

Skogsmarksgödsling med kväve

Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens
översyn av föreskrifter och allmänna råd
om kvävegödsling



Bert-Åke Näslund

© Skogsstyrelsen, Mars 2015

Projektledare

Bert-Åke Näslund

Projektgrupp

Bert-Åke Näslund

Jenny Stendahl

Hans Samuelsson

Lars Karlsson

Gunilla Kock Hansson

Håkan Svensson

Christer Engvall

Omslagsbild

Karolina Erikers, Yara AB

Upplaga

Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

Best nr

1865

Skogsstyrelsens böcker och broschyrer
551 83 Jönköping

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning	6
Uppdraget	7
Bakgrund	8
Politiska och ekonomiska ställningstaganden	8
Skogsmarksgödsling med kväve i Sverige	8
Skogsstyrelsens råd kring kvävegödsling på skogsmark	11
Råd och anvisningar från 1977 och 1984	11
Skogsstyrelsens allmänna råd från 1991 till ledning för användning av kvävegödselmedel på skogsmark (SKSFS 1991:2)	11
Skogsstyrelsens allmänna råd från 2007 till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark (SKSFS 2007:3)	12
Miljöbalken, Kulturminneslagen och Skogsstyrelsens föreskrifter	14
Tillväxteffekter av gödsling	15
Konventionell gödsling	16
Enkelgivans storlek	16
Upprepad gödsling	16
Läge i landet	17
BAG (Behovsanpassad Gödsling)	18
Gödslingsprogram och tillväxt	18
Organiska gödselmedel	20
Risk för försurning och kväveläckage	22
Försurning	22
Kväveläckage	24
Konventionell skogsgödsling	25
BAG (Behovsanpassad Gödsling)	27
Organiska gödselmedel	28
Slutsatser försurning och risk för kväveläckage	29
Försurning	29
Kväveläckage	29
Påverkan på markens långsiktiga produktionsförmåga	31
Inverkan på flora och fauna	32
Flora	32
Fauna	32
Skaderisker	33
Vind och snö	33
Svampar	33
Insekter	34
Inverkan på skogens sociala värden och kulturmiljövärden	35

Klimatpåverkan	36
Effekter av kvävegödsling	38
Förutsättningar	38
Koncentration i tid och rum	38
Skogsgödslingens roll i svensk virkesförsörjning	38
Gödselgivans storlek	39
Ståndorten och skogsbruksåtgärder	39
Skyddsområden och marker som avråds för skogsgödsling	40
Organiska gödselmedel och BAG	41
Litteratur/källförteckning	42
Bilaga 1	46
Bilaga 2	50

Förord

Under senare år har skogens betydelse för ekosystemtjänster och dess roll i ett mer klimatsmart samhälle blivit allt tydligare. Det kan förväntas en ökad efterfrågan av fiberråvara, samtidigt som det finns en ökad medvetenhet och kunskap om exempelvis skogsbrukets påverkan på skogens vatten. Skogsmarksgödsling ger möjligheter till ökad produktion av fiberråvara, men det finns även miljörisker som är förknippade med gödselanvändning.

Skogsstyrelsens syn på den hänsyn som bör tas till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen och olika riskfaktorer vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark uttrycks i föreskrifter och allmänna råd kopplade till 30 § skogsvårdslagen.

Skogsstyrelsen beslöt under år 2012 att pröva om det fanns skäl att förändra gällande föreskrift och allmänna råd för kvävegödsling från år 2007. Inför denna prövning gjorde Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) en kunskapssammanställning (SLU 2014), vilken kompletterades med föreliggande rapport, som syftar till att dokumentera arbetet. Skogsstyrelsens styrelse beslutade om smärre förändringar i föreskriften vid styrelsesammanträde i december 2013 och i allmänna råden vid styrelsesammanträde i juni 2014. Den nya föreskriften och allmänna råden gäller från 1 september 2014 och finns redovisade i bilaga 1.

Johan Wester
Enhetschef, skogsenheten

Sammanfattning

Skogsstyrelsen har utfärdat råd för kvävegödsling på skogsmark åren 1977, 1984, 1991 och 2007. Det har funnits anledning att ompröva råden efterhand som ny kunskap om gödslingens effekter har tillkommit. Skogsstyrelsen gjorde en ny prövning under 2013-2014 och har utfärdat ny föreskrift och allmänna råd för kvävegödsling gällande från 1 september 2014. Det har inneburit smärre förändringar mot tidigare föreskrift och råd, främst i syfte att stärka skyddet för vattenkvalitet. Den omprövning som skett grundar sig på ny kunskap om skogsbruksåtgärders påverkan på vattenkvalitet, möjlig tendens till minskat kvävedeposition, skogsmarkens resiliens och förmåga att klara förändring, samt tillväxteffekter av skogsgödsling. På begäran från Skogsstyrelsen har SLU:s skogsfakultet gjort en kunskapssammanställning över kvävegödsling på skogsmark (SLU 2014). I denna som är ett av flera beslutsunderlag för Skogsstyrelsens prövning, föreslår SLU att ställningstaganden om skogsgödsling endast ska basera sig på faktiska ståndortsförhållandena i aktuella bestånd och inte styras via en geografisk zonindelning.

Skogsgödsling i nuvarande omfattning, cirka 40 000–60 000 hektar/år, har liten miljöpåverkan förutsatt att de allmänna råden följs. En av de största miljöriskerna kopplade till konventionell skogsgödsling är påverkan på vattenkvalitet via kväveläckage från skogsmark. Kvävenedfallets storlek och skogsmarkens kvävebudget skiljer sig markant mellan olika delar av landet, vilket medför skilda risker för kväveläckage vid extra tillförsel av kväve via gödsling. Det finns därför skäl att behålla de rekommendationer om maximal giva per skogsgeneration och geografiskt område i enlighet med allmänna råd från år 2007.

För skydd av främst vattenkvalitet, bör skyddsområden behållas i enlighet med allmänna råd från år 2007. Skyddet bör förstärkas genom att avråda från skogsgödsling över diken och vattendrag som inte är vattenförande året runt. Risken för kväveläckage begränsas ytterligare genom att avråda från föryngringsavverkning inom 10 år från gödslingstillfället.

För kvävekomponenten isolerat finns inte anledning att särskilja organiska gödselmedel från mineralgödselmedel. Organiska gödselmedel har dock låg kvävehalt, vilket innebär att stora volymer måste spridas per arealenhet för att uppnå jämförbar gödslingseffekt, med risk för spridning av eventuellt andra skadliga ämnen. Organiska gödselmedel bör därför hanteras med stor försiktighet och prövas från fall till fall, beroende på dess användning och kemiska sammansättning.

Tillämpning av BAG (behovsanpassad gödsling) ställer krav på noggranna analysprogram för dosering och lämplig mark. Det saknas tillräcklig kunskap om BAG, för att kunna ge råd om praktisk tillämpning av metoden.

Uppdraget

De allmänna råden gällande kvävegödsling från 2007 har å ena sidan kritiserats för att inte innehålla tillräckliga begränsningar för kvävegödsling i södra Sverige och å andra sidan för att begränsningarna är alltför långtgående, särskilt med avseende på tallmarker i sydöstra Sverige.

Råden från 2007 baseras på balansberäkningar utförda av IVL Svenska Miljöinstitutet. Andra balansberäkningar och försöksdata kan leda till andra slutsatser, vilket bland annat SLU har framfört. En miljöanalys har genomförts avseende näringsoptimerad ungs-kogsgödsling vilket också benämns behovsanpassad gödsling (BAG). Åtgärden innebär en hög kvävetillförsel i ungskogsfasen som vida överstiger de högsta rekommenderade givorna i råden.

Regeringen har i den skogspolitiska propositionen från år 2008 pekat på behovet av en ökad virkesproduktion i Sverige och gav SLU i uppdrag att utreda förutsättningar för intensivodling av skog på nedlagd jordbruksmark och skogsmark med låga naturvärden. Resultatet presenterades i den så kallade MINT rapporten med att intensivodling på 3,5 miljoner hektar skogsmark skulle på sikt kunna öka den möjliga avverkningen med 30 miljoner m³ (Larsson et al 2009). Konventionell skogsgödsling och BAG var viktiga komponenter i denna tillväxtökning. Rapporten visar även på risker för kväveläckage och negativ påverkan på natur-, kulturmiljö- och sociala värden, som en följd av intensivodling.

Skogsstyrelsen bedömde att det fanns behov av en översyn av de allmänna råden och inför ett kommande beslut få kunskapssammanställningar över möjligheter och risker med kvävegödsling. I dessa skulle också förutsättningar för BAG och användning av organiska gödselmedel belysas.

På begäran från Skogsstyrelsen har SLU gjort en kunskapssammanställning över kvävegödsling på skogsmark (SLU 2014). SLU föreslår i sin rapport att endast ståndortsförhållandena ska vara styrande, varför gödsling om 450 kg N/ha under en skogsgeneration bör vara möjlig i hela landet, samt att baskravet på medelålders skog slopas. Rapporten är tillgänglig och kan laddas ner via Skogsstyrelsens hemsida (www.Skogsstyrelsen.se), med rapportnummer 2014:1. Föreliggande rapport från Skogsstyrelsen har hämtat vissa fakta från SLU rapporten, men tillkommit som oberoende kunskapsunderlag inför prövningen av föreskrift och råd från 2007.

Bakgrund

Politiska och ekonomiska ställningstaganden

I regeringens proposition 2007/08:18, *En skogspolitik i takt med tiden*, bekräftas 1994 års skogspolitiska inriktning med de två övergripande jämställda målen. Med avseende på produktionsmålet gör regeringen bedömningen: *"En ökad tillväxt av skogen bör främjas genom en fortsatt aktiv skogspolitik, högkvalitativ produktionsforskning och ökade skogsvårdsinsatser av skogsbruket samt ske inom ramen för skogspolitikens två jämställda mål"*. Behovet av ett ökat uttag av biomassa grundat på en ökad tillväxt uttrycks också i landsbygdsdepartementets visionsdokument, *Bruka utan att förbruka*, den forskningspolitiska propositionen (Prop. 2008/09:50), klimat- och energipropositionen (Prop. 2008/09:162 och 2008/09:163).

I propositionen *Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete* (prop. 2009/10:155) redovisas det vidare arbetet för att nå miljökvalitetsmålen. Skogsgödsling har/kan ha en såväl positiv som negativ påverkan på måluppfyllelsen av flera av dessa mål, som *Levande skogar*, *Ingen övergödning*, *Bara naturlig försurning*, *Ett rikt växt- och djurliv*, samt *Begränsad klimatpåverkan*. Regeringen beslutade i april 2012 om reviderade preciseringar för miljökvalitetsmålen (Regeringsbeslut 2012).

Gödsling är den effektivaste metoden för att på kort sikt, 8–10 år, öka tillväxten och tillgången på biomassa. En gödslingsåtgärd med 150 kg kväve kostar i storleksordningen 2 500–3 000 kr/hektar och genererar ett virkestillskott på 10–20 m³. Det utgår inget ekonomiskt bidrag för skogsgödsling, varför åtgärden är helt avhängig skogsägarens bedömning om det är en ekonomisk försvarbar åtgärd. Intensitet och omfattning av skogsgödsling blir beroende av skogsägarnas bedömning av framtida virkespriser och råvarubehov.

Skogsmarksgödsling med kväve i Sverige

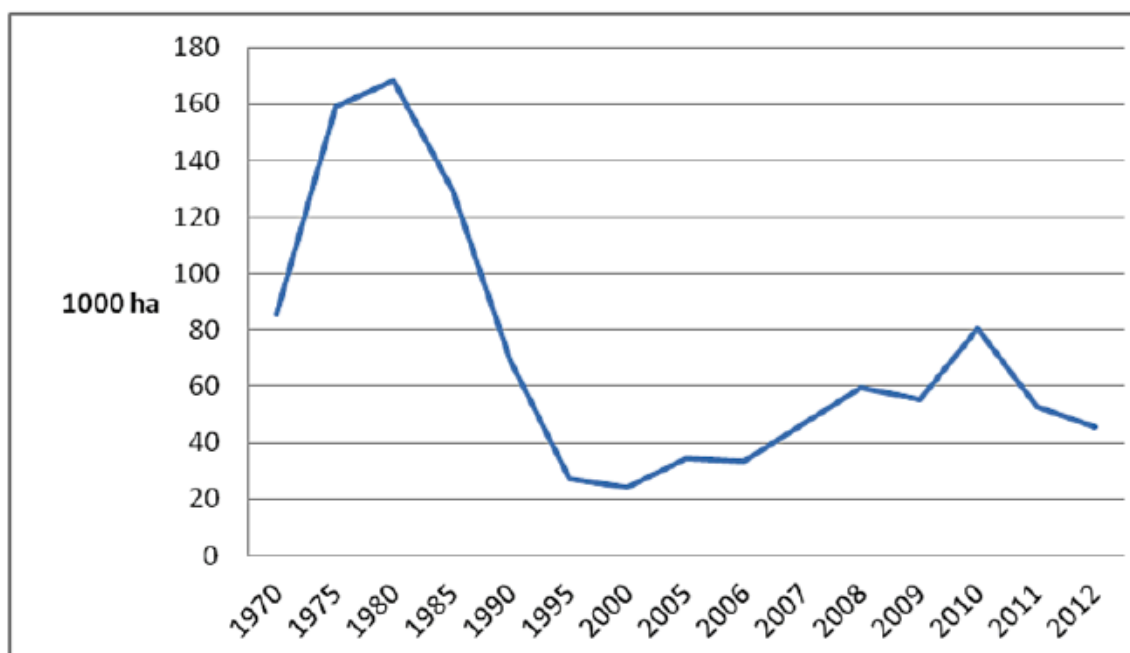
De första och enkla försöken med skogsmarksgödsling anlades redan i början av 1900-talet av Statens Skogsförsöksanstalt. Skogsbruket började dock inte förrän mitten av 1950-talet intressera sig för gödsling som metod för att höja virkesproduktionen (Hagner et al. 1966). Under 1950-talet anlades ett antal tillämpade gödslingsförsök av skogsbruket, där de första tillväxtresultaten var så lovande att skogsgödsling inleddes i praktisk skala i början av 1960-talet. Det stora intresset för skogsgödsling i kombination med bristande kunskap kring val av lämpliga gödslingsbestånd, gödselmedel, storlek på givor och tillväxteffekter ledde fram till att Institutet för Skogförbättring bildades 1967 med uppgift att bedriva tillämpad forskning kring skogsgödsling. Denna forskning resulterade i formulering av sju baskrav för ett gödslingsvärt bestånd (Pettersson et al. 1988).

- Fastmark
- Podsol jordmån
- Ståndortsindex H100: 16–30 meter

- Minst 80 procent av grundytan ska vara barrträd
- Förstagallringsskog eller äldre
- Ingen avverkning under effektperioden (8–10 år)
- Frisk och välsluten skog.

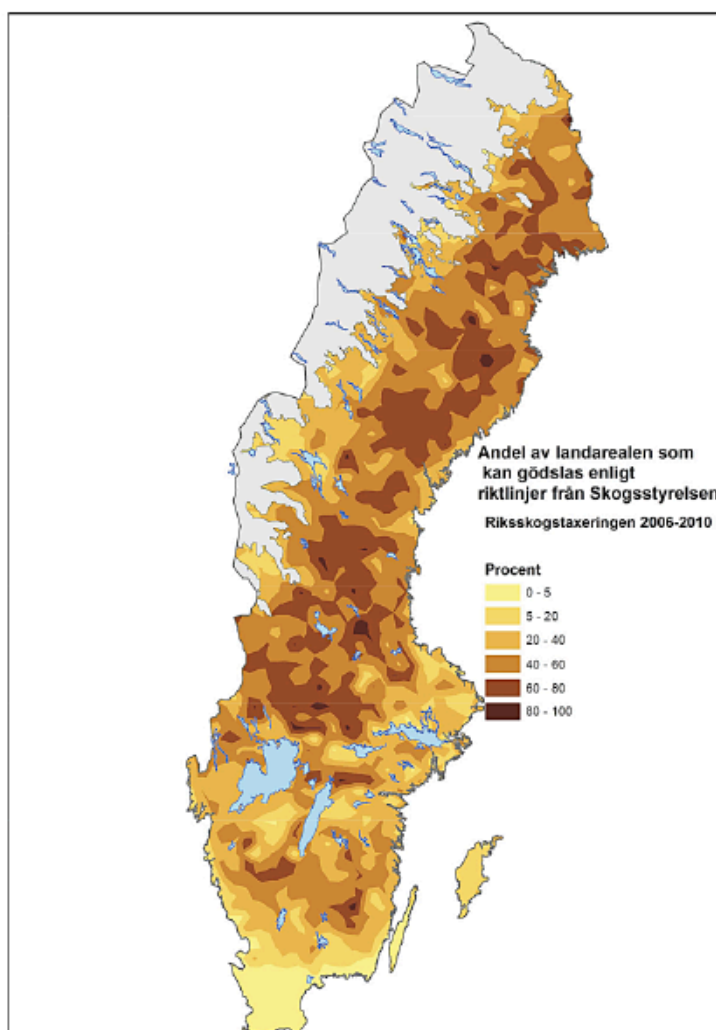
Medelgivan vid gödsling bör inte nämnvärt överstiga 150 kg N per hektar. En handledning för praktisk skogsgödsling (Jacobsson et al. 2005) finns utarbetat, samt ett web-baserat kalkylprogram för beräkning av tillväxteffekter och ekonomi på beståndsnivå (www.skogforsk.se).

Omfattningen av skogsgödsling var som störst under 1980-talet, för att kraftigt minska under 1990-talet och botten med en årlig gödslad areal på drygt 20 000 hektar i början av 2000-talet. Intresset för gödsling har därefter stigit igen, med en gödslad areal om 80 000 hektar år 2010 (*figur 1*).



Figur 1. Årlig skogsgödslad areal (källa Skogsstatistisk årsbok).

En bidragande orsak till den kraftiga nedgången av gödsling bör ha varit den intensiva debatt som fördes under 1990-talet om gödslingens miljöeffekter. Detta förstärktes av den lågkonjunktur som inträffade samtidigt. Faktorer som påverkat det växande intresset för skogsgödsling under 2000-talet är oro kring tillgång på importvirke (Ryssland), stigande virkesförbrukning inom energiindustrin och ökande förståelse för vikten av en god skogsproduktion. Det är i princip endast skogsbolag och större skogsägare som utför skogsgödsling, inom småskogsskogsbruket förekommer det mycket sparsamt. Användningen av kvävegödsling i storskogsbruket från 1960 och framåt, samt den miljödebatt som denna orsakat är beskriven i Kardell & Lindkvist 2010. Drygt 10 procent av den svenska skogsmarken har någon gång gödslats på konventionellt sätt (det vill säga med motsvarande 150 kg N/hektar vid 1–3 tillfällen under en omloppstid). Betydligt större arealer skulle teoretiskt vara möjligt att gödsla (*figur 2*).



Figur 2. Skogsmark som kan gödslas enligt riktlinjer från Skogsstyrelsen allmänna råd från 2007 uttryckt som andel av landarealen utan hänsyn tagen till Skogsstyrelsens indelning av Sverige i regioner. Skogsmark som ej kan gödslas har undantagits enligt 30§ SvL. (från SLU 2014).

I slutet av 1980-talet anlades långsiktiga fältförsök i unga granbestånd med näringsbevattnings på Flakaliden (Västerbotten) och Asa (Småland). Syftet med dessa försök var att finna det biologiska taket för tillväxt, när klimatet var den enda begränsande tillväxtfaktorn. Syftet var inte primärt att utveckla något nytt gödslingsprogram. Näringstillförseln baserade sig på den kunskap om skogsträdens växtnäringsbehov som genererats via den forskning som Carl Olof Tamm och Torsten Ingestad bedrivit under 1960- och 1970-talen. I försöken jämförs en ogödslad kontroll mot två försöksled med näringstillförsel, ett där näring tillförs varannan dag under växtsäsongen och ett med en årlig gödselgiva. Ett krav i försöken var också att det inte fick förekomma något näringsläckage. Detta kontrollerades via provtagning på markvattnet. I försöken uppmättes mycket höga tillväxtsiffror och dessa försök lade grunden till vad vi nu benämner som BAG, behovsanpassad gödsling. Försöken på Flakaliden och Asa har under 2000-talet kompletterats med nya försök spridda över landet, så kallade intervallförsök, med näringstillförsel varje år, vartannat år och vart tredje år och med skilda storlek på givorna. BAG har i dagsläget ingen praktisk tillämpning inom skogsbruket.

Under 2000-talet påbörjades försök med att använda förädlade rötresten från framförallt reningsverk. Försöken har visat på en god tillväxt, men oklarheter kring förekomst och verkan av restprodukter i rötresterna har medfört att det i dagsläget inte finns någon praktisk tillämpning.

Skogsstyrelsens råd kring kvävegödsling på skogsmark

Råd och anvisningar från 1977 och 1984

Skogsgödsling reglerades första gången 1977, via Skogsstyrelsens anvisningar för hantering av handelsgödselmedel vid skogsgödsling (SKSFS 1977:2). I dessa konstaterades att gödselmedel kunde påverka vattenkvalitet och vattenvegetation, samt att det var bra att upprätta säkerhetszoner mot vattendrag, bebyggelse och främmande mark.

I början av 1980-talet publicerades nya forskningsrapporter, som visade på små tillväxteffekter på bördig mark och risker för försurning i områden med starkt kvävenedfall i kombination med gödsling. Med anledning av dessa gav Skogsstyrelsen, i samråd med Naturvårdsverket, ut nya råd för kvävegödsling 1984 (SKSFS 1984:3). I denna förespråkades en övergång från ammoniumnitrat till de mindre försurande gödselmedlen urea och kalkkammonsalteter. Stora delar av Götaland undantogs från kvävegödsling och för Svealand begränsades kvävegödslingen till 300 kg N per hektar och omloppstid. För Norrland (inklusive Dalarna och norra Värmland) infördes inga kvantitetsrestriktioner, men man avrådde från gödsling på nitrifierade marker, grunda marker med genomsläppliga jordar, torra lavdominerade marker med ståndortsindex T 14 och lägre. Vidare avrådde man från gödsling inom dokumenterat skyddsvärda områden, exempelvis områden inom naturvårdsplan.

Skogsstyrelsens allmänna råd från 1991 till ledning för användning av kvävegödselmedel på skogsmark (SKSFS 1991:2)

1988 publicerades de sju baskraven för ett gödslingsvärt bestånd, varför dessa inkluderades i 1991 års allmänna råd tillsammans med att för flora och fauna värdefulla mindre biotoper och dokumenterat skyddsvärda områden undantogs från gödsling. Inom tillrinningsområden till försurade eller försurningskänsliga sjöar fick endast urea och ammoniumnitratbaserat gödselmedel med givet innehåll av CaO användas. Restriktioner för maximal gödselgiva och krav på gödslingsfria zoner infördes enligt tabell 1.

Tabell 1. Restriktioner i 1991 års allmänna råd för kvävegödsling

Geografiskt område	Begränsning av gödselgiva	Gödselmedel bör ej spridas över	Gödslingsfria zonens bredd, meter
Område 1, Götaland (E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, R län)	Ingen kvävegödsling	Vattentäkt	50
		Sjö och större vattendrag	50
		Tjörn, damm, å	20
Område 2, Svealand (AB, C, D, S, T, U, W, X län)	Max. 300 kg N per hektar och skogsgeneration	Varaktiga skogsbryn mot öppna områden i område 2 (Svealand)	50
Område 3, Norrland (Y, Z, AC, BD län)	Max. 600 kg N per hektar och skogsgeneration	Bebyggelse, gårdstun, trädgård	50
		Allmän väg	10
		Annans mark	10

Skogsstyrelsens allmänna råd från 2007 till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark (SKSFS 2007:3)

Riksdagen antog 1999 de nationella miljökvalitetsmålen, Ingen övergödning, Bara naturlig försurning, Levande sjöar och vattendrag, och Myllrande våtmarker. År 2005 antogs miljökvalitetsmålet Ett rikt växt och djurliv. Vidare har vattenfrågan kommit än mer i fokus via EU:s ramdirektiv för vatten från år 2000 och HELCOMs Baltic Sea Action Plan från år 2007. Kvävegödsling kan bidra till att minska möjligheterna till måluppfyllelse för samtliga dessa mål och direktiv.

2007 års allmänna råd tar sin utgångspunkt i den hänsyn som krävs mot naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen enligt 30 § skogsvårdslagen. Bärande delar i de allmänna råden är den kvävemätnadsgrad som råder i marken via kvävedeposition inom vissa områden i Sverige i förhållande till de risker för kväveläckage som en extra kvävetillförsel via gödsling kan medföra. Skattningen av kvävedepositionen utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet (Zetterberg et al. 2006). Med utgångspunkt från dessa beräkningar gjordes en zonindelning av landet i fyra delar, där sydvästra Sverige (område 1) har den högsta kvävemätnaden och Norrland (område 4) den lägsta (figur 3).



Figur 3. Områdesindelning för begränsning av skogsgödsling (SKSFS 2007:3).

Begränsningarna för skilda områdena är enligt tabell 2.

Tabell 2. Restriktioner i 2007 års allmänna råd för kvävegödsling på fastmark

Område (figur 3)	Begränsning av gödselgiva
1	Ingen kvävegödsling
2	Normalt ska kvävegödsling inte ske. Dock kan skogsgödsling ske med maximalt 150 kg N/ha och skogsgeneration i granbestånd om grot-uttag har skett eller planeras ske i samband med föryngringsavverkning
3	Maximalt 300 kg N/ha och skogsgeneration
4	Maximalt 450 kg N/ha och skogsgeneration

I jämförelse med råden från 1991 så tillåts viss skogsgödsling i sydöstra Sverige medan det i Norrland införs en begränsning av den maximala gödselgivan.

För att förhindra risken för kvävechocker införs även begränsningarna;

- maximalt 200 kg kväve per hektar tillförs vid ett och samma gödslingstillfälle.
- det ska gå minst 8 år innan en eventuell omgödsling sker.

De gödslingsfria skyddszonerna är mindre i jämförelse med råden från 1991, beroende på förbättrad spridningsteknik (*tabell 3*).

Tabell 3. Skyddszoner i 2007 års allmänna råd för skogsgödsling

Gödselmedel bör ej spridas över	Gödslingsfria zonens minsta bredd, m
Sjö och vattendrag	25
Våtmarker med mycket höga eller höga natur- och kulturvärden	25
Formellt skyddad mark	25
Nyckelbiotoper	25
Tomtmark	25
Annans mark och väg	10

Kvävegödsling av skogsmark bör ståndortsanpassas och endast utföras på marker där den inte medför eller riskerar att medföra negativ påverkan på områden med höga natur- och kulturvärden. Av detta skäl bör bland annat följande marker inte kvävegödsas:

- marker med högre ståndortsindex än G 30,
- brunjordar med skogstyperna högört, lågört eller mark utan fältskikt,
- marker med lägre ståndortsindex än T 16,
- lavdominerade marker,
- grunda marker och genomsläppliga jordar,
- marker med skenhälla,
- fastmarker med välförmultnat kärrtorvlager,
- för flora och fauna värdefulla biotoper, exempelvis nyckelbiotoper,
- hänsynskrävande biotoper och värdefulla kulturmiljöer där kvävegödsling kan ha en negativ effekt på de värden som ska skyddas.

Med lavdominerade marker avses skogstypen lavtyp, det vill säga mark där lavar täcker mer än 50 procent av bottenskiktet. Grunda marker är marker med riklig hållförekomst eller med genomsnittligt jorddjup mindre än 20 cm. Som genomsläppliga räknas jordar av grovsand, sandiga moräner och grövre jordarter.

Miljöbalken, Kulturminneslagen och Skogsstyrelsens föreskrifter

I miljöbalken 2 kapitlet finns de så kallade hänsynsreglerna angående verksamheter och åtgärder som kan orsaka skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Områden intill Natura 2000 områden är skyddade, genom att åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön där är tillståndspliktiga. I 12 kapitlet 6 § miljöbalken regleras att samråd ska ske för verksamhet som väsentligt kan ändra naturmiljön. Skogsstyrelsen gör bedömningen att kvävegödsling på skogsmark är sådan verksamhet som omfattas av paragrafen, varför åtgärden ska anmälas till Skogsstyrelsen minst 6 veckor i förväg. Genom samrådsförfarandet har också Skogsstyrelsen möjlighet att utfärda förbud mot den planerade gödslingen eller förelägga om anpassningar. Skogsstyrelsen har haft en restriktiv hållning till användning av organiska gödselmedel (avloppsslam) med tanke på oklarheter om dess innehåll av tungmetaller och läkemedelsrester, samt eventuella smittorisker. På motsvarande sätt har det inte varit aktuellt med praktisk tillämpad BAG, eftersom gödselgivan per omloppstid väsentligt överstiger vad som anges i de allmänna råden. Både vad gäller organiska gödselmedel och BAG har Skogsstyrelsen beslutat om anpassningar så att åtgärderna har kunnat genomföras i försökssyfte.

Kulturminneslagen skyddar kulturlämningar och fornlämningar. Marken intill en fornlämning omfattas också av skyddet, varför gödsling där kan vara en olämplig åtgärd då den dessutom i vissa kan vara tillståndspliktig. I de allmänna råden stipuleras en gödslingsfri zon om minst 25 meter, mot formellt skyddad mark och nyckelbiotoper.

I Skogsstyrelsens föreskrifter till 30 § SvL anges att skogsgödsling är en skogsskötselåtgärd som omfattas av den hänsyn till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen som skogsvårdslagen föreskriver. Inom ramen för allmänna råd kopplade till 30 § anges att de är tillämpliga både för mineral- och organiska gödselmedel. För skydd av vattenkvalitet anges att vid användning av ämnen för produktionshöjning eller kompensation av biomassaavgång bör inte tillförsel av tungmetaller och andra skadliga ämnen överstiga det som normalt förs bort vid uttag av biomassa.

Tillväxteffekter av gödsling

Kvävebrist är en tillväxthämmande faktor på merparten av Sveriges skogsmark. För-
enklat uttryckt ökar kvävebegränsningen från söder till norr, vilket hänger samman med
gradienten för kvävedeposition, där sydvästra Sverige erhåller mer än 10 kg N/hektar
och År och Norrland mindre än 4 kg (Zetterberg et al. 2006). Endast marker med högt
ståndortsindex och stabil brunjord eller välförmultnad kärrtorv bedöms ha ett tillräckligt
högt naturligt kväveförråd ur tillväxtsynpunkt (Jacobsson et al. 2005).

Den fysiologiska orsaken till tillväxtökning efter gödsling är främst att en ökad närings-
tillgång ger upphov till en utbyggd och mer effektiv barmassa och därmed ökad fo-
tosyntes och volymproduktion. För björk, som byter lövskrud varje år, är därför tillväx-
treaktion betydligt mer kortvarig och lägre (< 50 procent) än för tall och gran (Jonsson
& Möller 1976). Granens barr har längre livslängd (5–10 år) än tallens barr (3–5 år),
vilket medför att tillväxteffekten är något mer uthållig för gran. Nyligen anlagda försök
med gödsling inom forskningsprogrammet Future Forests indikerar samma procentu-
ella gödslingsreaktion för gran och tall. Den ökade näringstillgången i marken medför
också att trädet till viss del omfördelar resurser mellan under- och ovanjordiska delar.
En proportionellt något högre andel av tillväxten allokeras till barr, stam och grenar i
förhållande till rotsystemet.

Kvävegödslingens tillväxthöjande effekt är känd sedan 1930-talet (Kardell & Lindkvist
2010). Under 1960-talet användes nästan enbart gödselmedlet Urea. Under 1970-talet
upptäcktes att borbrist kunde uppstå i samband med skogsgödsling i Norrland, samt att
högre tillväxteffekter uppnåddes om man använde ammoniumnitrat i stället för Urea.
Under 1980-talet påvisades förurningseffekter av ammoniumnitrat, varför en övergång
skedde till användning av borhaltigt kalkkammonsalt (Skog-Can). Sedan slutet av
1980-talet har uteslutande detta gödselmedel använts vid praktisk skogsgödsling. Skog-
Can är ett ammoniumnitratmedel med ett kväveinnehåll på 27 procent och med inbland-
ning av dolomitkalk (18 procent) (Larsson et al. 2009, bilaga 1).

Gödsling medför ingen formförändring hos träden. Gödslade träd fördelar sin höjd- och
diametertillväxt på samma sätt som icke gödslade träd. Likaså blir den procentuella till-
växtreaktionen lika stor i alla diameterklasser. I princip så överensstämmer gödslings-
reaktionen med den effekt man får på enskilda träd efter gallring (Larsson et al. 2009,
bilaga 1).

Gödsling av medelålders och äldre skog påverkar i mycket liten utsträckning virkeskva-
liteten eller trädets användbarhet till sågråvara eller cellulosaframställning. Gödsling
ger visserligen bredare årsringar och hos barrträd något lättare virke med något lägre
hållfasthet. Reaktionerna efter gödsling kan jämföras med den årliga variationen i väx-
tperiodens längd och konkurrensen om växtutrymme. Gödsling av plant- och ungskog
har större inverkan på virkeskvaliteten genom att det dessutom påverkar kvistbildning,
kvistgrovlek och kvistrensning (Tuimala 1989).

Konventionell gödsling

Med konventionell gödsling avses som regel gödsling med en giva om 150 kg N/hektar i medelålders skog. Förväntad merproduktion av en sådan giva på lämplig ståndort är 10–20 m³ under en tidsperiod av 7–11 år beroende på trädslag (Larsson et al. 2009). Spridning av gödselmedlet sker normalt med traktor eller helikopter.

Vid spridning med traktor så sker körning i stickvägarna från tidigare skotning, med en spridningslängd på maximalt 25 meter. Stickvägarna har som regel blivit koordinatsatta vid skotningen och avgränsningar för gödslingen finns tillgängligt på digitaliserad karta. Föraren kan reglera spridningslängden enligt anvisningar på den digitaliserade kartan och detta i kombination av de egna synintrycken ger en spridningsnoggrannhet som närmar sig meternoggrannhet. Vid spridning med helikopter så är spridningen helt datorstyrd, via en digitaliserad karta med avgränsningar, helikopterns läge, hastighet, flygriktning och rådande vindriktning. Pilotens uppgift är begränsad till att manövrera helikoptern. Spridningsnoggrannheten är i storleksordningen 10 meter. Kvaliteten är dock beroende av den digitaliserade kartans kvalitet. Finns exempelvis inte små vattendrag med på kartan, så kommer gödsling att ske även över dessa.

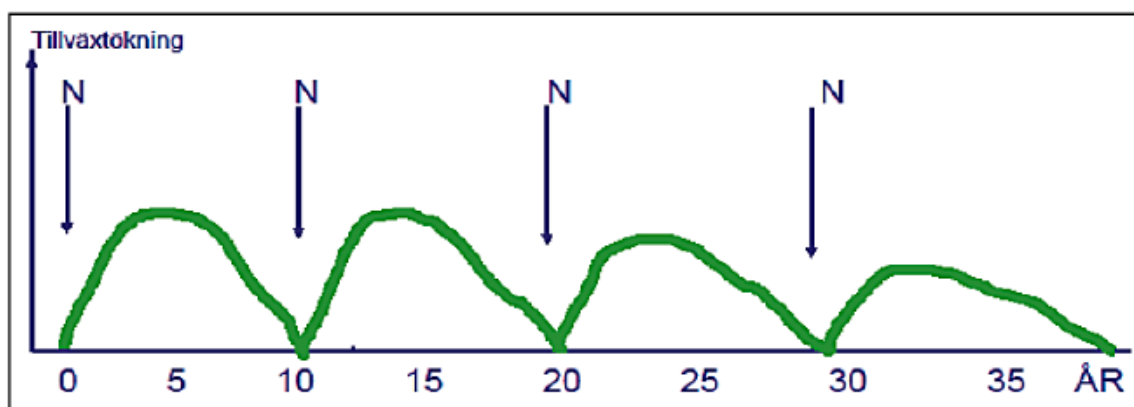
Enkelgivans storlek

Tillväxteffekt kontra gödselgivans storlek har testats i flertaliga försök. Riktvärdet 150 kg har utvecklats utifrån en sammanvägning av tillväxteffekt, ekonomi, bonitet, beståndsslutenhet och risk för kväveläckage. Vid gödsling av lämpliga bestånd (se baskraven för gödslingsvärda bestånd), med 150 kg N/ha erhålls en total tillväxtökning på mellan 15–20 m³/hektar i norra Sverige, 13–18 i mellersta och 12–17 i södra. På lägre boniteter fordras en högre giva, 300–350 kg N/hektar för att tillväxten ska kulminera, på bättre boniteter kulminerar den vid 150–250 kg N (Larsson et al. 2009, bilaga 1). Normalgivan, 150 kg N/hektar, grundar sig i huvudsak på sammanvägning mellan gödslingskostnad (summan av kostnaden för spridning och gödselmedel), den merproduktionen som följer av gödselgivan och risken för negativa miljöeffekter av gödslingen (främst kväveläckage). Kostnaden för skogsgödsling med traktor eller helikopter uppgår till 2 500–3 000 kr/hektar. Detta belopp inkluderar kostnad för gödselmedel, frakt och spridning.

Upprepad gödsling

Institutet för Skogsbättring har i gödslingsförsök studerat effekterna av olika gödslingsintervall (Pettersson 1980, Pettersson 1987). I dessa konstateras att omgödsling ger ungefär samma gödslingseffekt som förstagångsgödslingen. För att kunna tillgodogöra sig hela tillväxteffekten av en gödselgiva, bör man låta den ebba ut innan omgödsling sker. Omgödsling bör därför tidigast ske efter 7–11 år från föregående gödsling. Nedre delen av tidsintervallet för lövskog och bättre boniteter, övre delen för barrskog och svagare boniteter.

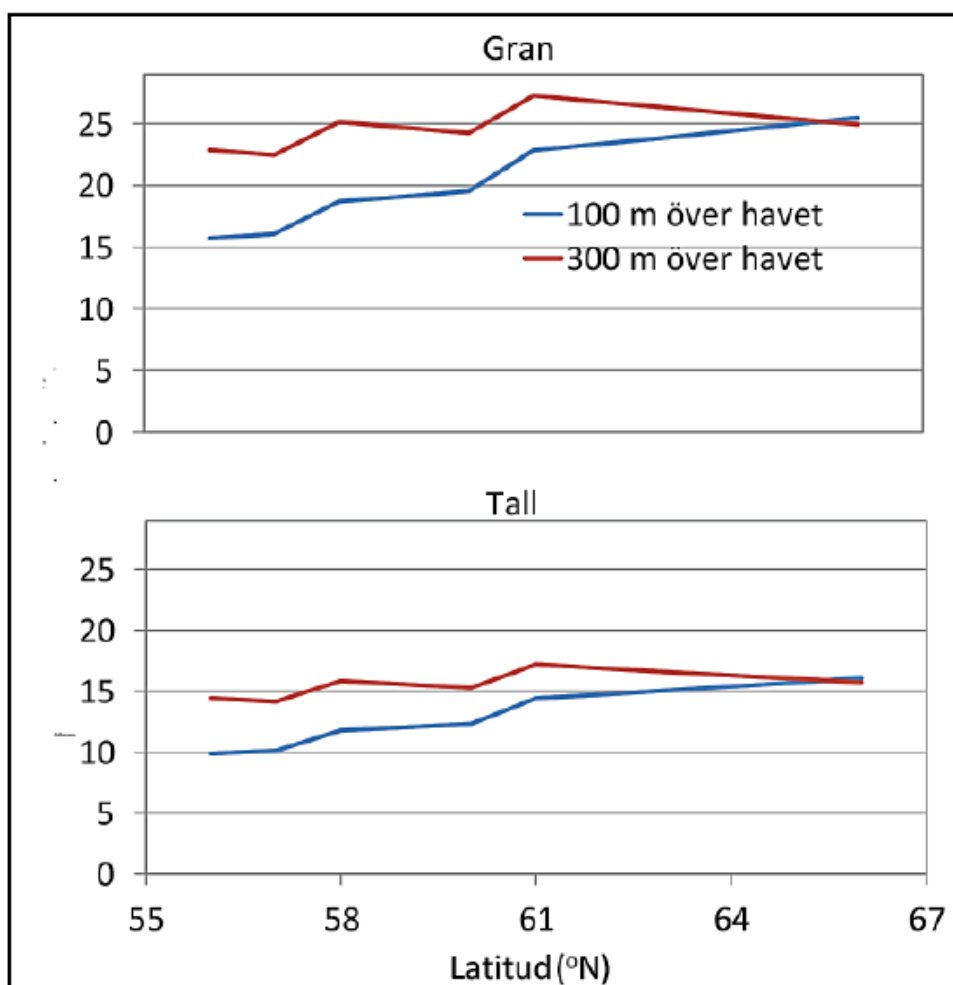
Gödslingseffekten kopplar till beståndets naturliga löpande tillväxt. Detta betyder att tillväxtökningen sjunker med stigande beståndsålder, eftersom den löpande tillväxten sjunker över tiden i ett bestånd som utvecklas från medelålders till äldre skog (*figur 4*).



Figur 4. Tillväxteffekt vid upprepad gödsling (från Holmen Skog).

Läge i landet

Gödsling av bestånd belägna på högre höjd ger en något högre tillväxtreaktion efter gödsling än bestånd belägna på lägre höjd över havet. Gödslingsreaktionen är också något högre i norra än i södra Sverige, samt högre för gran än för tall (figur 5).



Figur 5. Effekt av latitud och höjd över havet för total kvävegödslingsrespons ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) för tall och granbestånd som gödslats med 150 kg N ha^{-1} . Data för figurerna har tagits fram med prognosfunktioner för gödslingsreaktion av Pettersson (1994) (från SLU 2014).

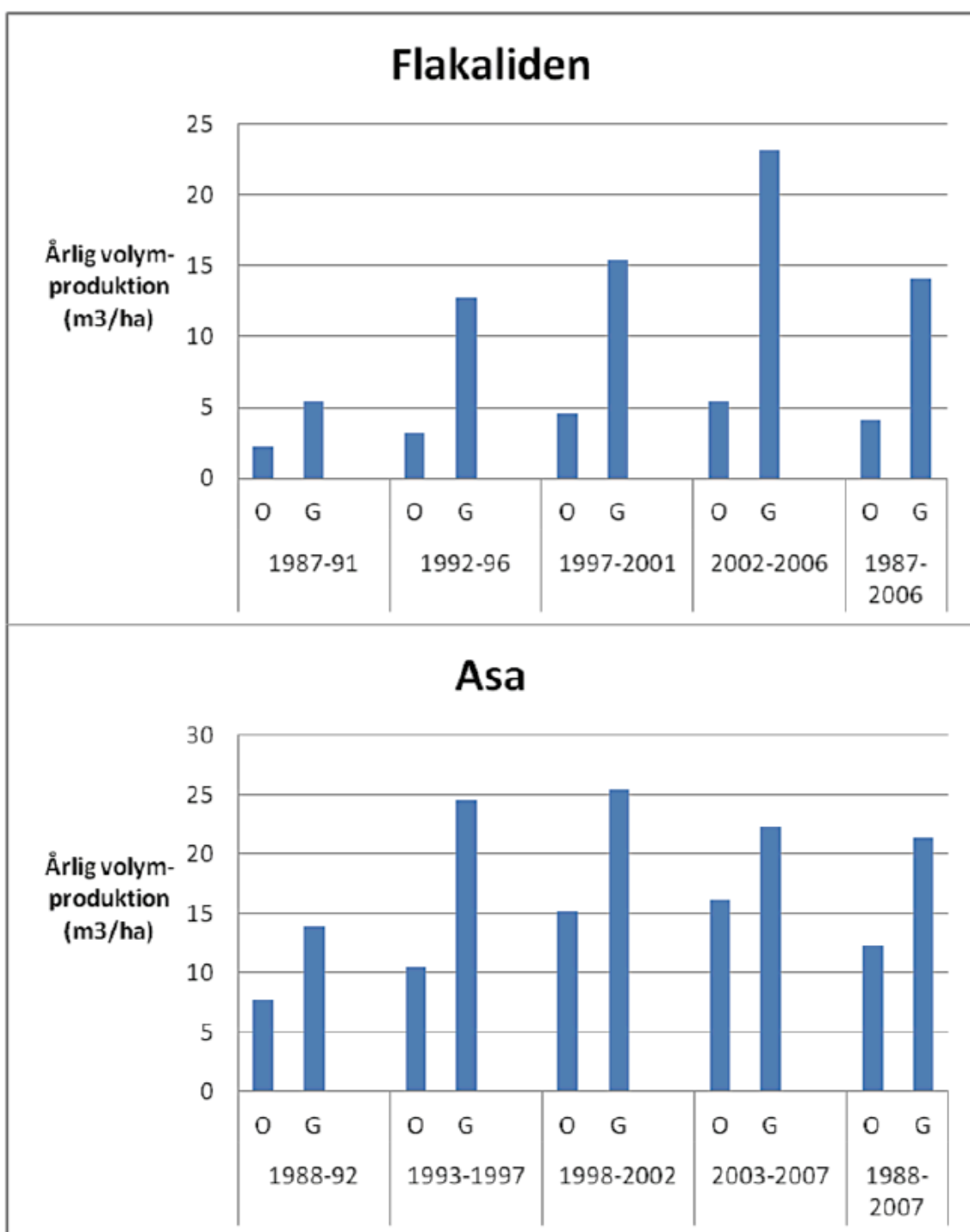
BAG (Behovsanpassad Gödsling)

BAG, behovsanpassad gödsling, finns även omnämnt som ungskogsgödsling och intensivgödsling. Principen för denna är att samtliga näringsämnen ska tillföras i den takt och mängd som träden behöver dem. Initialt krävs en barranalys av kvävestatus och tillgång på andra näringsämnen, för att fastställa ett gödslingsprogram utifrån stående biomassa och förväntad tillväxt. Detta bildar underlag för den första gödselgivan, som sedan justeras via nya barranalyser inför varje gödslingstillfälle. BAG är främst inriktat på granbestånd med riktvärdet att barren ska innehålla 1,5 procent kväve av barrens torrvikt. Från försöksdata finns tabeller utformade med ”börvärden” för andra näringsämnen relaterade till kvävestatusen. Ett gödslingsprogram enligt BAG kan omfatta 5–10 gödslingstillfällen. Den totala mängden kväve som tillförs under en omloppstid är 800–1 500 kg N/hektar, där cirka 3/4 tillförs i ungskogsfasen (Ståhl 2009).

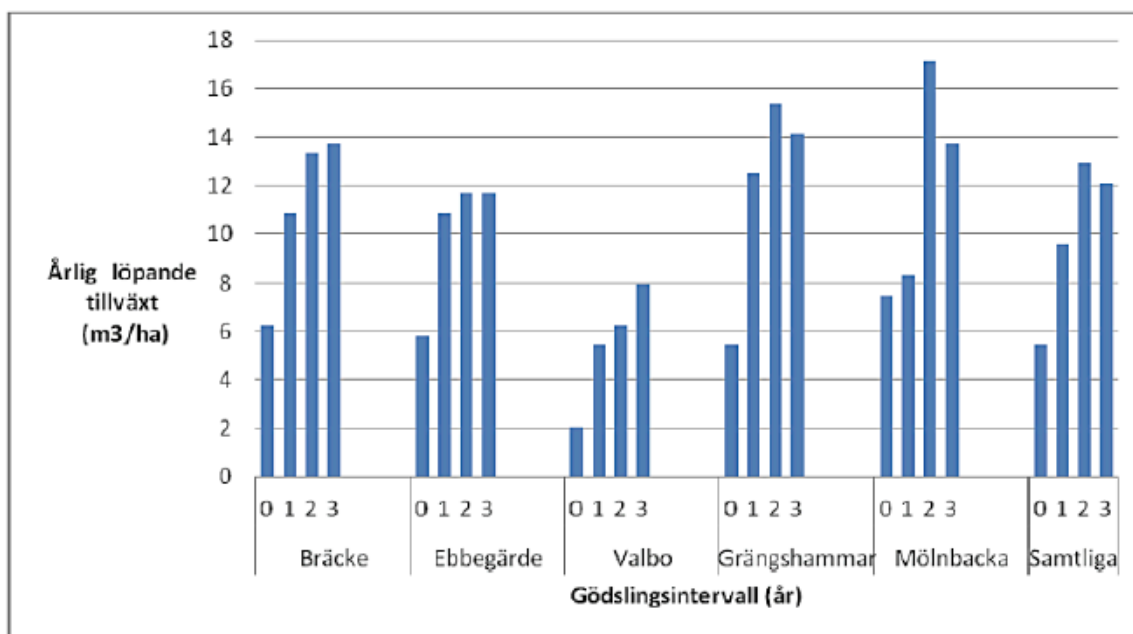
Gödslingsprogram och tillväxt

BAG försök i unga granbestånd anlades 1987 på Flakaliden (Västerbotten) och 1988 på Asa (Småland). Under en 20-årsperiod tillfördes 1 300 kg N (medel 65 kg/år) på Flakaliden och 1 100 kg N (medel 55 kg/år) på Asa. Under denna period tredubblades volymproduktionen på Flakaliden och fördubblades på Asa (*figur 6*).

I försöket på Asa begränsades tillväxten av brist på vatten. Försöken på Flakaliden och Asa gödslades årligen, vilket bedöms vara orealistiskt i praktiskt skogsbruk. Därför anlades ett antal intervallförsök år 2002, för att jämföra årlig gödsling, med gödsling vartannat respektive vart tredje år. I de senare försöksleden skulle en större gödselgiva ges vid varje gödslingstillfälle. Försöken anlades i unga granbestånd som var 2–5 meter höga. På grund av förhöjda nitrathalter i markvattnet, var man tvungen att minska den årliga gödselgivan från 100 kg N/hektar till 75 kg, vid gödsling vartannat år från 150 kg till 125 kg och för vart tredje år från 180 kg till 150 kg. Försöken är för unga för att kunna visa på några slutsatser, men försöksdata från 5 tillväxtsåsonger indikerar att gödsling med 2–3 års mellanrum är möjligt i ett BAG program (*figur 7*).



Figur 6. BAG. Årlig tillväxt i gödslad (G) och icke gödslad (O) försöksled på Flakaliden och Asa (efter Larsson et al. 2009, bilaga 1).



Figur 7. BAG. Fem lokaler med intervallgödsling, icke gödslat (0), årlig (1), vartannat (2) och vart tredje år (3). Den första gödslingen utfördes 2002 och reviderades efter 5 tillväxtsåsöngar. Försöksled (1) är då gödslat vid 5 tillfällen och med totalt 450 kg N. Försöksled (2) gödslat 3 gånger med totalt 400 kg N. Försöksled (3) gödslat 2 gånger med 330 kg N (efter Bergh et al. 2008).

Kan man över tiden upprätthålla den tillväxt som intervallförsöken visar, när man en beståndsvolym på 500 m³/hektar efter 30–40 år. Detta skulle betyda väsentligt kortare omloppstider än normalt, 35–45 år för Götaland, Svealand och södra Norrland, 45–55 år i norra Norrland.

Andra försök med olika gödslingsintervall (2, 4, 6 och 8 år) i 70-årig barrskog visade inga skillnader i tillväxteffekt mellan 2- och 4-åriga intervall och endast marginellt lägre för de längre intervall. Försöken har följts under 22 år och de gödslade försöksleden visar på en 45–140 procent produktionsökning. Någon avmattning av tillväxten på grund av brist på andra näringsämnen har inte kunnat påvisas under försöksperioden (Jacobson & Pettersson 2010).

Organiska gödselmedel

I Sverige produceras årligen cirka 240 000 ton torrsubstans avloppsslam i reningsverken. Kväveinnehållet i slam är 4–4,5 procent eller en sjättedel av innehållet i mineralgödselmedel. Cirka 15 procent av kväveinnehållet utgörs av ammoniumkväve, som är direkt upptagbart av träden. Den resterande del är organiskt bundet kväve som successivt frigörs och blir tillgängligt. Gödslingseffekten blir därför mer utdragen över tiden i jämförelse med mineralgödselmedel. Försök i de nordiska länderna och Nordamerika visar på att den positiva gödseffekten sannolikt består under mer än 15 år. Försöken visar också på tillväxtökningar om 15–70 procent (Sahlén 2006, Sahlén et al 2011). Det finns ett antal fältförsök som anlagts i samarbete mellan SLU och Sveaskog, som är under utvärdering, där man gödslar med den rötrest som återstår efter rötning av biologiskt material, exempelvis avloppsslam, matavfall, växtbiomassa etc. Materialet är

torkat och pelleterat, samt analyserat för tungmetaller och syntetiska organiska ämnen, som inte får överstiga gränsvärden för tillåten användning på jordbruksmark. Det saknas gränsvärden för användning på skogsmark, varför eventuella skadeeffekter av organiska miljögifter och tungmetaller är i dagsläget inte kartlagda.

Risk för försurning och kväveläckage

Regeringen har i sin precisering av miljökvalitetsmålen, Ingen övergödning och Bara naturlig försurning, våren 2012 angett följande (Regeringsbeslut 2012);

Miljökvalitetsmålet *Ingen övergödning* preciseras så att med målet avses att

- den svenska och den sammanlagda tillförseln av kväveföreningar och fosforföreningar till Sveriges omgivande hav underskrider den maximala belastning som fastställs inom ramen för internationella överenskommelser,
- atmosfäriskt nedfall och brukande av mark inte leder till att ekosystemen uppvisar några väsentliga långsiktiga skadliga effekter av övergödande ämnen i någon del av Sverige,
- sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten uppnår minst god status för näringsämnen enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön, och
- havet har minst god miljöstatus med avseende på övergödning enligt havsmiljöförordningen (2010:134).

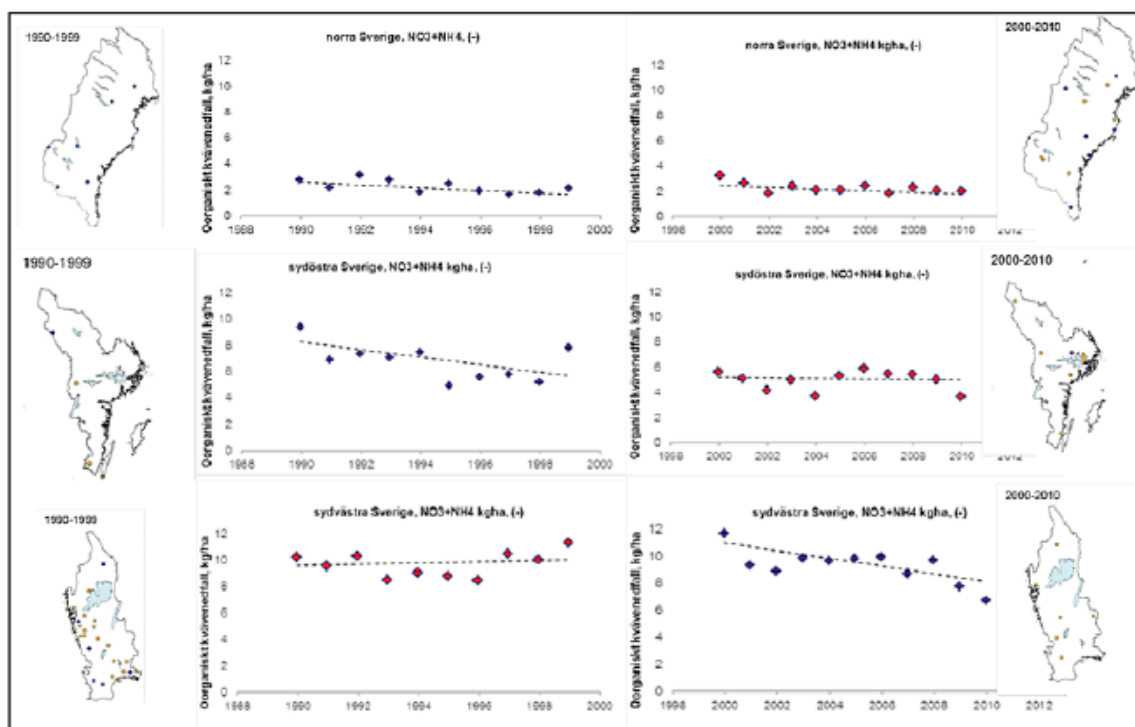
Miljökvalitetsmålet *Bara naturlig försurning* preciseras så att med målet avses att

- nedfallet av luftburna svavel- och kväveföreningar från svenska och internationella källor inte medför att den kritiska belastningen för försurning av mark och vatten överskrider i någon del av Sverige,
- markanvändningens bidrag till försurning av mark och vatten motverkas genom att skogsbruket anpassas till växtplatsens försurningskänslighet,
- sjöar och vattendrag uppnår oberoende av kalkning minst god status med avseende på försurning enligt förordningen (2004:660) om förvaltningen av kvaliteten på vattenmiljön, och
- försurningen av marken inte påskyndar korrosion av tekniska material och arkeologiska föremål i mark och inte skadar den biologiska mångfalden i land- och vattenekosystem.

Försurning

Trots att svavel- och kväveutsläppen har minskat betydligt i Europa och Sverige senaste årtionden, har IVL Svenska Miljöinstitutet och Naturvårdverket inte kunnat påvisa någon statistiskt säkerställd minskning av nedfallet av oorganiskt kväve (Pihl Karlsson et al 2012, Naturvårdsverket 2012). Vid ett fåtal mätplatser har man dock kunnat påvisa ett minskat nedfall av oorganiskt kväve, främst i norra Sverige. Kvävedepositionen är i storleken 2 kg N/hektar och år i norra Sverige och 6-12 kg i södra Sverige (*figur 8*). Det kan finnas en nedåtgående trend för kvävedepositionen över sydöstra Sverige för perioden 1990-2010. SMHI gör prognosen att kvävedepositionen för Sverige som helhet har minskat med cirka 15 procent till år 2020 i jämförelse med år 2010 (Andersson et al 2011).

Krondroppsnätets övervakning visar att kvävedepositionen över södra och mellersta Sverige fortsatt ligger över den kritiska belastningsgränsen för inverkan på markvegetationen (Pihl Karlsson et al 2013). Tillförsel av extra kväve till mark med redan hög kvävemättnadsgrad ökar risken för försurning.



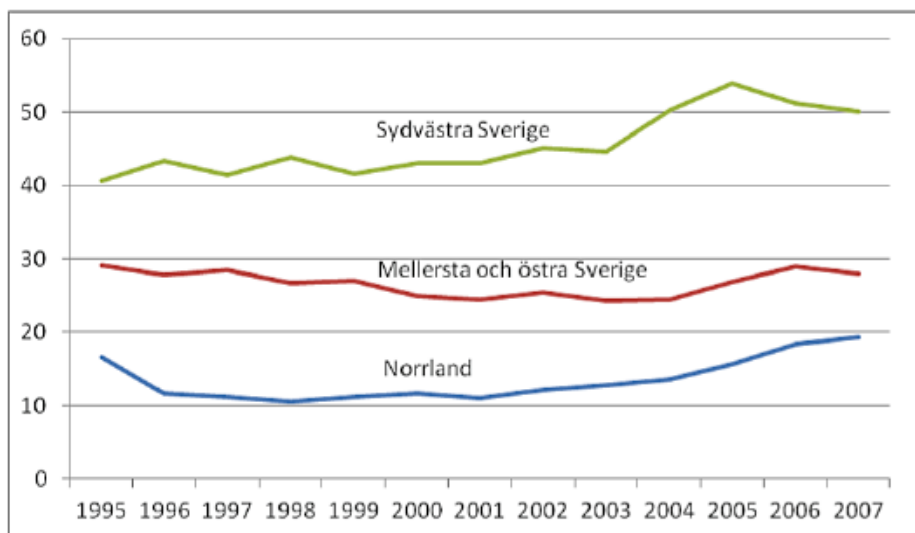
Figur 8. Kvävedeposition i form av NH_4 och NO_3 kg/ha för skilda landsdelar (från Pihl Karlsson et al 2012).

Det är främst svavelnedfallet som har medverkat till markförsurningen. Detta har minskat med 70 procent sedan 1990 och uppgår till nu till knappt 2 kg svavel per hektar och år (Naturvårdsverket 2012). Trots detta är fortfarande en stor del av skogsmarken försurad (figur 9). En återhämtning kommer att ta mycket lång tid. Den viktigaste faktorn för återhämtningen är vittringen som är en långsam process.

När kvävenedfallet når marken tas det till största delen upp av vegetationen och blir utnyttjat som näringsämnen. Det är först när kvävet inte tas upp som det får en försurande verkan. För riket som helhet är 25 procent av skogsmarken försurad och då speciellt i sydvästra Sverige (figur 9).

Kvävegödsling kan bidra till ökad försurning om det bildas kväveöverskott. Den försurande effekten motverkas dock av den dolomitkalk som ingår i gödselmedlet. När träden tar upp näring frigörs vätejoner och trädet får ett överskott av så kallade baskatjoner (K, Ca, Mg), främst i barr, bark och grenar. Sker GROT-uttag på de gödslade markerna, så förs en stor del av dessa för markkemin neutraliserande baskatjoner ut ur ekosystemet. Helträdsuttag kan i vissa områden ha mer försurande påverkan än det sura svavelnedfallet. GROT-uttag sker årligen på 60–80 000 hektar och prognosen är att denna areal sannolikt kommer att öka. Skogsstyrelsen rekommenderar askåterföring i samband med GROT-uttag, men detta sker endast på en begränsad (5–10 procent) del av arealen.

Bestånd som blivit kvävegödslade och där det också sker GROT-uttag bör beaktas i planeringsarbetet. Regeringen har i sin precisering av miljökvalitetsmålet, *Bara naturlig försurning*, våren 2012 angett; ”markanvändningens bidrag till försurning av mark och vatten motverkas genom att skogsbruket anpassas till växtplatsens försurningskänslighet” (Regeringsbeslut 2012). I den vidare texten behandlar regeringen hur uttaget av skogsbränsle kan motverka en återhämtning på försurade marker om mängden basiska ämnen inte kompenseras via naturlig vittring eller askåterföring. Detta gäller framförallt försurade marker i södra Sverige med låg buffertkapacitet.



Figur 9. Andel (procent) skogsmark med hög och mycket hög surhetsgrad (källa Naturvårdsverket Miljömålsportalen).

Kväveläckage

Kväveläckage förekommer i begränsad omfattning från all skogsmark. I genomsnitt sker ett bakgrundsläckage av kväve på 1–2 kg N/hektar och år. Merparten (> 90 procent) av läckaget sker från växande skog via utlakning, medan en mindre del orsakas av skogsbruksåtgärder. (tabell 4).

Tabell 4. Nettobelastning av kväve till skilda havsbassänger från skogsmark och skogsbruk (från NV rapport 5815, Brandt et al 2008)

Havsbassäng	Total nettobelastning av kväve från skogsmark (ton/år)	Läckage från dagens skogsbruk (hyggen m.m.) (ton/år)	Areal produktiv skogsmark, exkl. nationalparker och reservat (1 000 ha)	Kvävebelastning från produktiv skogsmark (kg/ha och år)
Bottenviken och Bottenhavet	28 500	1 600	14216	2.0
Egentliga Östersjön, inkl Öresund	3 700	300	5355	0.7
Västerhavet (Kattegatt och Skagerack)	6 600	700	2895	2.3
Summa	38 700	2 600	22 467	1.7

Den främsta källan för kväveläckage är hygget efter föryngringsavverkning. Kronnäs et al 2012, beräknar att hygget svarar för cirka 40 procent av det totala kväveläckaget som kan hänföras till växande skog och skogsbruksåtgärder. På motsvarande sätt kan kväveläckaget begränsas om man tillämpar hyggesfritt skogsbruk eller väljer naturlig föryngring via fröträd- och skärmställningar. Hyggesfritt skogsbruk undviker den kvävechock som sker vid hyggesupptagning i trakthyggesbruket, samtidigt är det osäkerhet kring de långsiktiga effekterna på kväveläckage från hyggesfritt skogsbruk i jämförelse med trakthyggesbruk (SLU 2014). Akselsson et al 2004, visar på att det kan bli mycket höga kväveläckage, upp till 35 kg N/hektar, vid hyggesupptagning på kväverika marker i sydvästra Götaland. Deras studie visar också på avtagande kväveläckage i riktning mot sydöstra Götaland. Stendahl och Hjerpe 2008, Löfgren och Westling 2002, visar också på stora skillnader i kväveläckage mellan växande skog och hygge.

I jämförelse med andra kvävekällor, så orsakar skogsbruket en förhållandevis lite kvävebelastning på havsbassängerna. Totalt skattar man att skogsbruket orsakar en kvävebelastning på cirka 2 600 ton/år vilket är i storleksordningen 4 procent av det antropogena kväve som Sverige tillför havet (*tabell 5*).

Tabell 5. Nettobelastning av kväve till Östersjön och Västerhavet (från NV rapport 5815, Brandt et al 2008)

Källa	Total nettobelastning av kväve (ton/år)	Varav antropogen kväve (ton/år)
Jordbruksmark	34 400	24 300
Skogsmark	38 700	2 600
Öppen-, fjäll- och myr- mark	12 700	
Deposition på vatten	10 700	10 700
Dagvatten	1 500	600
Enskilda avlopp	1 100	1 100
Kommunala reningsverk	17 000	17 000
Industri	4 800	4 800
Summa	120 900	61 100

Konventionell skogsgödsling

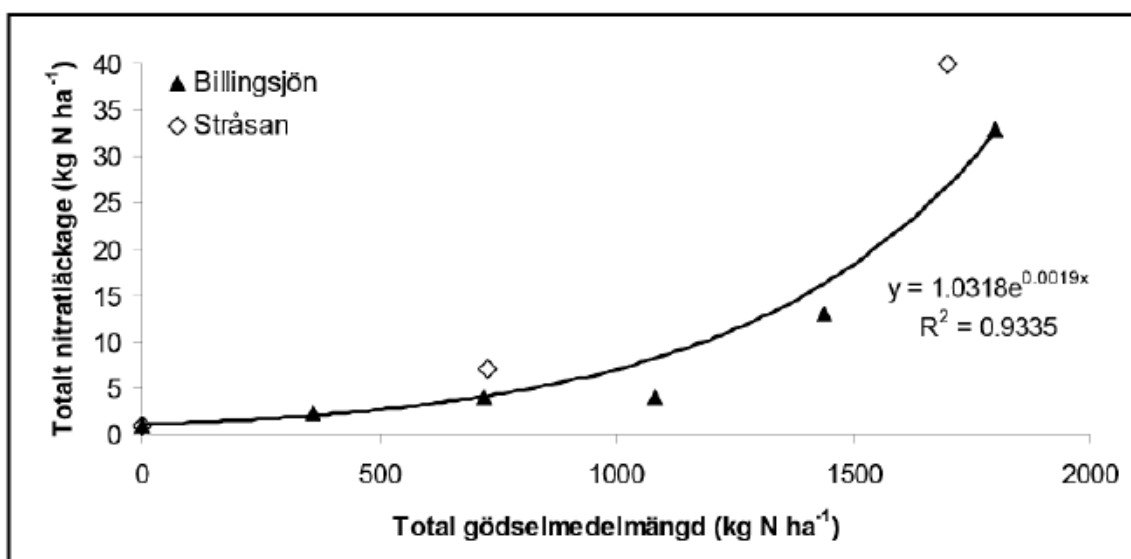
Vid konventionell skogsgödsling räknar man med att 5–10 procent eller motsvarande 7.5–15 kg N/hektar av det tillsatta kvävet läcker från beståndet i samband med gödslingen (Ring 2007). Merparten av läckaget sker första året efter gödsling. Sker gallring, stormfällning eller annan större störning i anslutning till gödslingen så ökar utlakningen väsentligt. Med en årlig gödslad areal på 60 000 hektar skulle det motsvara en bruttoutlakning på 450–900 ton kväve årligen. Hur stor del av denna mängd som kommer att transporteras ut till haven blir beroende av;

- Avstånd till mindre vattendrag och skogsmarkens retention, kvarhållande förmåga, inom detta avsnitt via skyddszoner och angränsande bestånd.
- Hur stor andel av det kväve som når mindre vattendrag och sedan kommer att transporteras ut till haven.

Generellt råder osäkerhet om storleken på retentionen och hur den ska uppskattas. Brandt och Ejhed 2003, skattar retentionen av kväve från skogsmark i vattendrag och sjöar till 11 procent av bruttobelastningen i norra Sverige och 31 procent för södra Sverige. I Naturvårdsverkets studie (*tabell 4 och 5*) har man utgått från kvävehalten i små vattendrag (bruttovärde) och beräknat att cirka 80 procent av detta kväve når haven. IVL, Svenska Miljöinstitutet har gjort modellberäkningar för kväveutlakning till Östersjön och Västerhavet från skogsmark vid olika skogsbruksåtgärder (Kronnäs et al 2012). För kväveretention har man använt typtal för jordbruksmark och därmed kommit fram till att 54–59 procent av kvävet i rotzonen når havet. En forskargrupp vid SLU och Skogforsk har skattat nitratutlakningen till grundvatten vid slutavverkning och de bedömer att 40 procent, av det utlakade kvävet når haven (Högbom et al 2010). Sammantaget kan man anta att storleksordningen 50–60 procent av det utlakade kvävet från gödslingen kommer att nå haven. Vilket skulle betyda att kvävebelastningen på haven orsakad av skogsgödsling är i storleksordningen 250–500 ton årligen,

Kronnäs et al 2012, har gjort modellberäkningar på bruttoutlakning av kväve till egentliga Östersjön och Västerhavet om den årligt gödslade arealen skulle tredubblas, för riket från 60 000 hektar till 200 000 hektar. I deras beräkningar räknas förutom Svealand och Götaland, även Jämtlands och Gävleborgs län till avrinningsområdet för egentliga Östersjön och Västerhavet. Cirka hälften av den skogsgödsling som utförs i landet sker inom detta avrinningsområde. Enligt Kronnäs et al 2012 modellberäkning skulle bruttoutlakningen öka med 1 700 ton kväve vid en gödslad areal i storleksordningen 100 000 hektar (17 kg N/hektar). Nettobelastningen i detta scenario skulle bli 800–1000 ton kväve eller 8–10 kg per gödslad hektar. Dessa siffror är något högre än skattningen av Ring 2007. Kronnäs et al 2012 tar dock hänsyn till i sin modellberäkning att en del av de gödslade bestånden kommer att drabbas av kalamiteter, exempelvis stormfällning, med förhöjt kväveläckage som följd.

Risken för kväveläckage kan öka vid avverkning av ett gödslat bestånd i jämförelse med ett icke gödslat. Figur 10 visar kväveläckage efter avverkning i två gödslingsexperiment från Härjedalen (SLU 2014). Kväveläckaget efter hyggesupptagning i detta område borde normalt vara omkring 3–8 kg kväve. För de gödslade försöken överstigs detta värde först när en totalgiva i storleksordningen 1 000 kg tillförts under en 20-årsperiod. Ett intensivt gödslingsprogram medför dock över tiden ett förhöjt kväveläckage genom att hyggesfasen återkommer oftare.



Figur 10. Totalt nitratläckage (kg N ha⁻¹ under 2 – 5 år) efter slutavverkning i gödslingsexperiment med olika ackumulerad kvävegiva under en 20-årsperiod. Data från Ring 1995 (Billingsjön) och Berdén m fl. 1997 (Stråsan). (Från SLU 2014).

BAG (Behovsanpassad Gödsling)

Kväeutlakning kan förekomma på tre sätt från marker med BAG, genom läckage från växande skog, läckage vid hyggesupptagning, samt effekten av den förkortade omloppstiden som medför fler hyggesfaser. För att minimera riskerna i växande skog bör BAG inte tillämpas i utströmningsområden, samt kvävetillförseln regleras genom mät- och analysprogram. Det saknas praktisk erfarenhet av BAG varför olika skattningar av möjligt kväveläckage är osäkra.

Principen för BAG är att tillföra kväve endast i sådan mängd att kvävebrist inte är begränsande för trädens tillväxt. Därför kan man förvänta sig att kväveläckaget inte kommer att öka i växande skog. Resultat från försöken på Flakaliden och Asa stödjer detta (Nordin et al 2009). Kväveförluster uppstod vid två tillfällen, när man inte anpassat kvävegivan till den effekt som uppstår när beståndet sluter sig, samt när man drabbades av angrepp av granrost vilket medförde ett onormalt stort barravfall.

Syftet med BAG är intensivodling av virkesråvara. Tillväxten fördubblas, vilket även resulterar i att omloppstiden halveras. Det kommer endast vara 30–40 år mellan slutavverkningarna och den potential som finns för kraftigt kväveläckage i hyggesfasen. Empiriska data saknas angående kväveläckage efter avverkning av BAG bestånd. För att minska kväveläckaget är det viktigt att begränsa kalmarkstiden så mycket som möjligt. Ett troligt scenario är att GROT-uttag kommer att ske i BAG bestånd, kanske också stubbskörd. Kvävetillgången kommer troligen att resultera i kraftig hyggesvegetation, med krav på kraftig markberedning inför skogsodling. Detta är faktorer som både kan begränsa och förstärka risken för kväveläckage. Skyddszonernas storlek och utformning kommer också att vara av stor betydelse för att begränsa risken för läckage.

Nordin et al 2009, skattar att om BAG tillämpas på 5 procent av skogsmarksarealen så skulle nettobelastningen av kväve på Östersjön och Västerhavet öka med 350 ton/år.

Kronnäs et al 2012, skattar att om BAG tillämpas på 5 procent av skogsmarksarealen inom Östersjöns och Västerhavets vattendistrikt skulle detta orsaka en ökad bruttoutilakning av kväve om knappt 11 400 ton/år. Vid antagande att 50–60 procent av detta kväve når haven skulle det betyda en ökad nettobelastning med 6 000 ton/år. Den stora skillnaden mellan skattningarna beror på att de använt skilda värden för bruttoutilakning av kväve vid BAG. Nordin et al 2009, använder data endast från försöken på Flakaliden och ASA och beräknar kväveutlakningen till cirka 1 kg N/hektar och år. Kronnäs et al 2012, använder data från nio försökslokaler, inklusive intervallförsöken (*figur 7*) och får ett medel för kväveutlakning om knappt 17 kg N/hektar och år.

Organiska gödselmedel

Det finns ett intresse för att kunna använda förädlade rötresten från framförallt reningsverk för skogsgödsling. Kvävet i gödselmedlet utgörs i huvudsak av organiskt starkt bundet kväve. Detta betyder att det i jämförelse med mineralgödselmedel, frigörs i långsammare takt och blir tillgängligt för träden i mindre doser under en längre tidsperiod. Tiden för gödslingseffekt blir därigenom det dubbla mot mineralgödselmedel. Det betyder också att den kväveutlakning som sker med mineralgödselmedel i samband med gödslingsåtgärden till stor del undviks. Försök med organiska gödselmedel visar inte heller på några signifikant förhöjda halter i markvattnet de första åren efter gödsling.

Den låga halten kväve (3,0–4,5 viktsprocent) i jämförelse med mineralgödselmedel (27 viktsprocent) medför stora givor per arealenhet. Med organiska gödselmedel följer även tillförsel av stora mängder fosfor och andra grundämnen till skogsmarken (*tabell 6*). Det är osäkerhet kring vilka långtidseffekter dessa kan ha, tillsammans med eventuellt andra kvarvarande ämnen i slammet som läkemedelsrester och tungmetaller. Sternbeck et al 2013, drar slutsatsen att det inte kan uteslutas att slamspridning på skogsmark kan vara negativt ur föroreningsynpunkt.

Tabell 6. Jämförelse mellan mineralgödselmedel (Skog-Can) och ett organiskt gödselmedel (bionäring) för en "normalgiva" om 150 kg N/hektar och en gödslingseffekt om cirka 10 år. (Från Sahlén 2011)

Substans	Mängd, kg per hektar	
	Skog-Can	Bionäring
Totalmängd	550	10 000
Organiskt material	0	6 000
Totalkväve	150	450
NH ₄	75	70
NO ₃ -N	75	0
Org. N	0	380
P	0	300
K	0	20
Ca	27,5	250
Mg	13,2	40
B	1,1	0,2

Slutsatser försurning och risk för kväveläckage

Försurning

Kvävegödsling har en försurande effekt, dels genom den ökade träd tillväxten, men även genom att GROT-uttag (helträdsuttag) ofta sker på gödslade marker. Försurningen av stora delar av skogsmarken är främst orsakad av svavelnedfall via regn. Detta nedfall har starkt minskat de senaste decennierna och det finns förutsättningar till att försurade marker återhämtar sig på lång sikt. Effekterna av kvävegödsling har liten betydelse i denna process. De mest försurade markerna finns i sydvästra Sverige, där kvävegödsling inte är aktuell i någon nämnvärd omfattning.

Kväveläckage

Sverige har åtagit sig att inom ramen för Baltic Sea Action Plan minska sin kvävebelastning på egentliga Östersjön, Öresund och Kattegatt med cirka 21 000 ton/år. Detta motsvarar cirka 1/3 av antropogen kväve som Sverige tillför dessa havsbassänger (tabell 5). Havs- och Vattenmyndigheten bedömer att Sverige kommer ha svårt att leva upp till detta åtagande.

Brandt et al 2008, skattar nettobelastningen från skogsbruket till cirka 1 000 ton/år eller knappt 2 procent av den totala antropogena belastningen på egentliga Östersjön, Öresund och Kattegatt (tabell 4 och 5). Brandt et al 2008, ger en tillståndsbeskrivning för år 2006 och enligt Skogsstatistisk årsbok skogsgödslades i medel 18 000 hektar/år åren 2004–2006 inom detta avrinningsområde (Götaland, Svealand, Jämtland och Gävleborgs län). Detta betyder att skogsgödslingens bidrag till den antropogena kvävebelastning var i storleksordningen 150 ton eller 0,2 procent av den totala belastningen.

Hyggesupptagning orsakar en stor del av kväveläckaget från skogsmark, oavsett om den växande skogen tidigare blivit gödslad eller inte. Trakthyggesbruk kommer för över-skådlig tid att vara den helt dominerande skogsbruksmetoden, varför det är viktigt att bedöma hur hyggesfasen framgent kan påverka kväveläckaget.

- Arealen med GROT-uttag har stigit kontinuerligt. I dagsläget anmäls planerat GROT-uttag ske på nästan hälften av anmälda föryngringsavverkningar. Med GROT-uttaget sker även en bortförsel av kväve från hygget, med minskad risk för kväveläckage.
- Förbättrad miljöhänsyn vid föryngringsavverkning. EU:s vattendirektiv har satt ökat fokus på skogsbrukets påverkan på skogsvattnets kvalitet. Det pågår en omfattande utbildningsverksamhet inom skogsbruket för att minska förekomsten av körsador, samt betydelsen av skyddszoner mot vattendrag. Detta kommer att bidra till minskat kväveläckage i hyggesfasen.
- Föryngringsmetoder med naturlig föryngring där man tillämpar fröträd- och skärmtällningar minskar kväveläckaget.
- Hyggesfritt skogsbruk som alternativ till trakthyggesbruk kan eventuellt minska mängden kväveläckage.

Detta är variabler som har större betydelse för den kvävebelastning skogsbruket kan orsaka på haven än omfattningen på skogsgödsling. Skogsgödsling är marknadsekonomiskt styrt och dess omfattning baserar sig på förväntningar om framtida behov och prisbild för virkesråvara. I närtid är det svårt att se en utveckling mot tredubbling (200 000 hektar/år) av den gödslade arealen. Skogsgödslingen måste minst nå en sådan nivå för att det ska bli ”praktiskt mätbara tal” i kvävebalanserna.

Det finns inga skäl till att särskilja organiska gödselmedel från mineralgödselmedel med avseende på försurande effekt och risk för kväveläckage. Däremot finns andra risker med spridning av organiska gödselmedel, kring vilka kunskapsluckorna fortfarande är stora.

BAG har i dagsläget ingen praktisk tillämpning och det är osäkert när förutsättningar finns för att det kan bli ekonomiskt lönsamt. Det finns försök med BAG som resulterat i både låga och höga kväveläckage. Val av mark är väldigt viktigt vid tillämpning av BAG, samt att det finns noggranna kontroll- och analysprogram som omgärdar verksamheten. Det finns behov av fortsatt försöks- och utvecklingsarbete med BAG.

Påverkan på markens långsiktiga produktionsförmåga

Regeringen har i sin precisering av miljökvalitetsmålet, Levande skogar, våren 2012 angett följande (Regeringsbeslut 2012);

Miljökvalitetsmålet *Levande skogar* preciseras så att med målet avses att

- skogsmarkens fysikaliska, kemiska, hydrologiska och biologiska egenskaper och processer är bibehållna,
- skogens ekosystemtjänster är vidmakthållna,
- skogens biologiska mångfald är bevarad i samtliga naturgeografiska regioner och arter har möjlighet att sprida sig inom sina naturliga utbredningsområden som en del i en grön infrastruktur,
- naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till skogslandskapet har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer,
- hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla skogar,
- främmande arter och genotyper inte hotar skogens biologiska mångfald,
- genetiskt modifierade organismer som kan hota den biologiska mångfalden inte är introducerade,
- natur- och kulturmiljövärden i skogen är bevarade och förutsättningar för fortsatt bevarande och utveckling av värdena finns, och
- skogens värden för friluftslivet är värnade och bibehållna.

Skogsgödsling kan ha inflytande på måluppfyllelsen av Levande skogar. Detta är främst avhängigt av hur geografiskt samlat och med vilken intensitet som gödslingen sker. Skogsgödsling i nuvarande omfattning, bedöms ha liten betydelse för miljökvalitetsmålet så länge de allmänna råden följs. Val av bestånd, kunskap och respekt för skyddsvärda natur- och kulturmiljöer är viktigt.

Inverkan på flora och fauna

Flora

Markvegetationen påverkas vid gödsling av, dels minskad ljustillgång genom att beståndet sluter sig fortare, dels genom den ökade tillgången på kväve i marken. Det förra är en naturlig del i trakthyggeskogsbuket, samtidigt som gödsling kan ge en adderande effekt till störningsregimerna inom trakthyggesbuket.

Flera studier visar på att en engångsgiva om 150 kg kväve i medelålders skog har liten inverkan på markvegetationen (SLU 2014). Normalt ökar förekomsten av gräs, medan förekomsten av bärris påverkas marginellt. Vidare konstateras att effekten avtar samtidigt som tillväxteffekten på träden avklingar, efter cirka 10 år. Sammantaget påverkar den medelålders och äldre skogen markvegetationen så starkt att det är svårt att påvisa gödselgivans effekt på markvegetationen.

Gödsling medför också en kväveupplagring i mår och markskikt och detta kväve blir mer tillgängligt för markvegetationen efter föryngringsavverkning. Det kan uppstå en mer omfattande hyggesvegetation. Berörs två trädgenerationer, separerade av en hyggesfas, kan vegetationsförändringar spåras i mer än 20 år (Strengbom & Nordin 2008). Trenden är att gräs gynnas, på bekostnad av förekomst av bärris. Den tydligaste och mest långlivade effekten av gödsling är en minskad lavförekomst på magrare marker.

Det råder stor osäkerhet om hur långlivade effekterna är av gödsling. Försök med olika gödselgivor och program indikerar att det finns ett direkt samband mellan mängden tillförd kväve och vegetationsförändringen, både med avseende på tid och på artsammansättning. Man kan därför anta att fler gödslingstillfällen och större mängd tillsatt kväve per omloppstid kommer att ge större effekter på vegetationen, både i kortare och längre (över skogsgenerationsgränser) tidsperspektiv (SLU 2014).

Ett kontinuerligt gödslingsprogram enligt BAG kommer att ge större påverkan på florans omfattning och artsammansättning än upprepade konventionella gödslingar av medelålders skog.

Fauna

Förhöjda kvävehalter i sötvatten, genom att gödselmedel hamnar direkt i vattendrag eller stort kväveläckage exempelvis via avsaknad av skyddszoner, påverkar fisk, som öring, och bottenfaunan.

Skogsgödsling påverkar främst rennäringen, via en direkt påverkan på lavtillväxten. Ett flertal studier visar på att gödsling har en negativ påverkan på lavtillväxt, troligen orsakad av att symbiosen mellan alg och svamp störs av kvävetillförseln (Johansson et al 2011). Gödslingen gynnar även arter som konkurrerar med lav, samt bidrar till att beståndet sluter sig tidigare med minskat ljusinsläpp som följd. Renar tycks också undvika nyligen gödslade områden, trots att det inte finns några belägg för giftverkan från lavar inom sådana områden (SLU 2014).

Skaderisker

Vind och snö

Vid ökad kvävetillgång förändras trädets utseende och, åtminstone till en början, sker en tyngdpunktsförskjutning uppåt till kronan genom att det blir mer barr och grenar. Den starkare vindpåkänning detta medför leder i sin tur till ett utbyggt rotsystem, för bibehållen balans mellan ovan- och underjordiska delar. Denna balans uppnås dock först efter 3–4 år och under denna period löper träden en förhöjd risk för att drabbas av vind- och snöskador. I finska försök fann man att skaderisken efter gödsling ökar mer hos tall än hos gran (Laiho 1989). Detta förklarar han med att tallens krona är högre belägen på stammen och att tallen har färre barrårgångar, varför den relativa förändringen av barrmassan blir större efter gödsling av tall. Störst skaderisk fanns 3–4 år efter gödsling. Därefter avtog skadefrekvensen och när åtta år hade förflutit var skadefrekvensen mindre än i ogödslade bestånd. Detta kan förklaras av att barrmassan då är tillbaka på sin normala nivå, medan trädens stabiliserande rötter blivit större.

Laiho (1989) konstaterar också i sina studier att under de första fyra åren efter utförd gallring är den en större riskfaktor för stormfällning, än vad gödsling utgör. Kombinationen gallring med gödsling blir då ett extra stort risktagande. Samtidigt finns det försök som visar på att det finns en samspelseffekt mellan åtgärderna som kan ge 1–2 m³ extra i tillväxt genom att gödsla nygallrade bestånd. Planerar man för framtida gödsling av ett skogsbestånd är det viktigt att detta är så stabilt som möjligt vid gödslingstillfället. Detta kan uppnås genom tidigare skötselåtgärder som röjning och låggallring.

Snöskador drabbar i första hand gängliga träd med ensidiga kronor. Sådana träd är särskilt utsatta för snöbrottsskador efter gödsling. Vid gödsling av yngre contortatall har stabiliteten en avgörande betydelse för risken för snöbrott och rotstjälp.

Svampar

Tallens knopp- och grentorka (*greminiella abietina*) verkar stimuleras av stor tillgång på näring. Tall på bördig mark är nämligen ofta angripen. Kväve är troligen en nyckelfaktor och därför kan en ökad kvävetillförsel möjligen öka förekomsten av knopp- och grentorka på initialt magrare marker. Klimatvariabler, som fuktighet och temperatur, påverkar starkt risken för svampangrepp och bedöms ha väsentligt större inflytande än kvävetillförsel via gödsling. Generellt är det olämpligt att gödsla bestånd med nedsatt kondition och begränsad näringsupptagning. För sådana bestånd uppnås inte de positiva tillväxteffekterna, samtidigt som risken för kväveläckage ökar.

Mykorrhiza är en symbios mellan svampar och växters rötter och innebär att svampen hjälper växten att öka sitt mineralnäring- och vattenupptag och i gengäld förses svampen med kolhydrater. Om tillgängligheten av kväve är låg investerar träden mycket kol (socker) från fotosyntesen i rotsystemet och i dess mykorrhizasvampar. I våra vanligtvis mycket kvävefattiga skogar är det i storleksordningen hälften eller mer av kolet från nettofotosyntesen. Omvänt så investerar träden betydligt mindre kol i rötter och my-

korrhizasvampar om tillgången på kväve är god. En halvering av allokeringen av kol till dessa uppmättes efter gödsling med 200 kg N/hektar (SLU 2014). En minskad tillgång på kol medför också att mykorrhizasvamparna minskar bildandet av fruktkroppar ovan jord. Exempel på grupper som huvudsakligen bildar mykorrhiza är flugsvampar, krem-lor, riskor, soppar, spindel- och trådskevlingar. Trots att en arts fruktkroppar minskar i antal eller helt försvinner kan arten oftast finnas kvar på rotspetsarna i marken. En tid efter kvävegödsling minskar tillgängligheten av kväve och systemet återgår till att vara kvävefattigt, varvid mykorrhizas funktion som kvävefälla restaureras (SLU 2014). I ett försök där så mycket som 2 000 kg N/hektar tillförts en norrländsk tallskog under en period av 20 år skedde en avsevärd återhämtning av mykorrhizasvamparnas funktion under en period 5–15 år efter avslutad kvävebehandling (Högberg et al. 2011).

Insekter

Principiellt bör den högre näringsstatusen i träden som följer av gödsling gynna insekter. Detta gäller speciellt för sugande insekter som, exempelvis granbarrlus. I kontrollerade laboratorieförsök har också kvävegödsling visat sig gynna insekter. När man har granskat effekterna på populationsnivå under en längre period och under naturliga förhållanden har däremot insektsskadorna på skogsträd oftast inte påverkats alls eller, i vissa fall, till och med minskat (Kytö et al 1996). Orsaken till detta kan vara att när den totala biomassan ökar till följd av gödsling, så upplevs en oförändrad skadenivå (till exempel antalet skadade barr) som en skademinskning. Långtidsförsök med upprepade gödslingar har inte heller uppvisat ökade insektsskador. På motsvarande sätt som för svamp har klimatvariabler och störningar som stormfällningar så stor påverkan på insektspopulationerna att en eventuell effekt från kvävegödsling endast är marginell.

Inverkan på skogens sociala värden och kulturmiljövärden

Fornlämningar och kulturlämningar är skyddade enligt kulturminneslagen och ska undantas från gödsling. Dessa uppskattas omfatta 3–4 procent av landets skogsmarksareal, men mörkertalet är stort, speciellt i Svealand och Norrland. Gödslingsåtgärden i sig är nog inte det största hotet mot forn- och kulturlämningar, utan snarare det mer intensiva skogsbruket med fler körningar som följer av åtgärden. Gödsling och då speciellt BAG är ett större hot mot det biologiska kulturarvet. Detta definieras enligt Riksantikvarieämbetet som, ”Det biologiska kulturarvet utgörs av ekosystem, naturtyper och arter som uppstått, utvecklats, eller gynnats genom människans nyttjande av landskapet och vars långsiktiga fortlevnad och utveckling förutsätter eller påverkas positivt av brukande och skötsel”. Gödsling bör undvikas eftersom det väsentligt kan förändra ett sådant ekosystem. Detaljkunskap kring och arealer som omfattas av det biologiska kulturarvet är dock i huvudsak okänd, varför det är svårt att bedöma skogsgödslingens påverkan.

Gödsling påverkar förekomsten av blåbär och svamp negativt, samtidigt kan det gynna förekomsten av hallon under hyggesfasen. Kalmark och ett nyplanterat granbestånd har lågt rekreativevärde. Det stiger något efterhand spåren av avverkningen försvinner och träden når brösthöjd, för att därefter sjunka igen i den täta ungskogsfasen och tiden fram till första gallring. Efter en första gallring stiger det, speciellt om det även sker GROT-uttag, och är fortsatt stigande i den medelålders och äldre skogen. Gödslingen bidrar till ökad gräsvegetation och att beståndet blir tätare och mer slutet. Detta gäller speciellt om BAG tillämpas och torde genomgående ha en negativ påverkan på upplevelsevärden.

Klimatpåverkan

Skogsgödsling medför en ökad kolinbindning i ekosystemet. Initialt efter gödsling står växande träd för den största delen (cirka 80 procent), medan 15–20 procent binds i marken. Efterhand som gödslingseffekten avtar och barrmängden anpassar sig mot ursprungstillståndet kommer en högre andel att vara bundit i marken. Markens kolförråd vid kvävegödsling ökar med 7–15 kg kol per kg tillsatt kväve (Larsson et al 2009). En normal gödselgiva om 150 kg kväve skulle då motsvara ett ökat upptag av 3 800–8 200 kg CO₂, som lagras i marken. Bidragande orsaker är ökad produktion av fallförna och långsammare nedbrytning av mårtacket. Gödslingen medför också att en minskad avgång (upp till hälften) av CO₂ från marken. Förna rik på lignin (till exempel barrförna) bryts ner långsammare, ju högre kvävehalt den innehåller. Kolinlagringen blir större i granbestånd än i tallbestånd och högre i norra Sverige i jämförelse med södra Sverige. Organiskt kol som går i lösning i mårtagret följer markvattnet ned i mineraljorden. Den ökande halten av organiskt kol i markprofilen ökar dess vattenhållande förmåga och jonbyteskapacitet, två faktorer som båda bidrar till att höja ståndortens produktionsförmåga.

En risk med kvävegödsling är ökad bildning av lustgas (N₂O), som klassas som 298 gånger starkare ”växthusgas” i jämförelse med koldioxid. Ökad tillförsel av kväve till ett ekosystem som leder till utlakning av nitrat (salter av nitratjonen, NO₃⁻) i marklösningen gör via denitrifikation i syrefattiga miljöer att lustgas bildas. Andelen av det tillförda kvävet som avgår som lustgas skattas till 0,5–1 procent (Larsson et al 2009, bilaga 1). En gödselgiva på 150 kg kväve skulle då ge upphov till 14–15 kg lustgas, vilket multiplicerat med 280 skulle ge en ”växthuseffekt” motsvarande utsläpp av drygt 4 000 kg koldioxid (jämför ovanstående stycke). Andra studier pekar dock på möjligheter att utsläppen av lustgas kan vara större (Nohrstedt & Westling 1995) och nya studier pågår vid SLU.

En tredje växthusgas som kan påverkas av kvävegödsling är metan (CH₄), som både kan produceras och konsumeras i skogsmark. Metan kallas även sumpgas eftersom den bildas vid nedbrytning av organiskt material i syrefattiga miljöer, till exempel botten på kärr. Sådana fuktiga marker är inte aktuella för gödsling, jämför Skogforsk baskrav för gödsling. Skogsmark kan emellertid även fungera som sänka för atmosfäriskt metan, via biologisk oxidation i markens ytskikt. Tillförsel av kväve till ekosystemet anses minska markens förmåga att oxidera atmosfäriskt metan. Samtidigt finns studier att ökad kolinlagring i skogsmark (exempelvis som följd av kvävegödsling) kan medföra ökad metanoxidation. Oxidationshastigheten är generellt låg i skogsmark och Larsson med flera (2009, bilaga 1) gör bedömningen att gödslingens effekter på skogsmarken förmåga att konsumera metan, vare sig den är långsiktigt positiv eller negativ, kan anses vara negligierbar för den övergripande växthusgasbalansen.

En ökad tillväxt innebär en positiv klimatpåverkan till följd av virkets substitutionseffekter. Beroende på hur virket används, som bränsle eller byggnadsmaterial, påverkar storleken på substitutionseffekten. I medeltal skattas effekten vara 600–800 kg CO₂ per

kubikmeter. En engångsgödsling om 150 kg kväve skulle då motsvara ett CO₂ upptag i storleksordningen 10 000 kg. Gödslingen ger också möjlighet till en något förkortad omloppstid, vilket långsiktigt har en positiv klimatpåverkan. Samtidigt bidrar gödsling till utsläppen av CO₂ vid tillverkning av gödselmedlet och vid spridningen av denna. Sammantaget bör gödsling utifrån sammanvägning av balansen mellan olika växthusgaser ha en positiv klimatpåverkan.

Effekter av kvävegödsling

Förutsättningar

Kvävegödsling är en effektiv metod för att öka tillgången på biomassa. Dess omfattning är helt styrd av företagsekonomiska överväganden. Det finns inga ekonomiska bidrag kopplade till åtgärden, utan investeringsviljan är helt beroende av tron på framtida virkespriser och avsättningsmöjligheter. En lönsamhetskalkyl föregår normalt beslutet om åtgärden. Gödslingsvärda bestånd är väl definierade av forskning och praktisk erfarenhet. Sannolikheten att skogsägare väljer att gödsla ”fel bestånd” är liten. Noggrannheten vid spridning av gödselmedel har väsentligt förbättrats senaste 10-års period, via introduktionen av GPS system, digitala kartor och datorstöd. Till detta ska adderas en ökande medvetenhet om gödslingens miljöpåverkan och vikten av skyddszoner mot exempelvis vattendrag. Risker för misstag vid spridningen har minskat väsentligt. Sammantaget betyder detta att det finns god säkerhet i att gödsling utförs i rätt bestånd och med rätt mängd på rätt del av beståndet.

För närvarande gödslas i storleksordningen 40 000–60 000 hektar årligen. I denna areal ingår både förstagångsgödsling av bestånd och omgödsling av tidigare gödslade bestånd. Den teoretiskt möjliga gödslingsarealen inom ramen för Skogsstyrelsens råd från år 2007 är i storleksordningen 300 000 hektar årligen, varför det finns möjlighet till en utökad mängd skogsgödsling (*figur 2*). För att en stor ökning av arealen skogsgödsling ska bli aktuell, krävs påverkan via virkespriser, avverkningskostnader eller politiska styrmedel.

Skogsgödsling ger en ökad produktion av biomassa, en förnybar råvara för byggnads-, skogs-, och energiindustri. Skogsgödsling kan också ha en negativ miljöpåverkan och försvåra måluppfyllelse av nationella miljökvalitetsmål.

Koncentration i tid och rum

Det är i princip endast bolagsskogsbruket och större skogsägare som intresserar sig för gödsling. En viktig orsak är att små arealer inte motiverar den logistik som fordras för hantering och spridning av gödsel. Skogsgödsling kommer därför troligen endast att förekomma i begränsad omfattning inom privatskogsbruket. Gödsling sker där det är ekonomiskt lönsamt och ur det perspektivet gödslar bolagsskogsbruket redan idag en stor del av sin gödslingsbara areal. Omgödsling, att efter 8–10 år ge en ny gödselgiva till ett tidigare gödslat bestånd är normalt förekommande hos företag som aktivt arbetar med gödsling på sina marker. Tillväxtreaktionen vid en omgödsling är jämförbar med reaktionen vid förstagångsgödslingen. Kvävegödsling är ingen åtgärd som förekommer någorlunda jämnt spridd över landet, utan av praktiska skäl och ägarförhållanden blir den samlad i tid och rum till vissa områden, där skogsägare har intresse för åtgärden.

Skogsgödslingens roll i svensk virkesförsörjning

Avverknings säsongen 2011/12 förnygringsavverkades 50,3 miljoner m³sk på totalt 189 000 hektar (SLU 2013). Av denna volym kan knappt 1 miljon m³sk hänföras som

framgödslad volym. De gödslade bestånden håller ett högre virkesförråd vid föryngringsavverkning än vad de normalt skulle innehålla. Alternativet till kvävegödslingen är att virkesvolymen (knappt 1 miljon m³sk) ska avverkas ”någon annanstans”, i betydelsen utökad föryngringsavverkning med några tusen hektar.

Skogsgödsling utförs i väl bestockade barrbestånd, normalt med begränsade naturvärden. Sannolikt har utvalda bestånd för skogsgödsling lägre naturvärden än ”genomsnittet” för området. Före gödslingsåtgärden genomgår bestånden en planeringsprocess och myndighetskontroll för att säkerställa skydd av eventuellt förekommande värdekärnor. Studier från IVL, SLU och Skogforsk visar att en stor andel av kväveläckaget från skogsmark sker närmsta åren efter föryngringsavverkning. Om kvävegödsling bidrar till en minskad areal föryngringsavverkning, så kompenseras därigenom en del av kväveläckaget som orsakas av gödslingsåtgärden

Gödselgivans storlek

Kvävegödsling kan orsaka både ökad förurning, kväveläckage till vattendrag och påverkan på artsammansättning. Det finns därför skäl för att i allmänna råd överväga att begränsa givans storlek. Möjlig giva är beroende av ståndorten och det saknas klara gränsvärden över när skadeverkningar uppstår. Det blir därför en bedömning om var riskzonen börjar. Studier visar att gödsling ger en kväveupplagring i mår och markskikt som vid upprepade gödsling kan påverka markvegetationen över två trädgenerationer. Med ökad kväveupplagring följer en ökad risk för kväveläckage. Samtidigt visar också studier att skogsmarken har hög resiliens, förmåga till snabb återgång till ursprungstillstånd vid måttlig gödslingsintensitet. Av försiktighetsskäl finns motiv för att begränsa den maximala tillförseln av kväve per skogsgeneration.

Det finns ingen statistisk säkerställd minskning av kvävedeposition över Sverige. Krondroppsnetets övervakning visar att kvävedepositionen över södra och mellersta Sverige fortsatt ligger över den kritiska belastningsgränsen för inverkan på markvegetationen i södra och mellersta Sverige (Pihl Karlsson et al 2013). Tillförsel av extra kväve till mark med redan hög kvävemättnadsgrad ökar risken för kväveläckage och förurning. Kvävemättnad och kvävedeposition avtar från söder mot norr, med stora skillnader i värden mellan södra och norra Sverige. Det finns skäl till fortsatt begränsning av den maximala tillförseln av kväve via gödsling i Götaland och Svealand i enlighet med tidigare zonindelning.

Ståndorten och skogsbruksåtgärder

Praktiskt utförd gödsling och försöksverksamhet har inte visat att det finns några skäl att ompröva de så kallade sju baskraven för ett gödslingsbart bestånd. För att undvika negativa effekter av skogsgödsling är det av vikt att träden tillgodogör sig så stor andel av kvävegivan som möjligt. Bästa förutsättningar råder när beståndet är i en stark tillväxtfas. Förutom åldern är det av vikt att det är en frisk och välsluten skog för att få en god tillväxt och liten miljöpåverkan av gödslingsåtgärden.

Bestånd med höga natur- och kulturmiljövärden och lavrika bestånd bör inte gödslas. Engångsgödsling av övriga bestånd påverkar i princip inte flora, fauna och biodiversitet på sikt. Omgödsling av samma bestånd medför en ökande kvävemättnad i marken och påverkan från kvävegynnande arter. Skogliga ekosystem visar en hög resiliens, förmåga att återgå till sitt föregående tillstånd efter påverkan. Det fordras höga gödselgivor, mer än tusen kilo, för att det ska finnas en risk för att tillståndet är irreversibelt. Vad som är en godtagbar och acceptabel förändring under en begränsad tidsperiod är en värderingsfråga. Det finns också kunskapsluckor om hur långvariga gödslingsprogram påverkar artsammansättning. Effekter av gödsling har kunnat spåras i den nya skogsgenerationen via en hyggesfas. Det finns därför skäl för att iaktta en försiktighet kring dessa. Gödslingsprogram med tre gödslingar, torde också ur ekonomisk synpunkt i mycket vara en gräns för tillämpning i praktiskt skogsbruk. För mer känsliga naturtyper kan två gödslingar vara för mycket. Ett gallringsfritt skogsbruk kanske ger utrymme för fler gödslingar, men vid normal skötsel torde två till tre gödslingar vara realistiskt.

Den största miljöpåverkan som skogsgödsling nog kan orsaka är risk för ökad kvävetillförsel till vattendrag. Det sker en naturlig utlakning av kväve från skogsmark, oavsett om beståndet är gödlat eller inte. Kvävet försämrar vattenkvaliteten och bidrar till övergödning och algblooming i haven och ökad förurning. Skogsgödsling kan motverka båda miljökvalitetsmålen, Ingen övergödning och Bara naturlig förurning. De mest kvävemättade och försurade markerna finns i sydvästra Sverige och där också kvävetillförsel via nedfall är störst. Sverige har internationella åtaganden att minska tillförseln av antropogen kväve till Östersjön, arbeta för en förbättrad vattenkvalitet baserat på EU ramdirektiv för vatten. Skogsgödslingens bidrag till övergödning i sjöar och havsbassänger är i dagsläget mycket liten. Trots detta finns skäl till försiktighet, i händelse av att gödslingens omfattning skulle avsevärt öka. Markens kvävemättnad, storleken på kvävedeposition och extra tillförsel via kvävegödsling, samverkar för ökad risk för kväveläckage och förurning. Det finns därför motiv för att behålla nuvarande uppdelning i geografiska zoner, med rekommendationer av maximal gödselgiva i respektive zon.

Skyddsområden och marker som avråds för skogsgödsling

Skyddsområden tillkom ursprungligen för att förhindra att gödselmedel i samband med spridningen hamnade i vattendrag, på annans eller skyddsvärd mark. Med GPS-teknik och datorstöd har precisionen förbättrats avsevärt. Samtidigt har kunskapen ökat om skogsbruksåtgärders påverkan på vattenkvalitet, exempelvis via kväveläckage. Det finns därför skäl att behålla principen med skyddsområden av rimlig storlek för att minska risken för otillbörlig miljöpåverkan. Inom gödslingstrakten kan finnas vattenförande diken eller vattendrag som inte är vattenförande under gödslingssäsongen. Över dessa område är det olämpligt att sprida gödsel.

Kvävegödsling har en negativ påverkan på marklavar, varför gödsling på lavrika marker bör begränsas. Lavmarker förekommer främst i norra Sverige och i gles tallskog med låg bonitet. Riksskogstaxeringen anger, i ännu inte publicerat material, att markvegetationstypen Lavtyp (>50 procent lav i bottenstiktet) minskat från 14 procent år 1955 till 4 procent i dagsläget inom renskötselområdet. Samtidigt är markvegetationstypen Lav-

rik typ (25–50 procent lav) ungefär oförändrad med 5–7 procent. Orsaken till minskningen är främst att skogen blivit tätare och mer välsluten över tiden.

Renlav har haft en stadigt nedåtgående trend, perioden 1997–2007, i alla landsdelar utom Götaland där lavtäckningen är liten (cirka 0,5 procent). I norra Norrland har täckningen nästan halverats under denna period och för riket uppgår täckningsgraden för renlav till knappt 3 procent (Andersson et al 2012).

Organiska gödselmedel och BAG

För kvävekomponenten isolerat finns inte anledning att särskilja organiska gödselmedel från mineralgödselmedel. Organiska gödselmedel har dock så låg kvävehalt, att för att uppnå gödslingsseffekt måste stora volymer spridas per arealenhet. En följd av detta är att man också sprider stora kvantiteter av andra ämnen som ingår i organiska gödselmedel. Eventuella skadeeffekter av sådana organiska miljögifter och tungmetaller är i dagsläget inte kartlagda, varför det fordras stor försiktighet för spridning av organiska gödselmedel. Det bör provas från fall till fall, beroende på dess användning och kemiska sammansättning.

Tillämpning av BAG ställer krav på noggranna analysprogram för dosering och lämplig mark. I dagsläget saknas erforderlig kunskap om BAG, för att kunna ge råd om praktisk tillämpning av metoden.

Litteratur/källförteckning

- Akselsson, C., Westling, O., Örlander, G. 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, volume 202, sidan 235-243.
- Andersson, C., Andersson, S., Langner, J., Segersson, D. 2011. Halter av deposition och luftföroreningar. – Förändring över Sverige från 2010 till 2020 i bidrag från Sverige, Europa och internationell sjöfart. SMHI, Meteorologi nr 147, 2011
- Andersson, E., Kempe, G., Larsson, A., Siira, U. 2012. Uppföljning av biologisk mångfald med data från Riksskogstaxeringen. Slutrapport, mars 2012 (www.lansstyrelsen.se/jamtland/Sv/publikationer)
- Bergh, J., Nilsson, U., Grip, H., Hedwall, P-O., Lundmark, T. 2008. Effects of frequency of fertilization on production, foliar chemistry and nutrient leaching in young Norway spruce stands in Sweden. *Silva Fennica* 42(5): 721-733.
- Brandt, M., Ejhed, H. 2003. TRK – Transport – Retention – Källfördelning, Belastning på havet. Naturvårdsverket, rapport 5247.
- Brandt, M., Ejhed, H., Rapp, L. 2008. Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2006. Naturvårdsverket. Rapport 5815.
- Hagner, S., Saraste, J., Johansson, B., Åhgren, A., 1966. Virkesframställning genom gödsling. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, häfte 2 1966, 103-117.
- Högberg, P., Johannisson, C., Yarwood, S., Callesen, I., Näsholm, T., Myrold, D.D., Högberg, M.N. 2011. Recovery of ectomycorrhiza after nitrogen saturation of a conifer forest. *New Phytologist*, 189, 515-525
- Högbom, L., Ring, E., Futter, M., Bishop, K. 2010. Slutavverkning tillför totalt sett lite kväve till haven. Resultat från Skogforsk. Nr 15. 2010
- Jacobsson, S., Pettersson, F., Högbom, L., Sikström, U., 2005. Skogsgödsling – en handledning från Skogforsk. Skogforsk.
- Jacobson, S. & Pettersson, F. 2010. An assessment of different fertilization regimes in three boreal coniferous stands. *Silva Fennica* 44(5):815-827
- Johansson, O., Olofsson, J., Giesler, R. & Palmqvist, K. 2011. Lichen responses to nitrogen and phosphorous additions can be explained by the different symbiont responses. *New Phytologist* 191: 795-805.
- Jonsson, S., Möller, G., 1976. Kvävegödsling av björk. Institutet för Skogsförbättring, Information gödsling, nr 2. Uppsala

-
- Kardell, Ö., Lindkvist, A., 2010. Skogsgödslingen i backspegeln. Debatten om storskogsbrukets kvävegödsling i Sverige ca 1960 – 2009. Future Forests Working report.
- Kronnäs, V., Hellsten, S., Akselsson, C. 2012. Kväveutlakning från skogsmark vid olika skogsbruksåtgärder – uppskalning för avrinningsområden i södra Östersjöns, norra Östersjöns samt Västerhavets vattendistrikt. IVL rapport B2056.
- Kytö, M., Niemelä, P., Larsson, S. 1996. Insects on trees: population and individual response to fertilization. *Oikos* 75, 148-159.
- Laiho, O. 1989. Gödslingens inverkan på storm- och snöskador. I: Skogsgödslingen och miljön. Centralskogsnämnden Skogskultur (Finland).
- Larsson, S., Lundmark, T., Ståhl, G., 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885. SLU
- Bilaga 1. Pettersson, F., Jacobsson, S., Sikström, U. Skogsgödsling i Sverige
- Löfgren, S., Westling, O. 2002. Modell för att beräkna kväveförluster från växande skog och hyggen i Sydsverige. SLU, Institutionen för miljöanalys. Rapport 2002:1
- Naturvårdsverket. 2012. Steg på vägen – fördjupad utvärdering av miljömålen 2012. Rapport 6500
- Nordin, A., Lundmark, T., Grip, H., Nilsson, M., Ericson, L. 2009. Miljöanalys av behovsanpassad gödsling på skogsmark. SLU, stencil.
- Nohrstedt, H-Ö., Westling, O. 1995. Miljökonsekvensbeskrivning av Stora Skogs gödslingsprogram. IVL Svenska Miljöinstitutet Rapport B1218 och B1219
- Pettersson, F. 1980. Gödslingseffektens fördelning över tiden. Institutet för Skogsförbättring. Information gödsling nr 3 1979/80.
- Pettersson, F. 1987. Förlängt gödslingsomdrev minskar kubikmeterkostnaden. Institutet för Skogsförbättring. Information gödsling nr 4 1986/87.
- Pettersson, F., Palmér, C.H., 1988. Handledning Skogsgödsling. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Karlsson, P.E., Akselsson, C. och Ferm, M. 2012. Kvävedepositionen till Sverige. Jämförelsen av depositionsdata från Krondroppsnätet, Luft- och nederbörds-kemiska nätet samt EMEP. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B 2030.

-
- Pihl Karlsson, G., Karlsson, K. E., Akselsson, C., Kronnäs, V., och Hellsten, S. 2013. Krondroppsnätets övervakning av luftföroreningar i Sverige – mätningar och modellering. IVL, Svenska Miljöinstitutet, rapport B 2095.
- Regeringsbeslut. 2012. Preciseringar av miljö kvalitetsmålen och etappmål i miljömålssystemet. Regeringsbeslut I:4, M2012/1171/Ma, bilaga.
- Ring, E., 2007. Estimation of leaching of nitrogen and phosphorus from forestry in northern Sweden. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift 146.
- Sahlén, K. 2006. Sewage sludge fertilization of conifer forests in the Nordic countries and North America. Nordic Council of Ministers. Copenhagen. Tema Nord 2006:501
- Sahlén, K., Söderström, M., Mård, T. 2011. Kväveberikning och skogsgödsling med torkat granulerat avloppsslam. Svenskt Vatten. Rapport 2011-09
- Sahlén, K., 2011. Presentation vid VRO-exkursionen 23/8 2011
- Skogsstyrelsen, 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Meddelande 2:2007
- SKSFS 2007:3, 2007. Skogsstyrelsens allmänna råd för ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegödsel på skogsmark.
- SLU 2013, Skogsdata 2013, Institutionen för skoglig resurshushållning
- SLU 2014. Kunskapssammanställning över effekter av kvävegödsling på skogsmark. Skogsstyrelsen rapport 2014:1
- SOU 2012:15. 2012: Plan för framtagande av en strategi för långsiktigt hållbar markanvändning, Delbetänkande av Miljömålsberedningen.
- Sternbeck, J., Österås, A, H., Allmyr, M. 2013. Riskbedömning av fosforrika fraktioner vid återförsel till åker- och skogsmark samt vid anläggande av etableringsskikt. Rapport, WSP environmental
- Stendahl, J., Hjerpe, K. 2007. Utgör kvävegödsling av skog en risk för Östersjön. Skogsstyrelsen. Rapport 2007:10.
- Strengbom, J., Nordin A. 2008. Commercial forest fertilization cause long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. Forest, Ecology & Management 256: 2175 – 2181
- Ståhl, P.H. 2009. Produktionshöjande åtgärder. Skogsskötselserien nr. 16. Skogsstyrelsen

Tuimala, A. 1989. Gödslingens inverkan på virkeskvaliteten. Centralskogsnämnden
Skogskultur: Skogsgödsling och miljön

Zetterberg, T., Hellsten, S., Belyazid, S., Karlsson, P.E. och Akselsson, C. 2006.

Regionala förutsättningar och miljörisker till följd av skogsmarksgödsling vid olika
scenarier för skogsskötsel och kvävedeposition – modellerade effekter på
kväveupplagring, biomassa, markkemi. IVL Svenska Miljöinstitutet.
Rapport B1691.

Bilaga 1

Föreskrift och allmänna råd för kvävegödsling på skogsmark från 1 september 2014

Föreskrift

26 § När skogsgödsling utförs ska det ske så att skador förhindras eller begränsas.

Allmänna råd för kvävegödsling på skogsmark

Dessa allmänna råd bör tillämpas på konventionell användning av kvävegödselmedel.

Med konventionell användning av kvävegödselmedel avses att:

- det gödslade beståndet utgörs av frisk, välsluten, gallringsskog, äldre skog (ännu inte slutavverkningsmogen) eller slutavverkningsmogen skog,
- maximalt 200 kg kväve i form av mineralgödselmedel tillförs vid ett och samma tillfälle,
- det skall gå minst 8 år till omgödsling sker eller 10 år till föryngringsavverkning.

Med kvävegödselmedel avses i dessa allmänna råd kalkkammonsalt peter, det vill säga handelsgödselmedel som innehåller kväve, kalcium och magnesium och där kväve är det viktjämsigt dominerande näringsämnet.

Dessa allmänna råd bör även tillämpas vid användning av organiska kvävegödselmedel, vad avser maximala givor för kväve i skilda områden, samt marker och områden som inte bör kvävegödslas. Andra restriktioner för användning av organiska gödselmedel, till exempel avseende innehåll av skadliga ämnen, behandlas inte i dessa allmänna råd.

De begränsningar som anges i dessa allmänna råd gäller inte gödsling för forsknings- och försöksverksamhet eller för att förbättra marktillståndet efter matjords- eller grustäkt

Nedanstående begränsningar bör iaktas för att minimera risken för att kvävegödsling ska bidra till:

- förurning av vatten och mark,
- kväveutlakning och kraftigt förhöjda halter av oorganiskt kväve i yt- och grundvattnen,
- en riskabelt stor uppbyggnad av markens kväveförråd,
- utslagning eller störning av särskilt känsliga arter,
- skador på forn- och kulturlämningar.

Begränsningar i olika delar av landet

Inom område 1 bör skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark inte ske.

Område 1 omfattar I, K, M och N län samt delar av F (Gislaved, Gnosjö, Jönköping, Mullsjö, Nässjö, Sävsjö, Vaggeryd och Värnamo kommun), G (Alvesta, Lessebo, Ljungby, Markaryd, Tingsryd, Växjö och Älmhult kommun), H (Borgholm, Emmaboda, Mörbylånga och Torsås kommun) och O län (Ale, Alingsås, Bollebygd, Borås, Essunga, Falköping, Färgelanda, Göteborg, Herrljunga, Hälaryda, Kungälv, Lerum, Lilla Edet, Lysekil, Mark, Munkedal, Mölndal, Orust, Partille, Sotenäs, Stenungsund, Strömstad, Svenljunga, Tanum, Tjörn, Tranemo, Trollhättan, Uddevalla, Ulricehamn, Vårgårda, Vänersborg och Öckerö kommun).

Inom område 2 bör skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark inte ske. På marker där gran är det dominerande trädslaget och där grenar och toppar, inklusive barr, skördats eller planeras att skördas i samband med föryngringsavverkning, kan dock skogsgödsling ske med maximalt 150 kg kväve per hektar under en skogsgeneration.

Område 2 omfattar E län och delar av F (Aneby, Eksjö, Habo, Tranås och Vetlanda kommun), G (Uppvidinge kommun), H (Hultsfred, Högsby, Kalmar, Mönsterås, Nybro, Oskarshamn, Vimmerby och Västervik kommun) och O län (Bengtsfors, Dals-Ed, Grästorp, Gullspång, Götene, Hjo, Karlsborg, Lidköping, Mariestad, Mellerud, Skara, Skövde, Tibro, Tidaholm, Töreboda, Vara och Åmål kommun).

Inom område 3 bör skogsgödsling på fastmark inte utföras med mer än totalt 300 kg kväve per hektar under en skogsgeneration.

Område 3 omfattar AB, C, D, S, T, U, W och X län.

Inom område 4 bör skogsgödsling på fastmark inte utföras med mer än totalt 450 kg kväve per hektar under en skogsgeneration.

Område 4 omfattar AC, BD, Y och Z län.

Områdesindelning för begränsning av skogsgödsling



Marker som inte bör gödslas

Kvävegödsling av skogsmark bör ståndortsanpassas och inte utföras på följande marker:

- marker med högre ståndortsindex än G 30,
- brunjordar och övergångsjordar med skogstyperna högört och lågört,
- marker med lägre ståndortsindex än T 16,
- torvmarker,
- lavmarker,
- grunda jordar som också är genomsläppliga,
- marker med skenhälla,
- fastmarker med välförmultnat kärrtorvlager,
- utströmningsområden och blöta marker,
- hänsynskrävande biotoper,
- kulturmiljöer och kulturlämningar, där kvävegödsling kan ha en negativ påverkan på de värden som ska skyddas.

Lavmarker är ståndorter där lavarna upptar mer än 25 procent av bottenskiktet och innefattar markvegetationstyperna lavtyp och lavrik typ. Grunda jordar är marker med riklig hållförekomst eller med genomsnittligt jorddjup mindre än 25 cm. Med jorddjup avses här avstånd från markytan till berggrund. Till genomsläppliga jordar räknas sedimentjordar från grovsand och grövre marktextur samt sandig morän och grövre jordarter. Torvmark är jordar med minst 30 cm tjockt humusskikt

Områden inom vilka kvävegödsling inte bör ske samt skyddszoner till dessa

Vid skogsgödsling bör gödselmedel inte spridas över de områden som anges i nedanstående tabell. Dessutom bör ogödslade skyddszoner lämnas mot sådana områden. Mindre avvikelser kan dock tolereras inom skyddszonen dock högst motsvarande 10 kg gödselmedel per hektar.

Gödselmedel bör inte spridas över	Skyddszonens minsta bredd, m
Sjö och vattendrag som är vattenförande året runt	25
Våtmarker med mycket höga eller höga natur- och kulturvärden (motsvarande klass 1 och 2 i våtmarks- och sump-skogsinventeringen)	25
Formellt skyddad mark	25
Hänsynskrävande biotoper	25

Dessutom bör en gödslingsfri zon på 25 meter lämnas mot tomtmark och på 10 meter mot annans mark och väg. För vattendrag som inte är vattenförande året runt, samt vattenförande diken, bör gödsling utföras så att gödselmedel inte hamnar i vattendraget eller diket.

Med formellt skyddad mark avses i dessa allmänna råd områden som omfattas av bestämmelserna i 7 kap. miljöbalken (exempelvis naturreservat, biotopskydd och vatten-skyddsområde) samt naturvårdsavtal. Skogsgödsling inom eller i anslutning till Natura 2000 områden får inte – utan länsstyrelsens tillstånd – på ett betydande sätt påverka miljön inom det avgränsade området.

Anpassning av spridningen inom heterogena områden

Vid spridning av gödselmedel över heterogena områden med partier som inte bör göd-slas bör spridningsmetoderna anpassas så att spridning över sådana partier undviks.

Tidpunkt för spridningen

Spridning av kvävegödselmedel bör inte ske:

- då väderleksförhållanden i kombination med mark- och vattenförhållanden gör att risken bedöms vara stor för att tillfört kväve hamnar på olämplig plats,
- på tjälad eller snötäckt mark,
- vid snösmältning.

Bilaga 2

Skogsstyrelsens arbete med översyn av de allmänna råden

En projektgrupp vid Skogsstyrelsen utarbetade ett förslag till nya allmänna råd som remissbehandlades före Skogsstyrelsens styrelse beslutade i frågan. Vid arbetet med detta förslag ingick SLUs kunskapssammanställning som ett av underlagen för projektgruppens arbete. Det bedömdes att SLUs förslag om att slopa geografiska och andra restriktioner för maximala gödselgivor, skulle innebära risk för alltför stora negativa miljöeffekter.

I det förslag till nya allmänna råd som projektgruppen presenterade för styrelsen fanns tre mer betydande förändringar i jämförelse med 2007 års råd.

1. Inom område 2 (sydöstra Sverige) föreslogs kvävegödsling vara möjlig i både tall- och granskog med maximalt 150 kg/hektar under en skogsgeneration.

I 2007 års råd begränsas gödsling till enbart granskog, kombinerat med krav på att GROT-uttag sker i de gödslade bestånden. Projektgruppens bedömning var att det var en regelförenkling, som endast skulle medföra en måttlig ökning av kvävegödslingen i området.

Vid remissbehandling hade WWF, Naturvårdsverket och Havs och Vattenmyndigheten framfört invändningar mot detta förslag, med hänvisning främst till risken för ökat kväveläckage till Östersjön. Förslaget tillstyrktes av LRF Skogsägarna, SCA, KSLA, Södra, Skogsindustrierna, Sveaskog, Yara AB, Holmen Skog, Skogforsk och Sveriges Häradsallmäningsförbund.

Skogsstyrelsens styrelse beslutade att, i de allmänna råden behålla restriktionerna i enligt med råden från 2007 inom område 2, med endast gödsling av granskog kombinerat med GROT-uttag under omloppstiden.

2. Väntetiden från gödsling till föryngringsavverkning förlängs från 8 till 10 år.

Med hänsyn till det kraftiga kväveläckage som naturligt uppstår vid föryngringsavverkning, ansåg projektgruppen att det fanns skäl till att minimera mängden fritt kväve som kunde finnas kvar från gödselgivan.

Vid remissbehandlingen hade SCA, Holmen Skog och Skogsindustrierna framfört invändningar mot förslaget med hänvisning till att det saknades vetenskapligt stöd för rådet om att vänta minst 10 år till föryngringsavverkning efter gödsling

Skogsstyrelsens styrelse beslutade att, i de allmänna råden förlänga väntetiden för föryngringsavverkning till 10 år.

3. Att avråda från gödsling på marker med en lavtäckning mer än 25 procent av botten-skiktet.

I 2007 års råd avråds från gödsling på marker med lavtäckning mer än 50 procent. Med hänsyn till kvävegödslingens negativa påverkan på marklavar och den över tiden minskande förekomsten av lavrika marker ansåg projektgruppen att det fanns skäl att ytterligare begränsa gödsling på lavmarker.

Vid remissbehandlingen ansåg Bergvik Skog, Skogforsk, KSLA, Skogsindustrierna, Sveaskog och Holmen Skog att för stor areal skulle undantas och att den tidigare restriktionen vid 50 procent lavtäckning borde kvarstå.

Skogsstyrelsens styrelse beslutade att, i nya råd avråda från gödsling på marker med lavtäckning mer än 25 procent.

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

1988:1	Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
1991:1	Tätortsnära skogsbruk
1992:3	Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
1993:7	Betespräglad äldre bondeskog – från naturvårdssynpunkt
1994:5	Historiska kartor – underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen
1995:1	Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
1995:2	SUMPSKOG – ekologi och skötsel
1996:1	Women in Forestry – What is their situation?
1996:2	Skogens kvinnor – Hur är läget?
1997:2	Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
1997:5	Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
1997:6	Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – en litteraturstudie
1997:7	Målgruppsanalys
1997:8	Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals)
1997:9	GIS-metodik för kartläggning av markförsurning – En pilotstudie i Jönköpings län
1998:1	Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
1998:3	Dalaskog – Pilotprojekt i landskapsanalys
1998:4	Användning av satellitdata – hitta avverkad skog och uppskatta lövröjningsbehov
1998:5	Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark – tillstånd och förändringar
1998:6	Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.
1998:7	Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
1999:1	Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
1999:2	Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
2000:1	Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten – Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
2000:4	Skogsbruket i den lokala ekonomin
2000:5	Aska från biobränsle
2000:6	Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsvetige 1999
2001:1	Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
2001:2	Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
2001:3	The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) – in the Swedish context
2001:4	Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
2001:5	Effekter av kalkning i utströmningsområden med kalkkross 0 - 3 mm
2001:6	Biobränslen i Söderhamn
2001:7	Entreprenörer i skogsbruket 1993–1998
2001:8A	Skogspolitisk historia
2001:8B	Skogspolitiken idag – en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
2001:8C	Gröna planer
2001:8D	Föryngring av skog
2001:8E	Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
2001:8G	Framtidens skog
2001:8H	De skogliga aktörerna och skogspolitiken
2001:8I	Skogsbilvägar
2001:8J	Skogen sociala värden
2001:8K	Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
2001:8L	Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
2001:8M	Skogsbruk och rennäring
2001:8O	Skador på skog
2001:9	Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
2001:11A	Strategier för åtgärder mot markförsurning
2001:11B	Markförsurningsprocesser
2001:11C	Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
2001:11D	Urvalskriterier för bedömning av markförsurning

2001:11E	Effekter på kvävedynamiken av markförsurning och motåtgärder
2001:11F	Effekter på skogsproduktion av markförsurning och motåtgärder
2001:11G	Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförsurning och motåtgärder
2002:1	Ekskador i Europa
2002:2	Gröna Huset, slutrapport
2002:3	Project experiences of landscape analysis with local participation – (LIFE 96 ENV S 367) Local participation in sustainable forest management based on landscape analysis
2002:4	Landskapsekologisk planering i Söderhamns kommun
2002:5	Miljöriktig vedeldning – Ett informationsprojekt i Söderhamn
2002:6	White backed woodpecker landscapes and new nature reserves
2002:7	ÄBIN Satellit
2002:8	Demonstration of Methods to monitor Sustainable Forestry, Final report Sweden
2002:9	Inventering av frötaktssbestånd av stälkek, bergesk och rödek under 2001 – Ekdöd, skötsel och naturvård
2002:10	A comparison between National Forest Programmes of some EU-member states
2002:11	Satellitbildsbaserade skattningar av skogliga variabler
2002:12	Skog & Miljö – Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun
2003:1	Övervakning av biologisk mångfald i skogen – En jämförelse av två metoder
2003:2	Fågelfaunan i olika skogsmiljöer – en studie på beståndsnivå
2003:3	Effektivare samråd mellan rennärning och skogsbruk – förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande
2003:4	Projekt Nissadalen – En integrerad strategi för kalkning och askspridning i hela avrinningsområden
2003:5	Projekt Renbruksplan 2000–2002 Slutrapport, – ett planeringsverktyg för samebyarna
2003:6	Att mäta skogens biologiska mångfald – möjligheter och hinder för att följa upp skogspolitikens miljömål i Sverige
2003:7	Vilka botaniska naturvärden finns vid torplämningar i norra Uppland?
2003:8	Kalkgranskogar i Sverige och Norge – förslag till växtsociologisk klassificering
2003:9	Skogsägare på distans – Utvärdering av SVO:s riktade insatser för utbor
2003:10	The EU enlargement in 2004: analysis of the forestry situation and perspectives in relation to the present EU and Sweden
2004:1	Effektuppföljning skogsmarkskalkning tillväxt och trädvitalitet, 1990–2002
2004:2	Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03
2004:3	Natur- och kulturinventeringen i Kronobergs län 1996–2001
2004:4	Naturlig förnygring av tall
2004:5	How Sweden meets the IPF requirements on nfp
2004:6	Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network
2004:7	Vedlevande arters krav på substrat – sammanställning och analys av 3 600 arter
2004:8	EU-utvidgningen och skogsindustrin – En analys av skogsindustrins betydelse för de nya medlemsländernas ekonomier
2004:10	Om virkesförrådets utveckling och dess påverkan på skogsbrukets lönsamhet under perioden 1980–2002
2004:11	Naturskydd och skogligt genbevarande
2004:12	När vi skogspolitikens mångfaldsmål på artnivå? – Åtgärdsförslag för uppföljning och metodutveckling
2005:1	Access to the forests for disabled people
2005:2	Tillgång till naturen för människor med funktionshinder
2005:3	Besökarstudier i naturområden – en handbok
2005:4	Visitor studies in nature areas – a manual
2005:5	Skogshistoria år från år 1177–2005
2005:6	Vägar till ett effektivare samarbete i den privata tätortsnära skogen
2005:7	Planering för rekreation – Grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog
2005:8a-8c	Report from Proceedings of ForestSAT 2005 in Borås May 31 – June 3
2005:9	Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren
2005:10	Frivilliga avsättningar – en del i Miljökvalitetsmålet Levande skogar
2005:11	Skogliga sektorsmål – förutsättningar och bakgrundsmaterial
2005:12	Målbilder för det skogliga sektorsmålet – hur går det med bevarandet av biologisk mångfald?
2005:13	Ekonomiska konsekvenser av de skogliga sektorsmålen
2005:14	Tio skogsägares erfarenheter av stormen
2005:15	Uppföljning av skador på fornlämningar och övriga kulturlämningar i skog
2005:16	Mykorrhizasvampar i örtrika granskogar – en metodstudie för att hitta värdefulla miljöer
2005:17	Forskningsseminarium skogsbruk – rennärning 11–12 augusti 2004

2005:18	Klassning av renbete med hjälp av ståndortsboniteringens vegetationstypsindelning
2005:19	Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort
2006:1	Kalkning och askspridning på skogsmark – redovisning av arealer som ingått i Skogsstyrelsens försöksverksamhet 1989–2003
2006:2	Satellitbildsanalys av skogsbilvägar över våtmarker
2006:3	Myllrande Våtmarker – Förslag till nationell uppföljning av delmålet om byggande av skogsbilvägar över värdefulla våtmarker
2006:4	Granbarkborren – en scenarioanalys för 2006–2009
2006:5	Överensstämmelse anmält och verkligt GROT-uttag?
2006:6	Klimathotet och skogens biologiska mångfald
2006:7	Arenor för hållbart brukande av landskapets alla värden – begreppet Model Forest som ett exempel
2006:8	Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun
2006:9	Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel
2006:10	Miljökonsekvenser för vattenkvalitet, Underlagsrapport inom projektet Stormanalys
2006:11	Miljökonsekvenser för biologisk mångfald – Underlagsrapport inom projekt Stormanalys
2006:12	Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun
2006:13	Hur drabbades enskilda skogsägare av stormen Gudrun – Resultat av en enkätundersökning
2006:14	Riskhantering i skogsbruket
2006:15	Granbarkborrens utnyttjande av vindfällan under första sommaren efter stormen Gudrun – (The spruce bark beetle in wind-felled trees in the first summer following the storm Gudrun)
2006:16	Skogliga sektorsmål i ett internationellt sammanhang
2006:17	Skogen och ekosystemansatsen i Sverige
2006:18	Strategi för hantering av skogliga naturvärden i Norrtälje kommun ("Norrtäljeprojektet")
2006:19	Kantzonens ekologiska roll i skogliga vattendrag – en litteraturoversikt
2006:20	Ägoslag i skogen – Förslag till indelning, begrepp och definitioner för skogsrelaterade ägoslag
2006:21	Regional produktionsanalys – Konsekvenser av olika miljöambitioner i länen Dalarna och Gävleborg
2006:22	Regional skoglig Produktionsanalys – Konsekvenser av olika skötselregimer
2006:23	Biomassaflöden i svensk skogsnäring 2004
2006:24	Trädbränslestatistik i Sverige – en förstudie
2006:25	Tillväxtstudie på Skogsstyrelsens obstyrt
2006:26	Regional produktionsanalys – Uppskattning av tillgängligt trädbränsle i Dalarnas och Gävleborgs län
2006:27	Referenshågn som ett verktyg i vilt- och skogsförvaltning
2007:1	Utvärdering av ÄBIN
2007:2	Trädslagets betydelse för markens syra-basstatus – resultat från Ståndortskarteringen
2007:3	Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden
2007:4	Virkesbalanser för år 2004
2007:5	Life Forests for water – summary from the final seminar in Lycksele 22–24 August 2006
2007:6	Renskadorna i plant- och ungskog – en litteraturoversikt och analys av en taxeringsmetod
2007:7	Övervakning och klassificering av skogsvattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten – exempel från Emån och Öreälven
2007:8	Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar
2007:9	Uppföljning av skador på fornlämningar i skogsmark
2007:10	Utgör kvävegödsling av skog en risk för Östersjön? Slutsatser från ett seminarium anordnat av Baltic Sea 2020 i samarbete med Skogsstyrelsen
2008:1	Arenas for Sustainable Use of All Values in the Landscape – the Model Forest concept as an example
2008:2	Samhällsekonomisk konsekvensanalys av skogsmarks- och ytvattenkalkning
2008:3	Mercury Loading from forest to surface waters: The effects of forest harvest and liming
2008:4	The impact of liming on ectomycorrhizal fungal communities in coniferous forests in Southern Sweden
2008:5	Långtidseffekter av kalkning på skogsmarkens kol- och kväveförråd
2008:6	Underlag för en nationell strategi för skötsel och skydd av sumpskogar
2008:7	Regionala analyser om kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:8	Frötaukt och frötauktsområden av gran och tall i Sverige
2008:9	Väglösning vid skogsmarkskalkning
2008:10	Områden som skogsmarkskalkats inom Skogsstyrelsens försöksverksamhet 2005–2007
2008:11	Inventering av ädelövplanteringar på stormhyggen från 1999 i Skåne
2008:12	Aluminiumhalter i skogsbäckar och variationen med avrinningsområdenas egenskaper
2008:13	Åtgärder för ett uthålligt brukande av skogsmarken – resultat från studier finansierade inom Movib
2008:14	Användningen av växtskyddsmedel inom skogsbruket
2008:15	Skogsmarkskalkning
2008:16	Skogsmarkskalkningens effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling

2008:18	Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie
2008:19	Hyggesfritt skogsbruk i ädellövskog – En litteratursammanställning
2008:20	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk i ädellövskogar - slutrapport för delprojekt Ädellöv
2008:21	Skoglig kontinuitet och historiska kartor – en metodstudie för bokskog
2008:22	Kontinuitetsskogar och Kontinuitetsskogsbruk – Slutrapport för delprojekt Skötsel – hyggesfritt skogsbruk
2008:23	Naturkultur – Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren
2008:24	Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog – analyser på beståndsnivå baserade på simulering
2008:25	Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA–VB 08
2009:1	Åtgärdsplanering i reglerade vattendrag – arbetsgång och åtgärdsförslag i övre Ångermanälven
2009:2	Skog & Historia i Uppland – Gröna Jobb 2004–2008
2009:3	Utvärdering av metoder för kvantifiering av epifytiska hänglavar
2009:4	Kartläggning och Identifiering av kontinuitetsskog
2009:5	Skogsproduktion i stormområdet: Ett underlag för Skogsstyrelsens strategi för uthållig skogsproduktion
2009:6	Ekonomisk beskrivning av konsekvenser i samband med ledningsintrång i skogsmark
2009:7	Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden – en GIS-analys och inventeringsdata från Polytax
2009:8	Produktionsanalys i Gävleborgs län
2009:9	Skogsstyrelsens erfarenheter kring samarbetsnätverk i landskapet
2010:1	Föryngra – Vårda – Skydda – Underlag för Skogsstyrelsens strategi för hållbar skogsproduktion
2010:2	Effektiv rådgivning – Slutrapport
2010:3	Markägarenkäten. Skogsstyrelsens delrapport för undersökningarna om processen för formellt skydd 2005–2008
2010:4	Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald – en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer
2010:5	Översyn av Skogsstyrelsens virkesmätningsföreskrifter – Analys och förslag
2010:6	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2008
2010:7	Behöver omvandlingstalen mellan m ³ f ub och m ³ sk revideras? – En förstudie
2010:8	Åtgärdsprogram för bevarande av vitryggig hackspett och dess livsmiljöer 2005–2009 – Slutrapport
2010:9	Störningskänslighet hos lavar i barrskogar
2011:1	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009
2011:2	Inte klar
2011:3	Möjligheter att förbättra målpuppfyllelse vad gäller miljöhänsyn vid förnygringsavverkning: Rapport efter en analys och rådgivande prioritering av åtgärder
2011:4	Fastighetsavtal – vidareutveckling av modell till flygfärdig produkt, Slutrapport
2011:5	Nedre Ångermanälven och Faxälven – förslag till miljöförbättrande åtgärder
2011:6	Upprättade renbruksplaner – 2005–2010
2011:7	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – Slutrapport för delprojekt naturvärden
2011:8	Utredningsrapport – Långsiktig plan för Skogsstyrelsens inventeringar och uppföljningar
2012:1	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan
2012:2	Förstudierapport, dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärning
2012:3	Hänsyn till kulturmiljöer – resultat från P3 2008–2011
2012:4	Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark
2012:5	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2012:6	Långsiktiga effekter på vattenkemi, öringbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot förurning
2012:7	Nationella skogliga produktionsmål – Uppföljning av 2005 års sektorsmål
2012:8	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan – Är det en fungerande modell för samebyarna vid samråd?
2012:9	Ökade risker för skador på skog och åtgärder för att minska riskerna
2012:10	Hänsynsuppföljning – grunder
2012:11	Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring
2012:12	Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO
2013:1	Återväxtstöd efter stormen Gudrun
2013:2	Förändringar i återväxtkvalitet, val av förnygringsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012
2013:3	Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Kulturpolytaxen 2012
2013:4	Hänsynsuppföljning – underlag inför detaljerad kravspecifikation, En delleverans från Dialog om miljöhänsyn

2013:5	Målbilder för god miljöhänsyn – En delleverans från Dialog om miljöhänsyn
2014:1	Effekter av kvävegödsling på skogsmark – Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen
2014:2	Renbruksplan – från tanke till verklighet
2014:3	Användning och betydelsen av RenGIS i samrådsprocessen med andra markanvändare
2014:4	Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2013
2014:5	Förstudie – systemtillsyn och systemdialog
2014:6	Renbruksplankoncept – ett redskap för samhällsplanering
2014:7	Förstudie – Artskydd i skogen – Slutrapport
2015:1	Miljöövervakning på Obsytorna 1984–2013 – Beskrivning, resultat, utvärdering och framtid

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

1991:2	Vägplan -90
1991:5	Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
1995:2	Gallringsundersökning 92
1995:3	Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
1996:1	Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
1997:1	Naturskydd och naturhänsyn i skogen
1997:2	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
1998:1	Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
1998:2	Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
1998:3	Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
1998:4	Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning – Delresultat från Polytax
1998:5	Beståndsanläggning
1998:6	Naturskydd och miljöarbete
1998:7	Röjningsundersökning 1997
1998:8	Gallringsundersökning 1997
1998:9	Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
1998:10	Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
1998:11	SMILE – Uppföljning av sumpskogsskötsel
1998:12	Sköter vi ädellövskogen? – Ett projekt inom SMILE
1998:13	Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
1998:14	Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
1998:15	Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
1998:16	De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
1998:17	Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakning
1998:19	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
1999:1	Nyckelbiotopsinventeringen 1993–1998. Slutrapport
1999:3	Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990–1998
2001:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
2001:2	Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling
2001:3	Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
2001:4	Åtgärder mot markförurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
2001:5	Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
2001:6	Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk – rennärning
2002:1	Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitiken effekter – SUS 2001
2002:2	Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning
2002:4	Action plan to counteract soil acidification and to promote sustainable use of forestland
2002:6	Skogsmarksgödsling – effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljön
2003:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2002
2003:2	Konsekvenser av ett förbud mot perimettrinbehandling av skogsplantor
2004:1	Kontinuitetsskogar – en förstudie
2004:2	Landskapsekologiska kärnområden – LEKO, Redovisning av ett projekt 1999–2003
2004:3	Skogens sociala värden
2004:4	Inventering av nyckelbiotoper – Resultat 2003
2006:1	Stormen 2005 – en skoglig analys
2007:1	Övervakning av insektsangrepp – Slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag
2007:2	Kvävegödsling av skogsmark
2007:3	Skogsstyrelsens inventering av nyckelbiotoper – Resultat till och med 2006
2007:4	Fördjupad utvärdering av Levande skogar

2007:5	Hållbart nyttjande av skog
2008:1	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:2	Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring
2008:3	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2008:4	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08
2009:1	Dikesrensningens regelverk
2009:2	Viltanpassad Skogsskötsel – Skogliga åtgärder för att minska skador
2009:3	Ny metod och nya definitioner i uppföljningen av frivilliga avsättningar
2009:4	Stubbskörd – kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer
2009:5	Vidareutveckling av pågående viltskadeinventeringar
2009:6	En märkbar förändring i skogsägarnas vardag – Projekt Skogsägarnas myndighetskontakter
2009:7	Regler om användning av främmande trädslag
2010:1	Vattenförvaltningen i skogen
2010:2	Nationell tillämpning av FLEGT – Forest Law Enforcement, Governance and Trade
2011:1	Rillsyn enl 9 kap miljöbalken av verksamhet på mark som omfattas av skogsvårdslagen
2011:2	Skogs- och miljöpolitiska mål – brister, orsaker och förslag på åtgärder
2011:3	Skogliga inventeringsmetoder i en kunskapsbaserad älgförvaltning
2011:4	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning samt om revidering av virkesmätningarslagstiftningen
2011:5	Uppföljning av hänsyn till rennärigen
2011:6	Översyn av föreskrifter och allmänna råd för 30 paragrafen SvL – Del 1
2011:7	Hjortdjurens inverkan på tillväxt av produktionsträd och rekrytering av betesbegärliga trädslag – problembeskrivning, orsaker och förslag till åtgärder
2012:1	Förslag på regelförenklningar i skogsvårdslagstiftningen
2012:2	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning
2012:3	Beredskap vid skador på skog
2013:1	Dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärigen
2013:2	Uppdrag om förslag till ny lagstiftning om virkesmätning
2013:3	Adaptiv skogsskötsel
2013:4	Ask och askskottsjukan i Sverige
2013:5	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – Förslag och ställningstaganden
2013:6	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – omvärldsanalys
2013:7	Ökad jämställdhet bland skogsägare
2013:8	Naturvårdsavtal för områden med sociala värden
2013:9	Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning
2014:1	Översyn av föreskrifter och allmänna råd till 30 § SvL – Del 2
2014:2	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder
2015:1	Förenkling i skogsvårdslagstiftningen – Redovisning av regeringsuppdrag
2015:2	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsstyrelsen,
Böcker och Broschyrer
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 35 93 40
växel 036 – 35 93 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: bocker@skogsstyrelsen.se
www.skogsstyrelsen.se/bocker

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar med mera av officiell karaktär.

Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar med mera för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker med mera inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen SkogsEko.

Skogsstyrelsen har utfärdat en ny föreskrift och allmänna råd för kvävegödsling på skogsmark, gällande från 1 september 2014. I arbetet med översynen med dessa gjordes två kunskapssammanställningar, dels föreliggande rapport, samt ett arbete av SLU skogs-fakultet som är publicerat som Skogsstyrelsens rapport 1*2014.