

Åtgärder för ökad skogsgödsling – system, arealer, styrmedel och konsekvenser

Regeringsuppdrag



© Skogsstyrelsen 2025

Dnr 2025/263

Projektledare/redaktör

Andreas Drott

Projektgrupp/författare

Andreas Drott
Göran Hallsby
Tommy Mörling
Jonas Paulsson
Göran Rune

Omslag

Foto Erik Normark

Skogsstyrelsens rapporter publiceras som pdf-filer på vår webbplats: www.skogsstyrelsen.se.
Här kan även tidigare publicerade rapporter, liksom böcker och övriga trycksaker laddas ner eller beställas.

Innehåll

Förord	6
Sammanfattning	7
Summary	9
1 Introduktion	11
1.1 Uppdraget	11
1.2 Genomförande och tolkning av uppdraget	11
1.3 Avgränsningar	12
1.4 Kväve som tillväxtbegränsande ämne i skogen	12
1.5 Kvävegödsling och askåterföring på skogsmark i Sverige	13
1.6 Tidigare arbeten med betydelse för uppdraget	14
1.7 Vilka åtgärder är viktigast för en ökad hållbar tillväxt?	15
2 Gödslingssystem och deras påverkan	18
2.1 Konventionell kvävegödsling	18
2.2 Behovsanpassad gödsling (BAG) och ungskogsgödsling	18
2.3 Effekter av kvävegödsling	18
Stamtillväxt	18
Biomassaallokering hos träd	20
Virkesegenskaper	20
Andra effekter av gödsling som påverkar tillväxten	21
Markbiologi	22
Kolförråd i träd och mark	23
Uppbyggnad av markens kväveförråd	24
Markvegetation och organismer ovan jord	25
Avgång av lustgas	26
Utlakning av kväve till vatten	26
Det biologiska kulturarvet och kulturlämningar	28
Renskötsel	29
Skogens sociala värden	30
2.4 Askåterföring som möjlig tillväxthöjande åtgärd	30
Motiv och regler för askåterföring	30
Tillväxteffekter av askåterföring	31
Andra effekter av askåterföring	32
3 Metoder för spridning	33
3.1 Helikopter	34

3.2	Traktor	34
3.3	Drönare	35
3.4	Manuell spridning	35
4	Arealer för skogsgödsling	37
4.1	Vilka egenskaper har lämpliga gödslingsarealer?	37
4.2	Metod för att avgränsa gödslingsbar areal	37
4.3	Gödslingsbar areal med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer	38
4.4	Andra regleringar och processer som kan påverka den gödslingsbara arealen	41
	Artskydd	41
	Miljökvalitetsnormer för vatten	42
	Miljömål	42
	EU:s markdirektiv	42
	Klimatanpassning	43
	Anpassning till renskötsel	43
4.5	Markägares mål och drivkrafter påverkar den realiserbara arealen	44
4.6	Praktiska faktorer påverkar den realiserbara arealen	45
4.7	Gödsling i ett långsiktigt hållbart skogsbruk	45
5	Styrmedel	46
5.1	Övergripande om styrmedel	46
5.2	Skogspolitik och styrmedel	47
5.3	Befintliga styrmedel för skogsgödsling	47
	Sverige	47
	Norge och Finland	48
5.4	Övergripande mål för styrmedel för skogsgödsling	48
5.5	Flera åtgärder kan bidra till ökad tillväxt i skogen	49
5.6	Vilka är de viktigaste hindren för ökad gödsling?	50
5.7	En mix av styrmedel kan krävas för ökad gödsling	51
	Administrativa styrmedel	51
	Ekonomiska styrmedel	51
	Informativa styrmedel	52
	Forskning och utveckling	53
	Miljömålsberedningens förslag om gödsling	53
	Kolkrediter som styrmedel	53
	EU:s statsstödsregler	54
5.8	Utvärdering av effekterna av möjliga styrmedel	56
6	Förslag och konsekvenser	57
6.1	Förslag till årlig areal skogsgödsling	57
6.2	Förslag till styrmedel	57

6.3	Konsekvenser	58
	Stamtillväxt	58
	Skador av storm, snö, torka och insekter	59
	Viltskador	59
	Kolförråd i träd och mark	59
	Markbiologi	60
	Markens kväveförråd	60
	Markvegetation	60
	Utlakning av kväve till vatten	60
	Det biologiska kulturarvet och kulturlämningar	61
	Renskötsel	61
	Sociala värden	62
	Konsekvenser för staten	62
	Konsekvenser för företag och enskilda	62
7	Referenser	63
	Bilaga 1. Metod för att avgränsa gödslingsbar areal	70
	Metod för att avgränsa den nuvarande gödslingsbara arealen med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer	70
	Metod för att avgränsa den årliga areal som är långsiktigt gödslingsbar med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer	74
	Bilaga 2. Resultat från enkät om skogsgödsling	76
	Fråga om: Nuvarande gödsling	76
	Fråga om: Framtida gödsling	76
	Fråga om: Faktorer som begränsar gödslingens omfattning	77
	Fråga om: Åtgärder som staten respektive skogsbruket bör vidta för att främja ökad gödsling	78
	Fråga om: Andra medskick till Skogsstyrelsen	79
	Bilaga 3 Synpunkter	80
	Naturvårdsverket	80
	Havs- och vattenmyndigheten	81
	Sametinget	84
	Konsultation i fråga som rör det samiska folket – Skogsstyrelsens regeringsuppdrag om åtgärder för ökad hållbar gödsling	86
	SSR	88

Förord

I december 2024 fick Skogsstyrelsen ett regeringsuppdrag om Åtgärder för ökad skogsgödsling. Den här rapporten innehåller den första delleveransen inom uppdraget. Rapporten innehåller en beskrivning av effekter av olika gödslingssystem, befintliga metoder och förväntad metodutveckling, förslag på styrmedel och årlig areal skogsgödsling, samt konsekvenser.

I arbetet har synpunkter inhämtats från Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten. Konsultation har genomförts med Svenska samernas riksförbund (SSR) och Sametinget. Kontakter med forskare på Skogforsk och på universitet har tagits. En enkät om gödsling har skickats ut till större ägare av skogsmark och till skogsägarföreningar. För analys av arealer för gödsling har arbetet genomförts i samarbete med Riksskogstaxeringen vid SLU. Internt på Skogsstyrelsen har rapporten kvalitetssäkrats av ett antal specialister.

Många personer både inom och utanför Skogsstyrelsen har således bidragit till rapporten med kunskap och synpunkter. Ett varmt tack riktas till alla som deltagit i arbetet.

Jönköping och Umeå i maj 2025

Herman Sundqvist
Generaldirektör, Skogsstyrelsen

Andreas Drott
Markspecialist, Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Skogsstyrelsen har fått i uppdrag av regeringen att vidareutveckla förslag i syfte att främja ökad hållbar skogsgödsling. I uppdraget anges att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas och att de jämställda skogspolitiska målen ska gälla. Den här rapporten utgör den första delleveransen inom uppdraget. Rapporten innehåller en beskrivning av effekter av olika gödslingssystem, befintliga metoder och förväntad metodutveckling, förslag på styrmedel och årlig areal skogsgödsling, samt konsekvenser.

Skogsstyrelsens tolkning är att målet för uppdraget är att uppnå en ökad långsiktig tillgång på biomassa. Det innebär att uppdragets främsta mål är att uppnå en ökad bruttotillväxt. Skogsstyrelsen har genomfört ett flertal uppdrag och processer som syftat till en ökad hållbar tillväxt i skogen. Gemensamt för flera av dessa är att man betonat de åtgärder som utförs på stora arealer och som därmed får störst genomslag. I flera av uppdragen betonas också behovet av klimatanpassning och skadeförebyggande arbete. Kvävegödsling finns med, men på grund av att åtgärden utförs på en begränsad areal bedöms den inte stå för de stora tillväxteffekterna på längre sikt.

Konventionell kvävegödsling innebär tillförsel av 150 kg kväve per hektar vid ett eller flera tillfällen under en omloppstid. Detta ger i lämpliga bestånd en ökad tillväxt på i genomsnitt 10-20 m³sk per hektar och gödslingstillfälle, under cirka 10 års tid. Det finns en variation i gödslingsrespons mellan bestånd, vilket gör att responsen för enskilda bestånd är osäker.

Behovsanpassad gödsling (BAG) och ungskogsgödsling innebär gödsling av yngre granskog med totala givor mellan cirka 800-1500 kg kväve per hektar och omloppstid. BAG och ungskogsgödsling ligger utanför nu gällande regelverk och bedrivs endast som försöksverksamhet.

Vi har gjort en analys av gödslingsbar areal med hjälp av Riksskogstaxeringens provytor, med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd till skogsvårdslagen. Analysen innebär att ett antal marktyper undantas från gödsling. Detta gäller till exempel mycket bördiga eller magra marker, torvmarker, lavmarker (>25 % lavtäckning), blöta marker och utströmningsområden för vatten. Gödslingsfria skyddszoner lämnas också mot känsliga områden, till exempel sjöar och vattendrag och hänsynskrävande biotoper. I analysen kan konventionell kvävegödsling utföras med 0-450 kg kväve per hektar (max tre gödslingstillfällen) under en skogsgeneration i olika delar av Sverige.

Den långsiktigt gödslingsbara arealen beräknas i analysen uppgå till totalt cirka 3,1 miljoner hektar. Detta utgör cirka 13 % av den produktiva skogsmarksarealen. Om gödsling ska bedrivas långsiktigt beräknas maximalt cirka 60 000-80 000 hektar per år kunna gödglas. På grund av att skogslandskapet är fragmenterat kommer den praktiskt genomförbara arealen att vara lägre än så. Andra regelverk än de allmänna råden kommer också att minska arealen som kan gödglas. Utifrån hur uppdraget är formulerat och de ramar som ges är därför Skogsstyrelsens förslag att i storleksordningen 50 000 hektar per år bör gödglas.

Kvävegödsling ökar risken för skador av storm, snö och torka. I framtida klimatscenarier förväntas förekomsten av torka öka i större delen av landet och risken för stormfällning ökar på grund av minskad tjäle. Torkstress hos träd kan leda till ökade angrepp av skadegörare, bland annat granbarkborre. Skogsstyrelsens bedömning är att mer kunskap behövs om de faktorer som styr tillväxten och om vilka risker och möjligheter en ökad gödsling medför. Om ny kunskap tillkommer kan förslaget på årlig areal behöva omprövas.

Om arealen som gödslas ökar från den nivå som i genomsnitt gödslats under de senaste 10 åren, cirka 30 000 hektar per år, till 50 000 hektar per år innebär detta en tillväxtökning efter 10 år på cirka 300 000 m³sk per år. Om gödslingen bidrar till ökade skadenivåer eller om effekten begränsas av vattentillgång kan detta minska tillväxteffekten.

Den ökade gödslingsarealen beräknas leda till en ökad inbindning av kol i träd motsvarande drygt 0,4 miljoner ton koldioxid per år. Kolförrådet i marken förväntas öka efter gödsling, men det saknas starkt dataunderlag för att avgöra storleken på den effekten vid konventionell kvävegödsling.

Kvävegödsling påverkar markvegetationen. Bland annat gynnas gräs medan bärris och marklav missgynnas. Bärris är ett viktigt viltfoder. Minskning av bärris på landskapsnivå kan därför öka betetrycket från framför allt hjortdjur i ungskog.

En ökad areal gödsling innebär att skogsmarken får ett större kväveförråd. Detta bidrar till en ökad risk för kväveläckage efter föryngringsavverkning. Kvävegödsling leder till att artsammansättningen av marksvampar förändras och mykorrhizasvampar missgynnas. Detta förändrar markens kolomsättning och kan minska trädens kapacitet att ta upp näringsämnen och vatten.

I analysen har sådana kulturlämningar som bedöms kunna påverkas negativt undantagits från gödsling. Det biologiska kulturarvet kan dock påverkas negativt, på grund av effekterna på vegetationen.

I analysen har lavmarker undantagits från gödsling. Förslaget om ökad areal kvävegödsling innebär dock ökad sannolikhet för gödsling av marker med upp till 25 % lav, med negativa effekter för renskötseln.

Kvävegödsling påverkar människors möjligheter att plocka bär och svamp. Bärföretag påverkas också negativt av kvävegödsling.

Vi bedömer att kunskap och information är ett avgörande styrmedel om gödslingen i betydande grad ska kunna öka. Om man vill öka gödslingen föreslår vi därför att Skogsstyrelsen bygger upp och bedriver en allsidig rådgivning om skogsgödsling. Innehållet i informationen bör vara brett och innefatta effekter, regelverk, praktiskt utförande och hänsyn till renskötseln. Som styrmedel föreslår vi också fortsatt utveckling av kartunderlag, samt arbete med kunskapsuppbyggnad, forskning och utveckling. Innan styrmedel i form av direkt ekonomiskt stöd kan införas behöver det analyseras vidare om detta är möjligt i förhållande till statsstödsreglerna. Om ett direkt ekonomiskt stöd införs bör detta, för att vara kostnadseffektivt, vara tidsbegränsat och riktas till privatskogsbruket.

Summary

The Swedish Forest Agency has received a government assignment to further develop proposals with the purpose of increasing sustainable forest fertilization. In the assignment it is stated that damage to biodiversity and other ecosystem services should be limited and that the equal forest policy targets of forest production and environmental consideration should apply. This is the first published report within the assignment. The report contains a description of the effects of different fertilization systems, current methods and expected method development, proposed means of control, proposed yearly area of forest fertilization, and consequences.

The Forest Agency's interpretation is that the overall goal of the assignment is to obtain an increased long-term availability of forest biomass. This means that the main purpose is to obtain an increased gross forest growth. The Forest Agency has carried out several previous assignments with the purpose of increased sustainable forest growth. A common conclusion is that forestry measures that are carried out on large areas have the greatest impact. Several assignments also highlight the importance of climate adaptation and prevention of forest damage, e.g. pests. Nitrogen fertilization is included, but since the potential area of application is limited, it does not have the greatest impact on long-term forest growth.

Conventional nitrogen fertilization is carried out by addition of 150 kg nitrogen per hectare at one or more occasions during a forest rotation. In suitable forests this results in an increased growth of on average 10-20 cubic metres per hectare, during about 10 years. However, the fertilization response is variable, which means that positive effects cannot be guaranteed for individual treatment objects.

We have estimated fertilizable areas using data from the Swedish National forest inventory, based on regulations connected to the Swedish Forestry act. In the analysis, a number of soil types are excluded from fertilization, for instance very fertile or infertile soils, peat soils, soils with more than 25 % cover of reindeer lichen (*Cladonia rangiferina* and related species), wet soils and water discharge areas. Fertilizer free zones are also left along sensitive areas, for instance lakes, streams and sensitive biotopes. In the analysis, conventional nitrogen fertilization is applied with a maximum of 0-450 kg nitrogen per hectare and forest rotation, in different parts of Sweden.

According to our estimate the long-term fertilizable area is about 3,1 million hectares. This represents about 13 % of the productive forest area in Sweden. If fertilization is to be carried out in the long-term, maximally 60 000 – 80 000 hectares per year can be fertilized. Because the forest landscape is fragmented, the area that is possible to fertilize in practice will be lower. Also, other regulations will decrease the fertilizable area. Given the frames in this assignment, the Forest Agency proposes that about 50 000 hectares per year can be fertilized.

Nitrogen fertilization increases the risk of damage by wind, snow and drought. In future climate scenarios the frequency of drought is expected to increase in most parts of Sweden and the risk of storm felling increases due to less ground frost. Drought stress in trees may increase damage by pests, for instance European

spruce bark beetle. The Forest Agency concludes that more knowledge is needed about the factors that control forest growth and the potential risks and possibilities of increased fertilization. New knowledge could motivate re-evaluation of suitable fertilization areas and extent.

If the fertilized area increases from the average during the last 10 years, about 30 000 hectares per year, to 50 000 hectares per year, this results in an increased forest growth after 10 years of about 300 000 cubic metres per year. If fertilization contributes to increased forest damage or if the effect is limited by water availability, this may reduce the growth effect.

The suggested fertilization area increase is calculated to result in an increased carbon capture in above-ground tree biomass corresponding to about 0.4 million tons of carbon dioxide per year. The soil carbon pool is expected to increase after fertilization, but data is currently lacking to quantify this effect after conventional fertilization.

Nitrogen fertilization affects ground vegetation. Ericaceous dwarf shrubs decrease after fertilization while grasses increase. Ericaceous dwarf shrubs are important food for deer (*Cervidae*). A decrease of ericaceous dwarf shrubs on landscape level can therefore increase grazing on young forest trees.

An increased area of fertilization will increase the pool of nitrogen in forest soils. This contributes to an increased risk of nitrogen leakage after forest harvesting. Nitrogen fertilization changes the species composition of soil fungi, and mycorrhizal fungi decreases. This changes the soil carbon turnover and may decrease the capacity of trees to take up nutrients and water.

In the analysis, cultural heritage that can be negatively affected has been excluded from fertilization. However, there can still be negative effects on the biological cultural heritage, because of the effects of fertilization on vegetation.

In the analysis, **sites** with more than 25 % cover of reindeer lichen have been excluded from fertilization. A greater area of nitrogen fertilization will however increase the probability of fertilization of areas with up to 25 % lichen cover, with negative effects on reindeer husbandry.

Nitrogen fertilization affects the possibilities for people to pick berries and mushrooms. Commercial berry companies are also negatively affected.

We assess that knowledge and information are crucial means of control if a substantial increase in fertilization shall be obtained. We therefore propose that the Forest Agency builds up and carries out guidance using the methods available today. The content of the information should be broad and include effects of fertilization, regulations, practical aspects, and consideration of reindeer husbandry. We also propose further development of maps, knowledge base, research and development. Before means of control in the form of direct economic support can be introduced, it must be investigated if this is possible according to the rules on state aid. If a direct economic support should be introduced, this would, to be cost-efficient, need to be limited in time and directed towards private forest owners.

1 Introduktion

1.1 Uppdraget

I regleringsbrevet för år 2025 gavs Skogsstyrelsens följande uppdrag:

”Åtgärder för ökad skogsgödsling

Skogsstyrelsen ska vidareutveckla förslag i rapporten Skogsskötsel med nya möjligheter, rapport från samverkansprocess skogsproduktion (Skogsstyrelsens rapport 2019/24), i syfte att främja ökad hållbar skogsgödsling både i areal och intensitet. Skogsstyrelsen ska när uppdraget utförs inhämta synpunkter från Naturvårdsverket i relevanta delar. I uppdraget ingår att öka skogsbrukets kunskap kring skogsgödsling, redovisa olika gödslingssystemens påverkan på tillväxt, kolförråd, den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster på kort och lång sikt, översiktligt beskriva befintliga metoder och förväntad metodutveckling, föreslå lämpliga kostnadseffektiva ekonomiska styrmedel för skogsgödsling samt genomföra en sådan översyn av myndighetens egna allmänna råd till skogsvårdslagen (1979:429) om skogsgödsling som nämns i den nämnda rapporten. Översynen ska ha utgångspunkt i de jämställda skogspolitiska målen. I uppdraget ingår askåterföring som möjlig tillväxthöjande åtgärd. Skogsstyrelsen ska också föreslå hur stor årlig areal skogsmark som bör gödglas och redovisa i vilken takt skogsgödslingen kan öka. Arbetet ska utgå från att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas. Skogsstyrelsen ska analysera och redovisa konsekvenser av förslagen, inklusive uppskattad effekt av förslag till styrmedel i form av ökad areal gödsling och askåterföring, ökad intensitet i gödsling, ökad tillväxt och ökat kolförråd samt relaterade kostnader och påverkan på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster. Myndigheten ska även analysera effekter på Sveriges LULUCF-åtagande.

Skogsstyrelsen ska senast den 30 april 2025 lämna en redovisning av uppdraget i den del som avser påverkan av olika gödslingssystem, befintliga metoder och förväntad metodutveckling samt förslag på styrmedel och förslag på årlig areal skogsgödsling samt dess konsekvenser till Regeringskansliet (Landsbygds- och Infrastrukturdepartementet). Skogsstyrelsen ska senast den 30 april 2026 lämna en slutredovisning av uppdraget i övrigt till Regeringskansliet (Landsbygds- och Infrastrukturdepartementet).”

1.2 Genomförande och tolkning av uppdraget

I en delleverans senast den 30 april 2025 ska Skogsstyrelsen lämna en redovisning av påverkan av olika gödslingssystem, befintliga metoder och förväntad metodutveckling, förslag på styrmedel och förslag på årlig areal skogsgödsling, samt konsekvenser. Denna rapport innehåller den delleveransen.

I uppdraget ska synpunkter inhämtas från Naturvårdsverket i relevanta delar. Detta har skett både genom möten och skriftliga synpunkter. Konsultation har genomförts med Svenska samernas riksförbund (SSR) och Sametinget. Synpunkter har också inhämtats från Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Principiella synpunkter som inkommit från dessa instanser redovisas i bilaga 3. Kontakter med forskare på Skogforsk, SLU och Linnéuniversitet har tagits. En

enkät om gödsling har skickats ut till större ägare av skogsmark och till skogsägarföreningar. För analys av arealer för gödsling har arbetet genomförts i samarbete med Riksskogstaxeringen vid SLU.

Vår tolkning är att det övergripande målet för uppdraget är att uppnå en ökad långsiktig tillgång på biomassa. Fokus ligger i första hand på att öka tillväxten av trädbiomassa vilket i förlängningen också kan bidra till ökad kolsänka i skog. Detta innebär att uppdragets främsta mål är en ökad bruttotillväxt som är additionell.

I uppdraget ingår inte någon bredare analys av olika möjliga åtgärder för ökad hållbar tillväxt, utan uppdraget är avgränsat till gödsling. I uppdraget ingår inte heller att göra någon samhällsekonomisk analys av behovet av styrmedel utan fokus ligger på att föreslå effektiva styrmedel.

I uppdraget anges att gödslingen ska vara hållbar, att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas och att de jämställda skogspolitiska målen ska gälla. Vår tolkning är att hänsyn till renskötseln ingår i uppdraget, genom att detta är en del av hållbarheten.

1.3 Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till kvävegödsling och askåterföring på fastmarker. Vår tolkning är att askgödsling av torvmark inte ingår i uppdraget. Tillförsel av preparat som innehåller aminosyror till skogsplantor ingår inte, eftersom detta inte betraktas som en gödslingsåtgärd. Uppdraget utgår från nu gällande regelverk.

1.4 Kväve som tillväxtbegränsande ämne i skogen

Trädens tillväxt på skogsmark i Sverige är framför allt begränsad av tillgången på växtnäringsämnen, och på fastmarker oftast av kväve.¹ Vid höga tillsatser av kväve förekommer sekundära näringsbegränsningar, framför allt av bor.² Nyligen resultat indikerar också att begränsning av fosfor förekommer på fastmark i södra Sverige, som är den del av landet som mottagit störst atmosfäriskt nedfall av kväve.³ På torvmarker är tillväxten ofta begränsad av tillgången på fosfor och kalium.

Förutom att näringsämnen begränsar tillväxten, är tillgången på vatten också en viktig faktor. Beroende på ståndort, årstid etc kan det finnas begränsningar antingen på grund av för lite vatten (torka) eller för mycket vatten (syrebrist), för en optimal tillväxt.

Tillväxten varierar naturligt längs gradienter i landskapet, till exempel längs sluttningar, där den högsta tillväxten typiskt observeras i utströmningsområden för vatten i nedre delen av sluttningen. Dessa naturliga gradienter är till stor del en

¹ Tamm C O 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. Ecological Studies no 81. Springer-Verlag, Berlin.

² Aronsson A 1983. Growth disturbances caused by boron deficiency in some fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 116: 116-122.

³ Svensson C m fl 2024. Norway spruce productivity in southern Sweden is equally limited by nitrogen and phosphorous. Forest Ecology and Management 572:122192.

effekt av skillnader i utbud och omsättning av kväve, som i sin tur påverkas av skillnader i hydrologi, markkemi och markbiologi.⁴

1.5 Kvävegödsling och askåterföring på skogsmark i Sverige

Kvävegödsling av skog utförs med syfte att höja trädens tillväxt. Spridning av gödsel sker idag med helikopter eller traktor. Gödsling med kväve betraktas generellt som en av de mest lönsamma åtgärderna inom storskogsbruket.

Det finns föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen som reglerar kvävegödsling (SKSFS 2011:7, 7:26 §). Det finns även rekommendationer av vilka bestånd som är lämpliga för att gödslingen ska få avsedd effekt.⁵

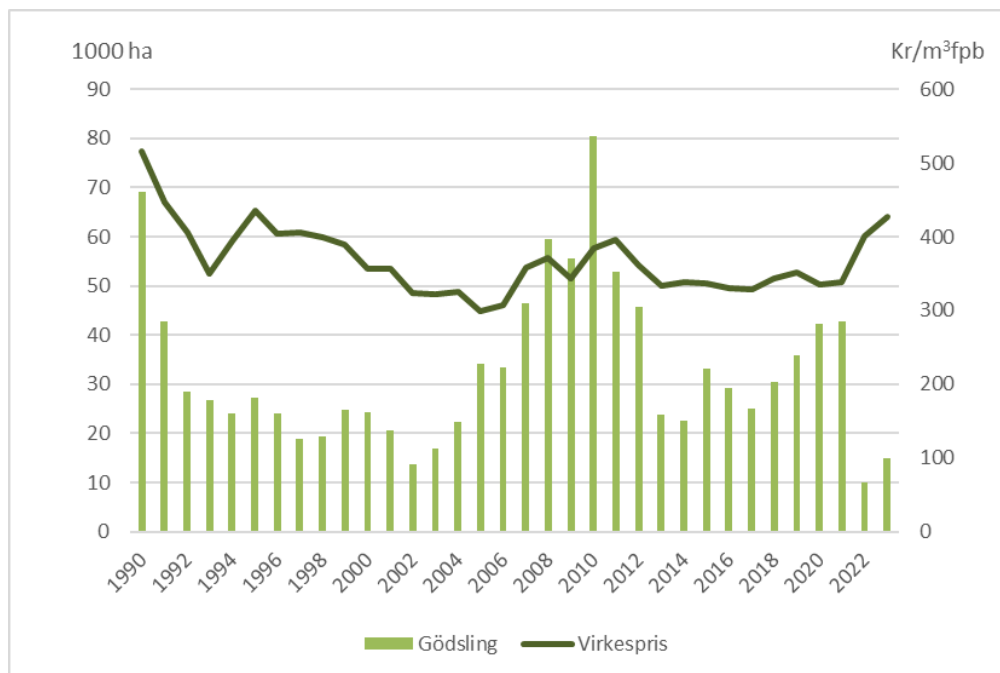
Askåterföring utförs för att kompensera för förurningseffekter och förluster av näringsämnen när grenar och toppar (grot) tas ut som biobränsle. Spridning av aska sker som regel med traktor. Det finns föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen (SKSFS 2011:7, 7:27 §), samt rekommendationer om askåterföring.⁶

Tidiga försök med kvävegödsling av skog i Sverige anlades i början av 1900-talet och under 1960-talet började gödsling användas i praktisk skala. Den årliga gödslingsarealen var som högst i slutet av 1970-talet, då närmare 200 000 hektar per år gödslades. Därefter har arealen sjunkit och från 1990-talet fram till år 2021 har mellan cirka 20 000 och 80 000 hektar gödslats per år. Åren 2022-2023 gödslades cirka 10 000-15 000 hektar per år (Figur 1.1), varav cirka 82 procent i Norrland och 17 procent i Svealand. Omfattningen i Götaland är mycket begränsad. Skogsgödsling förekommer främst inom storskogsbruket, eftersom det krävs förhållandevis stor areal för att gödslingen ska vara praktiskt effektiv. Omfattningen är mycket liten inom privatskogsbruket.

⁴ Högberg P m fl 2017. Tamm review: On the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. *Forest Ecology and Management* 403:161-185.

⁵ Skogsstyrelsen. 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Skogsstyrelsen meddelande 2-2007.

⁶ Skogsstyrelsen 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder - Vägledning. Skogsstyrelsen rapport 2019/14.



Figur 1.1. Årlig gödslad areal (1000 ha) och reallt virkespris (kr/m³ f pb 1990-2023. (Källa: Skogsstyrelsen)

Det fanns flera skäl till att gödslingen minskade från 1990-talet och framåt. Nedfallet av kväve och en ökad medvetenhet om negativa miljöeffekter påverkade. Avgränsningen av gödslingsobjekt gjordes noggrannare än tidigare, vilket i sig minskade arealen. Kunskaper om både produktions- och miljöeffekter av gödsling förbättrades också, vilket exempelvis ledde till längre omdrev mellan gödslingstillfällen, och därmed bättre lönsamhet.⁷ Gödslingens utveckling har från början av 1990-talet fram till 2021 följt konjunktursvängningar och virkespriser. Arealminskningen från 2022 förklaras framför allt av att priset på gödselmedel stigit.

Askåterföring i lite större skala påbörjades i mitten på 1990-talet, inledningsvis i form av försöksverksamhet och från början av 2000-talet som en verksamhet inom skogsbruket. Mellan 2009-2023 har det i snitt utförts askåterföring på cirka 12 000 hektar årligen vilket innebär att det spridits cirka 40 000 ton aska (torrsubstans) per år. Under samma period har i snitt 78 procent av askåterföringen genomförts i Götaland, 20 procent i Svealand och 2 procent i Norrland. Under 2023 genomfördes enligt Skogsstyrelsens statistik askåterföring på knappt 14 000 hektar⁸.

1.6 Tidigare arbeten med betydelse för uppdraget

Råd, anvisningar och allmänna råd om kvävegödsling har tidigare publicerats av Skogsstyrelsen 1977, 1984, 1991, 2007 och 2014.⁹ Vid den översyn som gjordes

⁷ Skogsstyrelsen 2018. Produktionshöjande åtgärder. Rapport från samverkansprocess skogsproduktion. Skogsstyrelsen rapport 2018/1.

⁸ Skogsstyrelsen. [Åtgärder i skogsbruket - Skogsstyrelsen](#) (hämtad 2025-03-11)

⁹ Skogsstyrelsen 2015. Skogsmarksgödsling med kväve. Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. Skogsstyrelsen rapport 2 2015.

2012-2014 beställdes en underlagsrapport från SLU¹⁰, och Skogsstyrelsen gjorde även en egen kunskapssammanställning om skogsgödsling¹¹.

Under 2017-2019 genomfördes en samverkansprocess om skogsproduktion som resulterade i underlagsrapporter från olika arbetsgrupper samt slutrapporten Skogsskötsel med nya möjligheter¹².

Ett regeringsuppdrag om strategisk planering för ökad kolsänka genomfördes av Skogsstyrelsen och Jordbruksverket 2021-2022 och resulterade i en samlad redovisningsrapport¹³ samt en översikt av möjliga åtgärder för ökad kolsänka i skogen¹⁴.

SLU genomförde 2022-2023 regeringsuppdraget Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt, som resulterade i en rapport¹⁵.

Ett regeringsuppdrag om ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen utfördes av Skogsstyrelsen 2022-2023 och resulterade i en slutrapport¹⁶.

I februari 2025 levererade Miljömålsberedningen ett antal förslag som syftar till att Sverige ska leva upp till EU:s åtaganden inom biologisk mångfald och nettoupptag av växthusgaser från markanvändningssektorn (LULUCF), bland annat förslag om gödsling.

1.7 Vilka åtgärder är viktigast för en ökad hållbar tillväxt?

Tillväxten i den svenska skogen har, med undantag för några kortare perioder, ökat stadigt sedan Riksskogstaxeringens mätningar startade på 1920-talet, och fram till början av 2010-talet.

Från år 2013 och fram till idag har tillväxten minskat, även om minskningen planat ut de senaste 2-3 åren. Förklaringar till den minskade tillväxten som ofta lyfts fram har varit angrepp av skadegörare, torka och hög avverkning. Riksskogstaxeringens analyser visar att bruttotillväxten (tillväxten innan avdrag för naturlig avgång och avverkning) har sjunkit och att en förklaring är att tillväxten för enskilda träd är lägre.¹⁷ Flera forskare menar att torka är en

¹⁰ Högberg P m fl 2014. Effekter av kvävegödsling på skogsmark. Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen rapport 1 2014.

¹¹ Skogsstyrelsen 2015. Skogsmarksgödsling med kväve. Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. Skogsstyrelsen rapport 2 2015.

¹² Skogsstyrelsen rapport 2019/24.

¹³ Skogsstyrelsen 2022. Underlag för strategisk planering för ökad kolsänka. Skogsstyrelsen rapport 2022/14.

¹⁴ Skogsstyrelsen 2022. Översikt av åtgärder för ökad kolsänka i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2022/15.

¹⁵ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

¹⁶ Skogsstyrelsen 2023. Förslag till ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2023/21.

¹⁷ Fridman J m fl 2022. Volymtillväxten för träd i Sverige under 00-talet. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, arbetsrapport 540, 2022.

avgörande faktor, men att frågan behöver analyseras vidare.¹⁸ Den minskade tillväxten kan innebära en ny situation, som kräver delvis nya åtgärder om tillväxten ska kunna vidmakthållas eller öka. Framför allt gäller detta olika åtgärder för klimatanpassning.

I slutrapporten *Skogsskötsel med nya möjligheter* från samverkansprocess skogsproduktion 2019 lyftes tre insatsområden för ökad tillväxt fram som mest centrala:

-skogsskötsel för hög tillväxt (föryngring med rätt träslag, röjning och gallring vid rätt tidpunkt och till rätt täthet)

-förädlad skogsodlingsmaterial

-aktiv klövviltsförvaltning

Kvävegödsling fanns med som ett insatsområde, men gödsling utförs på en mer begränsad areal och får därför mindre betydelse totalt. I rapporten gjordes en grov bedömning att den möjliga potentialen för gödsling på sikt bör ligga i intervallet 50 000 – 100 000 ha/år. I rapporten betonades också att åtgärderna för ökad tillväxt behöver kombineras med aktiva naturvårdande åtgärder.¹⁹

I översiktsrapporten från uppdraget om ökad kolsänka 2022 var en av huvudslutsatserna att en stor potential finns i att undvika skogsskador, samt avgång och tillväxtnedsättningar på grund av förändrat klimat. Riskspridning, skadeförebyggande arbete och klimatanpassning var därför mycket centrala åtgärder. Kvävegödsling fanns med som en åtgärd, men med mindre betydelse. Kvävegödsling genomförs på mindre arealer och har därför mindre potential att påverka kolsänkan. Det finns även målkonflikter mellan kvävegödsling och andra samhällsmål, främst biologisk mångfald och renskötsel.²⁰

Skogsstyrelsen bedriver åtminstone sedan 2010 ett systematiskt arbete med klimatanpassning. Centrala åtgärder är att begränsa skador i närtid genom väl fungerande system för övervakning och krisberedskap, och att förebygga skador långsiktigt genom att skogen är ståndortsanpassad och stormsäker med en hög grad av variation. Bland åtgärderna ingår att begränsa viltskadorna, öka andelen tall på torr mark och öka andelen blandskog, för att sprida riskerna på flera träslag.²¹

I slutrapporten från uppdraget om ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen 2023 lyftes fyra åtgärdsområden: skogsskötsel för högre och mer värdefull tillväxt och ökad variation, att säkerställa att skogar med mycket höga naturvärden bevaras och att livsmiljöer återskapas och utvecklas, aktiv klövviltsförvaltning, samt väl avvägda tillväxthöjande åtgärder. Kvävegödsling ingick bland

¹⁸ Laudon H m fl 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? Forest Ecology and management 565:122052.

¹⁹ Skogsstyrelsen rapport 2019/24.

²⁰ Skogsstyrelsen 2022. Översikt av åtgärder för ökad kolsänka i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2022/15.

²¹ Skogsstyrelsen 2019. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen rapport 2019/23.

tillväxthöjande åtgärder, men någon ökning jämfört med nivån 2019-2021 förutsattes inte för ett uppfyllande av det föreslagna målet.²²

Gemensamt för flera av de senaste årens uppdrag där man analyserat möjligheter att öka tillväxten i framtiden är att man betonat de åtgärder som utförs på stora arealer och som därmed får störst genomslag. I flera av uppdragen betonas också behovet av variation och klimatanpassning, för att stärka skogens motståndskraft samt undvika skador och tillväxtnedsättningar. Dessutom poängteras vikten av att naturvårdsåtgärder utförs parallellt med åtgärder för ökad tillväxt. Kvävegödsling omnämns i flera av underlagen, men med hänsyn till att åtgärden utförs på en begränsad areal bedöms den inte stå för de stora tillväxteffekterna på längre sikt.

²² Skogsstyrelsen 2023. Förslag till ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2023/21.

2 Gödslingssystem och deras påverkan

2.1 Konventionell kvävegödsling

Konventionell kvävegödsling innebär tillförsel av 150 kg kväve/ha vid ett eller flera tillfällen under en omloppstid.²³ Gödslingsobjektet ska utgöras av barrdominerad, frisk, välsluten gallringsskog, äldre skog eller slutavverkningsmogen skog. Det ska gå minst 8 år till omgödsling eller 10 år till föryngringsavverkning, efter det senaste gödslingstillfället.

2.2 Behovsanpassad gödsling (BAG) och ungskogsgödsling

Enligt MINT-utredningen²⁴ avser behovsanpassad gödsling (BAG) ”Tillförsel av kväve och andra näringsämnen i den mängd och kombination som träden kan ta upp utan att näringsläckage till markvatten uppstår. När denna princip tillämpas på yngre skog och när syftet är att maximera produktionen kallas tillämpningen för ungskogsgödsling”. I praktiken innebär då ungskogsgödsling gödsling av relativt unga granskogar (ofta med start vid 2-4 m höjd) med givor av kväve som ges ungefär vartannat år och där den totala givan under en omloppstid blir cirka 800-1500 kg kväve/ha²⁵. Mängd och sammansättning av tillförd gödsel baseras på analyser av näringsinnehåll i barrprover.

På senare år har benämningen ungskogsgödsling ibland kommit att användas för all form av gödsling som sker i yngre skogar. Meningsfull gödsling i ungskog kräver dock täta givor (vartannat eller vart tredje år). Avgörande för framgångsrik ungskogsgödsling är att underhålla en snabb uppbyggnad av barmassa. Detta kräver korta gödslingsintervall och hög ackumulerad näringsgiva. Enstaka kvävegivor i ungskog ger inte några stora tillväxteffekter.

2.3 Effekter av kvävegödsling

Stamtillväxt

Konventionell kvävegödsling

Konventionell kvävegödsling med en giva motsvarande 150 kg kväve per hektar ger i lämpliga bestånd på rätt mark en ökad tillväxt på i genomsnitt 10-20 m³sk per hektar, under cirka 10 års tid. Kvävegödsling betraktas inom storskogsbruket som en av de mest lönsamma åtgärder som kan utföras. Gödsling ger både ökad diametertillväxt och en ökad timmerandel. Funktioner för tillväxteffekt av gödsling har tagits fram av Skogforsk (och tidigare Institutet för skogsförbättring)^{26 27}. Utvärderingar av funktionerna har visat att de i genomsnitt

²³ Skogsstyrelsens allmänna råd anger begränsningar i olika delar av landet, där den högsta tillåtna givan under en omloppstid varierar mellan 0 och 450 kg kväve per hektar.

²⁴ Larsson S mfl 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport till regeringsuppdrag. JO 2008/1885.

²⁵ Skogsstyrelsen allmänna råd anger begränsningar i olika delar av landet, där den högsta tillåtna givan under en omloppstid varierar mellan 0 och 450 kg kväve per hektar. Detta innebär att BAG idag bedrivs endast som försöksverksamhet.

²⁶ Pettersson, F 1994a. Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. Skogforsk. Report 3 1994.

²⁷ Pettersson, F 1994b. Predictive functions for calculation the total response in growth to nitrogen fertilization, duration and distribution over time. Skogforsk. Report 4 1994.

ger väntevärdesriktiga resultat, men variationen mellan enskilda bestånd är stor. Den senaste utvärderingen av funktionerna för beräkning av gödslingseffekter gjordes 2020²⁸. Där konstaterades att funktionerna fungerar väl, men att underlaget i kontrollstudien var svagt för gran. Tillväxtresponserna varierar med framför allt trädslag och bördighet. Tillväxteffekten för gran är i genomsnitt högre än för tall och den relativa tillväxtökningen är större på låga boniteter jämfört med bördiga marker.

Variationen i gödslingseffekt mellan enskilda bestånd har inte kunnat förklaras med hjälp av ståndorts- eller beståndsfaktorer, vilket gör att gödslingseffekten för ett enskilt bestånd är osäker.²⁹ Tillväxten av en omgödsling motsvarar den vid första gödslingstillfället, men en viss nedgång i tillväxteffekt har noterats vid den tredje gödslingsomgången. Eftersom tillväxten påverkas omkring 10 år efter gödslingstillfället bör det gå minst 10 år innan beståndet gödslas igen.

Påverkan varierar mellan olika geografiska områden och olika typer av ståndorter. Generellt är gran mer känslig för torka än tall. För att kunna göra väl avvägda bedömningar av totala tillväxteffekter av gödsling i framtiden över längre tidsperioder krävs att hänsyn tas till klimatförändringarnas effekter, bland annat på vattentillgång.

Behovsanpassad gödsling och ungskogsgödsling

Behovsanpassad gödsling och ungskogsgödsling av yngre granskog med regelbundna givor av kväve, som resulterar i totala givor mellan cirka 800-1500 kg kväve per hektar och omloppstid, har visat sig kunna höja den årliga tillväxten med cirka 20-35 m³sk per hektar och år efter cirka 15 år, i olika delar av landet.³⁰ Detta kan i praktiken ge möjlighet att bedriva skogsbruk med betydligt kortare omloppstider än idag.

Det har genomförts vetenskapliga basförsök, intervallförsök och praktiska försök (bolagsförsök) för att studera tillväxteffekter av behovsanpassad gödsling. Intervallförsök innebär gödsling av mindre försöksparceller och syftar bland annat till att undersöka hur ofta det är mest lämpligt att ge kvävedoser. De praktiska försöken innebär gödsling på beståndsnivå. Resultat efter drygt 10 år har visat på mer än en fördubbling av stamvolymen efter gödsling i båda dessa typer av försök. Intervallförsöken visar att det är överflödigt att ge kvävedoser varje år, eftersom ungefär lika stor tillväxteffekt erhålls vid dosering vartannat år.³¹ Det finns fortfarande kvarvarande osäkerheter kring variationen i gödslingsrespons under olika förhållanden, särskilt när det gäller vilka marker som är lämpliga.

²⁸ Jacobson, S 2020. Tillväxteffekter efter skogsgödsling med kväve. – validering av befintligt prognosinstrument. Skogforsk. Arbetsrapport 1040-2020.

²⁹ Bergh m fl 2014. Long-term responses of Scots pine and Norway spruce stands in Sweden to repeated fertilization and thinning. Forest Ecology and Management 320:118-128.

³⁰ Bergh J, Linder S 2006. Slutrapport från fiberskogsprogrammet. SLU, institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, rapport 17.

³¹ Svensson C m fl 2023. Early and repeated nutrient additions support far greater stemwood production in Norway spruce than traditional late-rotation fertilisation. Forest Ecology and Management 549: 121425.

Biomassaallokering hos träd

Tillförsel av kväve påverkar även hur tillväxten fördelas till olika delar av trädet.³² Det gäller stam, grenar, barr, samt finrötter och grövre rötter. Tillväxtens fördelning inom stammen påverkas framförallt av den mekaniska belastningen. Gödsling innebär att barrmassan och biomassa av grenar ökar de första åren efter behandling vilket medför att tyngdpunkten förflyttas uppåt i trädet. Hur stor ökningen av kronan blir beror på beståndets slutenhet, vilket styr hur stort utrymme de enskilda träden har för att expandera kronan. I gallrade bestånd påverkas därför tillväxtfördelningen i stammen efter gödsling mer än i täta bestånd. För att anpassa stammens mekaniska förmåga att stå emot den ökade belastningen från kronan ökar trädet tillväxten i den nedre delen av stammen. Gödslingen medför då att en större andel av tillväxten sker i den nedre delen av stammen. Det är därför viktigt att ta hänsyn till eventuella förändringar i stamform vid beräkning av gödslingseffekten på stamvolym.

Gödsling påverkar även tillväxten under mark. Allokering av tillväxt av finrötter minskar generellt vid ökad kvävetillgång. Grövre rötter kan öka efter gödsling, särskilt om gödslingen kombineras med gallring. En stor del av trädens resurser går generellt till bildning av finrötter. Dessa bildas och bryts ned under kort tid och har stor betydelse för markens kolomsättning och trädens samverkan med mykorrhizasvampar. Försök, bland annat i äldre tallskog i Västerbotten där den totala givan av kväve var 700 kg per hektar, har visat att minskningen i rotproduktion (grövre och finare rötter) efter gödsling kan bli så stor att den i stort sett väger upp ökningen i ovanjordsproduktion.³³

Virkesegenskaper

Den ökade diametertillväxten efter gödsling medför att stammarna vid avverkning blir grövre och det finns möjlighet till produktion av kvistfritt virke i den nedre delen av stammen vid gödsling tio år innan slutavverkning.

I barrträd påverkas den bildade vedens densitet av hur hög den radiella tillväxten är.³⁴ Högre diametertillväxt innebär i allmänhet lägre veddensitet hos den bildade veden. I den bildade årsringen har sommarveden har 2,5 – 3 gånger högre veddensitet än vårveden. Då en ökad diametertillväxt generellt innebär att vårvedens andel av årsringen ökar, medför det att den genomsnittliga densiteten inom årsringen minskar. Hur stor minskningen blir beror på hur stor ökningen av den radiella tillväxten är. Inom ett intervall av cirka 1-5 mm minskar veddensiteten proportionellt med ökningen av årsringsbredden.

Vid en engångsgödsling med 150 kg kväve per hektar under slutet av omloppstiden är diameterökningen måttlig vilket innebär att minskningen i veddensitet normalt blir cirka 1-5%. För mer intensiva gödslingsregimer med upprepade givor blir såväl diameterökningen hos enskilda träd som minskningen i veddensitet betydligt större. Kraftiga ökningar i diametertillväxt till följd av

³² Valinger m fl 2000. Twelve year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 134:45-53

³³ Lim H m fl 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal Pinus sylvestris to nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 348:31-45.

³⁴ Zobel, B.Jochvan Buijtenen, J.P 1989. Wood variation – its causes and control. Springer-Verlag.

gödsling kan medföra minskad hållfasthet och dimensionsstabilitet hos den bildade veden.

Andra effekter av gödsling som påverkar tillväxten

Stormfällning och torkstress

Kvävegödsling leder till ökad barrbiomassa och stamtillväxt, men samtidigt minskad allokering av kol till finrötter och mykorrhizasvampar. Träd med stor barrbiomassa och stamvolym blir mer känsliga för vind och snö, vilket gör att risken för stormfällning och snöskador ökar. Det är därför viktigt att inte gödsla för tätt in på gallringar.

I gödslingsförsök har man observerat ett samband mellan trädens upptag av kväve och upptaget av vatten. I ogödslade referensbestånd saknades detta samband, det vill säga upptaget av kväve i referensbestånden var inte beroende av upptaget av vatten.³⁵ Man har även observerat att gödslingsresponsen i försök varierat med årsnederbörden.^{36 37} I och med att gödsling leder till minskad allokering av kol till finrötter och mykorrhizasvampar, minskar sannolikt trädens förmåga att ta upp vatten. Samtidigt ökar vattenbehovet, i och med en större barrbiomassa och högre tillväxt. Därmed gör kvävegödsling att risken för torkstress hos träden ökar. Torkstress är en riskfaktor för angrepp av skadegörare, till exempel granbarkborre.

Under drygt 10 år har en minskning av trädens tillväxt observerats i Sverige. Riksskogstaxeringens analyser har visat att bruttotillväxten sjunkit.³⁸ Detta har av flera forskare förklarats främst med torka.³⁹ I ett förändrat klimat förväntas frekvensen av torka öka.⁴⁰ Eftersom kvävegödsling ökar risken för torkstress, kan gödsling förvärra situationen.

Viltfodertillgång och bete på skogsträd

Kvävegödsling påverkar markvegetationen på flera olika sätt, vilket i sin tur påverkar tillgången på viltfoder. Ökad kvävetillgång styr fält- och bottenstiktets sammansättning i riktning mot mer näringskrävande växtsamhällen. Den största arealen produktiv skogsmark domineras av bärris och där väntas gödsling öka utbredningen av gräs och örter på bekostnad av lingon och blåbär. På svagare ristyper dominerade av ljungris och lingon väntas gödsling gynna förekomsten av blåbär. De tydligaste och mest långvariga effekterna har observerats i ungskogar där gödsling tidigare genomförts. Förekomst av blåbär och lingon var 40 respektive 60 % lägre i ungskogar som tidigare gödslats med konventionell

³⁵ Henriksson N m fl 2021. Tree water uptake enhances nitrogen acquisition in a fertilized boreal forest – but not under nitrogen-poor conditions. *New Phytologist* 232:113-122.

³⁶ Lim H m fl 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal *Pinus sylvestris* to nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management* 348:31-45.

³⁷ Svensson C m fl 2024. Norway spruce productivity in southern Sweden is equally limited by nitrogen and phosphorous. *Forest Ecology and Management* 572:122192.

³⁸ Fridman J m fl 2022. Volymtillväxten för träd i Sverige under 00-talet. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, arbetsrapport 540, 2022.

³⁹ Laudon H m fl 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? *Forest Ecology and management* 565:122052.

⁴⁰ Skogsstyrelsen 2019. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen rapport 2019/23.

kvävegödsling.⁴¹ Gräs har ett högt näringsvärde under försommaren, men värdet avtar snabbare än för bärris och älgen, till skillnad från konkurrerande hjortdjur, äter ogärna gräs. Förekomst av risväxter i markskiktet minskar hjortdjurens bete på skogsträd i tallskog.⁴²

När kväve tas upp i markvegetationen blir den mer näringsrik och tillväxten hos vegetationen kan öka.⁴³ Båda dessa faktorer gör vegetationen mer attraktiv för hjortdjur. Detta kan även gälla unga träd vars skott och blad ökar i värde för hjortdjuren om kväveinnehållet ökar.⁴⁴ Dock motverkas detta av att försvarssubstanser (fenoler) också ökar i bärris efter gödsling.⁴⁵ Kvävegödsling har alltså flera olika effekter på vegetationen, som kan verka åt olika håll.

Bärris är ett viktigt viltfoder, både för älg och andra hjortdjur. Om en allmän minskning av fodertillgången i form av bärris sker på landskapsnivå, kommer djuren att kompensera detta genom ökat bete i ungskog, på bland annat tall, björk, rönn, asp, sälg och ek. Genom att kvävegödsling missgynnar bärris kan åtgärden alltså leda till större problem med viltbete i ungskog. Viltbetesskador har ett antal olika negativa effekter på skogstillväxten. Bland annat minskar möjligheten att välja det trädslag som är lämpligast för ståndorten, till exempel tall på torr mark. Ståndortsanpassning med lämpliga trädslag är en central åtgärd för att bibehålla och öka tillväxten.

Viltbetesskador har tidigare lyfts fram som en av de viktigaste tillväxt- och kvalitetssänkande faktorerna. I en rapport inom samverkansprocess skogsproduktion har en minskning av andelen färsk skador på tallar i ungskog från 10–15 procent till 5 procent bedömts kunna öka tillväxten med 5–7 miljoner m³sk per år.⁴⁶ I en studie av viltskadornas kostnader har Skogsstyrelsen skattat tillväxtförlusten till 6,4 miljoner m³sk per år.⁴⁷

Markbiologi

I skogsmark sker ett samspel mellan kvävetillgänglighet, träd och mikroorganismer, särskilt mykorrhizasvampar. Kunskap om detta har byggts upp dels genom studier av naturliga gradienter i kvävetillgänglighet, dels genom försök med tillförsel av kväve. Vid låg kvävetillgång i marken investerar träden mycket kol till rotsystem och mykorrhizasvampar, och upptaget av kväve via mykorrhiza är avgörande för trädens tillgång till kväve. Vid ökad kvävetillgång investerar träden mindre kol till mykorrhiza och det sker ett skifte från dominans

⁴¹ Strengbom J, Nordin A 2008. Commercial forest fertilization causes long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 256:2175–2181.

⁴² Spitzer R m fl 2020. Small shrubs with large importance? Smaller deer may increase the moose-forestry conflict through feeding competition over *Vaccinium* shrubs in the field layer. *Forest Ecology and Management* 480:118768.

⁴³ Nybakken, L m fl 2012. Increased growth and phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) following forest clear-cutting *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28:319–330.

⁴⁴ Ball J P, Dahlgren, J 2002. Browsing damage on pine (*Pinus sylvestris* and *P. contorta*) by a migrating moose (*Alces alces*) population in winter: relation to habitat composition and road barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:427–435.

⁴⁵ Nybakken, L m fl 2012. Increased growth and phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) following forest clear-cutting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28:319–330.

⁴⁶ Skogsstyrelsen 2018. Produktionshöjande åtgärder. Rapport från samverkansprocess skogsproduktion. Skogsstyrelsen rapport 2018/1.

⁴⁷ Skogsstyrelsen rapport 2019/16.

av svampar till dominans av bakterier.⁴⁸ Efter gödsling med 200 kg kväve per hektar minskar trädens allokering av kol till rotsystem och mykorrhizasvampar med cirka hälften.⁴⁹

Kvävegödsling leder till att artsammansättningen av marksvampar förändras, och att mykorrhizasvampar missgynnas.^{50 51} Det externa mycelet i marken minskar också, vilket kan leda till minskad kapacitet för upptag av andra näringsämnen än kväve. Särskilt släktet *Cortinarius* (spindlingar) minskar ofta när kvävetillgången ökar.⁵² Studier har visat att arter av spindlingar som har förmåga att bryta ned komplext organiskt material minskar vid god kvävetillgång, medan andra arter inte påverkas lika mycket. Resultaten indikerar att artsammansättningen har stor betydelse för markkolförrådets uppbyggnad.⁵³ Långsiktiga förändringar av svampsamhället kan leda till förändrad funktionalitet. Det behövs fler studier vid de doser av kväve som används vid konventionell skogsgödsling för att bättre avgöra hur stora effekterna av sådan gödsling är och under hur lång tid de kvarstår. För BAG och ungskogsgödsling kan effekterna förväntas vara större och kvarstå under längre tid.

Även bakterierna i marken påverkas av kvävegödsling. Både svampars och bakteriers tillväxt och biomassa kan minska efter gödsling, men svamparnas biomassa minskar mer, vilket gör att kvoten svampar/bakterier sjunker.⁵⁴ Både i gödslingsförsök och längs naturliga gradienter har en minskad svamp/bakteriekvot varit positivt korrelerad till hastigheten på kväve mineralisering.⁵⁵

Kolförråd i träd och mark

Kvävegödsling ger en ökad tillväxt av stamved, som en följd av ökad barrbiomassa. Samtidigt minskar allokeringen av kol till finrötter och mykorrhizasvampar.

Ökad barrbiomassa och tillväxt av stamved efter gödsling innebär att förrådet av kol i stam, grenar och barr ökar. I vissa studier har dock ökningen i tillväxt ovan jord och minskningen av allokering av kol under jord i princip tagit ut varandra.⁵⁶

⁴⁸ Högberg P m fl 2017. Tamm review: on the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. *Forest Ecology and Management* 403:161-185.

⁴⁹ Högberg M N m fl 2010. Quantification of effects of season and nitrogen supply on tree below-ground carbon transfer to ectomycorrhizal fungi and other soil organisms in a boreal pine forest. *New Phytologist* 187: 485-493.

⁵⁰ Kårén O, Nylund J E 1997. Effects of ammonium sulphate on the community structure and biomass of ectomycorrhizal fungi in a Norway spruce stand in South West Sweden. *Canadian Journal of Botany* 75: 1628-1643.

⁵¹ Jörgensen K m fl 2022. Links between boreal forest management, soil fungal communities and below-ground carbon sequestration. *Functional Ecology* 36: 392-405.

⁵² Jörgensen K m fl 2022. Links between boreal forest management, soil fungal communities and below-ground carbon sequestration. *Functional Ecology* 36: 392-405.

⁵³ Lindahl B D m fl 2021. A group of ectomycorrhizal fungi restricts organic matter accumulation in boreal forests. *Ecology Letters* 24: 1341-1351.

⁵⁴ Högberg M N m fl 2007. Is microbial community composition in boreal forests determined by pH, C-toN ratio, the trees, or all three? *Oecologia* 150: 590-601.

⁵⁵ Högberg M N m fl 2007. Gross nitrogen mineralisation and fungi-to-bacteria ratios are negatively correlated in boreal forests. *Biology and Fertility of Soils* 44:363-366.

⁵⁶ Lim H m fl 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal *Pinus sylvestris* to nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management* 348:31-45.

Detta innebär att den totala kolförrådsökning som sker i trädet (ovan och under jord) inte står i proportion till ökningen i stamved, utan blir lägre än så. Data från försök har visat på en högre inlagring i stamved för gran, motsvarande cirka 14 ton koldioxid per hektar och en lägre effekt för tall, motsvarande cirka 6 ton koldioxid per hektar.⁵⁷ Minskad allokering av kol till finrötter innebär samtidigt lägre kolinlagring i trädets underjordsdel.

Avgång av koldioxid från marken till atmosfären minskar efter kvävegödsling, och detta gäller både för koldioxid från växternas rotandning och koldioxid från nedbrytning.⁵⁸ Omsättningen av markens kolförråd minskar alltså efter kvävegödsling, vilket delvis kan förklaras av de förändringar som sker i svampsamhällets sammansättning. Trädens ökade fotosyntes och tillväxt av barrbiomassa och stamved leder till ökad tillförsel av förna från träd till mark, medan mängden rotförna minskar.⁵⁹

Inlagringen av kol i skogsmark efter kvävegödsling har studerats i ett antal fältförsök, och resultaten har sammanställts av SLU 2023⁶⁰. Den totala givan av kväve i försöken varierar mellan cirka 400 och 2800 kg per hektar och tiden från den första givan varierar mellan 12-42 år. Sammanställningen visar på en mycket varierande effekt, utan något tydligt mönster, men med ett genomsnitt av cirka 10 kg inlagrat kol/kg tillfört kväve. Detta stämmer relativt väl med tidigare tumregler om att inbindningen i marken är cirka 3-4 gånger lägre än i träden. På kort sikt (10 år eller kortare) och vid låga doser, motsvarande en konventionell kvävegödsling, saknas starkt dataunderlag för att skatta hur stor effekten i marken blir. Den största effekten då är sannolikt den inlagring som sker i stamveden.⁶¹ Det verkar saknas långtidsdata för att avgöra hur permanent ökningen av markens kolförråd är, om inte någon omgödsling sker.

Uppbyggnad av markens kväveförråd

Förrådet av kväve i skogsmark (humuslager och mineraljord) varierar mellan cirka 1-8 ton per hektar.⁶² De högsta förråden förekommer typiskt på marker som sällan brunnit och som mottagit ett stort kvävenedfall. En del av dessa marker har höga boniteter och/eller utgör utströmningsområden för vatten, vilket gör att de inte är aktuella för kvävegödsling.

⁵⁷ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

⁵⁸ Olsson P m fl 2005. Fertilization of boreal forest reduces both autotrophic and heterotrophic soil respiration. *Global Change Biology* 11:1745-1753.

⁵⁹ Forsmark B m fl 2020. Low and high nitrogen deposition rates in northern coniferous forests have different impacts on aboveground litter production, soil respiration and soil carbon stocks. *Ecosystems* 23: 1423-1436.

⁶⁰ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

⁶¹ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

⁶² Sponseller m fl 2016. Nitrogen dynamics in managed boreal forests: Recent advances and future research directions. *Ambio* 45: S175-S187.

Vid gödsling tas endast en mindre andel (cirka 10-30 %⁶³) av det tillförda kvävet upp av träden, medan merparten tillförs skogsmarken. I marken fastläggs kvävet, men kan senare frigöras, framför allt efter avverkning.

Vid konventionell kvävegödsling med en (150 kg kväve) eller ett fåtal givor per omloppstid utgör det kväve som tillförs vid gödslingen en mindre andel av det förråd som redan finns i marken. Vid BAG eller ungskogsgödsling, där totalt tillfört kväve per omloppstid kan uppgå till cirka 1,5 ton per hektar, kan det tillförda kvävet utgöra en betydande andel av markens kväveförråd.

Markvegetation och organismer ovan jord

Kvävegödsling påverkar markvegetationen så att kvävegynnade och skuggtåliga arter gynnas. Att skuggtåliga arter gynnas beror på att gödslingen leder till en större barrbiomassa hos träden. Förändringarna av vegetationen blir tydligare efter BAG eller ungskogsgödsling jämfört med konventionell gödsling och ofta kan bestånd som gödslats med dessa system helt sakna fältskikt.⁶⁴

Förändringarna efter gödsling innebär generellt att täckningsgraden av gräs och örter ökar medan bärris minskar. Det kan också bli en förskjutning från fattigare ris mot blåbär, om det är magrare mark som gödslas.

Efter konventionell kvävegödsling med enstaka givor har effekter på markvegetationen inom en skogsgeneration observerats upp till 10-15 år efter åtgärden. När man jämfört tidigare gödslade och ogödslade ytor efter föryngringsavverkning har effekter observerats mer än 20 år efter den senaste gödslingen.^{65 66} Ytor som tidigare gödslats får en tätare markvegetation med dominans av gräs, mjölkört och hallon, medan tidigare ogödslade ytor domineras av bärris. Förekomst av blåbär och lingon var 40 respektive 60 % lägre på ytor som tidigare gödslats med konventionell kvävegödsling.⁶⁷ Det är inte klarlagt hur länge dessa effekter, som observerats under ungskogsfasen, håller i sig.

Lavar, exempelvis renlav, och vanliga skogsmossor missgynnas också av kvävegödsling och kan antingen minska eller försvinna helt. Flera studier har visat att effekterna på lavar är långvariga och kvarstår mer än 20 år efter åtgärden.⁶⁸ Kvävegödselmedel verkar ha en negativ effekt på symbiosen mellan alg och svamp vilket ger minskad lavtillväxt. Ökad barrbiomassa och barrförna leder

⁶³ Melin J m fl 1983. Fertilizer nitrogen budget in a Scots pine ecosystem attained by using root-isolated plots and 15 N tracer technique. *Plant and Soil* 74:249-263.

⁶⁴ Strengbom J m fl 2011. Introducing intensively managed spruce plantations in Swedish forest landscapes will impair biodiversity decline. *Forests* 2:610-630.

⁶⁵ Strengbom J, Nordin A 2008. Commercial forest fertilization causes long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 256:2175-2181.

⁶⁶ Strengbom J, Nordin A 2012. Physical disturbance determines effects from nitrogen addition on ground vegetation in boreal coniferous forests. *Journal of Vegetation Science* 23: 361-371.

⁶⁷ Strengbom J, Nordin A 2008. Commercial forest fertilization causes long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 256:2175-2181.

⁶⁸ Olsson B A, Kellner O 2006. Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests. *Forest Ecology and Management* 237: 458-470.

också till att mindre ljus når marken. Dessutom gynnas andra arter som konkurrerar ut lavarna.⁶⁹

Det finns få studier på andra organismer, men en studie har visat att gödsling leder till negativa effekter på diversiteten av marklevande skalbaggar.⁷⁰

Det har skett stora förändringar av utbredningen av olika vegetationstyper i det svenska skogslandskapet mellan 1950-talet och 2000-talet.⁷¹ Detta beror sannolikt på en kombination av flera olika faktorer, till exempel förändrad markanvändning och kvävenedfall. Skogsgödsling orsakar vegetationsförändringar i samma riktning, och är därför sannolikt också en bidragande orsak till dessa effekter.

Avgång av lustgas

Lustgas (N_2O) bildas som en intermediär produkt i omvandlingsprocesser för kväve (nitrifikation och denitrifikation). Potentialen för bildning av lustgas är större vid denitrifikation än vid nitrifikation. Denitrifikation innebär omvandling av nitrat till luftkväve och processen sker i anaerob (syrefri) miljö och vid god tillgång på nitrat och lättillgängligt kol. Vid förhållanden som inte är optimala för processen, till exempel viss tillgång på syre, kan lustgas bildas.

Lustgas är en kraftfull växthusgas. I ett 100-årsperspektiv är dess värmande effekt cirka 265 gånger större än effekten av koldioxid.

Det finns ett begränsat antal studier av hur kvävegödsling påverkar lustgasavgång under svenska förhållanden. Mätningar i ett försök i mellersta Norrland visade att avgången motsvarade 0,3 % av tillfört kväve.⁷² Gödsling ska inte genomföras på torvmarker, utströmningsområden eller blöta marker enligt Skogsstyrelsens allmänna råd, och typiska gödslingsobjekt är oftast relativt väl-dränerade med god luftning. Avgången av lustgas efter gödsling bör därför vara låg i många fall. Det är dock sannolikt att avgången av lustgas från vissa näringsrika fastmarker bör beaktas för att inte överskatta gödslingens klimatnytta. På sådana marker kan avgången uttryckt som koldioxidekvivalenter motsvara cirka 10 % av den ökade inbindning av markkol som gödslingen medför.⁷³

Utlakning av kväve till vatten

Hur mycket kväve som utlakas till sjöar och vattendrag är framför allt beroende på hur näringsrikt det omgivande landskapet är. I Sverige finns en tydlig gradient från mycket låga till låga kvävehalter i vatten i norra Sverige, till höga till mycket höga halter i södra Sverige. Skillnaden beror framför allt på kvävenedfall, men även andelen jordbruksmark i landskapet påverkar.

⁶⁹ Olsson B A, Kellner O 2006. Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests. *Forest Ecology and Management* 237: 458-470.

⁷⁰ Rodriguez A m fl 2021. Boreal forest fertilization leads to functional homogenization of ground beetle assemblages. *Journal of Applied Ecology* 58: 1145-1154.

⁷¹ Hedwall m fl 2019. Half a century of multiple anthropogenic stressors has altered northern forest understory plant communities. *Ecological Applications* 29, p.e01874.

⁷² Rütting T m fl 2021. Low nitrous oxide emissions in a boreal spruce forest soil, despite long-term fertilization. *Frontiers in Forests and Global Change* 4:710574.

⁷³ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

Kvävenedfallet över Sverige har minskat långsamt men signifikant under perioden 2001-2023. Nedfallet överskrider idag den kritiska belastningen för barrskog, 5 kilo kväve per hektar och år, i hela södra och delar av mellersta Sverige.⁷⁴ Den ackumulerade depositionen har lett till en kväveupplagring i marken och därmed en betydligt högre belastning på ytvatten i söder än i norr.

Från all skogsmark finns ett bakgrundsläckage av kväve men i samband med störningar såsom avverkning eller omfattande skadehändelser (exempelvis stormfällning eller stora angrepp av skadegörare) ökar läckaget. I norra Sverige är det ökade läckaget efter föryngringsavverkning i storleksordningen 1 kg per hektar och år.⁷⁵ I områden i södra Sverige som mottagit en hög deposition kan det ökade läckaget vara i storleksordningen 20-35 kg per hektar och år.⁷⁶ Hög läckage är starkt kopplat till bildning av nitrat (NO_3^-). Det förhöjda läckaget efter en avverkning avklingar oftast inom 5-10 år. Baserat på miljöövervakningsdata har man beräknat att skogsbrukets andel av den antropogena kvävebelastningen till haven utgör cirka 8 % för Bottenviken och Bottenhavet, och mindre än 1 % för övriga havsbassänger.⁷⁷

Efter en konventionell kvävegödsling räknar man med att 5-10 % (cirka 8-15 kg per hektar) av det kväve som tillsatts läcker från beståndet i samband med gödslingen och kan hamna i närliggande vattendrag.⁷⁸ Gödsling bidrar också till en uppbyggnad av markens kväveförråd och därmed till ökad risk för utlakning efter avverkning. Uppskalning av resultat från försök där man gödslar med doser av kväve upp till 1800 kg per hektar och sedan avverkat, har visat att det beräknade läckaget (baserat på halter av nitrat i markvatten) ökar exponentiellt med tillsatt kvävedos.⁷⁹ Därmed bör riskerna för hög utlakning vara större efter BAG eller ungskogsgödsling än efter konventionell kvävegödsling. Förhöjda halter av nitratkväve i markvatten har i försök observerats upp till 15 år efter avverkning av tidigare gödslade bestånd.⁸⁰ Innan kväve som läckt från ett gödslat område når vattendrag kan många olika processer ske, till exempel i grundvatten och utströmningsområden. Exempelvis kan denitrifikation i syrefria miljöer leda till att nitrat omvandlas till luftkväve.

⁷⁴ <https://sverigesmiljomal.se/miljomalen/ingen-overgodning/nedfall-av-kvave-till-barrskog/> 2025-03-30

⁷⁵ Löfgren S m fl 2009. Short-term effects of clear-cutting on the water chemistry of two boreal streams in Northern Sweden – a paired catchment study. *Ambio* 38:347-356.

⁷⁶ Akselsson m fl 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 202:235-243.

⁷⁷ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

⁷⁸ Högberg P m fl 2014. Effekter av kvävegödsling på skogsmark. Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen rapport 1 2014.

⁷⁹ Jämtgård S m fl 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU rapport skog nr 2 2023.

⁸⁰ Ring m fl 2018. Long-term effects on soil-water nitrogen and pH of clearcutting and simulated disc trenching of previously nitrogen-fertilised pine plots. *Canadian Journal of Forest Research* 48:1-9.

Det biologiska kulturarvet och kulturlämningar

Biologiskt kulturarv

Genom att kvävegödslingen påverkar fältskiktets artsammansättning (se kap 2.3) kan det biologiska kulturarvet påverkas negativt av gödsling, till exempel genom att kulturgynnade växter konkurreras ut av mer skuggtåliga arter.⁸¹ Detta gäller främst fältskiktsfloran vid inägo- torp- och fäbodmiljöer samt i skogsbeten, där floran och faunan är kulturpräglad.

Kulturlämningar

Gödsling påverkar mark och markprocesser. Därigenom kan även effekter uppkomma på forn- och kulturlämningar, som kulturlager, fyndmaterial och mänskliga kvarlevor. För lämningar av vissa andra lämningstyper är kemisk påverkan obetydlig eller obefintlig. Det har i Sverige under de senaste decennierna uppmärksammats, att de föremål som idag grävs fram vid arkeologiska undersökningar generellt sett är sämre bevarade än tidigare fynd från samma region. Det senaste seklets luftföroreningar, konstgödsling och övriga antropogena aktiviteter misstänks ha accelererat nedbrytningen, men det finns naturligtvis även andra bidragande faktorer.⁸²

Av kulturmiljölagen framgår att varaktigt övergivna lämningar efter äldre tiders bruk innan 1850 och den omgivande miljö de behöver för att bevaras är skyddade som fornlämningar. Fornlämningar får, enligt 2 kap. 6 § KML, bland annat inte ”skadas... ..eller på annat sätt ändras” utan länsstyrelsens tillstånd, vilket innebär att det är länsstyrelsen som i varje enskilt gödslingsärende som bedömer och fattar beslut om och hur gödsling kan ske på fornlämningsskyddad mark.

Enligt Skogsvårdslagen ska skador till följd av skogsbruksåtgärder undvikas helt eller begränsas i anslutning till övriga kulturhistoriska lämningar (tillkomna 1850 eller senare). Samtidigt säger man att skyddet inte avsevärt får försvåra skogsbruket. I de flesta fall är lämningarna så pass begränsade i storlek att det sällan medför några större svårigheter att skydda dem. Kulturlämningarnas faktiska utbredning och belägenhet är inte alltid kända och det kan därför finnas skäl att lämna skyddszoner mot vissa lämningar som omfattas av skogsvårdslagen. Enligt Skogsstyrelsens allmänna råd till skogsvårdslagen om kvävegödsling (SKSFS 2011:7, 7:26 §) bör kulturmiljöer och lämningar där kvävegödsling kan ha en negativ påverkan på de värden som ska skyddas undantas från gödsling.

Om kvävegödselmedlet sprids med traktor ökar även risken för körskador i kulturmiljön. Dessa är förbjudna enligt kulturmiljölagen och ska undvikas enligt skogsvårdslagen.

⁸¹ Glimskär A. och Svensson R. 1990. Vegetation changes following fertilizer application and changed management. SLU. Inst f Ekologi och miljövård. Rapport 38.

⁸² Nord A.G. och Lagerlöf A. 2002. Påverkan på arkeologiskt material i jord. Riksantikvarieämbetet.

Renskötsel

Renskötselområdet (cirka 23 miljoner ha) upptar 55 % av Sveriges totala landareal och där finns ungefär 40 % av landets totala virkesförråd. Gödsling kan påverka renskötseln negativt främst för att åtgärden minskar förekomsten av marklav och att renarna undviker gödslad mark under efterföljande vinter. Studier visar att lavar generellt⁸³, och renlavar specifikt är känsliga för kvävegödsling⁸⁴ samt att gödslingen kan påverka förekomsten negativt på såväl kort som lång sikt.

Inom renskötselområdet finns cirka 12 miljoner ha produktiv skogsmark och enligt Riksskogstaxeringen är knappt 1 miljon ha därav lavmark utanför formellt avsatta områden (2018 års siffror). Under de senaste 50-70 åren har det skett en stor minskning av lavmarker i Sverige. Lavtyper, där mer än 50 % av bottenskiktet täcks av lav, har minskat med cirka 70 % på 60 år.⁸⁵

Samisk renskötsel bygger på att renen är semidomesticerad och har sitt naturliga flock- och vandringsbeteende kvar. Den samiska kulturens livskraft är beroende av fungerande friströvande och naturbetesbaserad renskötsel. För flertalet samebyar är bristen på fungerande vinterbete i form av marklav och hänglav ett akut och återkommande problem som också ökar i och med klimatförändringen. Vinterbetet finns mestadels i skogslandet och utanför renskötselns året-runt-marker.⁸⁶ Det förekommer också mer stationär renskötsel i form av skogsrenskötsel och koncessionsrenskötsel som påverkas av skogsbrukets åtgärder året runt. Den renskötseln bedrivs uteslutande i skog och kan inte flytta om betestillgången försämras av exempelvis skogsgödsling.

I Skogsstyrelsens allmänna råd till 30 § SvL anges att kvävegödsling inte bör utföras på lavmarker. Som lavmarker räknas områden där mer än 25 % av bottenskiktet utgörs av lav. Därmed omfattar inte de allmänna råden mark med lavtäckning mindre än 25% som regionalt eller periodvis kan utgöra en viktig betesresurs.

Gödslingseffekten innebär att trädkronorna blir större och mängden barr ökar. Det leder till både minskat ljusinsläpp på marken och ett ökat förnafall, vilket kan bidra till att mängden lav minskar. Då andra markväxter gynnas av gödsel kan dessa konkurrera ut marklaven. Det medför att betesmöjligheterna minskar. Lingonris har en speciell betydelse för renbetet då det kan fungera som en skyddsbarriär mot isbildning närmast marken och bidrar till att snön inte blir alltför kompakt, vilket möjliggör för renen att komma åt marklavarna. Studier pekar på att gödsling inte har en direkt negativ effekt på lingonrisets utbredning, däremot kan den ökade träd tillväxten skugga ut det. Genom minskad ljusstillgång och konkurrens med markvegetationen påverkas marklavarna negativt. På experimentella ytor, där man använde större gödselgiva än vid konventionell gödsling och kombinerade med gallring, så påverkades marklavarna ändå negativt

⁸³ Westling O. och Nohrstedt H.Ö. 1994. Miljökonsekvensbeskrivning av STORA SKOGSs gödslingsprogram. Del 1, faktaunderlag. Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 1219

⁸⁴ Fremstad, E. m fl. 2005. Impact of increased nitrogen supply on Norwegian lichen-rich alpine communities: a 10-years experiment. Journal of Ecology 93: 471-481

⁸⁵ <https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/2016/svarare-att-hitta-lavrika-marker/> 2025-03-24

⁸⁶ Skogsstyrelsen Rapport 2023/20

på grund av förändrade konkurrensförhållande⁸⁷. Renarnas sökande efter bete under snön, som huvudsakligen sker med hjälp av luktsinnet, försvåras på gödslad mark. Renar undviker gödslade områden den första vintern efter gödsling⁸⁸, vilket innebär att gödslingsområdena är låsta för renbete.

Förutom lavmarker är renskötseln också beroende av andra marker, till exempel med örter, under delar av året. Det kan variera lokalt mellan olika samebyar hur landskapet ser ut och detta gör att förutsättningarna varierar. Därmed varierar det också en del vilka marker som är viktigast på den lokala nivån.

I och med den stora minskning av lavmarker som skett i Sverige under den senaste 50-årsperioden, så arbetar man idag även med att restaurera lavmarker. Gödsling av marker där en restaurering pågår medför negativa effekter på möjligheterna att återskapa lavmarker.

Skogens sociala värden

Skogen utgör en viktig resurs för rekreation och friluftsliv. Kvävegödslingens inverkan på biodiversiteten, i synnerhet markvegetation och fåltskikt, kan innebära en negativ effekt på rekreations- och upplevelsevärden.⁸⁹

Bär- och svampplockning är uppskattade friluftaktiviteter som kan påverkas av kvävegödsling.⁹⁰ Den största arealen produktiv skogsmark domineras av bärris och där väntas gödsling öka utbredningen av gräs och örter på bekostnad av lingon och blåbär. På svagare ristyper dominerade av ljung och lingon väntas gödsling gynna förekomsten av blåbär. Vidare kan gödslingen orsaka en försämring av smaken på blåbär och lingon och även på sylt av bären.⁹¹ Fruktkroppar av svamp kan minska i antal och artsammansättningen förändras efter kvävegödsling.⁹² Då handel förekommer framför allt med bär men även med svamp kan det finnas även en negativ ekonomisk aspekt på gödslingen inverkan utöver den negativa effekten på rekreations- och upplevelsevärden.

Själva gödslingsaktiviteten kan också upplevas som negativ av människor.

2.4 Askåterföring som möjlig tillväxthöjande åtgärd

Motiv och regler för askåterföring

Askåterföring utförs för att kompensera för försurningseffekter och förluster av näringsämnen vid uttag av grot (grenar och toppar) som biobränsle. Skogsstyrelsen har utfärdat föreskrifter och allmänna råd (SKSFS 2011:7, 7:27 §),

⁸⁷ Strengbom m. fl. 2018. Trade-offs in the multi-use potential of managed boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 55:2.

⁸⁸ Kivinen S. m fl. 2010. Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 39: 269-278.

⁸⁹ Skogsstyrelsen 2023. Skogens rekreativvärden – en förstudie med förslag till indikatorer. Rapport 2023/8.

⁹⁰ Skogsstyrelsen 2016. Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation. Skogsskötselserien nr 15.

⁹¹ Westling O. och Nohrstedt H.Ö. 1994. Miljökonsekvensbeskrivning av STORA SKOGSs gödslingsprogram. Del 1, faktaunderlag. Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 219

⁹² Högbom L. och Jacobsson S. 2002. Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige. Skogforsk. Redogörelse 6.

samt rekommendationer om när och hur askåterföring bör utföras.⁹³ Om askåterföring berör en fornlämning krävs också länsstyrelsens tillstånd enligt kulturmiljölagen. Askåterföring rekommenderas om uttaget av grot under en omloppstid motsvarar mer än 0,5 ton TS aska per hektar. Detta innebär att askåterföring rekommenderas om 80 % av groten tas ut i granbestånd med ett virkesuttag på 200 m³sk per hektar eller mer. I tallbestånd når man sällan över gränsen, eftersom mängden grot där är mindre. Den absolut övervägande delen av askåterföringen sker till fastmarker (mineraljordar), det vill säga till inströmningsområden för vatten.

Tillväxteffekter av askåterföring

Tillväxteffekter av askåterföring har studerats i ett antal försök.^{94 95} Resultat efter 5-15 år visade på små och varierande effekter, som inte var statistiskt säkerställda. Det fanns en tendens till minskad tillväxt på mindre bördiga lokaler och ökad tillväxt på mer bördiga lokaler.⁹⁶ Baserat på resultaten är bedömningen att det inte går att fastställa att askåterföring påverkar skogstillväxten i någon riktning.⁹⁷

I försök där både kväve och aska tillförts, har man observerat tillväxtökningar i samma storleksordning som vid tillförsel av enbart kväve. I ett av försöken fanns en tendens till att tillväxtökningen var mer uthållig över tiden när både kväve och aska tillförts, men effekten var inte statistiskt signifikant.⁹⁸ Liknande resultat har rapporterats från Finland.⁹⁹ Askan är pH-höjande och kan därför öka näringsomsättningen, vilket kan öka tillväxten. Det är också möjligt att askans innehåll av fosfor skulle kunna påverka.

Sammantaget finns inte någon stark grund utifrån de försöksresultat som publicerats, för att rekommendera askåterföring som tillväxthöjande åtgärd. Däremot är åtgärden motiverad utifrån behovet av kompensation för försurningseffekter och näringsförluster efter grot-uttag.¹⁰⁰ Askåterföring skulle också kunna ha betydelse för markens långsiktiga produktionsförmåga, men detta är sannolikt inte möjligt att visa i direkta försök. I utvärderingar av miljömålet Bara naturlig försurning har det föreslagits att införa styrmedel för att öka askåterföringen. Ur försurningsperspektiv kan det alltså finnas motiv till sådana styrmedel. Eftersom fokus i detta uppdrag ligger på att höja tillväxten och det saknas en stark grund för askåterföring som tillväxthöjande åtgärd utifrån de

⁹³ Skogsstyrelsen 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder - Vägledning. Skogsstyrelsen rapport 2019/14.

⁹⁴ Jacobsson S m fl 2014. Is tree growth on boreal coniferous stands on mineral soils affected by the addition of wood ash? Scandinavian Journal of Forest Research 29:675-685.

⁹⁵ Energimyndigheten 2018. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag. En syntes av forskningsläget baserat på bränsleprogrammet hållbarhet 2011-2016. ER 2018:02.

⁹⁶ Jacobsson S m fl 2014. Is tree growth on boreal coniferous stands on mineral soils affected by the addition of wood ash? Scandinavian Journal of Forest Research 29:675-685.

⁹⁷ Energimyndigheten 2018. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag. En syntes av forskningsläget baserat på bränsleprogrammet hållbarhet 2011-2016. ER 2018:02.

⁹⁸ Jacobsson S m fl 2014. Is tree growth on boreal coniferous stands on mineral soils affected by the addition of wood ash? Scandinavian Journal of Forest Research 29:675-685.

⁹⁹ Saarsalmi A m fl 2014. Wood ash in boreal low-productive pine stands on upland and peatland sites: Long-term effects on stand growth and soil properties. Forest Ecology and Management 327:86-95.

¹⁰⁰ Naturvårdsverket 2022. Bara naturlig försurning, fördjupad utvärdering av miljömålen 2023. Naturvårdsverket rapport 7069.

resultat som publicerats, har vi valt att inte ta upp askåterföring ytterligare i denna rapport.

På dikad torvmark är skogsproduktionen ofta begränsad av tillgången på fosfor och kalium. Här kan gödsling med aska ofta resultera i en ökad tillväxt. Resultat från gödslingsförsök i tallskog på dikad torvmark har visat på en ökad tillväxt på cirka 1-3 m³sk per hektar och år, under cirka 20 år efter tillförsel av aska.¹⁰¹ Gödsling av torvmark har hittills genomförts i mycket liten skala i Sverige. Bedömningen i samverkansprocess skogsproduktion var att det saknas drivkraft inom skogsbruket för att starta upp åtgärden i större skala.¹⁰² Vår tolkning är att gödsling av torvmark inte ingått i detta uppdrag.

Andra effekter av askåterföring

Återföring av aska i de doser som rekommenderas av Skogsstyrelsen innebär en kompensation för förlust av baskatjoner (främst kalcium, magnesium och kalium) och förlust av syraneutraliserande förmåga när grot tas ut. Askåterföring ger högre halter av utbytbara baskatjoner och fosfor, samt högre pH-värde i marken, jämfört med där aska inte tillförts, åtminstone 10 år efter åtgärden.¹⁰³

Aska innehåller även tungmetaller, men om grot tas ut och vid de givor av aska och halter av metaller som är godkända enligt Skogsstyrelsens rekommendationer, innebär askåterföring inte något betydande tillskott av tungmetaller till skogsmarken. Askan är starkt basisk och avger salter när den löses upp. Aska som ska spridas i skogsmark behöver därför härdas, för att inte orsaka kortsiktiga negativa effekter på vegetationen eller i vatten. Även aska som är härdad ger dock vissa negativa effekter, bland annat på vitmossor. Vid askspridning är det viktigt att askfria skyddszoner lämnas mot sjöar och vattendrag, diken, våtmarker, formellt skyddad mark och hänsynskrävande biotoper, samt tomtmark och väg.¹⁰⁴

¹⁰¹ Sikström U m fl 2010. Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fennica* 44:411-425.

¹⁰² Skogsstyrelsen 2018. Produktionshöjande åtgärder. Rapport från samverkansprocess skogsproduktion. Skogsstyrelsen rapport 2018/1.

¹⁰³ Skogsstyrelsen 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder – Kunskapsunderlag. Skogsstyrelsen rapport 2019/13.

¹⁰⁴ Skogsstyrelsen 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder - Vägledning. Skogsstyrelsen rapport 2019/14.

3 Metoder för spridning

Generellt eftersträvas jämn och noga kontrollerad spridning. Ett grundläggande krav är att gödselmedlet hamnar inom avsedd areal och att tillräckligt avstånd hålls till undantagna ytor (annan mark, hänsyn till vatten, natur och kulturmiljö etcetera). På bördigare men gödslingsvärd mark medför ojämn spridning med lokal överdosering ökad risk för utlakning av kväve då träden där ligger närmare gränsen för hur mycket näring de kan tillgodogöra sig. Ett bra utförande förutsätter noggrann planering med stöd av uppdaterade digitala kartunderlag och vid behov kompletterande gränsmarkering i fält. Kraftig nederbörd i väderprognosen innebär risk för utebliven gödslingsvinst och negativ miljöpåverkan till följd av ytavrinning vilket motiverar paus i spridningsarbetet. I genomtänkta gödslingsrutiner ingår också efterkontroll, dokumentation och uppföljning.

Specialiserade entreprenörer har traditionellt utfört det mesta av skogsmarksgödslingen; antingen med traktor eller med helikopter. Vanligen används en specialbyggd lastbil för transport av fordon, gödselmedel, bränsle och kringutrustning. Detta ställer vissa krav på vägklass, vändutrymme och uppställningsplatser i gödslingsobjektets närhet. Uppdaterade relevanta kartskikt med god noggrannhet är en förutsättning för önskat spridningsresultat. Småvatten som periodvis torra bäckar och diken kan, särskilt vid spridning från luften, vara svåra att undvika om dessa inte i förväg positionsbestämts och markerats. Det förekommer att delar av den planerade arealen bedöms olämplig eller inte kan gödslas av praktiska skäl och därför efterfrågar operatörer, som regel, anslutande gödslingsvärda reservobjekt för att kunna gödsla den överenskomna arealen.

Kostnaden, har de senaste åren påverkats starkt av aktuellt inköpspris för gödselmedel. Enligt enkätsvar från storskogsbruket¹⁰⁵ åren 2020-2023¹⁰⁶ kostade gödsling mellan 2000 och 6000 kr per hektar och de senaste två åren uppgavs en medelkostnad på 3400 kronor per hektar. För mindre markägare som inte kan utnyttja stordriftsfördelar är förmodligen gödslingskostnaden högre.

Metodutveckling

Med mångårig erfarenhet och successiv intrimning av effektiva system framstår gödsling från helikopter eller traktor som gångbara metoder under överskådlig framtid. Möjligen kommer nya högupplösta digitala kartskikt och hjälpmedel för positionering och navigering att ytterligare effektivisera utförandet, underlätta planering och förbättra precisionen. Men bortsett från arbetet med drönare råder stillestånd på utvecklingssidan och viss kapacitetsbrist på grund av stor osäkerhet bland potentiella spridarföretag.

Aktuell kapacitet

För närvarande är antalet aktiva gödslingsentreprenörer begränsat. I början av år 2025 var inget specialiserat traktorgödslings-företag verksamt i Sverige och det

¹⁰⁵ Urvalet inkluderar aktörer med markinnehav > 16 000 hektar

¹⁰⁶ Skogforsk 2024.

<https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2024/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2023/> 2025-03-30

fanns två helikopterföretag att utföra gödslingsuppdrag¹⁰⁷. Hur snart kapaciteten åter kan öka beror i hög grad på enskilda entreprenörers bedömning av kommande efterfrågan och lönsamhet. Den senast aktiva traktorgödslaren la ned sin verksamhet när gödselpriset hastigt steg i samband med Rysslands anfallskrig mot Ukraina. De större företagen och skogsägarorganisationer i norra Sverige genomför kampanjer för att motivera enskilda skogsägare att samordna gödsling exempelvis med företagens egna gödslingsomdrev. När den största leverantören av gödsel (Yara) införlivade spridarbolaget Skogens gödsling övergick deras tjänster till att enbart förmedla kontakter till andra fristående spridarentreprenörer. I södra Sverige finns ett antal entreprenörer specialiserade på askåterföring men geografiskt ligger deras verksamhetsområde huvudsakligen utanför de delar av landet där konventionell kvävegödsling rekommenderas. Det vanligaste aggregatet för spridning av härdad aska är tallriksspridare, något som inte är optimalt för precisionen vid spridning av gödsel i ojämn och lutande skogsterräng.

3.1 Helikopter

Helikopterspridning har fördelar vid gödsling av sammanhängande ytor med tämligen likartad skog och klarar stora arealer på jämförelsevis kort tid. Spridning från luften kan ske oberoende av stickvägsnät och eventuella terränghinder samtidigt som mekanisk markstörning undviks. Avståndet till väg kan vara upp till 1,5 km utan pristillägg eller behov av alternativ startplats. Oregelbundna objekt med insprängda småvatten eller impediment passar sämre. I områden med vindkraftverk reduceras också den areal som kan gödslas från helikopter av säkerhetsskäl. För att helikopterspridd gödsel med säkerhet skall hamna på rätt plats undantas vanligen ytor som är mindre än 1 ha eller smalare än 25 m från gödsling. Noggrannheten förväntas ligga på +/- 5 m¹⁰⁸ men kan också påverkas negativt av vindavdrift vid blåstigt väder.

3.2 Traktor

Traktorspridning fungerar bäst i gallrad, inte alltför stamtät skog. Kommersiella operatörer utför traktorspridning från befintliga stickvägar som koordinatsatts inför ruttplanering. Med specialanpassade spridningsaggregat som kan riktas av föraren gödslas upp till 25 m på ömse sidor om stickvägen. Den förväntade spridningsnoggrannheten uppges till +/- 1 m i terrängen och en uppmärksam förare kan under gång kompensera för eventuella avvikelser mot det digitala kartunderlaget.¹⁰⁹ För att traktorgödsling ska komma bäst till sin rätt förordar operatörer minst 20 ha sammanlagd gödslingsareal längs 1 km väg¹¹⁰. Av praktiska skäl bör en gödslingsyta helst inte vara mindre än 2 ha alltså stor nog för innehållet i en storsäck gödselmedel (1000 kg kalkamonsalpeter). Kostnaden för traktorgödsling varierar med kvantitet gödsel som sprids från en startplats och pristillägg tillkommer vid långa terrängavstånd (> 400 m). Terrängavstånd över 1 km motiverar lastbilsflytt till ny startplats. Småskalig spridning i egen regi med

¹⁰⁷ Christian Jenssen, kontaktperson gödslings- och utvecklingsfrågor, Yara

¹⁰⁸ Skogsstyrelsen 2015. Skogsmarksgödsling med kväve. Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. Rapport 2015/2

¹⁰⁹ Skogsstyrelsen 2015. Skogsmarksgödsling med kväve. Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. Rapport 2015/2.

¹¹⁰ www.sg-systemet.com 2025-03-30

jordbrukstraktor och tallriksspridare kan vara ett alternativ på mindre arealer med plan mark och god framkomlighet.

3.3 Drönare

Utvecklingen av system för gödsling med drönare testas i praktisk skala¹¹¹ och kan på sikt komma att utgöra ett alternativ till gödsling med traktor eller helikopter. Fördelen med drönare uppges vara god precision och lönsam gödsling av relativt små och/eller spridda arealer; opåverkat av markens bärrighet, stickvägar, terränghinder och mellanliggande områden som inte skall gödslas. Tillämpningen förutsätter kartunderlag och fjärrstyrning på avancerad nivå med stöd av högupplösta gis-skikt och gps. Med aktuell lastkapacitet på 30-50 kg/drönare krävs 11-19 turer per hektar gödslad areal vid en konventionell gödselgiva (550 kg Kalkammonsalpeter). Även för askåterföring, som vanligen innebär större transportvikter än kvävegödsling, förväntas drönare framledes kunna erbjuda fördelar jämfört med etablerade tekniker¹¹².

För drönargödsling på större arealer föreslås lösningar med ett flertal semiautonoma drönare som koordineras från en basstation. Drönarna flygs i skytteltrafik till förprogrammerade gödslingsmål och återvänder sedan för lastning och laddning/batteribyte vid basstationen. Basstationen sägs ha kapacitet att leda upp till 30 drönare. Räckvidden uppges till 10 km men den maximala flygtiden beror på aktuell last (20 minuter fullastad, 50 min utan last). Teoretiskt innebär den uppgivna prestandan¹¹³ att mycket stora arealer skulle kunna nås från samma startpunkt.

Särskilda tillstånd krävs från Transportstyrelsen¹¹⁴ bland annat för att flyga utom synhåll och med förprogrammerade rutter. Kring flygplatser och militära anläggningar liksom vid flygning över befolkade områden är restriktionerna omfattande. Därmed utesluts vissa skogsområden från gödsling med drönare.

Trots de troliga fördelarna är det svårt att bedöma hur lång tid som krävs innan drönargödsling blir ett fullskaligt alternativ till spridning med traktor eller helikopter. En drivande aktör, Nordluft, menar att de kommer erbjuda en marknadsfärdig systemlösning inom två år. Enligt uppgift från Yara¹¹⁵ finns ytterligare ett par företag i Sverige som aspirerar att ta på sig gödslingsuppdrag med drönare. För att bli kommersiellt gångbart och attrahera ytterligare entreprenörer som är beredda att investera i teknik, kunnande och licenser behövs en relativt stor marknad.

3.4 Manuell spridning

Engagerade enskilda skogsägare som inte bryr sig om egen arbetskostnad kan naturligtvis sprida gödsel till fots. Exempelvis genom att distribuera ut små depåer

¹¹¹ www.nordluftautomation.com 2025-03-30

¹¹² <https://www.sodra.com/sv/se/om-sodra/pressrum/pressmeddelanden/nordluft-tar-in-nytt-riskkapital-fran-sodra-adla-och-eit-innoenergy-for-precisionsspridning-inom-skogsbruk/> 2025-03-30

¹¹³ www.nordluftautomation.com 2025-03-30

¹¹⁴ <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/> 2025-03-30

¹¹⁵ Christian Jenssen, kontaktperson gödslings- och utvecklingsfrågor, Yara

med snöskoter eller terränghjuling och sedan gödsla för hand från en burens såskäppa. Manuell gödsling medger god kontroll på dosering och spridning vilket är en fördel på små och/eller oregelbundna gödslingsobjekt. Spridningen kan anpassas till enskilda trädindivider och uppfylla lokala hänsynskrav med högsta precision. Dock krävs en betydande arbetsinsats och arealerna som gödslas på detta sätt bedöms förbli mycket små.

4 Arealer för skogsgödsling

4.1 Vilka egenskaper har lämpliga gödslingsarealer?

För att gödsling med kväve ska ge effekt på stamtillväxten behöver den utföras på marker där kväve är det tillväxtbegränsande näringsämnet: fastmarker (mineraljordar) som inte har för hög kvävetillgång. Marker med hög kvävetillgång kan till exempel vara tidigare jordbruksmark, områden som har mottagit hög kvävedeposition, eller delar av landskapet som naturligt har hög kvävetillgång (till exempel bördiga utströmningsområden i nedre delen av sluttningar). För att gödslingen ska ge avsedd effekt krävs också att skogen utgörs av rätt trädslag (barrträd), av rätt ålder (för konventionell kvävegödsling, gallringsskog eller äldre) och att bördigheten inte är för låg, samt att skogstillståndet är gott.¹¹⁶

Generellt finns en relativt stor spridning i gödslingsrespons även på marker som har bedömts vara lämpliga för gödsling. På senare år har flera resultat från gödslingsförsök publicerats där gödslingsresponsen varit starkt beroende av tillgången på vatten. En förklaring till variationen i respons kan därför vara vattentillgång.¹¹⁷ I ett förändrat klimat förväntas frekvensen av torka öka. Detta kan göra att gödslingsresponsen blir mer osäker och att vissa arealer som hittills bedömts som lämpliga för gödsling bör undvikas.

Utgångspunkter som anges i uppdraget är att gödslingen ska vara hållbar, att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas och att de jämställda skogspolitiska målen ska gälla. Utifrån detta behöver arealer för skogsgödsling avgränsas så att de är ekonomiskt lönsamma och att skador på biologisk mångfald, vattenkvalitet, kulturarv, sociala värden, renskötsel, vilt med mera blir begränsade.

4.2 Metod för att avgränsa gödslingsbar areal

Den gödslingsbara arealens omfattning påverkas av flera faktorer som kan vara av miljömässig, teknisk eller ekonomisk art. Miljömässiga faktorer ges bland annat av Skogsstyrelsens nuvarande föreskrifter till 30§ SvL (SKSFS 2011:7) där den hänsyn som ska tas till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen vid gödsling är reglerad. Dessa föreskrifter förtydligas genom allmänna råd med mer detaljerade beskrivningar av den hänsyn som bör tas vid gödsling så att skador förhindras eller begränsas. Befintliga föreskrifter och allmänna råd hanterar miljömässiga och produktionsmässiga aspekter som behöver beaktas när den gödslingsbara arealen ska avgränsas. Därutöver har Skogsstyrelsen meddelat rekommendationer¹¹⁸ som komplement till de allmänna råden.

Rekommendationerna kompletterar de allmänna råden med krav på hänsyn som bör tas till friluftslivet och skogars sociala värden. Rekommendationerna innehåller också kriterier för gödslingsvärda bestånd.

¹¹⁶ Skogsstyrelsen. 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Skogsstyrelsen meddelande 2-2007.

¹¹⁷ Lim H m fl 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal *Pinus sylvestris* to nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management* 348:31-45.

¹¹⁸ Skogsstyrelsen. 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Meddelande 2-2007.

För att avgränsa den gödslingsbara arealen har Skogsstyrelsen i ett första steg valt att analysera hur stor areal som är gödslingsbar i nuläget inom ramen för de begränsningar som ges av de allmänna råden och rekommendationerna. Gödsling avser i analysen konventionell användning av kvävegödselmedel. I och med de högsta givor av kväve som rekommenderas i olika delar av landet, med som mest 450 kg kväve per hektar under en skogsgeneration i norra Sverige, är det endast konventionell kvävegödsling som innefattas. BAG eller ungskogsgödsling innebär större givor och bedrivs idag endast som försöksverksamhet.

Den gödslingsbara arealen med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer har beräknats genom att provytor som i Riksskogstaxeringen uppfyller vissa kriterier helt eller delvis exkluderats och genom generella procentavdrag. Denna beräkning utmynnar i hur stor den *nuvarande gödslingsbara arealen* är. Uppskattningen av den nuvarande gödslingsbara arealen kompletteras därefter med ytterligare information som är nödvändig för att i ett andra steg analysera och bedöma omfattningen av *den långsiktigt gödslingsbara arealen* samt hur mycket av denna som *långsiktigt årligen kan gödslas* inom ramen för de allmänna råden och rekommendationerna. I bilaga 1 beskrivs den metod och de förutsättningar som använts för att beräkna den gödslingsbara arealen med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer. Beräkningen har även kompletterats med ett antal olika känslighetsberäkningar.

Beräkningen av gödslingsbar areal enligt allmänna råd och rekommendationer ligger till grund för Skogsstyrelsens bedömning av den areal som bör gödslas, se avsnitt 6.1

4.3 Gödslingsbar areal med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer

Den långsiktigt gödslingsbara arealen beräknas uppgå till totalt cirka 3,1 miljoner hektar, varav 2,2 miljoner består av väsluten gallringsskog eller slutavverkningsskog som är gödslingsbar i nuläget och 0,9 miljoner hektar som på sikt antas uppfylla kraven för gödslingsbara bestånd. Cirka 45 procent av den långsiktigt gödslingsbara arealen återfinns hos enskilda skogsägare och 55 procent hos övriga (tabell 4.1). Knappt 60 procent av den beräknade arealen återfinns inom det nordligaste gödslingsområdet (område 4) enligt de allmänna råden (se bilaga 1 för indelning i gödslingsområden).

Tabell 4.1. Areal skogsmark som beräknas vara långsiktigt gödslingsbar med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer, fördelad på ägarkategorier och gödslingsområde 1–4 enligt Skogsstyrelsens allmänna råd, 1000 hektar.

Ägarkategori	Område 1	Område 2	Område 3	Område 4	Totalt
Enskilda	0	57	451	871	1 379
Övriga	0	10	446	1 222	1 678
Totalt	0	68	896	2 093	3 057

Den areal som årligen långsiktigt kan gödslas påverkas av de allmänna råden om hur mycket kväve som får tillföras under en skogsgeneration inom olika gödslingsområden. Beräkningen utgår från att gödsling genomförs en gång under en skogsgeneration inom område 2, två gånger i område 3 och tre gånger inom område 4. Skogsgenerationens längd antas uppgå till genomsnittlig omloppstid inom olika landsdelar enligt Riksskogstaxeringens senaste statistik.

Givet den metod och de förutsättningar som framgår av bilaga 1 beräknas den areal som långsiktigt årligen kan gödslas till 78 000 hektar. Årligen beräknas 34 000 hektar kunna gödslas inom det enskilda skogsbruket och 43 000 hektar bland övriga ägarkategorier (tabell 4.2)

Tabell 4.2. Areal skogsmark som beräknas vara årligt långsiktigt gödslingsbar med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer, fördelad på ägarkategori och gödslingsområde 1-4 enligt Skogsstyrelsens allmänna råd, 1000 hektar.

Ägarkategori	Område 1	Område 2	Område 3	Område 4	Totalt
Enskilda	0	1	10	24	34
Övriga	0	0	10	34	43
Totalt	0	1	19	58	78

Resultaten som framgår av tabell 4.2 baseras på olika förutsättningar och antaganden. Vissa av dessa är mer osäkra än andra. Det finns också vissa förutsättningar i analyserna där vi bedömt att det finns behov av känslighetsanalyser. Ett antal olika känslighetsberäkningar har därför genomförts. Förutsättningar för dessa finns beskrivna i bilaga 1. Känslighetsanalyser har gjorts av kortare omloppstid i jämförelse mot dagens, max två gödslingstillfällen per skogsgeneration i stället för tre, lägre respektive högre krav på slutenhet, en barrträdsandel om minst 70 procent i stället för 80 procent och mer frekvent förekomst av hänsynskrävande biotoper som kräver skyddszon om 25 meter. Utfallen enligt grundberäkningen och känslighetsberäkningarna framgår av tabell 4.3.

Tabell 4.3. Areal skogsmark som beräknas vara årligt långsiktigt gödslingsbar enligt grundberäkning och olika känslighetsberäkningar fördelat på gödslingsområde 1-4 enligt Skogsstyrelsens allmänna råd, 1000 hektar.

	Område				
	1	2	3	4	Totalt
Grundberäkning	0	1	19	58	78
Känslighetsberäkningar					
Kortare omloppstid	0	1	23	60	84
Max 2 gödslingstillfällen per skogsgeneration	0	1	19	38	58
Minst en slutenhet om 0,6 i stället för 0,7	0	1	36	83	120
Minst en slutenhet om 0,8 i stället för 0,7	0	0	10	34	45
Minst 70 % barrträd i stället för 80%	0	1	21	62	84
Mer frekvent förekomst av hänsynskrävande biotop	0	1	18	54	73

En kortare genomsnittlig omloppstid¹¹⁹ så som den simulerats kunna utvecklas under de kommande 50 åren enligt den senaste skogliga konsekvensanalysen¹²⁰ (SKA22) innebär att den årliga gödslingsbara arealen blir cirka 6 000 hektar högre än i grundberäkningen.

Ett antagande om maximalt två gödslingstillfällen per skogsgeneration påverkar den årliga arealen i gödslingsområde 4. För landet som helhet innebär detta att den årliga arealen minskar med 19 000 hektar.

I grundberäkningen har en slutenhet om minst 0,7 antagits som kriterium för välsluten skog. Slutenheten har tämligen stor påverkan på den årliga arealen. Om slutenheten sänks till 0,6 ökar den årliga arealen med 42 000 hektar. Om den istället höjs till minst 0,8 minskar den årliga arealen med 33 000 hektar.

Enligt Skogsstyrelsens rekommendationer för gödslingsvärda bestånd ska andelen barrträd uppgå till minst 80 procent. Att sänka detta krav till 70 procent gör att den årliga arealen ökar med 6 000 hektar.

¹¹⁹ 4-16 år kortare än nuvarande beroende på landsdel.

¹²⁰ Skogsstyrelsen. 2022. Skogliga konsekvensanalys 2022 – material och metod. Tekniskt underlag. Rapport 2022/08.

Av rekommendationerna framgår att en skyddszon om 25 meter ska lämnas mot hänsynskrävande biotoper. Kunskap finns om den areella omfattningen av hänsynskrävande biotoper som lämnas som hänsyn vid avverkning. Detsamma gäller frivilliga avsättningar som helt eller delvis omfattar hänsynskrävande biotoper. Osäkerheter finns däremot om biotopernas rumsliga förekomst och utbredning som skapar osäkerhet om vilken effekt en 25 meter skyddszon mot dessa har för inverkan på den gödslingsbara arealen. I grundberäkningen har det antagits att 20 procent av den areal som återfinns inom ett avstånd om 25 meter från annat bestånd utgörs av zon mot hänsynskrävande biotop. I de 20 procenten ingår också den zon om 10 meter som ska lämnas mot annans mark. Om antagagandet om 20 procent ändras till 40 % minskar den årliga arealen med 5 000 hektar.

Den årliga areal som beräknats vara gödslingsbar på lång sikt med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer kan sättas i relation till den genomsnittliga årliga areal som gödslats historiskt. Under perioden 1993-2023 har i genomsnitt 32 000 hektar årligen gödslats (tabell 4.4). Det ska noteras att den beräknade arealen avser den areal som faktiskt gödslas inom ett bestånd. De statistiska uppgifterna över den historiska gödslingen kan antas innefatta vissa arealer inom ett bestånd, till exempel hänsynsytor, som inte gödslats. Den faktiska historiska gödslingen kan därför antas vara något överskattad när denna jämförelse görs.

Tabell 4.4 Genomsnittligt gödslad areal per år under tre tidsperioder, hektar.

	1993-2023	2003-2023	2013-2023
Årlig faktisk gödsling, ha	32 000	36 000	28 000

4.4 Andra regleringar och processer som kan påverka den gödslingsbara arealen

Den gödslingsbara arealen påverkas inte enbart av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer. Även andra regelverk, mål och processer påverkar eller kan komma påverka omfattningen av gödslingsbar areal. Detta gäller exempelvis bestämmelser om artskydd och miljö kvalitetsnormer, miljömål och pågående EU-processer.

Artskydd

Bestämmelser om fridlysta arter finns i artskyddsförordningen (2007:845) och dessa grundar sig på både internationella och svenska regelverk. Skyddet innebär att det är förbjudet att på olika sätt skada eller störa dessa arter. Alla vilda fåglar omfattas av skyddet, men när det gäller skogsbruk ingår inte åtgärder som bedöms sakna betydelse för att upprätthålla en tillfredsställande nivå för fågelns population. Fridlysta djurarter som är listade i EU-regelverk har ett strikt skydd, medan de växtarter som är listade i motsvarande regelverk ska upprätthållas i livskraftiga populationer. För fridlysta arter enligt det svenska regelverket är åtgärder förbjudna som kan påverka den aktuella artens bevarandestatus negativt.

Vid skogsbruksåtgärder innebär artskyddet att åtgärder ska anpassas så att det inte uppstår en förbjuden påverkan på de fridlysta arterna. Skogsstyrelsen handlägger

artskyddsärenden inom ramen för 12 kap. 6 § miljöbalken. Det kan finnas tidigare fynd av arter på en trakt som gör att en åtgärd är förbjuden eller behöver anpassas efter detta. Som verksamhetsutövare har man också ett ansvar att ha tillräcklig kunskap om vilka arter som förekommer på den trakt där en skogsbruksåtgärd är planerad.

Gödsling innebär en påverkan, dels i samband med själva åtgärden, dels på naturmiljön (till exempel markvegetation och marksvampar). Artskyddet är därför en faktor som kan begränsa arealen som kan gödslas. En bedömning behöver göras i varje enskilt fall utifrån de arter som förekommer eller kan förväntas förekomma.

Miljökvalitetsnormer för vatten

Vattendirektivet (2000/60/EG) är grunden för EU:s gemensamma arbete med vattenfrågor. Syftet med reglerna är att förbättra och skydda vatten. Sverige har fem vattenmyndigheter som ansvarar för vattenförvaltning i olika distrikt.

Miljökvalitetsnormer är styrinstrument som beslutas av vattenmyndigheterna. Normerna anger vilken kvalitet (status) ett vatten ska ha vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vatten ska uppnå god kvalitet. Det finns också ett försämringsförbud som innebär att statusen inte får försämras.

Genom åtgärdsprogram som beslutas av vattenmyndigheterna i cykler om sex år, anges åtgärder som myndigheter och kommuner behöver vidta för att normerna ska nås. För Skogsstyrelsen handlar åtgärderna bland annat om tillsyn och rådgivning.

Gödsling påverkar vatten, och berörs därför av regelverket. På senare år finns flera exempel kopplade till skogsbruksåtgärder där domstolar i enskilda ärenden hänvisat direkt till miljökvalitetsnormerna för vatten.¹²¹

Miljömål

Riksdagen har beslutat om 16 miljökvalitetsmål och ett generationsmål för miljöarbetet i Sverige. Miljömålen utgör det nationella genomförandet av den miljömässiga dimensionen av de globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030.

Gödsling påverkar ett antal av miljömålen, mest uppenbart: ”Ingen övergödning”, ”Bara naturlig försurning”, ”Levande sjöar och vattendrag”, ”Levande skogar”, ”Ett rikt växt och djurliv”, ”Myllrande våtmarker” och ”Begränsad klimatpåverkan”.

EU:s markdirektiv

I juli 2023 presenterade EU-kommissionen ett första förslag till nytt direktiv om övervakning av markhälsa och resiliens inom EU. Förslaget grundar sig på markstrategin för 2030 och syftar till att uppnå god markhälsa i hela EU till år 2050. Förslaget gäller för all mark och alla markanvändningar inom unionen.

¹²¹ Umeå tingsrätt, mål M 36-18-23, 2024.

I förslaget ingår bland annat ett system med markdistrikt och att etablera ett övervakningssystem för markhälsa. Genom miljöövervakning ska man regelbundet mäta och följa upp tillståndet.

I förslaget ingår även att definiera metoder för ett hållbart brukande och gradvis implementera dessa metoder på all brukad mark.

Under processen med att ta fram direktivet har flera olika förslag lagts och trepartsförhandlingar pågår mellan Kommissionen, Europeiska unionens råd (Ministerrådet) och Europaparlamentet. Det är i dagsläget inte helt klart hur ett slutligt direktiv kommer att se ut, och i vilken mån det kommer att påverka möjligheten till skogsgödsling.

Klimatanpassning

Klimatanpassning av skogsbruket innebär att brukandet behöver anpassas så att skogen ger en fortsatt god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden bibehålls och hänsyn tas till andra allmänna intressen. I skogsbrukets klimatanpassning ingår bland annat att skogen ska vara ståndortsanpassad och stormsäker och ha en hög grad av variation. Variation innebär bland annat att sprida riskerna på flera trädslag och storleksklasser av träd. Gödsling leder till skogar med högre virkesförråd och risk för stormfällning och torkstress. Behovet av klimatanpassning kan därför göra att vissa arealer behöver undantas från gödsling. Det kan också komma att förändras över tid vilka arealer som är lämpliga att gödsla. De allmänna råden till skogsvårdslagen hanterar inte framtida klimatrisker, det vill säga sådana risker har inte tagits hänsyn till i den analys av lämpliga gödslingsarealer som vi gjort.

I klimatscenarier fram till år 2100 beräknas risken för sommartorka öka i större delen av Sverige och risken för torka under våren beräknas öka i nästan hela Götaland och Svealand och längs södra Norrlandskusten. Under hösten beräknas risken för torka öka i östra Götaland. Vindklimatet påverkas sannolikt relativt lite men risken för stormskador ökar ändå på grund av att tjälen minskar.¹²²

Att arbeta med klimatanpassning är en gemensam fråga för skogsbruket, men Skogsstyrelsen som myndighet är skyldiga att ha en handlingsplan för klimatanpassning som regelbundet uppdateras.

Anpassning till renskötsel

I praktiken kan det vara svårt att fastställa ändamålsenlig hänsyn till renskötsel för hela renskötselområdet. Vilka anpassningar som värderas högst skiljer mellan olika samebyar på grund av lokala förutsättningar och hur renskötseln bedrivs. Befintlig lagstiftning kräver inte fullt ut att skogsbruket skall samråda om åtgärder som kan få avgörande negativ påverkan på renskötselns mest begränsande resurs (vinterbetesmarkerna) eftersom dessa i huvudsak ligger utanför renskötselns året-runt-marker.

Det har varit ett återkommande problem att tillämpa 31 § Skogsvårdslagen som säger att ... ”Vid planläggning och genomförande av åtgärderna ska eftersträvas

¹²² Skogsstyrelsen 2019. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen rapport 2019/23.

att berörd sameby har årlig tillgång till sammanhängande betesområden och till vegetation som behövs inom områden för samling, flyttning och rastning av renarna i landskapet” eftersom entydig definition av sammanhängande betesområden saknas. Juridisk expertis¹²³ kring samerättsliga frågor framhåller att Skogsstyrelsen gör fel om hänsynsbestämmelsen inte tolkas ”fördragskonformt”; i enlighet med Sveriges internationella åtaganden och renskötselrätten.

Med stöd av Policy skogsbruk – renskötsel¹²⁴ pågår utveckling av Skogsstyrelsens arbetssätt inklusive rådgivningssatsningar och återupptaget arbete med branschgemensamma målbilder för renskötselanpassning¹²⁵. Pågående rättsutveckling och utökad rådgivningsverksamhet kan påverka vilka arealer som undantas från gödsling.

4.5 Markägares mål och drivkrafter påverkar den realiserbara arealen

I vilken mån den areal som är gödslingsbar enligt Skogsstyrelsen allmänna råd och andra regleringar är realiserbar påverkas bland annat av skogsägarnas mål och drivkrafter. Markägare har ofta flera olika mål och drivkrafter för att äga och förvalta skog. Skogspolitiken utgår från principen om frihet under ansvar vilket innebär att man som markägare har stor frihet i hur man vill bruka sin skog, men också ett ansvar för att detta görs i enlighet med skogspolitikens intentioner. I praktiken är markägares intresse och attityder avgörande för möjligheterna att öka skogsgödslingen.

Storskogsbruket har alltid stått för i princip all genomförd skogsgödsling i landet. Under de senaste 15 åren har den totala gödslade arealen varierat mellan som lägst 10 000 hektar år 2022 och som högst 80 000 hektar år 2010. Av denna areal har de privata markägarna gödslat i storleksordningen 1000-3000 hektar per år.

En enkätstudie vid SLU 2015¹²⁶ visade att mindre privata skogsägare (<101 hektar) var mindre benägna att gödsla sin skog än större privata skogsägare (≥200 hektar). Att intresset för gödsling skiljer sig åt mellan de ägare som kan klassas in i gruppen småskogsägare respektive storskogsägare förklarades med att de stora skogsägarna har tillräckligt stor och sammanhängande areal för att gödslingsutförandet ska vara lönsamt, medan en mindre skogsägare blir mer beroende av att samordna åtgärden med sina grannar. De skäl som lyftes fram som orsak till att inte gödsla var låg kunskapsnivå samt de befarade negativa miljökonsekvenserna. Skogforsk lyfter också de fram dessa orsaker som hinder för ökad gödsling.¹²⁷ Även den enkät som gjorts inom ramen för detta uppdrag visar på tydliga skillnader mellan storskogsbruket och privatskogsbruket (se vidare kapitel 5 samt bilaga 2).

¹²³ Personlig kommunikation Marie B Hagsgård (Sanningskommissionen för det samiska folket) och Malin Brännström (Silvermuséet).

¹²⁴ Skogsstyrelsen 2022. Policy skogsbruk – renskötsel.

¹²⁵ Pågår i Centrala Samrådsgruppen skogsbruk-rennärning (CSG)

¹²⁶ Gårdman M N 2014. Enskilda privata skogsägars inställning till gödsling i Västerbottens län. Examensarbete, SLU, rapport 2014:26.

¹²⁷ [Skogsgödsling ger klimatvinst och ökad lönsamhet - Skogforsk](#), 2025-03-20

4.6 Praktiska faktorer påverkar den realiserbara arealen

Den analys av arealer vi gjort med hjälp av Riksskogstaxeringen med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd, tar inte hänsyn till hur olika möjliga gödslingsobjekt fördelar sig i landskapet. Landskapets heterogenitet och fragmenteringseffekter gör i praktiken att vissa gödslingsobjekt kommer att vara små och ligga insprängda mellan andra landskapselement.

Det finns exempelvis objekt som ligger insprängda mellan större utströmningsområden för vatten, eller mellan marker som har stor betydelse för renskötseln. Formen hos möjliga gödslingsobjekt har också betydelse. Beroende på spridningsmetod och precisionen i denna blir vissa objekt i praktiken svåra att gödsla.

Det har inte funnits utrymme inom ramen för det här uppdraget för att göra mer detaljerade GIS-analyser, för att på så vis skatta möjliga arealer. Med tanke på de praktiska begränsningarna bedömer vi dock att den praktiskt realiserbara arealen kommer att vara lägre än den areal vi skattat med hjälp av Riksskogstaxeringen.

Storleken på gödslingsobjekten har även en koppling till lönsamheten för gödslingen. För mindre markägare innebär detta att man behöver samordna sig med andra i samma område för att gödsla ska bli ekonomiskt intressant.

4.7 Gödsla i ett långsiktigt hållbart skogsbruk

Den analys av arealer som vi gjort här tar sin utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd, där olika maximala givor av kväve anges för olika delar av landet, med som mest 450 kg kväve under en skogsgeneration i norra Sverige. När vi räknat fram årliga arealer, har vi gjort detta på så sätt att dessa ska vara möjliga att långsiktigt bedriva gödsla på, det vill säga vi har utgått från den totala arealen som är lämplig att gödsla och fördelat den på årliga arealer.

Skogsgödsla med kväve innebär, som det fungerar idag, att merparten av gödselgivan tillförs skogsmarken och fastläggs där. Det betyder att för varje gödsla som genomförs kommer markens förråd av kväve att öka. Hur stor effekt detta får på marksystemet är till stor del avhängigt det initiala kväveförrådet i marken och vilken giva av gödsla som tillförs.

5 Styrmedel

5.1 Övergripande om styrmedel

Styrmedel utgör verktyg för att ge incitament till olika aktörer att ändra sitt agerande i en viss riktning. Funktionen för ett styrmedel är att få utpekade aktörer att agera på ett sätt som de annars inte skulle ha gjort. Det förändrade agerandet ger effekter som gör att samhället rör sig i en riktning som bidrar till att de politiska målen uppnås.

Staten kan införa olika typer av styrmedel. Styrmedel kan vara administrativa, ekonomiska eller informativa, där administrativa styrmedel i princip motsvarar rättsregler. Rättsregler handlar om bestämmelser som förbjuder eller ålägger aktörer att handla på ett visst sätt. Ekonomiska styrmedel påverkar aktörers beteende i en för samhället önskvärd riktning genom att tillföra eller beröva aktörerna materiella resurser, till exempel via subventioner eller skatter. Informativa styrmedel påverkar aktörers beteende genom kunskapsöverföring och/eller attitydpåverkan, till exempel via rådgivning eller utbildning. Det finns också andra insatser och åtgärder som kan ses som styrmedel såsom forskning och innovation. Genom att stödja forskning inom vissa områden eller underlätta för marknadsintroduktion av nya idéer och produkter kan staten avhjälpa brister kopplade till kunskapsluckor och innovationsförmåga.

En huvudregel vid val mellan olika styrmedel är att styrmedlet i största möjliga utsträckning ska riktas direkt mot det problem som ska lösas: styrmedlet ska vara träffsäkert. För detta är det avgörande att ett arbete med utformning av styrmedel föregåtts av en process där mål tydliggjorts och fastställts. Det är också nödvändigt med en analys av orsakerna till att målet inte är uppfyllt då det är dessa orsaker som ska sättas i fokus vid val av lämpligt styrmedel. Orsaken kan exempelvis ha sin grund i så kallade marknadsmisslyckanden där de befintliga marknadskrafterna inte förmår att beakta icke prissatta samhällsnyttor eller samhällskostnader på ett för samhället önskvärt sätt. Det kan också handla om att aktörerna saknar kunskap eller insikt för att agera på ett sätt som bidrar till politiska mål. Olika problem kräver olika styrmedel.

Vid val och utformning av styrmedel betonas ofta styrmedlets kostnadseffektivitet. Kostnadseffektivitet innebär att ett mål ska nås till lägsta möjliga kostnad eller, vid en given kostnad ska största möjliga nytta nås. I många fall krävs att flera styrmedel kombineras för att nå framgång och hög kostnadseffektivitet. Samtidigt som ett styrmedel kan styra effektivt mot måluppfyllelse ensamt eller i kombination med andra kan styrmedlet innebära både negativa och positiva effekter på andra politiska mål. Vid val av styrmedel kan det därför finnas behov av att belysa såväl direkta som indirekta effekter som kan förväntas av styrmedlet.

5.2 Skogspolitik och styrmedel

Dagens skogspolitik vilar på det skogspolitiska riksdagsbeslutet från 1993¹²⁸. De stora förändringarna från tidigare skogspolitiska beslut var att det skogspolitiska miljömålet och produktionsmålet jämfördes och att avregleringar gjordes i skogspolitiken. Det skogspolitiska beslutet från 1993 och den politik som är knuten till beslutet är i allt väsentligt det som fortfarande gäller i dag.

För att möjliggöra att de skogspolitiska målen uppnås har politiken också lagt fast skogspolitiska medel. Dessa är av rättslig, ekonomisk och informativ art. Utgångspunkten är att målen ska nås genom en samverkan mellan olika skogspolitiska medel. Genom 1993 års skogspolitiska beslut ändrades avvägningen mellan medlen. Avregleringar gjordes i skogsvårdslagen samtidigt som rådgivning och information fick större betydelse som styrmedel. Det statliga ekonomiska stödet till skogsbruket reducerades till att i huvudsak omfatta åtgärder för miljön. Förändringarna var en följd av den nya skogspolitikens inriktning där skogsägare och skogsbruket gavs ökad frihet under eget ansvar att bidra till målen för skogspolitiken. Styrmedel kopplat till skogsbrukets produktionsmål har främst handlat om rådgivning, inklusive information, utbildning och inventeringar. Ekonomiska stöd som kan kopplas till det skogspolitiska produktionsmålet har inte förekommit annat än i undantagsfall. När sådana använts har dessa varit begränsade i tid och omfattning till större naturkatastrofer (stöd efter storm och brand) och för att hantera vissa konkurrensfrågor (nedsättning av skatt på diesel). Därutöver har virkesproduktionen främjats indirekt genom styrmedel inom till skogspolitiken angränsande politikområden, främst inom energi- och miljöpolitiken, som inneburit en ökad efterfrågan på skogsråvara för energiändamål.

5.3 Befintliga styrmedel för skogsgödsling

Sverige

De typer av styrmedel för skogsgödsling som staten i Sverige förfogar över via Skogsstyrelsen är idag framför allt administrativa styrmedel, samt informativa styrmedel i form av kunskap information och rådgivning. Administrativa styrmedel innebär lagstiftning, förordningar, föreskrifter och allmänna råd.

Skogsstyrelsen hanterar idag gödslingsärenden genom samråd enligt 12 kap 6 § miljöbalken. Syftet är framför allt att genom tillsyn verka för att åtgärden inte ska påverka naturmiljön negativt. Samråd kan resultera i beslut som begränsar eller förbjuder åtgärden, men kan också avslutas med att Skogsstyrelsen inte har några synpunkter. Till skogsvårdslagen finns föreskrifter och allmänna råd som är normerande för hur gödslingen utförs. I de allmänna råden anges bland annat begränsningar av den totala givan av gödselmedel som bör tillföras under en skogsgeneration i olika delar av landet, samt marktyper (till exempel lavmarker och torvmarker) och hänsynsföreteelser (till exempel hänsynskrävande biotoper) som bör undantas från gödsling.

När det gäller informativa styrmedel så ges idag allmän information om gödsling via till exempel Skogsstyrelsens hemsida och i olika rapporter (till exempel

¹²⁸ Prop. 1992/93:226, bet. 1992/93:JoU15, rskr. 1992/93:352, om en ny skogspolitik.

Skogsskötselserien och andra rapporter från Skogsstyrelsen). Riktade satsningar på information om skogsgödsling har åtminstone inte genomförts av Skogsstyrelsen under de senaste 10-15 åren. Den rådgivning kopplat till ökad hållbar tillväxt som genomförts under de senaste åren har mer varit fokuserad på andra skogsskötselåtgärder, som bedömts kunna ge större påverkan på tillväxten.

Förutom detta, finns styrmedel i form av forskning, utveckling och demonstration, som främst universitet och högskolor (via bland annat forskningsråden), men även forskningsinstitutet Skogforsk, förfogar över.

Norge och Finland

I både Norge och Finland finns styrmedel i form av lagstiftning samt rådgivning. Dessutom finns ekonomiska styrmedel för gödsling i form av bidrag/stöd för utförd åtgärd.

I Finland kan skogsägare söka ekonomiskt stöd för vitaliseringsgödsling vid gödsling av torvmarksskog med askgödsel, eller borgödsling av skog som lider brist på bor.

I Norge finns ett system för statlig subventionering av skogsgödsling, vilket startade 2016. Subventioneringen ska ses om ett klimatinitiativ och tillkom för att öka tillväxten och därmed upptagningen av koldioxid.

5.4 Övergripande mål för styrmedel för skogsgödsling

Vår tolkning är att det övergripande målet för uppdraget är att uppnå en ökad långsiktig tillgång på biomassa. Fokus ligger i första hand på att öka tillväxten av trädbiomassa vilket i förlängningen också kan bidra till ökad kolsänka i skog. Detta innebär att uppdragets främsta mål är en ökad bruttotillväxt som är additionell.

En högre tillväxt kan användas på olika sätt. Den kan avverkas och användas som råvara, eller bidra till ett ökat kollager i skogen. Det är Skogsstyrelsens bedömning att styrmedlet bör ha sitt fokus på ett mål om ökad additionell tillväxt utan att vara explicit styrande vad gäller hur tillväxten ska användas. Denna inriktning kommer också till uttryck i produktionsmålet från 1993 års skogspolitiska beslut¹²⁹ där det anges att produktionen ska ge handlingsfrihet i fråga om vad skogen producerar. Inriktningen överensstämmer också med det nationella mål som Skogsstyrelsen föreslagit för ökad hållbar tillväxt¹³⁰.

De styrmedel som kan vara aktuella behöver på ett tydligt sätt styra mot det övergripande målet. I och med att uppdraget har ett brett fokus på ökad tillväxt på längre sikt (mer än 10-15 år), behöver de styrmedel som föreslås vara inriktade på detta.

¹²⁹ Prop. 1992/93:226, bet. 1992/93:JoU15, rskr. 1992/93:352, om en ny skogspolitik.

¹³⁰ Skogsstyrelsen. 2023. Förslag till nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen, Regeringsuppdrag. Rapport 2023/21.

I jämförelse med andra åtgärder för ökad tillväxt (till exempel förädlade plantor) ger gödsling en tillväxtökning som uppstår snabbare (inom 10 år). Detta behöver tas i beaktande vid val av styrmedel. Det finns valmöjligheter för när i tiden gödsling kan utföras och detta påverkar framtida möjligheter att gödsla. En omfattande gödsling av gödslingsvärda bestånd i närtid innebär att det efter 10 år kan saknas gödslingsvärda bestånd som kan gödslas för att upprätthålla den ökade tillväxten. Skogsstyrelsen gör bedömningen att ett styrmedel för gödsling bör ta sikte på en uthållig årlig gödsling över en längre tidsperiod. Denna inriktning kan också jämföras med det skogspolitiska produktionsmålet om att skogen ska ge en uthålligt god avkastning.

Centralt i uppdraget är också att gödslingen ska vara hållbar, att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas och att de jämställda skogspolitiska målen ska gälla. Därmed bör det vara en fördel med sådana styrmedel som kan bidra till ökad gödsling men samtidigt bidra till en god miljöanpassning och att gödslingen genomförs på ett sådant sätt att skadorna blir begränsade.

5.5 Flera åtgärder kan bidra till ökad tillväxt i skogen

För att uppnå uppdragets övergripande mål om en ökad långsiktig tillgång på biomassa behövs antagligen flera olika åtgärder. En kombination av skogsskötselåtgärder och åtgärder för klimatanpassning kommer sannolikt att ha stor betydelse. Gödslingens bidrag och de styrmedel som införs för detta, bör därför ses i relation till övriga åtgärder.

Skogsstyrelsen har under de senaste 6-7 åren genomfört flera uppdrag och processer som haft en inriktning mot bibehållen eller ökad tillväxt: samverkansprocess skogsproduktion¹³¹, regeringsuppdraget strategisk planering för ökad kolsänka^{132 133}, samt regeringsuppdraget ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen¹³⁴. Gemensamt för dessa är att gödsling har funnits med, men som en mindre del. En slutsats från både samverkansprocess skogsproduktion och från uppdraget ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen är att de skogsskötselåtgärder som genomförs på stora arealer är de som påverkar mest. Det handlar då framför allt om grundläggande skogsskötselåtgärder (föryngring, röjning, gallring) i kombination med åtgärder för skadebegränsning samt ökad variation och riskspridning.

Under det senaste decenniet har man observerat att tillväxten sjunkit i den svenska skogen. De analyser som gjorts visar att bruttotillväxten har sjunkit.¹³⁵ Flera forskare menar att torka sannolikt är en faktor som har betydelse.¹³⁶ I denna

¹³¹ Skogsstyrelsen rapport 2019/24.

¹³² Skogsstyrelsen 2022. Underlag för strategiskt planering för ökad kolsänka. Skogsstyrelsen rapport 2022/14.

¹³³ Skogsstyrelsen 2022. Översikt av åtgärder för ökad kolsänka i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2022/14.

¹³⁴ Skogsstyrelsen 2023. Förslag till ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen. Skogsstyrelsen rapport 2023/21.

¹³⁵ Fridman J m fl 2022. Volymtillväxten för träd i Sverige under 00-talet. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, arbetsrapport 540, 2022.

¹³⁶ Laudon H m fl 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? Forest Ecology and Management 565:122052.

situation är det sannolikt viktigt med åtgärder för klimatanpassning, för att stärka skogens motståndskraft samt undvika skador och tillväxtnedsättningar. I klimatanpassningsarbetet ingår bland annat att begränsa viltskadorna, öka andelen tall på torr mark och öka andelen blandskog, för att sprida riskerna på flera trädslag.¹³⁷

Förutsättningarna för gödsling påverkas av den skogsskötsel som bedrivs, i och med att gödslingsvärda bestånd utgörs av gallrings- eller slutavverkningsskog. Möjligheten att bedriva skogsgödsling i framtiden är därför till viss del beroende av vilken skogsskötsel som bedrivs idag.

5.6 Vilka är de viktigaste hindren för ökad gödsling?

Hur stora arealer som gödslas varierar med priset på gödselmedel och med konjunktur. Att gödsla innebär en kostnad (för spridning och inköp av gödselmedel) vilket innebär att skogsföretagens vinster avgör hur mycket som kan investeras i gödsling. Kostnaden för att gödsla måste också ställas mot priset på svenskt (köp) och utländskt virke.¹³⁸ Analyser som gjorts inom det här uppdraget har visat på en korrelation mellan årlig gödsling och svenska virkespriser från 1990 till idag. Nedgången 2022 avviker men här var det i stället kostnaderna för gödsling som fick arealerna att falla. Detta indikerar att företagsekonomiska överväganden till stor del styr hur stora arealer som gödslas.

Variationerna i virkespriser och priser på gödselmedel över tid gör det svårt att göra säkra prognoser på hur stora arealer som kommer att gödslas i framtiden, eftersom detta är beroende av omvärlden.

Gödsling har hittills nästan enbart utförts inom storskogsbruket. Gödslingen kräver samordning med skogshushållningsplaner, främst avverkningar. Ett bestånd som gödslats är därefter låst åtminstone ett tiotal år för andra åtgärder som gallring eller föryngringsavverkning. Det finns stordriftsfördelar som gör att gödsling är mindre intressant för privatskogsbruket. Exempelvis finns en variation i gödslingsrespons mellan bestånd, vilket gör att ett större antal bestånd behöver gödslas för att vara säkra på att i genomsnitt få en positiv tillväxteffekt.

Förutom konjunktur och prisnivåer finns ett antal andra faktorer som påverkar möjligheten och viljan att gödsla. Utifrån de enkätsvar som lämnats (se Bilaga 2) framstår bland annat följande faktorer som viktiga:

- Hänsyn till bland annat renskötsel, miljövärden och sociala värden
- Skogens åldersfördelning och tillgången till gödslingsvärda bestånd
- Skogsstyrelsens allmänna råd (Råden anger att kvävegödsling inte bör ske i södra Sverige och har därför tydligast påverkan där, men de hänsyn som anges innebär en begränsning även i andra delar av landet.)

¹³⁷ Skogsstyrelsen 2019. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen rapport 2019/23.

¹³⁸ Kardell Ö och Lindkvist A 2010. Skogsgödslingen i storskogsbrukets backspegel. Skogshistoriska sällskapets årsskrift 2010, 76-94.

- Allmän osäkerhet kring regelverk, kopplat till bland annat artskydd
- Risker för skador (Risker för storm- och snöskador ökar tillfälligt både efter gallring och gödsling och detta gör att man undviker gödsling alltför tätt inpå gallringar, eller i vissa bestånd som är lämpliga för gödsling men där skaderisken bedöms som stor.)

Kunskapen om regelverk, effekter och utförande av gödsling är idag betydligt bättre inom storskogsbruket än hos privata markägare. Brist på kunskap skapar en osäkerhet som kan göra att man avstår från att gödsla. Att höja kunskapen är därför sannolikt en viktig faktor om gödslingen ska kunna öka.

Nuvarande skogspolitik utgår från principen frihet under ansvar och äganderätten är en grundläggande rättighet. Det är därmed till stor del upp till den enskilde markägaren att fatta beslut om sin skog. Privata markägare har ofta flera olika mål med sitt skogsbruk, vilket kan göra att gödsling inte passar för alla.

5.7 En mix av styrmedel kan krävas för ökad gödsling

Styrmedel kan vara administrativa, ekonomiska eller informativa. Dessutom kan forskning, utveckling och innovation utgöra en form av styrmedel.

Administrativa styrmedel

De rättsregler (administrativa styrmedel) som idag huvudsakligen är normerande för skogsgödsling är Skogsstyrelsens allmänna råd om kvävegödsling. Det finns också andra regelverk som påverkar, till exempel artskyddsförordningen (2007:845) och vattendirektivet (2000/60/EG) samt miljökvalitetsnormerna för vatten (där det bland annat finns krav på att tillståndet inte får försämrats). Det finns även regler om hänsyn till rennärningen och om samråd inom renskötselns året-runt-marker för vissa skogsbruksåtgärder (Skogsvårdslagen 31 och 20 §). Den här delleveransen innehåller inte någon översyn av Skogsstyrelsens allmänna råd om kvävegödsling. Vi kommer därför inte att lämna några förslag på förändrade administrativa styrmedel i den här rapporten. I uppdraget ingår att göra en översyn av de allmänna råden, det vill säga att bedöma om det finns grund för att göra någon förändring av dessa. Resultatet av den översynen kommer att redovisas i slutleveransen från uppdraget.

Ekonomiska styrmedel

Ekonomiska styrmedel kan utformas på ett antal olika sätt. De kan innebära någon form av stöd eller subvention av kostnaden för spridning och inköp av gödselmedel. De kan också ha olika utformning för att säkerställa hög kostnadseffektivitet. De kan innebära så kallad omvänd auktion, det vill säga att staten låter verksamhetsutövare lägga bud på att utföra åtgärden gödsling, och att bidrag utgår till den som lägger det lägsta budet. Detta kan vara mer kostnadseffektivt än ett icke konkurrensutsatt stöd, eftersom stödet då utgår till de markägare som kan utföra gödsling till lägst kostnad, men det kräver också en fungerande infrastruktur för att genomföra auktioner.¹³⁹

¹³⁹ Gong m fl 2022. Styrmedel för att öka kolsänkor i skogssektorn. Naturvårdsverket rapport 7073.

Att införa ett direkt ekonomiskt stöd till gödsling med det övergripande målet att öka produktionen av biomassa är inte okomplicerat. I den skogspolitik som gällt i Sverige sedan 1993 har stöd till produktionsåtgärder endast förekommit i undantagsfall. Skogsbruket i Sverige är ekonomiskt bärkraftigt och inte beroende av produktionsstöd eller subventioner för att bedriva sin verksamhet. Att införa ett direkt ekonomiskt stöd för gödsling skulle kunna ändra den bilden.

Gödsling planeras och utförs idag av storskogsbruket där åtgärden är lönsam, utifrån företagsekonomiska överväganden. Inom privatskogsbruket har intresset för gödsling under lång tid varit lågt, sannolikt beroende på ett flertal olika faktorer (till exempel markägarnas mål med sitt skogsägande, storleken på lämpliga gödslingsobjekt, kunskap och osäkerheter). Det kan vara svårt att införa stöd som inte innebär en viss överkompensation och det finns en risk att ett direkt stöd viktas om incitamentsstrukturen mellan olika åtgärder (till exempel gödsling jämfört med användning av förädlade plantor) som har effekt på tillväxten. Dessutom finns en risk att direkta ekonomiska stöd övervältras i högre priser på gödsling och därmed kan den förväntade effekten (mer gödsling) minska. Hur stor denna effekt eventuellt blir beror på hur stor marknadsmakt gödselproducenterna har. Om ett stöd införs tillfälligt och sedan avvecklas finns också en risk att gödslingen ökar under perioden då stödet finns, men sedan minskar till lägre nivåer än innan stödet infördes. Sammantaget finns således ett antal problem med att införa ett direkt ekonomiskt stöd till gödsling, som behöver tas i beaktande.

Om ett direkt ekonomiskt stöd ska övervägas, är vår bedömning att detta i första hand bör riktas mot privatskogsbruket, och då som en tillfällig åtgärd för att kompensera för ett större behov av samordning och gemensam planering, samt den högre risk som gödsling innebär för mindre markägare. Ett sådant tidsbegränsat stöd skulle kunna komplettera andra styrmedel och bidra till att sänka trösklar. Möjligheten att införa ett sådant stöd och kostnaden för detta behöver dock även ses i relation till andra möjligheter att höja tillväxten, till exempel genom att höja kvaliteten på föryngringar. Ett villkor för att vara berättigad till stöd bör vara att tillräcklig hänsyn tas till renskötseln.

En möjlighet skulle också kunna vara att ge någon form av stöd till skogsbruksplaner som inkluderar gödsling. Formerna för detta behöver i så fall utredas så att det kan göras på ett sätt som inte snedvrider konkurrensen.

Informativa styrmedel

När det gäller informativa styrmedel är vår bedömning utifrån de enkätresultat som redovisats (se Bilaga 2), samt tidigare forskning (se avsnitt 4.5), att behovet av kunskap och information är betydligt större i privatskogsbruket än i storskogsbruket. Inom privatskogsbruket finns sannolikt behov av information om såväl gödslingens effekter, som regelverk och praktisk utförande. Enkätresultaten indikerar dock att vissa behov av kunskap och information finns även inom storskogsbruket, bland annat när det gäller gödslingens effekter och regelverket.

Utifrån detta bör informativa styrmedel i form av rådgivning dels erbjudas till skogsbruket som helhet, dels riktas specifikt mot privatskogsbruket. I och med att kunskapsbrist är en viktig faktor för denna ägargrupp, är vår bedömning att

informativa styrmedel är en förutsättning för att kunna öka gödslingen där. Ett införande av till exempel enbart ekonomiska styrmedel är sannolikt inte effektivt. Innehållet i informationen bör vara brett och innefatta effekter av gödsling, regelverk, praktiskt utförande och hänsyn till renskötseln. En satsning på att öka kunskapen behöver utvärderas genom någon form av uppföljning för att kunna utveckla rådgivningen.

Skogsstyrelsen tillhandahåller idag olika former av kartunderlag, som kan ge stöd i att hitta lämpliga objekt för gödsling. Ett exempel är markfuktighetskartan. Underlagen kan dels bidra till att öka gödslingen, dels vara ett stöd i att identifiera objekt där gödsling ger begränsad miljöpåverkan. Dessa underlag kommer sannolikt att utvecklas ytterligare över tid. Det är viktigt att underlagen ajourhålls genom till exempel laserskanning.

Forskning och utveckling

Det finns idag ett antal kunskapsluckor både när det gäller tillväxteffekter av gödsling, miljöpåverkan och effekter på kolförråd. SLU har i det regeringsuppdrag som redovisades 2023 listat områden där kunskapen behöver förbättras. Förbättrad kunskap innebär potentiellt möjligheter att kunna gödsla med bättre precision och mindre miljöpåverkan. En utveckling pågår även när det gäller spridningsmetoder. Skogsstyrelsen anser att det är angeläget med ett fortsatt arbete med kunskapsuppbyggnad, forskning och utveckling, det vill säga detta är ett styrmedel som bör ingå.

Miljömålsberedningens förslag om gödsling

Miljömålsberedningen har i februari 2025 lämnat förslag om att Skogsstyrelsen under år 2026–2030 ska betala ut stöd motsvarande 50 procent av den dokumenterade kostnaden, till markägare som gödslar skogsmark i enlighet med Skogsstyrelsens allmänna råd. Skogsstyrelsen ska enligt förslaget betala ut stöd till gödsling som maximalt omfattar 80 000 hektar per år.

Miljömålsberedningen föreslår även att Skogsstyrelsen och Havs- och vattenmyndigheten ska få i uppdrag att utvärdera effekterna på kväveläckage, biologisk mångfald och skogens tillväxt av det föreslagna stödet.

Utgångspunkten för Miljömålsberedningens förslag är hur Sverige ska leva upp till EU:s åtaganden inom biologisk mångfald och nettoupptag av växthusgaser från markanvändningssektorn (LULUCF). Förslaget om ett stöd till gödsling är därför en delmängd av ett antal förslag som framför allt syftar till att öka kolinlagringen i skog. Miljömålsberedningen har alltså ett mer tydligt fokus på kolinlagring, än i det här uppdraget. Miljömålsberedningens förslag är ute på remiss och Skogsstyrelsen kommer att lämna synpunkter på förslagen.

Kolkrediter som styrmedel

Ett ekonomiskt styrmedel för gödsling skulle potentiellt kunna kopplas till det additionella koldioxidupptag som gödslingen innebär. Det ökade upptaget av koldioxid från atmosfären kan omvandlas till kolkrediter som kan ges en efterfrågan genom ett styrmedel. Efterfrågan kan ske genom att staten köper kolkrediter från gödslingsprojekt eller att staten skapar en form ett handelssystem där en efterfrågan skapas av marknadsaktörerna.

För att ett system med kolkrediter ska kunna fungera behöver koldioxidupptaget vara mätbart och verifierbart. Detta kan möjliggöras genom certifieringslösningar. I slutet av 2024 antogs inom EU-samarbetet en förordning¹⁴⁰ om första EU-ramverk för certifiering av kolupptag, kolinlagrande markanvändning och kollagring i produkter. Syftet med förordningen är att verksamhetsutövare ska kunna visa att förordningens krav är uppfyllda genom att använda sig av kommissionen godkända certifieringssystem. Den beslutade förordningen består av övergripande bestämmelser där kommissionen getts befogenhet att fastställa kompletterande bestämmelser för olika verksamheter för kolupptag eller kolinlagrande markanvändning. Dessa tas fram med hjälp av en expertgrupp¹⁴¹. Flera kriterier behöver vara uppfyllda för att en verksamhet ska kunna certifieras och i nuläget är det oklart om skogsgödsling kommer att kunna omfattas av EU-förordningen.

Under senare år har en handfull aktörer i Sverige arbetat med att utveckla en frivilligmarknad för kolkrediter baserat på ökat kolupptag i skog. Dessa aktörer utvecklar frivilliga certifieringslösningar som innefattar metoder för att mäta och verifiera kolupptag. Kolkrediterna säljs på en frivilligmarknad där efterfrågan skapas av marknadens behov av klimatkompensation eller som underlag i marknadsföring. En utvecklad frivilligmarknad för kolkrediter som generas genom ökat kolupptag genom gödsling ökar incitamenten för ökad gödsling. En utvecklad marknad kan också komma påverka utvecklingen av robusta mätmetoder för att säkerställa det additionella kolupptaget.

Förutsättningarna för ett ekonomiskt styrmedel för kolkrediter från gödsling behöver utvecklas innan ett sådant styrmedel skulle kunna införas. Förutsättningarna skulle kunna ta sin grund i frivilligmarknadens lösningar och system men systemen behöver också möta styrmedlets krav på verifiering och kontroll. Sådana krav behöver utredas vidare. I nuläget har vi därför svårt att föreslå styrmedel som kopplar till kolkrediter. Om en utveckling sker av förutsättningarna, antingen inom ramen för EU-samarbetet, genom nationella statliga initiativ eller genom frivilliga marknadslösningar bedöms kolkrediter på sikt kunna utgöra ett instrument som kan öka incitamenten för gödsling.

EU:s statsstödsregler

EU:s statsstödsregler begränsar medlemsstaternas möjligheter att gynna sina egna företag och innebär ramar för hur ersättningen kan utformas. Utan dessa regler skulle en rättvis och jämlik konkurrens på den inre marknaden inte vara möjlig.

Statsstöd är när det offentliga stödjer en ekonomisk verksamhet med offentliga medel och detta resulterar i att mottagaren får en fördel gentemot andra aktörer på marknaden genom att stödet gynnar en viss verksamhet eller produktion. Begreppet statsstöd finns reglerat i artikel 107.1 i EUF-fördraget och har

¹⁴⁰ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2024/3012 av den 27 november 2024 om inrättande av en unionsram för certifiering av permanenta kolupptag, kolinlagrande markanvändning och kollagring i produkter

¹⁴¹ Expert Group on Carbon Removals <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=en&groupID=3861>, 2025-03-30

utvecklats genom EU-domstolens rättspraxis. Artikel 1 innehåller ett antal rättsliga kriterier som alla ska vara uppfyllda för att ett stöd ska klassas som statsstöd.

Grundregeln är att alla stöd som klassas som statsstöd ska godkännas i förväg av EU-kommissionen. Stöd som inte omfattas av något undantag eller godkänts av Kommissionen är inte tillåtna. Även stöd som omfattas av undantag ska i många fall anmälas till Kommissionen och godkännas i förväg. Undantag finns bland annat i den s k allmänna gruppundantagsförordningen (GBER, (EU) nr 651/2014). Här anges ett antal olika generella kategorier av stöd som utgör undantag och som alltså är tillåtna om kriterierna för dessa är uppfyllda. För skogsbruk är det relevant vad som sägs i Kommissionens generella riktlinjer för stöd till jord- och skogsbruk (2022/C 485/01). Det är också relevant vad som sägs i Kommissionens förordning (EU) 2022/2472 om vissa kategorier av stöd inom jord- och skogsbrukssektorerna och i landsbygdsområden. Det finns även generella undantag för stöd som är av mindre betydelse (det vill säga under ett visst belopp) och som under vissa förutsättningar inte omfattas av förbudet mot statsstöd, enligt Kommissionens förordning (EU) 2023/2831.

Skogsstyrelsen bedriver idag rådgivning inom ramen för den ordinarie verksamheten. Objektiv rådgivning inom myndighetens verksamhetsområde, där även gödsling kan ingå, bör därför inte stå i strid med statsstödsreglerna. I Kommissionens generella riktlinjer ingår stöd för rådgivningstjänster inom skogsbrukssektorn som ett område som är undantaget, det vill säga sådan rådgivning kan tillåtas om det utformas och inriktas så som framgår av riktlinjerna. Här anges bland annat att rådgivningen måste omfatta den ekonomiska, miljömässiga och sociala dimensionen och tillhandahålla aktuella tekniska och vetenskapliga uppgifter som tagits fram genom forskning och innovation, samt att medlemsstaterna måste säkerställa att rådgivningen är opartisk och att rådgivarna inte har några intressekonflikter. På liknande sätt finns undantag för rådgivning i förordningen om vissa kategorier av stöd inom jord- och skogsbrukssektorerna och i landsbygdsområden (artikel 47 och 48).

Direkt ekonomiskt bidrag/stöd till skogsgödsling bör kunna utgöra ett statsstöd och alltså omfattas av statsstödsreglerna. Detta innebär att ett direkt ekonomiskt bidrag/stöd med till exempel en subvention av gödselmedel eller spridningskostnad, kan vara otillåtet.

Det generella undantaget (enligt Kommissionens förordning EU 2023/2831) för stöd med mindre betydelse, kan vara tillämpligt. Här finns en beloppsgräns (maxtak) på 300 000 Euro under tre år för en viss verksamhet (företag). Alla stöd som beviljats inom ramen för stöd av mindre betydelse belastar maxtaket, oavsett vilken myndighet som har beviljat dessa. Om ett företag tar emot flera olika sådana stöd minskar alltså möjligheten att nyttja detta undantag. Vissa kriterier behöver vara uppfyllda, bland annat är möjligheten till undantag inte tillämplig på exportrelaterad verksamhet, det vill säga om stödet på något sätt kan knytas till exporterade volymer. Det kan eventuellt finnas möjlighet att tillämpa detta undantag, men möjligheterna är hur som helst begränsade av maxtaket.

Vår bedömning är att detta är en fråga som skulle behöva utredas mer innan något eventuellt förslag på direkt ekonomiskt stöd kan lämnas. Eftersom det slutligen är

EU-kommissionen som fattar beslut i frågor om statsstöd, är det svårt för Skogsstyrelsen att helt säkert bedöma hur utfallet blir för olika typer av undantag.

5.8 Utvärdering av effekterna av möjliga styrmedel

Med den skogspolitik vi har i Sverige idag har markägarna stor frihet att själva styra över sina prioriteringar och val. Detta innebär att det är svårt att på förhand utvärdera effekterna av styrmedel, eftersom detta är avhängigt markägarnas attityder och reaktioner. De enkätundersökningar som gjorts tidigare och inom ramen för detta uppdrag indikerar att det inom privatskogsbruket finns en medvetenhet om negativa miljöeffekter av gödsling, det vill säga för en grupp markägare är det sannolikt ett aktivt val att inte gödsla. En annan faktor som har betydelse är att ett större antal gödslingsvärda bestånd krävs av lönsamhetsskäl, det vill säga det krävs mer gemensam planering och samordning för att gödsling ska utföras inom privatskogsbruket.

Om styrmedel i form av kunskap och information införs bör detta leda till ett ökat intresse för gödsling och kanske också göra att man känner sig tryggare med åtgärden, när man känner till effekterna bättre. Forskning och utveckling mot mer miljöanpassad gödsling med högre precision bör också kunna öka intresset. Om ett ekonomiskt styrmedel införs riktat mot privatskogsbruket som en tillfällig åtgärd, bör detta tillsammans med övriga styrmedel också kunna bidra.

Det är däremot svårt att säkert kvantifiera hur stor effekten skulle kunna bli av införandet av styrmedel. Detta är till stor del avhängigt markägarnas attityder och intresse, och detta kan påverkas av en rad olika faktorer. Erfarenheter från Skogsstyrelsens arbete med andra åtgärder (till exempel hyggesfritt skogsbruk och återvätning) är att markägarnas attityder inte skiftar snabbt, utan det kan krävas information under ett antal års tid för att intresset ska öka för en åtgärd. Markägarnas attityder påverkas också i hög grad av andra förändringar i omvärlden som inte Skogsstyrelsen råder över.

6 Förslag och konsekvenser

Utgångspunkten i det här uppdraget är att skogsgödslingen ska öka. I uppdraget anges att Skogsstyrelsen ska föreslå hur stor årlig areal skogsmark som bör gödslas och redovisa i vilken takt skogsgödslingen kan öka. Det ingår även att Skogsstyrelsen ska föreslå lämpliga styrmedel för skogsgödsling, inklusive kostnadseffektiva ekonomiska styrmedel. Konsekvenserna av de föreslagna arealerna och styrmedlen ska också beskrivas.

I uppdraget anges också att gödslingen ska vara hållbar, att skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas och att de jämställda skogspolitiska målen ska gälla.

6.1 Förslag till årlig areal skogsgödsling

Vi har gjort en analys av lämpliga arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens nu gällande allmänna råd till skogsvårdslagen. De kriterier vi använt innebär att gödslingen riktas till skogar där en positiv tillväxteffekt kan förväntas och där skador på andra ekosystemtjänster begränsas. Utifrån analysen är vår bedömning att maximalt cirka 60 000 – 80 000 hektar per år kan gödslas, om gödsling ska bedrivas långsiktigt.

Förutom kriterierna i de allmänna råden påverkas möjligheten att öka gödslingen av andra faktorer. Delar av den areal som kan gödslas är fragmenterad och spridning är därför svårt. Det har inte funnits möjlighet inom ramen för uppdraget att göra mer detaljerade GIS-analyser, för att kartera eller avgränsa arealer. Andra regelverk än de allmänna råden, till exempel artskyddsreglerna och miljökvalitetsnormerna för vatten påverkar också. Detta gör att den areal som går att realisera blir lägre än den maximala. Utifrån hur uppdraget är formulerat och de ramar som ges är därför Skogsstyrelsens förslag att i storleksordningen 50 000 hektar per år bör gödslas.

Kvävegödsling leder till en ökad tillväxt och barrbiomassa och ökar risken för skador av storm, snö och torka. I framtida klimatscenarier förväntas förekomsten av torka öka i större delen av landet och risken för stormfällning ökar på grund av minskad tjäle. Skogsstyrelsens bedömning är att mer kunskap behövs om de faktorer som styr tillväxten och om vilka risker och möjligheter en ökad gödsling medför. Om ny kunskap tillkommer kan förslaget på årlig areal behöva omprövas.

Möjligheterna att i praktiken realisera en ökad gödslingsareal är till stor del beroende på markägarnas intresse, priser, samt den allmänna konjunkturen. Vi bedömer det därför som osäkert hur snabbt gödslingen kan öka.

6.2 Förslag till styrmedel

Utifrån de enkätsvar vi fått från skogsbruket och tidigare undersökningar är det tydligt att det finns ett behov av ökad kunskap om gödsling. Vår bedömning är att kunskap och information är avgörande om gödslingen i betydande grad ska kunna öka till högre nivåer. Vi föreslår därför att Skogsstyrelsen under flera års tid bygger upp och bedriver en allsidig rådgivning om skogsgödsling inom de kanaler vi har idag.

Innehållet i informationen bör vara brett och innefatta effekter av gödsling, regelverk, praktiskt utförande och hänsyn till renskötseln. Information bör dels erbjudas till skogsbruket som helhet, dels riktas specifikt mot privatskogsbruket, där behovet av kunskap är störst. Att öka skogsbrukets kunskap ingår även i det här uppdraget. Det styrmedel vi föreslår här går dock utöver de aktiviteter som är möjliga inom uppdragets ram.

Vi föreslår också fortsatt utveckling av kartunderlag, samt arbete med kunskapsuppbyggnad, forskning och utveckling. Utveckling och tillhandahållande av kartunderlag (till exempel markfuktighetskartan och renskötselns lavkarta) kan vara en hjälp för att öka gödslingen, men även för att identifiera objekt där gödsling ger begränsad miljöpåverkan. Det är angeläget med ett fortsatt arbete med kunskapsuppbyggnad, forskning och utveckling. Förbättrad kunskap innebär potentiellt möjligheter att kunna gödsla med bättre precision för högre tillväxt och mindre miljöpåverkan. Forskning och utveckling bedrivs huvudsakligen av universitet och högskolor men även av Skogforsk och delvis också i det praktiska skogsbruket.

Innan ett direkt ekonomiskt stöd kan införas behöver det analyseras vidare om detta är möjligt i förhållande till statsstödsreglerna. Det finns även andra problem med att införa ett direkt ekonomiskt stöd till gödsling, som behöver tas i beaktande. Vi bedömer att ett direkt ekonomiskt stöd, för att vara kostnadseffektivt, i första hand bör riktas mot privatskogsbruket, och då som en tillfällig åtgärd för att kompensera för ett större behov av samordning och gemensam planering, samt den högre ekonomiska risk som gödsling innebär för mindre markägare. Ett förslag är därför att införa ett tidsbegränsat (under till exempel 3 eller 5 år) arealbaserat stöd till privatskogsbruket, där ersättning från staten utgår med ett fast belopp per hektar, motsvarande 50 % av den genomsnittliga gödslingskostnaden per hektar. Detta skulle kunna komplettera andra styrmedel och bidra till att initialt sänka trösklar. Ett sådant styrmedel behöver ha ett årligt tak för hur mycket stöd som kan betalas ut och det behöver finnas en gräns för vem som är berättigad till stödet. Stödet avser gödsling av gödslingsvärda bestånd enligt gällande regelverk. Ett villkor för att vara berättigad till stödet bör vara att tillräcklig hänsyn tas till renskötselns intressen. Det är viktigt att ett eventuellt ekonomiskt stöd utvärderas med avseende på effektivitet, additionalitet, överkompensation, övervältring av gödselpris och andra effekter.

6.3 Konsekvenser

Nedan beskrivs konsekvenser av förslaget till årlig areal och förslagen till styrmedel. Med konsekvenser avses här både positiva och negativa konsekvenser. Effekter av skogsgödsling beskrivs mer generellt i kapitel 2.

Stamtillväxt

Gödsling med kväve enligt Skogsstyrelsen allmänna råd i lämpliga bestånd kan förväntas leda till ökad stamtillväxt. I genomsnitt kan man förvänta sig att tillväxten ökar med cirka 1,5 m³sk per hektar och år under cirka 10 års tid efter en gödsling. Om gödslingsarealen ökar från den nivå som i genomsnitt gödslats under de senaste 10 åren, cirka 30 000 hektar per år, till cirka 50 000 hektar per år innebär detta att efter minst 10 år kommer ytterligare cirka 200 000 hektar att vara

påverkade av en gödslingseffekt vid varje given tidpunkt. Detta innebär en tillväxtökning på cirka 300 000 m³sk per år. Om gödslingen bidrar till ökade skadenivåer eller om effekten begränsas av vattentillgång kan detta förändra bilden av tillväxteffekten.

Skador av storm, snö, torka och insekter

Kvävegödsling leder till ökad barrbiomassa och stamtillväxt, men minskad allokering av kol till finrötter. Träd med större ovanjordsdel skadas lättare av vind och fångar också mer snö i kronorna. I och med detta ökar risken för skador av storm och snö.

När träden får en större barrbiomassa och fotosyntesen ökar, ökar behovet av vatten. Ett mindre rotsystem innebär samtidigt mindre möjlighet till vattenupptag. En ökad areal gödsling ökar därmed risken för torkstress hos träden. I flera gödslingsförsök har man observerat att gödslingsresponsen varit starkt beroende av vattentillgång. Torkstress leder i sin tur till ökad risk för angrepp av skadegörare, till exempel granbarkborre.

I klimatscenarier beräknas risken för torka öka i större delen av Sverige. Vindklimatet påverkas sannolikt relativt lite men risken för stormskador ökar på grund av att tjälen minskar.

Viltskador

Kvävegödsling påverkar markvegetationen på flera olika sätt. Bland annat gynnas gräs medan bärris missgynnas. Effekterna är tydligast efter föryngringsavverkning av tidigare gödslade bestånd. Gödsling leder också till att vegetationen blir mer kväverik och bärris kan få ett högre innehåll av fenoler. Dessa effekter gör att fodervärdet för vilt kan påverkas i olika riktningar.

Bärris är ett viktigt viltfoder. Minskning av bärris på bekostnad av gräs på landskapsnivå kan därför öka betestrycket från framför allt hjorddjur i ungskog. Därmed finns en risk att en ökad areal gödsling leder till ökade viltbetesskador på träd. Viltskadorna leder till tillväxtnedsättningar, bland annat genom att de påverkar möjligheten att föryngra med det mest lämpliga trädslaget, till exempel tall på torr mark.

Kolförråd i träd och mark

Gödsling med kväve ökar barrbiomassan och tillväxten av stamved. Om den areal som påverkas av gödsling vid varje given tidpunkt ökar med 200 000 hektar, och tillväxtökningen efter gödsling i genomsnitt är 1,5 m³sk per hektar och år, så innebär detta att mer kol binds in i stamved, barr och grenar. Inbindningens storlek skiljer sig åt mellan gran och tall men ett grovt antagande om en total torrsvikt på 750 kg/m³sk inklusive stam, grenar, barr, stubbe och rötter, och 50 % innehåll av kol, innebär att den ökade gödslingsarealen leder till en ökad inbindning i träd motsvarande drygt 0,4 miljoner ton koldioxid per år.

Flera studier har visat att den ökade tillväxten av trädets ovanjordsdelar efter gödsling samtidigt åtföljs av minskad allokering av kol till finrötter. För att representera trädet som helhet kan därför kolinbindningen behöva justeras ned, eftersom den till viss del verkar vara en effekt av minskad allokering av kol till

rötter. Eftersom mängden data som beskriver denna effekt är begränsad, har vi dock inte gjort någon justering för detta.

Den ökade inbindningen av kol efter gödsling kan leda till ett ökat kolförråd i träd (levande biomassa) i skogen, om tillväxten inte tas ut i form av ökad avverkning.

Efter gödsling kommer skogsmarken att tillföras en ökad mängd ovanjordsförna, men en minskad mängd underjordsförna. Tillförsel av kväve till marken minskar kolomsättningen i marken och avgången av koldioxid från marken från nedbrytning minskar. Kolförrådet i marken kan därför förväntas öka. Det saknas idag starkt dataunderlag på effekter på markkol från försök med sådana givor av kväve som används vid konventionell kvävegödsling. Detta gör att det är osäkert att kvantifiera effekten på markens kolförråd.

Markbiologi

Kvävegödsling leder till minskad allokering av kol till mykorrhizasvampar, som är viktiga för trädens upptag av näring och vatten. Artsammansättningen av marksvampar förändras och mykorrhizasvampar missgynnas. Svampsläkten som har förmåga att bryta ned komplext organiskt material minskar när kvävetillgången ökar. Även mängden svampmycel i marken minskar, vilket kan leda till minskad kapacitet för träden att ta upp näringsämnen. En ökad areal gödsling innebär att dessa effekter kommer att få en större påverkan på landskapsnivå. Det saknas idag data för att avgöra under hur lång tid effekterna kvarstår, särskilt vid de givor av kväve som används vid konventionell kvävegödsling.

Markens kväveförråd

Efter en kvävegödsling tas cirka 10-30 % av det tillförda kvävet upp av träden medan merparten tillförs skogsmarken. I marken fastläggs det tillförda kvävet men kan frigöras senare, till exempel efter avverkning. En ökad areal gödsling innebär att skogsmarken kommer att få ett större kväveförråd, det vill säga marksystemet förändras mot ett mer kväverikt system.

Markvegetation

Kvävegynnade och skuggtåliga arter gynnas av kvävegödsling medan andra arter missgynnas. Särskilt i ungskogsfasen efter föryngringsavverkning av tidigare gödslade bestånd har man observerat en tydlig minskning av bärris och en ökning av gräsvegetation och vissa örter. Lavar och skogsmossor missgynnas också av gödsling och kan försvinna helt. En ökad areal gödsling innebär att dessa effekter kommer att påverka en större andel av skogsmarken.

Utlakning av kväve till vatten

Halterna av kväve i vatten är idag generellt betydligt högre i södra än i norra Sverige. Havs- och vattenmyndigheten har bedömt att skogsbrukets andel utgör cirka 8 % av den antropogena kvävebelastningen till Bottenviken och Bottenhavet, och mindre än 1 % till övriga havsbassänger. Efter kvävegödsling läcker normalt 5-10 % av det tillsatta kvävet från beståndet och kan nå de sjöar och vattendrag som finns i närområdet. I och med att gödsling bidrar till en uppbyggnad av markens kväveförråd bidrar det också till en ökad risk för kväveläckage efter föryngringsavverkning. En ökad areal gödsling innebär att en

större andel av skogsmarken påverkas av dessa effekter. I vår analys av arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd lämnas en 25 m bred gödslingsfri skyddszon mot sjöar och vattendrag. Detta minskar risken för läckage av kväve.

Det biologiska kulturarvet och kulturlämningar

I analysen av arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd har vi undantagit sådana kulturlämningar där gödsling bedöms kunna påverka lämningarna negativt, samt skyddszoner runt lämningarna som har bedömts som lämpliga. Därför är vår bedömning att en ökad areal gödsling motsvarande den skattning vi gjort här, inte bör leda till negativa effekter på kulturlämningar, om dessa undantag och skyddszoner tillämpas.

Kvävegödslingens påverkan på markvegetationen innebär att gödslingen kan påverka det biologiska kulturarvet, framför allt i skogsbeten, tidigare inägomark och torp-, viste- och fåbodmiljöer. Analysen av arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd innebär bland annat att hänsynskrävande biotoper, brunjordar med högört/lågört, samt marker med ståndortsindex över G30 undantas från gödsling. Detta bör i viss mån begränsa negativa effekter på det biologiska kulturarvet. Det kan dock inte uteslutas att vissa negativa effekter kan uppstå på till exempel tidigare skogsbeten med kulturpräglad vegetation som kan konkurreras ut av skuggtålig vegetation.

Renskötsel

Kvävegödsling påverkar marklavar negativt. Vår analys av arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd innebär bland annat att lavmarker undantas från gödsling. Detta är välkänt viktiga vinterbetesmarker för renskötseln, med mer än 25 % täckning av marklav i bottenskiktet.

Periodvis, och allt oftare till följd av klimatförändringen, blir betet på lavmark låst på grund av islager i snön. Då utgör marker av lavristyp (10-25 % täckning av marklav) viktigt alternativbete eftersom risvegetationen kan begränsa hård och heltäckande isbildning. Vissa samebyar som saknar lavmarker i sin geografi är starkt beroende av marker av lavristyp för att hitta bete. Marker av lavristyp har inte undantagits från gödsling i vår analys, eftersom de inte ingår i de allmänna råden.

Eftersom en stor minskning av lavmarker skett under de senaste 50 åren arbetar man idag även med att restaurera lavmarker. Viktiga marker i det sammanhanget är bland annat marker av lavristyp, som alltså inte undantagits i vår analys. Förslag om ökad areal kvävegödsling innebär en ökad sannolikhet för gödsling av sådana marker, med negativa effekter för renskötseln och särskilt de samebyar som idag saknar bättre bete.

Renskötseln är även beroende av andra marker under andra delar av året. Förutsättningarna varierar lokalt för olika samebyar, beroende på hur landskapet ser ut. En ökad areal gödsling innebär en ökad påverkan på vegetationen i landskapet som helhet.

Sociala värden

Kvävegödsling missgynnar ofta bärris, påverkar bärens smaklighet och leder till förändrad artsammansättning av marksvampar. Detta kan påverka människors möjligheter att plocka bär och svamp. Själva gödslingsaktiviteten kan också upplevas som negativ av människor.

I vår analys av arealer för skogsgödsling med utgångspunkt i Skogsstyrelsens allmänna råd har områden av riksintresse för friluftsliv, samt en zon med 1 km radie runt alla tätorter undantagits från gödsling. Bär och svampplockning samt andra friluftaktiviteter sker dock även utanför dessa områden. En ökad areal gödsling kan därför trots dessa undantag förväntas leda till negativa effekter på skogens sociala värden.

Konsekvenser för staten

Om Skogsstyrelsen ska arbeta med föreslagna styrmedel behövs utökad statlig finansiering för detta. Det handlar om finansiering av rådgivning och ett tidsbegränsat ekonomiskt stöd. I det senare ingår utöver det direkta stödet också kostnader för uppbyggande och förvaltning av system. Om gödslingen ökar innebär detta också fler ärenden om gödsling för Skogsstyrelsen att hantera inom tillsynen.

Konsekvenser för företag och enskilda

Om föreslagna styrmedel införs och kvävegödslingen ökar innebär det att företag inom skogsbruket får ta del av mer rådgivning om gödsling och att forskning och utveckling inom gödsling kan komma att prioriteras. Företag inom privatskogsbruket kan också komma att få ta del av ett tidsbegränsat ekonomiskt stöd.

Kvävegödsling är negativt för företag som bedriver renskötsel, på grund av gödslingens påverkan på marklavar och vegetation.

De områden som kvävegödslats är under ett antal år därefter inte aktuella för kommersiell bärplockning. Bärföretagen kontaktar årligen Skogsstyrelsen för att begära ut kartunderlag över de områden där samråd om skogsgödsling handlagts. En ökad areal skogsgödsling kan därför förväntas ha negativa effekter på bärföretagen, genom att större arealer undantas från plockning.

Enskilda som vill plocka bär eller svamp kan påverkas negativt av kvävegödsling, på grund av påverkan på markvegetation och svampar. Själva åtgärden kan också upplevas som negativ av människor.

7 Referenser

Akselsson, C., Westling, O. och Örlander, G. 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 202:235-243.

Aronsson, A. 1983. Growth disturbances caused by boron deficiency in some fertilized pine and spruce stands on mineral soils. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 116-122.

Ball J P, Dahlgren, J 2002. Browsing damage on pine by moose (*Pinus sylvestris* and *P. contorta*) by a migrating moose (*Alces alces*) population in winter: relation to habitat composition and road barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:427-435.

Bergh, J. och Linder, S. 2006. Slutrapport från fiberskogsprogrammet. SLU, institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, rapport 17.

Bergh, J., Nilsson, U. och Allen, H.L. 2014. Long-term responses of Scots pine and Norway spruce stands in Sweden to repeated fertilization and thinning. *Forest Ecology and Management* 320:118-128.

Energimyndigheten. 2018. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag. En syntes av forskningsläget baserat på bränsleprogrammet hållbarhet 2011-2016. ER 2018:02.

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2024/3012 av den 27 november 2024 om inrättande av en unionsram för certifiering av permanenta koluttag, kolinlagrande markanvändning och kollagring i produkter

Forsmark, B., Nordin, A., Maaroufi, N.I., Lundmark, T. och Gundale, M.J. 2020. Low and high nitrogen deposition rates in northern coniferous forests have different impacts on aboveground litter production, soil respiration and soil carbon stocks. *Ecosystems* 23: 1423-1436.

Fremstad, E., Paal, J. och Möls T. 2005. Impact of increased nitrogen supply on Norwegian lichen-rich alpine communities: a 10-years experiment. *Journal of Ecology* 93: 471-481

Fridman, J., Westerlund, B. och Appiah Mensah, A. 2022. Volymtillväxten för träd i Sverige under 00-talet. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, arbetsrapport 540, 2022.

Glimskär, A. och Svensson, R. 1990. Vegetation changes following fertilizer application and changed management. SLU. Inst f Ekologi och miljövärd. Rapport 38.

Gong, P., Knutsson, A. och Elofsson, K. 2022. Styrmedel för att öka kolsänkor i skogssektorn. Naturvårdsverket. Rapport 7073.

- Gårdman, M. N. 2014. Enskilda privata skogsägares inställning till gödsling i Västerbottens län., SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel. Examensarbeten 2014:26.
- Hedwall, P-O, Gustafsson, L., Brunet, J., Lindbladh, M., Axelsson, A-L., och Strengbom, J. 2019. Half a century of multiple anthropogenic stressors has altered northern forest understory plant communities. *Ecological Applications* 29 (4), e01874.
- Henriksson, N., Lim, H., Marshall, J., Franklin, O., McMurtie, R.E., Lutter R., Magh, R. och Lundmark, T. 2021. Tree water uptake enhances nitrogen acquisition in a fertilized boreal forest – but not under nitrogen-poor conditions. *New Phytologist* 232:113-122.
- Högberg, M.N., Högberg, P. och Myrold, D.D. 2007. Is microbial community composition in boreal forests determined by pH, C-toN ratio, the trees, or all three? *Oecologia* 150: 590-601.
- Högberg, M.N., Briones, M.J.I., Keel, S.G., Metcalfe, D.B, Campell, C., Midwood, A.J. och Thornton, B. 2010. Quantification of effects of season and nitrogen supply on tree below-ground carbon transfer to ectomycorrhizal fungi and other soil organisms in a boreal pine forest. *New Phytologist* 187: 485-493.
- Högberg, P., Larsson, S., Lundmark, T., Moen, J., Nilsson, U. och Nordin, A. 2014. Effekter av kvävegödsling på skogsmark. Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen. Rapport 1 2014.
- Högberg, P., Näsholm, T., Franklin, O. och Högberg, M.N. 2017. Tamm review: On the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. *Forest Ecology and Management* 403:161-185.
- Högbom, L. och Jacobson, S. 2002. Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige. Skogforsk. Redogörelse 6.
- Jacobson, S., Lundström, H., Nordlund, S., Sikström, U. och Pettersson, F. 2014. Is tree growth on boreal coniferous stands on mineral soils affected by the addition of wood ash? *Scandinavian Journal of Forest Research* 29:675-685.
- Jacobson, S. 2020. Tillväxteffekter efter skogsgödsling med kväve. – validering av befintligt prognosinstrument. Skogforsk. Arbetsrapport 1040-2020.
- Jämtgård, S., Öquist, M., Högberg, P., Högbom, L., Strengbom, J., Henriksson, N., Clemensen, K. och Laudon, H. 2023. Förstudie kring miljöanpassad skogsgödsling för ökad skoglig tillväxt – slutrapportering av regeringsuppdrag. SLU. Rapport Skog 2:2023.
- Jørgensen, K., Granath, G., Stengbom, J. och Lindahl, B.D. 2022. Links between boreal forest management, soil fungal communities and below-ground carbon sequestration. *Functional Ecology* 36: 392-405.

- Kardell, Ö. och Lindkvist, A. 2010. Skogsgödslingen i storskogsbrukets backspegel. Skogshistoriska sällskapets årsskrift 2010, s.76-94.
- Kivinen, S. Moen, J., Berg, A. och Eriksson, Å. 2010. Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 39: 269-278.
- Kårén, O., Nylund, J. E. 1997. Effects of ammonium sulphate on the community structure and biomass of ectomycorrhizal fungi in a Norway spruce stand in South West Sweden. *Canadian Journal of Botany* 75: 1628-1643.
- Larsson, S., Lundmark, T. och Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport till regeringsuppdrag. JO 2008/1885.
- Laudon, H., Mensah, A.A, Fridman, J., Näsholm, T., Jämtgård, S. 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? *Forest Ecology and Management* 565:122052.
- Lim, H., Oren, R., Palmroth, S., Tor-ngern, P., Mörling, T., Näsholm, T., Lundmark, T., Helmisaari, H-J., Leppälammil-Kujnasuu, J. och Linder, S. 1 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal *Pinus sylvestris* to nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management* 348:31-45.
- Lindahl, B. D., Kyachenko, K., Clemensen, K.E., Dahlberg, A., Karlton, E. och Stendal, J. 2021. A group of ectomycorrhizal fungi restricts organic matter accumulation in boreal forests. *Ecology Letters* 24: 1341-1351.
- Löfgren, S., Ring, E., von Brömsen, C., Sörensen, R. och Högbom, L. 2009. Short-term effects of clear-cutting on the water chemistry of two boreal streams in Northern Sweden – a paired catchment study. *Ambio* 38:347-356.
- Melin, J., Nommik, H., Lohm, U. och Flower-Ellis, J. 1983. Fertilizer nitrogen budget in a Scots pine ecosystem attained by using root-isolated plots and ¹⁵N tracer technique. *Plant and Soil* 74:249-263.
- Naturvårdsverket 2022. Bara naturlig försurning, fördjupad utvärdering av miljömålen 2023. Naturvårdsverket. Rapport 7069.
- Nord A.G. och Lagerlöf, A. 2002. Påverkan på arkeologiskt material i jord. Riksantikvarieämbetet.
- Nybakken, L., Selås, V. och Ohlson, M. 2012. Increased growth and phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) following forest clear-cutting *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28:319–330.
- Olsson, B. A. och Kellner, O. 2006. Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests. *Forest Ecology and Management* 237: 458-470.

Olsson, P., Linder, S., Giesler, R. och Högberg, P. 2005. Fertilization of boreal forest reduces both autotrophic and heterotrophic soil respiration. *Global Change Biology* 11:1745-1753.

Pettersson, F. 1994a. Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. Skogforsk. Report 3 1994.

Pettersson, F. 1994b. Predictive functions for calculation the total response in growth to nitrogen fertilization, duration and distribution over time. Skogforsk. Report 4. 1994.

Prop. 1992/93:226, bet. 1992/93:JoU15, rskr. 1992/93:352, om en ny skogspolitik.

Ring, E., Högbom, L., Jacobson, S., Jansson, G. och Norstedt, H-Ö. 2018. Long-term effects on soil-water nitrogen and pH of clearcutting and simulated disc trenching of previously nitrogen-fertilised pine plots. *Canadian Journal of Forest Research* 48:1-9.

Rodriguez, A. Hekkala, A-M, Sjögren, J., Stengbom, J. och Löfroth, T. 2021. Boreal forest fertilization leads to functional homogenization of ground beetle assemblages. *Journal of Applied Ecology* 58: 1145-1154.

Rütting, T., Björnsne, A.K., Weslien, P., Kasimir, Å. och Klemedtsson, L. 2021. Low nitrous oxide emissions in a boreal spruce forest soil, despite long-term fertilization. *Frontiers in Forests and Global Change* 4:710574.

Saarsalmi, A., Smolander, A., Moilanen, M. och Kukkola, M. 2014. Wood ash in boreal low-productive pine stands on upland and peatland sites: Long-term effects on stand growth and soil properties. *Forest Ecology and Management* 327:86-95.

Sikström, U., Almqvist, C. och Jansson, G. 2010. Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fennica* 44:411-425.

Skogsstyrelsen. 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Skogsstyrelsen. Meddelande 2-2007.

Skogsstyrelsen. 2015. Skogsmarksgödsling med kväve. Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling. Skogsstyrelsen. Rapport 2 2015.

Skogsstyrelsen. 2016. Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation. Skogsskötselserien nr 15.

Skogsstyrelsen. 2018. Produktionshöjande åtgärder. Rapport från samverkansprocess skogsproduktion. Skogsstyrelsen. Rapport 2018/1.

Skogsstyrelsen. 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder – Kunskapsunderlag. Skogsstyrelsen. Rapport 2019/13.

Skogsstyrelsen. 2019. Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder - Vägledning. Skogsstyrelsen. Rapport 2019/14.

Skogsstyrelsen. 2019. Skogsbrukets kostnader för viltskador. Återrapportering till regeringen. Rapport 2019/16.

Skogsstyrelsen. 2019. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen. Rapport 2019/23.

Skogsstyrelsen. 2019. Skogsskötsel med nya möjligheter -rapport från samverkansprocess skogsproduktion. Rapport 2019/24.

Skogsstyrelsen 2022. Policy skogsbruk – renskötsel

Skogsstyrelsen. 2022. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – material och metod. Tekniskt underlag. Rapport 2022/08.

Skogsstyrelsen 2022. Underlag för strategisk planering för ökad kolsänka. Skogsstyrelsen. Rapport 2022/14.

Skogsstyrelsen. 2022. Översikt av åtgärder för ökad kolsänka i skogen. Skogsstyrelsen. Rapport 2022/15.

Skogsstyrelsen. 2023. Skogens rekreativvärden – en förstudie med förslag till indikatorer. Rapport 2023/8.

Skogsstyrelsen. 2023. Staten som föregångare i hållbart skogsbruk inom renskötselområdet. Skogsstyrelsen. Rapport 2023/20

Skogsstyrelsen. 2023. Förslag till ett nationellt mål för ökad hållbar tillväxt i skogen. Skogsstyrelsen. Rapport 2023/21.

Spitzer, R., Coissac, E., Felton, A., Fohringer, Juvany, L., Landman, M., Singh, N. J., Taberlet, P., Widemo, F., Cromsigt, J. P.G.M. 2020. Small shrubs with large importance? Smaller deer may increase the moose-forestry conflict through feeding competition over *Vaccinium* shrubs in the field layer. *Forest Ecology and Management* 480:118768.

Sponseller, R., Gundale, M.J., Fitter, M., Ring, E., Nordin, A., Näsholm, T., Laudon, H. 2016. Nitrogen dynamics in managed boreal forests: Recent advances and future research directions. *Ambio* 45: S175-S187.

Strengbom, J. och Nordin, A. 2008. Commercial forest fertilization causes long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 256:2175-2181.

Strengbom, J., Dahlberg, A., Larsson, A., Lindelöw, Å., Sandström, J., Widenfalk, O. och Gustafsson, L. 2011. Introducing intensively managed spruce plantations in Swedish forest landscapes will impair biodiversity decline. *Forests* 2:610-630.

Strengbom, J., och Nordin, A. 2012. Physical disturbance determines effects from nitrogen addition on ground vegetation in boreal coniferous forests. *Journal of Vegetation Science* 23: 361-371.

Strengbom m. fl. 2018. Trade-offs in the multi-use potential of managed boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 55:2.

Svensson, C., Bader, M. K-F., Forsmark, B., Nilsson, U., Lundmark, T., Nordin, A. och Bergh, J. m fl 2023. Early and repeated nutrient additions support far greater stemwood production in Norway spruce than traditional late-rotation fertilisation. *Forest Ecology and Management* 549: 121425.

Svensson, C., Bader, M. K-F., Fransson, A-M., Alriksson, C-G., Goude, M. och Bergh, J. 2024. Norway spruce productivity in southern Sweden is equally limited by nitrogen and phosphorous. *Forest Ecology and Management* 572:122192.

Tamm, C. O. 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological Studies* no 81. Springer-Verlag, Berlin.

Valinger, E. Elfving, B. och Mörling, T. 2000. Twelve year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management* 134:45-53

Westling, O. och Nohrstedt, H.Ö. 1994. Miljökonsekvensbeskrivning av STORA SKOGSs gödslingsprogram. Del 1, faktaunderlag. Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Rapport B 1219

Zobel, B.JochvanJ. och van Buijtenen, J.P 1989. Wood variation – its causes and control. Springer-Verlag.

Internetreferenser

Expert Group on Carbon Removals <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=en&groupID=3861> 2025-03-30

Nordluft automation www.nordluftautomation.com 2025-03-30

SG-systemet www.sg-systemet.com 2025-03-30

Skogforsk 2024 [Kunskapsbanken](#). Skogsbrukets kostnader och intäkter.

Skogforsk [Skogsgödsling ger klimatvinst och ökad lönsamhet - Skogforsk](#), 2025-03-20

Skogsstyrelsen. [Åtgärder i skogsbruket - Skogsstyrelsen](#) 2025-03-11

SLU:s kunskapsbank <https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/2016/svarare-att-hitta-lavrika-marker/> 2025-03-24

Sveriges miljömål <https://sverigesmiljomal.se/miljomalen/ingen-overgodning/nedfall-av-kvave-till-barrskog/> 2025-03-30

Södra skogsägarna [Pressmeddelande Södra 2024-05-13](#)

Transportstyrelsen [Tillstånd för drönare - Transportstyrelsen](#) kategori specifik eller certifierad beroende på riskbedömning, 2025-03-30

Bilaga 1. Metod för att avgränsa gödslingsbar areal

Metod för att avgränsa den nuvarande gödslingsbara arealen med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer

I detta steg avgränsas *den nuvarande gödslingsbara arealen* med beaktande av olika mark och beståndsegenskaper enligt Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer. I de allmänna råden finns ytterligare faktorer som begränsar den gödslingsbara arealen såsom bestämmelser om den mängd kväve som får tillföras vid enskilda gödslingstillfällen och under en skogsgeneration. Dessa senare faktorer hanteras i ett andra steg där en *årliga* gödslingsbara arealen beräknas.

Uppskattningen av den nuvarande gödslingsbara arealen har gjorts med utgångspunkt i Riksskogstaxeringens stickprovsinventering av permanenta och tillfälliga provytor. Vissa kriterier i de allmänna råden kan hanteras tämligen oproblematiskt genom den information som Riksskogstaxeringen samlar in inom sin inventering. Andra krav i de allmänna råden behöver hanteras genom att tillföra provytorna ytterligare information från andra datakällor. I något enstaka fall saknas information som kan appliceras direkt på provytorna; i detta fall har kriteriet i de allmänna råden hanterats genom att kombinera information från provytor med procentavdrag. Hur de allmänna råden beaktats framgår nedan. Kursiv text är från Skogsstyrelsens allmänna råd eller rekommendationer.

För vissa kriterier har beräkningen kompletterats med känslighetsanalyser.

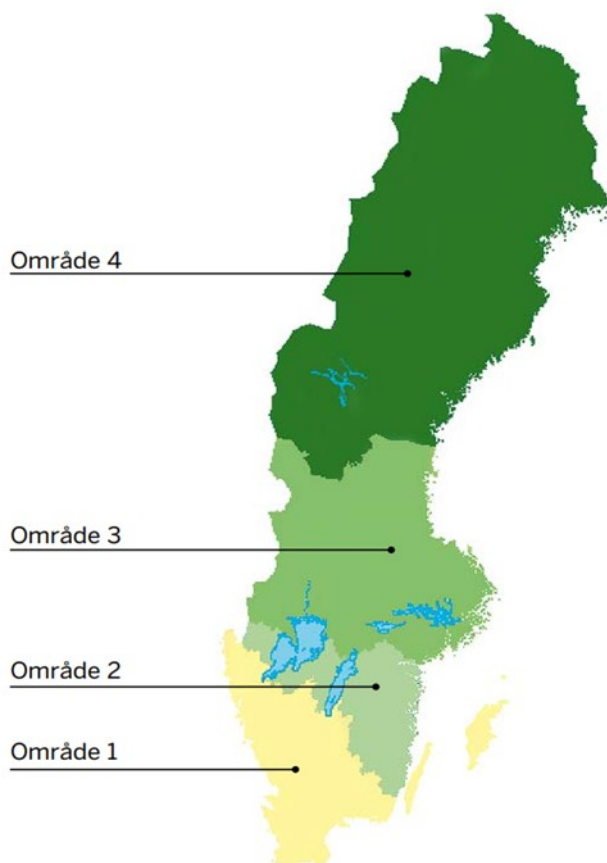
1. Allmänt (krav på bestånd)

Det gödslade beståndet utgörs av frisk, välsluten, gallringsskog, äldre skog (ännu inte slutavverkningsmogen) eller slutavverkningsmogen skog. – Hanteras genom inkludering av skog inom huggningsklass C, D1 och D2 (gallringsskog respektive slutavverkningsskog) med en massaslutenhet om minst 0,7. En särskild känslighetsanalys har gjorts med en massaslutenhet om minst 0,6 respektive minst 0,8.

I Skogsstyrelsens rekommendationer finns också ett baskrav om att *minst 80 procent av grundytan ska vara barrträd*. – Hanteras genom att exkludera ytor där grundytan av barrträd är lägre än 80 procent. En särskild känslighetsanalys har gjorts där ytor med en barrträdsandel lägre än 70 procent exkluderas.

2. Begränsningar i olika delar av landet

De allmänna råden anger begränsningar av skogsgödsling i fyra olika delar av landet (figur b1.1)



Figur b1.1. Områdesindelning för begränsning av skogsgödsling.

Inom område 1 bör skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark inte ske. – Hanteras genom att exkludera all produktiv skogsmark inom område 1.

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. – Hanteras genom att exkludera all produktiv skogsmark inom område 2 där beståndstypen inte är granskog (65 procent gran eller mer).

3. Marker som inte bör gödslas

- *Kvävegödsling av skogsmark bör ståndortsanpassas och inte utföras på marker följande marker:*
- *Marker med högre ståndortsindex än G30. – Hanteras genom att exkludera provtytor med ståndortsindex högre än G30.*
- *Brunjordar och övergångsjordar med skogstyperna högört och lågört. – Hanteras genom att exkludera ytor klassificerade som brunjord. Skattningen görs för markinventerade ytor.*
- *Marker med lägre ståndortsindex än T16. – Hanteras genom att exkludera provtytor med ståndortsindex lägre än T16.*

- *Torvmarker. Torvmark är jordar med minst 30 cm tjockt humusskikt.* – Hanteras genom att exkludera provytor med jordar med minst 30 cm tjockt humusskikt.
- *Lavmarker. Lavmarker är ståndorter där lavarna upptar mer än 25 % av bottenskiktet och innefattar markvegetationstyperna lavtyp och lavrik typ.* – Hanteras genom att exkludera provytor med vegetationstyperna lavtyp (mer än 50 % lav) och lavrik typ (25-50 procent lav).
- *Grunda jordar som också är genomsläppliga. 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* – Hanteras genom att exkludera provytor med där jorddjupet är mindre än 20 cm eller mycket varierande och där jordartstexturen är håll, stenig morän/sten, grus morän/grus eller sandig morän/grovsand.
- *Marker med skenhälla.* – Hanteras genom att exkludera ytor med kontinuerlig skenhälla. Skattningen görs för markinventerade ytor.
- *Fastmarker med välförmultnat kärrtorvlager.* – Hanteras inte i den mån den inte sammanfaller med något annat kriterium. Baserat på underlagsberäkningar från Markinventeringen uppskattas den totala arealen fastmark med välförmultat kärrtorvlager till cirka 42 000 hektar. Påverkan på den totala gödslingsbara arealen bedöms därmed som marginell.
- *Utströmningsområden och blöta marker.* – Hanteras genom exkludering av provytor med markfuktighetsklass blöt eller fuktig.
- *Hänsynskrävande biotoper.* Hanteras genom att exkludera alla ytor inom formella skydd för år 2024 samt alla ytor inom frivilliga avsättningar och alla ytor inom nuvarande och framtida hänsynsytor vid föryngringsavverkning enligt scenariot dagens skogsbruk i SKA22¹⁴². Restriktionen innebär att samma grad av hänsynstagande till och skydd av hänsynskrävande biotoper (exkl. eventuell skyddszon mot biotopen) antas tillämpas vid gödsling som i dagsläget sker inom ramen för formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynstagande vid föryngringsavverkning.
- *Kulturmiljöer och kulturlämningar där kvävegödsling kan ha en negativ påverkan på de värden som ska skyddas.* – Kulturmiljöer och kulturlämningar belägna inom formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor hanteras på samma sätt som ovan beskrivet för Hänsynskrävande biotoper. Kulturmiljöer och kulturlämningar som inte täcks av dessa arealer hanteras genom att provytor som ligger inom eller i

¹⁴² Skogsstyrelsen. 2022. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – material och metod. Tekniskt underlag. Rapport 2022/08.

anslutning till kända kulturlämningar enligt Kulturmiljöregistret och Skog- och historia registret som av Skogsstyrelsen bedömts kunna påverkas negativt av gödsling. Ytor inom en zon om 10-50 meter beroende på lämningstyp från lämningen exkluderas.

4. Områden inom vilka kvävegödsling inte bör ske samt skyddszoner till dessa

Vid skogsgödsling bör gödselmedel inte spridas över:

- *Sjö och vattendrag som vattenförande året runt. Dessutom bör ogödslad skyddszon lämnas om minst 25 meter. – Hanteras genom exkludering av provytor som inte är belägna på produktiv skogsmark och exkludering av ytor med ett avstånd till vatten inom 25 meter.*
- *Våtmarker med mycket höga eller höga natur- och kulturvärden (motsvarande klass 1 och 2 i våtmarks- och sumpskogsinventeringen). Dessutom bör ogödslad skyddszon lämnas om minst 25 meter. – Hanteras genom exkludering av provytor som är belägna inom våtmarker bestående klass 1 och 2 enligt våtmarks- och sumpskogsinventeringen samt inom en zon om 25 meter utanför dessa våtmarker.*
- *Formellt skyddad mark. Dessutom bör ogödslad skyddszon lämnas om minst 25 meter. Med formellt skyddad mark avses i dessa allmänna råd områden som omfattas av bestämmelserna i 7 kap. miljöbalken (exempelvis naturreservat, biotopskydd och vattenskyddsområde) samt områden med 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. – Hanteras genom att exkludering av ytor inom nationalpark, naturreservat, biotopskyddsområde, naturvårdsavtal, vattenskyddsområde och Natura 2000 områden samt exkludering av ytor inom en zon av 25 meter utanför dessa områden.*
- *Hänsynskrävande biotoper. Dessutom bör ogödslad skyddszon lämnas om minst 25 meter. – Hanteras genom vad som beskrivits ovan för hänsynskrävande biotoper. Zon om 25 meter hanteras genom att exkludera 20 procent av de ytor som är belägna inom 25 meter från angränsande bestånd. Dessa ytor antas också rymma ytor 10 meter från annans mark., se nedan. Att exkludera samtliga ytor inom 25 meter från angränsande bestånd skulle innebära en alltför stor exkludering. En särskild känslighetsanalys har gjorts genom att utöka antagandet om 20 procent till 40 procent.*
- *Dessutom bör en gödslingsfri zon på 25 meter lämnas mot tomtmark och på 10 meter mot annans mark och väg. – Hanteras genom att exkludera provytor som är belägna inom 25 meter från ägoslaget bebyggd mark, av 10 meter från ägoslaget väg och 20 procent av ytor belägna 25 meter från angränsande bestånd. Kriteriet 20 procent av ytor 25 meter från annat bestånd utgör en större begränsning än vad som ges av 10 meter från annans mark. Skillnaden antas inrymma zon mot hänsynskrävande biotop,*

se ovan. En särskild känslighetsanalys har gjorts genom att utöka antagandet om 20 procent till 40 procent.

5. Anpassning av spridningen inom heterogena områden

Vid spridning av gödselmedel över heterogena områden med partier som inte bör gödslas bör spridningsmetoderna anpassas så att spridning över sådana partier undviks. – Hanteras genom cirkelprovytornas storlek, normalt 10 meters radie.

6. Tidpunkt för spridning

Påverkar inte gödslingsbar areal i vår skattning enligt de allmänna råden men kan påverka arealen via t.ex. artskyddsbestämmelser. Vi har inte gjort någon kvantifiering av detta utifrån de allmänna råden utan det hanteras separat, i ett nästa steg. Se avsnitt 4.4 i rapporten.

7. Hänsyn till friluftsliv, sociala värden och rennäring

Utöver de allmänna råden innehåller Skogsstyrelsens rekommendationer för gödsling. Dessa överensstämmer huvudsakligen med allmänna råd men består också av kompletteringar vad gäller hänsyn till friluftsliv, skogar med höga sociala värden och rennäring.

Enligt rekommendationerna ska *marker som är av riksintressen för friluftsliv och "skogar med dokumenterat höga sociala värden* undantas från gödsling *om kvävegödsling kan ha en negativ effekt på de värden som ska skyddas*. Detta hanteras genom exkludering av att ytor belägna inom område med riksintresse för friluftsliv och ytor belägna inom en zon av en kilometer från tätort. Med tätort avses koncentrerad bebyggelse med minst 200 invånare.

Enligt rekommendationerna bör *inom renskötselområdet både marker av lavtyp och lavrik typ undantas från gödsling*. Detta hanteras genom att exkludera lavmarker enligt punkt 3 ovan. Av rekommendationerna framgår också att *även marker med lavförekomst mindre än 25 % bör undantas om lavmarker förekommer sparsamt inom samebyns vinterbetesmarker*. Denna senare rekommendation har inte beaktats i beräkningen.

Metod för att avgränsa den årliga areal som är långsiktigt gödslingsbar med beaktande av Skogsstyrelsens allmänna råd och rekommendationer

Den areal som årligen kan gödslas med beaktande av allmänna råd och rekommendationer beräknas med utgångspunkt i den areal som över tid någon gång kan bli föremål för gödsling. Denna areal kan betraktas utgöra den *långsiktigt gödslingsbara arealen*. Den långsiktigt gödslingsbara arealen består dels av den *nuvarande gödslingsbara arealen* och den areal som i nuläget inte är gödslingsbar men som på sikt kan antas att vara gödslingsbar. *Areal som på sikt kan antas vara gödslingsbar* utgörs av areal som uppfyller markrelaterade kriterier men där beståndsegenskaperna ännu inte är uppfyllda. Hit hör i huvudsakligen skog som ännu inte uppnått huggningsklass C (gallringsskog). I beräkningen av *Areal som på sikt kan antas vara gödslingsbar* ingår den areal

som uppfyller alla kriterier för nuvarande gödslingsbara areal förutom huggningsklass C-D och massaslutenhet, samt beståndstyp i gödslingsområde 2). Den areal som på sikt kan antas vara gödslingsbar har beräknats med ett antagande om att den skog som nu återfinns inom huggningsklass A-B kommer att utvecklas på samma sätt som den skog som nu återfinns inom huggningsklass C vad gäller massaslutenhet och beståndstyp.

Den *areal som årligen långsiktigt kan gödslas* påverkas dels av den totala långsiktigt gödslingsbara arealen, dels av hur ofta gödsling kan ske under en skogsgeneration och med vilken giva. Total mängd kväve som får tillföras under en skogsgeneration inom olika gödslingsområden framgår av de allmänna råden. Där framgår också att maximalt 200 kg kväve får tillföras vid ett och samma tillfälle. I beräkningen av årlig areal som långsiktigt kan gödslas har följande mängd kväve och antal gödslingstillfällen per område tillämpats:

Tabell b1.1. Allmänna råd för skogsgödsling samt nuvarande och framtida genomsnittliga slutavverkningsåldrar.

Område	Total mängd kväve per skogsgeneration, kg	Antal gödslings-tillfällen per skogsgeneration	Genomsnittlig slutavverkningsålder, nuvarande	Genomsnittlig slutavverkningsålder, framtida 50 år
1	0	0	85	73
2	150	1	85	73
3	300	2	93	77
4	450	3	109	105

En särskild känslighetsanalys har gjorts genom att genomföra gödsling vid två tillfällen i stället för tre inom gödslingsområde 4.

Skogsgenerationens längd har i beräkningen utgått från faktiska förnygringsavverkningsåldrar enligt den senaste statistiken från SLU riksskogstaxeringen för olika landsdelar, se Tabell b1.1 Genomsnittlig förnygringsavverkningsålder i Götaland har tillämpats för område 2, genomsnittlig ålder i Svealand för område 3 och genomsnittlig ålder i Norrland för område 4. Då åldrarna för förnygringsavverkning minskat under senare år och att denna utveckling kan antas fortsätta i viss omfattning har en känslighetsanalys också gjorts baserat på en modellberäknad framtida genomsnittlig förnygringsavverkningsålder under en framtida 50-årsperiod enligt SKA22.

Bilaga 2. Resultat från enkät om skogsgödsling

I syfte att kunna belysa gödslingens nuvarande inriktning samt att öka kunskapen om hinder för ökad skogsgödsling inom skogsbruket har en enkätundersökning genomförts inom ramen för uppdraget. Undersökningen genomfördes under februari och mars månad 2025. Frågorna riktade sig till större ägare av skogsmark och skogsägarföreningar. Totalt skickades enkäten ut till 10 större markägare och 3 skogsägarföreningar. Svar inkom från 8 större markägare och 2 skogsägarföreningar. Bedömningen är att de organisationer som valt att besvara enkäten svarar för huvuddelen av den gödsling som nu förekommer i landet. Nedan sammanfattas inkomna svar.

Fråga om: Nuvarande gödsling

Företagen uppger att den utförda gödslingen 2024 och den planerade under 2025 uppgår till cirka 37 000 hektar per år. Gödslingens omfattning har under de senaste 10 åren varit tämligen stabil för flertalet företag förutom under 2022 och 2023 då gödslingen minskade på grund av höga gödselpriser. En av de större markägarna ökade sin gödsling mellan åren 2015 och 2021 från drygt 2 000 hektar till knappt 10 000 hektar. De uppgifter som företagen lämnat i enkäten överensstämmer väl med den utveckling som kan utläsas av Skogsstyrelsens officiella statistik över gödslad areal (se avsnitt 1.5).

Sex företag som i nuläget tillsammans svarar för totalt 28 600 hektar årlig gödsling anger hur den nuvarande gödslingen fördelar sig mellan första, andra och tredjeångsgödsling. Ett arealvägt genomsnitt för samtliga sex företag visar att 63 procent utgörs av förstagångsgödsling, 30 procent av andragångsgödsling och 7 procent av tredjeångsgödsling. Variationen är emellertid tämligen stor mellan företagen. Andelen förstagångsgödsling varierar mellan 40-90 procent, andragångsgödsling mellan 10-80 procent och tredjeångsgödsling mellan 0-5 procent. Ett av företagen lämnar upplysningar om att antalet gödslingar påverkas av möjliga tidsfönster under omloppstiden och att dessa tidsfönster sällan ger utrymme för en tredje gödsling. Företaget uppger att man väntar cirka 5 år efter förstagallring för att träden ska hinna stabilisera sig, och att man undviker att gödsla 5 år innan andragallringen för att hålla skaderisken nere vid andragallringen. Sedan gödslar företaget eventuellt en andra gång tidigast cirka 5 år efter andra gallringen och innan 10 år kvar till föryngringsavverkning. Tidsperioderna företaget inte gödslar under beror alltså till stor del på att risken för skador orsakade av bland annat storm och snötryck ökar tillfälligt både efter gallring och gödsling och man vill undvika att de båda riskökningarna sammanfaller i tid.

Fråga om: Framtida gödsling

I enkäten ombads företagen uppge hur stor årlig areal som planeras eller bedöms gödslas under de 10 kommande åren på egen eller medlemmars mark. Tre företag anger i förhållande till nuvarande nivå att man har som mål att gödslingen ska öka, sex anger att det inte finns några planer på att öka i jämförelse med

nuvarande nivå och ett företag att man inte har några mål men ser en stor potential i gödsling. Baserat på enkätsvaren kan den årligen gödslade arealen antas öka med cirka 15 000 hektar under de kommande 10 åren i jämförelse med nuvarande nivå hos företagen (37 000 ha).

Vad gäller den framtida gödslingen uppger flera företag att den påverkas av olika planeringsmässiga överväganden. Många företag gör kopplingar till egna analyser och avverkningsberäkningar som legat till grund för deras planer eller strategier för gödsling. Strategierna handlar exempelvis om att gödsla gödslingsvärda bestånd där såväl produktionsaspekter och miljöaspekter vägs in och som medger framtida önskade framtida avverkningsmöjligheter. Ett företag anger att man främst inriktar sig på medelålders skog, då man vill gödsla skog som uppfyller eller är nära avverkningsmogen ålder. Att gödsla äldre skog innebär för mycket inlåsnings och minskad flexibilitet enligt företaget. Ett annat företag anger att gödslingen inte ska påverka tänkt föryngringsavverkningstidpunkt, varför endast bestånd som är minst fem år yngre än skogsvårdslagens lägsta ålder för föryngringsavverkning får gödslas. Något företag betonar också att hänsyn till rennärning, men också naturhänsyn, sociala hänsyn och riskminimering, har en stor inverkan på förutsättningarna att öka gödslingen i nämnvärd omfattning. Även prispåverkande händelser nämns som kan snabbt göra skogsgödslingen olönsam vilket gör det svårt att prognostisera hur mycket som kommer att gödslas på tio års sikt.

Fråga om: Faktorer som begränsar gödslingens omfattning

Företagen bads i enkäten att gradera betydelsen av hur ett antal olika faktorer påverkar gödslingens omfattning på egen eller medlemmars mark, se Tabell b2.1. Faktorer som har stor eller mycket stor betydelse avser lönsamhet, kostnader, lagstiftning, hänsyn till rennärning och brist på gödslingsvärda bestånd. Även risk att skogens motståndskraft minskar efter gödsling och att gödslingen innebär en temporär inlåsnings av möjlig avverkning i gödslade bestånd lyfts som faktorer som har stor betydelse. Kunskap och kompetens bedöms ha måttlig eller obetydlig betydelse förutom kunskap och kompetens om gödsling hos privata skogsägare.

Tabell b2.1. Av företagen angivna betydelser av faktorer som begränsar den nuvarande gödslingens omfattning, ett X per företag.

	Obetydlig	Måttlig	Stor	Mycket stor
Lönsamheten	XX	XXXX	XXX	X
Kostnader för gödsel och spridning		XXXXX X	XXXX	
Kostnader för planering, samråd och uppföljning	XXXXX	XXXXX		
Lagstiftning och myndighetsrekommendationer	X	XXXX	XX	XXX
Otillräcklig kunskap och kompetens	XXXXX	XXX	XX	
Otillräcklig tillgång på kapacitet för utförande av spridning	XXXX	XXXXX X		
Negativa miljökonsekvenser	XX	XXXXX X	XX	

Hänsyn till renskötseln	XX	X	XXX	XXX
Osäkerhet om tillväxtökning	XXXXX	XXXXX		
Risk att skogens motståndskraft minskar efter gödsling. (Mot bakgrund av pågående klimatförändring, exempelvis torka och dess följder.)	XXX	XXXX	XXX	
Brister i infrastruktur (vägar och avlägg)	XXXX	XXXXX X		
Brist på gödslingens värda objekt	XXXX	XX	XXX	
Temporär inlåsning av möjlig avverkning i gödslade objekt då avverkning bör ske först 10 år efter gödsling	XX	XXXXX X	X	X
Andra produktionshöjande skötselåtgärder har högre prioritet	XXXXXX XX	XX	X	
Negativa attityder till gödsling i omgivande samhälle	XX	XXXXXX XX	X	
Annat, ange vad: Okunskap hos privata skogsägare till gödsling (kostnad, miljö, nytta etc)				X
Annat, ange vad: Miljöcertifiering, främst FSC			X	
Annat, ange vad: Årsvisa prisfluktuationer på gödselmedel			X	

Fråga om: Åtgärder som staten respektive skogsbruket bör vidta för att främja ökad gödsling

I enkäten bads företagen beskriva vad staten respektive skogsbruket bör göra för att främja en ökad gödsling.

Vad gäller åtgärder som *staten* bör göra lyfter många av företagen rådgivning och kunskapsförmedling. Staten genom Skogsstyrelsen anses av flera företag kunna ha en viktig roll i att förmedla hur forskningen ser på miljöpåverkan och hur gödsling kan utföras så att negativ miljöpåverkan undviks. Även rådgivning om ekonomi och nyttan med gödsling lyfts fram och flera företag lyfter särskilt fram rådgivning riktad till privata skogsägare.

Ett företag ställer sig tveksamt till statliga ekonomiska stöd för gödsling och ser risker med att ett stöd skulle innebära att gödslingen blir ryckig om bidragen i framtiden kommer att gå ner. Företaget anser i stället att det vore bättre att subventionera skogsbruksplaner då skogsbruksplan uppmuntrar till aktivt skogsbruk liksom investeringar i skötsel. Samtidigt anger ett annat företag att ekonomisk stimulans skulle göra fler skogsägare intresserade av att prova gödsling och därigenom stimulera ökad tillväxt, kolbindning och substitution.

Ett par företag lyfter också åtgärder i form av stöd till forskning. Detta gäller bland annat effekter av gödsling i ett förändrat klimat och skötselprogram med kombinerad gödsling och gallring oberoende av hänsyn till gallringstidpunkt.

Flera företag lyfter också förenklingar i befintligt regelverk som en åtgärd för att möjliggöra ökad gödsling. Skogsstyrelsens allmänna råd är begränsande och de lyfter behov av att öppna upp för möjligheterna med behovsanpassad gödsling och att omotiverade geografiska skillnader bör tas bort. Även de allmänna råden kring att behöva vänta 10 år efter gödsling och begränsningar av antalet gödslingar per omloppstid i olika delar av landet anser de behöver ses över och nyanseras. Ett par företag lyfter också betydelsen av trygg brukanderätt och pekar på rättsosäkerhet gällande artskydd som viktig faktor för investeringar i skogsvård.

Vad gäller åtgärder som *skogsbruket* kan vidta för att främja gödsling framför flera företag rådgivning till privata skogsägare och marknadsföring. Skogsbruket kan verka för bättre samordning mellan gödsling på egen mark och privat som minskar kostnaderna. Planering och genomförande av gödsling på privat mark och att påvisa nyttan med skogsgödsling för privata skogsägare lyfts som andra åtgärdsområden som kan vidtas av skogsbruket.

Ett företag anser att skogsbruket kan främja gödsling genom att informera allmänheten om varför man gödslar och vilken hänsyn som tas i samband med åtgärden. Ett annat företag lyfter ökad samverkan mellan skogsbruket och forskningen som ett viktigt åtgärdsområde. Företaget uppger också att skogsbruket bör utveckla modeller för långsiktig gödslingsplanering och att stötta teknikutveckling av spridning för att möjliggöra behovsanpassad och lågintensiv gödsling.

Fråga om: Andra medskick till Skogsstyrelsen

Ett par företag valde också att lämna andra medskick till Skogsstyrelsens uppdrag.

Ett företag anger att förutsättningarna för gödsling med avseende på ökad tillväxt utan att öka läckage till vatten har ändrats radikalt eftersom kvävedepositionen minskat betydligt sedan lagstiftningen infördes. De anser att lagstiftningen behöver omprövas när förutsättningarna förändras och det som var rimligt då behöver inte vara det nu. Det finns mycket kunskap som beskriver riskerna och effekterna av skogsgödsling vilket gör att kunskapsläget är betryggande och därmed är det enklare att uppdatera lagstiftningen. Kraven på kolbindning har ökat succesivt och det var över huvud taget inte en fråga när lagstiftningen utformades. För att Sverige ska klara kraven enligt LULUCF måste flera olika åtgärder göras.

Två andra företag påtalar vikten av en klar och tydlig lagstiftning för att kunna bedriva skogsbruk och minska investeringsriskerna. I dagsläget anses bruksrätten vara så osäker i många områden att vissa skogsägare inte vill investera i skogsvård, vägar eller produktionshöjande åtgärder. Det märks även på att generationsskiftet drar ut på tiden, banker är ovilliga att låna ut till skogsköp etc. Detta bedöms vara en stor hämsko för kommande skogsproduktion.

Bilaga 3 Synpunkter

Nedan följer en sammanställning av inkomna synpunkter. För Sametinget redovisas dels skriftliga synpunkter på denna rapport, dels minnesanteckningar från muntlig konsultation 2025-03-20.

Naturvårdsverket

Naturvårdsverket tackar för möjligheten att lämna synpunkter på rapportutkastet. Vi finner att rapporten ger en mycket god översikt om kunskapsläget kring effekterna av skogsgödsling, både positiva och negativa, och osäkerheterna kring dessa. Vi delar bedömningen att fortsatt och utvecklad rådgivning och kunskapsuppbyggnad är motiverat utifrån behovet av att öka virkesproduktion och kolinlagring och skogsgödslingens potentiella bidrag till dessa.

Naturvårdsverket vill dock ytterligare betona de osäkerheter som är behäftade med ett förändrat klimat, där vi ser en hög sannolikhet för ökad risk för torka och extremväder. En ökad skogsgödsling skulle förvärra riskerna för att framförallt gran stressas vid torka, med ökad risk för skadedjursangrepp. En ökad tillväxt ovan rot ökar dessutom risk för stormfällningar. Skogsgödsling är därför, om det inte utförs korrekt, direkt motverkande till den klimatanpassning av skogsbruket som behöver göras, och oavsett behäftat med en högre risk på grund av klimatförändringar.

Vad gäller förslag till styrmedel så avstyrker Naturvårdsverket förslaget om ekonomiskt stöd för skogsgödsling så som det är utformat i rapporten.

Det finns, utöver behovet att uppnå en ökad långsiktig tillgång till biomassa, ett behov av styrmedel inom markanvändningssektorn med syfte att öka kolsänkan. Gödsling är en av få åtgärder som kan ge ökad tillväxt på kort tid och stöd till gödsling har på så sätt potential att öka nettoupptaget. Det finns dock andra styrmedel med syfte att öka nettoupptaget i skogen än stöd till gödsling som Naturvårdsverket bedömer vore mer samhällsekonomiskt effektiva att införa, och som man därför bör ta till i första hand eller i kombination med ett stöd till gödsling. Åtgärder för att minska uttaget, till exempel Miljömålsberedningens förslag om kolinlagringsavtal, kan få större effekt på kolsänkan även på kort sikt, utan de negativa effekterna kopplade till gödsling som Skogsstyrelsen nämner. Som Skogsstyrelsen själva lyfter i rapporten så finns det även andra åtgärder som bedöms som mer effektiva för att höja tillväxten, men dessa tar dock längre tid innan de ger effekt.

Naturvårdsverket ställer sig också frågande till om det är samhällsekonomiskt motiverat med ekonomiskt stöd för skogsgödsling om det huvudsakliga syftet enbart är ökad långsiktig tillgång på biomassa. En ökad biomassa ger en direkt ekonomisk nytta för markägaren. Eftersom nyttan med skogsgödsling i så fall redan är internaliserad, bör marknaden själv kunna hantera vilken mängd skogsgödsling som ska genomföras. Dock finns skäl för ökad rådgivning om man antar att privata skogsägare inte har fullgod information för att fatta ekonomiskt rationella beslut.

Naturvårdsverket utesluter inte att det kan finnas goda skäl att införa ett ekonomiskt stöd till gödsling som en del i ett styrmedelspaket för att öka nettoupptaget av kol. Det kan till exempel handla om att minska läckageeffekter till följd av införande av styrmedel för att minska uttaget i skogen. I ett sådant fall är det viktigt, som Skogsstyrelsen i rapporten betonar, att gödsling utförs på rätt marker och i rätt tid för att minska risken för negativ påverkan. Det är också rimligt att rikta stödet till privatskogsbruket som Skogsstyrelsen föreslår. Sett till de jämställda skogspolitiska målen så finns i så fall även behov av att införa ytterligare åtgärder för att minska påverkan från eller kompensera för de negativa effekter som gödsling kan innebära på den biologiska mångfalden.

Havs- och vattenmyndigheten

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) har tagit del av Skogsstyrelsens rapport inom ramen för regeringsuppdraget om ökad skogsgödsling och lämnar här myndighetens synpunkter, avgränsat till konsekvenser för vattenmiljöer.

1. Risk för ökad kvävebelastning på vatten

Storskalig skogsmarksgödsling riskerar medföra en rad negativa konsekvenser för miljön framförallt i form av kväveutlakning och förhöjda halter av oorganiskt kväve i yt- och grundvatten, försurning av vatten och mark, en riskabelt stor uppbyggnad av markens kväveförråd med ökad risk för utlakning samt utslagning eller störning av känslig flora/fauna.

Det atmosfäriska kvävenedfallet överskrider idag den kritiska belastningen för barrskog i hela södra och delar av mellersta Sverige ([miljömålsindikatorn Nedfall av kväve till barrskog](#)). Överskridande kan leda till att markvegetationen i skogarnas ekosystem påverkas och innebär en ökad risk för läckage av nitrat till bäck-, sjö- och grundvatten. Det gränsvärde som används för kritisk belastning till barrskog idag är 5 kg N/ha/år. Det pågår diskussioner inom Luftvårdskonventionens expertgrupper kring vilka kritiska belastningsgränser som ska användas. Enligt en utvärdering kan nivån för kritisk belastning för kväve till barrskog behöva sänkas, till 2 kg N/ha/år för tall respektive 3 kg N/ha/år för gran (Bobbink et al., 2022). Om detta sker kommer den kritiska belastningen överskridas i en större del av Sverige än idag, vilket skulle innebära att skogsgödsling är olämpligt i en större del av landet.

Riskerna för läckage av kväve till vatten är särskilt stora i södra Sverige där kvävenedfallet fortfarande överskrider den kritiska belastningen för barrskog i hela södra och delar av mellersta Sverige. Skogsstyrelsens rapport visar att även konventionell gödsling leder till kväveutlakning motsvarande 5–10 % av tillförd mängd (8–15 kg/ha). Efter avverkning kan läckaget öka kraftigt, särskilt efter upprepad gödsling (BAG eller ungskogsgödsling). Detta riskerar att försvåra uppfyllelsen av miljökvalitetsmålen Ingen övergödning, Bara naturlig försurning och Grundvatten av god kvalitet.

Sverige uppnår inte sina utsläppsmål för kväve till Egentliga Östersjön. Till denna havsbassäng behöver tillförseln av kväve minska med 9 442 ton (Helcom, 2022 års data). Det är framförallt jordbruket som står för den största delen av den antropogena belastningen, men även atmosfärisk deposition bidrar. En fortsatt eller ökad gödsling i skogsbruket riskerar att motverka dessa utsläppsmål. Sedan 2013 finns också en signifikant ökande trend i svensk kvävetillförsel till Egentliga Östersjön. För att vända denna behövs genomförande av åtgärder för att minska tillförseln. Ökad skogsgödsling verkar i motsatt riktning. Bottenhavet har tidigare bedömts vara fosforbegränsat, men enligt en ny forskningssyntes är Bottenhavet nu kvävebegränsat (Andersson et al 2025). Även Bottenviken går mot ökad kvävekänslighet.

Enligt [SMED:s sektorsfördelade beräkningar](#) (2024) står skogsbruket för en mindre andel av den totala kvävebelastningen (hygge står för 10% av den antropogena belastningen till Bottenhavet och Bottenviken), men dess bidrag är ändå relevant särskilt i känsliga områden. När markens kväveförråd byggs upp riskerar kvävet att mobiliseras vid markberedning, stormfällning eller avverkning, vilket ökar belastningen på vattenmiljön långt efter själva gödslingsinsatsen. Detta behöver beaktas vid utformning av styrmedel kring gödsling. Resultat från en [modelleringsstudie vid Stockholms universitets Östersjöcentrum](#) visar att näringsämnen som har ackumulerats i mark och inlandsvatten kommer fortsätta att läcka ut och orsaka hög tillförsel av näring till Östersjön under kommande decennier. Detta innebär att även om skogsgödsling sker på platser där tillförseln i dag är låg, kan den samlade effekten över tid ändå bidra till fortsatt övergödning i havsmiljön.

Sverige uppnår inte målen inom Baltic Sea Action Plan (BSAP) för kväve och fosfor till Egentliga Östersjön. Det innebär att skogsgödsling motverkar både nationella miljökvalitetsmål och Sveriges internationella åtaganden enligt BSAP. Den ökade påverkan från skogsbruket riskerar att ske parallellt med en ökad påverkan som efterföljande effekt av den nya livsmedelsstrategin. Detta särskilt om satsningar på ökad produktion sker utan motsvarande miljöanpassning.

2. Skyddszoner mot vatten

HaV ser positivt på att skyddszoner diskuteras i rapporten, men anser att dessa behöver förstärkas. Skyddszoner om minst 25 meter bör alltid lämnas mot sjöar, vattendrag, våtmarker och diken, och bredden bör anpassas efter lokala förhållanden. För skyddsvärda våtmarker bör skyddszonen vara minst 50 meter. Detta överensstämmer med HaV:s tidigare ståndpunkt. Diken och vattendrag bör inte undantas baserat på vattenföring, då detta varierar mellan år. HaV föreslår att skyddszon alltid krävs vid avrinningsområden större än 2 km².

3. Kvävedynamik och fördröjd påverkan

Rapporten konstaterar att en stor andel av det tillförda kvävet binds i marken snarare än i träden, särskilt vid högre gödselgivor. Detta innebär att påverkan på ytvatten kan komma flera år efter gödslingen, särskilt efter avverkning. För att minska risken för ökad utlakning bör gödsling inte tillåtas där planerad markanvändning medför hög kvävemobilisering.

Enligt rapporter från bl.a. Zetterberg et al (2006) och Akselsson et al (2010) ökar kväveupplagringen i södra Sverige vid gödsling, oavsett om biomassa tas ut som stamved eller helträd. För tallskog är risken särskilt stor. Även Skogsstyrelsen har tidigare hänvisat till rättsfall där domstol avslår gödsling i områden där den kritiska belastningsgränsen överskrids.

4. Askåterföring och organiska gödselmedel

HaV anser att användning av organiska gödselmedel i form av avloppsslam inte bör spridas i skog. Det saknas idag lagstadgade gränsvärden för metaller och andra ämnen för skogsmark och därför bör försiktighetsprincipen användas. Slam hör inte naturligt hemma i skogsmark och spridning av slam i stora mängder (10–15 ton/ha) kan medföra risk för ackumulering och läckage av tungmetaller, organiska föreningar, läkemedelsrester och patogener. Detta kan bland annat påverka vattenmiljöer negativt.

5. Behov av förbättrat vattenunderlag

HaV ser ett behov av att föreslagna gödslingsarealer tar hänsyn till påverkan på vattenmiljöerna, bland annat baserat på statusklassificering i vattenförvaltningsarbetet (t.ex. VISS-databasen). HaV föreslår att Skogsstyrelsen utvecklar GIS-underlag där kriterier för gödslingsbarhet inkluderar påverkan på ytvatten.

Referenser

Akselsson et al (2010) Akselsson C, Belyazid S, Hellsten S, Klarqvist M, Pihl-Karlsson G, Karlsson P-E, Lundin L (2010): Assessing the risk of N-leaching from forest soils across a steep N deposition gradient in Sweden. *Environmental Pollution*, 158(12), 3588-3595. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.08.012>

Andersson A, Huseby S, Ahlgren J, Eriksson K, Brugel S, 2025. Eutrofiering och närsalter i Bottniska viken. Ett ekosystem i förändring. Naturvårdsverkets rapport 7178.

Bobbink R, Loran Ch, Tomassen H (eds), 2022. Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe., UBA TEXTE 110/2022, ISSN 1862-4804, UBA, Dessau-Roßlau.

Zetterberg, Z., Hellsten S., Belyazid, S., Karlsson, P-E. & Akselsson, C. (2006). Regionala förutsättningar och miljörisker till följd av skogsmarksgödsling vid olika scenarier för skogsskötsel och kvävedeposition – resultat från modellberäkningar. IVL-rapport B1691

Sametinget

Konsultation om regeringsuppdrag om åtgärder för ökad skogsgödsling , nu avseende ”delleverans” – system, arealer, styrmedel och konsekvenser

Sametingets inställning till delleveransen

Sametinget anser att förslaget inte reflekterar de synpunkter som Sametingets framförde under konsultationstillfälle den 20 mars 2025. Det saknas framför allt styrmedel och incitament som styr gödslingen bort från renskötselområdet, förslag för att säkerställa inflytande för berörda samebyar samt beskrivning av konsekvenser på rennäringen och den biologiska mångfalden i renskötselområdet.

Sametinget delar rapportens bedömning att det finns ett antal kunskapsluckor både när det gäller tillväxteffekter av gödsling, miljöpåverkan och effekter på kolförråd. Detta gäller även effekterna på renskötseln. Sametinget anser att det i ett sådant skede bör finnas stora betänkligheter kring att en statlig myndighet förespråka en mer omfattande gödsling.

Sametinget anser inte att det framgår hur arbetet har utgått från skador på den biologiska mångfalden och andra ekosystemtjänster ska begränsas.

Styrmedel

Vad gäller styrmedel saknar Sametinget styrmedel som på en generell nivå styr gödsling bort från renskötselområdet. Sametinget har också framfört att för de fall gödsling ändå bedöms lämpligt i renskötselområdet bör det finnas krav på formella samråd.

12:6 samråd

Sametinget anser att så kallade 12:6-samråd inte är lämpligt för ärenden om gödsling inom renskötselområdet. Ärenden om gödsling inom renskötselområdet bör föregås av ansökan. Detta för att på ett korrekt sett kunna utreda påverkan på markerna, dels vad gäller renskötsel, men även för annan miljöpåverkan. Det är även viktigt att samebyar och andra berörda ska ha möjlighet att överklaga ett beslut om gödsling. Se 41 § förvaltningslagen om att ett beslut får överklagas om beslutet kan antas påverka någons situation på ett inte obetydligt sätt. Anser Skogsstyrelsen att gödsling inom renskötselområde generellt inte påverkar renskötseln bör ett resonemang om detta framgå i rapporten.

Arealer

Sametinget saknar samlade uppgifter om i vilken utsträckning Skogsstyrelsens förslag om arealer kommer att drabba renskötselområdet. I rapporten framgår att knappt 60 procent av den beräknade arealen återfinns inom det nordligaste gödslingsområdet (område 4). Det framgår att lavmarker ska av hänsyn till renskötseln undantas från gödsling. Av vad Sametinget förstår avses i detta sammanhang lavmarker vara mark med mer än 25 % täckning av marklav i bottenskiktet.

Av rapporten (s. 56) kan uppfattas att gödsling endast är problematisk ur renskötselsynpunkt på lavrika marker och där ett aktivt restaureringsarbete av lavmarker pågår. Detta är inte korrekt och det bör istället framgå att en större areal kvävegödsling innebär en ökad risk för gödsling av renbetesmarker, med negativa effekter för renskötseln.

Sametinget anser att det bör framgå både var de marker som ska undantas ligger samt de marker som inte undantas.

Karta

Sametinget anser att de arealer som Skogsstyrelsen beskriver bör framgå på en karta som fogas till rapporten.

Nationell naturrestaureringsplan

Skogsstyrelsen har fått i uppdrag att tillsammans med Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten, Statens jordbruksverk samt Boverket, och utifrån inhämtad kunskap och synpunkter från länsstyrelserna, utarbeta ett förslag till nationell naturrestaureringsplan enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1991 om restaurering av natur och om ändring av förordning (EU) 2022/869 samt lämna en konsekvensutredning av planförslaget. I uppdraget ingår även att analysera och föreslå nödvändiga författningsändringar till följd av förordningen.

Naturrestaureringsförordningen handlar om att bidra till motståndskraftiga ekosystem och biologisk mångfald i hela unionen, uppfylla EU:s åtaganden inom den internationella konventionen om biologisk mångfald och samtidigt bidra till begränsad klimatpåverkan och förbättrad livsmedelstrygghet. Nationella restaureringsplaner ska tas fram med åtgärder som gör att varje land uppfyller EU-förordningens krav. Enligt uppdraget ska förslaget till plan inte gå utöver miniminivån i förordningen.

Sametinget efterfrågar en beskrivning av gödslingens roll i en nationell naturrestaureringsplan, särskilt i renskötselområdet samt, hur gödsling påverkar syftet med aktuell EU-lagstiftning.

Konsultation i fråga som rör det samiska folket – Skogsstyrelsens regeringsuppdrag om åtgärder för ökad hållbar gödsling

Datum 2025-03-20

Redogörelse för ärendet

Skogsstyrelsen redogjorde för regeringsuppdraget rörande skogsgödsling, se bilaga. Uppdraget innebär bland annat att Skogsstyrelsen ska ge förslag som syftar till att främja ökad hållbar skogsgödsling i både areal och intensitet.

Ståndpunkter från den samiska företrädaren

Sametingets ståndpunkt är att gödsling generellt är negativt för renskötseln och bör förekomma i så liten omfattning som möjligt inom renskötselområdet. En ökad gödsling harmonierar inte med de åtgärder som diskuteras för att förbättra förutsättningarna för renskötseln.

Sametinget betonade vikten av att inte bara marker som nu klassas som viktiga ur renbetesynpunkt beaktas vid bedömning av möjliga arealer för skogsgödsling, utan att även hänsyn tas till marker som identifierats som viktiga för att återställa tidigare renbetesmarker. Att endast styra gödsling bort från ”lavmarker” och ”rika lavmarker” är inte tillräcklig hänsyn till renskötselns behov av renbete. Det missar dessutom områden som har mindre lav på grund av markberedning, återplantering utan röjning och gallring, grot på backen etc.

Det pågår projekt med att identifiera vilka marker som tidigare varit lämpliga renbetesmarker, men som idag inte är det på grund av ändrat skogstillstånd. Utfallet av det arbetet kan vara ett värdefullt underlag för bedömningen av möjliga arealer för gödsling.

Utöver generella kriterier om renbetesmarker som är olämpliga att gödsla, så kan enskilda samebyars förutsättningar för renskötseln påverkas av gödslingsåtgärder. Konsekvenser av gödsling bör därför analyseras för varje sameby. Det medför att hänsyn måste tas till enskilda samebyars förutsättningar och synpunkter vid bedömning av varje gödslingsåtgärd.

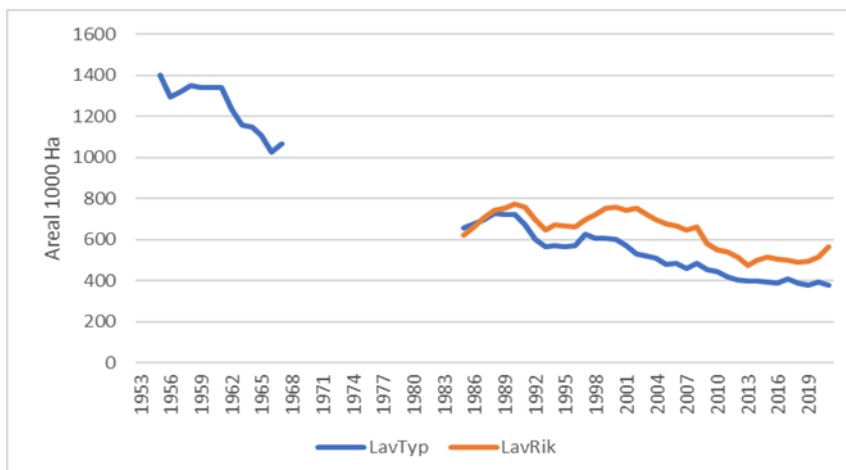
Sametinget poängterade även vikten av att utformningen av föreslagna styrmedel inte kommer att innebära gödsling av marker som olämpliga att gödsla utifrån renskötselperspektiv. Ett sätt att säkerställa detta kan vara att berörd sameby bereds möjlighet till samråd när gödslingsåtgärder planeras. Exempelvis kan krav på samråd kunna ställas för att kunna erhålla stöd för gödsling.

Sametinget lyfter även följande.

- Skogsgödsling inom renskötselområdet, måste ske med konsekvensutredning för renskötsel på samebynivå. Varje sameby har olika förutsättningar och utgångslägen, vilket inte kan generaliseras, och måste därför utredas. Skogsstyrelsen som besitter expertkunskaper inom flera sakområden, bör flagga för att det finns alldeles för många negativa

påverkansfaktorer till följd av skogsgödsling inom renskötselområdet. I övrigt, även biologisk mångfald och övrig rekreation bör ingå i framtagande av konsekvensbeskrivning.

- Skogsgödsling hör till en av de mest negativa skogsbruksåtgärder för renskötseln samt för annan biologisk mångfald och rekreation.
- Allmänna råd/riktlinjer om gödsling och andra incitament för gödsling bör styra gödsling till områden som inte ligger inom renskötselområdet.
- Skogsstyrelsens GIS underlag för lav marker har för låg upplösning för att kunna ligga till grund för förslag på arealer som är tillämpliga för skogsgödsling.
- Generellt är stora delar av renbetesmarkerna i behov restaurering, vilket rimmar dåligt med krav på ökad skogsgödsling i området.
- Med anledning av att ca 70% av lavmarker helt försvunnit från början av 50-talet tills nu på grund av felaktiga skogsskötselmetoder, är det högst olämpligt att gödsling tillämpas inom renskötselområdet (Statistik från Riksskogstaxeringen vid SLU).



Figur 1. Utveckling av skogsmarksareal av klasserna lavtyp och lavrik typ. Källa: SLU, Riksskogstaxeringen

Resultat av konsultationen

Givet den snäva tidsramen med leverans 20250430 av uppdragets första del är det inte möjligt hålla ett ytterligare konsultationsmöte. Skogsstyrelsen kommer att skicka ut en version av rapporten för synpunkter till Sametinget i början av april.

För det fortsatta arbetet med leverans 20260430 kommer ytterligare konsultation att hållas.

SSR

Sámiid Riikkasearvi (Svenska Samernas Riksförbund/SSR) kan inledningsvis konstatera att skogsgödsling av viktiga marker för renskötseln kan innebära ett stort problem för alla samebyar i Sverige. SSR anser vidare att Skogsstyrelsen ska hindra gödsling på de områden som är viktiga för renskötseln och där gödslingen kan innebära ett hinder eller störning för renskötseln. Däri inräknas särskilt viktiga mark- och hänglavsområden i respektive samebyar, men som kommer redogöras för nedan kan även andra marktyper vara relevanta.

SSR anser att en stor brist är avsaknaden redogörelse för skogssamebyarnas renskötsel och hur gödslingen påverkar dem. Vinterbetet för landets fjällsamebyar ligger mestadels i skogslandet utanför renskötselns året-runt-marker. För landets skogssamebyar ligger både året-runt-marker och vinterbetesmarker i skogslandet.

För landets skogssamebyar är marklavs- och hänglavsbetet den huvudsakliga födan för renarna under majoriteten av året, både på året-runt-markerna och vinterbetesmarkerna. Utöver mark- och hänglav så är bärris (framförallt blåbärris) och svamp viktig föda för renarna under höstmånaderna, detta gäller både skogs- och fjällssamebyarna. Tillgången till svampen är särskilt viktig för renarna under hösten och renarna lägger ner mycket energi på att leta och äta svamp, exempel på svampar som de äter är soppar och riskor. Då både svamp och bärris är viktig föda under en del av året för renarna så ser SSR viss risk med skogsgödsling i de områden där renarna regelbundet samlas och söker just denna föda. Detta med tanke på att gödslingen leder till påverkan vissa typer av svamp och SSR ser inget underlag i rapporten som visar på att desvampar som påverkas av gödslingen inte är samma svampar som renarna äter. SSR vill också lyfta frågan gällande om gödslingen påverkar smaken på blåbärriset och huruvida detta påverkar att renarna äter blåbärriset eller om de kommer undvika den. Särskilt med beaktning av att det är konstaterat att smaken på själva bären ändras av gödslingen.

Under sommarmånaderna är myrmarker särskilt viktiga för skogssamebyarna. Även om myrmarkerna är undantagna från gödsling så är det också viktigt med funktionella skogsmarker i anslutning till myrmarkerna. Renarna behöver nämligen möjlighet att vandra från myr till skog och vice versa beroende på väder och insekter. Detta innebär att skogsområden nära viktiga myrmarker också måste undantas från skogsgödsling så att de inte undviker de skogsområdena och därmed inte kan använda myrmarken och skogen på ett naturligt sätt. Påverkar detta renens normala beteende så försvåras också renskötselarbetet vid kalvmärkning och slakt.

Eftersom skogssamebyarna tillbringar hela året på skogslandet riskerar de större konsekvenser från skogsgödslingen. Gällande skogssamebyarna måste Skogsstyrelsen se till ett helhetsperspektiv, en helhetsbild av områden som nyttjas under hela året. Skogssamebyarnas renar nyttjar ofta samma områden under olika delar av året för olika anledningar, detta då renen kan nyttja samma betesområde i omgångar för olika bete på grund av växtcykeln för markerna. Om det skulle gödslas på fel område kan det leda till förlust av inte bara vinterbete utan också påverka tillgången på föda under andra delar av året också. Detta kan också leda

till påverkan på den biologiska mångfalden i form av att den naturliga påverkan på naturen som renarna bidrar till kommer att försvinna, bland annat att hålla markerna öppna så de inte växer igen.

Skogsgödslingen är ett problem även för fjällsamebyarna, särskilt på deras vinterbetesmarker och flytt/rastbeten längs flyttvägarna. För att säkerställa både skogssamebyarna och fjällsamebyarna betestillgång anser SSR att utöver undantag för de marktyper som nämnts ovan och för lavmarker, ska även lavristyp undantas. Som Skogsstyrelsen redan angett i rapporten så är sådana marker viktiga då riset hjälper till att skydda mot viss isbildning på laven och det är även områden som är relevanta för restaurering. Vidare anser SSR också att tidigare lavmarker ska undantas från gödsling då dessa kan vara aktuella för restaureringsåtgärder. Om även dessa marktyper undantas från skogsgödsling så ger det en mer korrekt bild av vilka områden som kan gödslas utan större påverkan på renskötseln.

SSR vill också återigen ta upp frågetecknen och problematiken kring skogsgödsling från helikopter. Som SSR nämnde på konsultationsmötet gällande skogsgödsling så är vi fundersamma på gödsling från helikopter.. SSR anser att det måste klargöras hur gödslingen påverkar hänglaven och vad som ska göras för att inte påverka laven negativt.

SSR anser att skogsgödsling ska vara tillståndspliktigt även fortsättningsvis. SSR menar vidare att för att det ska vara möjligt att genomföra gödsling i den skala som föreslås så måste Skogsstyrelsen samråda med samebyarna. För att få en korrekt bild av markerna och vilka områden som är viktiga för renskötseln så måste samråd med samebyn genomföras. Som vi redan angett så finns de fler områden än endast lavmarker som är viktiga för renskötseln. Men eftersom det skiljer sig mycket mellan olika samebyar så går det inte att säga något övergripande om att alla blåbärsrismarker är viktiga och ska undantas, eller att alla skogar i anslutning till alla myrmarker ska skyddas ur renskötselsynpunkt. Vissa övergripande riktlinjer går att fastslå, men för att få bästa resultatet måste Skogsstyrelsen samråda med samebyarna och undanta viktiga områden i det enskilda fallet. I vissa enskilda fall kan det också vara så att för renskötselns del kan gödsling ske på vissa markområden som annars ska vara undantagna. SSR anser också att Skogsstyrelsens samråd med samebyarna ska genomföras genom så kallat 12:6 samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken.

SSR ser också en potentiell problematik med ökade klimatförändringar och skogsgödsling på områden i närheten av bebyggelse och anläggningar. För renskötseln är det då främst risken för skada på renskötselplanläggningar som är relevant i detta sammanhang. I kapitlet om konsekvenser framgår det att det finns ökad risk för storm och snöskador på träd med större ovanjord del och otillräckligt rotsystem. Den risk som SSR ser är när gödsling sker på skog vid renskötselplanläggningar, och då framförallt renskötselplanläggningar inom skogsbyarnas året-runt-marker, så riskerar träd att välta och förstöra renskötselplanläggningar. Detta kombinerat med klimatförändringar där starkare vindar och ojämna vintrar kan leda till fler skador, gör att SSR anser att gödsling kring renskötselplanläggningar bör undvikas.