- Contorta kombinerat med en högre gödslingsgiva (> 60 kg N per hektar och år) verkar vara ett mycket effektivt sätt för att öka produktionen.

Markkemiska och markfysikaliska förhållanden borde studeras närmare i några av försöken där vi inte kan förklara skillnaderna i gödslingseffekten mellan olika partier. Dessa försök är främst Hemling, Herrgårdstegen, Risken och Kvarnssjön.

Enligt barranalyser i slutet av 80-talet har i de flesta försöken magnesiumhalten gått ned vid gödslingen, särskilt vid högre givor av kväve. Nedgången är i somliga fall måttlig men i andra fall större så att halten underskrider de värden som av olika forskare anses som begränsande för tillväxten. Halten var särskilt låg, när det gäller fjolårsbarr. Denna fråga bör studeras med dagens vetande. Kanske finns det anledning att undersöka huruvida bor tillförseln varit

tillräcklig. I detta sammanhang borde det också kontrolleras om det på vissa marker behövs extra tillförsel av fosfor.

Litteraturlista

- Albrektson, A., Aronsson, A. and Tamm, C.O., 1977. The effect of forest fertilisation on primary production and nutrient cycling in the forest ecosystem. *Silva Fenn.*, 11: 233-239.
- Albaugh, T.J., Allen, H.L., Dougherty, P.M., Kress, L.W., King, J.S., 1998. Leaf area and above-and belowground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *For. Sci.* 44, 317-328.
- Andersson, S-O., 1954. Funktionen und Tabellen zur Kubierung kleiner Bäume. *Medd. Stat. Skogsför-söksanst.*, 44(12): 1-29. (In Swedish, German summary).
- Andersson M., Bergh, J., Börjesson, P., Dahlin, B., 200X. Potential to increase biomass production in Swedish forestry by using nutrient optimisation. *Journal of Biomass and Bioenergy* (submitted)
- Axelsson, B. and Axelsson, E., 1986. Changes in carbon allocation patterns of spruce and pine trees following irrigation and fertilisation. *Tree Physiol.*, 2: 189-204.
- Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T., Elfving, B., 1999. The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *For. Ecol. Manage.* 119, 51-62.
- Bergh, J., Linder, S., Bergström, J. 1999. Intensivodling av gran – en outnyttjad möjlighet. *Fakta Skog* nr 2/99 ISSN 1400-7789
- Bergh, J., Linder, S. and Bergström, J. 2005. The potential production for Norway spruce in Sweden. *Forest Ecology and Management* 204, 1-10.
- Brandel, G., 1990. Volume functions for individual trees. *Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. of Forest Yield Research, Report 26*, 183 pp. (In Swedish, English summary) ISBN 91-576-4030-0.
- Colbert, S.R., Jokela, E.J., Neary, D.G., 1990. Effects of annual fertilization and sustained weed control on dry matter partitioning, leaf area, and growth efficiency of juvenile loblolly slash pine. *For. Sci.* 36, 995-1014.
- Eriksson, H., 1976. Yield of Norway spruce in Sweden. *Royal College of Forestry, Dept. of Forest Yield Research, Report 41*, 291 pp. (In Swedish, English summary).
- Eriksson, B., 1985. Nederbörds och humiditetsklimatet i Sverige under vegetationsperioden. SMHI, RMK 46. Norrköping. (In Swedish)
- Hamilton, G.J., Christie, J.M., 1971. *Forest Management Tables (metric)*. Forestry Commission. Booklet No. 34, 201 pp.
- Hägglund, B. and Lundmark, J-E. 1977. Site index estimation by means of site properties of Scots pine and Norway spruce in Sweden. *Studia Forestalia Suecia.*, 138: 1-33.
- Imo, M., Timmer, V.R. 1999. Vector competition analysis of black spruce seedlings to nutrient loading and vegetation control. *Can. J. For. Res.* 29: 474-486.
- Linder, S. and Axelsson, B., 1982. Changes in carbon uptake and allocation patterns as a result of irrigation and fertilisation in a young *Pinus sylvestris* stand. In: Waring, R.H., (Ed.) *Carbon Uptake and Allocation in Subalpine Ecosystems as a Key to Management*. For. Res. Lab., Oregon State Univ., Corvallis, USA, pp. 38-44.
- Linder, S., 1985. Potential and actual production in Australian forest stands. In: Landsberg, J.J., Parsons, W., (Eds.) *Research for Forest Management*, CSIRO, Melbourne, Australia, pp. 11-35.
- Linder, S. 1987. Responses to water and nutrition in coniferous ecosystems. In: Schultze, E.D. and Zwölfer, H. (Editors). *Potentials and Limitations of Ecosystem Analysis*. *Ecol. Stud.*, 61: 180-202. Springer Verlag.
- Linder, S. 1995. Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. *Ecol. Bull. (Copenhagen)*, 44: 178-190.
- Linder, S. 1997. Virkesproduktionens gränser. *KSLAs tidskrift, Årg.136, nr 10*: 21-27. Skogsbruk på väg – vart, hur och för vem?
- Nilsson, U., Örlander, G. 2003. Response of newly planted Norway spruce seedlings to fertilisation, irrigation and herbicide treatments. *Ann. For. Sci.* 60: 1-7.
- SAS System for Windows, Version 6.12. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Tamm, C.O., 1991. *Nitrogen in Terrestrial Ecosystems, Questions of Productivity, Vegetational Changes, and Ecosystem Stability*. *Ecol. Stud.* 81, Springer-Verlag, 115 pp.
- Tamm, C.O., Aronsson, A., Popovic', B., Flower-Ellis, J., 1999. Optimum nutrition and nitrogen saturation in Scots pine stands. *Stud. For. Suec. No. 206* (Uppsala), 126 pp.
- Vose, J., Allen, H.L., 1988. Leaf area, stemwood growth, and nutrition relationships in loblolly pine. *For. Sci.* 34, 547-563.

Bilaga 1.

Bakgrundsbeskrivning till försök med behovsanpassad gödsling

Inledning

Under 80-talet lades det ut ett stort antal försök med behovsanpassad gödsling. Korsnäs AB stod för närmare 30 stycken av dessa försök. De syftade till en snabb praktisk tillämpning. De är belägna i norra Svealand och södra Norrland. SCA och dåvarande MoDo var intresserade av verksamheten och lade ut var sitt försök. För att man skall förstå varför dessa försök kom till och varför de nu blivit uppmätta och bearbetade fordras det en redogörelse för bakgrund och syfte. Gödslingens roll tillsammans med andra skogsskötselåtgärder bör också behandlas.

Utvecklingen av praktisk gödsling

En praktisk tillämpning av gödsling inom svenskt skogbruk började först under andra hälften av 50-talet och under 60-talet. En redogörelse för utvecklingen av gödslingen publicerades 2003 som en del av beskrivningen av skogsskötseln inom Kramfors AB. Författare var Bengt Johansson, Falun. Man studerade gödslingar i Norge och Tyskland. I det utvecklingsarbete som utfördes undersöktes olika lösningar, men det utmynnade så småningom i det som vi nu kallar traditionell eller konventionell gödsling, dvs en kvävegiva på omkring 150 kg/ha vart 6:e till 7:e år. Så småningom började man tillsätta bor till gödselmedlet. I den storskaliga gödslingen behandlade man mest medelålders och äldre skog. Men det konstaterades att det under gynnsamma förhållanden gick att få bra gödslingseffekter i yngre bestånd. De ekonomer som var inkopplade på gödslingen använde sig av nuvärdeskalkyler på de bestånd som behandlades och då erhöll man god ekonomi endast på gödsling av äldre bestånd, som alltså inte hade lång tid kvar till slutavverkningen. De betraktade inte ett skogsbruk som en enhet. De accep-

terade till en början inte resonemanget att om man ökar produktionen någonstans inom ett skogsinnehav, som har avverkningsmöjligheter inom olika åldersklasser, kan man öka avverkningen någon annanstans inom innehavet. Numera torde det inte vara många som protesterar mot de tankegångarna. Men ändå kanske handlandet i viss mån har styrts av kvardröjande effekter av ekonomernas tidigare ståndpunkter.

Den traditionella gödslingen fick så småningom stor omfattning i Sverige, uppåt 190 000 ha per år. Men den har sedan av olika anledningar gått ned och omfattar nu 20 000 - 25 000 ha per år.

Syftet med gödslingen

Liksom jordbruket har skogsbruket velat öka produktionen och göra det på ett lönsamt sätt. Syftet med gödslingen kan allmänt anges med följande punkter. Man vill:

1. Öka tillgången på virke för industrin. Under en lång period förutsåg man en svacka i virkestillgången och vidtog en mängd åtgärder så att man skulle kunna fylla ut denna svacka, t ex introduktion av snabbväxande contorta, som kunde drivas med kortare omloppstid. Gödsling var en annan åtgärd som passade bra in i det programmet.

2. Sänka kostnaderna:

a. De direkta drivningskostnader genom större produktion per ha och genom grövre dimensioner.

b. De fasta genom större virkeskvantiteter per arealenhet.

c. Transportkostnaderna genom att öka virkesproduktionen närmare industrin.

3. Öka intäkterna. Skogsbrukets kostnader har sänkts genom förenklingar och rationaliseringar. Den verksamheten kan sägas ha pågått med stor intensitet i ett halvt sekel. Mindre uppmärksamhet har kanske ägnats åt att öka intäkterna, trots att det funnits

möjligheter att gå även den vägen för att bibehålla eller förbättra lönsamheten. Ett kraftfullt medel att öka intäkterna är gödsling.

Punkt 2 b och delvis punkt 3 kan illustreras med ett mycket konkret exempel från min förvaltaretid. I början på 60-talet var det ända upp till 300 anställda på förvaltningen. I slutet av 60-talet var det endast 70 stycken. Denna förändring hade åstadkommits genom traktorisering, genom förenklig och förbättring av metoderna och genom utbildning av personalen. Förvaltningen blev alldeles för liten. Gödslingen under 1966 av en stor areal var då mycket välkommen eftersom den ökade avverkningen och därmed sysselsättningen för den apparat som fanns. Ökningen av avverkningen var tyvärr inte tillräcklig utan redan efter 5 år måste en större förvaltningsenhet skapas. Någon inverkan hade gödslingen dock haft och värdet på förvaltningens skog hade vuxit.

Gödslingen har haft betydelse för en del företag som utjämnare av konjunkturerna. Utan alltför stor olägenhet gick det att variera kvantiteten mellan olika år. En sådan variation ger bättre likviditet och vinstfördelning.

Dessa positiva effekter framfördes redan när man började med den traditionella gödslingen men de gäller i ännu högre grad i samband med behovsanpassad gödsling som behandlas nedan. Tillväxtökningen per ha och dimensionsutvecklingen blir nämligen avsevärt större vid behovsanpassad gödsling i de flesta fall.

Sveriges virkesförsörjning

För att man skall förstå introduktionen av gödslingen och dess omfattning under olika perioder är det nödvändigt att se på Sveriges virkesförsörjning. Under 70-talet var det något år som avverkningen i Sverige var större än tillväxten och industrins behov av virke var stort. Det blev då en viss oro för att landets virkestillgång inte skulle

räcka till. Man sökte sig då utomlands, främst till tropikerna, för att genom olika åtgärder trygga virkesförsörjningen. Möjligheterna var där stora att få hög produktion per ha. Svenska skogsmän förvärvade då värdefulla erfarenheter och kunskaper som kunde utnyttjas hemma i Sverige. Brister ifråga om infrastrukturen och ifråga om den politiska stabiliteten gjorde att det inte var så lätt att utnyttja de stora tillväxtmöjligheterna. Det blev ett växande intresse för att öka produktionen inom landet. Det visade sig också att det fanns stora möjligheter att förbättra produktionen och kvaliteten om man kombinerade olika åtgärder -- gamla och nya -- på ett optimalt sätt.

Utvecklingen blev emellertid sådan att avverkningen som andel av tillväxten minskade. Oron för virkesförsörjningen avtog då och virke kunde anskaffas från andra länder, t ex öststaterna. Den allmänna kritiken från miljövärden mot gödslingen och skogsbrukets intresse för certifieringen har också medfört att gödslingen minskat. Under de senaste åren förefaller dock intresset för gödsling ha ökat och det har resulterat i att Fiberskogprojektet, som skall behandlas nedan, har fått ett antal intressenter från skogsbruket. Men detta har ännu inte ökat gödslingens omfattning.

På allra sista tiden har avverkningarna inom landet ökat och man tror att virkesbehovet kommer att stiga. Orsakerna till detta torde främst vara industrins ökade behov, intresset för biobränsle och minskade möjligheter att importera virke. Samtidigt minskar tillgången på virke genom avsättningar av skogsmark till reservat och genom andra åtgärder för att tillgodose miljövärdens krav. Vissa debattörer är bekymrade, andra anser att det finns möjligheter att avverka mera och att det alltså finns möjligheter att lösa problemen.

Förhållandena och besluten har varit olika hos olika företag. Sålunda har gödslingen i

allmänhet inte haft stor omfattning hos de privata skogsägarna.

I och med stormen nu i januari 2005 är det lätt att se att gödsling, särskilt behovsanpassad gödsling, skulle i hög grad kunna minska olägenheterna av stormen för det drabbade området, men även för hela landet. Detta har också förts ut i den intensiva debatt som har kommit igång. Sedan över tio år föreligger det i praktiken absoluta hinder för att utnyttja gödsling i södra Sverige. Frågan behandlas nedan under rubriken "Bestämmelser". I detta sammanhang fordras det alltså andra bestämmelser både från Skogsstyrelsen och certifieringsorganisationerna.

Den traditionella gödslingen

Den traditionella gödslingen kunde ges en utförlig beskrivning eftersom den hittills varit dominerande inom skogsbruket. Här skall emellertid endast anges de mest betydelsefulla utvecklingsstegen. På ett tidigt stadium utvecklades en prognosmodell ifråga om gödslingseffekten på olika marker och i olika bestånd. Till en början användes mest fastvingeflyg för spridningen. Sedan kom helikopter och traktor. Utmärkningen i terrängen av områdena som skulle gödslas har utvecklats, men ändå, enligt en beräkning mot slutet av 80-talet av dåvarande Skogsarbeten, förlorade skogsbruket 80 miljoner kr per år genom olika brister i spridningen. På Nya Zeeland hade då sedan 10 år tillbaka använts ett system, Decca Flagman, som gav en helt annan precision och man fick en fullständig karta över hur helikoptern hade flugit. Systemet fordrade dock ett antal transpondrar på omgivande höjder. Ett framgångsrikt prov utfördes med en del av utrusningen i Ångermanland, men tyvärr blev det inte någon introduktion av systemet i Sverige. Det blev vissa andra förbättringar men man inriktade sig i stället på att utnyttja satellitnavigering. Man skulle då slippa transpondrarna. Eftersom det inte fanns tillräckligt med satelliter och eftersom det blev fördröjningar i utvecklingen

av systemet har det tagit mycket lång tid innan metoden varit tillgänglig. Nu finns de tekniska möjligheterna att utföra gödselspridningen med stor precision. Den firma, Skogens Gödslings AB, som bedriver den storskaliga traktorspridningen använder sig av satellitnavigering liksom också flygföretagen.

Vid den traditionella gödslingen visade det sig att effekten avtog undan för undan när gödslingen upprepades. En förklaring till detta kan vara att brist på andra näringsämnen eller på spårämnen uppstod. För att undvika denna avtagande effekt har man rekommenderat att utöka intervallet mellan gödslingarna till ungefär 10 år.

Bestämmelser

I slutet av 80-talet utarbetade Skogsstyrelsen nya anvisningar för gödsling av skogsmark. Enligt dessa anvisningar bör inte gödsling förekomma i södra Sverige och i mellansverige är det kraftiga begränsningar ifråga om den kvantitet kväve som får spridas ut inom ett bestånd under en omloppstid. Även för Norrland är det begränsningar. Skogsbruket och ett antal forskare lyckades emellertid utverka att när det gäller försöksverksamhet gäller inte begränsningarna. Enligt Skogsstyrelsens förra generaldirektör kan anvisningarna ändras om det framkommer forskningsresultat som klart visar att gödslingen kan utföras utan några skadliga miljökonsekvenser. Gödslingens ställning i certifieringssammanhang är mycket väsentlig.

Gödsling av våtmarker

Vid sidan av den traditionella gödslingen har gödsling av myrar och sumpskogar utvecklats. Det är då i första hand PK-gödsling som är aktuell och askgödsling. Det har hävdats att man får snabbare reaktion med NPK-gödsling, åtminstone på vissa marker. Det finns gamla askgödslingsförsök som givit mycket gott resultat. Finland har en mängd försök och praktiska gödslingar med PK och framför allt med träaska. Det sades att Finland hade

200 försök medan Sverige hade några stycken. Vi kan därför lära mycket av Finland. Normalt kombineras gödsling med dikning men enligt finska erfarenheter är det inte alltid man behöver dika eller också kan man avvakta med dikningen. Det finns stora möjligheter att få till en hög skogsproduktion på kala myrar och i sumpskogar kan man snabbt öka produktionen. Askan har långvarigare effekt än handelsgödsel.

För närvarande är det ett stort problem med att deponera all den aska som produceras. Om man utnyttjar lämplig aska för den här gödslingen skulle det problemet minskas och landet skulle få ett stort tillskott av virke. Att sprida enbart aska på fastmark i Sverige ökar normalt inte produktionen.

Den moderna forskningens betydelse

Sverige har haft och har några av världens främsta gödslingsforskare enligt vad jag har hört utomlands. Det borde ha skapat gynnsamma betingelser för en utveckling av gödslingen mot praktisk tillämpning. Enligt min erfarenhet skall man inte inom ett stort och komplicerat ämnesområde börja en utveckling mot praktisk tillämpning förrän grundforskningen inom området ifråga fått fram resultat som man kan bygga på. Utvecklingsarbetet bör ske i samarbete med kunniga forskare.

För att nämna några av forskningens resultat som har betydelse för näringsoptimeringen tar jag upp följande punkter:

1. Trädens behov av olika näringsämnen och spårelement är känt genom laboratoriestudier. I denna kunskap ingår även att man vet i vilka relationer ämnena skall tillföras. Vissa näringsämnen, t ex P kan bindas hårt i skogsmarken och är därför inte tillgänglig för trädens rötter. Därför måste man ibland tillföra mera än vad träden behöver. Det borde emellertid komma fram i barranalyser som visar vad träden tagit upp. Barranalysernas värde har diskuterats och det har varit olika meningar om

när proverna skall tas. Men det torde nu ha blivit en viss enighet.

2. Koncentrationen av näring i marken säger inte mycket. Det är flödet (flux) av tillgänglig näring som är det väsentliga. Koncentrationen kan vara mycket låg och träden växer ändå bra. Det ideala är att tillföra näringen dagligen alltefter trädens behov. I praktisk verksamhet får man kompromissa och t ex tillföra näringen en gång om året till en början. Efter några år kan man antagligen ha ett intervall på t ex 2 - 5 år mellan gödslingarna.

3. Kurvan för kvävet produktivitet är i början rätlinjig för att sedan plana ut på en relativt hög nivå. Vid riktigt höga doser har kvävet en direkt giftverkan som gör att kurvan bryts kraftigt nedåt. I naturen kan det se annorlunda ut och man talar om den avtagande avkastningens lag. Men det beror på att det är andra faktorer än kväve som kommer in, som är tillväxtbegränsande, t ex P, K, Mg, vatten eller spårämnen. Om det här inte beaktas i försök kan man dra felaktiga slutsatser.

4. Man bör fastställa den maximalt möjliga produktionen. Man kan annars inte välja en, ur någon synpunkt, optimal produktion. För att klargöra detta kan nämnas att den traditionella gödslingen ger en tillväxtökning med omkring 50 % under en viss period. Näringsoptimering kan under gynnsamma förhållanden ge en merproduktion på uppemot 400 % under en lång tid. Det är emellertid inte lätt att uppnå den maximala produktionen ute i naturen, men man kan komma i närheten av den.

5. Det är ett starkt samband mellan mängden barr och ett träds produktion. Vid en framgångsrik gödsling minskar biomassan i rötterna i förhållande till ovanjordsdelen. Det här medför att det bör vara fördelaktigt att fortsätta en gödsling så att man får en jämn produktion istället för att ha ett så långt gödslingsintervall att man växlar

mellan större och mindre barrmassa och mellan mindre och större rotmassa.

Erfarenheter utomlands

Man skall inte heller bedriva ett utvecklingsarbete utan att ordentligt ha tagit reda på kunskaper och erfarenheter utomlands. I första hand bör man skaffa sig kännedom om varmare länder där man snabbt får fram tydliga resultat. Även här vill jag nämna några exempel:

1. Spårämnen tycks ha stor betydelse. I Australien t ex finns det områden där Zn måste tillföras för att man skall kunna bedriva ett skogsbruk. På andra områden behövs det Cu. På Papua Nya Guinea måste vissa tallarter ha B medan andra klarar sig utan den tillförseln. Överhuvudtaget är det i många länder stort intresse för olika näringsämnen och spårämnen och man lägger ned mycket arbete på att sprida kunskaper om dessa ämnen.

2. I Australien har man utvecklat ett planteringsprogram för de första sex åren som fungerar utmärkt. Man tillför näring på olika sätt varje år. Ogräsbekämpning utföres under de första två åren. I försök har man visat att just kombinationen av gödsling och herbicidbehandling ger bästa resultatet. I Finland, Siilinjärvi, har man ett försök, där man planterade tall 1975 på åkermark. Där fick man det klart bästa resultatet med kombinationen av gödsling och herbicidbehandling.

Överhuvudtaget förekommer gödsling i samband med plantering i stor omfattning, kanske särskilt i tropikerna. Utan en effektiv ogräsbekämpning av något slag fungerar verksamheten inte.

3. Man anser i olika länder att allelopati har stor betydelse. I Australien t ex kan man inte plantera *Pinus radiata*, där det finns ormbunkar, utan att ha bekämpat ormbunkarna. Även i Sverige kan man iaktta att vår ormbunke har mycket negativ inverkan på tallplantor. Nyligen har man

funnit att blåbär har allelopatisk verkan. Gödslingen torde inverka på förekomsten av växter som har allelopatisk verkan.

SLU:s försök och sambandet med företagens försök

SLU har lagt ut ett antal försök och följt upp dem noggrant på ett sätt som ett enskilt företag inte kan göra. Det finns här inte anledning att räkna upp alla dessa försök och redogöra för dem eftersom de finns beskrivna i andra publikationer. Sune Linder har dessutom lagt ut försök i Australien, Perce's Creek, och i Portugal efter samma principer som tillämpas i Sverige. Dessa försök har varit föremål för stort intresse bland forskare världen över. Tyvärr har det först nämnda försöket helt spolieerats genom den omfattande skogsbrand.

Alla dessa noggrannare försök utgör en grund för de enklare försök som t ex Korsnäs har lagt ut. Vad ett företag kan göra är att ta fram kunskaper om tekniken. Med enkla och många försök kan företaget också få fram försöksresultat med stor spridning ifråga om ståndorter och bestånd. Företagen kan också erbjuda forskarna områden för specialundersökningar. Inom ett företag kan gödslingen också lätt kopplas samman med andra skogskötselåtgärder.

Tidigare studier och Korsnäs försök i början av 80-talet

Korsnäs personal besökte under slutet av 70-talet SLU:s försök i Jädraås som ingick i Barrskogslandskapets Ekologi, där ett flertal forskare var engagerade. Senare studerade vi Stråsan, som utlades redan 1967 av Carl Olof Tamm. Man tyckte att en så framgångsrik gödslingsmetod borde utvecklas så att den blev praktiskt användbar i större skala. Kontakt togs med dåvarande Skogsförbättring. Det blev intressanta diskussioner och jämförelser med de resultat som Skogsförbättring uppnått i sina försök. Skogsförbättring hade emellertid inte pengar för att engagera sig i en

utveckling. Korsnäs beslöt då att lägga ut egna försök som förhoppningsvis skulle övertas av Skogsförbättring så småningom. Personal lånades från Skogsförbättring och vi lade ut ett tallförsök 1980 vid Harvsbränderna, sydväst om Gävle, och ett granförsök 1981 på samma ställe. Utläggningen skedde helt enligt Skogsförbättrings instruktioner. Med åren har det visat sig att parcellerna var för små för så långliggande försök.

Vid Jädraås hade näringsbevattningen givit bra resultat. Det ideala har ansetts vara att tillföra näring och vatten samtidigt och nästan dagligen under vegetationsperioden. Det hade skett vid Jädraås. Under torrperioder kunde vattenmängden ökas.

Det hade redan konstaterats att gödslings-effekten med fasta medel hade minskat under torrår. Det hade t o m framförts att om man gödslade mycket och då kraftigt byggde upp barrmassan kunde det bli kritiskt för träden, om det blev en långvarig torka. Det var ett skäl för att vi ville pröva näringsbevattning. Ett annat var att vi åtminstone i ett försök ville komma nära den maximala tillväxten. Vi ville också undersöka de tekniska och ekonomiska möjligheterna att ordna en näringsbevattning.

Vid de förkalkyler som gjordes fann vi att det inte skulle vara lätt att helt häva den torkstress som uppstår vid en längre torrperiod.

Det fordrades stora områden för att få rimliga kostnader. Till stor del var nämligen ett flertal kostnader närmast fasta, såsom kostnaderna för personal, pumpar, kraftförsörjning, blandning av gödsel och för regleringsanordningar. Att spruta ut vatten över skogsmark var knappast möjligt med realistiska kostnader.

Bevattningstekniken har utvecklats i bl a Israel och Kalifornien. Den metod som möjligen skulle vara användbar i svensk skogsmark var droppbevattning. Men

slangavståndet var avgörande för anläggningskostnaden

Ett mindre pilotförsök för att skaffa sig erfarenhet hade blivit nästan lika dyrt som ett större försök och tidsåtgången för att få fram resultat skulle ha ökat drastiskt. Det beslöts därför att göra ett ganska stort försök med droppbevattning. Hela 10 ha bevattnades. Avståndet mellan droppdysorna valdes till 1 m. De slangavstånd som undersöktes var 5, 10 och 20 m med avståndet 10 m för en större del av arealen. I försöket ingick som jämförelse ett par mindre parceller, sammanlagt 0,32 ha, med dysor för sprutning över hela arealen

Näringsbevattningen startade under 1981 och pågick t o m 1990 med ungefär 100 drift dagar per år. Försöket var föremål för stort intresse och det var en mängd besökare. Under 1986 besökte Skogsvårdsförbundet exkursion, Fält & Forskare, under en dag SLU:s försök i Jädraås och Stråsan och senare en del av Korsnäs försök. Förbundets tidskrift nr 6 - 86 ägnades helt åt Korsnäs försök. Flera forskare särskilt Björn Axelsson och Björn Berg gjorde omfattande specialundersökningar. Tyvärr har en hel del av det material som framkom då inte blivit publicerat.

Eftersom bestånden efter stormfällningen 1954, som utnyttjades vid Främlingshem, numera mest består av tall var det svårt att finna lämpliga granbestånd, som bedömdes vara tacksammare att gödsla än tall. Bengt Jonsson, Umeå, har emellertid ett stort trädslagsförsök i trakten. Han gav oss godhetsfullt tillstånd att näringsbevattna en upprepning av detta försök.

En mängd erfarenheter gjordes i både tekniskt och biologiskt avseende. Vid 5 m slangavstånd hade inverkan på markvegetation efter något år spritt sig över nästan hela arealen. Vid 10 m tog det något år längre. 20 m torde vara för långt och det blir då stora mängder vatten och näring som sprids på en smal remsa. Spridningen i

sidled gick fortare på bättre vegetationstyper. I sluttningar skall slangarna läggas parallellt med nivåkurvorna.

Det gjordes ett allvarligt misstag på Harvsbränderna och Främlingshem och det var att fosforgödslingen sattes in för sent. Vi resonerade som så att på de relativt bördiga markerna i Gästrikland borde det finnas tillräckligt av t ex fosfor så att man under de allra första åren kunde tillföra endast kväve och bor. Det visade sig alltså vara fel och enligt Björn Axelssons mätningar med förnafällor förlorades halva barrskruden. Säkerligen var orsaken fosforbrist. Efter en så kraftig näringsbrist tar det antagligen viss tid att avhjälpa bristen och få igång tillväxten. I en verksamhet av det här slaget skall man i förväg tänka igenom vilka åtgärder som antagligen är nödvändiga för att man skall få ett säkert och lyckat resultat. Man bör alltså redan från början tillföra de ämnen som träden behöver. Som en förklaring till misstaget kan nämnas att hela gödselblandningen och spridningen är en komplicerad hantering som kräver omfattande förberedelser och mycken utveckling. Just fosfortillsatsen hade vi särskilda svårigheter att få igång.

I enlighet med vad som rekommenderats tidigare har Korsnäs personal studerat skogsbruket utomlands, såsom i Spanien, Portugal, Afrika, Brasilien, Papua Nya Guinea, Australien, Nya Zeeland, Kanada och USA. Det skedde främst under 70-talet men även senare. Det gav många impulser att se skogsbruk där man arbetade med avsevärt kortare omloppstider, ned till sex år. Kombinationen av olika skogsskötselåtgärder verkade mycket lovande. Gödsling tillämpades kanske mest vid planteringen och åren närmast därefter. I Liberia arbetade Korsnäs personal med en mängd egna försök och föryngrade sammanlagt uppåt 400 ha. Det var stimulerande att på mycket kort tid få fram resultat som delvis kunde användas i Sverige. Sune Linders försök i Australien och Portugal gav också

mycket snabbare och tydligare resultat än i Sverige.

Ungskogsgödslingen under andra halvan av 80-talet

Främst med de erfarenheter som vunnits under första hälften av 80-talet planerade Korsnäs en större försöksserie som kom att kallas för *Ungskogsgödsling*. Målet var att gå in i yngre bestånd ända ned till plantstadiet och öka tillväxten. Man ville ha stor spridning ifråga om ståndorter och bestånd. Särskilt intressanta objekt var sådana där tillväxten hämmades av någon anledning. Man ville också ha objekt som skadats på något sätt, exempelvis av älg, snöskytte eller frost.

Ett första urval gjordes med hjälp av bestandsregistret. Man kunde tro att det var ett bra hjälpmedel, men beskrivningarna innehöll inte riktigt vad man var ute efter och enheterna var framförallt för stora. Bra försöksobjekt ingick i större beskrivningsenheter och kunde inte hittas. Förvaltningsarna ombads också att komma med förslag. Flera mycket intressanta objekt kom fram den vägen. Det var svårt att hitta lämpliga granobjekt i de nordligare delarna av markinnehavet. Det blev därför mest tall där och någon contorta. Några få parcellförsök med fyra upprepningar lades ut. Gödslingen skedde då för hand. I övrigt valdes en metod som använts i andra sammanhang. Över en ungskog lades ut en eller två remsor med något hundratal meters bredd. Var det lutande mark placerades remsorna vinkelrätt mot nivåkurvorna. På sidan om remsan (remsorna) skulle det finnas bestånd av samma slag för jämförelser. Tre cirkelytor med vardera 10 m radie lades vanligen ut på områden som skulle behandlas och tre cirkelytor i likartat bestånd i närheten på det som inte skulle behandlas. Cirkelytorna lades alltså ut subjektivt. Man fick på det här sättet parvisa jämförelser. Sådana jämförelser kunde exempelvis läggas ut upptill och nedtill i en sluttning. I centrum på alla cirkelytor sattes en aluminiumstolpe. Gödslingen utfördes med heli-

kopter. Begränsningslinjerna utmärktes tydligt och permanent så att de var synliga även från luften. Metoden finns närmare beskriven i de pärmar som utgör dokumentation för försöken och kan där studeras på kartor för varje försök.

Med satellitnavigering både i luften och på marken bör utläggning och utmärkning av försök kunna underlättas. Aluminiumstolparna bör nog ändå bibehållas.

Doseringen utfördes enligt rekommendationer av flera forskare. Sune Linder konstaterade att man i de praktiska försök som utlagts under 80-talet inte fick lika hög tillväxtökning som SLU fått i sina noggrannare försök. Han skaffade därför pengar för att göra barranalyser på i stort sett alla försök som skogsföretagen lagt ut. Samtidigt gjordes barranalyser på SLU:s egna försök. Det finns sålunda barranalyser, i regel från ett par tillfällen. Under den senare delen av gödslingen bestämdes doseringen i någon mån av resultaten av dessa barranalyser.

Ett problem var att för en så storskalig gödsling få ett lämpligt gödselmedel. Det som mest användes var en fullgödsel kallad grönytegödsel. Troligen var det för litet magnesium i detta medel och kanske för litet bor och fosfor. Samma problem hade man i den verksamhet som Skogsbrukets Plantprojekt bedrev. Under slutet av 80-talet och alldeles i början av 90-talet arbetade man med ett projekt, där man vid planteringen och tiden närmast därefter skulle tillföra gödsel och bekämpa ogräset. Det togs då fram ett speciellt gödselmedel helt enligt våra anvisningar av Mölnlycke i Falun. Tyvärr kom det inte till någon större användning.

Utlakning

På SLU:s försök gjordes undersökningar med lysimetrar för att fastställa eventuell utlakning. På Iggesunds marker undersökte man skillnaden i utlakning på markberedda hyggen och icke markberedda. Det skedde

genom att ta vattenprover i bäckar som rann genom respektive områden. Tyvärr torde inte sådana mätningar ha gjorts på områden som behandlats med behovsanpassad gödsling. Vi var medvetna om att ifall man avsåg att tillämpa näringsoptimering i större skala var man tvungen att förvissa sig om att miljön inte skadades genom utlakning. Korsnäs, tillsammans med Björn Axelsson då anställd vid Vattenfall, rekognoserade därför i slutet av 80-talet flera avvattningsområden, där en del skulle behandlas med behovsanpassad gödsling och en del skulle vara obehandlad. Avsikten var att även Vattenfall skulle delta i denna undersökning. Hydrologer kontaktades för det svåra valet av objekt och för uppläggningsen av försöken. Tyvärr blev det inte något av med dessa undersökningar.

Ekonomisk kalkyl

När Korsnäs visade sina försök och förde fram önskemålet om att behovsanpassad gödsling skulle startas i stor skala, fick vi det svaret att vi var tvungna att visa att hanteringen var lönsam. Det samlades därför i SIMS-institutionens regi en grupp på närmare 10 personer som diskuterade uppläggningsen av en ekonomisk kalkyl. Ett arbete sattes igång som efter något år resulterade i en uppsats, *"Näringsoptimering i praktiskt skogsbruk - Ekonomiska aspekter på gödsling enligt Stråsanförsöket"* av Lennart Eriksson och Paul Willén, (serien uppsatser nr 37, 1991-01-23). Institutionens föreståndare, Göran Lönner, skrev i förordet: "I försöket har näringsoptimerande gödsling med fasta gödselmedel gett en, för skogliga åtgärder, anmärkningsvärt hög lönsamhet." I uppsatsen ges olika alternativa förutsättningar och behandlingens konsekvenser för skogsbruket tas upp. Det dröjde ända till 1997 innan en del av skogsbruket engagerade sig i Fiberskogsprojektet. Det kan noteras att det som tidigare kallades optimeringsgödsling har vi nu valt att benämna behovsanpassad gödsling.

Studier av försöken under 2000-talet

Under huvuddelen av 90-talet ägnades Korsnäs försök inte något större intresse. Under hösten 1999 besökte jag några försök och fann att det efter de sista mätningarna omkring 1990 hade blivit bredare årsringar och att gödslingseffekten hade varat flera år. Under de allra senaste åren hade årsringsbredden minskat men diametern var avsevärt grövre än på de ogödslade områdena. Jag kontaktade Sune Linder och han hänvisade mig till projektledaren för Fiberskogsprojektet, Johan Bergh. Vi besökte tillsammans några objekt. Det framstod som ytterligt önskvärt att försöken mättes och att resultatet publicerades. Det framkom också att plantskog på 600 m över havet, sydväst om Idre vid Grötholen, hade givit bra resultat. Plantskogen hade genom näringsoptimeringen snabbt passerat den farliga höjden för snöskytte. Samma resultat hade också uppnåtts i Härjedalen väster om Sveg vid Kövlokätjärn. Ett intressant försök i en granplantering i norra Hälsingland, Ackinvallshockeln, reagerade först mycket positivt på behandlingen. Tyvärr gödslades det endast två gånger. Det kan därför inte betraktas som en behovsanpassad gödsling av normalt snitt. Vid mätningen nu 2002 var gödslingseffekten negativ. Det är en del speciella förhållanden med området som har undersökts en del ända från behandlingen, men någon säker förklaring till det negativa resultatet har vi ännu inte fått fram. Ett mycket lovande försök på hög höjd och på svag mark norr om Idre, Hällsjön, hade tyvärr närmast spolerats av älg.

För att utnyttja gödslingseffekten som uppnåtts genom behandlingen på 80-talet skulle naturligtvis åtminstone ett par gödslingar ha utförts under 90-talet. Så skedde tyvärr inte. Johan Bergh var emellertid mycket angelägen om att studera den avtagande gödslingseffekten för att få uppgifter om hur länge effekten varade och för att få ledning ifråga om valet av intervall mellan gödslingar.

Försöken hos Korsnäs, som ingår i Ungskogsgödslingen, blev vanligen behandlade 5 eller 4 år i rad. Gödslingen upphörde därefter helt. De som endast behandlades 4 år är till största delen belägna i norra delen av markinnehavet och ofta på svagare marker. Det är olyckligt emedan givorna där i allmänhet var små och bestånden behövde där längre tid för att bygga upp biomassan och för att öka tillväxten.

De siffror som framkommit tyder på att man med den begränsade gödslingen som utfördes inte kommit upp i den tillväxt som skulle varit möjlig och tillväxten varar inte heller så lång tid. Det finns undantag då den högre givan givit liten effekt och tom lägre än en mera normal giva. Det är viktigt att sådana områden lokaliseras och att de undviks vid framtida gödslingen eller gödslas på ett annat sätt. Med en fortsatt gödsling under 90-talet hade det också säkerligen tagits fram bättre gödselmedel som givit bättre och säkrare resultat.

Med den uppläggning som varit ges emellertid möjlighet att studera gödslingens avtagande effekt efter det att tillförseln upphört, men alltså knappast från den högre nivå som skulle ha erhållits om gödslingen hade fortsatt ett par gånger till.

För att få en detaljerad bild av den effekt som varit beslöt vi att nu göra en klavning, men också borra ett antal provträd, 4 st på varje cirkelyta, om möjligt ända tillbaka till omkring 1980. Även höjden för varje år skulle mätas. Man får då uppgifter om utvecklingen i diameter, höjd och volym för varje år och gödslingseffekten kan fastställas i detalj.

Pengar söktes och beviljades för två projekt, ett för tall och ett för gran. Fem studenter satte igång med arbetet. Fälтарbetet avslutades under sommaren 2001 och bearbetningen skedde under vintern 2001/2002. Ytterligare mätningar gjordes under 2002. För detta söktes ytterligare medel. Mätningen av borrhålen tog tyvärr

mycket lång tid och bearbetningen av det sista materialet gjordes hösten 2004. En sammanfattande rapport publiceras nu.

Försöksmetodikens fördelar och nackdelar bör diskuteras. Här kan sägas att det nu omkring 20 år senare var möjligt att utan större svårigheter återfinna gränserna för gödslade områden och provytorna. Ifråga om parcellförsöken lades ned stor möda på att inom varje upprepning få lika parceller. Under den gångna tiden har emellertid parcellerna i en del fall förändrats så att de inte längre är jämförbara. Det är förändringar som inte orsakats av behandlingen. Parcellerna har därför i flera fall fått mätas på cirkelytor som lagts ut inom parcellerna, där man undvikit de ovan omtalade förändringarna. Liknande förändringar har även uppstått på en del av cirkelytorna i de parvisa jämförelserna. I några få fall har en cirkelyta slopats och ersatts med en ny som har ansetts vara en bättre jämförelse.

En relativt enkel försöksmetodik valdes emedan effekterna förväntades bli stora och skillnaderna mellan olika försöksled skulle då framträda tydligt. Genom att gödslingen avbröts tidigare än beräknat har vi i en del fall inte fått dessa stora skillnader. Frågan är då om försöksmetodiken är alltför enkel. Framkomna resultat tyder på att i de flesta fall är skillnaderna tillräckligt stora.

Ökning av älgbetet

Viltforskare börjar fundera över möjligheterna att öka betestillgången. Det torde i första hand vara frågan om vinterbetet och basfödan i huvuddelen av landet är tallungskog. Vid behovsanpassad gödsling ökas tillgången på älgbetet avsevärt i varje fall om man gödslar tallungskog. I jämförelse med traditionell gödsling är effekten avsevärt större.

Den här effekten kan utnyttjas på två sätt; antingen på områden där skogsbruk inte bedrivs, t ex i kraftledningsgator, eller i normalt skogsbruk. Det första fallet torde

inte komma att omfatta så stora arealer och torde få ombesörjas av jägarna. Det andra fallet är intressantare och där har skogsbrukare och jägare gemensamma intressen.

Eftersom älgarna dras till ett gödlat område kan det bli problem, särskilt i ett inledningsskede, när det inte finns så mycket gödslade arealer. Det torde inte heller vara lämpligt att börja gödslingen av tallungskog så tidigt att älgarna lätt når topparna. Det är ännu ett fall där älgen styr skogsbruket och man kan inte välja alternativ som skulle vara lämpliga med hänsyn till andra aspekter.

Det finns anledning att bekantgöra den här effekten med ökad betestillgång genom behovsanpassad gödsling och att diskutera och eventuellt utnyttja den.

Urval av objekt

Det finns en fråga som är oerhört viktig för den behovsanpassade gödslingens framtid och det är urvalet av objekt. Frågan beröres redan i beskrivningen av hur objekt för unskogsgödslingen utvaldes. Det har på allra sista tiden påpekats i debatten att beskrivningsenheterna inom skogsbruket bör vara mindre. Med den moderna datatekniken går det att hantera det stora antalet enheter man då får. Beskrivningen av varje enhet bör också vara mera precis och fullständig. Den bearbetning av försöken som utförts syftar till att finna de faktorer som har betydelse för produktionseffekten vid behovsanpassad gödsling. Avsikten är att just dessa faktorer skall vara de kriterier man använder vid urval av objekt. Ekonomiska överväganden får självklart göras för att få ett riktigt och fullständigt beslutsunderlag. Som förut påpekats får kombinationer med andra skogskötselåtgärder övervägas.

Slutord

För att den behovsanpassade gödslingen skall bli en åtgärd som är accepterad och som är en naturlig del av skogsbruket fordras det att ett par villkor uppfylls:

1. Hela processen omkring urval av objekt, förberedelser, spridning och uppföljning skall vara rationell och effektiv. Det får inte bli en börda för personalen. Man skall snabbt och enkelt få fram ett tillförlitligt beslutsunderlag. Det skall vara enkelt att köpa bra tjänster.

2. Näringsoptimeringen måste få en viss volym. Den skall betraktas som en del av skogsbruket som inte bara ökar produktionen utan också bidrar till att sänka olika kostnader och som främjar natur- och miljövård. I kombination med andra åtgärder kan den höja intensiteten så att skogsbruket fortlever. Som berörts ovan kan den t o m öka tillgången på älgbete och därigenom minska konflikten mellan skogsbrukare och jägare.

Det här innebär att de som utvecklar behovsanpassad gödsling måste gå längre än tidigare, om det skall bli några produktiva resultat. Sammanfattningsvis måste de utveckla metoderna längre och de måste se till att den praktiska tillämpningen kommer igång och får volym

Ett övergripande mål är att göra skogsbruket till en modern och avancerad näring även på det biologiska området. Skogsbruket skall kunna följa med utvecklingen inom näringsliv och samhälle och därigenom överleva. En utvecklad och riktigt utförd behovsanpassad gödsling kan bidra till att uppnå det målet.

Gävle 2005-01-21
Paul Willén

Bilaga 2.

Tabeller

Tabell 1. Latitud, longitud, höjd över havet och olika klimatvariabler för försökslokalerna.

Område	Lat.	Long.	H ö h (m)	Vegetationsperiodens längd (dagar > +5 °C)	Temperatursumma (daggrader)	Årsnederbörd (mm)	Nederbörd under veg.-perioden (mm)
Akinvallshockeln	62.10	15.70	420	145	880	675	350
Björnberget	62.10	15.00	400	146	898	650	350
Bunken	60.60	17.55	10	175	1335	700	375
Bunkängen	60.60	17.55	10	176	1355	700	375
Edsken	60.55	16.25	130	167	1230	725	400
Hemling övre	63.40	18.60	380	136	841	750	350
Hemling mellan	63.40	18.60	370	137	850	750	350
Hemling nedre	63.40	18.60	360	138	859	750	350
Herrgårdstegen övre	60.50	16.25	235	162	1139	725	400
Herrgårdstegen nedre	60.50	16.25	225	163	1148	725	400
Högåsen	60.60	17.25	50	173	1299	725	400
Främlingshem	60.55	16.85	75	171	1280	675	375
Kvarnsjön övre	60.50	16.00	280	157	1098	700	375
Kvarnsjön nedre	60.50	16.00	260	159	1116	700	375
Lillöjungsbo	61.55	15.40	330	152	993	725	400
N. Sävsjön	60.60	17.35	20	174	1326	725	400
Risken övre	60.50	16.00	290	157	1089	700	375
Risken nedre	60.50	16.00	270	158	1107	700	375

Tabell 2. Ståndortsförhållanden och beståndsdata för de olika försökslokalerna.

Område	Trädslag	Textur	Jorddjup	Blockrikt eller stenrikt	Markfukt.-klass	Rörligt markvatten	Markvegetation	SI (H100)
Akinvallshockeln	Gran	Sa-Mo	Varierande	Ja	Frisk	Nej	Blåbär	T20
Björnberget	Gran	Mo	Mäktig	Nej	Fr-fuktig	Nej	Gräs	G22
Bunken	Gran	Lera			Frisk	Nej	Lågört	G28
Bunkängen	Gran	Sand	Varierande	Ja	Frisk	Nej	Gräs	G26
Edsken	Gran	Mjåla	Mäktigt	Ja	Fr-fuktig	Nej	Gräs	G22
Hemling övre	Gran	Sa-Mo	Mäktig	Nej	Fr-fuktig	Ja	Blå-Gräs	G20
Hemling mellan	Gran	Sa-Mo	Mäktig	Nej	Frisk	Ja	Gräs-Lågö	G20
Hemling nedre	Gran	Sa-Mo	Mäktig	Nej	Fr-fuktig	Ja	Lågört	G20
Herrgårdstegen övre	Gran	Sa-Mo			Frisk	Ja	Blåbär	G24
Herrgårdstegen nedre	Gran	Sa-Mo			Frisk	Ja	Gräs	G26
Högåsen	Gran	Sa-Mo	Varierande	Ja	Frisk	Nej	Blåbär	G22
Högåsen	Contorta	Sa-Gr	Varierande	Ja	Frisk	Nej	Gräs	T24
Främlingshem	Gran	Sa-Mo			Frisk	Nej	Blåbär	G22
Kvarnsjön övre	Gran	Sa-Mo	Mäktigt	Nej	Frisk	Nej	Blå-Gräs	G24
Kvarnsjön nedre	Gran	Sa-Mo	Mäktigt	Nej	Fr-fuktig	Ja	Gräs-Lågö	G28
Lillöjungsbo ogödsad	Gran	Mo-Mj	Mäktigt	Ja	Frisk	Nej	Blå-Gräs	G21
Lillöjungsbo gödsad	Gran	Mo-Mj	Varierande	Ja	Frisk	Nej	Blåbär	G21
N. Sävsjön	Gran	Sa-Mo			Frisk	Nej	Blåbär	G26
Risken övre	Gran	Sa-Mo			Frisk	Ja	Gräs	G24
Risken nedre	Gran	Sa-Mo			Frisk	Ja	Gräs-Lågö	G28

Tabell 3. Trädhöjd vid gödslingsstart, gödslingsperiod, gödslingstidpunkt och tillförd mängd näring i de olika försökslokalerna.

Område	Trädhöjd vid första gödsling (m)	Gödslings- period	Gödslings- tidpunkt (veckonummer)	Total giva N (kg/ha)	Total giva P (kg/ha)	Total giva K (kg/ha)	Total giva Mg (kg/ha)
Akinvallshockeln mikro	0.2	89-90	v29	200	44	110	11
Akinvallshockeln N-Mg		89-90	v29	200			7.2
Björnberget	0.6	86-89	v29-v35	230	39	99	9.9
Bunken	4.0	85-89	v18-v28	310	63	160	13.5
Bunkängen lägre	3.0	85-89	v18-v28	325	56	126	11.8
Bunkängen högre		85-89	v18-v28	545	83	207	17.8
Edsken	2.9	85-89	v21-v29	300	57	130	14.3
Hemling	2.5	86-88	v22-v32	298	44	56	5
Herrgårdstegen	4.8	85-89	v21-v29	510	92	209	19.8
Högåsen gran	5.0	85-89	v18-v35	330	66	150	14.1
Högåsen contorta	3.5	86-89	v18-v27	220	53	127	12.3
Främlingshem	5.0	81-90		1162	101	435	
Kvarnsjön	3.4	85-89	v21-v29	320	63	143	13.5
Lillöjungsbo	3.0	86-89	v28-v30	300	54	132	13.2
N. Sävsjön	4.9	85-89	v18-v28	535	98	225	21.2
Risken lägre	4.0	85-89	v21-v29	340	65	152	14.5
Risken högre		85-89	v21-v29	490	78	196	18.6

Tabell 4. Produktionsdata, gödslingseffekt och statistiska skillnader mellan gödslat och ogödslat för de olika försökslokalerna ($p \leq 0.05 = *$, $p \leq 0.01 = **$, $p \leq 0.001 = ***$).

Område	Stående volym vid första gödsling (m ³ sk/ha)	Stående volym 2001 (m ³ sk/ha)	Mertillväxt per tillförd mängd N (m ³ /10 kg N)	Mertillväxt vid gödsling (m ³ sk/ha)	Signifikans (* , ** , ***)
Akinvallshocken referens	0.9	37.1			
Akinvallshockeln mikro	0.7	21.1	-0.79	-15.8	**
Akinvallshockeln N-Mg	0.9	21.1	-0.80	-16.0	**
Björnberget referens	1.6	20.7			
Björnberget	2.4	35.7	0.62	14.2	*
Bunken referens	12.5	133.6			
Bunken	11.2	153.7	0.69	21.4	*
Bunkängen referens	6.0	75.9			
Bunkängen lägre	5.0	113.7	1.19	38.8	**
Bunkängen högre	4.3	97.0	0.42	22.8	*
Edsken referens	3.9	107.5			
Edsken	2.6	137.0	1.03	30.8	*
Hemling referens	5.3	41.3			
Hemling	6.4	101.7	1.99	59.3	***
Herrgårdstegen referens	17.9	139.2			
Herrgårdstegen	13.6	190.0	1.08	55.1	**
Högåsen gran referens	21	82			
Högåsen gran lägre	22	107	0.73	24	*
Högåsen gran högre	19	144	1.31	64	***
Högåsen contorta referens	13	202.0			
Högåsen contorta	17	229.0	1.05	23	*
Främlingshem referens	22	136.4			
Främlingshem	20	186.3	0.45	51.9	***
Kvarnsjön referens	6.6	125.0			
Kvarnsjön	6.6	143.5	0.58	18.5	
Lillöjungsbo referens	17.6	95.4			
Lillöjungsbo	5.3	63.2	-0.66	-19.9	
N. Sävsjön referens	19	93.2			
N. Sävsjön	19	159.6	1.24	66.4	***