

SKOGSGÖDSLING

– en handledning från Skogforsk



Skogforsk — Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagarna, allmänningar m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Forskning

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

Uppdrag

På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utför vi i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla speciella utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner till lokala förhållanden.

Information

För en effektiv spridning av resultaten utnyttjas olika kanaler: Personliga kontakter, Internet, kurser, fackpress, filmer samt egna publikationer i olika serier.

Omslagsfoto: – Det här beståndet gödslade jag för hand för några år sedan. Träd-kronorna är grönare och tätare nu, och det visar att skogen växer bättre, säger Mats Mikaelsson, skogsägare i Gålsjöbruk i Ångermanland. Foto: Areca

SKOGSGÖDSLING

– en handledning från Skogforsk

Med gödsling blir det mer virke i travarna. Dessutom blir varje träd lite grövre, vilket sänker avverkningskostnaden per kubikmeter och ökar virkets värde. Foto: Areca



Handledningen

Skogsgödsling

har utarbetats av Staffan Jacobson, Folke Pettersson, Lars Högbom och Ulf Sikström, Skogforsk.

Produktion: Areca Information

Illustrationer: Jarl Holmström

© Skogforsk,
Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, 2005
ISBN ISBN 91-975958-0-2
Tryckeri: Gävle Offset

Innehåll

Förord	6
Inledning	7
Ett träd behöver allsidig näring	7
Tillväxten bestäms av näringstillgången	8
Kväve – ett bristämne i överflöd	9
Upp till 20 kubikmeter extra	8
Mer virke och grövre träd	11
Miljöeffekterna är väl studerade	13
Praktiska råd	15
Val av gödslingsbestånd	16
Lagar och regler för skogsgödsling	19
Val av spridningsmetod	20
Val av gödselmedel	22
Val av gödselgiva	23
Kommunicera med entreprenören	24
Några vanliga frågor om skogsgödsling och skogsproduktion	25
Några vanliga frågor om skogsgödslingens miljöeffekter	31
Fördjupning	37
Skogsforsks prognosfunktioner	38
Resultat från mer än 300 gödslingsförsök	40
Överdoserering av kväve ökar miljöpåverkan	41
Ungskogsgödsling ger dålig avkastning	42
Torvmarksgödsling	43
Kalkning och askåterföring	45
Läs mer	46
Bilaga: Uppföljningsrutin	47

Nu ökar intresset för skogsgödsling

Skogsgödsling med kväve är den enda skötselåtgärd som kan öka avverkningspotentialen på kort sikt. Alla andra åtgärder, som bättre förnygringar och snabbväxande trädslag, ger effekt först efter lång tid, mer än 50 år.

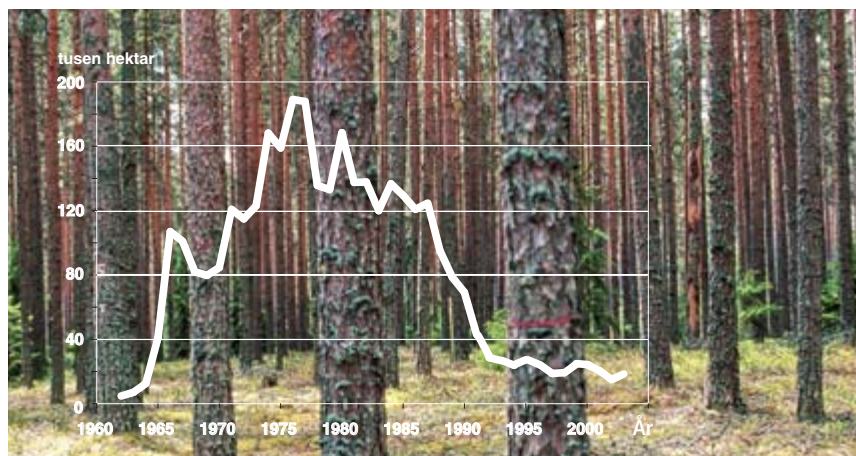
De senaste åren har industrins virkesbehov ökat, och därför ökar nu intresset för skogsgödsling igen.

Skogsgödsling kräver goda kunskaper hos alla som är engagerade i verksamheten. Därför har Skogforsk sammanställt denna handledning, som ger praktiska råd och bakgrundskunskap om gödslingsens biologi, ekonomi och miljöeffekter.

Handledningen behandlar i huvudsak skogsgödsling med kväve på fastmark.

Uppsala i september 2005

Skogsgödsling i praktisk skala kom igång på 1960-talet. Som mest gödslades nästan 200.000 hektar per år i slutet av 1970-talet. Då var den befarande virkessvackan som djupast, och virkesbrist hotade. Efterhand tonades hotet om en virkessvacka ner och intresset för skogsgödsling minskade. Totalt har ungefär 3,5 miljoner hektar gödslats och det har givit en sammanlagd extra produktion på 40–45 miljoner m³sk. Foto: Skogforsk



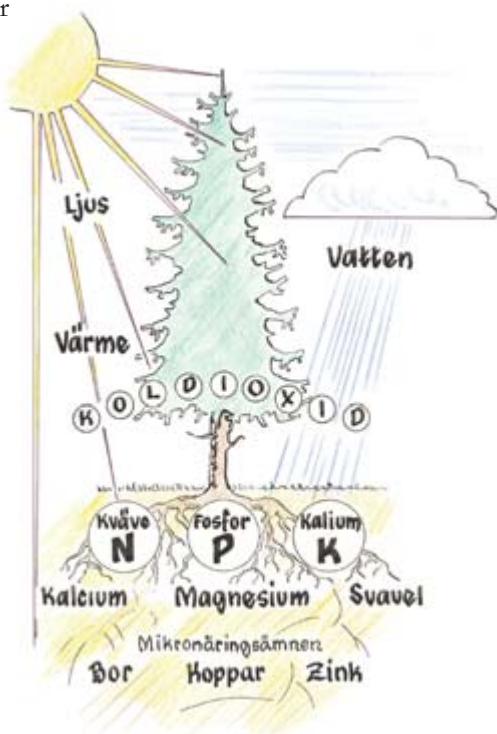
Ett träd behöver allsidig näring

För att ett träd skall leva och växa behöver det ljus, värme, kol, vatten och mineralnäringsämnen.

Ljus och värme kommer från solen, kol tar trädet från luftens koldioxid, vatten och näringsämnen hämtas från marken. De viktigaste näringsämnena är:

- **Kväve (N)** som ingår i växternas proteiner och dessutom i en mängd andra organiska föreningar, som nukleinsyror, vitaminer och klorofyll.
- **Fosfor (P)** som ingår i nukleinsyror, enzymer och i föreningar som sköter cellens energiöverföring.
- **Kalium (K)** som har stor betydelse för växtens vattenreglering. Vid kaliumbrist uppträder även svåra rubbningar i protein- och kolhydratbildningen.
- **Kalcium (Ca)** som har betydelse vid celldelningen och som är nödvändigt för att växterna skall utveckla normala skott och rotspet-sar.
- **Magnesium (Mg)** som ingår i växternas klorofyll.

Förutom mineralnäringsämnena behöver växterna också små mängder av mangan, zink, koppar, bor och molybden m.m. Dessa mikronäringsämnen ingår huvudsakligen i olika enzy-



Tillväxten bestäms av näringstillgången

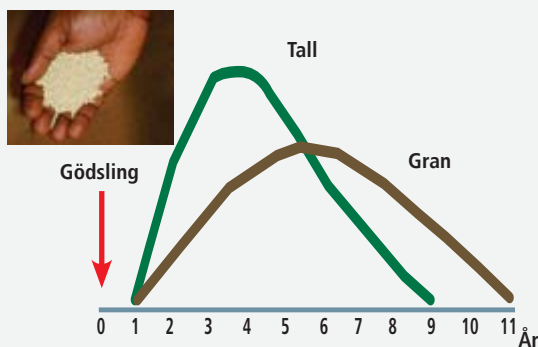
Trädens tillväxt står i proportion till deras barrmassa. Ju fler barr som träden tillsammans har desto högre är skogens tillväxt. Barrmassans storlek styrs i sin tur av näringstillgången.

På fastmarker i Sverige är det normalt tillgången på upptagbart kväve som begränsar barrmassans storlek. Om man tillför kväve anlägger träden fler barr, dessutom blir varje barr längre och kraftigare. Träden bygger upp en större fotosyntesapparat och kan utnyttja solljuset bättre.

Efter en normal skogsgödsling med 150 kg kväve per hektar ökar trädens tillväxt i 7–11 år beroende på trädslag, läge i landet m.m. Därefter klingar effekten av och tillväxten återgår till nivån före gödslingen. Den kortaste varaktigheten får man i ung tallskog i södra Sverige, den längsta i gammal granskog på svag mark i norra Sverige.

Efter en kvävegödsling ökar tallens tillväxt snabbt, men tillväxttöknningen klingar också av ganska snabbt.

En granskog har lite trögare att komma igång, men å andra sidan varar gödslingseffekten lite längre.



Kväve, ett bristämne i överflöd

GOTT OM KVÄVE

Trädens kvävebrist är lite paradoxal för egentligen är det gott om kväve i trädens omgivning. Vanlig luft består till ca 80 procent av kväve. Även i marken är det gott om kväve – från ca 500 kg per hektar i de svagaste skogsmarkerna upp till 10 000 kg i de mest högproduktiva. Men merparten av detta kväve är hårt bundet i markens organiska substans, humusen. Det är först när denna bryts ner av mikroorganismerna och blir ammonium- (NH_4^+) eller nitratjoner (NO_3^-) som träden kan ta upp kvävet*.

** Ny forskning har visat att växter även kan utnyttja organiskt bundet kväve direkt. Man vet dock inte hur stor betydelse detta har för skogens totala kvävebalans. Sannolikt är upptag av organiskt kväve större på svaga marker.*

FORTFARANDE KVÄVEBRIST, TROTS LUFTFÖRORENINGAR

I dag har vi ett nedfall av kväve via luftföroreningar. I södra Sverige kan det uppgå till 10–20 kg kväve per hektar och år. Trots detta blir det fortfarande normala effekter av skogsgödsling med kväve i hela landet – även i södra Sverige. Troligen är de kvävemängder som kommer med luftföroreningarna alltför små för att ge någon mätbar effekt på trädens tillväxt. Dessutom faller en del av kvävet ner under vintern, då vegetationen inte tar upp näring.

Trots att träden växer i ett "hav" av luftkväve, är det ont om kväve i sådana former som träden kan tillgodogöra sig. Foto: Areca



Upp till 20 kubikmeter extra virke

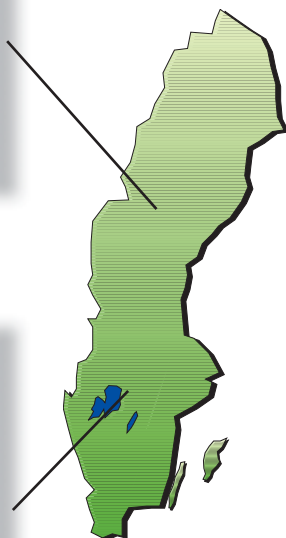
En skogsgödsling med 150 kg kväve per hektar ger en total extra tillväxtökning på 13 till 20 kubikmeter, beroende på läget i landet, skogens ålder, täthet m.m. Tillväxtökningen kan beräknas med Skogforsks prognosfunktioner (se sidan 38). Tabellerna nedan ger en uppfattning om förväntad tillväxtökning i olika skogar.

Norrländ. Total gödslingseffekt, m³sk per hektar, vid en gödselgiva på 150 kg kväve per hektar

Ståndortsindex	Beståndsålder vid gödsling				
	40 år	60 år	80 år	100 år	120 år
T16	-	17	17	16	15
G16	-	18	18	17	16
T20	16	18	18	17	16
G20	18	20	20	19	18
T24	17	19	19	18	17
G24	19	21	21	19	18
T28	16	17	17	16	15
G28	18	20	19	18	17

Svealand och norra Götaland. Total gödslingseffekt, m³sk per hektar, vid en gödselgiva på 150 kg kväve per hektar

Ståndortsindex	Beståndsålder vid gödsling				
	40 år	60 år	80 år	100 år	120 år
T16	-	15	15	14	13
G16	-	16	16	15	14
T20	17	16	16	15	14
G20	15	18	18	17	16
T24	14	16	16	15	14
G24	16	19	17	17	16
T28	14	15	14	13	13
G28	16	18	17	15	14



Mer virke och grövre träd

När en gödslat bestånd slutavverkas har det högre volym och grövre träd än om det inte hade gödslats. I en investeringskalkyl ska man räkna med två intäktsposter:

- **Volymseffekt.** Volymeffekten beräknas genom att multiplicera antalet extra kubikmeter efter gödsling med värdet per kubikmeter utan insatt gödsling.
- **Dimensionseffekt.** Efter en gödsling blir varje träd lite grövre och beståndets grundytavägd medeldiameter ökar normalt med 0,3–0,8 cm. Grövre träd ger grövre timmer, och grövre timmer ger normalt ett högre pris per kubikmeter. Även avverkningskostnaden per kubikmeter sjunker när träden är grövre. Dimensionseffekten ökar värdet på *alla* kubikmeter i beståndet, alltså inte bara på det framgödslade virket. Dimensionseffekten står normalt för 30 till 40 procent av värdeökningen av en skogsgödsling.

KALKYLEXEMPEL

Ett 85-årigt tallbestånd i Mellansverige. Skogen beräknas slutavverkas om tio år. Skogens gödslas med 150 kg kväve/ha

Volymseffekt: 17 m ³ sk extravirke med ett genomsnittligt värde på 300 kr/m ³ sk:	5.100 kr/ha
---	-------------

Dimensionseffekt: 12 kr/m ³ sk räknat på hela virkesvolymen:	3.500 kr/ha
--	-------------

Summa intäktsökning:	8.600 kr/ha
-----------------------------	--------------------

Gödslingskostnad:	2.500 kr/ha
--------------------------	--------------------

Årlig förräntning i tio år:	13 %
------------------------------------	-------------

Gör din egen gödslingskalkyl: På Skogforsks hemsida finns ett beräkningsverktyg för skogsgödsling: www.kunskapdirekt.se

Ogödslat

Volym 280 m³sk/ha

Medeldiameter: 22 cm

Netto vid slutavverkning:
84.000 kronor per hektar

Gödslat för 10 år sedan

Volym: 297 m³sk/ha

Medeldiameter: 22,8 cm

Netto vid slutavverkning:
94.000 kronor per hektar

Gödslingskostnad:
2.500 kronor per hektar

OLIKA KALKYLSITUATIONER

En skogsgödsling är en investering. Det finns olika sätt att utvärdera lönsamheten i en gödslingsinvestering och vilken metod man ska använda beror på kalkylsituationen.

Privatskogsbruket bör räntebelasta gödslingsinvesteringen. Detta leder till att gödsling i första hand är aktuellt i bestånd som ska slutavverkas om åtta till tio år. Förräntningen på en gödslingsinvestering i sådana bestånd ligger normalt inom intervallet 10–20 procent per år.

Större skogsföretag med gott om gammal skog behöver inte räntebelasta gödslingskostnaden. Den extra tillväxt som ett års gödsling ger kan räknas in i företagets virkesbalanser och tas ut samma år i helt andra bestånd. Med detta sätt att räkna blir mer intensiva gödslingsprogram med flera omgödslingar ekonomiskt intressanta.

Ett alternativt sätt att tillgodogöra sig gödslingsvinsten är att bedriva ett skogsbruk med förkortade omloppstider. Räknat utan ränta är produktionskostnaden att framställa en kubikmeter virke genom gödsling normalt 100–150 kr, vilket kan ställas mot kostnaden för att köpa in virke.

En stamtrissa från ett gödslingsförsök. Foto: Areca



Miljöeffekterna är väl studerade

Skogsgödslingens miljöeffekter har diskuterats ända sedan 1960-talet. Det har bedrivits en omfattande forskning, och skogsgödsling är säkerligen den skogliga åtgärd där vi har bäst kunskap om miljöeffekterna.

En rätt utförd gödsling ger, såvitt vi vet i dag, begränsade effekter på miljön. En eller ett par gödslingar under en omloppstid ger några procent högre humusförråd i marken, kanske lite mer gräs och möjligen något förändrad art-sammansättning i mykorrhizasamhället, men det är inga stora effekter.

Efter en omfattande genomgång av litteraturen inom området konstaterade Skogforsk för några år sedan att en korrekt utförd kvävegödsling som följer Skogsstyrelsens allmänna råd (se sid. 19):

- *inte* hotar markens naturliga processer och långsiktiga produktionsförmåga
- *inte* skadar andra ekosystem
- *inte* hotar den biologiska mångfalden.



Praktiska råd

Val av gödslingsbestånd

Sju baskrav

All skog är inte gödslingsvärd. Vissa marker är naturligt så kväverika att träden inte reagerar på gödsling och i andra bestånd blir tillväxtökningen så liten att en åtgärden knappast lönar sig. Ett gödslingsvärt bestånd måste uppfylla vart och ett av följande baskrav:



Fastmark



Podsoljordmån



Ståndortsindex 16–30 m



Minst 80 % av grundytan ska vara barrträd



Lägst förstagallringsskog



Ingen avverkning inom tio år



Frisk och välsluten skog

←
Obs: gödsla bara bestånd som uppfyller samtliga baskrav!

Kommentarer till baskraven

- Fastmark är marker där humustäcket är max 30 cm. Är det tjockare klassas marken som torvmark och då är det normalt primärt inte kväve som begränsar tillväxten, utan tillgången på kalium och fosfor.
- På svaga marker, med ståndortsindex 14 m och lägre, blir tillväxtökningen låg mätt i kubikmeter. Gödsling lönar sig normalt inte.
- Högproduktiva marker, med ståndortsindex över 30 m, kan vara så naturligt kväverika att det inte blir någon tillväxtökning av en kvävegödsling. Samma sak gäller för brunjordar.

- I lövskog blir tillväxtökningen låg och kortvarig. Därför lönar det sig inte att gödsla lövskog.
- I plant- och ungskog blir tillväxtökningen i kubikmeter låg. Dessutom tar det lång tid att få tillbaka de investerade pengarna.
- Om man gallrar eller slutavverkar skogen under effektperioden förlorar man en del av den förväntade mertillväxten. Investeringen utnyttjas då inte fullt ut.
- I glesa och skadade skogar är den löpande tillväxten låg. Tillväxtökningen av en gödsling blir därför begränsad.

Vid omgödsling: För att få full tillväxteffekt vid omgödsling och samtidigt undvika överdosering bör det gå minst tio år mellan gödslingarna.

Prioritera. Gödsla i första hand bestånd med hög löpande tillväxt och god värdetillväxt. Välj växtliga, äldre bestånd med stor andel kvalitetstimmer före yngre bestånd med sämre virkeskvalitet.

En typisk podsolfjordmån. Så här skall en jordprofil se ut för att skogen skall vara gödslingsvärd. Foto: Skogforsk



En skogstyp som inte ska gödslas. En frodig granskog på en näringsrik torvmark. Här är det gott om kväve i marken. En skogsgödsling ger liten eller ingen tillväxtökning. Foto: Skogforsk



Urval i två steg

Urvalet av gödslingsbestånd måste normalt ske i två steg. Först en grov-sortering på rummet med hjälp av skogsbruksplan eller indelningshandlingar, därefter en fältbesiktning. Det är ofta väl använd tid. Varje hektar icke gödslingsvärd skog du identifierar sparar in ett par tusen kronor. På ett par dagsverken kan du spara mycket pengar, framförallt i områden med varierande ståndortsförhållanden.

VID FÄLTINVENTERINGEN:

- kontrollera att skogsbruksplanens uppgifter är riktiga
- avgränsa områden som inte är gödslingsvärda
- avgränsa nyckelbiotoper, hänsynsytor och andra områden som av natur- vårdsskäl inte kommer att slutavverkas. Då ska de självfallet inte gödslas heller – det är bortkastade pengar.
- avgränsa skyddszoner mot vägar, sjöar och vattendrag (se nästa sida): Det kan löna sig att titta lite extra på tallskogar som gränsar till högmosse; delar av skogen kan vara torvmark. Det är också bra att titta lite extra på bördiga granskogar. Det kan vara alltför hög bonitet, brunjord eller kärrtorv.

UTRUSTNING:

- ortofotokarta med inritade bestånd och indelningshandlingar
- GPS
- utrustning för skogsuppskattning inkl. en spade eller jordsond för att kontrollera jordmån och humustäckets tjocklek
- gödslingshandledning

Samverkan sänker kostnaderna. Om ni är flera grannar som gödslar samtidigt är ni fler som kan dela på gödslingsentreprenörens flyttkostnader. Kontakta gärna andra skogsägare och skogsföretag och hör vilka gödslingsplaner de har de närmaste åren.

Lagar och regler för skogsgödsling

MILJÖBALKEN OCH SKOGSSTYRELSENS ALLMÄNNA RÅD

Det behövs inget tillstånd för att kvävegödsla skog. ”Större gödslingsföretag” ska dock enligt Miljöbalken anmälas till skogsvårdsstyrelsen senast sex veckor i förväg. Var gränsen för ”större företag” går är inte preciserat, men det kan vara en klok strategi att alltid kontakta skogsvårdsstyrelsen i god tid före en planerad gödsling. Myndigheten kan bl.a. ge upplysningar om vattentäkter samt om dokumenterat skyddsvärda områden.

I samband med större gödslingsföretag har en del företag som praxis att informera allmänheten, exv. i dagspressen.

Skogsstyrelsen har givit ut ”Allmänna råd för kvävegödsling” (SKSFS 1991:2). Råden är inte bindande, men de är vägledande för myndigheternas handläggning av gödslingsärenden. I de allmänna råden anges bl.a. vilka skyddszoner som bör lämnas mot sjöar, vattendrag m.m. och maximal kvävetillförsel i olika delar av landet. De allmänna råden avråder helt från kvävegödsling i Götaland.

Det har under senare år tillkommit ny kunskap om skogsgödsling och de allmänna råden kan därför komma att omprövas.

Ur Skogsstyrelsens allmänna råd (SKSFS 1991:2)

Skyddszoner

Gräns mot	Skyddszon, meter
Vattentäkt	50
Sjö och större vattendrag	50
Tjörn, damm och å	20
Varaktiga skogsbryn	50
Bebyggelse, gårdstun och trädgård	50
Allmän väg	10
Annans mark	10

Maximal mängd kväve som får tillföras per ha under en omloppstid.



Norra Sverige:
600 kg kväve

Mellansverige:
300 kg kväve

Götaland: 0

Norra Sverige = Norrland utom Gävleborgs län (som här ingår i Mellansverige).

Värdena motsvarar fyra normalgödslingar i norra Sverige och två i Mellansverige.

Val av spridningsmetod

Normalt överlåter man spridningen till en specialiserad entreprenör. På marknaden finns det i dag två spridningsmetoder, helikopter och traktor.

HELIKOPTER

Helikopter passar bäst för större samlade gödslingsarealer med stora och någorlunda enhetliga bestånd, helst utan insprängda impediment, småbäckar m.m.



Foto: Skogforsk

TRAKTOR

Traktorspridning fungerar bäst i gallrad, inte alltför stamtät skog. Bestånden kan vara små och oregelbundna, men de bör ligga nära väg. Med traktor kan gödslingen ståndortsanpassas och givan varieras inom bestånden.



Foto: Dan Malm

SMÅSKALIG SPRIDNING Naturligtvis kan du också göra jobbet själv. Är terrängen jämn och det bara är små arealer som ska gödslas går det bra att använda en jordbrukstraktor med en vanlig centrifugalspridare.

Det går också att köra ut gödselsäckarna med traktor och sedan sprida ut gödselmedlet för hand med en såskäppa eller en skyffel.

Spridningsjämnheten viktig

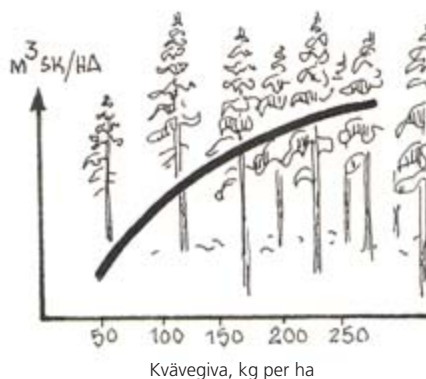
Priset är en viktig faktor vid valet av spridningsmetod. Men det är gödselmedlet som är den stora posten och svarar för ca 70 procent av totalkostnaden för en skogsgödsling. Därför är det viktigt att gödselmedlet hamnar där det verkligen gör nytta och att det sprids någorlunda jämnt i beståndet, annars får man inte ut den förväntade tillväxtökningen.

Jämn spridning är extra viktigt på bördiga marker. Där kulminerar tillväxtökningen redan vid kvävegivor på 150 till 200 kg per hektar. En lokal överdosering ger då ingen mertillväxt – det är att ”gödsla för kråkorna”.

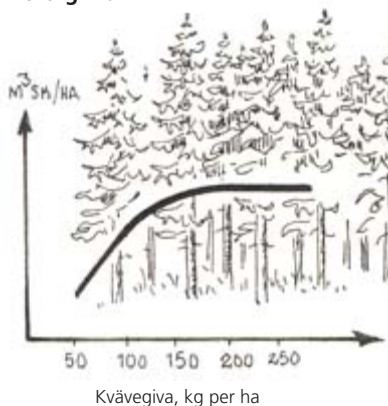
Magra marker är lite mer förlåtande – den tillväxtökning man förlorar på en lokal underdosering kompenseras av den extra tillväxtökning man får av en motsvarande överdosering i andra delar av beståndet. Det här gäller för doser ända upp till 300 till 350 kg kväve per hektar.

Spridningsentreprenörerna utnyttjar normalt GPS för att navigera och dokumentera spridningen, såväl vid traktor- som helikopterspridning. Inför en upphandling av spridningstjänster bör du väga in vilken navigeringsteknik entreprenören använder och hur noggrann den är.

Mager mark



Bördig mark



Val av gödselmedel

För närvarande används bara en sorts gödselmedel för skogsgödsling. Det är en blandning av ammoniumnitrat och kalksten och kallas kalkammonsalpeter eller KAS. Det består av 18 procent dolomitkalk, 0,2 procent bor och resten ammoniumnitrat. Kvävehalten är 27,2 procent.

Kalkstenen har tillsatts för att motverka den försurning som ammoniumnitrat kan ge upphov till.

Bor har satts till för att träden inte skall drabbas av borbrist, något som annars kan inträffa efter upprepad kvävegödsling på magra tallmarker i Norrlands inland. Vid borbrist kan trädens knoppanlag och årsskott skadas.

GRANULER

Gödselmedlet finns i två olika kornstorlekar (granuler). De grövre kornen är i genomsnitt ca 4–8 mm i diameter, de finare 2–4 mm.

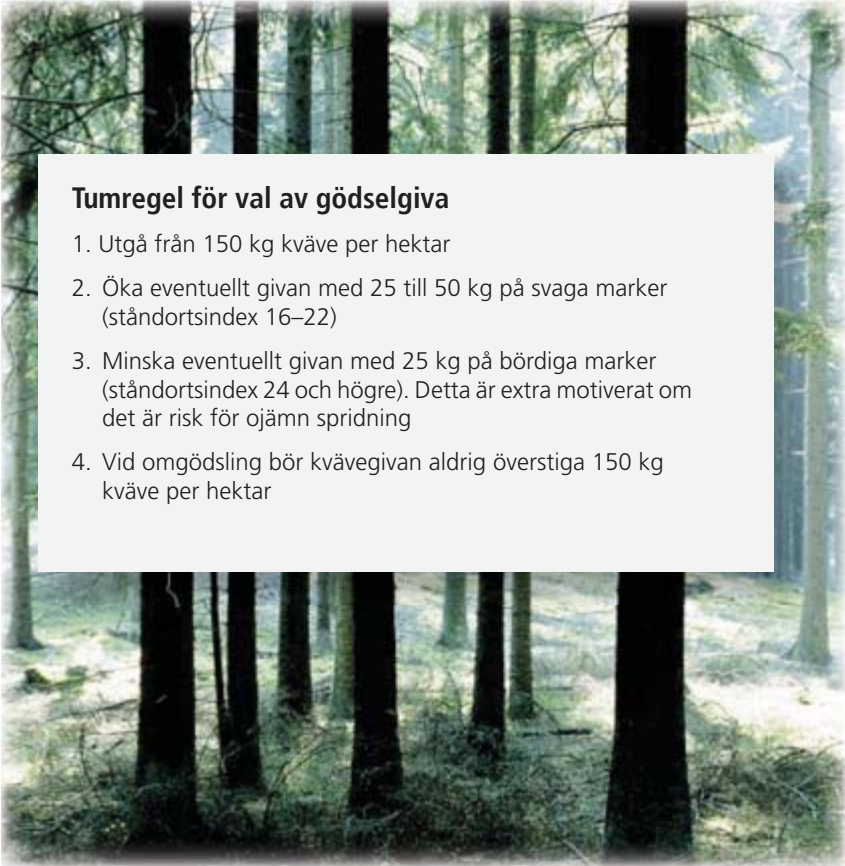


Om gödselmedlet måste lagras...

- Gödselmedlet är mycket fuktkänsligt. Fuktskadat gödsel bildar klumpar som försvårar hantering och jämn spridning.
- Vid utomhuslagring i storsäck är det viktigt att ha en bra lagringsplats. Underlaget bör vara väl-dränerat, plant och utan vassa stenar och andra föremål.
- Säckarna ska hanteras med stor försiktighet, så att de inte skadas. De bör staplas ovanpå varandra för att underlätta lastningen.
- Gödselmedlet är också känsligt för temperatursvängningar.

Val av gödselgiva

Med hjälp av Skogforsks prognosfunktioner (se sid 38) kan tillväxtökningen beräknas för olika bestånd och gödselgivor. Den ambitiösa skogsägaren kan alltså räkna fram den optimala gödselgivan för varje bestånd genom att väga in tillväxtökning, värdet på det framgödslade virket, gödslingskostnad, spridningsjämnhet m.m. Den som inte vill göra en sådan kalkyl kan i stället utgå från följande tumregel:



Tumregel för val av gödselgiva

1. Utgå från 150 kg kväve per hektar
2. Öka eventuellt givan med 25 till 50 kg på svaga marker (ståndortsindex 16–22)
3. Minska eventuellt givan med 25 kg på bördiga marker (ståndortsindex 24 och högre). Detta är extra motiverat om det är risk för ojämn spridning
4. Vid omgödsling bör kvävegivan aldrig överstiga 150 kg kväve per hektar

Kommunicera med entreprenören

- Ha regelbunden kontakt med spridningsföretaget, både före, under och efter gödslingen.
- Vid helikopterspridning: Sätt ut skyltar vid alla tillfartsvägar och öppna alla bommar vid infartsvägarna så att uttryckningsfordon kan komma fram.

FÖLJ UPP

Spridningsentreprenörerna har i dag teknik och rutiner för att följa upp gödslingen. Ofta får du som beställare en beståndskarta med spridningsstråken inritade. Denna baseras på data från GPS.

Du bör dock själv skapa dig en bild av arbetet. Hur jämnt har gödselmedlet spridits? Hur har man klarat skyddszoner och gränser mot andra fastigheter och bestånd? Gödslingen är en stor investering, och en viss kontroll är bra både för dig som köpare och för entreprenören. Det är dessutom en trygghet att ha sett en del av gödslingarna om det skulle komma frågor från allmänhet eller myndigheter.

Ofta räcker det att gå över ett urval av bestånden. Gör det direkt efter gödslingen när gödselkornen fortfarande syns.

För att kunna beräkna tillväxtökningen efter gödsling och för att upptäcka tekniska och planeringsmässiga fel bör man följa upp gödslingsresultatet stickprovvis. En dokumentation på hur gödselmedlet spritts kan dessutom vara en god hjälp vid diskussioner med myndigheter och naturvårdsintressenter. Skogforsk har utvecklat en uppföljningsrutin. Den består av en jämnhetsuppföljning samt en kant- och miljöuppföljning, och redovisas i bilaga 1.

Några vanliga frågor om skogsgödsling och skogsproduktion

Är inte tillväxtökningen mest "luft"?

En gödsling ger bredare årsringar och ökad årsringsbredd ger hos barrträd ett något lättare virke med något lägre hållfasthet. Fiberutbytet sjunker också något. Detta har dock i praktiken mycket liten betydelse. Ungefär 95 procent av tillväxtökningen efter gödsling är "äkta fiber", vedens torrsubbstanshalt sjunker med endast ca fem procent i de årsringar som påverkats av gödslingen.

Hur påverkas stamformen?

Vid normala gödselgivor och i normal gödslingsskog förändras inte trädens stamform; diameter- och höjdtillväxt följs åt på samma sätt som vid normal tillväxt.

Hur skall man kombinera gödsling och gallring?

Gallrad skog reagerar bra på kvävegödsling. En gödsling omedelbart efter en gallring ger troligen den högsta totalproduktionen. Efter en gallring ökar trädens barrmassa snabbt och då ökar risken för stormfällning och stambrott. Den här effekten förstärks av en gödsling. Det kan därför vara klokt att vänta fyra–fem år med att gödsla skogen. Då hinner träden stabilisera sig.

För att minska risken för vindskador är det bäst att låta skogen stabilisera sig några år efter en gallring innan man gödslar. Foto: Areca



Lönar det sig att gödsla överslutna skogar?

Även kraftigt överslutna bestånd reagerar bra på gödsling, men en stor del av tillväxten avsätts på de klenaste träden, som kanske inte ens ger gagn-virke. Den bästa skötselåtgärden är därför normalt att först gallra skogen och därefter gödsla efter fyra–fem år.

Kan man gödsla riktigt gammal skog?

En skogsägare kan av hushållningsskäl tvingas att överhålla gammal, slutav-verkningsmogen skog. För att hålla skogsinnehavets totala tillväxt uppe kan då den äldre skogen gödslas. Den löpande tillväxten brukar dock vara ganska låg och tillväxtökningen i kubikmeter blir därför lägre än i mer växt-lig skog. Samtidigt är dock *värdetillväxten* normalt hög i den äldre skogen, framförallt i tallbestånd.

Växer skogen sämre när gödslingseffekten ebbat ut?

Det blir ingen ”baksmälla” i form av minskad långsiktig tillväxt efter en gödsling. När gödslingseffekten ebbat ut återgår tillväxten till den nivå den skulle ha haft utan gödsling. Å andra sidan har vi inte heller sett någon bestående tillväxtökning i våra försök.

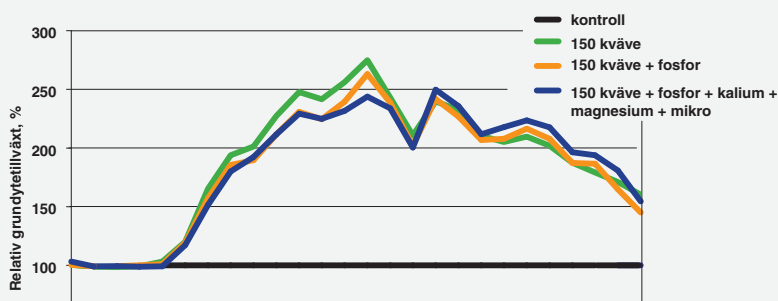
När på året kan man gödsla?

Gödsling kan ske hela perioden maj till september. Vid sen höstspredning ökar dock risken för kraftiga regn, som kan ge en ökad kväveutlakning. Spridning på tjälad mark och på snö är direkt olämpligt, risken är stor att gödselmedlet lakas ut eller sköljs bort och hamnar på olämpliga ställen.

Varför inte "fullgödsel"?

I jordbruket måste man gödsla med flera olika näringsämnen för att få önskad effekt. I skogen verkar det dock räcka med kväve. I några gödslingsförsök med kväve tillförde vi även fosfor respektive "fullgödsel" (fosfor + kalium + magnesium + mikronäringsämnen). Trots att skogen i dessa försök hade gödslats extremt intensivt, med 150 kg kväve per hektar vartannat år under en 20-årsperiod, gick det inte att se någon näringsobalans i träden och det blev ingen ökad tillväxt av de extra växtnäringsämnena. Kvävebristen är uppenbarligen helt dominerande i svensk skog på fastmark.

Grunddytans relativa utveckling med 2-årigt gödslingsintervall.
Medeltal av tre försök. Ogödslade ytor = 100).



I jordbruket är det en självklarhet att gödsla med flera olika näringsämnen för att få en optimal skörd. I skogen räcker det med kväve. På vanlig skogsmark blir det ingen extra tillväxtökning om man tillför t.ex. fosfor, kalium eller magnesium.

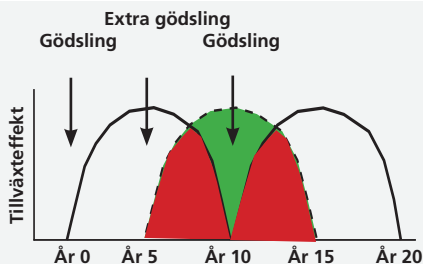
Foto: Yara



Hur lång tid bör det gå mellan omgödslingar?

En omgödsling ger samma tillväxteffekt som en förstagångsgödsling – om effekten av den tidigare gödslingen hunnit ebba ut. Om skogen däremot gödglas om innan dess förlorar man den kvarvarande mertillväxten från den första gödslingen. Totalt blir det alltså färre kubikmeter extra tillväxt med täta omgödslingar jämfört med två gödslingar där effekten först får ebba ut.

Principskiss: Vid två gödslingar, år 0 och år 10, blir volymtillväxten de två vita fälten plus de två röda. Vid en extra gödsling år 5 blir nettovinsten enbart det gröna fältet (volymtillväxten i de röda fälten erhålles ju i båda regimerna).



Är gödslad skog mer känslig för stormskador?

Risken för stormskador ökar något direkt efter en gödsling. Träden bygger snabbt upp sin krona, och redan året efter gödslingen har de betydligt fler och större barr. Kronan blir ett större vindfång och blir det en storm under det första året är skogen mer vindkänslig.

Träden reagerar dock snabbt på de ökade påfrestningarna och börjar staga upp sig. Rötterna och den nedre delen av stammen växer till, och redan efter några år har träden anpassat sig till den större kronan. Då är det inte längre någon förhöjd risk för stormskador.

När sedan gödslingseffekten ebbar ut blir barrmassan mindre igen. Då är troligen risken för stormskador mindre än innan gödslingen, eftersom

träden då är ”överstaga

De första åren efter en gödsling är träden mer vindkänsliga, men efter några år är de snarare mindre känsliga än före gödslingen. Foto: Areca





Några vanliga frågor om skogsgödslingens miljöeffekter

De svar som ges i detta avsnitt gäller praktisk skogsgödsling med rekommenderade gödselgivor och omdrev. Högre kvävegivor och/eller tätare omgödslingar kan ge mer påtagliga effekter på miljön.

Vart tar kvävet vägen?

Den absoluta merparten av det kväve som tillförs vid en skogsgödsling hamnar till slut i organisk form i markens humus. Markens förråd av organiskt bundet kväve ökar, men ökningen är så liten i förhållande till markens naturliga kväveförråd att den är svår att mäta.

I små bäckar som rinner genom gödslad skog kan man ofta se en ökad halt av oorganiskt kväve efter en gödsling. Det kommer från gödselmedel som hamnat direkt i vattnet. Studier har visat att detta läckage i små bäckar normalt är mindre än fem procent av det tillförda kvävet. Längre ner i vattensystemen gick det inte att mäta några förhöjda kvävehalter. Troligen har gödslingskvävet där späts ut så mycket att det inte längre går att detektera.

Om man följer Skogsstyrelsens allmänna råd och lämnar ogödslade skyddszoner runt små bäckar minskar kväveläckaget påtagligt.

Kan marken bli kvävemättad?

På mycket bördiga ståndorter kan marken bli så ”mättad” på kväve, att en ytterligare tillförd mängd kväve kan lakas ut till sjöar och vattendrag. Sådana bestånd finns framförallt i sydvästra Sverige och är så bördiga att de inte uppfyller baskraven för skogsgödsling. De är alltså olämpliga som gödslingsobjekt.

KOL-KVÄVEKVOTEN anger förhållandet mellan mängden kol och kväve i marken. Bördiga marker har hög biologisk aktivitet, och därmed en låg kol- kvävekvot, d.v.s. det finns lite kol i förhållande till mängden kväve.

På bördiga marker med kol-kvävekvot under ca 25 är det ökad risk för kväveutlakning.

Mindre bördiga marker, med kol-kvävekvot över 30, har mycket stor förmåga att lagra kväve. I denna grupp finns de näringsfattiga bestånd som uppfyller baskraven för skogsgödsling.

Vad händer med kvävet när skogen slutavverkas?

Efter en slutavverkning ökar markens mineralisering av kväve, men då finns det inget trädbestånd som kan ta hand om kvävet. Därför ökar alltid kväveutlakningen under hyggesfasen. Gödslad skog har ett större förråd av kväve och utlakningen skulle därför kunna bli högre. De studier som gjorts har delvis bekräftat denna bild, men skogen hade då gödslats med *mycket* höga kvävegivor. Vid rekommenderade gödselgivor var effekten inte mätbar.

Är skogsgödsling försurande?

En skogsgödsling leder till en uppbyggnad av barrbiomassan under de första åren. Då ökar även upptaget av andra växtnäringsämnen från marken. Den ökade barrbiomassan leder också till en ökad förnaproduktion. Humustäcket blir tjockare, dels på grund av den ökade förnaproduktionen, men också beroende på att en kvävegödsling medför en något långsammare nedbrytning. En gödsling innebär en omlagring av växtnäringsämnen från mineraljorden till humuslagret. Detta kan inledningsvis uppmätas som en svag ökning av pH i humustäcket. I rostjordens övre del kan det i stället ibland bli en svag minskning av pH.

Markens förråd av s.k. baskatjoner, exv. kalcium och magnesium, ökar efter gödsling. Baskatjonerna kommer främst från kalken i gödselmedlet och de buffrar marken mot tillkommande försurning.

I bäckvatten finns det ingen rapport om försurning efter gödsling med kalkberikade gödselmedel. Tvärtom har pH-ökningar på 1 till 2 enheter rapporterats. Samtidigt har förhöjda halter av kalcium och magnesium registrerats i vattnet. De här effekterna varar någon månad, i enstaka fall upp till ett år, och beror på kalken i gödselmedlet.

I åkermark blir det mer nitrat. Varför inte i skogen?

I jordbruksmark är gödsling med ammoniumnitrat starkt försurande. Det beror på att det blir en s.k. nitratbildning, eller nitrifikation. Det är en process där bakterier gör om ammoniumkväve till nitratkväve, och då frigörs försurande vätejoner. I skog är marken oftast naturligt så sur att det vanligtvis inte sker någon nettoproduktion av nitrat av betydelse efter kvävegödsling, eftersom de nitrifierande bakterierna inte trivs där.

Hur påverkas markvegetationen?

En gödsling ger normalt vissa vegetationsförändringar. Den generella bilden är att

- gräs och örter ökar, om de redan finns i beståndet
- blåbär ökar om det inte finns gräs
- lingon ökar om det inte finns blåbär
- lavar och mossor minskar

Efter en normal gödsling är dock förändringarna små och de är svåra att se med blotta ögat. Efter 5–10 år går det vanligtvis inte längre att registrera några skillnader mellan gödslade och ogödslade skogar. Vid mycket höga kvävegivor, långt över vad som rekommenderas, är förändringarna mer påtagliga och långvariga.

Blir det mer gräs på hygget om skogen varit gödslad?

Efter gödsling med normala givor har det inte kunnat registreras någon ökad gräsväxt på hyggen. De studier som gjorts visar också att föryngringen går lika bra på gödslade som på ogödslade provytor. Detta är också rimligt, med tanke på att vegetationsförändringarna efter en normal gödsling är små.

Kan gödsling hota rödlistade arter?

För några år sedan inventerades ett antal praktiska gödslingsobjekt i östra Mellansverige, och då hittades en del rödlistade moss- och lavararter i de skogar som skulle gödslas. De var dock koncentrerade till fuktiga partier, d.v.s. skog som enligt dagens rekommendationer ska undantas vid gödsling och det bedömdes därför inte vara något större problem.

Hur påverkas mykorrhizan?

Mykorrhizan, d.v.s. samlevnaden mellan svamp och träd, är livsviktig för trädens upptag av näring och vatten.

De försök som finns indikerar att mykorrhizasamhället påverkas av kvävegödsling, vissa grupper gynnas och andra missgynnas. Arter inom släktet spindlingar (som är det mest artrika släktet i Sverige med 300–500 arter) är mycket känsliga för ett ökat kvävetillskott, och dessa arter minskar kraftigt på kvävegödslade ytor.

Andra svampar verkar gynnas av en kvävegödsling. Det gäller bl.a. arter inom släktet riskor.

Effekterna verkar dock vara övergående. I en uppföljning av gamla gödslingsförsök gick det inte att se några skillnader mellan gödslade och ogödslade ytor.

Man måste också se skogsgödsling i ett större sammanhang. Samtliga skogar som gödslas kommer att slutavverkas – annars är ju investeringen meningslös. En slutavverkning – eller en skogsbrand – innebär en mycket mer genomgripande förändring av mykorrhizasamhället än ett par skogsgödslingar under en omloppstid.

Stensopp – eller Karl-Johan.
En av många mykorrhizabildande svamparter i den svenska skogen.

Foto: Bengt Ekberg - Megapix



Vad tycker älgen om skogsgödsling?

Vad gäller större växtätare, som älgen, har inga negativa effekter rapporterats, snarare är det tvärtom. Efter en gödsling blir vegetationen yppigare och får dessutom högre proteinhalt. Därför dras älgen till gödslad skog. I ett gödslingsförsök i ung tallskog hade älgen både sommar och vinter betat mer på gödslade träd än på ogödslade.

Älgen är mycket förtjust i proteinrika gödslade tallbarr. Det är synd för älgen att trädkronorna i en gödslad skog sitter så högt upp. Och när väl skogen avverkas har gödslingseffekten ebbat ut...

Foto: Bertil Pettersson/N



Hur påverkas renbetet?

Lavdominerade marker är normalt inga bra gödslingsobjekt, eftersom skogens rotvärde är lågt och skogen växer långsamt. Det kan dock finnas lavpartier insprängda i gödslingsvärd skog och där kan tillgången på renbete minska, eftersom lavarna missgynnas medan ljung och bärris ökar.

Kan skogsgödsling hota fisk och annan vattenfauna?

De förändringar i vattenkemi som registrerats i små bäckar efter gödsling är små och kortvariga och når inte upp till de nivåer som anses vara skadliga för fisk.

Skogsbruket ska dessutom alltid lämna ogödslade buffertzoner mot bäckar och sjöar, vilket ytterligare minskar risken för negativa effekter på fiskbeståndet i de bäckar som rinner genom skogen. Buffertzonerna är också viktiga för exv. groddjur, som är känsliga för förhöjda kvävehalter i vattnet.

Fördjupning

Skogforsks prognosfunktioner

År 1994 publicerade Skogforsk nya prognosfunktioner för skogsgödsling. Med dessa kan tillväxtökningen efter fem år beräknas, och med hjälpfunktioner kan sedan den totala tillväxtökningen prognostiseras.

Underlaget till de nya funktionerna är data från 961 försöksytor på 234 lokaler, väl spridda över landet. Något förenklat kan man säga att funktionerna beskriver den genomsnittliga tillväxteffekten som erhållits på dessa provytor vid olika behandlingar.

Inledningsvis testades ett stort antal variabler om marken och skogen. Steg för steg kunde merparten av dessa sorteras bort, eftersom de inte ökade precisionen i prognoserna tillräckligt mycket för att ”platsa” i praktiskt användbara funktioner. Exempel på variabler som sorterades bort var markfuktighet, jordart, tjocklek på humuslagret m.m. Inte heller data om vädret vid spridningstillfället ökade precisionen. Den slutliga prognosfunktionen består av sju variabler i tre huvudgrupper:

BESKRIVNING AV STÅNDORTEN

1. Ståndortsindex
2. Breddgrad
3. Höjd över havet

BESKRIVNING AV BESTÅNDET

4. Löpande tillväxt
5. Dominerande trädslag (tall eller gran).

BESKRIVNING AV BEHANDLINGEN (GÖDSLINGEN)

6. Gödselmedel (urea eller ammoniumnitrat)
7. Gödselgiva

Kommentarer till prognosfunktionerna

Genom att först låsa alla variabler på en viss nivå och sedan låta en efter en variera kan inflytandet av enskilda ståndorts- och beståndsfaktorer belysas. Den totala tillväxteffekten av en gödsling ökar – allt annat lika – med:

- minskat ståndortsindex
- ökad breddgrad
- ökad höjd över havet
- ökad löpande tillväxt – som är ett samlat uttryck för ståndorts-egen- skaper och beståndsfaktorer som virkesförråd, ålder och trädens kondition.

Många av variablerna samvarierar. Den löpande tillväxten är t.ex. starkt korrelerad med ståndortsindex, som i sin tur är starkt korrelerad med klimatläget (latitud och höjd över havet).

Tall och gran får enligt funktionerna ungefär samma totala gödslingseffekt, men fördelningen i tiden skiljer sig något. Tallens tillväxt ökar snabbare efter gödsling, men effekten ebbar också ut ett eller ett par år tidigare än för gran.

Prognosfunktionerna ger medelvärden. För ett enskilt bestånd kan gödslingseffekten bli både större eller mindre än den beräknade. Variationen i gödslingseffekt ligger normalt inom intervallet $\pm 3 \text{ m}^3\text{sk}$. I genomsnitt för ett antal bestånd ger dock prognosfunktionerna rätt värde.

Resultat från mer än 300 gödslingsförsök

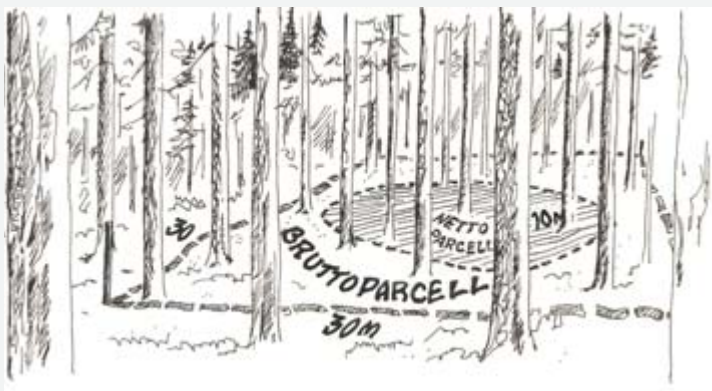
Skogforsk och dess föregångare har sedan 1960 lagt ut över 300 gödslingsförsök på olika ståndorter och i olika delar av Sverige. De flesta försök har en likartad design, med dels obehandlade kontrolltytor, dels ytor som gödslats på olika sätt. Ofta finns det en eller flera upprepningar. Många av försöken har genom åren använts för flera olika syften, först studerades skogsproduktionen, sedan olika miljöfrågor.

Kort om gödslingsförsök

För att ta reda på tillväxteffekten av gödsling med t.ex. 100, 150 och 200 kg kväve/ha lägger vi ut fyra provtytor (parceller); en för varje giva samt en ogödslad kontrolltyta.

Varje provyta består av två delar: En bruttoyta, som normalt är 30 x 30 meter. Hela denna gödslas. Eftersom en del av träden inom bruttoparcellen har delar av sitt rotsystem utanför den gödslade ytan, och det samtidigt finns andra träd utanför, som har rötter inne i bruttoytan, görs alla mätningar i en s.k. nettoyta; en cirkel med 10 meters radie som ligger inne i bruttoytan.

De fyra provytorna kallas tillsammans för ett block. Varje försök består av minst två, oftast fler block, för att statistiskt kunna avgöra om eventuella skillnader i tillväxt beror på behandlingen eller bara på slumpen.



Överdoserings av kväve ökar miljöpåverkan

I Skogforsks gödslingsförsök finns ofta något eller några försöksled med mycket höga kvävegivor och/eller mycket täta gödslingsintervall. Det handlar i vissa försök om ända upp till tio gånger rekommenderad dos. Syftet har aldrig varit att skogsbruket skulle tillämpa dessa intensiva gödslingsregimer, utan att ”testa gränserna”.

I dessa försök har vi kunnat se hur miljön påverkas av en överdosering. Sammanfattningsvis kan mycket höga kvävegivor ge:

- 1. Mer gräs.** Vid överdosering blir det mycket tydliga förändringar i vegetationen, framförallt är det gräset som ökar. Förändringarna är dessutom långvariga och synliga långt efter senaste gödningen.
- 2. Nitrifikation.** Vid överdosering kan bildningen av nitrat i marken (nitrifikation) öka kraftigt. Nitrifikation är en process där bakterier omvandlar markens ammoniumkväve till nitratkväve. Detta är en starkt försurande process, och dessutom ökar kväveutlakningen oftast, eftersom nitratkväve är lätttrörligt i marken till skillnad från ammoniumkväve.

Foto: Torbjörn Lilja/N



Ungskogsgödsling ger dålig avkastning

Med jämna mellanrum dyker det upp idéer om att intensivgödsla ungsko-
gar från kanske två–tre meters höjd för att förkorta skogens omloppstid.
Gödsling av ungskog är dock inte problemfri och det finns en del som talar
emot ett sådant koncept:

LÅG VERKNINGSGRAD

Tillväxtökningen i kubikmeter per kilo tillfört kväve blir lägre i plant- och
ungskog än i medelålders och äldre bestånd. Dessa tidigt erhållna kubik-
metrar blir dessutom dyra om gödslingskostnaden skall räntebelastas i en
investeringskalkyl.

SPRIDNINGSJÄMNHETEN EXTRA VIKTIG

Vid intensivgödsling är det extra viktigt att gödselmedlet sprids jämnt för
att minska risken för överdosering och näringsläckage. Spridningsjämnhe-
ten från helikopter är, trots tekniska hjälpmedel som GPS, fortfarande för
dålig för att uppfylla de stränga krav som måste ställas vid intensivgödsling

Ungskogsgödsling måste alltså ske från traktor, vilket innebär att stickvägar
måste tas upp tidigare än normalt i beståndet. Det ger tillväxtförluster som
belastar gödslingskalkylen negativt. Det kan också ifrågasättas om det är
möjligt att få en acceptabel spridning ens med traktor i unga täta bestånd
med lågt placerade och
yviga grenverk.

Upprepade körningar med
traktor i granungskogar
under vegetationsperio-
den ökar också risken för
rotröta.



Ungskogsgödsling – ett koncept
med många frågetecken

Foto: Skogforsk

Torvmarksgödsling

Skog på odikade torvmarker växer oftast dåligt, primärt därför att det är för mycket vatten i marken och för lite luft för rötterna.

På dikade torvmarker och andra torvmarker där vattenöverskottet inte är lika påtagligt begränsas trädens tillväxt främst av brist på näringsämnena fosfor och kalium, men även kväve. Trädens rötter når inte ner till mineraljorden, som är den naturliga källan för fosfor och kalium på fastmark.

Vid kaliumbrist får tallen gula barrspetsar och granen gulaktiga fjolårsskott. Vid fosforbrist kan både tall och gran få krokiga toppskott och korta barr.

På dränerade torvmarker går det att öka trädens tillväxt med gödsling. På bördigare torvmarker räcker det att gödsla med kalium och fosfor, på magrare torvmarker får man en extra tillväxtökning om man även tillför kväve.

Från såväl produktions- som miljösynpunkt är det viktigt att välja ett svårslösligt fosforgödselmedel, t.ex. finmald apatit. Gödslingseffekten varar då längre, samtidigt som det blir mindre utlakning av fosfor.

Miljöeffekterna vid torvmarksgödsling är inte lika väl undersökta som vid kvävegödsling på fastmark.

Tabellen ger en uppfattning om tillväxtökningen på olika torvmarker. Värdena i tabellen baseras på en gödsling med 40 kg fosfor och 80 kg kalium per hektar vart 16:e år. På torvmarker av typ bärris och sämre tillförs dessutom 100–150 kg kväve per hektar.

Vegetationstyp	Tillväxtökning, m ³ sk/ha och år
Högört	0–1,0
Lågört-högstarr	0–1,5
Fräken	1,5–2,5
Bärris	2,0–4,0
Lågstarr	1,5–3,0
Rosling-tranbär	1,0–2,0



Kalkning och askåterföring

I dag begränsas trädens tillväxt av kvävebrist på de allra flesta fastmarker. Det har befarats att träden i södra Sverige kan komma att drabbas av ”nya” näringsbrister på grund av kvävenedfall och markförsurning. Det handlar då om brist på näringsämnen som kalcium, kalium, magnesium och fosfor.

Även ett intensivt brukande av skogen skulle enligt dessa teorier kunna minska tillgången på växttillgänglig näring och utgöra ett hot mot en uthållig skogsproduktion. Kalkning eller askåterföring har i olika sammanhang föreslagits som motåtgärder.

För trädens del finns det dock av flera skäl inget behov av att behandla den sydsvenska skogen inom överskådlig framtid:

1. ÄNNU INGEN MINSKAD TILLVÄXT

Det finns inga fältförsök som tyder på att markförsurningen eller ”nya näringsbrister” hittills har minskat trädens tillväxt.

2. INGEN NYTTA PÅ KORT SIKT

För trädens del är det, utifrån dagens kunskaper, svårt att se någon nytta med kalkning eller askåterföring. Åtgärderna har ingen eller liten positiv effekt på trädens tillväxt på kort sikt – kalk och aska kan tvärtom minska tillväxten på en del marktyper. Det beror troligen på minskat utbud av kväve.

Inte heller vid ett mer intensivt brukande av skogen, t.ex. helträdsutnyttjande, finns det för trädens del behov av att tillföra andra näringsämnen än kväve. De tillväxtförluster som har konstaterats vid helträdsutnyttjande beror på minskat kväveutbud. Vill man kompensera för denna förlust räcker det med att tillföra kväve.

3. FÖREBYGGANDE BEHANDLING OSÄKER

Det är mycket osäkert om en kalkning eller askåterföring i dag kan förebygga framtida näringsbrister. Risken är stor att de tillförda näringsämnena i stället lakas ut (det gäller bl.a. för kalium) eller binds hårt i marken (vilket gäller för fosfor).

Det finns också försök som visar att akuta näringsbrister hos träd kan

avhjälpas relativt snabbt. Det talar för att man kan vänta med att åtgärda problemen först om och när de uppstår.

4. TVEKSAM EKONOMI

Även ekonomin talar mot kalkning och vitalisering i dag. Åtgärderna har sannolikt inte några positiva effekter för träden på kort sikt och nyttan på lång sikt är inte klarlagd. Kalkning och vitalisering kan vara verkningslösa åtgärder för träden. Dessutom är fosfor en ändlig resurs, som vi bör hushålla med.

5. OÖNSKADE MILJÖEFFEKTER

Kalkning och askåterföring kan ge oönskade miljökonsekvenser. Efter kalkning ökar i vissa fall nedbrytningen av markens organiska material, vilket gör att det förbrukas i snabbare takt och växthusgasen koldioxid avgår till luften. Även utlakning av kväve kan öka efter kalkning och askgödsling. Dessutom förändras vegetationen – och för mykorrhizasamhället kan förändringarna bli omfattande efter kalkning.



Inte ens i sydvästra Sverige, där luftföroreningarna är som störst, finns det för trädens del någon anledning att kalka skogen i dag. Foto: Areca.

Gödsling och skogsproduktion

På svenska

Föryngringen påverkades inte av tidigare skogsgödsling med kväve. Resultat nr 12, 1995. Skogforsk. Hans-Örjan Nohrstedt & Hagos Lundström.

Nytt system för uppföljning av skogsgödsling. Resultat nr 6, 1998. Skogforsk. Ingemar Eriksson & Staffan Mattsson.

Trädens tillväxt – fortfarande en fråga om kväve! Resultat nr 2, 2002. Skogforsk. Ulf Sikström & Staffan Jacobson.

Ingen "baksmälla" i form av långsiktigt sänkt tillväxt efter kvävegödsling. Resultat nr 2, 2003. Skogforsk. Folke Pettersson & Lars Högbom.

Ny vår för skogsgödslingen. Resultat nr 23, 2003. Skogforsk. Staffan Jacobson & Folke Pettersson.

På engelska

Pettersson, F. 1994. Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. The Forestry Research Institute of Sweden. Report No. 3, Uppsala. 56 pp.

Skogsgödsling och miljö

På svenska

Resultat av två långtidsförsök med kvävegödsling: Inga bestående negativa effekter på vegetation, mark och markvatten. Resultat nr 6, 1999. Skogforsk. Sten Nordlund & Hans-Örjan Nohrstedt.

Resultat från två försök: Ingen ökad kadmiumhalt i bäckvatten efter skogsgödsling. Resultat nr 5, 2000. Skogforsk. Lars Högbom m.fl.

Undersökning i ett gödslingsförsök visar: Kvävegödsling kan ge varaktiga effekter i marken. Resultat nr 19, 2000. Skogforsk. Lars Högbom m.fl.

Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige. Redogörelse nr 6, 2002. Skogforsk. Lars Högbom & Staffan Jacobson.

På engelska

Ring, E. 2004. Experimental N fertilization of Scots pine: effects on soil-solution chemistry 8 years after final felling. For Ecol Manage 188:91-99

Kalk, aska och vitalisering

Askan åt skogen – deponeringslösning eller markvård? Resultat nr 2, 1995. Skogforsk. Staffan Jacobson & Eva Ring.

Kalkning och gödsling påverkade inte kronutglesning och kådflödessjuka hos gran. Resultat nr 18, 1996. Skogforsk. Ulf Sikström & Stefan Andersson.

Återföring av aska kan ge tillväxtförluster. Resultat nr 23, 1997. Skogforsk. Staffan Jacobson.

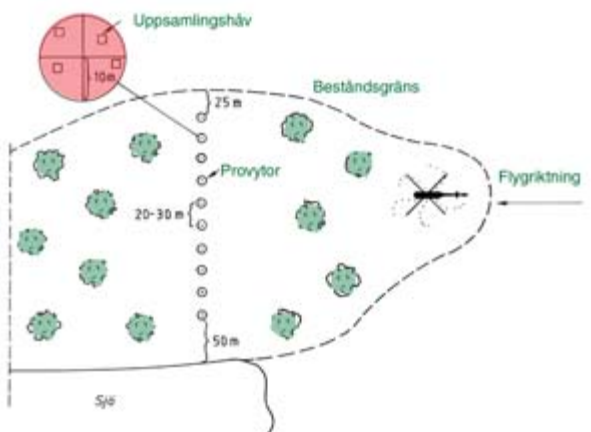
Självhärdad trädaska påverkade markvegetation och markvattenkemi. Resultat nr 15, 1998. Skogforsk. Eva Ring m.fl.

Tillförsel av vedaska gav surare och mer kväverikt markvatten. Resultat nr 6, 2000. Skogforsk. Lars Högbom, Hans-Örjan Nohrstedt & Sten Nordlund.

Bilaga: **Uppföljningsrutin**

Spridningsjämnhet

1. Välj i god tid före gödsling ut ett lämpligt antal provbestånd. De bör ha regelbundna kanter och inte vara alltför små.
2. Placera ut minst tio provytor med 10 m radie i varje bestånd. Lägg provytorna längs en körväg eller i glesa delar av beståndet. Sätt ut fyra håvar på varje provyta (se figur).
3. Samla gödselmedlet från respektive provyta i en plastpåse. Väg påsarna och anteckna vikten på fältblanketten (se nästa sida).
4. Räkna fram medelvärde, standardavvikelse och variationskoefficient för hela beståndet (se räkneanvisningar på nästa sida).
5. Skatta den relativa gödslingseffekten i procent med hjälp av aktuell kurva i bilaga 2. Detta mått anger hur stor tillväxtökning du får i förhållande till en absolut jämn spridning.



Utrustning

Uppsamlingshåvar (0,25 m²) 40 st.

Plastpåsar, förslutbara.

Miniräknare för beräkning medelvärde och standardavvikelse

Decimalvåg

UPPFÖLJNING AV SPRIDNINGSJÄMNHET

Datum: _____ Entreprenör: _____
 Spridningsmetod: _____ Förrätningsman: _____
 Spridn. utförd av: _____ Objekt nr: _____
 Väderleksförhållanden: _____ Vindförhållanden: _____
 Gödselmedel: _____
 Areal (objekt): _____ ha Andel kväve: _____ %
 Ståndortsindex: _____ Planerad giva: _____ kg kväve/ha

Formel: $0,1 \times S:a \text{ gödselmängd } 4 \text{ håvar} \times \text{Andel kväve} = \text{Gödselgiva (G)}$

Sort: _____ gram _____ % _____ kg kväve/ha

Provyta, nr	Summa 4 håvar,	Giva (G),	Kommentar
1	gram	kg kväve /ha	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	Σ	Σ	

$$n = \text{antal provytor} \quad \bar{G} = \Sigma G/n \quad S = \sqrt{\frac{\Sigma (G - \bar{G})^2}{(n - 1)}} \quad V = S / \bar{G} \times 100 (\%)$$

Medelgiva i objekt ($\bar{G}$): _____ kg kväve/ha Relativ gödslingsseffekt, spridning: _____
 Standardavvikelse (S): _____ kg kväve/ha Relativ gödslingsseffekt: _____
 Variationskoefficient (V): _____ %
 Kommentarer: _____

Så här använder du diagram och tabeller

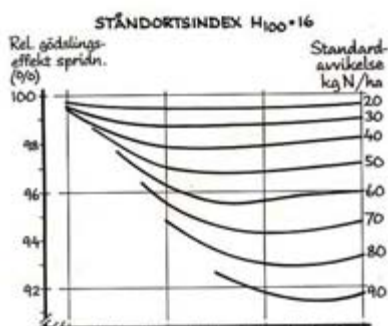
1. Gå till närmaste aktuella ståndortsindex. Läs av "relativ gödslingseffekt spridning" för uppmätt medelgiva och uträknad standardavvikelse.

Exempel: Ståndortsindex 20 med en medelgiva på 120 kg kväve/ha och en standardavvikelse på 50 kg kväve/ha ger en förväntad effekt på 95 % – d.v.s. på grund av ojäm spridning har gödselmedlet utnyttjats till 95 % jämfört med om det varit jämnt spritt i objektet.

2. Gå därefter in i tabellen bredvid och läs av procentuell avvikelse i tillväxt på grund av felaktig medelgiva.

Exempel: Ståndortsindex 20 med uppmätt giva på 120 kg kväve/ha och planerad giva på 150 kg kväve/ha, dvs -30 kg kväve/ha avvikelse, ger 17,2 % lägre tillväxtökning än den man fått med planerade 150 kg kväve/ha. I detta exempel blir tillväxtökningen $5 + 17,2 = 22,2$ % lägre än den man fått vid jämn spridning och 150 kg kväve/ha.

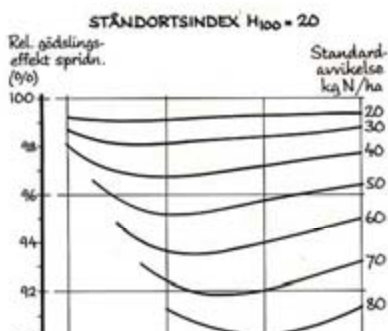
Ståndortsindex 16



Avvikelse på grund av felaktig medelgiva, %

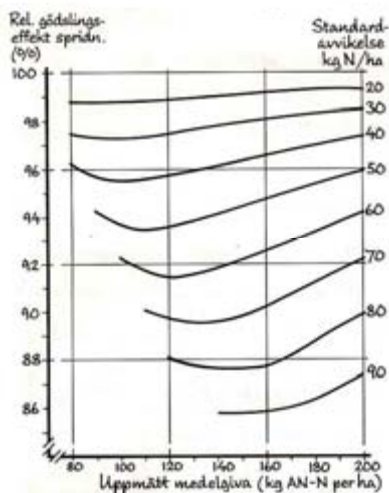
Uppmätt avvikelse i giva, kg kväve/ha	Planerad medelgiva, kg kväve/ha		
	120	150	180
	%		
-40	-36,4	-26,7	-19,9
-30	-27,1	-19,6	-14,5
-20	-17,9	-12,9	-9,4
-10	-8,8	-6,3	-4,6
+10	+8,3	+6,0	+4,4
+20	+16,5	+11,6	+8,5
+30	+24,4	+17,0	+12,3
+40	+31,8	+22,2	+16,0

Ståndortsindex 20



Uppmätt avvikelse i giva, kg kväve/ha	Planerad medelgiva, kg kväve/ha		
	120	150	180
	%		
-40	-34,1	-23,7	-16,8
-30	-25,0	-17,2	-12,0
-20	-16,3	-11,1	-7,6
-10	-7,8	-5,4	-3,6
+10	+7,4	+5,0	+3,4
+20	+14,2	+9,6	+6,4
+30	+20,1	+13,7	+9,6
+40	+26,8	+17,6	+11,8

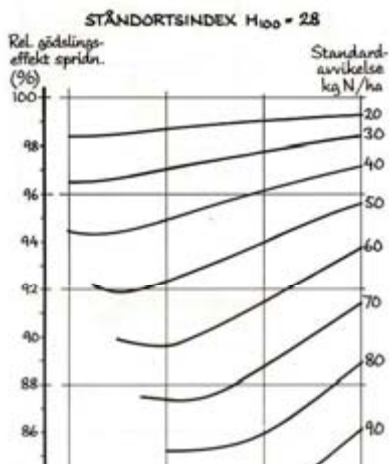
Ståndortsindex 24



Avvikelse på grund av felaktig medelgiva, %

Uppmätt avvikelse i giva, kg kväve/ha	Planerad medelgiva, kg kväve/ha		
	120	150	180
	%		
-40	-31,5	-20,8	-13,5
-30	-22,8	-14,8	-9,5
-20	-14,6	-9,4	-6,0
-10	-7,0	-4,3	-2,7
+10	+6,3	+3,9	+2,3
+20	+12,2	+7,5	+4,2
+30	+17,4	+10,5	+5,9
+40	+22,0	+13,0	+7,4

Ståndortsindex 28



Avvikelse på grund av felaktig medelgiva, %

Uppmätt avvikelse i giva, kg kväve/ha	Planerad medelgiva, kg kväve/ha		
	120	150	180
	%		
-40	-28,9	-17,7	-10,1
-30	-20,8	-12,0	-6,8
-20	-13,3	-7,6	-4,0
-10	-6,5	-3,5	-1,8
+10	+5,0	+3,0	+1,4
+20	+9,7	+5,4	+2,4
+30	+13,6	+7,3	+3,4
+40	+17,0	+8,8	+3,4
+30	+13,6	+7,3	+3,4
+40	+17,0	+8,8	+3,4

KANT- OCH MILJÖUPPFÖLJNING

Denna uppföljning görs för att kontrollera om hela beståndet blivit gödslat och om gödselmedel har hamnat utanför det avsedda området, t.ex. på annans mark, på vägar eller i vattendrag.

Gör i första hand kant- och miljöuppföljningen i svärgödslade bestånd och i bestånd som är känsliga från naturvårdssynpunkt.

Uppföljningen görs okulärt. Besiktiga områdets gränser. Stega avståndet från spridningsgräns till beståndskant, och för in uppgifterna på bilaga 2. Räkna ut hur stor areal inne i beståndet som inte blivit gödslad samt hur stor areal som blivit gödslad utanför beståndet.



KANT- OCH IMPEDIMENTUPPFÖLJNING

Datum: _____

Entreprenör: _____

Spridningsmetod: _____

Förrättningsman: _____

Spridningen utförd av: _____

Objekt nr: _____

Väderleksförhållanden: _____

Vindförhållanden: _____

Gödselmedel: _____

Objektsareal (A) _____ ha

Planerad giva (P): _____ kg kväve/ha

Spridning utanför objektsgränser			
Längd	x	Bredd	= Areal (AU)
Summa (ΣAU)			

_____ kg kväve utanför objektet (k)
 $= P \times \Sigma AU \times 10^{-4}$

_____ % kväve utanför objektet
 $= 100 \times (k/P/A)$

Ogödslad areal i objektet			
Längd	x	Bredd	= Areal (AO)
Summa (ΣAO)			

_____ % ogödslad areal
 $= \Sigma AO / (A \times 100)$

Skogforsk arbetar för ett lönsamt, uthålligt
mångbruk av skogen. Vår verksamhet består av
tillämpad FoU, uppdrag och kunskapsöverföring.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00 Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
www.skogforsk.se