

# Inventering av livscykeldata för plantproduktion

Yvonne Aldentun



**Omslag: Plantskolan Sör Amsberg, Stora Skog AB. Foto: Yvonne Aldentun**

---

**SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

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

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

---

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt 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 (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Målbeskrivning .....	4
Bakgrund.....	4
Syftet med studien .....	5
LCA eller LCI? .....	5
Studiens omfattning.....	6
Systemgränser.....	6
Funktionell enhet.....	7
Flödesschema .....	7
Beskrivning av plantsystemet .....	8
Olika moment vid plantodling:.....	8
Beräkningsmetoder .....	11
Databehandling.....	11
Datakvalitet.....	11
Inventering.....	13
Plantodling.....	14
Planttransporter .....	14
Fröproduktion.....	15
Insatsvaror och transporter.....	15
Torv.....	15
Gödselmedel .....	16
Polystyrenceller.....	17
Kartong.....	17
Odlingsbehållare .....	17
Sträckplast.....	18
Plastemballage .....	18
Växthusplast.....	19
Båttransporter .....	19
Pesticider.....	19
Resultat .....	20
Totala utsläpp .....	20
Dominerande emissioner.....	22
Koldioxid.....	22
Kväveoxid.....	22
Svaveldioxid .....	24
Övriga utsläpp och pesticidanvändning .....	24
Utsläpp vid plantskolorna.....	25
Klassificering av resultaten .....	28
Diskussion.....	29
Resultat .....	29
Metod .....	30
Val av funktionell enhet.....	31
Dataluckor .....	31

Fortsatta studier .....	32
Referenser.....	33
Personliga meddelanden .....	34
Bilaga 1 – Plantskoledata	
Bilaga 2 – Fröproduktion och fröbehov	
Bilaga 3 – Pesticidanvändningen i plantskolorna	
Bilaga 4 – Sammanställning av LCI-data	

# Sammanfattning

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att kunna analysera och värdera en tjänsts eller en produkts miljöpåverkan under hela dess livscykel. En livscykelanalys kan tjäna olika syften, att jämföra alternativa produkter eller aktiviteter, att jämföra alternativa processer för att framställa samma produkt eller för att lära känna en livscykel och kunna identifiera miljöbelastningen i dess olika delar. Den genomförda livscykelinventeringen av plantproduktion bidrar till ökad kunskap om plantproduktionssystemens miljöbelastning. Den bidrar också med en del av de LCI-data som behövs för att kunna beskriva olika träprodukter.

Studien omfattar tillverkning och transport av olika insatsvaror, användning av elektricitet och fossila bränslen i samband med plantodling, lagring och intertransporter vid plantskolorna samt transport av plantorna till föryngringsytan, se fig. 1. Byggnader, maskiner och människor som behövs för att producera och transportera insatsvaror och plantor ingår emellertid inte i studien. Insamlade uppgifter avser år 1996 och den funktionella enheten är 1 000 plantor av godkänd kvalitet för försäljning. De fyra studerade plantskolornas läge i landet framgår av figur 2. De båda nordligaste plantskolorna, Kilåmon och SörAmsberg, förser storskogsbruket i Svealand och södra Norrland med plantor medan de två andra plantskolorna, Lugnet och Hillet, producerar plantor för södra Sverige. I södra Sverige används större plantor med längre odlingstid p.g.a. att vegetationskonkurrensen och risken för snytbaggengrepp där är större. I övrigt är odligen likartad mellan plantskolorna.

Resultaten visar att koldioxid följt av kväveoxider och svaveldioxid är de största utsläppen från plantproduktionen, se figur 4 och 5. Störst är utsläppen från de båda sydligaste plantskolorna, vilket framgår av figurerna 11–14. Det är framför allt användningen av fossila bränslen, brännolja för uppvärmning av växthusen och diesel för transport av plantorna till föryngringsytan som ger upphov till stora utsläpp. Vissa typer av plast kan också ge höga utsläpp av svaveldioxid, vilket framgår av figur 10. Att utsläppen är störst i södra Sverige hänger samman med valet av funktionell enhet, i detta fall 1000 plantor. Den funktionella enheten har valts så att den lämpar sig för att studera hela kedjan från fröbehandling till leverans av stockar till industrigrind.

Studien belyser endast utsläpp till luften, då data kring utsläpp till mark och vatten av framför allt gödselmedel och pesticider i plantskolorna inte fanns att tillgå. Plantskolornas utsläpp till mark och vatten borde studeras noggrannare. Överlevnadsgraden i fält hos olika stora plantor bör på nytt riktas viss uppmärksamhet i studier, eftersom plantstorleken får en avgörande betydelse för utsläppens storlek.

# Målbeskrivning

## Bakgrund

Miljöarbetet har i flera länder ändrat karaktär under senare decennier, från åtgärder mot enskilda punktutsläpp till att följa verksamheter och produkter under hela dess verksamhet eller livstid. Miljöhänsyn har blivit ett konkurrensmedel och en angelägenhet, inte bara mellan företag och myndigheter utan i lika hög grad mellan producenter och konsumenter. Behovet av att kunna beskriva, mäta och jämföra miljöbelastningen av olika aktiviteter och produkter har därför blivit allt tydligare. En rad olika metoder för miljövärderingar har utvecklats. Livscykelanalyser (LCA) är en sådan metod för att analysera och värdera en tjänsts eller en produkts miljöpåverkan under hela dess livscykel. I analysen, eller bedömningen, som är en mera rättvisande översättning av engelskans "life cycle assessment" ingår utvinning av råvaror, tillverkning, transporter, användning, eventuell återanvändning eller återvinning och slutligen avfallsdeponering. Livscykelanalyser har hittills använts främst för att studera och jämföra olika typer av förpackningar, men användningsområdena blir allt fler.

Standarder för livscykelanalyser och principer och strukturer för dess användning finns fastställda av ISO (International Organisation for Standardisation) och gäller som svensk standard (ISO 14001:1996; ISO 14040:1997). SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) är den organisation som främst bidragit till att utveckla metoden och upprätta riktlinjer för dess användning (SETAC, 1993). De nordiska länderna har också genom Nordiska Rådets stöd deltagit i arbetet (Lindfors m.fl., 1995).

En livscykelanalys kan tjäna olika syften, att jämföra alternativa produkter eller aktiviteter, att jämföra alternativa processer för att framställa samma produkt eller att lära känna en livscykel och kunna identifiera miljöbelastningen i dess olika delar. I Sverige har olika skogsindustriprodukter, t.ex. pappersprodukter och byggmaterial, studerats utifrån ett livscykelperspektiv. Bland annat har SkogForsk tillhandahållit LCI-data för produktion av träråvara (Berg, 1996). Två studier har tidigare gjorts i Sverige som berör plantproduktion; ett examensarbete som behandlar mellansvenskt skogsbruk ur ett LCA-perspektiv (Loviken 1994) och en inventering för LCI baserad på medelvärden för fyra svenska regioner s.k. balansområden (Hörnsten 1996).

De LCI-värden för träråvara som SkogForsk tagit fram har utgått från ett "makroperspektiv" och bygger på genomsnittsvärden som grovt beskriver förutsättningarna i fyra olika landsdelar. Det finns emellertid behov av noggrannare data med bättre geografisk upplösning. SkogForsk har därför inlett ett arbete med att samla in LCI-data från svenskt skogsbruk, utifrån ett "mikroperspektiv", där ett antal utvalda, representativa områden noggrannare studeras. Målet med studien är dels att bidra till utvecklingen av en LCA-metodik för skogsbruket, dels att ta fram aktuella och bättre LCI-värden för svenskt skogsbruk. För att få en fortlöpande granskning av processen och en opartisk diskussion kring olika delar av arbetet, har en referensgrupp bestående av följande personer upprättats: Britt-Inger Andersson, Träteck, Anna Jarnehammar, Träteck, Berit Mattsson, SIK och Göran Swan, STORA.

## **Syftet med studien**

LCI av plantproduktion utgör en del av det ovanstående arbetet och omfattar insamling av LCI-data för plantproduktion vid fyra svenska plantskolor, från fröbehandling till leverans av plantor till hyggeskanten. Syftet med denna del av inventeringen är dels att ge en nulägesbeskrivning av plantproduktions-systemen som kan bidra till att öka kunskapen om miljöbelastningen av plantproduktionen, dels att identifiera angelägna miljöproblem. Resultaten av studien ska kunna utnyttjas av de enskilda plantskolorna i deras fortlöpande miljöarbete. Uppgifterna utgör också underlag för en LCI av hela skogsbrukskedjan, från skog till industri. Ytterligare en studie, som beskriver olika skogsbruksåtgärder och transport av virket till industrigrinden, pågår parallellt vid SkogForsk.

## **LCA eller LCI?**

Begreppen LCA (life cycle assessment) och LCI (life cycle inventory) används parallellt i texten, varför en förklaring av de båda uttrycken är befogad. En fullständig livscykelanalys (LCA) inkluderar, enligt ISO 14040, följande moment:

- Definition av mål och omfattning
- Inventeringsanalys
- Miljöpåverkansbedömning (klassificering, karakterisering, viktning)
- Tolkning av resultaten

I en livscykelinventering har miljöpåverkansbedömningen utelämnats helt eller delvis. Miljöpåverkansbedömningen är enligt ISO 14040 ämnad att utvärdera betydelsen av möjliga miljöeffekter, genom att använda resultaten från inventeringsanalysen. Detta innebär att man sorterar, fördelar och därigenom förknippar inventeringsdata med specifika miljöeffekter, så att man kan förstå miljöpåverkan av de uppgifter som framkommit under inventeringsfasen. Detaljeringsgraden, valet av utvärderade miljöeffekter och utnyttjade metodiker beror av målsättningen med och omfattningen av studien. Då LCA-metodiken ännu inte är fullt utvecklad i alla delar är det vanligt att man drar sina slutsatser grundade på enbart inventerings- och eventuellt klassificeringsdelen i miljöpåverkansbedömningen, vilket ofta är tillräckligt för att kunna göra val eller utföra förbättringar i det studerade systemet. I föreliggande studie görs en inventering av LCI-data, huvudsakligen enligt de riktlinjer som ISO-standarden anger. Någon miljöpåverkansbedömning görs inte. Referensgruppens granskning av arbetet har heller inte haft den omfattning som en kritisk granskning enligt ISO-standarden innebär.



# Studiens omfattning

## Systemgränser

En livscykelanalys måste ges tydliga gränser. En symbolisk bild är att man drar en gräns mellan natursystem och tekniskt system. Det tekniska systemet inkluderar alla moment från råvaruuttag till avfallsbehandling. Andra ställningstaganden gäller t.ex. direkt och indirekt påverkan. Som regel beaktas bara den direkta påverkan, d.v.s. de resurser i form av insatsvaror och energiåtgång som är direkt avhängig av produktionen. Man bortser således från byggnader, maskiner och den personal som krävs för att framställa insatsvaror och den producerade produkten. Ovanstående avgränsningar utnyttjas också i denna studie. Avgränsningar till följd av avsaknad av data, s.k. dataluckor redovisas också. I föreliggande studie saknas data för anläggning och skötsel av skogsfröplantager samt utsläpp från gödselmedel och pesticider i plantskolorna. Studien behandlar därför endast utsläpp till luften. Markanvändningen ingår således inte heller i studien.

Avgränsningar görs också såväl tidsmässigt som geografiskt. Den genomförda livscykelinventeringen beskriver förhållandena år 1996. Data från plantskolorna samlades in för perioden 1992–1996. 1996 års data visade god representativitet och användes i beräkningarna. För t.ex. transportavstånd till föryngringsytor användes emellertid medelvärden för åren 1992–1996 för att utjämna slumpmässiga skillnader mellan åren. Datainsamlingen påverkas både av vilken fråga analysen ska besvara och vilka data som finns att tillgå. De studerade plantskolorna säljer plantor huvudsakligen till närliggande förvaltningar inom företaget, vilket innebär att plantorna som regel planteras inom en 15–20 mils radie från produktionsplatsen. Därmed kan verksamheten knytas till en särskild region. Data har också hämtats ur LCAiT:s databaser, vilket redogörs för i avsnittet ”Databehandling”.

Då flera produkter produceras i samma fabrik, eller då verksamheten också resulterar i användbara biprodukter uppstår allokeringssproblem, d.v.s. energi och insatsvaror skall på ett rättvisande sätt fördelas mellan de olika produkterna. Detta kan man hantera på olika sätt. I denna studie har vi valt att inte göra någon åtskillnad mellan tall- och granplantor. I praktiken är det så att den andel plantor som är mer än 1 år som regel är granplantor, å andra sidan behöver exv. en tvåårig gran såld på hösten inte ha krävt mer energi i form av växthustid och fryslagringstid än en ettårig tall såld på våren. Att försöka skilja ut plantor av olika ålder eller storlek skulle således ha medfört ett omfattande allokeringssarbete med stora osäkerheter. Inte heller har den lilla andelen ”övriga plantor”, t.ex. contorta, björk eller al, vars andel varierar mellan 0,5 – 1,5% på de olika plantskolorna, skiljts ut.

Ytterligare ett antal antaganden eller förenklingar har gjorts. I södra Sverige importerar en del av granfröet från Vitryssland. Fröet skickas som vanlig post till Sverige (pers. meddel. J. Franzén). I studien förutsätts det importerade fröet kräva samma behandling som det svenska fröet. En annan förenkling som gjorts rör det plastavfall från förpackningar, som samlas på plantskolorna. Plasten komprimeras och skickas till återvinning. I analysen har plantskolorna inte krediterats för detta.



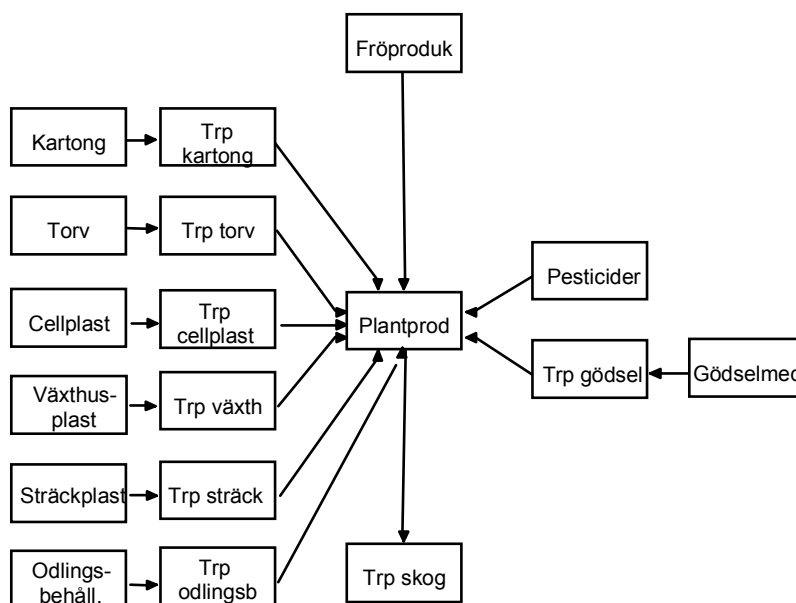
En livscykelanalys utgör en förenklad bild av verkligheten och är alltid förknippad med viss osäkerhet. Tillgången till data, liksom kvaliteten på insamlade data kan variera. I takt med att metoden blir allt vanligare ökar emellertid tillgången till bra data. Vid resultattolkningen är det viktigt att vara införstådd i de brister som en studie kan vara behäftad med. I inventeringsavsnittet framgår tydligare vilka data som varit tillgängliga i denna studie och vilka avgränsningar som gjorts.

## Funktionell enhet

Den funktionella enheten utgörs av 1 000 stycken plantor av godkänd kvalitet för försäljning. De 1 000 plantorna utgör således ett, med avseende på träslag, planttyp och plantstorlek, representativt medeltal av plantproduktionen vid respektive plantskola. Sammansättningen och utseendet av plantproduktionen vid varje enskild plantskola antas spegla naturförutsättningarna i respektive region. Av detta följer t.ex. att plantorna generellt är något större i södra Sverige bl.a. för att bättre klara vegetationskonkurrens och angrepp av snytbaggen. Tallplantor dominerar produktionen i norra Sverige medan granplantor är vanligast i södra Sverige.

## Flödesschema

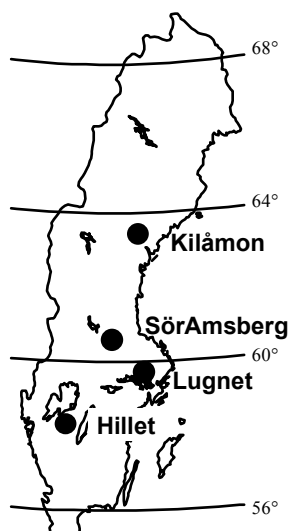
Livscykelinventeringen innebär att alla inflöden till systemet, som energi och insatsvaror, liksom alla utflöden i form av emissioner till luft, vatten och mark inventeras och kvantifieras, se figur 1. Därefter vidtar ett omfattande beräkningsarbete där insatta resurser och energimängder sätts i relation till den funktionella enheten – man löser den s.k. massbalansen. Olika aktiviteter (rutor i flödesschemat) ger olika emissionsbilder. De olika emissionslagen summeras och inventeringen utmynnar i en kvantitativ beskrivning av miljöbelastningen per funktionell enhet.



Figur 1.  
Flödesschema för plantodling.

## Beskrivning av plantsystemet

Studien inkluderar AssiDomäns samtliga plantskolor Kilåmon, Lugnet och Hillet, samt STORAs plantskola i SörAmsberg, se figur 2, som ligger i samma region som Lugnet. Detta tillåter en jämförelse av plantproduktionen i en gradient från norr till söder, där två plantskolor (Lugnet och Hillet) producerar planter för södra Sverige, medan de två andra (Kilåmon och SörAmsberg) försör storskogsbruket i Svealand och södra Norrland med planter. Plantskolorna är goda representanter för dagens plantodlingsverksamheten i Sverige. År 1996 producerade de tillsammans 15 % av det totala antalet skogsplanter som såldes i Sverige detta år.



Figur 2.  
Figuren visar de studerade plantskolornas läge.

De studerade plantskolorna är samtliga väl fungerande anläggningar för odling av täckrotsplanter. Odlingssystem liksom odlingstäthet varierar mellan plantskolorna, vilket framgår av tabell 1 nedan.

Tabell 1.  
Tabellen visar de odlingsbehållare och den odlingstäthet som utnyttjas vid respektive plantskola 1996.

Plantskola	Odlingsbehållare	Odlingstäthet (plantor/m <sup>2</sup> )	Fördelning m.a.p. odl.täthet (%)
Kilåmon	Blockplant	966	100
Lugnet	Blockplant	812	50
		671	50
Hillet	Flexipot	550	45
		400	55
SörAmsberg	Planta 80	850	100

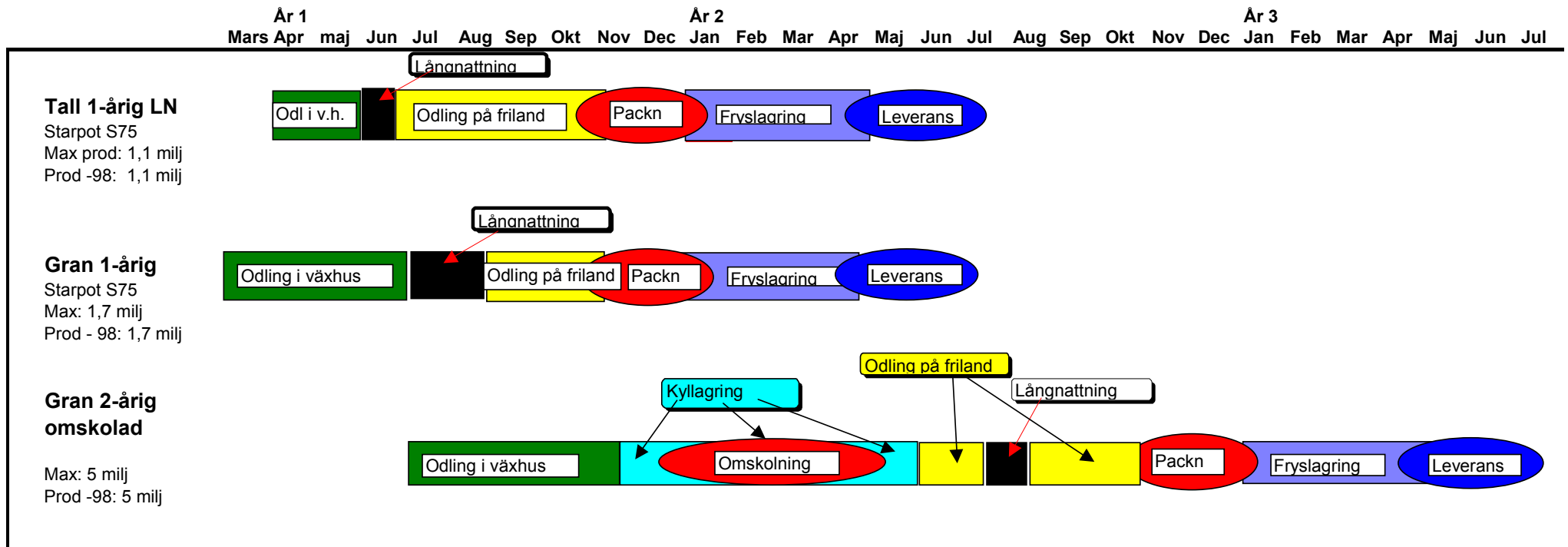
Odlingsrutinerna är principiellt lika mellan de olika plantskolorna. Nedan görs en listning av de moment som vanligtvis ingår i odlingsrutinerna (alla moment ingår dock inte alltid).

Olika moment vid plantodling:

- Påfyllning av torv i krukor
- Uppvattning
- Sådd
- Transport från såddlokal till växthus
- Groning i växthus – bevattning (pesticidbehandling vid behov)
- Tillväxtfas i växthus – bevattning och gödning (pesticidbehandling vid behov)
- Transport från växthus till friland
- Tillväxt och härdning på friland - bevattning och gödning (pesticidbehandling vid behov)
- Långnattsbehandling (för att invintra plantorna)
- Eventuell övervintring på friland
- Transporter från friland till packhall
- Packning i kartonger (eventuell pesticidbehandling i kartongen)
- Transport från packhall till kyl-/fryslager
- Vinterlagring i kyl-/frysrum
- Transport i samband med leverans av plantorna
- Transporter i samband med underhåll av utrustning och transport av insatsvaror.

Klimatiska faktorer liksom skillnader i plantstorlek gör emellertid att odlingssäsongen och odlingstider ser olika ut på olika platser. I södra Sverige används större plantor än i norra Sverige, d.v.s. större krukor och längre odlingstid. I norra Sverige utnyttjas huvudsakligen 1-åriga plantor eller s.k. ”tvåårig tall på ett år”, medan 2 och 3-åriga plantor är vanliga i södra Sverige. Valet av plantstorlek styrs alltså av naturförutsättningarna på de enskilda objekten. För att utnyttja växthusen maximalt odlar plantskolorna som regel två eller flera omgångar med plantor varje säsong. Av figur 3 nedan framgår odlingstiden för några olika planttyper.

## Odlingschema 1998 Hillet Plantskola



Figur 3. Exempel på odlingschema för 1-årig tall och gran, och 2-årig gran från Hillets plantskola. Odlingen i växthus sker i två omgångar per säsong. Första odlingsomgången av tall och gran som sås i mars-april, blir till 1-åriga plantor. Då dessa plantor lämnar växthuset kring juni månad används hela växthusytan för odling av en andra omgång granplantor som ska bli 2-åriga. De blivande 2-åringarna lämnar växthuset först på senhösten och får omskolade uppleva friland först nästa säsong.

# Beräkningsmetoder

## ***Databehandling***

Beräkningsarbetet har utförts i Excel och LCAiT (LCA inventory Tool version 2.1. 1996. Chalmers Industriteknik). I LCAiT finns databaser för olika energislag och transportslag samt ett antal färdiga livscykelanalyser för vanliga insatsvaror, t.ex. olika typer av plaster och kartong, vilka använts i analysen. Livscykelanalyserna för de nämnda produkterna i LCAiT är baserade på data från Förpackningsutredningen (Tillman m.fl., 1991).

Transportdatabasen i LCAiT håller för närvarande på att uppdateras, bl.a. har utsläppen av svavel- och kväveoxider under senare år minskat, till följd av renare bränsle och bättre avgasrening. I beräkningarna har utsläppen av SO<sub>2</sub> från diesel (final use) därför ändrats från 0,140 till 0,0004 g/MJ. Databasen skiljer också på långa, "long distance", och korta, "short distance", lastbilstransporter; lastgraden är här bestämd till 70 respektive 40 % (pers. meddel. Lisa Person, CIT). I beräkningarna ingår på vis en viss andel tomma returtransporter.

Energidatabasen i LCAiT innehåller elproduktion från olika europeiska länder. I beräkningarna används svensk medel, "Swedish average". De emissioner som anges avser produktionen av el. I samma databas finns också uppgifter om olika fossila bränslen, t.ex. bensin, diesel och olja. För dessa bränslen finns uppgifter också om emissionerna vid förbränning. För brännolja har EO1 (light oil) använts vid beräkningarna. I LCAiT finns även färdiga livscykelinventeringar för ett antal olika produkter som olika typer av plast eller kartong. För dessa produkter redovisas utsläppen från tillverkningen av produkten. Energiberäkningarna görs genomgående i enheten megajoule (MJ). Programvaran i övrigt diskuteras inte vidare här, den intresserade hänvisas istället till Chalmers Industriteknik.

Transportavstånden, inom Sverige, har beräknats med hjälp av SPCS vägguide. Avstånd utanför Sverige är uppmätta i kartbok.

## ***Datakvalitet***

Plantskolornas odlingsvolym och bränsleförbrukning är specifika för 1996. Insatsvaror som t.ex. torv, plast och gödselmedel utgörs av medelvärden för perioden 1992–1996. Medelvärden för samma period ligger också till grund för bränsleförbrukningen vid plantdistributionen. För transport av insatsvarorna har producentens respektive konsumentens postadresser utnyttjats och avstånden beräknats i ett avståndsprogram. För kartong och plaster har LCAiT:s databaser utnyttjats. Samtliga dessa uppgifter bedöms ha tillfredsställande kvalitet.

För anläggning och skötsel av plantager samt fröskörd i plantager saknas data, dessa moment ingår således inte i beräkningarna. För kottransporter och fröbehandling grundar sig insamlade data på uppskattningar baserade på

erfarenhet från personal vid olika plantskolor. I bilaga 2 görs beräkningar av energianvändningen för fröbehandlingen grundade på erhållna uppgifter.

Läckaget av gödselmedel och pesticider från plantskolorna ut i natursystemet är dåligt känt och ingår p.g.a. databrist inte i studien. Studier inledda på SkogForsk tyder emellertid på att gödslingsgivan i plantskolor kan reduceras avsevärt om appliceringen sker på säkrare sätt. Detta ger anledning att tro att läckaget av gödselmedel i plantskolorna kan vara betydande (pers.meddel. L.Rytter).



# Inventering

I tabell 2 nedan ges en övergripande bild av inventeringsresultaten, fördelade på olika insatsvaror, i kg eller l, och använda energimängder, i megajoule (MJ), för olika aktiviteter. Uppgifterna är redovisade per 1 000 plantor. Därefter följer en noggrannare beskrivning av de uppgifter som ligger till grund för tabellvärdena.

Tabell 2.

I tabellen redovisas mängden av olika insatsvaror och använda energimängder för att producera 1 000 plantor vid respektive plantskola.

## Insatsvaror och energianvändning vid plantodling (per 1000 plantor)

Insatsvaror	Kilåmon	SörAmsberg	Lugnet	Hillet
Torv	12,60 kg	15,14 kg	15,87	14,18 kg
Torvbrytning: diesel	0,07 lit	0,05 lit	0,07 lit	0,08 lit
Gödsel	1,70 kg	1,50 kg	0,80 kg	4,13 kg
Cellplast	0,02 kg	0,03 kg	0,05 kg	0,08 kg
Plant kartonger	4,53 kg	3,81 kg	5,50 kg	0,77 kg
Sträckplast	0 kg	0,04 kg	0,03 kg	0,14 kg
Växthusplast	0,05 kg	0,05 kg	0,06 kg	0,06 kg
Odlingsbehållare	0,53 kg	1,68 kg	0,61 kg	1,39 kg
Plastemballage: torv, gödsel, cellplast	0,11 kg	0,11 kg	0,11 kg	0,12 kg

	Kilåmon	SörAmsberg	Lugnet	Hillet
Transport av insatsvaror	MJ	MJ	MJ	MJ
Torv, väg	6,26	4,69	2,63	2,26
Torv, båt (1)	0	1,84	1,14	0
Gödsel, väg	1,74	0,03	0,11	1,52
Gödsel, båt (1)	0	0	0,10	0
Cellplast, väg	0,002	0,01	0,02	0,02
Plantkartonger, väg	3,59	1,41	2,02	0,09
Sträckplast, väg	0	0,04	0,03	0,06
Sträckplast, båt (2)	0	0,002	0,002	0,03
Växthusplast, väg	0,02	0,03	0,04	0,06
Växthusplast, båt (1)	0,002	0,002	0,03	0,03
Odlingsbehållare, väg	0,42	0,07	0,17	0,34

## Energianvändning i plantskolor

Fröbehandling: elenergi	2,70	2,70	2,70	2,70
Fröbehandling: brännolja	2,70	2,70	2,70	2,70
Plantproduktion: elenergi	102,13	228,84	424,16	247,83
Plantproduktion: brännolja	381,57	433,54	1081,11	1299,56
Transporter: diesel	8,90	11,63	33,48	19,49
Transporter: bensin	3,43	3,39	6,28	0

## Plantdistribution

Från plantskola till förnygringsyta	100,37	71,26	83,25	169,78
-------------------------------------	--------	-------	-------	--------

## Effektivt värmevärde (MJ/kg):

brännolja (EO1 oil)=42,7

diesel=42,7

bensin=43,0

(1) båt, kusttrafik = 0,00047 MJ/kg,km (LCAiT 2,1)

(2) båt, oceangående = 0,0002 MJ/kg,km (LCAiT 2,1)

## Plantodling

Uppgifter från plantskolorna har erhållits dels genom besök på två plantskolor, en enkät till samtliga plantskolor samt uppföljande förfrågningar. I tabell 3 redovisas den totala användningen av elenergi och fossila bränslen vid respektive plantskola 1996 per 1 000 plantor. Energianvändningen domineras av uppvärmning av växthus, kyl-/frysrum och interntransporter. I tabell 4 redovisas producerat plantantal för samma period. I bilaga 1 redovisas grunddata från respektive plantskola.

Tabell 3.

I tabellen redovisas den totala användningen, per 1 000 plantor, av elenergi och fossila bränslen vid plantskolorna. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	El (kWh/1 000 pl)	Brännolja (l/1 000 pl)	Diesel (l/1 000 pl)	Bensin (l/1 000 pl)
Kilåmon	28,4	10,6	0,2	0,1
Lugnet	117,8	30,1	0,9	0,2
Hillet	68,8	36,2	0,5	0
SörAmsberg	63,6	12,1	0,3	0,1

Tabell 4.

I tabellen redovisas producerat antal plantor vid plantskolorna, år 1996.

Plantskola	Prod. ant. plantor
Kilåmon	28 200 000
Lugnet	7 498 000
Hillet	5 520 000
SörAmsberg	18 500 000

## Planttransporter

Delvis olika rutiner för planttransport gäller på AssiDomän AB resp. STORA Skog AB. Inom AssiDomän ombesörjer plantskolorna samordning och transport av plantor till de olika förvaltningarna, medan man på STORA låter de enskilda förvaltningarna ansvara för detta. Transportdata från STORA är inte helt fullständiga från alla berörda förvaltningar. I tabell 5 nedan redovisas den totala dieselförbrukningen för planttransporterna 1996 samt dieselförbrukningen per 1 000 distribuerade plantor. Dieselförbrukningen är medelvärdet för perioden 1992–1996. För noggrannare uppgifter hänvisas till bilaga 1.

Tabell 5.

I tabellen redovisas den totala dieselförbrukningen för planttransporter, från plantskolan till föryngringsytan samt dieselförbrukningen per 1000 plantor. Uppgifterna avser år 1996, dieselförbrukningen grundas på medelvärdet för perioden 1992–1996.

Plantskola	Diesel (l)	Diesel (l/1 000 pl)
Kilåmon	75 000	2,8
Lugnet	14 850	2,3
Hillet	24 000	4,7
SörAmsberg	36 000	2,0

## Fröproduktion

Frön kan erhållas antingen från kottar plockade i anvisade bestånd med lämpliga egenskaper eller från kottar skördade i fröplantager, där utvalda träd med önskvärda egenskaper ingår. Fröproduktion i plantager är en långsiktig verksamhet och fröskördarna är ojämna. I bilaga 2 görs en ansats att skatta fröbehov och erforderlig plantageareal för att producera 1996 års fröbehov. Det har emellertid inte varit möjligt att beskriva hela fröproduktionskedjan då data inte funnits tillgängliga. I de fortsatta beräkningarna ingår därför bara data för fröbehandling, d.v.s. framställning av frön (lagring, rensning och klängning av kottar) och förädling av frön (våtavvingning, rensning och IDS) vilka redovisas i tabell 6. Det är framförallt klängningen av kottar som är energiintensiv.

Tabell 6.  
Redovisning av energianvändningen (MJ/1 000 plantor) fördelat på olika energislag och moment i fröproduktionen.

Fröbehandling	Bränsolja (MJ/1 000 pl)	EI (MJ/1 000 pl)	Summa (MJ/1 000 pl)
Fröframställning	2,7	2,7	5,4
Fröförädling	0,002	0,001	0,003
Summa	2,702	2,701	5,403

## Insatsvaror och transporter

För plantproduktionen utnyttjas olika insatsvaror. I tabellerna 7–16 nedan redovisas den volym/mängd av respektive vara som utnyttjats och hur långt dessa varor har transporterats. Transportavstånd från tillverkningsplats till konsument har beräknats med SPCS vägguide. Samtliga studerade transporter är s.k. långdistanstransporter med stor lastbil. Då en plantskola har två leverantörer av likvärdiga produkter har den aktuella förbrukningen principmässigt delats lika mellan leverantörerna. Beräkningarna avser år 1996.

## Torv

Den mängd diesel som använts vid brytningen av torven ingår i analysen och grundar sig på ett medelvärde av de uppgifter som erhållits av torvproducenterna. Bränsleanvändningen för att iordningställa myren, före och efter brytningen, ingår emellertid inte. Samma värde (0,5 l diesel/m<sup>3</sup> torv) används för samtliga plantskolor. I Finland pågår arbetet med att ta fram en livscykelanalys för odlingsstorv, vilket framgent kan ersätta de uppgifter som utnyttjats i denna studie (pers.komm. H. Mälkki). I tabell 7 redovisas använda torvmängder och utförda torvtransporter för 1996.

Tabell 7.

Tabellen visar använd mängd torv i plantskolorna samt transportavstånd (på land) mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Volym (m3)	Mängd (kg)	Transp.avst. (km)
Kilåmon	Hasselfors Garden (1)	1 920	188 160	617
	Närkes Miljöprodukter (2)	1 920	167 040	621
Lugnet	Hasselfors Garden	500	49 000	202
	Kekkilä Vapo Group (3)	500	70 000	140
Hillet	Närkes Miljöprodukter	900	78 300	159
Sör Amsberg	Kekkilä Vapo Group	2 000	280 000	310

(1) Hasselfors Garden - Densitet: 98 kg /m<sup>3</sup> (300 liters bal väger 29,4 l, förutsatt 55kg/m<sup>3</sup> ts torv vid 44 % fukthalt). Torven förpackas i plastsäckar som rymmer 300 liter torv. Tom plastsäck (PE-plast) vikt 255 g. (Pers. meddel.: Johan Henriksson, Hasselfors Garden AB, (ref. Skogstörvseminarium, Hasselfors - Porla, 1997-12-10)).

(2) Närkes Miljöprodukter – Densitet: 87 kg/m<sup>3</sup> (320 liters bal väger ca 28 (27-29) kg och har en fuktkvot på ca 45(40–55) vikt-% vid transport).

Torven förpackas i plastsäckar som rymmer 320 liter torv. Tom plastsäck (LDPE-plast) vikt 235 g. (Pers. meddel.: Sture Paberg, Närkes Miljöprodukter).

(3) Kekkilä Vapo Group - Densitet: 140 kg /m<sup>3</sup> (320 liters bal väger 45 (40–50) kg och har en fuktkvot ca 50–60 vikt-% vid transport. Torven förpackas i plastsäckar som rymmer 320 liter torv. Tom plastsäck (PE-plast) vikt 330 g. (Pers. meddel.: Timo Niäminen, Kekkilä Vapo Group).

## Gödselmedel

De uppgifter om produktionen av enskilda gödselmedel som erhöles av respektive producent skilde sig åt till sin omfattning och var därför inte möjliga att använda. LCI-värden för gödselmedel, bl.a. för Skog-CAN håller emellertid på att tas fram på SIK (Institutet för Livsmedel och Bioteknik) (pers. komm. B. Mattsson). I beräkningarna har därför endast använda kvantiteter gödselmedel utnyttjats, medan utsläppen fått baseras på litteraturuppgifter från Audsley et.al. (1997). Audsleys beräkningar grundas på ammoniumnitrat för kväve och TPS (triple superphosphate) för fosfor. Energimängden för att framställa 1 kg kväve är där beräknad till 45,6 MJ, för 1 kg fosfor till 29,2 MJ och för kalium till 5,0 MJ. I tabell 8 redovisas använda mängder gödsel i plantskolorna samt transportavstånd.

Tabell 8.

Tabellen visar använd mängd gödselmedel i de studerade plantskolorna samt transportavstånd (på land) mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Volym (l)	Mängd (kg)	Transpavst (km)
Kilåmon	Hydro Agri AB (1)	40 000	48 000	1 025
Lugnet	Kekkilä Vapo Group (2)		6 000	140
Hillet	Cederroth International (3)	19 000	22 800	368
Sör Amsberg	Cederroth International	23 250	27 900	21

(1) Superba S (Hydro Agri) levereras till Kilåmon som styckegods i stora plastfat (200 liter) eller storbehållare (1 000 liter) i kvantiteter om 20 000–25 000 liter åt gången. Storbehållarna är returemballage. Densitet: 1,2 kg/liter. (Pers. meddel.: J-Å. Mähler, Kilåmons plantskola, AssiDomän AB)

(2) Kekkiläs gödselmedel levereras som granulat (fast form) i 25 kg plastsäckar. Gödseln levereras på pall (ca 1 ton/pall) och 3–5 pallar åt gången. Tom plastsäck (PE-plast) vikt 150 g. Leveranserna samordnas med torvleveranser, från samma företag i Finland. (Pers. meddel.: J. Franzén, Lugnets plantskola, AssiDomän AB; T. Nieminen, Kekkilä Vapo Group).

(3) Cederroth Internationals gödselmedel, Wallco, är flytande. Växthusgödeln levereras i 200 liters plastfat (engångsförpackningar). Frilandsgödseln leveras med tankbil till behållare på plantskolan. Densitet: 1,2 kg/liter. Plastfaten väger 9 kg och är tillverkade av polyeten. Dessa säljs vidare och återanvänds som regnvattentunnor etc. Tankbilstransporter med gödsel samordnas om möjligt, men bilarna går ofta tomma tillbaka. (Pers. meddel.: A. Karlsson, Hillets plantskola, AssiDomän AB; Britt-Marie Göransson, Cederroth International).

## Polystyrenceller

I tabell 9 nedan redovisas använd mängd polystyrenceller samt utförda transporter för 1996. Utsläppen från framställningen av polystyrencellerna beräknades m.h.a. LCAiT.

Tabell 9.

Tabellen visar använd mängd polystyrenceller i plantskolorna samt transportavstånd mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Volym (l)	Mängd (kg)	Transp.avst. (km)
Kilåmon	Frånö Industri AB (1)	40 000	720	93
Lugnet	Frånö Industri AB	20 000	360	444
Hillet	SCA Packaging Cellplast AB	24 000	432*	249
Sör Amsberg	Frånö Industri AB	29 000	522	384

\*Densiteten antas vara densamma som för polystyren från Frånö Industri.

(1) Polystyrenen från Frånö Industri är förpackad i plastsäckar om 350 liter.

Densitet: 18 kg/m<sup>3</sup>. Tom plastsäck (PELD PE-plast) vikt 235 g. (Pers. meddel.: Per. Thim, Frånö Industri AB).

## Kartong

Plantskolornas användning av kartong och de transporter som krävts i sammanhanget redovisas i tabell 10. Utsläppen från framställningen av kartongen beräknades m.h.a. LCAiT. I databasen är kartongen framställd av jungfrufiber. I de utförda beräkningarna har kartongtillverkningen inte krediterats för dess inslag av returpapper.

Tabell 10.

Tabellen visar använd mängd kartong i de studerade plantskolorna samt transportavstånd mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Mängd (kg)	Transp.avst. (km)
Kilåmon	AssiDomän Förenade Well (1)	63 910*	898
	SCA Packaging (2)	63 910	687
Lugnet	AssiDomän Förenade Well	21 400	474
	SCA Packaging	22 600	265
Hillet	AssiDomän Förenade Well	2 162	159
	SCA Packaging	2 312	86
Sör Amsberg	AssiDomän Förenade Well	34 800	479
	SCA Packaging	35 625	263

\* Åsatt värde med ledning av uppgift från annat företag

(1) Andelen returfiber i AssiDomäns kartonger är i kraftlinerskiktet ca 20 % och i flutingskiktet högst 10 %. (Pers. meddel.: Roland Nilsson och Lars Oscarsson, AssiDomän Förenade Well).

(2) I SCA:s kartonger varierar andelen returfiber mellan 14 och 18 %. (Pers. meddel.: Thore Nordlander, SCA Packaging).

## Odlingsbehållare

Av tabell 11 nedan framgår de mängder plast, som med hänsyn till plasternas varierande livslängd behövdes för 1996 års plantproduktion, samt erforderliga transporter. Livslängden varierar kraftigt mellan plasttyperna, från ca 17 år (15–20 år) för HDPE-plasten, till ca 4 år för PS-plasten, och 1,5 år för EPS-plasten. Plasternas fullständiga namn redovisas i anslutning till tabell 10. (Pers. meddel.: Bo Rödlander, Panth Produkter AB; Mats Lindgren, Kompositprodukter AB). Utsläppen från tillverkningen av odlingsbehållarna har beräknats m.h.a. LCAiT.

Tabell 11.

Tabellen visar mängden plast motsvarande behovet för att producera 1996 års plantor i olika typer av odlingsbehållare, samt transportavstånd mellan producent och konsument.

Plantskola	Leverantörer	Plast	Mängd (kg)	Transp.avst. (km)
Kilåmon	Panth Produkter AB	HDPE	14 976	792
Lugnet	Panth Produkter AB	HDPE	4 570	276
Hillet	Panth Produkter AB	EPS	7 667	248
Sör Amsberg	Kompositprodukter AB	PS	31 130	40

HDPE= high density polythene

EPS= expanderad polystyren

PS= polystyren

## Sträckplast

Av tabell 12 nedan framgår hur mycket sträckfilm som använts i plantskolorna 1996, och de transporter den varit förknippad med. Sträckfilmen är tillverkad av LLDP-plast. Tillverkningen sker i Apeldorn (Nederländerna), Bridgwater (England) resp. Smålandsstenar. Cyklop AB har två leverantörer av plast. (Pers.meddel.: J. Nissen, Nissen AB; Jakobsson, AB G. Pellvik; M. Nyström Cyklop AB). Utsläppen från framställningen av sträckplasten har beräknats m.h.a. LCAiT.

Tabell 12.

Tabellen visar använd mängd sträckplast i plantskolorna samt transportavstånd (på land) mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Mängd (kg)	Transp.avst (km)
Kilåmon	–	0	0
Lugnet	Nissen AB	200	1 114
Hillet	AB G. Pellvik	800	414
Sör Amsberg	Cyklop AB	425	632
		425	1 300

LLDP= linear low density polythene

## Plastemballage

I tabell 13 nedan redovisas den mängd plastemballage som använts i plantskolorna under 1996. Plastsäckarna är tillverkade av LDPE-plast och används som emballage för torv, gödsel och polystyrenceller. Torvsäckar utgör mellan 94–99 % av den totala mängden plastemballage. De använda säckarna samlas ihop på plantskolorna och skickas för återvinning. I beräkningarna har plantskolorna inte krediterats för denna återvinning. Utsläppen från framställningen av plastemballage har beräknats m.h.a. LCAiT.

Tabell 13.

Tabellen visar använd mängd plastemballage, plastsäckar för torv, gödsel och polystyrenceller i plantskolorna. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Mängd (kg)
Kilåmon	3 069
Lugnet	841
Hillet	692
Sör Amsberg	2 082



## Växthusplast

I tabell 14 redovisas den mängd växthusplast som årligen åtgår i plantskolorna och de transporter den är förknippad med. Växthusplasten är tillverkad av EVA-plast, vilket likställs med HDPE-plast i databehandlingen. Mängden plast anger den årliga förbrukning av plast, under förutsättning att plasten byts ut vart sjunde år. Utsläppen från framställningen av plasten har beräknats m.h.a. LCAiT.

Tabell 14.

Tabellen visar använd mängd växthusplast i plantskolorna samt transportavstånd (på land) mellan producent och konsument. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Leverantörer	Mängd (kg)	Transp.avst. (km)
Kilåmon	JM Hus AB (1)	1303	395
Lugnet	JM Hus AB	418	802
Hillet	JM Hus AB	326	1 042
Sör Amsberg	JM Hus AB	868	733

(1) Plasten används i dubbla skikt, varje skikt är 0,2 mm tjockt. Densitet: 0,945 kg/dm<sup>3</sup> (1 m<sup>2</sup> plast 0,2 mm tjock väger 0,190 kg). (Pers.meddel: Jan-Henrik Hollsten, UPM – Kymmene Corp. Rosenlew).

## Båttransporter

Vissa varor har förutom landtransport också utnyttjat båttransport. I tabell 15 nedan är samtliga i studien ingående båttransporter redovisade. Transporten mellan Brighton och Göteborg (sträckplast) betraktas vid bearbetningen i LCAiT som "boat, ocean going" (endast last), övriga transporter som "boat, coastal traffic" (färja med lastbil).

Tabell 15.

Tabellen visar båttransporter (avstånd mätta i karta) samt transporterad mängd av olika insatsvaror till plantskolorna. Uppgifterna avser år 1996.

Plantskola	Vara	Båttransport	Mängd (kg)	Transp.avst (km)
Kilåmon	växthusplast	Wasa-Umeå	1303	100
Lugnet	växthusplast	Wasa-Umeå	418	100
	Sträckplast	Trelleborg-Travemünde	200	220
	Torv	Åbo-Stockholm	70 000	260
	Gödsel	Åbo-Stockholm	6 000	260
Hillet	växthusplast	Wasa-Umeå	326	100
	Sträckplast	Brighton-Göteborg	800	1 200
SörAmsberg	växthusplast	Wasa-Umeå	868	100
	Sträckplast	Trelleborg-Travemünde	425	220
	Torv	Åbo-Stockholm	280 000	260

## Pesticider

För pesticiderna i studien finns inga LCI-värden att tillgå. Enstaka äldre tillverkningsdata tyder på att energiförbrukningen vid framställningen av preparaten är låg. Det är istället effekterna av användningen som bedöms intressanta ur ett livscykelperspektiv. Giftigheten hos olika preparat kan emellertid ännu inte hanteras med LCA-metoden. Kända miljö- och hälsoaspekter förknippade med användningen av olika aktiva substanser finns dokumenterade av Kemikalieinspektionen (KEMI informerar, 1997)

Utsläppen från pesticidanvändningen i plantskolorna är dåligt kända. Uppgifter om pesticidanvändningen under perioden 1992–1996 har emellertid samlats in och redovisas i bilaga 3. Tabell 16 beskriver mängden aktiv substans av olika preparat, per 1 000 plantor, som använts vid de olika plantskolorna 1996. Den mängd plantor som faktiskt behandlats med ett enskilt preparat kan emellertid variera beroende på vilka typer av angrepp man strävar efter att förhindra eller åtgärda. På Hillets plantskola t.ex. permetrinbehandlades 85–90 % av de producerade plantorna, medan denna andel var betydligt lägre på SörAmsbergs plantskola. Permetrinbehandling av plantor görs för att minska risken för snytbaggegnag på plantorna.

Tabell 16.

Tabellen visar använd mängd aktiv substans av olika preparat, per 1 000 plantor, i respektive plantskola. Uppgifterna avser år 1996.

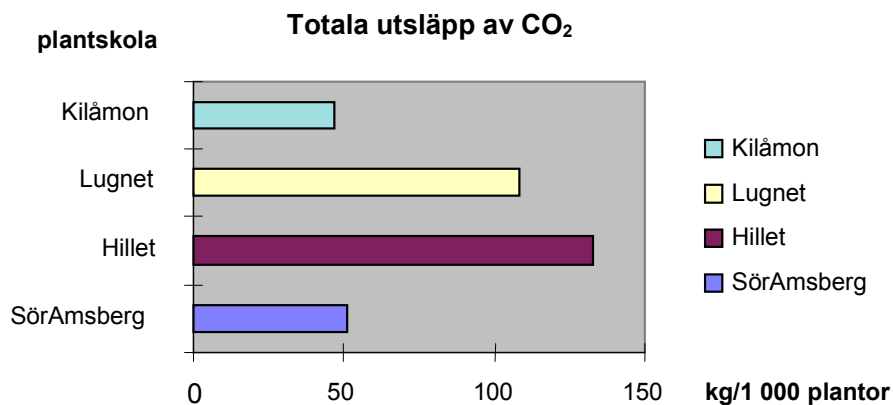
Preparat (kategori)	Kilåmon	Lugnet	Hillet	SörAmsberg
tolyfluanid (F)	0,516 g	1,730 g		
iprodion (F)	0,244 g	0,102 g		0,069 g
propikonazol (F)	0,035 g			
glyfosat (H)	0,242 g	0,080 g	16,3 g	0,243 g
terbutylazin (H)	0,325 g	0,227 g		0,184 g
kloroxuron (H)		0,669 g		
permetrin (I)			9,96 g	0,108 g

(F)=fungicid, (H)=herbicid, (I)=insekticid

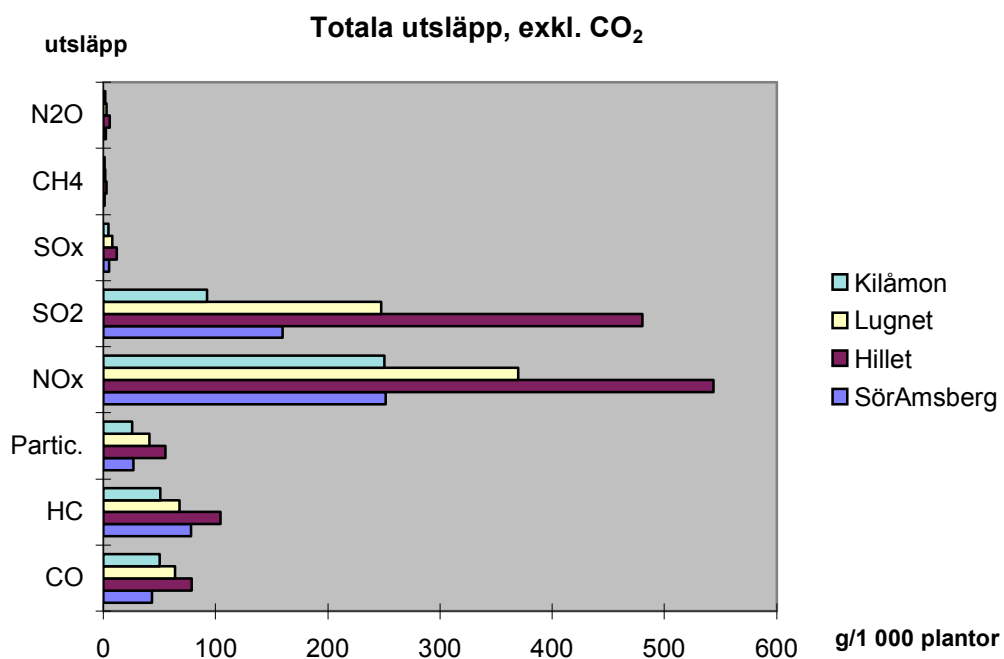
## Resultat

### **Totala utsläpp**

Efter det att utsläppen från varje enskild aktivitet i livscykel beräknats och ställts i relation till den funktionella enheten, i detta fall 1 000 plantor, har de olika typerna av utsläpp summerats var för sig. Detta ger en bild av de totala utsläppen vid varje plantskola. Som framgår av figur 4 är koldioxidutsläppen (CO<sub>2</sub>) störst, här redovisade i kg per 1000 plantor, och av en helt annan storleksordning än övriga utsläpp som redovisas i g per 1000 plantor i figur 5. Kväveoxider (NO<sub>x</sub>) är som framgår av figur 5 den näst största typen av utsläpp följt av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>). Uppgifterna finns också redovisade i tabellform, fördelade på olika aktiviteter, i bilaga 4.



Figur 4.  
Koldioxid dominerar utsläppen från plantproduktionskedjan.



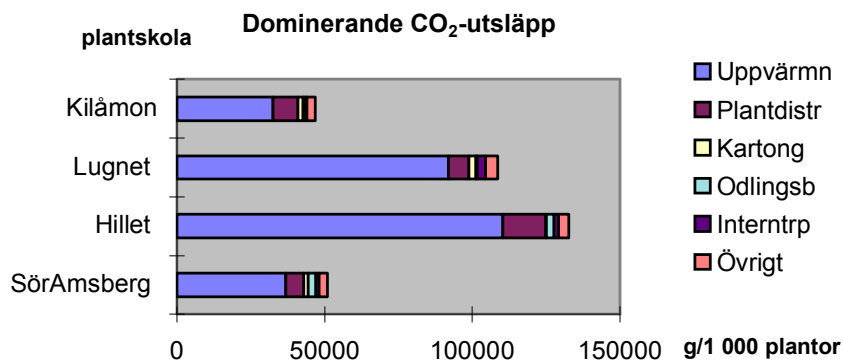
Figur 5.  
Övriga utsläpp från plantproduktionskedjan, redovisade i gram/1000 plantor.

De båda sydligaste plantskolorna, Hillet och Lugnet, har de största utsläppen per 1 000 plantor, p.g.a. att de plantor som produceras där är större. Större plantor innebär färre odlade plantor per m<sup>2</sup> samt längre odlingstid.

## Dominerande emissioner

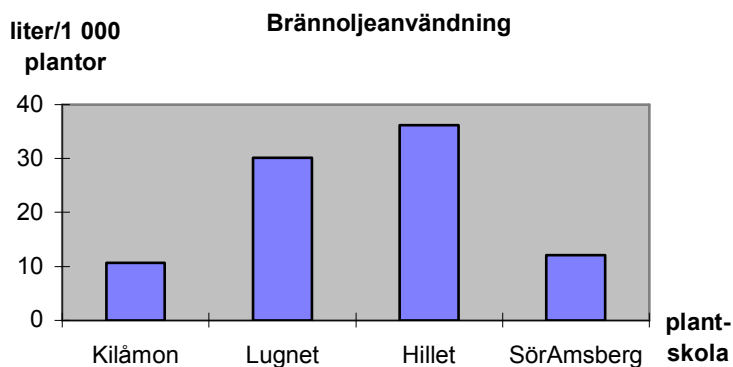
### Koldioxid

Koldioxidutsläppen är främst kopplade till användningen av brännolja för uppvärmning av växthusen, se figur 6. Plantdistributionen (från plantskola till förnygringsyta), kartongtillverkning, tillverkning av odlingsbehållare och internt transporter med dieseldrivna fordon ger, efter brännoljan, de största bidragen till koldioxidutsläppen från plantproduktionskedjan. I figur 7 redovisas också brännoljeanvändningen per 1 000 plantor, vid de olika plantskolorna.



Figur 6.

I figuren redovisas de insatsvaror och aktiviteter som ger störst bidrag till koldioxidutsläppen i studien.

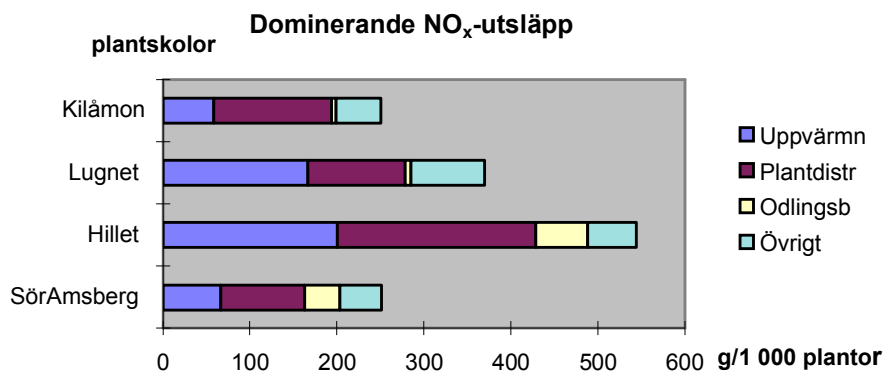


Figur 7.

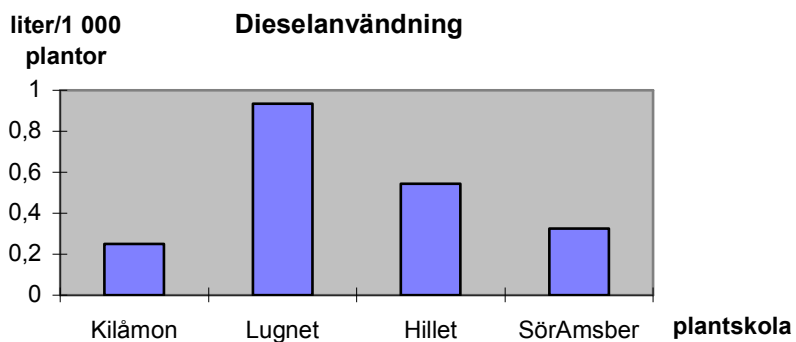
Använd mängd brännolja per 1 000 plantor vid plantskolorna.

### Kväveoxid

TVå källor dominerar utsläppen av kväveoxider i de studerade systemen, nämligen användningen av brännolja vid plantskolorna och plantdistributionen (från plantskolan till förnygringsytan), se figur 8 nedan. Även vissa typer av plast, i detta fall till odlingsbehållarna, bidrar till utsläppen av kväveoxider. Utsläppen från plantdistributionen är direkt avhängiga dieselanvändningen, vilken redovisas i figur 9.



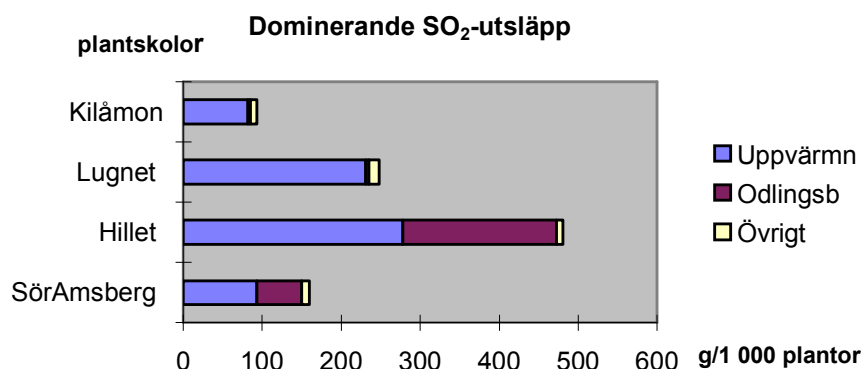
Figur 8.  
I figuren redovisas de insatsvaror och aktiviteter som ger störst bidrag till kväveoxidutsläppen i plantskolorna.



Figur 9.  
Använd mängd diesel per 1000 plantor vid plantskolorna.

## Svaveldioxid

Svaveldioxidutsläppen är i likhet med koldioxidutsläppen tydligt knutna till användningen av brännolja, vilket framgår av figur 10 nedan. Vissa plasttyper bidrar också till utsläppen av svaveldioxid.



Figur 10.

Av figuren framgår att användningen av brännolja för uppvärmningen av växthusen, liksom i vissa fall tillverkningen av odlingsbehållare, dominerar svaveldioxidutsläppen i den genomförda studien.

## Övriga utsläpp och pesticidanvändning

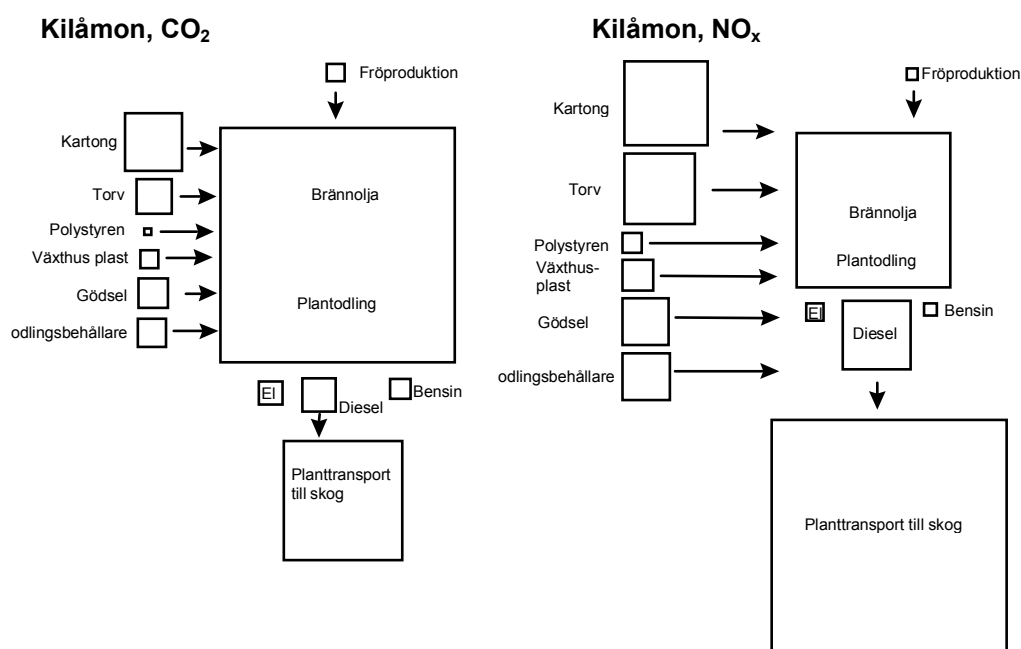
Utsläppen av väteklorid (HC), kolmonoxid (CO) och partiklar orsakas också främst av plantdistributionen och uppvärmningen av växthusen

**Den totala pesticidanvändningen vid de studerade plantskolorna varierar mellan 29–450 liter/plantskola och år. Pesticidanvändningen är störst vid den sydligaste plantskolan, Hillet. Av tabell 15 framgår att medel mot svampangrepp (F) hade störst användning i Kilåmons plantskola, medan medel mot ogräs (H) och insekter (I) hade störst användning på Hillets plantskola.**

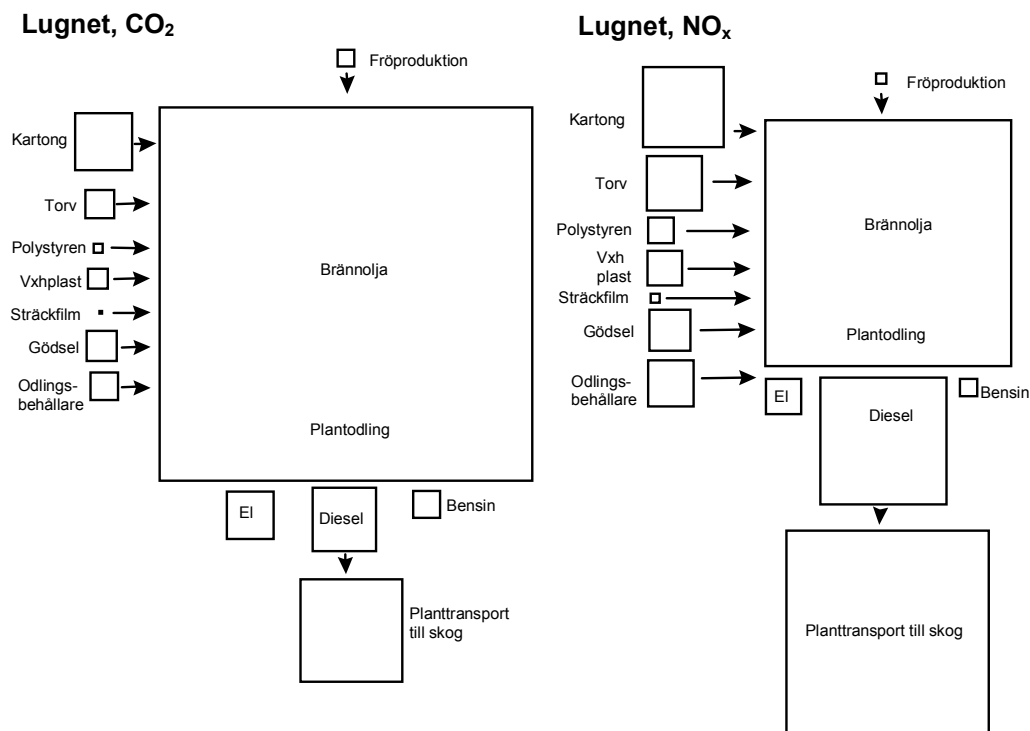


## Utsläpp vid plantskolorna

Koldioxid och kväveoxid är, som framgår av det ovanstående, de dominerande typerna av utsläpp. I det följande görs därför en redovisning av hur dessa utsläpp fördelar sig mellan olika insatsvaror och aktiviteter på respektive plantskola. Rutornas storlek, i figurerna 11–14, står i proportion till utsläppens storlek. Olika skalor har använts för CO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub>, men jämförelser av respektive utsläpp kan göras också mellan plantskolorna. I figurerna är utsläppen från transporter inkluderade i respektive aktivitet. Plastemballagen som består av plastsäckar huvudsakligen använda till torven har förts till rutan för torv. Uppgifterna finns också redovisade i tabellform i bilaga 4.

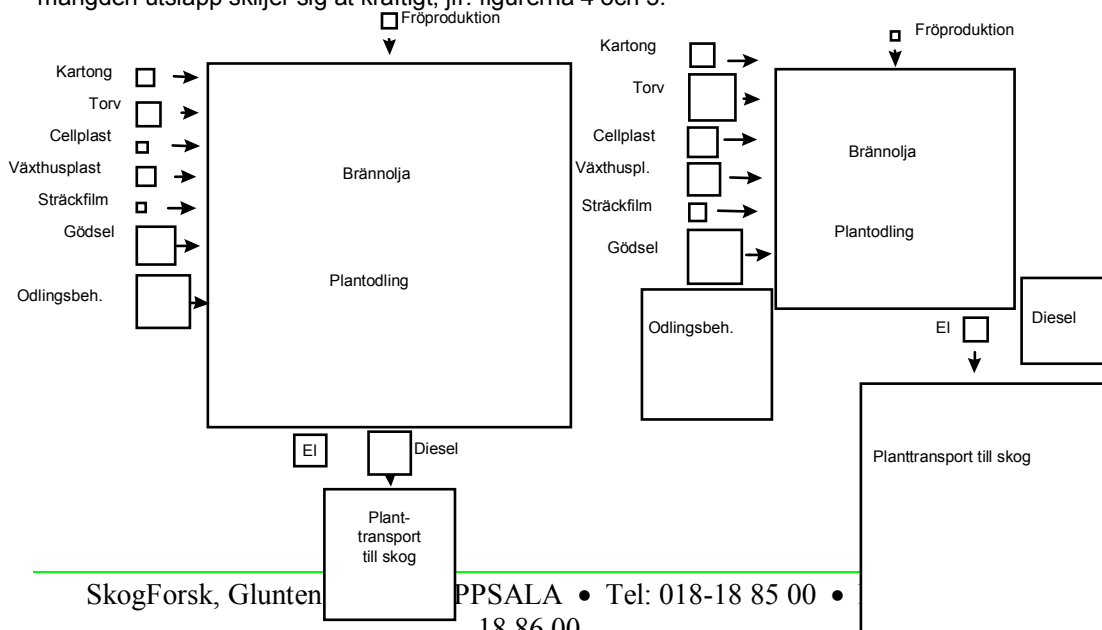


**Figur 11.**  
**Utsläpp av koldioxid och kväveoxid från plantodling vid Kilåmons plantskola. Utsläpp från transporter av olika insatsvaror ingår i respektive ruta. Rutornas storlek står i proportion till utsläppens storlek. Olika skalor har använts för redovisningen av CO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub> då mängden utsläpp skiljer sig åt kraftigt, jfr. figurerna 4 och 5.**



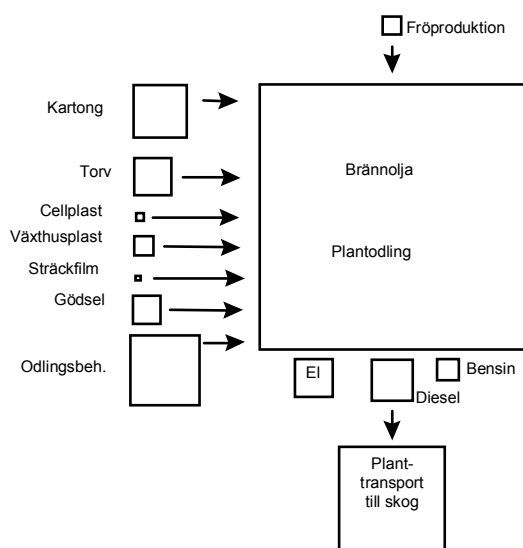
**Figur 12.**  
**Utsläpp av koldioxid och kväveoxid från plantodling vid Lugnets plantskola. Utsläpp från transporter av olika insatsvaror ingår i respektive ruta. Rutornas storlek står i proportion till utsläppens storlek. Olika skalor har använts för redovisningen av CO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub> då mängden utsläpp skiljer sig åt kraftigt, jfr. figurerna 4 och 5.**

**Figur 13.**  
**Utsläpp av koldioxid och kväveoxid från plantodling vid Hillets plantskola. Utsläpp från transporter av olika insatsvaror ingår i respektive ruta. Rutornas storlek står i proportion till utsläppens storlek. Olika skalor har använts för redovisningen av CO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub> då mängden utsläpp skiljer sig åt kraftigt, jfr. figurerna 4 och 5.**

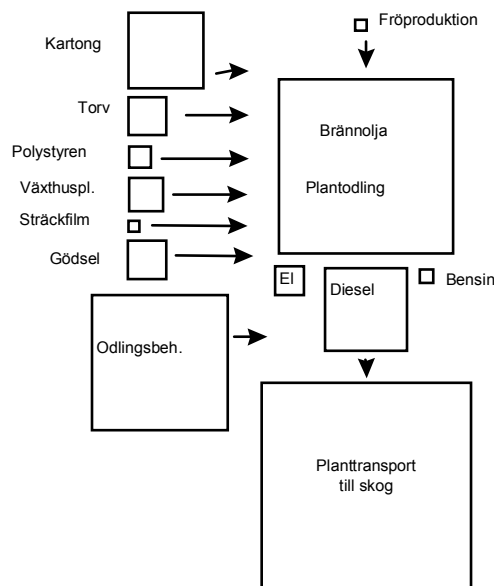




## SörAmsberg, CO<sub>2</sub>



## SörAmsberg, NO<sub>x</sub>



Figur 14.

Utsläpp av koldioxid och kväveoxid från plantodling vid Sör Amsbergs plantskola. Utsläpp från transporter av olika insatsvaror ingår i respektive ruta. Rutornas storlek står i proportion till utsläppens storlek. Olika skalor har använts för redovisningen av CO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub> då mängden utsläpp skiljer sig åt kraftigt, jfr. figurerna 4 och 5.

## Klassificering av resultaten

Klassificeringen innebär att den totala miljöpåverkan, från de flöden som identifierats i inventeringen, delas upp på olika miljöeffektkategorier. Påverkan brukar delas in i tre områden: resurser, human hälsa och ekologisk påverkan. I de riktlinjer som utarbetats med stöd av Nordiska rådet (Lindfors m.fl., 1995) delas påverkan in i 15 olika effektkategorier. Tre kategorier behandlar resursanvändning (energi & material, vatten och mark). Tre kategorier behandlar human hälsa (toxiska och icke toxiska effekter och arbetsmiljö). Sju kategorier behandlar ekologisk påverkan. Slutligen två kategorier där en redovisning görs av de inflöden som ej följts till från vaggan respektive de utflöden som ej följts till graven. Denna studie fokuserar den ekologiska påverkan. Utsläppens bidrag till olika effektkategorier redovisas i tabell 17. De resultat som redovisas i studien är främst användbara för att diskutera bidrag till växthuseffekten (7) och nedbrytningen av stratosfäriskt ozon (8). Utsläpp i vatten skulle behöva ingå för att kunna gå vidare med effektkategorierna (9) och (10), d.v.s. försurning och eutrofiering.

Tabell 17.

Tabellen visar vilka effektkategorier som påverkas av de olika emissionslagen. Numreringen av effektkategorierna överensstämmer med Lindfors m.fl. (1995). Data saknas för ställningstaganden angående ekotoxiska effekter och påverkan på den biologiska mångfalden.

Effektkategorier/ Utsläpp	CO <sub>2</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
7. Växthuseffekten	x	x	x	x			x	x
8. Nedbrytning av stratosfäriskt ozon	x	x				x	x	
9. Försurning				x	x	x		
10. Eutrofiering				x				
11. Bildning av foto-kemiska oxidanter		x	x				x	
12. Ekotoxiska effekter								
13. Påverkan på den biologiska mångfalden								

## Diskussion

### Resultat

I samtliga plantskolor är uppvärmningen av växthusen den aktivitet som bidrar till de största utsläppen av CO<sub>2</sub>, och de största eller näst största utsläppen av NO<sub>x</sub>. Åtgärder som kan minska användningen av brännolja för uppvärmning av växthusen är således värdefulla från miljösynpunkt. De sydliga plantskolorna, Lugnet och Hillet, bidrar till större utsläpp per 1 000 plantor än de nordliga, Kilåmon och SörAmsberg. De större utsläppen i södra Sverige beror på att odlingstätheten där är lägre, d.v.s. de behållare som plantorna odlas i tar större utrymme i anspråk i växthusen.

Plantdistributionen är i tre av fyra plantskolor den aktivitet som ger det största bidraget till utsläppen NO<sub>x</sub>, och i den fjärde plantskolan ger plantdistributionen det näst största utsläppet av NO<sub>x</sub>. Transporternas bidrag till utsläppen gör att ett alltför glest nät av plantskolor kan vara negativt från miljösynpunkt. En god samordning av plantleveranserna är också viktig. Kilåmons nordliga läge utgör emellertid inget handikapp från miljösynpunkt, förutsatt att odlingen sker för ett lokalt behov. Även interna transporter med dieseldrivna fordon bidrar tydligt till NO<sub>x</sub>-utsläppen från plantodlingen.

Plantkartongernas bidrag till utsläppen av NO<sub>x</sub> och CO<sub>2</sub> är inte heller oväsentliga. Här skiljer sig Hillets plantskola från de övriga genom att man 1996 distribuerade en viss mängd plantor utan att förpacka dem i kartonger, vilket avspeglar sig tydligt vid jämförelse i figurerna 11–14.

Utsläpp knutna till odlingsbehållarna skiljer sig kraftigt åt. Detta beror dels på att utsläppen vid tillverkningen av olika plasttyper varierar, dels på plastens livslängd. Den s.k. HDPE-plasten som användes i Kilåmon och i Lugnet bidrar till betydligt lägre utsläpp av såväl CO<sub>2</sub> som NO<sub>x</sub> jämfört med övriga använda plaster.

I plantskolorna användes mellan 6 000 – 48 000 kg fullgödselmedel (NPK) 1996. Gödselmedelsanvändningen per 1 000 plantor varierade också kraftigt från 1,5 kg till 4,1 kg. Denna variation beror inte enbart på skillnaden i plantstorlek utan också på appliceringsmetoden. På Hillets plantskola, där gödselanvändningen är störst används slagpendelspridare för gödsling på friland medan gödsling med ramp används på de övriga plantskolorna. Plantskolor är ofta belägna på genomsläppliga sandmarker och huvuddelen av gödslingen sker på friland (ej slutet system). Det finns därför anledning att tro plantskolors bidrag till de lokala utsläppen i vatten överlag är mera betydelsefulla än utsläppen till luft. Detta är något som noggrannare borde studeras.

Pesticidanvändningen i plantskolorna varierar mellan 29–450 liter/plantskola och år. Vissa preparat har försvunnit från marknaden under den senaste femårsperioden. En insamling av livscykeldata ger ingen information om när, hur eller varför de olika preparaten använts. Det råder också osäkerhet om hur toxiciteten hos pesticider bäst ska behandlas i en LCI. Vi har därför valt att inte göra någon ytterligare bearbetning av pesticiddata. Kanske är andra miljövärderingsinstrument som t.ex. miljökonsekvensbeskrivningar tills vidare bättre lämpade för detta ändamål. Det finns inga uppgifter om utsläpp av pesticider. Precis som för gödselmedlen är det sannolikt så att ev. utsläpp av pesticider till vatten är mera betydelsefulla än till luften, då även små mängder preparat kan ha hög giftverkan i vatten.

Som redogjorts för under inventeringsavsnittet är tillgängliga data för torv och gödselmedel inte helt fullständiga eller överensstämmande med de preparat som använts i plantskolorna; torvdata avser endast dieselanvändningen vid brytningen och för gödselmedlen har litteraturuppgifter använts. En bedömning är dock att de största utsläppen förknippade med plantproduktionen är direkt knutna till plantskolan och plantdistributionen, även om valet av insatsvaror kan ha betydelse.

## **Metod**

Denna studie skiljer sig på flera punkter från tidigare utförda studier rörande plantproduktion. Loviken (1994) utgår från ett hektar skogsmark, som förnygras eller gödslas enligt olika modeller, Hörnsten (1996) redovisar utsläpp i kg/ balansområde, till följd av energianvändning vid skogsodling. Den nu genomförda studien utgår från fyra svenska plantskolor där specifika värden så långt möjligt utnyttjats och där den funktionella enheten valts till 1 000 plantor av godkänd kvalitet för försäljning.

Lovikens prövar i sitt arbete en värderingsmetod, EPS (Environmental Priority Strategies), och går därmed längre i sin bearbetning av data. Hörnstens studie belyser energiförbrukningen i plantskolor och till följd av olika skogsvårdsåtgärder medan transporter och insatsvaror är ofullständigt belysta eller saknas. Då delvis samma datakällor utnyttjats är överensstämmelsen god mellan studierna av de resultat som varit möjliga att jämföra. Ingen av studierna fyller alla de krav som ställs i ISO-standarderna för en LCI.



Det genomförda arbetet ger kunskap dels om plantskolornas miljöbelastning i stort, dels om LCI. En livscykelinventering ger inte alltid svar på frågor, däremot ger den strategiska insikter som man kan dra nytta av i det fortsatta miljöarbete. Då bedömningen ska användas för att jämföra två konkurrerande produkter bör en noggrannare granskning av använda data och utförda beräkningar, i enlighet med ISO-standarden göras.

### **Val av funktionell enhet**

Det resultat man får från en livscykelinventering relaterar till den funktionella enhet man valt. I denna studie skulle man kunna tänka sig ett antal olika funktionella enheter som ett hektar föryngrad skogsmark, 100 kubikmeter ved eller som här valts 1 000 plantor av godkänd kvalitet för försäljning. Valet av funktionell enhet har i detta fall styrts av vad som varit lämpligt för att studera hela skogsproduktionskedjan.

Med valet av 1 000 plantor som funktionell enhet blir utsläppen större från plantodling i södra Sverige, Lugnet och Hillet, än i norra Sverige, Kilåmon och SörAmsberg. Hade den funktionella enheten varit en hektar föryngrad skogsmark, hade skillnaden till fördel för norra Sverige blivit ännu större, då man planterar färre plantor per hektar i norra Sverige än i södra Sverige. Skulle man istället ha valt 100 kubikmeter ved som funktionell enhet kanske resultatet hade blivit ett annat, då tillväxten är betydligt högre i södra Sverige. Det gäller med andra ord att vara uppmärksam på valet av enhet och att beakta det då man tolkar resultaten.

### **Dataluckor**

Datakvaliteten i stort behandlas på sidan 11 i rapporten. Här diskuteras endast brist på data eller bristande kvalitet på data. Det har inte varit möjligt att få fram data angående anläggning och skötsel av plantager, och inte heller kottskörd och kemikalieanvändning i plantagerna. Uppgifter rörande energianvändningen vid fröframställning och fröförädling bygger på skattningar av personal på plantskolorna.

Det finns inga fullständiga livscykelinventeringar att tillgå för de gödselmedel som använts på plantskolorna. Därför har litteraturuppgifter för energianvändningen vid produktionen av NPK-gödselmedel för jordbruket använts. Beräkningar gjorda med ledning av erhållna uppgifter placerar inte gödselmedlen bland de största utsläppen. För produktionen av torv har endast uppgifter om dieselförbrukningen vid själva torvbrytning inkluderats.

För LCI-ändamål användbara uppgifter för toxiciteten hos pesticiderna saknas.

## **Fortsatta studier**

- Den för plantskolorna mest angelägna frågan att arbeta vidare med bedöms vara utsläppen av gödselmedel och pesticider i plantskolorna. Genom att förbättra spridningsättet (appliceringen) av gödselmedel och pesticider kan användningen, och därmed också utsläppen av preparat minska.
- Uppvärmningen av växthusen är den enskilda åtgärd som ger upphov till största mängden utsläpp. Den bör därför riktas viss uppmärksamhet. Denna studie ger inte underlag för att ta ställning till om det genom ändringar i uppvärmningen av växthusen är möjligt att minska energianvändningen, eller om ändrade odlingsrutiner gör det möjligt att minska energianvändningen.
- Då plantstorleken får en så avgörande betydelse för utsläppens storlek bör också nytt intresse riktas mot studier som beskriver överlevnadsgraden i fält hos olika stora plantor.
- Det är på sikt önskvärt att uppgifter om skogsfröplantagernas milöpåverkan sammanställs. Eventuellt bör också specifika LCI-värden för de gödselmedel som skogsbruket använder tas fram.
- Markanvändningen har inte beaktats i detta arbete. Hur markanvändningen inom de areella näringarna framgent kommer att behandlas i LCA-sammanhang bör följas noggrant.

## Referenser

Berg, S. 1996. Emissioner till luft från fossila bränslen i svenskt skogsbruk. En inventering för LCA av träprodukter. Träteknik, Rapport P 9601004.

Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A., de Oude, N., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Quay, B., Séguin, J., Vigon, B. 1993. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practice". Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 1993.

Hörnsten L. 1996. Emissioner på grund av skogsföryngring och gödsling – en inventering för LCA av träprodukter. Arbetsrapport nr. 323 1996, SkogForsk.

Lindfors, L.-G., Christiansen, K., Hoffman, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Hanssen, O.-J., Rønning, A., Ekvall, T. & Finnveden, G. 1995. Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nord 1995:20. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark.

Loviken G. 1994. Föryngring och gödsling av skogsmark ur ett livscykelanalytiskt perspektiv. Examensarbete i Virkeslära, Nr 38. Umeå 1994.

Standardiseringen i Sverige (SIS). 1996. Miljöledningssystem - Kravspecifikation med vägledning för användning (ISO 14001:1996).

Standardiseringen i Sverige (SIS). 1997. Miljöledning – Livscykelanalys – Principer och struktur (ISO 14040:1997).

Tillman m.fl. 1991. Miljön och förpackningarna. SOU 1991:77, Göteborg 1991.

## ***Personliga meddelanden***

Bertilsson Göte, Hydro Agri

Franzén Jan, Lugnets plantskola, AssiDomän AB

Henriksson Johan, Hasselfors Garden AB.

Hollsten Jan-Henrik, UPM – Kymmene Corp. Rosenlew.

Göransson Britt-Marie, Cederroth International.

Jakobsson, AB G. Pellvik.

Karlsson Anders, Hillets plantskola, AssiDomän AB.

Lindgren Mats, Kompositprodukter AB.

Mähler Jan-Åke, Kilåmons plantskola, AssiDomän AB.

Mälkki Helena, Technical Research Centre of Finland (VTT).

Nilsson Roland, AssiDomän Förenade Well.

Nissen Jenny, Nissen AB.

Näminen Timo, Kekkilä Vapo Group.

Nordlander Thore, SCA Packaging.

Nyström Mikael, Cyklop AB.

Oscarsson Lars, AssiDomän Förenade Well.

Paberg Sture, Närkes Miljöprodukter.

Persson Lisa, Chalmers Industriteknik (CIT).

Rytter Lars, SkogForsk.

Rödlander Bo, Panth Produkter AB.

Thim Per, Frånö Industri AB.