

**Emissioner på grund av  
skogsföryngring och gödsling**  
– en inventering för LCA av träprodukter

*Lisa Hörnsten*

**Arbetsrapport nr 323  
1996**

---

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

- SkogForsk-Nytt:* Nyheter, sammanfattningar, översikter.  
*Resultat:* Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.  
*Redogörelse:* Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.  
*Report:* Vetenskapligt inriktad serie.  
*Handledningar:* Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

# Innehåll

Bakgrund och syfte .....	1
Material och metoder .....	1
Redovisning i balansområden.....	1
Värdering av utsläpp enligt effektkategorimetoden .....	1
Skogsplantor.....	2
Plantanvändning .....	2
Energiförbrukning i plantskolor .....	2
Utsläpp på grund av användning av el.....	3
Utsläpp på grund av användning av olja.....	3
Bekämpningsmedel .....	4
Utsläpp på grund av användning av bekämpningsmedel .....	5
Plantskoleenkät.....	5
Användning av kväve och svavel .....	6
Utsläpp på grund av gödsling i plantskolor .....	6
Omfattning av naturlig förnygring och skogsodling.....	7
Skogsvård vid skogsodling och naturlig förnygring .....	8
Förbrukning av fossila bränslen vid skogsvård .....	8
Utsläpp på grund av skogsvård.....	9
Skogsgödsling .....	9
Fastmarksgödsling.....	10
Utsläpp på grund av skogsgödsling .....	11
Kalkning .....	11
Sammanfattning .....	12
Skogsodling .....	12
Naturlig förnygring.....	13
Gödsling och kalkning av skogsmark.....	13
Referenser .....	15
Personliga meddelanden.....	16



## Bakgrund och syfte

Livscykelanalys, LCA, är ett verktyg som kan användas för att göra en heltäckande bedömning av den påverkan en produkt har på omgivningen under hela dess livstid, från råvaruutvinning, förädling, tillverkning, transport, bruk och skrotning till avfallshantering. Livscykelanalyser kan användas för att jämföra olika metoder att framställa en produkt, vilket inom skogsbruket exempelvis kan innebära jämförelser av olika skötselmetoder. Livscykelanalyser av olika produkter strävar efter att göra dem jämförbara ur ett miljöbelastningsperspektiv och ger oss därmed en möjlighet att välja det minst miljöbelastande.

En stor del i arbetet med LCA är att sammanställa och avgränsa ingångsdata. Syftet med denna rapport är just att ge bakgrundsdata över användningen av gödsel, kemikalier och energi vid plantproduktion och användningen av gödsel och kalkning i produktionsskog, data som senare kan användas vid livscykelanalyser av skogsprodukter.

## Material och metoder

I rapporten redovisas en skattad användning av energi, gödsel och bekämpningsmedel vid plantproduktion samt användningen av gödsel och kalk i produktionsskog. Uppgifterna är, om inte annat uppges, årsmedelvärden från och med 1988 och ligger till grund för en bedömning avseende perioden 1988-1998.

Som grund för materialet ligger statistiska uppgifter från Kemikalieinspektionen (bekämpningsmedel) och Skogsstyrelsen (gödsling och kalkning av skogsmark). För att få information om gödselanvändningen inom plantskolor har en enkät skickats ut till dessa. Beträffande energianvändningen härrör uppgifterna från ett begränsat antal plantskolor.

### *Redovisning i balansområden*

Redovisningen görs för fyra balansområden med länen som indelningsgrund utom i Älvsborgs- och Jämtlands län, där indelningen följer landskapsgränserna. För att även i dessa fall kunna använda Skogsstyrelsens länsvisa statistik har uppgifterna viktats efter procentandelen produktiv skogsmark i respektive landskap. Enligt detta har Älvsborgs dalslanddel 28 % och dess västgötadel 72 % av den produktiva skogsmarksarealen, medan Jämtlands landskap har 77 % och Härjedalen 23 %.

När det gäller bekämpningsmedel finns endast statistik för hela landet. Redovisningen i balansområden är därför beräkningar med denna som grund.

## ***Värdering av utsläpp enligt effektkategorimetoden***

Det finns många metoder att jämföra olika utsläpps påverkan på miljön. Den metod som används i denna rapport har utvecklats av CML vid Leiden

University och holländska miljömyndigheten, RIVM (Heijungs m.fl., 1992). Inventeringsdata räknas enligt metoden om som bidrag till utsläpp i luft, vatten och mark, där ett för människan maximalt högsta dagliga intag per kg kroppsvikt av olika ämnen tjänar som utgångspunkt.

## Skogsplantor

### *Plantanvändning*

Den årliga plantförbrukningen vid nyplantering har beräknats med hjälp av nedanstående överväganden.

Antalet plantor som planterats per hektar antas ha följt skogsvårdslagens rekommendationer för olika boniteter (Skogsstyrelsen, 1988). Länsvisa medianboniteter för tall och gran har hämtats ur data från riksskogstaxeringen. Från dessa data har även trädslagsfördelningen för varje län räknats ut (Fridman m.fl., 1993). Uppgifter över den planterade arealen i respektive län har hämtats ur Skogsstatistisk årsbok (Skogsstyrelsen, 1992, 1995).

Antalet plantor som årligen planterats i respektive balansområde har beräknats genom att den planterade arealen per län multiplicerats med andelen tall/gran och det rekommenderade plantantalet per hektar för trädslagens medianboniteter. Till denna beräkning av plantanvändning vid förstagångsplantering tillkommer användningen vid hjälpplantering. Data över detta samlas in och redovisas av Skogsstyrelsen, se tabell 1 (Skogsstyrelsen, 1992, 1995).

**Tabell 1.**

**Plantanvändning enligt beräkningar ovan uppdelat på balansområden, årsmedelvärden 1988-1994, 1 000-tal plantor.**

Balansområde	Förstaplantering	Hjälplantering	Plantering totalt
1	154 000	19 000	173 000
2	87 000	14 000	101 000
3	43 000	7 000	50 000
4	87 000	16 000	103 000
Landet totalt	371 000	57 000	427 000

### *Energiförbrukning i plantskolor*

En stor del av plantskolornas energiförbrukning sker vid uppvärmning av växthus, för belysning och för att driva transportfordon. Uppgifter om energiförbrukningen har samlats in från ett fåtal plantskolor, vilka redovisas i tabell 2 som medeltal per 1 000 levererade plantor för landet som helhet, eftersom materialet inte kan delas upp mer detaljerat. I själva verket kan energiförbrukningen variera avsevärt, t.ex. med avseende på klimat, olika typer av växthus, intensitet i odlingen m.m. I tabell 3 är ovanstående uppgifter omräknade efter den beräknade plantanvändningen per balansområde.

**Tabell 2.**

**Energianvändning i plantskolor, genomsnitt per 1 000 producerade plantor 1994.**

Brännolja, m <sup>3</sup>	Dieselolja, m <sup>3</sup>	EI, kWh
0,03	0,001	75

**Tabell 3.**  
**Beräknad energianvändning i plantskolor under 1994 uppdelat i balansområden.**

Balansområde	Bränsolja, m <sup>3</sup>	Dieseloilja, m <sup>3</sup>	El, MWh
1	5 200	170	13 008
2	3 000	100	7 564
3	1 500	50	3 766
4	3 100	100	7 708
Landet totalt	12 800	430	32 046

### Utsläpp på grund av användning av el

Framställning av el resulterar i olika utsläpp som varierar i storlek beroende av framställningsmetod. I tabell 4 nedan redovisas de genomsnittliga utsläppen i samband med svensk och europeisk elframställning. I uppgifterna för utsläpp i Europa<sup>1</sup> ingår enbart utsläpp i direkt samband med produktionen, s.k. skorstensutsläpp. I uppgifterna för svensk produktion ingår dessutom, utöver ”skorstensutsläpp”, även utsläpp från produktion och transport av material som byts vid underhåll av kraftverken. Att den svenska elproduktionens utsläpp trots detta är mindre beror på att vatten- och kärnkraft som dominerar Sveriges elproduktion ger betydligt mindre utsläpp än den i Europa vanligt förekommande kolkraften.

**Tabell 4.**  
**Utsläppsfaktorer för NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> och CO<sub>2</sub>, vid elproduktion i Sverige och Europa<sup>1</sup>, (viktade medeltal) kg/MWh. I de svenska uppgifterna ingår även utsläpp från produktion och transporter av material som används vid underhåll av kraftverken.**

Utsläpp	Sverige	Europa <sup>1</sup>
NO <sub>x</sub>	0,06452	0,961
SO	0,06842	2,141
CO <sub>2</sub>	29,61	372,195

**Tabell 5.**  
**Beräknade utsläpp på grund av användning av el i plantskolor uppdelat på balansområden, förutsatt att svensk el används (tabell 4 ovan), kg.**

Balansområde	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
1	840	890	385 170
2	490	520	223 970
3	240	260	111 510
4	500	530	228 230
Landet totalt	2 070	2 190	948 880

### Utsläpp på grund av användning av olja

I samband med förbränning av olja sker utsläpp av olika kol- och kväveföreningar som är olika stora beroende på typ av motor eller värmepanna. För att beräkna utsläppens storlek används därför omräkningsfaktorer som

<sup>1</sup>Västtyskland, Frankrike, Belgien, Italien, Nederländerna, Luxemburg, Grekland, Spanien, Portugal, Schweiz, forna Jugoslavien, Österrike



varierar beroende på hur förbränningen sker och vilken typ av olja som används, se tabell 6. Vid förbränning av olja sker även utsläpp av svavel. Mängden svavel i utsläppen är lika stor som i den olja som använts.

**Tabell 6.**  
Vid beräkningarna använda utsläppsfaktorer, kg/m<sup>3</sup> bränsle i plantproduktion (Anon., 1990), kg/m<sup>3</sup>.

	Brännolja	Dieselolja
NO <sub>x</sub>	1,8	50
CO	9	15
CO <sub>2</sub>	2 610	2 610
HC	0,072	5

Den största energiförbrukningen i plantskolor sker vid uppvärmning av växthusen. Vid beräkningarna av utsläpp på grund av uppvärmning har antagits att lättolja används, varav en fjärdedel är av typen miljöolja, mk1. Oljan antas innehålla 0,6 kg svavel/m<sup>3</sup>. Hälften av den dieselolja som används till drivmedel för olika typer av lastmaskiner, exempelvis truckar, antas vara miljöolja, och därmed ha en genomsnittlig svavelhalt på 0,4 kg/m<sup>3</sup> (Myhrman, D. pers. meddel.).

**Tabell 7.**  
Beräknade utsläpp av NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, HC och SO<sub>2</sub> på grund av uppvärmning av plantskolor uppdelat på balansområden, kg.

Balansområde	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	SO <sub>2</sub>
1	9 400	4 700	13 580 000	370	6 200
2	5 400	2 700	7 897 000	220	3 600
3	2 700	1 400	3 932 000	110	1 800
4	5 500	2 800	8 047 000	220	3 700
Landet totalt	23 100	11 500	33 456 000	920	15 400

**Tabell 8.**  
Beräknade utsläpp av NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, HC och SO<sub>2</sub> på grund av transporter inom plantskolor uppdelat på balansområden, kg.

Balansområden	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	SO <sub>2</sub>
1	9 800	2 900	509 700	1 000	140
2	5 700	1 700	296 400	600	80
3	2 800	800	147 600	300	40
4	5 800	1 700	302 000	600	80
Landet totalt	24 100	7 200	1 255 600	2 400	340

## **Bekämpningsmedel**

Uppgifter om mängden försålda bekämpningsmedel har vänligen ställts till förfogande genom tillmötesgående från Kemikalieinspektionen som godkänner kemikalieanvändning och för statistik över försäljningen. Däremot saknas uppgifter över förbrukningen. I redovisningen nedan antas att försålda kvantiteter med viss fördröjning motsvarar användningen.

Icke desto mindre är uppgifterna för användningen av bekämpningsmedel delvis osäkra. Uppgifterna gäller endast försäljningen av inregistrerade

medel. Även oregistrerade medel används legalt, efter dispens från Kemikalieinspektionen och ingår alltså inte i redovisningen. Därutöver förekommer att otillåtna medel används, det vill säga medel för vilka tillståndet löpt ut eller medel som inte är registrerade för bruk inom respektive användningsområde (Dalin Cronholm, 1994). En annan anledning till osäkerheten är att det är frivilligt för tillverkarna att redovisa hur försäljningen är fördelad mellan olika användningsområden och det kan finnas skäl som talar för att rapporteringen ibland inte blir helt korrekt (Steckó, W. pers. meddel.).

Merparten av de bekämpningsmedel som används inom skogsbruket används i plantskolor och i samband med plantering. Framför allt används olika medel mot ogräs, men bekämpningsmedel mot svamp och insekter är också vanligt förekommande. Utöver denna förbrukning används bekämpningsmedel mot insekter på obarkat virke. Mängden kemikalier, räknat på aktiv substans, som används för sådan virkesbehandling motsvarar 0,04 % av skogsbrukets kemikalieanvändning. På grund av den mycket ringa användningen ingår de inte i fortsatta redovisningar.

### Utsläpp på grund av användning av bekämpningsmedel

De utsläpp som orsakats av kemikalieanvändningen i plantskolor har sammanställts i tabell 9 nedan. För en del av de kemikalier som använts under perioden saknas dock uppgifter över viktningsfaktorer. Medlen utan viktningsfaktorer motsvarar 10 % av användningen under perioden räknat per kilo aktiv substans. De ingår inte i tabellredovisningen.

**Tabell 9.**

**Beräknade utsläpp i luft, vatten och mark på grund av användning av aktiv substans bekämpningsmedel i plantskolor, uppdelat på balansområden, kg. Beräkningsfaktorer från Heijungs m.fl., (1992).**

Balansområde	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	41 700	3 600	400
2	24 300	2 100	200
3	12 100	1 000	100
4	24 700	2 100	200
Landet totalt	102 800	8 800	900

### Plantskoleenkät

För att beräkna användningen av kväve och svavel per levererad planta skickades en enkät till samtliga plantskolor (58 st.) enligt adresslista i plantnytt (Nyström, 1995). Totalt inkom 33 svar, varav fyra från plantskolor som inte bedrev egen odling och därför inte var besvarade.

**Tabell 10.**

**Returnerade svar i enkätundersökningen rörande användningen av gödselmedel i plantskolor.**

	Totalt antal	Besvarat antal
Totalt antal returnerade enkäter	33	28
– ” – från täckrotsplantskolor	21	19
– ” – från barrotsplantskolor	9	8

I enkätsvaren från plantskolorna tillhörande en av landets större plantproducenter framgick i de flesta fall inte plantproduktionens storlek. Istället för den totala gödsel användningen redovisades i dessa fall gödselmängden per levererad planta. Vid beräkningarna av den genomsnittliga användningen av kväve och svavel har därför antagits att produktionen hos ovan nämnda plantproducent motsvarat 1/3 av samtliga plantor som används i respektive balansområde.

### Användning av kväve och svavel

Med uppgifterna från plantskoleenkäten som utgångspunkt har användningen av svavel och kväve per 1 000 levererade täckrotsplantor räknats ut, se tabell 11.

I beräkningarna nedan antas alla plantor vara av täckrotstyp, vilket grundas på att täckrotsplantan dominerar användningen (Nyström, 1989; Ollas, 1994). Dessutom inkom få enkäter från barrotsplantskolor.

**Tabell 11.**  
Genomsnittlig användning av kväve och svavel per 1 000 levererade täckrotsplantor under 1994 uppdelat på balansområden, (gram/1 000 levererade täckrotsplantor).

Balansområde	Kväve totalt	Ammonium-kväve	Nitratkväve	Kväve i urea	Svavel
1	92	36	55		9
2	97	38	59		8
3	140	56	84		11
4	92	17	30	45	4

I tabell 12 har uppgifterna över kväve- och svavelanvändning per 1 000 levererade plantor räknats om till den totala mängden ammonium och nitrat som använts i de olika balansområdena.

**Tabell 12.**  
Beräknad användning av ammonium, nitrat, urea och svavel i plantskolor under 1994, uppdelat på balansområden, kg.

Balansområde	Kväve totalt	Ammonium	Nitrat	Urea	Svavel
1	16 000	8 100	42 500	-	1 500
2	9 800	4 900	26 400	-	800
3	7 000	3 600	18 700	-	600
4	9 300	2 200	13 400	10 000	400
Landet totalt	42 100	18 800	101 100	10 000	3 400

### Utsläpp på grund av gödsling i plantskolor

Med hjälp av Heijungs m.fl. (1992) viktningfaktorer har gödsel användningens miljöpåverkan räknats fram, se tabell 13.

**Tabell 13.**  
**Utsläpp i luft, vatten och mark genom kvävegödsling i plantskolor**  
**1994, kg.**

Balansområde	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	550	47	0
2	338	29	0
3	242	21	0
4	166	14	0
Landet totalt	1297	111	0

## Omfattning av naturlig föryngring och skogsodling

Den naturliga föryngringen är av flera skäl svår att kvantifiera. En indikator är arealandelen hyggen med fröträd avverkade för 3–5 år sedan. Under perioden 1988–1992 fanns det fröträd på 16 % av hyggesarealen enligt riksskogstaxeringens stubbinventering (Skogsstyrelsen, 1995).

Skogsstyrelsen uppskattar andelen naturlig föryngring vid sin återväxttaxering. Resultaten torde dock ge en underskattning av den naturliga föryngringens omfattning p.g.a. att endast den dominerande föryngringsmetoden på varje område anges (Ollas, R. pers. meddel.). För åren 1990–1992 användes naturlig föryngring på i genomsnitt 14 % av de inventerade ytorna enligt återväxttaxeringen.

Hyggesanmälningar är ett annat mått på den naturliga föryngringens omfattning. Enligt dessa har den naturliga föryngringen ökat markant från och med 1991. År 1993 planerades för naturlig föryngring vid över 40 % av avverkningarna enligt hyggesanmälningar gällande privatägd mark (Sollander, E. pers. meddel.). Enligt en enkätundersökning av det storskaliga skogsbrukets metoder från samma år (1993), uppgavs naturlig föryngring utföras på 27 % av den marken som föryngrades med storskaliga skogsbruksmetoder (Hörnsten, 1995).

Beträffande perioden 1988–1998 som helhet antas följande. Omfattningen av den naturliga föryngringen är 25 % högre än vad som bedömdes för återväxttaxeringen 1990–1992, dels på grund av den underskattning som görs och dels på grund av den ökning som skett sedan inventeringen. Variationen mellan olika delar av landet antas däremot vara densamma, se tabell 14.

**Tabell 14.**  
**Skattad procentuell fördelning mellan skogsodlad och naturligt föryngrad areal i de olika balansområdena och landet som helhet för perioden 1988–1998, %.**

Balansområde	Andel skogsodling	Andel naturlig föryngring
1	83	17
2	73	27
3	75	25

4	86	14
Landet totalt	80	20

## Skogsvård vid skogsodling och naturlig föryngring

Valet av skogsvårdsåtgärder är förknippat med valet av den föryngringsmetod som används. I de fortsatta beräkningarna antas åtgärderna vid skogsodling (plantering eller sådd) vara underväxtröjning, markberedning, plantering och röjning, medan naturlig föryngring endast antas röjas och i vissa fall även markberedas. Uppgifterna om markberedningens omfattning härrör från återväxttaxeringen 1990–1992 (Ollas, 1993) och antas gälla för hela perioden 1988–1992, se tabell 15. Röjningsbehovet antas vara lika stort för båda föryngringsmetoderna eftersom mer detaljerad information saknas.

**Tabell 15.**  
**Markberedd andel av föryngringarna vid skogsodling respektive naturlig föryngring 1990–1992, (Ollas, 1993).**

Balansområde	Markberedd andel vid resp. föryngringsmetod	
	skogsodling, %	naturlig föryngring, %
1	96	32
2	86	40
3	69	39
4	72	57
Landet totalt	86	39

## Förbrukning av fossila bränslen vid skogsvård

Berg (1996) redovisar förbrukningen av fossila bränslen i samband med hyggesrensning, markbehandling, skogsodling<sup>2</sup> och lövröjning. I uppgifterna ingår drivmedel för maskiner, personalresor och för flytt av maskiner mellan objekt. I tabell 16 redovisas förbrukningen uppdelad på föryngringsmetod.

**Tabell 16.**  
**Beräknad förbrukning per år av fossila bränslen vid skogsvårdsarbete i samband med skogsodling respektive naturlig föryngring. Per balansområde och för hela Sverige 1988–1998.**

	Förbrukad mängd, m <sup>3</sup> per Bo av									
	dieselolja					bensin				
	1	2	3	4	Σ	1	2	3	4	Σ
Skogsodling										
Hyggesrensning	-	-	-	-	-	375	212	144	242	973
Markbehandling	440	246	141	260	1 096	121	73	41	90	329
Skogsodling	0	0	0	0	0	489	395	288	600	1 772
Röjning	19	34	38	20	114	438	263	163	337	1 198
Skogsodling totalt	459	280	179	280	1 210	1 423	943	636	1 269	4 272
Naturlig föryngring										
Markbehandling	30	42	27	34	124	8	13	8	12	37
Röjning	4	13	12	3	29	90	98	54	55	299
Naturlig föryngring totalt	34	55	39	37	153	98	110	62	67	336

<sup>2</sup>Se separat redovisning för förbrukning av fossila bränslen vid plantproduktion.

## Utsläpp på grund av skogsvård

Vid förbränning av diesel och bensin bildas olika kol- och kväveföreningar som släpps ut i luften. För att beräkna hur stora utsläpp användningen av fossila bränslen i skogsvårdsarbete ger har faktorerna i tabell 17 nedan använts. Vid förbränning av fossila bränslen sker även utsläpp av svavel. Mängden svavel i utsläppen är lika stor som i de bränslen som används. I beräkningarna nedan antas bensin innehålla 0,7 kg svavel/m<sup>3</sup> och diesel innehålla 0,03 kg svavel/m<sup>3</sup> (vägning av svavelhalten i diesel av miljöklass I och II).

**Tabell 17.**  
Vid beräkningarna använda utsläppsfaktorer, kg/m<sup>3</sup> bränsle i skogsvård (Anon., 1990), kg/m<sup>3</sup>.

	Bensin	Dieselolja
NO <sub>x</sub>	19	54
CO	284	16
CO <sub>2</sub>	2 046	2 610
HC	28	5

**Tabell 18.**  
Utsläpp orsakade av skogsvårdsarbeten vid skogsodling uppdelat på balansområden, kg.

Balansområden	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	SO <sub>2</sub>
1	51 800	411 000	4 110 000	42 100	2 000
2	33 000	272 000	2 661 000	27 800	1 300
3	21 700	183 000	1 768 000	18 700	900
4	39 300	365 000	3 329 000	36 900	1 800
Landet totalt	146 500	1 232 000	11 898 000	125 600	6 000

**Tabell 19.**  
Utsläpp orsakade av skogsvårdsarbeten vid naturlig föryngring uppdelat på balansområden, kg.

Balansområden	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	SO <sub>2</sub>
1	3 700	28 400	289 100	2 900	140
2	5 100	32 100	368 100	3 400	160
3	3 300	18 200	229 000	1 900	90
4	3 200	19 500	232 100	2 000	100
Landet totalt	14 600	98 100	1 087 700	10 200	480

## Skogsgödsling

Redovisningen gäller gödsling i storskogsbruket åren 1988–1994. Utöver detta tillkommer enligt Skogsstatistisk årsbok ca 2 000 ha årligen i småskogsbruket, vilket alltså inte ingår i redovisningarna nedan.

I genomsnitt gödslades 52 100 ha fastmark årligen, varav drygt 90 % utfördes i balansområde 1 och 2. Torvmarksgödslingen hade liten omfattning och motsvarade endast 0,2 % av den gödslade arealen. På grund av den ringa

omfattningen och en begränsad statistik över torvmarksgödslingen redovisas den inte fortsättningsvis.

**Tabell 20.**

**Gödslad skogsmarksareal uppdelat på fastmark/torvmark och balansområden, årligt medel för perioden 1988–1994, ha.**

Balansområde	Fastmark	Torvmark
1	25 300	14
2	22 400	114
3	3 900	0
4	400	0
Landet totalt	52 100	128

### **Fastmarksgödsling**

Efter 1988 har tre typer av gödselmedel använts på fastmark, ammoniumnitrat (AN), ammoniumnitrat med magnesium (Skog-N-Mg) och kalkammonsalpeter (KAS). Under perioden 1988–1994 hade KAS störst spridning och motsvarade 86 % av all kvävegödsling. Under periodens slut, 1992–1994, skedde all skogsgödsling med KAS enligt Skogsstyrelsens statistik (Joshi, 1989–1992). I genomsnitt spreds en giva på 146 kg kväve per hektar vid fastmarksgödsling.

Andelen kväve i AN är 34,5 %. Skog-N-Mg innehåller 33,6 % kväve och 1,3 % magnesiumoxid. KAS slutligen, som är en blandning av ammoniumnitrat och dolomitmjöl innehåller 27,6 % kväve, 2 % magnesium och 4 % kalcium (Pettersson m.fl., 1988). Sedan 1992 har KAS även en tillsats av 0,2 % bor (Malm, D. pers. meddel.).

**Tabell 21.**

**Fastmarksgödsling fördelat på olika gödselmedel och balansområden, årligt medel för perioden 1988–1994, ton.**

	Balansområde			
	1	2	3	4
AN	208	185	32	4
AN med magnesium	305	272	47	5
KAS	3 170	2 818	487	56
Landet totalt	3 683	3 275	566	65

Vid gödsling med Skog-N-Mg och KAS tillförs marken magnesium, vilket under perioden motsvarade knappt 500 ton årligen. Gödsling med KAS tillförde skogsmarken knappt 1 000 ton kalcium och 50 ton bor per år.

**Tabell 22.**

**Mängden kalk, magnesium och bor som spridits genom fastmarksgödsling uppdelat på balansområden, årligt genomsnitt för perioden 1988–1994, ton.**

Balansområde	Bor	Kalcium	Magnesium
1	23,0	459	242
2	20,4	41	215
3	3,5	71	37
4	0,4	8	4
Landet totalt	47,3	947	498

## Utsläpp på grund av skogsgödsling

Av det kväve som ingår i AN, Skog-N-Mg och KAS är hälften i formen nitratkväve och hälften i formen av ammoniumkväve. I tabell 23 redovisas mängden av de olika kväveformerna som genomsnittligen spridits i de olika balansområdena. I uppgifterna ingår inte utsläpp på grund av spridningen av medlen.

**Tabell 23.**

**Utsläpp i luft, vatten och mark på grund av kvävegödsling på fastmark uppdelat på balansområden, årligt genomsnitt för perioden 1988–1994, kg.**

Balansområde	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	53 600	4 600	-
2	47 700	4 100	-
3	8 200	700	-
4	900	80	-
Landet totalt	110 400	9 400	-

## Kalkning

Sedan 1989 bedrivs i södra och mellersta Sverige en försöksverksamhet med skogsmarkskalkning för att motverka försurningsskador. I genomsnitt har knappt 4 000 ha kalkats årligen (1988–1994) med en giva motsvarande 3 ton kalksten per hektar. Medlet utgörs av krossad karbonatkalksten och/eller dolomitsten med 4 % magnesiumhalt.

**Tabell 24.**

**Kalkning på skogsmark uppdelat på balansområden, årligt genomsnitt för perioden 1988–1994 (Lindström m.fl., 1993), ha.**

Balansområden	Areal
1	0
2	0
3	1 220
4	2 737
Landet totalt	3 958

**Tabell 25.**

**Beräknad spridning av kalk och magnesium genom skogsmarkskalkning, årligt genomsnitt för perioden 1988–1994 (Lindström m.fl., 1993), ton.**

Balansområde	Kalcium	Magnesium
1	0	0
2	0	0
3	3 660	146
4	8 211	328
Landet totalt	11 874	475



# Sammanfattning

## Skogsodling

I rapporten har de utsläpp som orsakas av energianvändning vid skogsodling beräknats. Vid plantskolor har el-, olje- och dieselanvändningen studerats och vid hyggesrensning, markbehandling och röjning har diesel- och bensin-användning undersökts. I tabell 26 redovisas de sammanlagda utsläppen av NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub> för dessa.

**Tabell 26.**

**Beräknade utsläpp av NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub> vid skogsodling inklusive resor och drivmedel, uppdelat på balansområden (för el har emissionsfaktorer för svensk elproduktion använts), kg.**

Balansområde	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
1	70 500	18 176 400	8 400
2	43 900	10 840 700	5 000
3	27 200	5 840 700	2 700
4	50 300	11 663 900	5 600
Landet totalt	192 500	46 552 400	21 800

I plantskolor används pesticider och gödselmedel. Användningens bidrag till utsläpp i luft, mark och vatten har beräknats med hjälp av Heijungs m.fl. (1992) viktningsfaktorer, se tabell 27.

Förbrukningen av gödning per planta är olika beroende av om täckrots- eller barrotsplantor framställs, där en mindre mängd gödning används för täckrot. I denna rapport grundas beräkningarna på åtgången vid framställning av täckrotsplantor. Resultaten bör därför ses som minimiuppgifter.

Förbrukningen av fossila bränslen vid markberedning antas vara lika stor vid markberedning på kalmark som under skärm. Dock skiljer sig marktyperna i naturlig föryngring mot vid kalavverkning, vilket skulle kunna leda till lägre prestation i skärm.

**Tabell 27.**

**Utsläpp i luft, mark och vatten på grund av användning av pesticider och gödselmedel i plantskolor uppdelat på balansområden, efter beräkningar med viktningsfaktorer från Heijungs m.fl. (1992), kg.**

Balansområden	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	42 300	3 600	400
2	24 600	2 100	200
3	12 300	1 100	100
4	24 900	2 100	200
Landet totalt	104 000	8 900	900

Beräknade utsläpp i luft, mark och vatten på grund av skogsodling redovisas i tabell 28. I uppgifterna ingår utsläpp i samband med kvävegödsling i plantskolor samt NO<sub>x</sub>- och SO<sub>2</sub> utsläpp på grund av energianvändning i plantskolor och vid skogsvård.

**Tabell 28.**

**Utsläpp i luft, mark och vatten på grund av skogsodling uppdelat på balansområden, efter beräkningar med viktningfaktorer från Heijungs m.fl. (1992), kg. I uppgifterna ingår utsläpp av NO<sub>x</sub> och SO<sub>2</sub> samt pesticid- och gödselanvändning i tabell 26 och 27 ovan.**

Balansområden	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	107 300	3 600	400
2	64 800	2 100	200
3	36 800	1 100	100
4	70 800	2 100	200
Landet totalt	280 300	8 900	900

## **Naturlig föryngring**

De utsläpp som orsakas av energianvändning vid naturlig föryngring har beräknats. Användningen sker i samband med markbehandling och röjning, där både diesel och bensin användningen studerats. I tabell 29 redovisas de sammanlagda utsläppen av NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub>.

**Tabell 29.**

**Beräknade utsläpp av NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub> vid naturlig föryngring inklusive resor och drivmedel, uppdelat på balansområden, kg.**

Balansområde	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
1	3 700	289 100	140
2	5 100	368 100	160
3	3 300	229 000	90
4	3 200	232 100	100
Landet totalt	14 600	1 087 700	480

Beräknade utsläpp i luft, mark och vatten på grund av naturlig föryngring redovisas i tabell 30. I uppgifterna ingår utsläpp av NO<sub>x</sub>- och SO<sub>2</sub> på grund av energianvändning vid skogsvård.

**Tabell 30.**

**Utsläpp i luft, mark och vatten på grund av naturlig föryngring uppdelat på balansområden, efter beräkningar med viktningfaktorer från Heijungs m.fl. (1992), kg. I uppgifterna ingår utsläpp av NO<sub>x</sub> och SO<sub>2</sub> i tabell 29 ovan.**

Balansområden	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	3 100	-	-
2	4 200	-	-
3	2 700	-	-
4	2 600	-	-
Landet totalt	12 000	-	-

## **Gödsling och kalkning av skogsmark**

Omfattningen av gödsling och kalkning av skogsmark har sammanställts och medlens bidrag till utsläpp i luft, mark och vatten har beräknats med hjälp av Heijungs m.fl. (1992) viktningfaktorer, se tabell 30. Utsläpp vid spridning av medlen ingår inte.

**Tabell 30.**

**Utsläpp i luft, mark och vatten på grund av kvävegödsling i produktions-  
skog uppdelat på balansområden, efter beräkningar med viktningsfaktorer  
från Heijungs m.fl. (1992), årligt medel för åren 1988–1994, kg.**

Balansområden	Utsläpp i luft	Utsläpp i vatten	Utsläpp i mark
1	53 600	4 600	-
2	47 700	4 100	-
3	8 200	700	-
4	900	80	-
Landet totalt	110 400	9 400	-

## Referenser

- Anon., 1990. Luftföroreningar från arbetsfordon. handlingslinjer. Naturvårdsverket. Rapport 3756. 1990.
- Berg, S. 1993. Enkät avseende 1992- och 1993 års skogsvårdsarbete. Stencil. SkogForsk.
- Berg, S. 1996. Emissioner till luft från fossila bränslen i svensk skogsbruk. En inventering för LCA av träprodukter, (Rapport P 96010004, Trätek), 14 s. Stockholm.
- Dalin Cronholm, M. 1994. Förbrukningen av kemiska bekämpningsmedel i plantskolor. Rapport, 5 s. Arbetskyddsstyrelsen Avdelningen för yrkeshygien Enheten för kemisk processteknik och mikrobiologi.
- Fridman, J., Kempe, G., Lidström, G. och Toet, G. 1993. Skogsdata 1993 Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen, 74 s. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. f. skogstaxering.
- Heijungs, R., Guinée, J.B., Huppes, G. Lankreijer, R.M., Udo de Haes, H.A., Wegener Sleeswijk, A., Ansems, A.M.M., Eggels, P.G., van Duin, R. och de Goede, H.P. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide and Backgrounds. October 1992. CML, Leiden University, Leiden, Nederländerna.
- Hörnsten, L. 1995. Skogsvård 1993 – det storskaliga skogsbrukets system och metoder (Resultat nr 24, SkogForsk), 4 s.
- Joshi, S. 1989. Skogsgödsling i Sverige 1988. Skoglig statistikinformation nr 808, 3 s. Skogsstyrelsen.
- Joshi, S. 1990. Skogsgödsling i Sverige 1989. Skoglig statistikinformation nr 865, 3 s. Skogsstyrelsen.
- Joshi, S. 1991. Skogsgödsling i Sverige 1990. Skoglig statistikinformation nr 908, 4 s. Skogsstyrelsen.
- Joshi, S. 1992. Skogsgödsling i Sverige 1991. Skoglig statistikinformation nr 948, 5 s. Skogsstyrelsen.
- Lindström, I., Samuelsson, H. & Wijk, S. 1993. Skogsmarkskalkning Resultat från en fyraårig försöksperiod samt förslag till åtgärdsprogram (Rapport 6 1993), 68 s. Jönköping.
- Nyström, C. 1989. Svensk plantproduktion 1989, (Plantnytt nr 6, avd för skogsförnyelse, Skogshögskolan), 4 s. Garpenberg.
- Nyström, C. 1995. Svenska skogsplantskolor 1995, (Plantnytt nr 3, avd för skogsförnyelse, Skogshögskolan), 4 s. Garpenberg.
- Ollas, R. 1993. Återväxttaxeringarna 1990–1992, (Meddelande nr 4 – 1993, Skogsstyrelsen), 23 s., Jönköping.
- Ollas, R. 1994. Plantinventering 89, (Meddelande nr 1 – 1994, Skogsstyrelsen), 37 s. + tabellbilaga 26 s., Jönköping.
- Pettersson, F., Palmér, C.-H. & Freij, J. 1988. Skogsgödsling, 32 s. Oskarshamn.

Skogsstyrelsen. 1988. Skogsvårdslagen handbok, 115 s. Jönköping.

Skogsstyrelsen. 1992. Skogsstatistisk årsbok 1992, 316 s. Jönköping.

Skogsstyrelsen. 1995. Skogsstatistisk årsbok 1995, Sveriges officiella statistik, 348 s. Jönköping.

### ***Personliga meddelanden***

Malm, Dan. Skogens Gödslings AB

Myhrman, Dag. SkogForsk

Ollas, Rune. Skogsstyrelsen

Sollander, Erik. Skogsstyrelsen

Steckó, Wilmos, Kemikalieinspektionen