

Ekoteknik



Miljöbelastningsbedömning  
av vissa energi- och  
materiaflöden vid  
Mitthögskolan

Rapport 1998:13

Olav Elstad\*, Angelica Widing, Henrik Bonde, Gunnar Bring,  
Josefin Edvinsson, Jakob Rosenquist, Andreas Englund  
(\* kommuniserande författare)

# Miljöbelastningsbedömning av vissa energi- och materiaflöden vid Mitthögskolan

**Olav Elstad\***  
**Angelica Widing**  
**Henrik Bonde**  
**Gunnar Bring**  
**Josefin Edvinsson**  
**Jakob Rosenquist**  
**Andreas Englund**

(\*kommunicerande författare)



ISSN 1104-294X  
ISRN MITT-R--98/13—SE



## **Abstract**

The environmental impact of four resource flows through the organisational unit Mid Sweden University in 1994/95 has been evaluated. The mapping has applied a life-cycle perspective. The choice of the four flows - coffee consumption, use of copying and printing paper, computer use, and official travel - is based on an earlier study that identified them as being of considerable size.

The evaluation of the environmental impact of these flows was carried out using the LANDSCAPE<sup>®</sup> method, which uses the four system criteria developed by Holmberg at Chalmers University of Technology. The terminology of the origin in nature of resources - flowing-, fund- and stored resources - developed by Månsson is also used.

The evaluation results show that official travel clearly has the largest environmental impact. Computer use comes second, coffee consumption third, and the use of copying and printing paper has the smallest environmental impact of the four flows. The ranking of computer use, coffee consumption, and use of copying and printing paper can however be questioned. One should therefore be very careful when drawing conclusions from this ranking, i.e. should give other evaluations due consideration. That the coffee consumption with its very small flow (3 t) has a relatively high environmental impact was a surprising result of the investigation. One difficulty that became apparent in the study was to find relevant facts about the actual life cycles. This was especially so with regard to computer use. The study's strongest indication is that, if a shift toward sustainability is to be achieved, the main target for reduction and substitution should be official travel.

## Sammanfattning

Miljöbelastningen från fyra flöden genom Mitthögskolans organisation 1994/95 har kartlagts. Kartläggningen har utförts utifrån ett livscykelperspektiv. Valet av de fyra flödena - kaffekonsumtion, kopierings- och skrivarpappersförbrukning, datoranvändning och tjänsteresor - baserar sig på en tidigare studie som visade att dessa flöden var av betydande storlek.

Miljöbelastningsbedömning av flödena har utförts med hjälp av LANDSCAPE<sup>®</sup>-metoden som utgår från de fyra systemvillkoren utvecklade av Holmberg vid Chalmers tekniska högskola. Terminologin kring resursers ursprung i naturen - flödes-, fond- och lagerresurser - enligt Månsson används även.

Resultatet visar att tjänsteresor helt klart har den högsta miljöbelastningen. Datoranvändningen är näst mest miljöbelastande, kaffekonsumtion kommer därefter och kopierings- och skrivarpappersförbrukning har lägst miljöbelastning av de fyra flödena. Rankningen av datoranvändningen, kaffekonsumtion samt kopierings- och skrivarpappersförbrukning är dock osäker. Man skall därför vara försiktig med att dra slutsatser från denna rankning och vara öppen för andra tolkningar och värderingar. Att kaffekonsumtionen, som är ett litet flöde (3 t), har relativt hög miljöbelastning är ett överraskande resultat. En svårighet under kartläggningen har varit att få fram relevanta fakta om de olika flödenas livscykel. Speciellt gäller detta datoranvändningen. Studiens säkraste resultat är att om steg skall tas mot uthållighet bör huvudmålet för reduktion och substitution vara tjänsteresor.

## Förord

I januari 1996 tillsattes miljöledningsgruppen vid Mitthögskolan för att inventera och analysera de energi- och materiaflöden verksamheten ger upphov till samt deras ursprung i naturen: flödes-, fond- eller lagerbaserade. Som en uppföljning av detta arbete har vissa av de flöden Mitthögskolans verksamhet under räkenskapsåret 94/95 gav upphov till studerats närmare under våren 1997. Studien har fram till nu förelagat som internt arbetsmaterial. Med anledning av att Mitthögskolan hösten 1998 EMAS-certifierade en anläggning, Bispgården, har studien av vissa flöden sammanställts och redovisas i denna rapport (Bispgården ingår ej i studien då detta campus ej tillhörde Mitthögskolan 94/95).

# Innehåll

	sid.
1. Inledning	1
1.1 Syfte	1
1.2 Valda flöden	1
2. Metod	2
2.1 Teoretiska modeller för beaktande av uthållighet	2
2.2 Bedömningsförfarande	5
2.3 Avgränsningar	5
2.4 Datainsamling	6
3. Resultat	9
3.1 Kaffekonsumtion	9
3.1.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning	11
3.2 Kopierings- och skrivarpappersförbrukning	14
3.2.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning	17
3.3 Datoranvändning	20
3.3.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning	23
3.4 Tjänsteresor	26
3.4.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning	28
3.5 Jämförelse av de olika flödenas miljöbelastning	30
4. Diskussion	36
5. Referenser	38
5.1 Skriftliga referenser	38
5.2 Muntliga referenser	40
Bilaga 1: Kaffekonsumtion	41
Bilaga 2: Kopierings- och skrivarpappersförbrukning	43
Bilaga 3: Datoranvändning	45
Bilaga 4: Tjänsteresor	47

## 1. Inledning

För att på systematiskt sätt angripa miljöproblemen som en verksamhet, i det här fallet Mitthögskolan, skapar är det viktigt att se utanför den egna organisationen. Ofta uppkommer miljöbelastningen i ett tidigare eller senare led än i den egna organisationen. Livscykelanalys (LCA) är ett instrument som kan användas för att identifiera miljöbelastningar i en produkt/verksamhets alla led. Med detta som bakgrund analyseras fyra av Mitthögskolans flöden ur ett livscykelperspektiv.

### 1.1 Syfte

Syftet med rapporten är att bedöma miljöbelastningen av fyra flöden genom Mitthögskolan budgetåret 94/95 som utifrån tidigare studie antas ge väsentlig miljöpåverkan. Bedömningen skall utgå från ett livscykelperspektiv. Målsättningen är att fånga in både kvantitativa och kvalitativa aspekter på ekologisk hållbarhet. Rapporten skall:

- jämföra miljöbelastningen för de fyra flödena ur ett ekologiskt hållbart perspektiv för att möjliggöra en prioritering av vilka flöden som i första hand bör åtgärdas
- synliggöra miljöbelastningar i de olika flödena samt analysera dem ur ett ekologiskt hållbart perspektiv för att möjliggöra åtgärder inom flödena.

Rapporten skall ligga som grund för det fortsatta miljöarbetet vid Mitthögskolan, den fullständiga teoretiska bakgrunden till arbete beskrivs därför utförligt.

### 1.2 Valda flöden

Utifrån studien av Mitthögskolans flöden (Bonde et al., 1998) har följande flöden valts för vidare analys:

- Mitthögskolans kaffeförbrukning, d v s det kaffe som serveras fritt på personalrum (största flödet bland livsmedel).
- Mitthögskolans förbrukning av kopierings- och skrivarpapper (största flödet bland papper).
- Mitthögskolans förbrukning och användning av datorer, datornät och skrivare (största flödet bland metall och plastvaror).
- Energianvändning vid tjänsteresor med bil, flyg och tåg, exkl. tågresor med Mittlinjen (Östersund-Sundsvall).

Till grund för vilka flöden som valts ut för analys ligger flödenas storlek i verksamheten vid Mitthögskolan. De tillhör alla de största flödena i sin grupp. Fastighetsenergi för uppvärmning, fastighetsel och vatten är även de stora flöden (Bonde et al., 1998). De analyseras dock inte här då en bedömning av dessa flöden ur ett livscykelperspektiv troligen inte ger väsentligt mer information än vad som framkommit i tidigare studie (Bonde et al., 1998). Kemikalier har inte analyserats då detta är ett litet flöde.

## 2. Metod

### 2.1 Teoretiska modeller för beaktande av ekologisk hållbarhet

Rapporten har två teoretiska modeller som utgångspunkt (Englund och Mosten, 1998): Teorin kring de fyra systemvillkoren (Holmberg, 1995; 1998), samt teorier kring resursers ursprung i naturen (Månsson, 1993).

Forskare vid Institutionen för Fysisk Resursteori på Chalmers Tekniska Högskola har beskrivit hur samspelet mellan naturen och samhället måste fungera för att vi skall erhålla en långsiktigt hållbar utveckling (Holmberg, 1995). Samspelet sammanfattas i de fyra systemvillkoren.

Holmbergs (1995) ursprungliga definition på vad som krävs för att en verksamhet skall vara hållbar har under åren utvecklats och lyder nu enligt följande (Holmberg, 1998), kursiverad stil:

*I ett hållbart samhälle förstörs inte naturens funktion och mångfald genom:*

#### Systemvillkor 1

*...systematiskt ökande koncentration av ämnen från berggrunden.*

**Innebörd:** Lagerresurser får inte utvinnas ur jordskorpan och spridas i högre takt än de kan återföras till jordskorpan genom naturlig sedimentation. Om den antropogena spridningen överstiger den geologiska sedimentationen kommer en ackumulation av ämnet att ske någonstans i naturen. På grund av den komplexitet som råder i naturen är det nästintill omöjligt att säga vid vilken nivå som en ackumulation av ett ämne orsakar en negativ effekt. I praktiken innebär detta en radikalt minskad användning av fossilt bränsle och mineraliska material.

Man bör i så stor omfattning som möjligt prioritera en stor användning återanvändbart, återvunnet material och av fond- och flödesresurser, med minimala miljöbelastningar och ringa störningar på ekosystemen vid uttag. Fall och aktiviteter där lagerresurser används men som finns i hög kvantitet i jordskorpan som till exempel kisel, lera och natursten leder inte till någon haltökning i naturen eftersom det redan finns i så stor omfattning i mark och vatten. Men en alltför stor användning av dessa material kan leda till att det fysiska underlag för biologisk produktion utarmas och att resursen tar slut lokalt (vilket strider mot villkor 3 och 4).

#### Systemvillkor 2

*... systematiskt ökande koncentrationer av ämnen från samhällets produktion.*

**Innebörd:** Tillverkande ämnen måste kunna brytas ner och integreras i de biologiska kretsloppen i samma takt som de produceras. Om inte, kommer ämnen så småningom att ackumuleras någonstans i naturen i sådana koncentrationer, ofta okända, att de kan orsaka irreversibla skador på de ekologiska systemen. Komplexiteten i naturen gör det omöjligt för oss att bedöma relationer mellan olika arter



vilket medför att vi inte vet vad en viss art har för betydelse totalt sett i de ekologiska kretsloppen. Det innebär att en avsiktlig och oavsiktlig framställan av naturligt förekommande ämnen som ackumuleras i naturen måste upphöra samt, att all användning av icke naturligt förekommande, resistenta och bioackumulerande ämnen måste fasas ut. Ju vanligare ett ämne är i biosfären desto troligare är det, att de biologiska systemen har haft längre tid på sig att anpassa sig till just den koncentrationen.

### Systemvillkor 3

*... systematiskt överuttag, undanträngning eller manipulation.*

**Innebörd:** Den biologiska mångfalden eller naturens produktionsförmåga får inte systematiskt utarmas på grund av samhällsliga aktiviteter. Vi får inte systematiskt exploatera nya naturtytor och bruka naturen på ett sådant sätt att den biologiska mångfalden hotas, utan all markanvändning och de markanspråk som görs skall ske ur ett ekologiskt perspektiv på ett långsiktigt och bärkraftigt sätt. Mänskligheten är beroende av naturens produktiva ytor och dess förmåga att återskapa och återföra den av oss använda materia till nya resurser igen. Uttag av råvaror för produkters framställan får därför inte ske i större omfattning än att återväxten kan tryggas. Att värna om gröna solfångarytor både kvalitativt och arealmässigt, innebär att försvara kommande generationers livsförutsättningar.

Även om villkor 1 och 2 är uppfyllda får inte samhällets resursutnyttjande äventyra naturens produktivitet. Ett exempel på när villkor 3 beaktas är träråvara från skogsbruk där hänsyn tas till den biologiska mångfalden. En störning mot villkor 3 är om jordbruks- eller skogsmark måste tas i anspråk som deponi då restavfall genereras under produktens framställning eller vid resthantering. Råvarubrytning, jorderosion, förstörelse av sötvattentäkter och andra störningar av terrestra och akvatiska ekosystem som påverkar den biologiska mångfalden negativt skall ej accepteras.

### Systemvillkor 4

*I ett hållbart samhälle är hushållningen med resurser så effektiv och rättvis att mänskliga behov tillgodoses överallt..*

**Innebörd:** De tre första villkoren beskriver naturens villkor för att människan skall uppnå ett ekologiskt hållbart samhälle. Naturens förmåga att assimilera naturfrämmande ämnen samt dess resursflöden är begränsade. För att hela jordens växande befolkning skall kunna få del av detta samhälle måste jordens samtliga resurser utnyttjas på ett så effektivt och rättvist sätt som möjligt. Resurser skall först och främst användas där de behövs mest. Detta leder till krav på rättvis fördelning av resurser mellan samhällen och individer. Vi måste ständigt sträva efter att optimera vår energi- och resursomsättning. Resurssnåla system, lokal tillverkning och produktion prioriteras. Återanvändningsbarhet, återvinningspotential och livslängd är faktorer som har stor betydelse för detta systemvillkor. Lågt energiutnyttjande för samma funktion är ett annat exempel på resurssnål användning.

## Energi- och materiaflödenas ursprung i naturen

Energi- och materiaflödena bedöms med utgångspunkt från deras ursprung i naturen. Energi och materia kan ur detta perspektivet hänföras till tre kategorier (Månsson, 1993):

- flödesresurser (nybildas ständigt oavsett uttag)
- fondresurser (nybildas under förutsättning att uttaget inte är för stort)
- lagerresurser (finns i en bestämd mängd, nybildas inte)

Begreppen flödes-, fond- och lagerresurser kräver en närmare presentation: **Flödesresurser** är de resurser som ständigt tillförs systemet jorden. En flödande resurs är en ständigt pågående *process* – ett flöde. Den absolut största och viktigaste källan för flödande resurser är solenergin. Att det exempelvis regnar och rinner ner vatten i älvarna beror på att solenergi driver runt vattnets kretslopp. Vi passar på att använda oss av vattnet när det ändå passerar förbi genom att anlägga ett vattenkraftverk eller genom att låta Indalsälven transportera bort vårt avloppsvatten. Brukande av en flödande resurs kan ha som sidoeffekt att det kan påverka den biologiska mångfalden i fondresurser. Det kan även påverka produktionen av fondresurser och är i så fall inte en fullt acceptabel energikälla i dagsläget (strider mot systemvillkor 3). De enda övriga flödande källorna med praktisk betydelse är värme från jordens inre och tidvattnet. Att det finns energi i jordens inre märker vi tydligt när energin plötsligt frigörs i ett jordskalv. Kommersiellt används flödande resurser bl a i form av sol-, vind- och vattenkraft samt jordvärme.

Den flödande resursen som solenergin utgör används också av det biologiska livet som energikälla. Växterna fångar in solenergin och bygger in den i sin egen organism. Människor och andra djur äter sedan växter, osv. Flödande energi finns alltså fonderad i de biologiska varelserna. En **fondresurs** har förmågan att upprätthålla sig själv med hjälp av flödande energi. Skogen och dess reproduktionsförmåga finns kvar även om vi förbrukar en del av tillväxten när vi kokar kaffe över brasan framför vindskyddet. Eldar vi däremot upp all skog på en gång så finns det inte längre några träd som kan fröa av sig och ge upphov till nya träd och därmed är fondresursen förbrukad. Ett annat kriterium på en fondresurs är att den ska ha en relativt kort omsättningstid; man brukar säga att omsättningstiden ska vara gripbar för den mänskliga fattningsförmågan. Ett träd som kanske blir 300 år innan det dör är enligt den definitionen en fondresurs medan en torvmosse som är 7 000 år gammal inte är en fondresurs. Det finns andra fondresurser än det biologiska livet. Vattnets, luftens och markens *kvalitet* är också resurser som ständigt skapas/upprätthålls av flödande energi.

**Lagerresurser** är t ex järn och andra mineraler som vi tar upp ur jordskorpan. De bildas främst genom geologiska processer som är extremt långsamma. En stor del av lagerresurserna bildades för länge sedan, då helt andra förhållanden rådde på jorden och liknande resurser kan därför överhuvudtaget inte nybildas på jorden idag. En lagerresurs är helt enkelt förbrukad när vi en gång har använt den. Bensinen i en bil är ett exempel: Den tillverkas av råolja som pumpats upp ur jordens innandömen, förbränns när man kör och kan inte användas en gång till. Plåten i en bil är ett annat exempel: Plåten rostas, för att kunna göra en ny bil måste man bryta ny järnmalm. De molekyler som lagerresursen består av upphör inte att existera, men de sprids ut över jordklotet (bensinen blir till avgaser, järnet i plåten blir till rost) och därmed utgör molekylerna inte längre någon resurs.

Om vi ska använda lagerresurser måste vi se till att resursen till hundra procent cirkulerar inom det mänskliga samhällets tekniska kretslopp. Läckage från det tekniska kretsloppet får två allvarliga följder: För det första förbrukas resursen och till slut finns det inget mer kvar att gräva upp, för det andra hamnar de ämnen vi grävt upp ur jordskorpan istället bland de levande varelserna i biosfären och det leder till störningar i ekosystemet – det ekosystem som vi utan tvivel är beroende av för vår överlevnad (strider mot systemvillkor 1). Fondresurserna däremot kan vi använda och låta ingå i naturens olika kretslopp, förutsatt att vi inte förbrukar mer av resursen än vad som återbildas (vi kan ta av räntan men inte av kapitalet). De flödande resurserna är processer som sker hela tiden, oavsett vad vi människor gör eller inte gör. Vi kan länka av flödena till fördel för det mänskliga samhället utan att flödet i sig påverkas.

## 2.2 Bedömningsförfarande

För att utföra bedömningar av miljöbelastning har så långt det har varit möjligt LANDSCAPE<sup>®</sup> - metodens principer tillämpats (Englund och Mosten, 1998). Det har inte varit möjligt att helt tillämpa metodens rutiner då den är anpassad efter att bedöma byggnadsmaterial. Noteras bör att LANDSCAPE<sup>®</sup> -metoden behandlar hälsoskyddsbedömningar under systemvillkor 4. Metoden har på denna punkt vidareutvecklat resonemangen kring mänskliga behov - behov av god hälsa - och gör en vidare tolkning än Holmberg (1995; 1998).

## 2.3 Avgränsningar

*Kaffekonsumtion:* Miljöbedömningen tar upp de miljöbelastningar som uppstår från odling av kaffe till bryggning, merparten av transporter inräknade. Emissioner som uppstår vid förbränning av fossila bränslen och vid framställning av el beskrivs kvantitativt. Övriga miljöbelastningar beskrivs kvalitativt. Energianvändning för paketering av kaffe hos grossist är inte medräknad då detta bedöms som ringa.

*Kopierings- och skrivarpappersförbrukning:* Studien inkluderar en kvalitativ och kvantitativ miljöbedömning av de emissioner som uppstår vid energianvändning för tillverkning av finpapper vid massa- och pappersbruk och för transport av skogsråvara. Papperet antas tillverkas vid godtyckligt bruk i Sverige varför transport från massabruk till pappersbruk samt från pappersbruk till konsument är utelämnat då detta är svårt att räkna ut utan att anta en specifik tillverkningsort. Övriga miljöbelastningar i papperets tillverkningskedja från skogsbruk till användning och avfallshantering beskrivs kvalitativt. Det papper som används vid Mitthögskolan antas tillverkas av svensk skogsråvara.

*Datoranvändning:* Den kvantitativa miljöbedömningen tar endast hänsyn till den energianvändning som själva användandet av datorer ger upphov till, d v s energianvändning vid drift av bildskärmar, persondatorer, servrar och externa diskar, samt skrivares energianvändning för printning av papper. Detta då andra data varit svåra att erhålla.

Uppkomna miljöbelastningar från råvaruutvinning för tillverkning av datorer till resthantering är kvalitativt beskrivna. Emissioner som uppstår vid den använda elens framställning beskrivs kvantitativt.

*Tjänsteresor:* Emissioner vid förbränning av fossilt bränsle och vid framställning av el för tågresor beskrivs kvantitativt. Miljöbelastningar i naturen från energiutvinning bedöms kvalitativt.

## 2.4 Datainsamling

Om inget annat nämns är data och uppgifter som används i denna rapport hämtade ur rapporten ”Miljöanalys av Mitthögskolan, verksamheten ur ett uthållighetsperspektiv”. (Bonde et al, 1998).

Mitthögskolans förbrukning av kaffe har framräknats genom att kostnaden för livsmedel (konto 5322) har dividerats med den relativa kostnaden för kaffe. För att mäta energianvändningen vid brygning kopplades en energi- och effektmätare (modell EMU 1.44) till en kaffeautomat (Wittenborg, modell FB 5100) under 24 timmar vid två tillfällen (se bilaga 1).

Mitthögskolans förbrukning av kopieringspapper har framräknats genom att kostnaden för kopieringspapper (konto 543) har dividerats med den relativa kostnaden för papper (se bilaga 2).

Uppgifter om datorers och skrivares antal är hämtade ur 1996 års inventarieförteckning. (Mitthögskolan, 1996). Uppgift om antal servrar, externa diskar och deras effektbehov har inhämtats från datoransvariga för respektive avdelning. (se 5.2, referenslista Datoransvariga på Mitthögskolan samt bilaga 3 ).

Uppgifter om energianvändning för Mitthögskolans tjänsteresor är framräknade med hjälp av data hämtade ur det ekonomiska redovisningssystemet och avser räkenskapsåret -94/95 (se bilaga 4). Ett antal slumpvis utvalda fakturor (282 st) för resekostnader (konto 5951, 5964, 4812) har gått igenom för att kunna fördela kostnaden på flyg- och tågresor och för att få fram förhållandet mellan färdsträcka och kostnad. (Av den totala resekostnaden kan 2/3 hänföras till flygresor och resterande tredjedel till tågresor).

Total energianvändning med flyg respektive tåg har räknats ut enligt följande formel:

$$e = \left( \frac{f}{a - o} \right) * t * \left( \frac{a}{k} \right) * b$$

e = total energianvändning flyg respektive tåg (MJ)

f = resesträcka flyg respektive tåg enligt undersökta fakturor (km)

k = total summa undersökta fakturor (kr)

a = summa flyg respektive tåg av undersökta fakturor (kr)

o = summa där färdsträcka ej var angivet, för flyg respektive tåg, på undersökta fakturor (kr)

t = totalsumma konto 5951, 5964 och 4812 (kr)

b= energianvändning per personkilometer för flyg respektive tåg (MJ/km)

För att räkna fram bensinförbrukningen för bilresor i tjänst och för Mitthögskolans egna bilar har kostnaden för konto 4421 (bilersättning skattefri) och konto 5811 (personbilar, drivmedel) använts. Total energianvändning för bilresor har sedan räknats ut enligt följande formel:

$$e = b * \left( \left( g * \frac{d}{m} \right) + \frac{f}{a} \right)$$

e = total energianvändning för bilresor (MJ)

b = energiinnehåll i en liter bensin (MJ/liter)

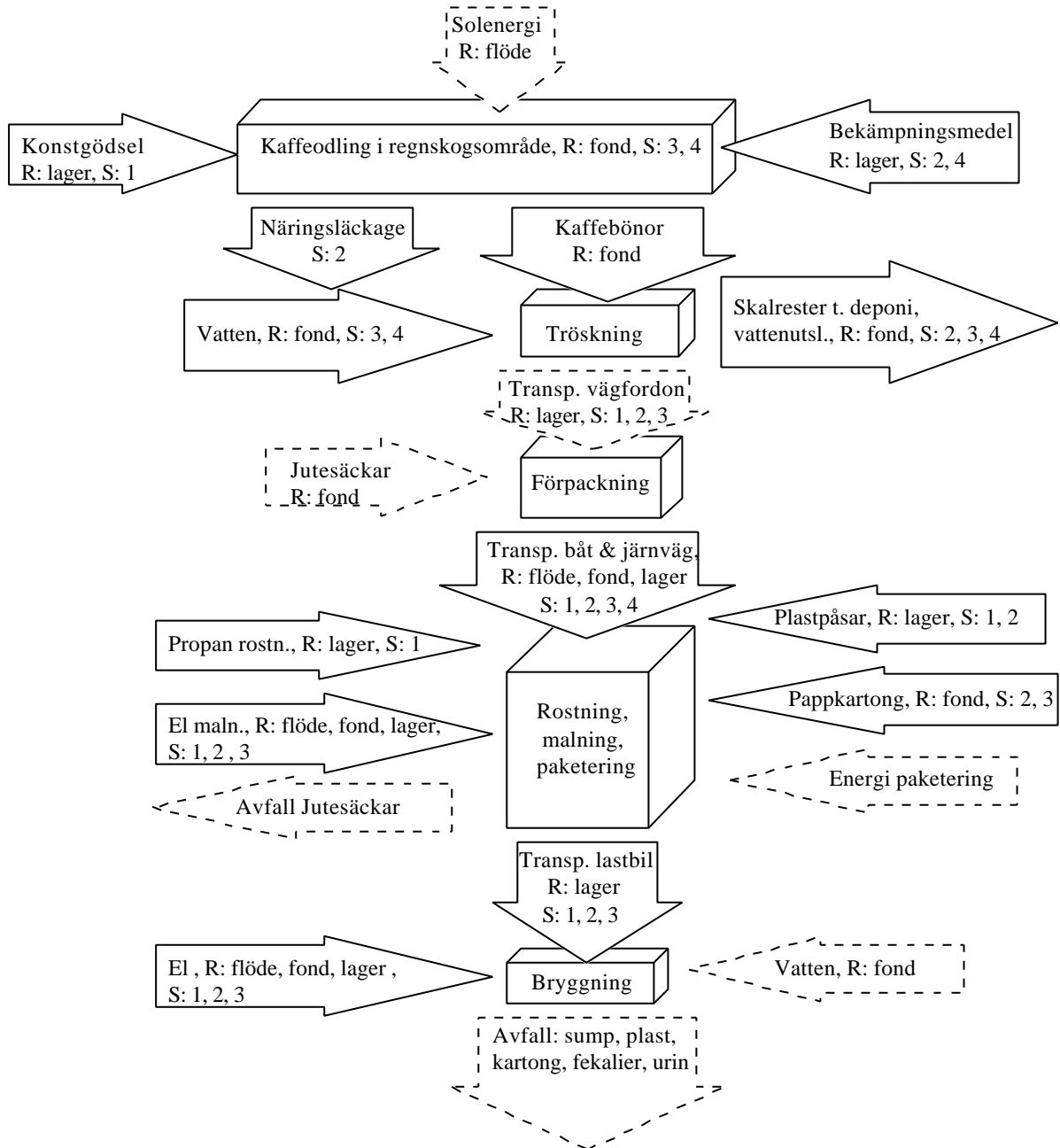
g = bensinförbrukning per mil (liter/mil)

d = totalsumma konto 4421 (kr)

f = totalsumma konto 5811 (kr)

m = bilersättning skattefri (kr/mil)

a = kostnad per liter bensin enligt fakturor (kr/liter)



**Figur 1:** Skiss över de huvudsakliga flödena under Kaffekonsumtionens livscykel.  
R = energi- och materiaflödenas ursprung i naturen (flöde, fond, lager)  
S = systemvillkor som aktiviteten/flödet främst bryter mot (1, 2, 3, 4)  
— = flöde/aktivitet som ingår i bedömningen  
----- = flöde/aktivitet som ej ingår i bedömningen

### 3. RESULTAT

#### 3.1 Kaffekonsumtion

Kaffe är den näst viktigaste handelsvaran i världen efter olja. Det totala exportvärdet för kaffe är ca 65 miljarder dollar per år och ca 25 miljoner människor är direkt beroende av inkomsten från arbete med kaffe, från odling, förädling och transport. Sverige är näst efter Finland det land i världen vars befolkning dricker mest kaffe per capita, 136 liter/person och år eller 9 kg kaffe.

(Naturskyddsföreningen, 1995). Mitthögskolans förbrukning av kaffe -94/95 var ungefär 3 000 kg, utslaget på anställd personal -94/95 (710 st) blir det ungefär 4,2 kg/person (Bonde et al., 1998)

De största kaffeproducenterna är Brasilien - Colombia - Indonesien - Mexiko - Indien. Den svenska kaffeimporten kommer huvudsakligen från Sydamerika.

*Energikällor:* El och petroleumprodukter, se 3.4.

*Kaffets väg från odling till kopp:* I producentlandet skördas, tröskas (torr/våt metod), rensas, torkas och paketeras kaffet, för att slutligen transporteras till konsumentlandet. I Sverige rostas, mals och paketeras kaffet. Kaffet transporteras sedan till grossist för vidare transport till butik/konsument.

*Odling och skörd:* Småbönder som äger sin egen jord odlar 80 % av allt kaffe, resten odlas på stora plantager. De enskilda odlarna har ofta praktiska problem med att byta gröda eftersom kaffeodling kräver stora investeringar och att nyplanterade buskar inte ger kommersiell avkastning förrän efter ca 4 år. (Naturskyddsföreningen, 1995).

Kaffeodlingar som inte är ekologiska odlingar är oftast monokulturer. Odling i tredje världen nyttjar känsliga ekosystem som t ex regnskogar där jordarna inte är speciellt bördiga. Nästan allt organiskt material och därmed huvuddelen av all näring finns samlad i trädens bladverk. För att kompensera detta är användning av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel stor. Användning av bekämpningsmedel som är förbjudna i I-länderna är inte ovanligt och användningen av bekämpningsmedlen ökar stadigt. De kemikalier och det handelsgödsel som används är oftast utvecklade för I-länderna. I tropiska klimat är jordarna mindre stresståliga än i nordligare zoner, andra klimat råder och det är andra jordmåner. (Naturskyddsföreningen, 1995). Användandet av ”våra” kemikalier innebär därmed att odling i monokulturer fortare utarmar jordarna. Ca hälften av kvävet i det handelsgödsel som används i tredje världen beräknas läcka ut i vattendrag med övergödning som följd. Av det bekämpningsmedel som används hamnar bara en del där det är avsett, den biologiska mångfalden hotas när resterna förs ut i ekosystemen.

Skörden sker mestadels för hand. Ca 5 000 st kaffeböner blir till ett kilo kaffe i butik och tar en van plockare ungefär en timme att plocka. Varje buske kräver ca 3 m<sup>2</sup> odlingsyta och ger i snitt 0,5 kg färdigt kaffe. (Naturskyddsföreningen, 1995). Mitthögskolans konsumtion av kaffe motsvarar ett nyttjande av ca 6 000 st kaffebuskar och 18 000 m<sup>2</sup> (1,8 ha) odlingsyta.

*Tröskning:* Torr metod (Brasilien): Före tröskning torkas kaffebönan. Vid tröskningen av bönan försvinner upp till 50 % av bönan vikt i skalet som blir över. Skalen används sällan som jordförbättringsmedel eller för bränsleutvinning, det vanligaste är att skalen deponeras. Damm från hanteringen utgör risk för uppkomst av allergier såsom astma och hudsjukdomar.

Våt metod (ex Costa Rica och El Salvador): Vatten från tröskning går orenat ut i floderna. Ytvattnet blir olämpligt att dricka, att bada i och för bevattning. Detta innebär att konsumtionen av grundvatten ökar. Rikliga mängder vatten används. (Naturskyddsföreningen, 1995).

*Emballage:* Kaffet förpackas i jutesäckar för transport med båt till Europa. Kaffet som Mitthögskolan köper in förpackas i enkilos plastpåsar som läggs sex och sex i en pappkartong. Emballageåtgång: plastpåsar, 3 000 st; pappkartonger, 500 st.

*Transporter:* Mitthögskolan köper in kaffe som främst kommer från Brasilien samt övriga Centralamerika. Kaffet går med båtfrakt från Brasilien till Hamburg där omlastning sker för vidare färd till Sverige (Gävle), endera med båt eller på järnväg. (muntlig ref. Pettersson). Från Gävle till Mitthögskolan sker transporter med lastbil (avstånd se bilaga 1). Emissioner som uppkommer p g a förbränning av fossila bränslen för transporter orsakar förurning, övergödning, växthuseffekt, marknära ozon och uppkomst av ozonhål i atmosfären.

*Rostning - malning - paketering:* Hos grossist rostar, mals och förpackas kaffet. Rostning sker med propangas, malning sker mekaniskt med el som energibärare. (muntlig ref. Pettersson). Efter malning förpackas kaffet för vidare leverans till butik - kund. Vid framställning av el för förädling av kaffe uppstår emissioner till luft och vatten och radioaktivt avfall.

*Bryggning:* 1 kg bryggkaffe räcker till ungefär 120 koppar (ca 8,3 g/kopp). Mitthögskolans konsumtion -94/95 av kaffe motsvarar ca 360 000 st koppar. Fördelat på Mitthögskolans personal (-94/95, 710 st) blir det ca 507 koppar/år och anställd (drygt 2 koppar/dag och anställd). Vid framställning av el för bryggning av kaffe uppstår emissioner till luft och vatten samt radioaktivt avfall. För att brygga en kopp kaffe används flera olika sorters bryggare med olika effekt, alltifrån 800 W (Perkulatorbryggare) till 2 300 W (kaffeautomat).

*Energi:* Följande antaganden har gjorts: Kaffet bryggs i kaffeautomat, automaterna är påslagna hela året, 24 timmar om dygnet. Transport av kaffe till Sverige från Hamburg sker till lika delar med tåg och båt. Beräkningar enligt bilaga 1. Total energianvändning i GJ för kaffe från båttransport till bryggning:

Transporter	8,8
Förädling	6,2
Bryggning	<u>38,5</u>
Totalt:	53,5 GJ (15 MWh)

Energianvändning per kopp kaffe  $53,5 \text{ GJ} / 360\,000 \text{ koppar} = 0,15 \text{ MJ}$  (0,042 kWh).



### 3.1.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning

Miljöfakta om energikällor, el och petroleumprodukter, se 3.4 under respektive systemvillkor.

*Systemvillkor 1:* Kaffet är en fondresurs som använder sig av lagerbaserad energi för sin framställning och till transporter. El för bryggning av kaffe på Mitthögskolan är till 90 % flödesbaserad, resten lagerbaserad kärnkraftsel. Jutesäckar vid transport till förädlingsindustri kommer från en fondresurs. Plastpåsar är en oljeprodukt, d v s kommer från en lagerresurs. Pappkartonger tillverkas av en fondresurs.

*Systemvillkor 2:* Den stora användningen av bekämpningsmedel och handelsgödsel vid odling orsakar ansamling av restprodukter i ekosystemen. Övergödning av vattendrag orsakas av att handelsgödsel läcker ut. Överblivet fröskal från tröskning enl. torr metod deponeras till största delen med urlakning av bekämpningsmedelsrester till mark och vatten som följd. Bekämpningsmedelsrester som förs ut i ekosystemen och ackumuleras kan hota den biologiska mångfalden och slå ut vissa arter med stora förändringar i näringsvävorna som följd. Under energianvändningen släpps ämnen ut vid förbränning av fossila bränslen som är ackumulerande och har en negativ påverkan på naturen, samt radioaktivt avfall vid framställning av el för malning och bryggning.

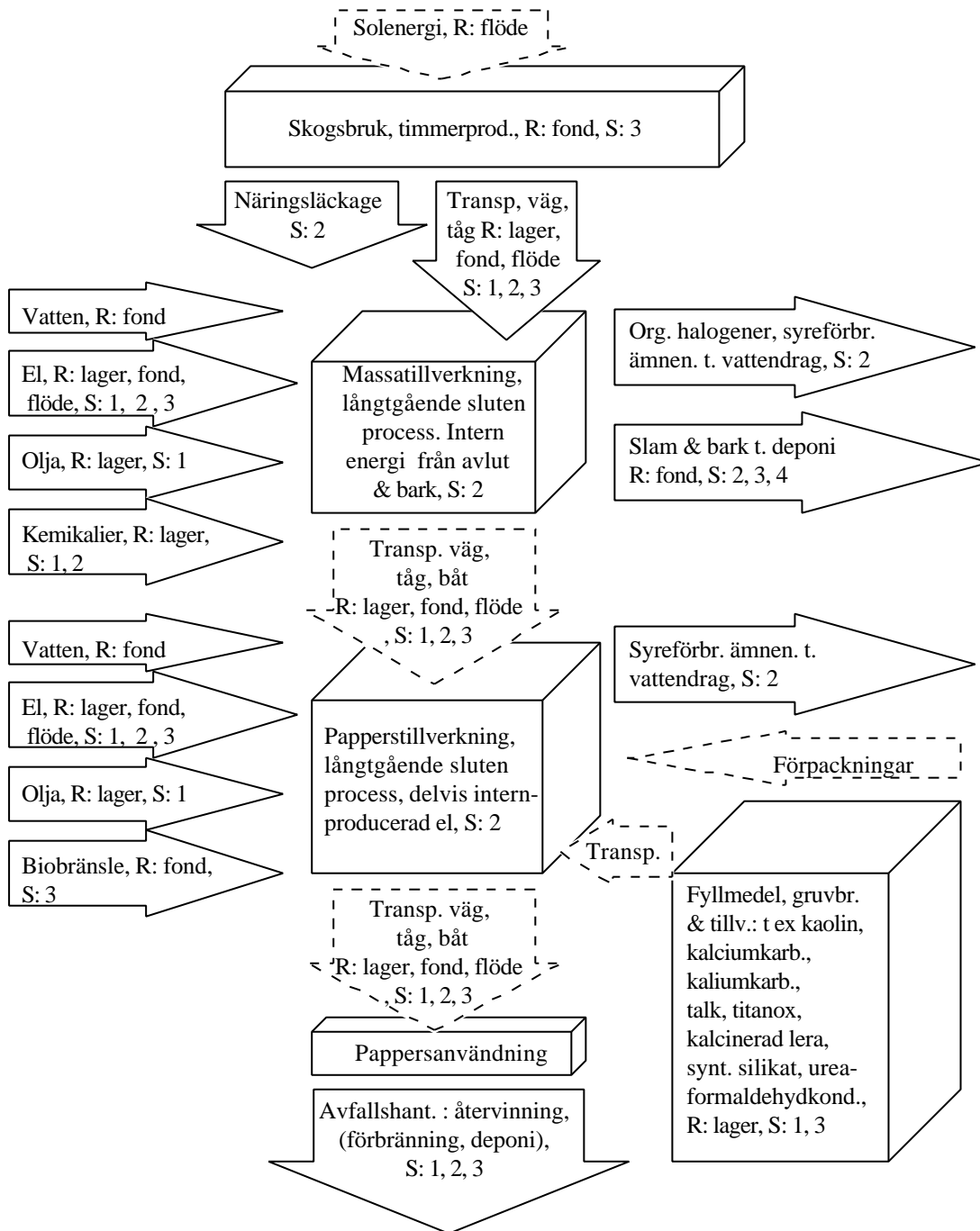
**Tabell 1.** Utsläppsmängder (kg) för vissa ämnen som är ackumulerande och har en negativ effekt på naturen vid energianvändningen (53,5 GJ) under kaffekonsumtionens livscykel vid Mitthögskolan 94/95 (Ecotraffic, 1992; Lenner, 1993; Tillman et. al. 1996).

HC kolväten	CO koldioxid	NO <sub>x</sub> kväveoxider	CO <sub>2</sub> koldioxid	SO <sub>2</sub> svaveldioxid	Radioaktivt avfall
1,5g	2,3 kg	8,7 kg	1 334 kg	10,1 kg	139 gr

*Systemvillkor 3:* Markanspråk görs för deponi av skal från tröskning, torr metod. Orenat vatten från tröskning, våt metod verkar suspenderande och orsakar igenslamning av vattendrag samt gör att vattnet blir odrickbart. Odling sker till största delen i monokulturer i tidigare svårförygrade regnskogsområden och användning av handelsgödsel och kemikalier avsedda för andra jordmåner utarmar jordarna. Näringsämnen bortförs från jordarna då fröskal sällan eller aldrig används som jordförbättringsmedel. Stora mängder vatten används vid tröskning, våt metod. Använt vatten går orenat ut i recipient vilket leder till överutnyttjande av grundvatten.

*Systemvillkor 4:* Kaffet odlas i andra delar av världen vilket innebär långa transporter, och nyttjande av de arealer som ev. borde nyttjas till inhemsk produktion. Fröskal används ej heller för energiutvinning i någon större utsträckning. Ca 70 % av det totala energianvändningen från producentland till bryggning används till att brygga kaffet.

Kaffeodling använder stora mängder bekämpningsmedel som skadar både människor och miljö. Användning av bekämpningsmedel sker i regel utan skyddsutrustning. Bekämpningsmedlen orsakar bl a minnesluckor, psykiska förändringar, brännskador, förlust av naglar, ögonskador, kronisk huvudvärk, njursvikt, dödliga lungsjukdomar och dödsfall. Damm från tröskning (torr metod) framkallar allergiska besvär. Ca 2 % av invånarna i delstaten Sao Paulo (Brasilien) drabbas årligen av förgiftningar p g a kemikalieanvändningen. (Naturskyddsföreningen, 1995).



**Figur 2:** Skiss över de huvudsakliga flödena under kopierings- och skrivarpappersförbrukningens livscykel.

R = energi- och materiaflödenas ursprung i naturen (flöde, fond, lager)

S = systemvillkor som aktiviteten/flödet främst bryter mot (1, 2, 3, 4)

— = flöde/aktivitet som ingår i bedömningen

----- = flöde/aktivitet som ej ingår i bedömningen

### 3.2 Kopierings- och skrivarpappersförbrukning

Papper tillverkas från skogsråvara vilket är en fondresurs. Tillverkning av papper är dock mycket energikrävande och ger olika former av utsläpp. 1993 låg papperskonsumtionen i Sverige näst högst i världen efter USA, ca 225 kg/person och år. Skriv- och tryckpapper står för 22 % av papperskonsumtionen i Sverige. (SNV, 1993c). Mitthögskolans förbrukning av papper för skrivare och kopiatorer budgetåret 94/95 var ca 98 ton. Totala pappersförbrukningen samma år var ca 120 ton. (Bonde et al., 1998)

Framställning av papper sker med en rad olika metoder. Massaframställning ur träråvara kan endera ske mekaniskt eller kemiskt. Dessutom finns olika metoder för mekanisk massaframställning som ger slipmassa, termo- eller kemimekanisk massa. En annan variant kallas halvkemisk massa. Kemisk massa kan framställas som sulfat- eller sulfitmassa. Pappersmassa kan också framställas från returpapper.

Finpapper framställs från sulfat- eller sulfitmassa. Sulfatmassa är vanligast förekommande i Sverige varför finpapperet för skrivare och kopiatorer i denna studie antas tillverkas från sulfatmassa.

*Skogsbruk:* Råvaror från skogen är en fondresurs, d v s den är förnyelsebar. Kriteriet för en förnyelsebar resurs är att den kan förnyas i minst samma takt som den förbrukas. Tillväxten av skog i Sverige är idag större än uttaget, virkesförrådet i den svenska skogen har fördubblats under de senaste 100 åren. Den faktiska avverkningsnivån har under 1980-talet i nationellt genomsnitt legat på ca 5-10 m<sup>3</sup> fub per ha under den möjliga nivån. Ca 25 % av massaindustrins råvaruförbrukning utgörs av flis och spån från sågverksindustrin. (Jirvall, 1988).

Problemet är att en hård drivning av skogen för att ge stor tillväxt skapar miljöpåverkan i form av lokala överuttag, försurning, utarmning av den biologiska mångfalden och i viss mån eutrofiering av vatten.

**Tabell 2.** Växt- och djurgrupper som hotas av skogsbruket. (SNV, 1993b).

<b>Hotade växt- och djurgrupper</b>	<b>Hotorsak (procent av total hotorsak)</b>
Lavar	Skogsbruk och luftföroreningar (65 %)
Storsvampar	Skogsbruk och luftföroreningar (85 %)
Ryggradsdjur	Skogsbruk (22 %)
Ryggradslösa djur	Skogsbruk (44 %)

Betydande mängder närsalter binds i skogens biomassa, vilket medför att växtnärläckage begränsas. Förlusten av kväve och fosfor ökar då skogen avverkas och marken står kal. Kväveurlakningen ligger i genomsnitt på 0,5 kg N/ha år. Mekaniska markberedningsmetoder ökar kväveurlakningen. Kvävegödslingen har minskat, endast 0,2 % av skogen gödslas per år. 150 kg konst-N/ha år ger ca 3 kg kväveläckage /ha år. (SNV, 1993a).

Att rensa skogen helt från döda kvistar och grenar medför att näringsämnena förs bort. Detta kan eventuellt ersättas med askåterföring. Då trädet växer suger det upp baskatjoner, dvs sådana joner som neutraliserar pH-värdet i marken. Om trädet får dö och brytas ned naturligt återförs dessa joner till marken och man får en naturlig neutralisering i marken. Då träden förs bort försvinner de baskatjoner träden sugit upp. Om inte vittringen kompenserar detta försuras marken. Om grenar och kvistar inte lämnas kvar blir effekten extra stor. Skogsbruksförädlingen ger en ökad tillväxt av skogen vilket försurar marken då ökad produktion ger ett större uttag av baskatjoner ur marken.

Ökad effektivitet och produktivitet i skogen för större uttag till bl a biobränslen leder till en indirekt minskad växthuseffekt om produktionsökningen medför lägre förbrukning av fossila bränslen. Produktionsökningen orsakar dock markutarmning och ökad försurning om inte askåterföring införs.

Bekämpningsmedelsanvändningen i skogsbruket har i stort sett upphört. Endast behandling av skogsbruksplantor kvarstår. (SNV, 1993a).

*Tillverkning av massa och papper:* Papper av kemisk massa är starkt eftersom fibrerna behålls hela. Papper av kemisk massa kallas träfritt papper, eftersom ligninet helt avlägsnats. Av kemisk massa tillverkas finpapper, visst journalpapper och kartong med hög styrka. För tillverkning av ett ton finpapper krävs ca 1,8 ton ved (30 % fukthalt), 50 kg kemikalier och 10-15 kubikmeter vatten samt energi. (Bryntse, 1988). 1,8 ton ved (TS 30 %) motsvarar ca 4,5 m<sup>3</sup> fub (Bryntse, 1988). Hur mycket skog och vilken markareal det motsvarar beror på ålder och ståndortsindex som gäller för avverkningsplatsen. Medelvärden för Sverige har inte kunnat erhållas under studien.

Kemisk massatillverkning innebär i stort att ligninet (bindemedlet) i träet löses ut kemiskt så att fibrerna friläggs. Detta sker genom att vedflis kokas tillsammans med vitlut (natriumhydroxid och natriumsulfid). Vedutbytet är vanligen ca 40-60 %. Det sämre utbytet uppkommer då massan bleks eftersom en del av fibrerna förstörs i processen. (Jirvall, 1988).

Kokning av massan kräver mycket energi som fås från förbränning av bark och eventuellt olja, vilket ger utsläpp av svaveldioxid, koloxid, koldioxid samt kväveföreningar.

Massan tvättas från kemikalier, kvar i kemikalievätskan finns ligninet som kan energiutvinnas. Detta sker genom att luten avdunstar och den rest som blir kvar förbränns. Förbränningen sker i en sodapanna vilket ger energi till avdunstningsprocessen, detta ger utsläpp av stoft, svaveldioxid och svavelväte. Av förbränningsresterna härifrån tillverkas nya kemikalier.

Om massan bleks med klordioxid sker utsläpp av absorberande organiska halogener (AO<sub>x</sub>). Idag används klordioxid allt mindre och har ersatts av syrgas- och väteperoxidblekning i kombination med längre kokning vid massaberedningen.

För papperstillverkning blandas fibreerna med vatten och mals på lämpligt sätt. Blandningen sprids ut på en vira och vatten sugas av, pressas ur och dunstas bort genom att papperet leds över uppvärmda cylindrar. Det vatten som fås ut används till spädning av ny massa. En viss del nytt vatten måste dock tillsättas varvid visst processvatten går till avlopp. Detta ger utsläpp till vatten av organiskt material d v s syreförbrukande ämnen som ger syrebrist i vattnet samt fosfor och kväve som orsakar övergödning.

I papper används fyllmedel som är billigare än träråvaran t ex kaolin, kalciumkarbonat, kaliumkarbonat och talk. För att förbättra de optiska egenskaperna används syntetiska fyllmedel såsom titanoxid, kalcinerad lera, syntetiskt silikat och ureaformaldehydkondensat. I skriv- och tryckpapper används i genomsnitt 20 % fyllmedel. (muntlig ref. Jänte).

Produktionen genererar avfall i form av bl a slam och bark. 80 % av avfallet går till deponering. Resten förbränns och återvinns. (Jirvall, 1988).

**Tabell 3.** Pappers- och massatillverkningens utsläpp till vatten och luft.

Utsläpp till vatten	Miljöeffekt
Suspenderande ämnen	Syrebrist/svårnedbrytbara ämnen
P, fosfor	Övergödning/syrebrist
N, kväve	Övergödning/syrebrist
AOx	Toxikologiska effekter
Utsläpp till luft	
Svaveldioxid	Försurning och skogsskador
Kvävedioxider	Försurning och övergödning
Koldioxid	Växthuseffekt

*Resthantering:* Papperet kan materialåtervinnas, energiutvinnas eller deponeras. Om pappersavfallet deponeras ger det utsläpp av syreförbrukande ämnen som lakas ut ur deponin samt metangaser som släpps ut då syrebrist uppstår i deponin, vilket leder till växthuseffekt. Detta är det absolut sämsta alternativet. Energiutvinning sker genom förbränning eller rötning, materialåtervinning genom att papperet användas som kolkälla vid kompostering eller som råvara för tillverkning av nytt papper. I Sverige samlas ca 50 % av allt papper in för återvinning. Materialåtervinning är att föredra i de flesta fall, eftersom energianvändningen för framställning av papperet då är betydligt mindre. Detta lämpar sig speciellt bra för wellpapp och kartong som inte kräver avsvärtning. Förbränning kan vara att föredra om papperet ersätter ett fossilt bränsle såsom olja. (Vass, 1995). Rötning tillsammans med organiskt material såsom hushållsavfall ger en relativt liten miljöbelastning eftersom det inte orsakar några utsläpp. Dessutom fås ett gödningsmedel som produkt ur rötningen, vilket kan ersätta konstgödsel. Insamling och transport av returpapperet ger inte en minskad miljövinst vid materialåtervinning i jämförelse med tillverkning av papper från nyfiber, eftersom ungefär lika stora transporter sker av massaveden. (Vass, 1995). Ur ett europeisk perspektiv kan det vara bättre att papperstillverkning från nyfiber sker i Sverige, där råvaran finns, för att sedan återvinnas i Europa.

*Energi:* I energianvändning för pappersframställning räknas biprodukter från framställningen såsom bark och avlutar in, men inte egenproducerad el från mottrycks kraft. Transport från massabruk via pappersbruk till konsument är utelämnat p g a bristande data. För beräkningar, se bilaga 2.

Energianvändning för Mitthögskolans kopierings- och skrivarpappersförbrukning (GJ/år) från slutavverkning till färdigt papper, enligt beräkningar i bilaga 2:

Skogsbruk och transporter	76,2	
Massaframställning	1 778,8	
Papperstillverkning	1 236,0	
Avgår egenproducerad el	- 137,8	
Totalt:	2 953,2 GJ	(820 MWh)

Energianvändning per ton papper: 30,1 GJ/ton

Energianvändning för ett A4-ark (80 gr/m<sup>2</sup>): 0,15 MJ (0,042 kWh)

### 3.2.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning

Miljöfakta om energikällor, se tjänsteresor (3.4) under respektive systemvillkor.

*Systemvillkor 1:* För tillverkning av papper används till största del fondresursen skog. Som fyllmedel och bestrykning används ler- och naturstensbaserade produkter men även syntetiska ämnen, vilka samtliga kommer från en lagerresurs. För tillverkning krävs stora mängder energi. Endast 13 % av energianvändningen härstammar dock från lagerresurser såsom olja och kärnkraft. Resten av energin består av biobränslen (fondresurs), vattenkraft (flödesresurs) och energi från biprodukter.

*Systemvillkor 2:* Vid skogsbruk används till viss del bekämpningsmedel. Tillverkning av papper kräver kemikalier. Visst utsläpp av klororganiska ämnen till vatten kan ske vilket bl a ger reproduktionsskador på fisk och sjöfågel. Massa- och papperstillverkningen ger under energianvändningen utsläpp av svaveldioxid, kväveoxider och koldioxid till luft, som verkar försurande, övergödande och orsakar växthuseffekt, se tabell 4. Tillverkningen ger också utsläpp till vatten som orsakar övergödning, syrebrist och toxikologiska effekter.

**Tabell 4.** Utsläppsmängder (kg) för vissa ämnen som är ackumulerande och har en negativ effekt på naturen vid energianvändningen (2 953,2 GJ) under kopierings- och skrivarpappersförbrukningens livscykel vid Mitthögskolan 94/95 (Ecotraffic, 1992; Lenner, 1993; Tillman et. al. 1996).

HC kolväten	CO koloxid	NO <sub>x</sub> kväveoxider	CO <sub>2</sub> koldioxid	SO <sub>2</sub> svaveloxid	Radioaktivt avfall
7,3 kg	2 157 kg	421 kg	4 965 kg	180 kg	8,4 kg

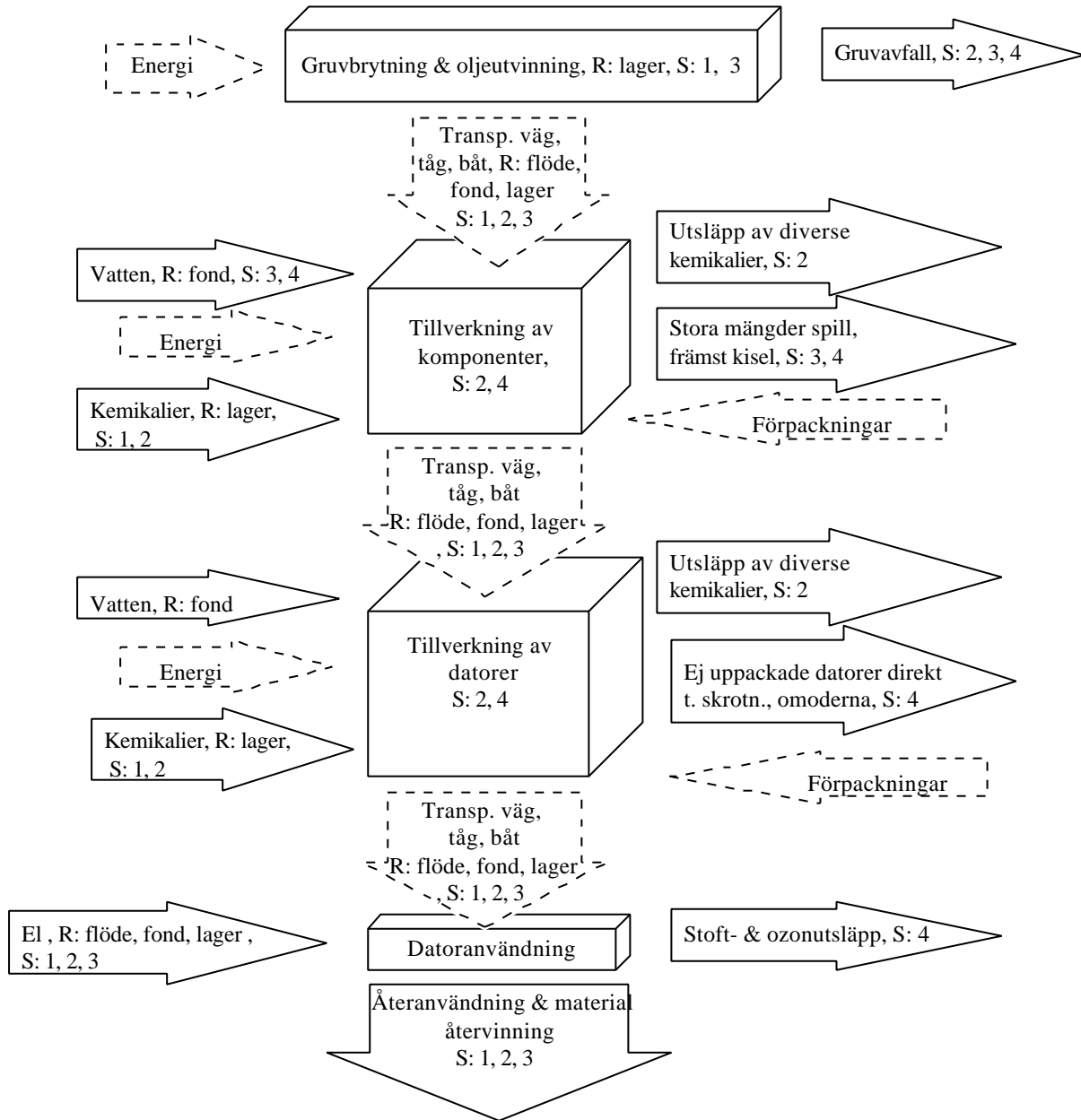
Miljöpåverkan av emissioner från transport och papperstillverkning se även bilaga 2, "Miljöpåverkan och hälsoeffekter av vissa emissioner."

*Systemvillkor 3:* Pappersflödet genererar markbehov i flera led: skogsbruk vid avverkning och för deponering av slam och bark vid produktion av massa. Mångfalden minskar allt snabbare i Sverige. Markanvändningen inom skogs- och jordbruket orsakar de största förlusterna. 5-10 % av Sveriges vilda växter och djur är hotade, vilket inte är bättre än på global nivå. (SNV, 1993b). Då grenar och kvistar rensas bort för att användas som massaved förloras den speciella biotop av dött trä som gynnar vissa kryptogamer, insekter och fåglar. Markavvattning utgör inverkan på våtmarksbiotoper. Utbyggnad av skogsbilvägarna ökar vilket ger ökade barriäreffekter och förlust i biologisk mångfald. År 2050 kommer sannolikt 95-98% av den brukade svenska skogen vara kulturskog, med minskad biologisk diversitet som följd. (SNV, 1993a).

*Systemvillkor 4:* Tillverkning av finpapper kräver skogsråvara vilket innebär att näringsämnen bortförs från skogsmarken. Vilken effekt detta ger i ett längre perspektiv är ovisst. Askåterföring kan avhjälpa problemet, men tekniken är ännu inte utbredd. För tillverkning av papper krävs stora mängder vatten. Recirkuleringsystem används dock konsekvent och nya tekniker som möjliggör helt slutna pappersbruk är på frammarsch. Det avfall som uppkommer vid tillverkningen deponeras ofta fast det kan energiutvinnas eller rötas vilket skulle ge energi eller ett gödningsmedel. Energianvändningen för tillverkning är hög, men energin framställs till stor del från biprodukter. Integrerade pappersbruk (massabruk och papperstillverkning på samma ställe) ger den fördelen att överskottsenergin från massabruket kan användas för att torka det färdiga papperet. Transportbehovet minskar dessutom.

De hälsoproblem som uppstår vid pappersframställning är sådana som uppstår vid all tillverkningsindustri, t ex hälsoproblem från emissioner såsom koloxid och kväveoxider från förbränning av fossila bränslen.





**Figur 3:** Skiss över de huvudsakliga flödena under datoranvändningens livscykel.  
 R = energi- och materiaflödenas ursprung i naturen (flöde, fond, lager)  
 S = systemvillkor som aktiviteten/flödet främst bryter mot (1, 2, 3, 4)  
 — = flöde/aktivitet som ingår i bedömningen  
 ---- = flöde/aktivitet som ej ingår i bedömningen

### 3.3 Datoranvändning

Definitionen av en dator är systemenhet (hårddisk, processorer och minne), bildskärm, tangentbord och mus. (Finlands Standardiseringsförbund SFS, 1995). En dator är mycket komplext uppbyggd och består av en mängd olika komponenter som kommer från olika tillverkare och där ett otal insatsvaror används för dess framställning. Efter litteratursökning våren 1997 konstaterades att inga heltäckande undersökningar finns gjorda som täcker in alla led i tillverkningskedjan från råvaruutvinning till färdig produkt.

Uppgifter saknas för:

- den totala energianvändningen för tillverkning och transport och på vilka energikällor som nyttjas
- hur mycket material eller vilka material som används
- hur mycket vatten och luft som nyttjas
- vilka markarealer som tas i anspråk.

Det går därför inte att fullt ut redovisa vilka resurser eller hur mycket resurser som nyttjas för att tillverka en dator eller vilken miljöpåverkan tillverkningen egentligen har.

Under budgetåret 94/95 köptes minst 15 ton elektronisk utrustning in till Mitthögskolan. I princip ingen elektronisk utrustning lämnade Mitthögskolan samma år. Detta p g a att verksamheten expanderade. (Bonde et al., 1998)

*Tillverkning/innehåll:* Datorer belastar miljön vid utvinning av material för tillverkning av elektronik, chassi, tangentbord mm till färdig produkt. Av de datorer som säljs i Sverige sker detaljtillverkning och slutmontering till största delen utomlands. Viss detaljtillverkning finns dock i Sverige bl a tillverkning av kiselchips. (Österberg, 1995).

De resurser som används för att tillverka en dator är till nästan 100 % lagerresurser som metaller, olja och mineralier. (Sjödin et al., 1991; muntlig ref.: Henriksson; Edvinsson).

De största posterna i viktprocent är:

- |             |           |               |
|-------------|-----------|---------------|
| • Plast     | 30 vikt % | Höljen        |
| • Glas      | 25        | Bildskärm     |
| • Järn      | 20        | Chassi        |
| • Aluminium | 20        | Ramar         |
| • Koppar    | 5         | Ledningar mm. |

I komponenter som reläer, katodstrålerör och induktorer finns grundämnen som inte tidigare har används industriellt, t ex europium, yttrium, prasedym, neodym, samarium, strontium, osmium och tantal. Så gott som alla metaller i det periodiska systemet ingår i en dator, för merparten av metallerna utgör dock halterna bara några ppm eller delar av ppm. (muntlig ref. Henriksson). Användandet av ”nya” metaller innebär att spridning i naturen inte har skett i någon större omfattning förut. Levande organismer kommer därför att exponeras för olika metaller i sådana koncentrationer de aldrig blivit exponerade för tidigare.

Färdiga IC-kretsar (kiselchips, mönsterkort) är några av de mest resursslösande komponenterna i en dator. Kiselchipsen i en dator väger totalt ca 10 g, och för att tillverka dessa 10 g behövs ca 40 kg utgångsmaterial och insatsvaror. Av restavfallet utgör 8 % miljöfarligt avfall (MFA). För tillverkning av mönsterkortet som chipset sitter på blir det 92 % avfall, varav hela 80 % är MFA. För att tillverka glaset i bildskärmen används nästan lika mycket utgångsmaterial och insatsvaror som för tillverkning av ingående kiselchips. Vid tillverkning av en LCD-bildskärm kan någon eller några av ca 2 000 st olika tänkbara organiska föreningar användas, flera av föreningarna är mycket farliga för miljö och hälsa. (muntlig ref. Malm-Modin).

Tillverkning av kretskort och dess ingående komponenter kräver dessutom stora mängder energi, vatten och luft. Mer än 10 ggr så mycket energi krävs för att tillverka IC-kretsarna än för glaset i bildskärmen. Inte bara själva tillverkningen av chipset är energikrävande utan även transporterna. Det kisel som används för chipstillverkning i Sverige bryts i Sydafrika, transporteras sen vidare till USA för förbehandling, för att slutligen transporteras till Sverige. (muntlig ref. Malm-Modin).

Användning av kemiska medel (lösningsmedel, syror etc) förekommer i stor skala vid tillverkning av ingående delar och det bildas ofta större volymer restprodukter än färdiga detaljer (Österberg, 1995). Dess egenskaper är både hälso- och miljöfarliga och de utgörs samtliga av lagerresurser.

Exempel på några kemikalier som används vid tillverkning och mineraler som ingår i olika delar av en dator. (Finlands Standardiseringsförbund SFS, 1995; 1996; muntlig ref.: Rosén; Hautolainen):

- klorerade lösningsmedel och syror vid rengöring av komponenter
- bromerade flamskyddsmedel som PBB och PBDE i hölje och kretskort
- mjukgörare som t ex klorparaffiner i kablar
- PCB i kondensatorer (mestadels i äldre datorer)
- aluminium i kåpor och ramar
- kvicksilver i reläer, brytare, kontakter och batterier
- barium- och strontiumoxid i bildskärmar
- blyoxid i katodstrålerör
- kadmium i batterier, plaster och i bildrör
- nickel i batterier
- bly i plaster och i lödtenn
- koppar i kablar och kretskort
- arsenik, zink, krom m.fl. tungmetaller i olika komponenter
- kisel i microchips.
- fosfor i bildskärmar.

*Transporter:* Från transporter av datorer och skrivare avgår ämnen till naturen vid förbränning av petroleumprodukter.

*Användning/livslängd:* Vid printning sker utsläpp av stoft från tonerkassett och från papper. Ozon kan produceras vid uppladdning av den fotosensitiva valsen. (Finlands Standardiseringsförbund SFS, 1996). Vid användning av datorer och dess kringutrustning genereras emissioner till luft och vatten men även radioaktivt avfall p g a den använda elens framställning. Emissionerna verkar försurande, övergödande och orsakar växthuseffekt.

På bildskärmen finns ett tunt lager av fosfor för att skapa bilden. Att använda skärmsläckare innebär inte i första hand att energi sparas, utan att fosforlagret sparas. D v s man förlänger skärmens livslängd. Skall energi sparas skall bildskärmen stängas av helt för hand eller med automatisk avstängning när skärmen inte skall användas under en längre tid. När en dator sätts på är energianvändningen just i startögonblicket något förhöjt, men det extra energianvändningen är ytterst marginellt. Den förhöjda energianvändningen kan dock bränna ut elektroniken med förkortad livslängd som följd om starterna sker alltför ofta. En dator bör därför inte startas mer än ca 4 ggr/tim. (muntlig ref. Molinder).

Den tekniska livslängden mellan 7 och 10 år beroende på modell är inte avgörande för hur länge en dator används. Livslängden styrs framförallt av att det kommer ut nya och snabbare processorer och nya programvaror på marknaden. Den faktiska livslängden för en kommersiellt använd dator blir därför betydligt kortare. (muntlig ref. Malm-Modin).

*Resthantering:* Två metoder används i Sverige för att återvinna en dator. Mindre än 0,5 % utgörs av MFA. (muntlig ref. Edvinsson; Henriksson).

a/ Datorn plockas isär för hand, 93 % återanvänds/återvinns resten deponeras:

- komponenter som kretsar och minneskort säljs bl a till leksaksfabrikanter
- kretskort som innehåller ädelmetaller säljs vidare för återvinning av metallerna
- kablage etc granuleras där metallerna återvinns
- metall i stomme mm säljs vidare till smältverk
- plaster som inte innehåller flamskyddsmedel går till återvinning
- plaster som innehåller flamskyddsmedel går till värmeverk för energiutvinning
- glas som innehåller blyoxid deponeras.

b/ Fragmentering, hela datorn förutom plasthöljet krossas och mals sönder och datorns ingående metaller återvinns till nästan 100 %. Komponenter som innehåller kvicksilver och andra miljöfarliga metaller plockas först ur innan datorn mals sönder. Material som inte går att återvinna deponeras. Efter fragmentering smälts det malda materialet ner, så att bildskärmens glas blir till en trög slamliknande slagg där de olika metallerna återvinns. Metaller fångas även upp i ett gasreningsverk där de sedermera kan återvinnas. För närvarande används plasthöljen för energiutvinning. Forskning pågår om vad som är bäst ur miljösynpunkt, energiutvinning eller återvinning av plasthöljen.

Genom att återanvända och återvinna datorns ingående delar minskas uttaget av lagerresurser och den mängd avfall som deponeras.

*Energi:* Faktaunderlag för energianvändning har endast varit möjlig att ta fram för brukarskedet. Energikälla för drift av datorer och dess kringutrustning är el. Beräkningar enligt bilaga 3.

Energianvändning i GJ för drift av datorer och kringutrustning vid Mitthögskolan 94/95:

Skrivare	397,1
Datorer	932,0
Servrar	407,5
Externa diskar	<u>389,9</u>
Totalt:	2 181,2 GJ (606 MWh)

### 3.3.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning

Bedömning av energikälla el, se tjänsteresor under respektive systemvillkor.

*Systemvillkor 1:* Datorer och skrivare består till nästan 100 % av lagerresurser. Energikälla för den använda elen för drift av datorer och skrivare är till 90 % flödesbaserad (vattenkraft), resterande utgörs av el från kärnkraft d v s lagerbaserad. Industriell användning av sällsynta metaller i jordskorpan innebär vid spridning att metallerna kommer att fungera som ett miljögift för allt levande. Datorer innehåller även MFA som kvicksilver och andra miljöfarliga metaller som kan bioackumuleras.

*Systemvillkor 2:* Miljö- och hälsofarliga organiska föreningar som används vid tillverkning av LCD-skärmar kan ackumuleras i naturen. Stora mängder deponerbart restavfall bildas vid tillverkning av komponenter, deponerbart avfall uppstår även vid resthantering. Ämnen i deponier kommer med tiden att brytas ner och eventuellt läcka ut till grundvattnet. När elektroniskt avfall blandas med speciellt organiskt avfall i deponier kommer ingående ämnens rörlighet och giftighet att förändras. Emissioner sker till luft p g a stor användning av lösningsmedel och andra kemikalier vid detaljtillverkning. Vid energiutvinning av plast avges skadliga emissioner till luft. Energianvändningen vid drift av datorer ger även detta vissa utsläpp, se tabell 5.

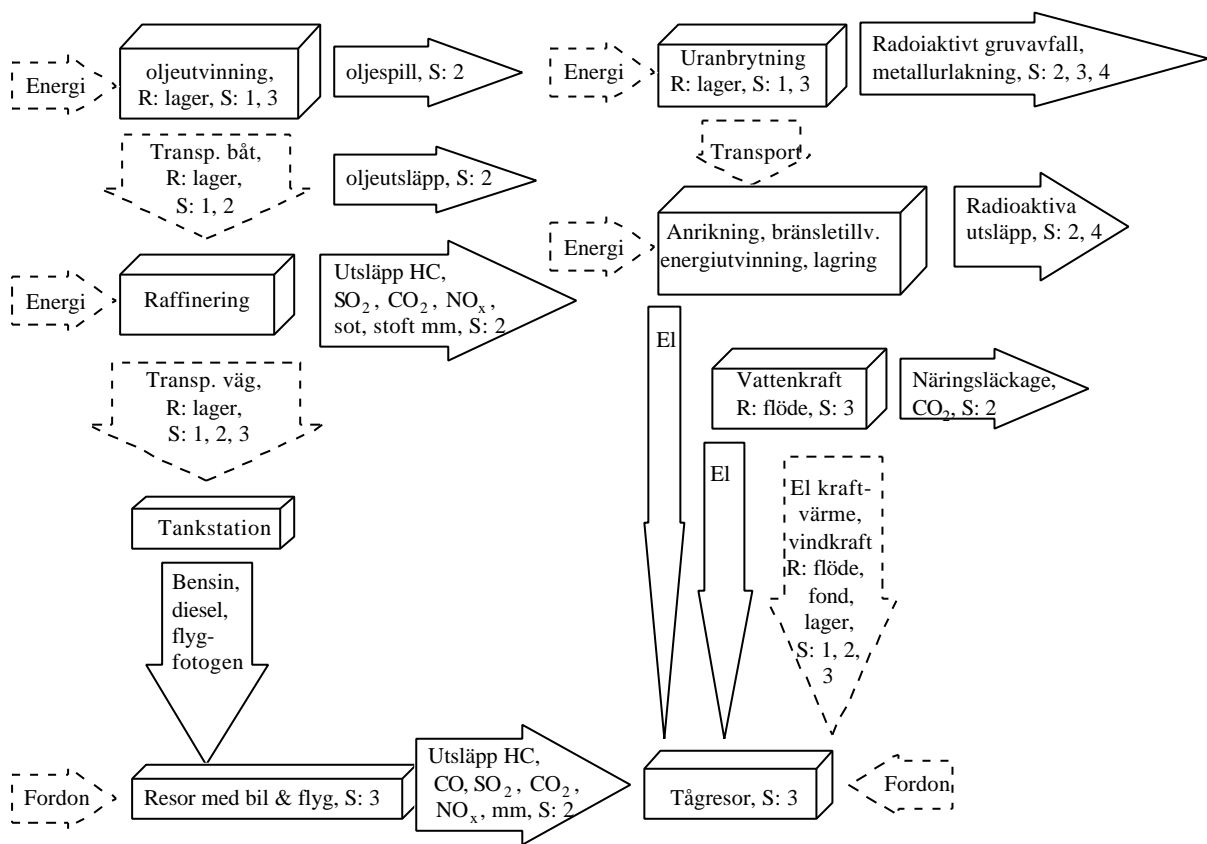
**Tabell 5.** Utsläppsmängder (kg) för vissa ämnen som är ackumulerande och har en negativ effekt på naturen vid framställning av el (1 952,3 GJ) för drift av datorerna vid Mitthögskolan 94/95 (Ecotraffic, 1992; Lenner, 1993; Tillman et. al. 1996).

HC kolväten	CO koldioxid	NO <sub>x</sub> kväveoxider	CO <sub>2</sub> koldioxid	SO <sub>2</sub> svaveldioxid	Radioaktivt avfall
2,3 kg	4,6 kg	20,0 kg	8,3 ton	14,6 kg	6,5 kg

*Systemvillkor 3:* Markanspråk görs vid gruvdrift för råvaruutvinning av metaller, mineralier och oljeprodukter. Ett mindre markbehov finns även vid lagring av sönderplockade datorer.

*Systemvillkor 4:* Nya ännu ej uppackade datorer kan gå direkt till skrotning p g a att de blivit omoderna. Stora mängder luft och vatten används bl a vid chipstillverkning som även kräver stora mängder energi. Stora delar av detaljtillverkningen sker i andra delar av världen med långa transporter som följd. Nära 100% av datorn återvinns.

Vid utskrift sker utsläpp av dammpartiklar från tonerkassett och från papper som kan vålla obehag för personer med luftvägsproblem. Ozon kan produceras vid uppladdning av den fotosensitiva valsen.



**Figur 4:** Skiss över de huvudsakliga flödena under tjänsterernas livscykel.  
R = energi- och materiaflödenas ursprung i naturen (flöde, fond, lager)  
S = systemvillkor som aktiviteten/flödet främst bryter mot (1, 2, 3, 4)  
— = flöde/aktivitet som ingår i bedömningen  
----- = flöde/aktivitet som ej ingår i bedömningen

### 3.4 Tjänsteresor

Transportsektorn tar och har tagit mycket produktiv mark i anspråk vid anläggandet av vägar, järnvägar, broar och flygplatser mm.

Den svenska transportsektorns energianvändning består till drygt 97 % av oljeprodukter som bensin, diesel, olja och flygfotogen. Resterande andel består av el till spårbunden trafik (ex. tåg, t-bana). (Nutek, 1997).

Energikällor för producerad el i Sverige, genomsnitt för 1995. (Nutek, 1997):

- Kärnkraft, 46,5 %.
- Vattenkraft, 47,0 %.
- Övrigt, 6,5 %.

Elsens energikällor är till nästan hälften baserad på kärnkraft, vilket innebär att den svenska transportsektorns energikällor baseras på lagerresurser till nästan 99 %.

Den eldrivna järnvägstrafikens bidrag av emissioner till luft och vatten är indirekt, emissioner uppstår vid framställning av den använda elen. Sveriges järnvägstrafik drivs till 95 % av el, resterande del är dieseldriven. (SJ, 1995). Emissioner som uppstår vid övriga transporter som drivs av fossila bränslen ger inte bara upphov till emissioner vid själva utvinningen av bränslet utan även vid förädling, distribution och slutligen vid energiutvinning (förbränning). Totalt sett svarar transportsektorn för den övervägande delen av de skadliga emissionerna till luft och vatten som orsakar hälsoproblem, försurning, övergödning, förtunning av ozonskikt och växthuseffekt. Transportsektorn ger därmed en storskalig och långsiktig negativ påverkan på naturen.

*Energikällor:*

*Petroleumprodukter:* Energiutvinning ur råolja är lagerbaserad. Processkedjan för petroleumprodukter börjar med råoljeutvinning och fortsätter med råoljetransport, raffinering, distribution och användning (energiutvinning). Utvinning sker både ute till havs och på land. De miljöstörningar som kan uppstå vid oljeutvinning är oljespill på mark eller i vatten och emissioner till luft och vatten vid förbränning av okondenserbara gaser. (Miljöeffekter, 1996).

Vid olyckor kan stora mängder råolja läcka ut med stora skador på naturen som följd, olyckor till havs orsakar större skador än på land då spridning sker lättare. (Freedman, 1995). Transport av råolja från oljeutvinning till oljeraffinaderier i Sverige sker huvudsakligen med tankbåtar. Miljöstörningar vid transport är oljeutsläpp vid rengöring av tankar ute till havs. Vid haverier kan hela lasten läcka ut i havet med stora störningar på ekosystemen. Förutom de synliga effekterna som nedsmetade stränder och oljeskadade sjöfåglar, ger oljeutsläpp även upphov till mer långsiktiga skador, som t ex utslagning av bottenlevande organismer på havsbotten. Vid raffinering sker stora utsläpp till luft av kolväten, svaveldioxid, koldioxid, kväveoxider, sot och stoftpartiklar. Utsläpp sker även till vatten av oljerester, fenoler, organiska kväve- och svavelföreningar. (Miljöeffekter, 1996).



Vid distribution kan olyckor ge stora skador på miljön men även på oljespill vid hantering. Vid förbränning av oljeprodukter avges emissioner till luft och vatten som verkar försurande och övergödande samt orsakar växthuseffekt, marknära ozon och ozonhål i atmosfären.

*El - kärnkraft:* Elenergi från kärnkraft är lagerbaserad. Processkedjan för kärnkraft börjar med brytning i gruva och fortsätter med anrikning, bränsletillverkning, energiutvinning och slutdeponering av restavfall. Risk för utsläpp av radioaktiva ämnen finns i alla led. Vid gruvbrytning av uranmalm uppkommer stora mängder gruvavfall som avger strålning. Avfallet, vilket deponeras, innehåller även en mängd olika metaller som kan urlakas och spridas i naturen. I samband med olyckor kan stora mängder av radioaktiva ämnen spridas. (Vattenfall, 1997; Miljöeffekter, 1996).

Vid energiutvinning i kärnreaktorer bildas högaktivt avfall (klyvningsrester) med varierande halveringstider, alltifrån några millisekunder upp till som mest 16 miljoner år. (Miljöeffekter, 1996). Stora volymer låg- och medelaktivt avfall bildas från brytning till energiutvinning. Det högaktiva avfallet kan behandlas på två sätt, deponering direkt av det utbrända kärnbränslet eller upparbetning varvid nytt kärnbränsle erhålls med ett högaktivt restavfall som måste deponeras. Det högaktiva restavfallet måste slutförvaras under hundratusentals år innan radioaktiviteten har avklingat till ofarliga nivåer för levande organismer. För att utvinna energi motsvarande 3,6 MJ (1 kWh) ur uran behövs 1,24 g uran. (Vattenfall, 1997).

*El - vattenkraft:* Energi framställd av vattenkraft räknas som flödande energi, d v s vi nyttjar vattnets lägesenergi när det passerar oss i sitt kretslopp, ett kretslopp som drivs av energi från solen. Den miljöpåverkan ett vattenkraftverk ger på den utnyttjade naturen är av irreversibel karaktär. Naturen går inte att återställa till vad den en gång var vid en eventuell rivning av ett kraftverk.

Övriga miljöstörningar som uppstår vid vattenkraftsproducerad el är bl a att förluster av näringsämnen alltid sker vid tappning av regleringsmagasin under vinterhalvåret. Stränderna rensolas från sediment och näringsämnen när vattennivån pendlar mellan övre och nedre dämningssgräns (regleringszon). Vid dämning av ett vattendrag kan vattennivån i magasinet pendla upp till 35 m. I regleringszonen bildas ett mer eller mindre sterilt strandområde där flora och fauna försvinner. Strandzonerna är de mest produktiva delarna i akvatiska ekosystem som vid en uppdamning därmed går förlorade. Utbyggda älvsystem förvandlas ofta till en serie sjöliknande avsnitt där forsar och fall försvunnit. Detta leder till att vattnets förmåga till självrening minskar då syresättningen av vattnet radikalt försämras och för att bottenlevande organismer som filtrerare, vilka är beroende av strömmande vatten, påverkas negativt (Vattenfall, 1997; Miljöeffekter, 1996).

Byggnation av kraftverksdammar leder även till att vandringsfiskar främst lax, havsöring och ål hindras att nå till sina forna lekområden. Många fiskstammar med unika genuppsättningar kan slås ut, en genetisk utarmning kan även ske på att det naturliga urvalet sätts ur spel vid uppfödning i odlingsanläggningar. När vattennivån i regleringsmagasin höjs på våren och försommaren kan strandbyggande fåglars häckning spolieras då reden dränks eller spolas bort.

De överdämda eller periodvis översvämmade markområdena kan inte användas för andra ändamål. Vid framställning av el genereras växthusgasen koldioxid och ämnen som verkar försurande och övergödande. (Vattenfall, 1997; Miljöeffekter, 1996).

*Energi:* De transportmedel som användes för Mitthögskolans tjänsteresor under budgetåret -94/95 var personbil, tåg och flyg. Tågresor med Mittlinjen är inte med. Beräkningar enligt bilaga 4.

Total energianvändning i TJ för tjänsteresor 94/95, se bilaga 4.

Personbil	2,08
Flyg	8,11
Tåg	<u>1,26</u>
Totalt:	11,45 TJ (3 181 MWh)

El genererad från flödesresurser: 47,0 % av 1,26 TJ = 592 GJ. Den flödesbaserade elen motsvarar ca 5 % av den totala energianvändningen på 11,45 TJ för Mitthögskolans tjänsteresor -94/95.

### 3.4.1 Miljöbelastnings- och hälsoskyddsbedömning

*Systemvillkor 1:* Energibärare för Mitthögskolans tjänsteresor är till 95 % lagerbaserade främst fosila bränslen, resterande 5 % är flödesbaserade. Vid anrikning av uran fås en högre koncentration av ämnet än vad som finns i naturlig form.

*Systemvillkor 2:* Vid all förbränning av fossila bränslen uppstår emissioner av ämnen som verkar ackumulerande i biosfären. Vid framställning av el baserad på kärnkraft uppkommer radioaktivt avfall från gruvdrift till elframställning. Avfallet måste deponeras för lång tid framöver tills dess strålningen avklingat. Det radioaktiva avfallet är alltifrån lågaktivt avfall som arbetshandskar till högaktivt avfall som utbränt kärnbränsle. (se tabell 6)

**Tabell 6.** Utsläppsmängder (kg) för vissa ämnen vid förbränning av fossila bränslen (10,19 TJ) som är ackumulerande och har en negativ effekt på naturen samt radioaktivt avfall vid framställning av el för tågresor (1,26 TJ) för tjänsteresor vid Mitthögskolan 94/95 (Ecotrafic, 1992; Lenner, 1993; Tillman et. al. 1996).

HC kolväten	CO koloxid	NO <sub>x</sub> kväveoxider	CO <sub>2</sub> koldioxid	SO <sub>2</sub> svaveldioxid	Radioaktivt avfall
1 179 kg	4 825 kg	4 538 kg	839 ton	351 kg	44,5 kg

*Systemvillkor 3:* Vid utvinning av olja tas stora markarealer i anspråk samt arealer ute till havs. Inte bara utvinningen tar mark i besittning utan även oljeraffinaderier, vägar, järnvägar, flygplatser mm. Vid förlisning av tankbåtar orsakas oljeskador som kan slå ut stora delar av ekosystemen både på land och i hav. Vid gruvdrift av uran tas mark i anspråk för själva brytningen och för deponering av gruvavfall. Markanspråk görs även i andra led där restavfall bildas som måste deponeras. Vid byggande av vattenkraftverk hindras vandringsfiskars väg till sina naturliga lekområden, många fiskstammar med unika genupsättningar kan slås ut. Utbyggnaden bidrar även till att flora och fauna försvinner mellan dämmningsgränserna. Arter beroende av strömmande vatten minskar. Infrastrukturen för transporter tar markarealer i anspråk.

*Systemvillkor 4:* Vid tjänsteresor används det energisnålaste transportsättet (tåg) till ca 10,5 % av resandet. Den energi som behövs för drift av tåg är framställd inom landet, energibärare för bil och flyg kommer från andra delar av världen.

Radioaktiv strålning kan ge upphov till förändringar i arvsmassan vilket kan medföra cancer och ärftliga skador.

### 3.5 Jämförelse av de olika flödenas miljöbelastning

Miljöbelastningen för de fyra flödena som beskrivs i denna rapport är komplex. Flödena är av helt olika karaktär. För att få en överblick sammanställs först de parametrar som är direkt kvantitativt jämförbara. Utifrån de fakta som presenteras i 3.1-3.4 går det att sluta sig till att endast miljöbelastning från energianvändningen i någon mån är direkt kvantitativt jämförbar. Notera att även här är en kvantitativ jämförelse svår då underlaget inte är fullständigt. Främst gäller detta datoranvändningen där det endast har gått att få uppgifter om elanvändningen under brukarskedet. I tabell 7 presenteras energianvändningen och dess emissioner. För att möjliggöra en jämförelse mellan de olika flödenas miljöpåverkan på g a emissioner från energianvändningen räknas den specifika emissionen om enligt viktningfaktorer som anger de olika emissionernas bidrag till växthuseffekt, övergödning och försurning (Oostr, 1996), se tabell 8-10. Tillsist görs en jämförelse av toxiska utsläpp, kolväten och radioaktivt avfall, orsakade av energianvändningen, se tabell 11.

**Tabell 7.** Energianvändning och emissioner från energianvändningen under 94/95 för flöden presenterade i 3.1-3.4.

	HC kolväten (kg)	CO koloxid (kg)	NO <sub>x</sub> kväveoxider (kg)	CO <sub>2</sub> koldioxid (kg)	SO <sub>2</sub> svaveldioxid (kg)	Radioaktivt avfall (kg)	Energi- användning (GJ/år)
Kaffe	1	2	9	1 334	10	0,1	54
Papper	7	2 157	421	4 965	180	8,4	2 953
Datoranv*	2	5	20	8 290	15	6,5	2 181
Tj.-resor	1 179	4 825	4 538	839 000	351	44,5	11 450
<b>Summa:</b>	<b>1 189</b>	<b>6 989</b>	<b>4 988</b>	<b>853 579</b>	<b>556</b>	<b>59,5</b>	<b>16 635</b>

\* Endast elanvändning under brukande 94/95

**Tabell 8.** Bidrag till växthuseffekten från energianvändningen under 94/95 för flöden presenterade i 3.1-3.4. GWP-100 = Global warming potential i ett 100-års perspektiv.

	CO (kg)	GWP-100	CO <sub>2</sub> (kg)	GWP-100	GWP-100 Totalt
Vikt. faktor		3		1	
Kaffe	2	6	1 334	1 334	1 340
Papper	2 157	6471	4 965	4 965	11 436
Datoranv.*	5	15	8 290	8 290	8 305
Tjänsteresor	4 825	14 475	839 000	839 000	853 475

\* Endast elanvändning under brukande 94/95

**Tabell 9.** Bidrag till försurning från energianvändningen under 94/95 för flöden presenterade i 3.1-3.4.

	NO <sub>x</sub> (kg)	Försurning kmol H+	SO <sub>2</sub> (kg)	Försurning kmol H+	Försurning Totalt
Viktfaktor		0,022		0,031	
Kaffe	9	0,198	10	0,31	0,508
Papper	421	9,26	180	5,58	14,84
Datoranv.*	20	0,44	15	0,465	0,905
Tjänsteresor	4 538	99,836	351	10,881	110,717

\* Endast elanvändning under brukande 94/95

**Tabell 10.** Bidrag till övergödning från energianvändningen under 94/95 för flöden presenterade i 3.1-3.4.

	NO <sub>x</sub> (kg)	syreförbrukning. (kg)
Viktfaktor		6
Kaffe	9	54
Papper	421	2 526
Datoranv.*	20	120
Tjänsteresor	4 538	27 228

\* Endast elanvändning under brukande 94/95

**Tabell 11.** Toxikologiska utsläpp från energianvändningen under 94/95 för flöden presenterade i 3.1-3.4.

	HC kolväten (kg)	Radioaktivt avfall (kg)
Kaffe	1	0,1
Papper	7	8,4
Datoranv.*	2	6,5
Tjänsteresor	1 179	44,5

\* Endast elanvändning under brukande 94/95

Efter denna sammanställningen av kvantitativt jämförbara data kan bedömningsarbetet med utgångspunkt från de fyra systemvillkoren påbörjas.

*Systemvillkor 1:* De energikällor som papper och kaffe nyttjar från tillverkning till färdig produkt respektive färdigbryggt kaffe är till övervägande delen flödes- och fondbaserad. Energikälla för datoranvändningens brukarskede är flödesbaserad till 90 % resterande är kärnkraftsproducerad el.

Under tillverkningen av datorer är troligen merparten av energin lagerbaserad då detta globalt är den dominerande energikällan i tillverkningsindustrin. Detta är dock inte analyserat i 3.3 utan är ett antagande. För tjänsteresor är energikällan nästan 100 % lagerbaserad. Tjänsteresornas användning av lagerbaserad energi är volymmässigt den i särklass största av jämförda flöden. Volymen lagerbaserad energi under datoranvändningens livscykel är inte analyserad fullt ut. Att volymen kan komma upp i tjänsteresornas volym bedöms dock inte som troligt. De energikällor som tjänsteresor till övervägande del nyttjar kan aldrig accepteras enligt systemvillkor 1.

Både kaffe och papper kommer från fondresurser. För att tillverka finpapper från träråvara används dock insatsvaror som är lagerbaserade, ca 20 %. För tillverkning av datorer används lagerresurser till nästan 100 %. Flödet av papper och elektronisk utrustning in i Mitthögskolan baserar sig på ungefär lika stora mängder lagerbaserad materia, ca 20 ton respektive ca 15 ton under 94/95. För papperets del är det främst lagerresurser som förekommer i riklig mängd i naturen. Datortillverkningen genererar spill av lagerbaserad materia som är långt större än massan i själva produkten. För att acceptans skall ges åt papperets och datorernas användning av lagerresurser för sin tillverkning måste de nyttjade resurserna stanna i det tekniska kretsloppet (samhället) så länge att samma mängd hinner återbildas i naturen genom naturliga processer.

Det flöde som bedöms strida minst mot systemvillkor 1 är kaffekonsumtionen. Detta flöde använder helt klart minst mängd lagerbaserad energi och ringa lagerbaserade materiaflöden. Tjänsteresorna är det flöde som bedöms strida mest mot systemvillkor 1. Stor volym av lagerbaserad energi används. Bedömningen av kopierings- och skrivarpappersförbrukningen samt datoranvändningen är mer komplicerad. Pappersförbrukningen baseras till övervägande del på fond- och flödesresurser både när det gäller energi och materia. Volymen papper som förbrukas gör dock att ansenliga mängder lagerresurser används. Att faktaunderlaget för datoranvändningen är bristfälligt försvårar ytterligare bedömningen. Pappersförbrukningen bidrar till större utsträckning till växthuseffekten än datoranvändningen under brukarskedet. Tillverkningen av datorer är mycket energiintensiv. Det är därför troligt att datoranvändningen ur ett livscykelperspektiv ger ett lika stort eller större bidrag till växthuseffekten. Datoranvändningen ger troligen i sin livscykel upphov till större lagerbaserade materiaflöden, med tanke på det stora spill som sker i tillverkningen. Datortillverkningen baseras även på mineralier som förekommer i ringa omfattning i naturen. Datoranvändningen bedöms p g a detta i högre grad strida mot systemvillkor 1 än kopierings- och skrivarpappersförbrukningen.

*Systemvillkor 2:* Vid energianvändningen ger tjänsteresorna i särklass störst utsläpp av försurande ämnen, ämnen som bidrar till övergödning och syrebrist i vattendrag samt kolväteutsläpp och mängd radioaktivt avfall. Kopierings- och skrivarpappersförbrukningens energianvändning ger 1/2-1/10 så mycket utsläpp som tjänsteresorna av försurande ämnen, ämnen som bidrar till övergödning och syrebrist i vattendrag samt mängd radioaktivt avfall. Utsläppen av kolväten är försumbara jämfört med tjänsteresorna. Kaffekonsumtionens energianvändning ger i sammanhanget försumbara utsläpp p g a att flödet är relativt litet. Datoranvändningens energianvändning i brukarskede ger även det försumbara utsläpp förutom radioaktivt avfall. Hur mycket utsläpp som sker från energianvändningen i hela livscykeln är osäkert men kan vara i samma nivå som för kopierings- och skrivarpappersförbrukningen då tillverkningen är energiintensiv och troligen baserar sig på fossila källor.

Under tillverkningen av papper sker bidrag till övergödning och syrebrist i vattendrag både i skogsbruket och i tillverkningen. Detta bedöms dock som ringa jämfört med motsvarande bidrag kopierings- och skrivarpappersförbrukningens energianvändning ger. Lokala problem kan dock vara stora. I utredningen har inte framkommit kvantiteter av läckage från kaffeodlingen av ämnen som bidrar till övergödning och syrebrist i vattendrag. Grova skattningar av vad som kan antas vara rimliga att antaga, utifrån kunskap om jordbruk i tropikerna i allmänhet (Webster och Wilson, 1987), ger vid handen att kaffeodlingen ger i storleksordningen lika stora läckage som de totala utsläppen från hela kopierings- och skrivarpappersförbrukningens livscykel. Detta sker på en mycket begränsad yta och ger troligen mycket hög lokal belastning.

Papperstillverkning sker i princip i slutna processer och det sker idag ringa toxiska utsläpp. Kaffeodlingen ger allvarliga toxiska utsläpp av bioackumulerande bekämpningsmedel så som DDT. Detta sker i så höga koncentrationer att akut förgiftning bland arbetarna förekommer. I datortillverkningen används stora mängder toxiska substanser. Hur de hanteras och vilka utsläpp som sker har inte framkommit i denna studie.

Att bedöma vilket av de fyra flödena som främst bryter mot systemvillkor 2 är mycket svårt att avgöra då frågan är mycket komplex. En mycket försiktig bedömning är dock att tjänsteresorna är det flöde som främst bryter mot systemvillkor 2 då volymerna av utsläppen är mycket stora jämfört med övriga flöden. Volym är dock inte allt när det gäller att bedöma systemvillkor 2. Toxisk effekt är även av stor betydelse. Detta gör att kaffekonsumtionen bedöms i stor utsträckning bryta mot systemvillkor 2 då de toxiska effekterna är så stora att t o m akut förgiftning av 2% av befolkningen i Sao Paolo förekommer (Naturskyddsföreningen, 1995). Att bedöma datoranvändningen är svårt då fakta saknas. Även här förekommer toxiska substanser i stora mängder. Flödet av datorer är även större än kaffeområdet. Vi gör därför den försiktiga bedömningen att datoranvändningen i högre grad bryter mot systemvillkor 2 än kaffekonsumtionen. Detta är dock en bedömning med stora förbehåll. Kopierings- och skrivarpappersförbrukning en är det flöde som i minst utsträckning bedöms bryta mot systemvillkor 2.

*Systemvillkor 3:* För tillverkning av datorer och utvinning av oljebränslen tas mark i anspråk för råvaruutvinning och för deponering av restavfall med förlust av biodiversitet som följd. Infrastrukturen för tjänsteresor tar markarealer i anspråk. Hur stora dessa arealer är går inte att avgöra utifrån fakta som samlats in under denna undersökning.

Kaffeodling sker i stora monokulturer vilket utarmar den biologiska mångfalden och de känsliga jordarna. Odlingen tar tropisk regnskog i anspråk som är svåröryngad, har hög produktivitet och hög biodiversitet. Markanspråk görs för deponering av fröskal vid kaffeskörd och stora mängder vatten konsumeras vid tröskning. Skogsbruk för pappersframställning sker mer extensivt och trenden visar att allt större ekologisk hänsyn tas i det svenska skogsbruket. Dock sker stor påverkan på biologisk mångfald. Även visst avfall från skogsbruk deponeras. Markarealen för skogsbruket för Mitthögskolans förbrukning av kopierings- och skrivarpapper är svår att avgöra utifrån insamlade fakta, men den bör vara större än vad som krävs för kaffeproduktionen. Produktiviteten är dock

ca 5 ggr större i regnskog än i boreal barrskog (Cunningham och Saigo, 1997). Produktiviteten störs även mindre vid Svenskt skogsbruk.

Vid kaffeodling åtgår stora mängder vatten för att avskilja fröskal från själva bönan. Det använda vattnet går dessutom orenat ut i floderna vilket leder till ett överutnyttjande av grundvatten. Även vid tillverkning av komponenter till datorer används stora mängder vatten liksom vid tillverkning av papper, vattnet går dock till reningsverk innan det går ut i recipient.

Fakta saknas för hur tjänsteresor och datoranvändning strider mot systemvillkor 3, en bedömning är därför svår att göra. Då materiaflödet är stort för tjänsteresor och oljeutvinning ofta påverkar stora arealer och biologisk mångfald torde detta flöde i stor utsträckning strida mot systemvillkor 3. Datoranvändningen skapar stora mängder spill under sin livscykel. Detta måste innebära stora dagbrott och deponier. Stora mängder vatten används. Det är därför troligt att datoranvändningen i stor utsträckning strider mot systemvillkor 3. Trots att kaffekonsumtionen troligen använder mindre areal än kopierings- och skrivarpappersförbrukningen bedöms den ändå i högre grad strid mot systemvillkor 3. Detta p g a att: brukandet av arean sker mer intensivt på känsligare jordar, ett svårföryngrat och mer produktivt ekosystem med långt högre biodiversitet tas i anspråk samt vattenkonsumtionen är stor i områden med vattenbrist. Kopierings- och skrivarpappersförbrukning en bedöms därför strida minst mot systemvillkor 3.

*Systemvillkor 4:* Råvaror för papper hämtas i Sverige och tillverkningen sker också inom landet. För övriga flöden används råvaror från övriga delar av världen vilket ger långa transporter. Odlingen av kaffe sker dessutom i utvecklingsländer där marken ev skulle behövas för födoproduktion. Samtliga flöden förutom tjänsteresor består av råvaror som kan återanvändas/återvinnas, energiutvinnas eller komposteras.

Datorer har en relativt kort kommersiell livslängd då utvecklingen går snabbt och datorerna ofta måste bytas ut, det innebär att resursförbrukningen för datorer blir relativt stor. Ingen organiserad återanvändning eller återvinning av datorskrot sker i dag då producentansvar för elektriska och elektroniska produkter ännu inte har trätt i kraft. För papper finns dock i Sverige en väl utbyggd återvinningservice.

Både vid kaffeodling och skogsbruk går näringsämnen förlorade vid skörd. Förlusten av näringsämnen får dock större konsekvenser vid kaffeodling då skörd sker varje år, att jämföra med skogsbruk där skörd sker efter ca 80 år.

De hälsoproblem som kan uppstå p g a energianvändningen innebär att det flöde som genererar störst energianvändning (tjänsteresor), också orsakar de flesta besvären. Vid framställning av el från kärnkraft finns risk för att utsättas för radioaktiv strålning från brytning av uran, till slutförvaring av utbränt kärnbränsle. Av de hälsoproblem som inte kan hänföras till energianvändning är de som orsakas av bekämpningsmedelsanvändningen vid kaffeodling de mest hälsovådliga.



Då tjänsteresor åstadkommer det största materiaflödet och innebär betydande hälsoeffekter bedöms detta flöde i störst utsträckning strida mot systemvillkor 4. Datoranvändningen är resursslösande i alla led och innebär hantering av stora mängder hälsofarliga kemikalier. Bedömningen är att detta flöde i stor utsträckning strider mot systemvillkor 4. Kaffekonsumtionen skapar ett litet flöde. De stora hälsoeffekterna och rättviseaspekterna gör dock att detta flöde bedöms bryta mot systemvillkor 4 i jämförbar utsträckning som datoranvändningen. Kopierings- och skrivarpappersförbrukning en bedöms bryta minst mot systemvillkor 4 då insatsvarorna används på ett effektivt sätt och återvinning är väl utbyggd. Dock är användningen av papperet kanske inte den mest resurseffektiva .

*Sammanfattande miljöbelastningsbedömningen:* Tjänsteresorna bedöms vara det flöde som har högst miljöbelastning då det helt klart i störst utsträckning strider mot systemvillkor 1 och 4. Det tycks även vara det flöde som i störst utsträckning strider mot systemvillkor 2 och 3 även om detta är något mer osäkert.

Datoranvändningen bedöms vara det flöde som har näst högst miljöbelastning. Det strider troligen mot systemvillkor 1 i större utsträckning än kopierings- och skrivarpappersförbrukningen, en försiktig bedömning är att det strider mot systemvillkor 2 i större utsträckning än kaffekonsumtionen samt strider mot systemvillkor 3 och 4 i samma utsträckning som kaffekonsumtionen.

Kaffekonsumtionen bedöms vara det flöde som har näst lägst miljöbelastning. Det strider helt klart minst mot systemvillkor 1. Det strider dock i högre grad mot systemvillkor 2-4 än kopierings- och skrivarpappersförbrukningen .

Kopierings- och skrivarpappersförbrukningen bedöms vara det flöde som har lägst miljöbelastning. Det strider mot systemvillkor 1 i högre grad än kaffekonsumtionen, nästan i lika hög grad som datoranvändningen. Flödet av papper bedöms strida minst mot systemvillkor 2-4.

## 4. Diskussion

Att utföra en miljö- och resursanalys för att jämföra så pass olika verksamheter som speglas i rapportens fyra flöden är mycket svårt. En god fingervisning av vad som är mest och minst miljöbelastande kan dock ges. Från studien kan också utläsas vilken miljöbelastning de olika verksamheterna var för sig orsakar. Utifrån detta har man möjligt att se hur man kan minska de enskilda flödenas miljöbelastning.

Några ytterligare kommentarer till avgränsningar och syn på miljöbelastning kan vara av värde. Studien av kaffeframställningen innefattar inte energianvändningen för interna transporter inom producentlandet då uppgifter för detta inte fanns att tillgå. Det bör noteras att vi för kaffeförbrukningen har varit tvungna att främst använda oss av Naturskyddsföreningens uppgifter då annat material har varit svårt att få tillgång till. Detta är olyckligt då de är en part i miljödebatten och det inte har varit möjligt att källkritiskt granska uppgifterna. I studien av energianvändning för pappersframställning har energi från avlutar medräknats. Avlutarna står för ca 30 % av energianvändningen. Detta förfaringssätt kan diskuteras eftersom avluten är en biprodukt som eventuellt inte funnits att tillgå som energikälla utanför pappersindustrin. De emissioner som uppstår från förbränningen av avlutarna skall dock under alla omständigheter medräknas, varför det totala resultatet av analysen inte skulle förändras på ett avgörande sätt även om energin från avlutarna betraktades som "gratis". I denna studie har endast miljöbelastningen för kopierings- och skrivarpapper analyserats, eftersom detta utgör det dominerande pappersflödet. Även andra papperskvaliteter såsom förädlad finpapper i form av kuvert, blanketter, trycksaker o dyl. samt kartong och wellpapp används i verksamheten. Det totala flödet av papper är alltså större i verkligheten varför miljöbelastningen också kan antas vara större. Olika typer av papper ger dock olika miljöbelastning varför resultatet från denna analys inte direkt kan omräknas på ett större pappersflöde innehållande andra pappersprodukter. Tidnings- och journalpapper som huvudsakligen tillverkas av termomekanisk massa ger mindre utsläpp men har ett större energibehov, kartong och wellpapp som eventuellt tillverkats av returpapper ger en väsentligt lägre resurs- och energianvändning. Vid både kaffe- och pappersproduktion används en mängd olika kemikalier som här inte varit möjliga att precisera. En intressant iakttagelse som framkommit är dock, att den totala energianvändningen för en kopp kaffe är lika stor som för tillverkning av ett ark A4. För datorer fann vi i litteraturen inte någon heltäckande studie innefattande hela tillverkningskedjan för ingående komponenter från råvaruutvinning till slutmontering i datorer. En sådan undersökning skulle vara mycket tidskrävande och har därför inte varit möjlig att genomföra inom ramen för detta projekt. Detta gör att flödet "datorer" inte är fullständigt, den kvalitativa jämförelsen med "datorer" haltar därmed och måste därför användas med stor försiktighet. I transportdelen inräknas endast personalens tjänsteresor. I verkligheten sker ett större transportarbete som är kopplat till Mitthögskolans verksamhet i form av tågresor med Mittlinjen, personalens resor till och från arbetet och studenternas resor. Detta transportarbete har inte kvantifierats och har därför utelämnats ur analysen.

Resultatet av den kvalitativa analysen visar att tjänsteresorna ger störst miljöbelastning. Därför bör de största insatserna i miljöarbetet läggas på en förändring av resemönstret till ett ökat resande med järnväg, vilket är minst miljöbelastande, och ett totalt minskat resande

vilket eventuellt kan ske genom ett ökat utnyttjande av IT. Samtliga flöden har dock betydelse för Mitthögskolans totala miljöbelastning varför det är av vikt att minska belastningen även från övriga flöden.

För att minska miljöbelastningen för kaffekonsumtionen bör ett ekologiskt odlat kaffe väljas då detta dramatiskt skulle minska detta flödes miljöbelastning, främst enligt systemvillkor 2 och 4.

Datoranvändningens miljöbelastning kan minskas genom personliga insatser i form av en ökad medvetenhet om energianvändningens betydelse d v s att inte låta en dator stå på i onödan, samt vid inköp av nya datorer köpa datorer och skrivare som är miljömärkta. Datorernas kapacitet bör utnyttjas för att minska papperskonsumtionen bl a genom en noggrannare kontroll av dokument före utskrift och ökad användning av datanätverk. Ett miljömärkt papper bör alltid prioriteras och det är också av yttersta vikt att papperet källsorteras för att kunna utnyttjas som den resurs det är.

För att möjliggöra dessa förändringar krävs utbildning och information till Mitthögskolans personal. Detta arbete har redan påbörjats vid Mitthögskolan genom halvdags utbildningar till all personal och utgivande av en miljöhandbok med miljöinformation och olika tips om vad varje person kan förändra i sitt arbete för en minskad miljöbelastning. Denna rapport fyller en viktig funktion i detta sammanhang.

## 5. Referenser

### 5.1 Skriftliga referenser

- Bonde, H., G. Bring, J. Edvinsson, O. Elstad, J. Rosenquist och A. Englund. 1997. Miljöanalys av Mitthögskolan -verksamheten ur ett uthållighetsperspektiv. Mitthögskolan, Östersund.
- Bryntse, G.. 1988. Papperet och miljön. SCPF, Stockholm.
- Cunningham, W. P. och B. W. Saigo. 1997. Environmental Science - A Global Concern. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Indiana, USA.
- Ecotraffic AB. 1992. The life of fuels. Motorfeuls from source to end use. Ecotraffic AB.
- Englund, A. och P. Mosten. 1998. Miljöbelastningsbedömning av byggnadsprodukter - beskrivning av LANDSCAPE<sup>®</sup>-metoden. Mitthögskolan.
- Finlands Standardiseringsförbund SFS. 1995. Miljömärkning av persondatorer. Kriteriedokument. 12 okt -95 - 11 okt -98. Version 1. Nordisk Miljömärkning.
- Finlands Standardiseringsförbund SFS. 1996. Miljömärkning av skrivare och faxar. Kriteriedokument. 30 okt -96 - 30 okt -99. Version 1. Nordisk Miljömärkning.
- Finnveden. 1994. Kretslopp av pappersförpackningar. IVL, Stockholm.
- Freedman, B.. 1995. Environmental ecology - The impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function, Second Edition. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Holmberg, J.. 1995. Socio- Ecological Principles and Indicators for Sustainability. Chalmers University of Thechnology, Göteborg.
- Holmberg, J.. 1998. Lättare att förstå - svårare att misstolka. Tidskriften Det Naturliga Steget. nr. 2:98.
- Jirvall. 1988. Miljöinfo från skogsindustrin. SCPF, Stockholm.
- Miljöeffekter. 1996. Kompendium i miljövard, del 4. Institutionen för miljöskydd och arbetsvetenskap (IMA), Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Lenner, M.. 1993. Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper. VTI meddelande # 718. Väg- och trafikinstitutet.
- Marklund, G.. 1995. Mitthögskolan efter tre terminer – hur verkar nätverket? Mitthögskolan. Mitthögskolan. 1996. Inventarieförteckning, 1996. Mitthögskolan, Östersund.

- Månsson, B. 1993. Miljö för bärkraftighet – perspektiv på naturresurser, deras begränsningar och deras roll i samhället. Liber-Hermods förlag, Malmö.
- Naturskyddsföreningen. 1995. Världen i din kaffekopp. Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Nutek. 1994. Guide till energieffektivare kontorsutrustning. Nutek, Stockholm.
- Nutek. 1997. Energiläget 1996. Info. 332-96. Nutek, Stockholm.
- Oostra, H. 1996. "Systems Analysis of Different Waste Handling Systems for Rural and Sparsely Populated Areas". AFR-report 100. Naturvårdsverket Förlag, Stockholm.
- SJ. 1995. Järnvägen och miljön. SJ:s plan för en uthållig järnvägstrafik. SJ.
- Sjödén, J., D. Bergman och S. Pettersson. 1991. Fragmentering av och metallutvinning ur elektronikskrot. FoU # 59. Stiftelsen REFORSK.
- SNV. 1993a. R.41 37. Markanvändningen och miljön. MIST. Naturvårdsverket, Stockholm.
- SNV. 1993b. R.42 09. Skogsbruk och miljö. MIST. Naturvårdsverket, Stockholm.
- SNV. 1993c. R.43 84. Viktiga Materialflöden. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Tillman. 1991. Miljön och förpackningarna. SOU 1991:77, Stockholm.
- Tillman et al. 1996. LCA av alternativa avloppssystem, Bergsjö och Hamburgsund. Delrapport från ekoguideprojektet avd. Teknisk miljöplanering. Rapport 96:1B. Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- Toft, J. och O. Dall. 1993. Miljövärdering af printere. I/S Ökoanalys, Danmark.
- Vass, A-M.. 1995. Miljökonsekvenser av användning av och hantering av returpapper. AFR.
- Vattenfall. 1997. Livscykelanalyser för vattenfalls elproduktion. Sammanställande rapport. Vattenfall, Stockholm.
- Webster, C. C. och P. N. Wilson. 1987. Agriculture in the Tropics, Second Edition. ELBS, Hong Kong.
- Österberg, K. (1995). Ny Teknik. # 47, 1995. sid 22-23

## 5.2 Muntliga referenser

Edvinsson, Lennart. Gotthard Ragn-Sells Elektronikåtervinning AB.  
Hautolainen, Harri. Finlands Standardiseringsförbund, SFS.  
Henriksson, Hasse. Arv Andersson AB, Skellefteå.  
Jämte, Gunilla. 1996. Stora Kvarnsveden.  
Malm-Modin, Jens. LME  
Molinder, Ove. Nutek  
Pettersson, Håkan. Verkstadschef, Gevalia.  
Pettersson, Willy. Inköpschef, Gevalia.  
Rosén, Pia. Kemikalieinspektionen.  
Sveriges Redareförening, Göteborg.

Datoransvariga på Mitthögskolan:

Hallberg, Anders. TNV  
Karlsson, Urban. TER  
Lindgren, Sten. ITE  
Mattson, Per. MKV  
Norén, Ulf. IND  
Nykvist, Bengt. IS  
Näsström, Kent. IS  
Olander, Ove. ITE

## Bilaga 1: Kaffekonsumtion

### Kostnadskonto

Konto 5322, livsmedel: 207 820 kr

Kostnad kaffe: 71:40/kg.

För att mäta energianvändningen vid brygning kopplades en energi- och effektmätare (modell EMU 1.44) till en kaffeautomat (Wittenborg, modell FB 5100) under 24 timmar vid 2 tillfällen.

Medelenergianvändningen var 3 175 kWh/dygn, i snitt bryggdes 107 koppar kaffe per dygn.

Energianvändning för brygning av en kopp kaffe:

3 175 kWh/107 koppar = 29,7 Wh/kopp. (106,9 kJ/kopp)

Avstånd för beräkning av energianvändning vid transporter. (muntlig ref.: Sveriges Redareförening).

Brasilien, Rio de Janeiro - Hamburg, ca 10 175 km.

Hamburg - Gävle, ca 1 795 km. (sjövägen)

Hamburg - Gävle, ca 1 122 km (järnväg)

Gävle - Sundsvall, 215 km

Sundsvall - Östersund, 175 km

Sundsvall - Härnösand, 56 km

Härnösand - Ö-vik, 115 km

För att beräkna energianvändningen i MJ/ton km vid transporter (Lenner, 1993; Tillman et al. 1996) från Gävle till Mitthögskolans fyra lokaliseringsorter har kaffeförbrukningen på 3 000 kg fördelats procentuellt med avseende på antalet anställda på varje ort.

### Rostning, malning och paketering.

Energiåtgång: rostning, 44 kg propan/ton kaffe.

Energiåtgång: malning, 25 kWh/ton kaffe.

Energiåtgång för paketering saknas p g a svårighet att erhålla relevanta data.

(muntlig ref. Pettersson H).

<u>Transportsätt</u>	<u>Km. totalt</u>	<u>Ton. totalt</u>	<u>Energianvändning MJ/ton km</u>	<u>Energianvändning totalt. MJ</u>
Lastbil, fjärr	215/175/56/115	3/1,08/0,82/0,11	1,0	895
Järnväg	1 122	1,5	0,3	505
Båt, kust	1 795	1,5	0,47	1 265
Båt, ocean	10 175	3	0,2	6 105
			<u>Summa. trnp:</u>	8 770

<u>Förädling</u>	<u>Antal ton</u>	<u>Energianvändning MJ/ton</u>	<u>Energianvändning totalt. MJ</u>
Rostning	3	1 990	5 970
Malning	3	90	270
		<u>Summa. förädling:</u>	6 240

MILJÖBELASTNINGSBEDÖMNING AV VISSA ENERGI-  
OCH MATERIAFLÖDEN VID MITTHÖGSKOLAN

---

	<u>Antal koppar</u>	<u>Energianvändning</u> <u>kJ/kopp</u>	<u>Energianvändning</u> <u>totalt, MJ</u>
Bryggning	360 000	106,9	38 480



## Bilaga 2: Kopierings- och skrivarpappersförbrukning

### Kostnadskonto

Konto 543, papper o pappersvaror (till skrivare, kopiering mm): 777 078 kr  
Antagen kostnad per ton, 7 950 kr ger ca 98 ton papper.

Energianvändning för skogsbruk, transporter och massaframställning är generella värden. (Tillman, 1991). Energianvändning för pappersframställning är direkt hämtade från SCA Wifsta, 1994.

Elenergiens ursprung baseras på ett genomsnitt för Sverige där 47 % kommer från vattenkraft, 46,5 % från kärnkraft och resterande 6,5 % från övriga energikällor såsom biobränslen, olja och torv (Nutek, 1997). I värden för diesel ingår även energianvändning och emissioner vid oljeupptagning, tankertransport och raffinering (precombustionpålägg).

<b>Energiform</b>	<b>Energianvändning (MJ/ton produkt)</b>	<b>Energianvändning totalt (GJ)</b>
<b>Skogsbruk och transporter</b>		
Slutavverkning (diesel)	346	33,9
<i>Transport massaved</i>		
Lastbil (diesel)	360	35,3
Järnväg (el)	72	7,0
<i>Total energi skogsbruk och transp.:</i>	<b>778</b>	<b>76,2</b>
<i>Massaframställning</i>		
Internproducerad el	414	40,6
Extern el	1 458	142,9
Olja	958	93,9
Avlut	13 022	1 276,1
Bark	2 299	225,3
<i>Totalt energi massaframställning</i>	<b>18 151</b>	<b>1 778,8</b>
<i>Papperstillverkning</i>		
Internproducerad el	992	97,2
Extern el	1 416	138,8
Olja	1 832	179,5
Biobränsle	8 372	820,5
<i>Totalt energi papperstillverkning</i>	<b>12 612</b>	<b>1 236,0</b>
<i>Total energi (massa- och papperstillv)</i>	<b>31 541</b>	<b>3 091,0</b>
Avgår, internproducerad el	-1 406	-137,8
<b>Totalt:</b>	<b>30 135</b>	<b>2 953,2</b>

För emissionsberäkningar har schablonvärden från Tillman (1991) och Finnveden (1994) nyttjats.



## Bilaga 3: Datoranvändning

### Effektbehov för datautrustning

Servrar:	220 W
Externa diskar:	120 W
Laserskrivare, printning	197 W
stand by	49 W

Dator 80486	medel 80 W	
Dator 80386 DX	medel 70 W	snitt 75 W
Skärm 14" VGA	55 W	
Skärm 17" VGA	81 W	<u>snitt 68 W</u>
Genomsnitt för dator med skärm:		143 W.

Uppgifter ang effektbehov för datorer, skärmar och skrivare har hämtats från "Guide för energieffektivare kontorsutrustning", Nutek (1994). Antal och uppgifter angående effektbehov för servrar och externa diskar har inhämtats från datoransvariga på respektive avdelning.

### Antal servrar och externa diskar på Mitthögskolan.

Östersund: 34 servrar + 55 externa diskar

Sundsvall: 23 servrar + 12 externa diskar

Härnösand: 13 servrar + 25 externa diskar året runt samt 1 serv 9 mån/år.

Örnsköldsvik: 3 servrar + 11 externa diskar

Totalt antal servrar, externa diskar, datorer och skrivare.

Servrar, 58 st 12 mån + 1 st 9 mån	58,75 st
Externa diskar	103 st
Datorer	1 558 st
Skrivare	411 st

### Energibehov beräkningsförutsättningar.

Servrar och externa diskar är i drift årets alla dagar. (Datoransvariga på Mitthögskolan).

Av anställd personal (710 st) har 85 % (Marklund, 1995) tillgång till egen dator, 603 st, övriga datorer, 955 st används av studenter.

Datorer och skrivare för studenter används 7 dagar/vecka, ca 45 veckor/år. (enl. bokningsscheman).

Datorer för studenter är schemalagda i snitt 25 % mellan 8<sup>00</sup> och 17<sup>00</sup> (enl. scheman).

På icke schemalagd tid nyttjas datasalarna till 20% av studenterna. (enl. bokningsscheman).

Tid för utskrift av papper tar ca 40 min/dag (Toft och Dall, 1993).

Skrivare är avstängda 77 % av dygnet. (Toft och Dall, 1993)

Följande antagande är gjorda:

För skrivare antas att tio personaldatorer delar på en skrivare vilket gör 60 st, resten av skrivarna, 351 st servar studenterna.

Av tillgänglig tid 9 tim/dag, 5 dag/vecka, 48 veckor/år används datorerna av personalen till 40 %.

### **Beräkningar**

Studentdatorerna är schemalagda 25 % av tiden mellan 8<sup>00</sup> och 17<sup>00</sup> fem dagar i veckan (mån-fre),  
 $0,25(5 \text{ dgr} \times 9 \text{ tim}) = 11,25 \text{ tim/vecka}$ .

Mellan 6<sup>00</sup> och 21<sup>00</sup> sju dagar i veckan, minus den schemalagda tiden, nyttjas datorerna till 20 % av  
studenter,  $0,2(105 \text{ tim} - 11,25 \text{ tim}) = 18,75 \text{ tim/vecka}$ .

Datorerna används totalt av studenter,  $18,75 \text{ tim} + 11,25 \text{ tim} = 30 \text{ tim/vecka}$ .

Skrivare påslagna  $77 \% \times 24 \text{ tim} = 1109 \text{ min dygn}$

Skrivare i stand by-läge,  $1109 \text{ min} - 40 \text{ min/dag} = 1069 \text{ min/dag}$

#### *Skrivare, studenter:*

$351 \text{ st} \times 197 \text{ W (printning)} \times 40 \text{ min/dag} \times 7 \text{ dag/vecka} \times 45 \text{ veckor/år} = 14,5 \text{ MWh}$

$351 \text{ st} \times 49 \text{ W (stand by)} \times 1069 \text{ min/dag} \times 7 \text{ dag/vecka} \times 45 \text{ veckor/år} = 96,5 \text{ MWh}$

#### *Skrivare, personal:*

$60 \text{ st} \times 197 \text{ W (printning)} \times 40 \text{ min/dag} \times 5 \text{ dag/vecka} \times 48 \text{ veckor/år} = 1,9 \text{ MWh}$

$60 \text{ st} \times 49 \text{ W (stand by)} \times 1069 \text{ min/dag} \times 5 \text{ dag/vecka} \times 48 \text{ veckor/år} = 12,6 \text{ MWh}$

Totalt energianvändning för skrivare: 125,5 MWh (451,8 GJ)

#### *Dator, studenter:*

$955 \text{ st} \times 143 \text{ W} \times 30 \text{ tim/vecka} \times 40 \text{ veckor/år} = 184,4 \text{ MWh}$

#### *Dator, personal:*

$603 \text{ st} \times 143 \text{ W} \times 45 \text{ tim/vecka} \times 48 \text{ veckor/år} \times 40 \% = 74,5 \text{ MWh}$

Totalt energianvändning för datorer: 258,9 MWh (932,0 GJ)

#### *Servrar:*

$58,75 \text{ st} \times 220 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ dgr} = 113,2 \text{ MWh (407,5 GJ)}$

#### *Externa diskar:*

$103 \text{ st} \times 120 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ dgr} = 108,3 \text{ MWh (389,9 GJ)}$

Total energianvändning datoranvändning

Skrivare 451,8 GJ

Datorer 932,0 GJ

Servrar 407,5 GJ

Externa diskar 389,9 GJ

---

2 181,2 GJ

## Bilaga 4: Tjänsteresor

### Kostnadskonton (flyg och tåg).

Konto 5951, biljetter:	8 700 708 kr
Konto 5964, biljetter:	86 495 kr
Konto 4812, resor (end. det som bet av mynd.):	532 580 kr
Totalkostnad konto 5951, 5964, 4812:	9 319 783 kr

Av 282 st slumpvis valda fakturor fördelade sig kostnaden för flyg- respektive tågresor enligt följande:

Kostnad flygresor:	399 308 kr	68,6 %
Kostnad tågresor:	182 574 kr	31,4 %
Total kostnad:	581 882 kr	100,0%

I fakturaunderlaget ingick även fakturor som det inte gick att utläsa vart resan gått. Dessa kostnader räknas bort från totalkostnaden för respektive färdssätt för att kunna beräkna antal personkm/kr. För flygresor var summan för ospecificerade resmål 12 986 kr och för tågresor 95 878 kr. Resesträcka enligt genomgångna fakturor. Flyg, 163 393 km. Tåg, 103 810 km.

### Flyg

$$e_f = \left( \frac{f_f}{a_f - o_f} \right) * t * \left( \frac{a_f}{k} \right) * b_f$$

$e_f$  = total energianvändning flyg (MJ)

$f_f$  = resesträcka flyg enligt undersökta fakturor: 163 393 km

$k$  = total summa undersökta fakturor: 581 882 kr

$a_f$  = summa flyg av undersökta fakturor: 399 308 kr

$o_f$  = summa där färdsträcka ej var angivet, för flyg, på undersökta fakturor: 12 986 kr

$t$  = totalsumma konto 5951, 5964 och 4812: 9 319 783 kr

$b_f$  = energianvändning per personkilometer för flyg: 3,0 MJ/km

$$e_f = \left( \frac{163.393}{399.308 - 12.986} \right) * 9.319.783 * \left( \frac{399.308}{581.882} \right) * 3,0 = 8.114.981 \approx \mathbf{8,11 TJ}$$

### Tåg

$$e_t = \left( \frac{f_t}{a_t - o_t} \right) * t * \left( \frac{a_t}{k} \right) * b_t$$

$e_t$  = total energianvändning tåg (MJ)

$f_t$  = resesträcka tåg enligt undersökta fakturor: 103 810 km

$k$  = total summa undersökta fakturor: 581 882 kr

$a_t$ = summa tåg av undersökta fakturor:	182 574 kr
$o_t$ = summa där färdsträcka ej var angivet, för tåg, på undersökta fakturor:	95 878 kr
$t$ = totalsumma konto 5951, 5964 och 4812:	9 319 783 kr
$b_t$ = energianvändning per personkilometer för tåg:	0,36 MJ/km

$$e_t = \left( \frac{103.810}{182.574 - 95.878} \right) * 9.319.783 * \left( \frac{182.574}{581.882} \right) * 0,36 = 1.260.528 \approx \mathbf{1,26 TJ}$$

### Bensin

$$e = b * \left( \left( g * \frac{d}{m} \right) + \frac{f}{a} \right)$$

$e$ = total energianvändning för bilreor (MJ)	
$b$ = energiinnehåll i en liter bensin:	31,7 MJ/liter
$g$ = bensinförbrukning per mil liter/mil:	0,9 liter/mil
$d$ = totalsumma konto 4421:	709 462 kr
$f$ = totalsumma konto 5811:	98 032 kr
$m$ = bilersättning skattefri:	13 kr/mil
$a$ = kostnad per liter bensin enligt fakturor:	5,92 kr

$$e = 31,7 * \left( \left( 0,9 * \frac{709.462}{13} \right) + \frac{98.032}{5,92} \right) = 2.081.931 \approx \mathbf{2,08 TJ}$$

## MITTHÖGSKOLANS RAPPORTSERIE:

Rap.nr.	Titel:	Författare:	Serie:
1994:1 25 kr	MELLAN TRADITION OCH MODERNITET: 'Kosackvalet' år 1928 SOCIALPOLITIK OCH SOCIALT ARBETE I ETT FRAMTIDA EUROPA: En integrationsteoretisk diskussion	Y. Mohlin	
1994:2 40 kr	OCTOPUS A Tool for Distributed Optimization of Multi- disciplinary Objectives	B. Esping P. Clarin O. Romell	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:3 80 kr	ATT TA STEGET IN I FRAMTIDEN - Om småföretagare och informationsteknologi i lokalsamhället <i>Slutrapport från projektet Apple Village Årefjällen</i>	L-E. Wolvén S. Olsson J. Bengtsson S. Ekholm, T. Nordin	<b>Human Resource Development</b>
1994:4 Slut. Stenciler à 35 kr	NYKOOPERATION OCH REGIONUTVECKLING	B. Lorendahl	<b>Regionalpolitik och glesbygdsutveckling</b>
1994:5 25 kr	OPTIMIZATION OF THE SERIES 60 HULL FROM A RESISTANCE POINT OF VIEW	C-E. Janson K-J. Kim, L. Larsson D. Holm, B. Esping	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:6 60 kr	DEN NUMERISKA ALLMÄNNA JÄMVIKTSMODELLEN - EN INTRODUKTION Teori och metod med tillämpning på strukturell anpassning och omvandling	R. Norén	
1994:7 80 kr	SNABBARE TÅG - Ändrade resvanor - Utvärdering av Mittlinjen, etapp 2	G. Bångman	
1994:8	THE INDUSTRIAL HEALTH SERVICE IN SWEDEN - Specialized to Death?	G. Bosted	
1994:9 Slut. Stenc. à 35	TORAPROJEKTET En explorativ studie av familjeinriktat arbete med barn i förskoleåldern	M. Espwall	<b>Torvallaserien</b>
1994:10 60 kr	DESIGN OPTIMIZATION AS AN ENGINEERING TOOL	B. Esping	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:11 60 kr	ÄR KONSUMENTERNA RATIONELLA?	L-E Wolvén	<b>Human Resource Development</b>
1994:12 60 kr	AN INQUIRY CONCERNING THE MORAL FOUNDATIONS OF SOCIAL POLICY	S I R Larsson	
1994:13	SPATIAL INFRASTRUCTURE AND PRODUCTIVITY IN SWEDEN	N. Sarafoglou Anderson, Holmberg Olsson	
1994:14	CATHARSIS AND TELEVISION: The Re-examination of a Concept	J-E Nordlund	

1994:15	KOOPERATIV I GLESBYGD 60 kr	M-A Gustafsson C. Oknestam	<b>Regionalpolitik och glesbygdsutveckling</b>
1994:16	SVENSK NATIONALEKONOMISK FORSK- NING KRING ICKELINJÄR DYNAMIK	N. Sarafoglou	
1994:17	MOBILIZING LOCAL COMMUNITIES 130 kr	A. Ronnby	<b>Regionalpolitik och glesbygdsutveckling</b>
1994:18	THE CONCEPT OF PARABOLIC TWO-SCALE CONVERGENCE, - A NEW COMPACTNESS RESULT AND ITS APPLICATION TO HOMOGENIZATION OF EVOLUTION PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS	A. Holmbom	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:19	ON HOMOGENIZATION THEORY AND ITS APPLICATION TO OPTIMAL MICRO-DESIGN OF COMPOSITE MATERIALS	A. Holmbom	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:20	YOUTH IN A CHANGLING WORLD SLUT. Stenc. à Four Research Reports	M. Kloep (Ed.)	<b>Human Resource Development</b>
1994:21	REPERTORY GRID 30 kr En kritisk introduktion	K. Borell	<b>Torvallaserien</b>
1994:22	SERVICE OCH LIVSKVALITET I 50 kr ÖSTERSUNDS KOMMUN	S. Olsson L-E Wolvén A. Olofsson	<b>Human Resource Development</b>
1994:23	PARA-SOCIAL INTERACTION, INVOLVEMENT AND CATHARSIS - A Theoretical Model	J-E Nordlund	
1994:24	PRACTICAL OPTIMIZATION OF COMPOSITE 35 kr SURFACE EFFECT SHIPS AND CATA- MARANS	J. L. Grenstedt D. Holm A. Lönnö B. Esping	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:25	OPTIMIZATION OF A RACING SKI 30 kr	P. Carlsson M. Tinnsten B. Esping	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:26	DCAL – a Distributed Calendar System 35 kr	B. Malmberg Ö. Sterner	<b>Information Technology</b>
1994:27	NUMERICAL PREDICTION OF ACOUSTIC 30 kr PRESSURE AND INTENSITY	M. Tinnsten	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:28	IRREVERSIBEL TERMODYNAMIK I 30 kr TRÅTORKNINGSSAMMANHANG	P. Carlsson	<b>Resource and Design Optimization</b>
1994:29	ONE STOP SHOPS and the Reorganization of Local Government in Sweden	G. Bostedt	
1994:30	AN EXPERT SYSTEM PREDICTING ROAD 30 kr SLIPPERINESS	Å. Malmberg A. Gustavsson	
1995:1	OPTIMIZATION OF THE WOOD DRYING 40 kr PROCESS	B. Esping P. Carlsson J. Arvidsson S. Ormarsson O. Dahlbom	<b>Resource and Design Optimization</b>



1995:2 40 kr	OPTIMIZATION OF ACOUSTIC RESPONSE	B. Esping M. Tinnsten M. Jonsson	Resource and Design Optimization
1995:3 40 kr	HOMOGENISERAT TRÄ – 2000-TALET MILJÖVÄNLIGA, HÖGHÅLLFASTA KONSTRUKTIONSMATERIAL (Arbetsrapport)	B. Esping	Resource and Design Optimization
1995:4 30 kr	SURFACES WITH PRESCRIBED CURVATURE II	R. Andersson	Resource and Design Optimization
1995:5 35 kr	HOMOGENIZATION OF PARABOLIC EQUATIONS. An Alternative Approach and Some Corrector-type Results	A. Holmbom	Resource and Design Optimization
1995:6 40 kr	EFTER HABSBERG OCH ROMANOV Mellankrigstidens Central- och Östeuropa. Del I: En introduktion	Y. Mohlin	
1995:7 35 kr	R & D PERFORMANCE MEASUREMENT IN THE BALANCE SHEET. Problems and Possibilities	J. Hemlin	
1995:8 50 kr	SAMHÄLLSEKONOMISK LÖNSAMHET AV SNABBTÅGET MITTLINJEN	G. Bångman	
1995:9 SLUT	TRÄRÅVARUBASERAD INDUSTRI I SVERIGE – Ett framtidsscenario	G. Lönner	Även utg. i ERU:s rapportserie
1995:10 SLUT. Stenciler à 40:- (60 kr)	INGELSGÅRDEN Omsorg om äldre, engagemang och lokal utveckling	E-M Björklund	Regionalpolitik o glesbygdsutveckling
1995:11 50 kr	SOCIALVETENSKAP OCH ARGUMENTA- TIONSANALYS: mot en integrering av skilda metodologiska perspektiv	S. Anttila	Torvallaserien
1995:12 40 kr	ON HOMOGENIZATION AND CORRECTORS FOR ELLIPTIC EQUATIONS WITH MIXED BOUNDARY CONDITIONS IN PERIODIC DOMAINS	A. Holmbom	Resource and Design Optimization
1995:13 40 kr	EXPERIENCE SAMPLING METHOD. Att studera socialt handlande <i>in situ</i>	K. Borell B. Hultman D. Lindmark	
1995:14	INFRASTRUKTUR FÖR STRATEGISK REGIONALUTVECKLING. – En fallstudie av Jämtlands län inför 2000-talet	H. Westlund	Även utg. i ERU:s rapportserie
1995:15 35 kr	COMPOSITES OPTIMIZATION USING LAMINATION PARAMETERS IN AN ENGINEERING ENVIRONMENT	B. Esping J. Grenstedt	Resource and Design Optimization
1995:16 SLUT. Stenc 30 kr	KVINNOKRAFT I JÄMTLAND	A. Ronnby	Regionalpolitik o glesbygdsutveckling
1995:17 50 kr	EFTER HABSBERG OCH ROMANOV Mellankrigstidens Central- och Östeuropa. Del II: Den politiska utvecklingen fram till demokratins fall	Y. Mohlin	

1995:18	POP MUSIK, POLITIK OCH PÅVERKAN 50 kr – Artiklar om Elvis, Beach Boys, Buddy Holly, politiska val och lokala media	L-E Wolvén	<b>Human Resource Development</b>
1995:19	BIBLIOTEK PÅ ENTREPRENAD rgarna och biblioteksverksamheten i Åre kommun	G. Bostedt	
1995:20	BIOGAS UR SLAKTAVFALL 40 kr - ett biologiskt tekniskt system	L. Thofelt G. Gradin S. Wadman	<b>Ekoteknik</b>
1995:21	PRODUKTIV RENING 35 kr Rapport från ett projekt	L. Thofelt T. Samuelsson S. Wadman	<b>Ekoteknik</b>
1995:22	POPULISM KONTRA GENUS 40 kr eller varför röstar inte kvinnor på Ny Demokrati?	I. Wörlund	
1995:23	SPARA ELLER SLÖSA? 60 kr En studie om energisparande och livsstilar	S. Olsson A. Olofsson	<b>Human Resource Development</b>
1995:24	TORAPROJEKTET 60 kr En utvärdering av verksamhetsåren 1993-1994	M. Espwall	<b>Torvallaserien</b>
1995:25	KVALITET I HÖGRE UTBILDNING 70 kr En studie om faktorer och dimensioner för utbildningskvalitet vid institutionen för samhällsvetenskap vid Mithögskolan i Östersund	E. Danielsson	<b>Human Resource Development</b>
1995:26	EFFEKTIVA NÄTVERK FÖR SMÅ FÖRETAG	B. Alström L. Höglund	
1995:27	ALGORITHMS FOR THE PARTIAL PROCRUSTES PROBLEM	M. Gulliksson	
1995:28	POLITISK VERKLIGHET OCH OPINIONS- BILDNING - om dagspressens betydelse i regionala frågor	J-E Nordlund	
1995:29	SAMHÄLLETS VÄV. En antologi om samhälls- vetenskap och nätverk	K. Borell (red) R. Johansson (red)	<b>Torvallaprogrammet</b>
1995:30	HOMOGENIZATION IN VARIOUS KINDS OF QUASI-PERIODIC DOMAINS	A. Holmbom	<b>Resource and Design Optimization</b>
1995:31	LOKALT UTVECKLINGSARBETE ÄR ATT 40 kr SKAPA. - Om kvinnor som samhällsentreprenörer i glesbygd	U-B Stenström- Jönsson	
1996:1	Makuleras	R. Andersson	<b>Resource and Design Optimization</b>
1996:2	Makuleras	R. Andersson	<b>Resource and Design Optimization</b>
1996:3	MILJÖANALYS FLYGPLATSER Exempel Kramfors flygplats	L. Thofelt S. Wadman	<b>Ekoteknik</b>
1996:4	KONSUMENTPOLITIK, GLESBYGDSBUTIKER 55 kr OCH VÄLFÄRD. - Om entreprenörskap och civilitet i lokalsamhället	L-E Wolvén	<b>Human Resource Development</b>
1996:5	LEVANDE FILTER friskar upp luften inomhus	L. Thofelt B. Östlund	<b>Ekoteknik</b>

1996:6	POLICYANALYS SOM FRAMTIDSSTUDIER Ny reviderad upplaga	G. Bostedt	
1996:7 70 kr	BYSSBON	M. Frohm U. Jansson T. Åhlund	<b>Regionalpolitik o glesbygdsutveckling</b>
1996:8	NATURRESURSER, MÄNSKLIGA RESURSER OCH KOMMUNIKATIONSRESURSER - Tvärvetenskaplig forskning kring Mitthögskolans verksamhetsidé	I. Eriksson	
1996:9	SKIKTLAMINERAT TRÄ - En studie	J. Jonasson B. Esping	<b>Resource and Design Optimization</b>
1996:10 70 kr	PUBLIC PERCEPTIONS OF SCIENCE, BIOTECHNOLOGY, AND A NEW UNIVERSITY	B. Fjæstad (ed)	
1996:11 60 kr	PRODUKTIVITET OCH KVALITET I STATLIG FÖRVALTNING	S-O Larsson	<b>Förnyelse av offentlig sektor</b>
1996:12 60 kr	ATT LEVA MED SMÄRTA Erfarenheter och levnadsvillkor för kvinnor med kroniska muskelsmärter	U-B Stenström- Jönsson M. Espwall	
1996:13	NÅGRA SKÅL TILL VARFÖR BORGENÅRERNA INVÄNDER MOT FRIVILLIG SKULDSANERING	T. Roxenhall	
1996:14	FÖRSÖK MED LEVANDE FILTER VID VÆRNES FLYGPLATS. Rapport från försök den 25 och 26 september 1996	L. Thofelt B. Östlund	<b>Ekoteknik</b>
1996:15	FÖRSÖK MED LEVANDE FILTER VID VÆRNES FLYGPLATS. Rapport från försök den 7 och 8 november 1996	L. Thofelt B. Östlund	<b>Ekoteknik</b>
1996:16	LEVANDE FILTER. Ett försök med frisk luft inomhus	L. Thofelt B. Östlund	<b>Ekoteknik</b>
1996:17 Stenciler á 60 kr	CIVIC CULTURE AND SOCIAL ECONOMY Research Conference. April 10-11, 1996 in Östersund	A. Nordin (ed.) Åse Media	
1997:1 70 kr	BIOGAS I VÄSTERNORRLAND Förstudie om biogas för fordonsdrift	M. Tjärnström H. Johansson	
1997:2 90 kr	BROTTSÅKERHET FÖR HALLBYGGNAD MED LIMTRÄBÅGAR	N. Olsson	<b>Resurs- och konstruktions- optimering</b>
1997:3	SAMBA, HAMBO OCH JENKA; BRASILIEN, SVERIGE OCH FINLAND I SAMMA ANALYS - En omöjlighet?	S. Anttila & I. Wörlund (red)	
1997:4	FÖRETAGSKLIMAT, TILLVÄXT OCH STRATEGIER. - En studie av småföretagarna i Sundsvall	Ch. Strandberg T. Westman	
1997:5	COMPARISON OF THE PLURICOMPLEX AND THE CLASSICAL GREEN FUNCTIONS	M. Carlehed	

1997:6 80 kr	KVINNOFÖRETAGARE förutsättningar - attityder bilder - erfarenheter omvärld - framtid	B. Näsman	
1997:7 50 kr	MAKT, MYTER, MEDIER OCH MUSIK - Några populärvetenskapliga artiklar	L-E Wolvén	<b>Human Resource Development</b>
1997:8 80 kr	SÅ KOMMER JOURNALISTIK TILL - En antologi om journalistikens produktionsprocess	L.J. Hultén (red)	
1997:9 60 kr	FRÅN LOKAL DEMOKRATI TILL LOKAL DEMOKRATUR?	M. Carlsson J. Halvarsson C. Silfversvärd S. Söderberg L. Westlin I. Wörlund	
1997:10 80 kr	3 ESSAYS ON QUANTITATIVE EVALUATION OF ECONOMICS	N. Sarafoglou	
1997:11	AFFÄRSRELATIONER I SUNDSVALLS- OMRÅDET - en studie för utvecklandet av konkurrenskraften i näringslivet i Sundsvallsområdet	M. B. Klint T. Roxenhall (red.)	
1997:12 85 kr	HÖGA KUSTENPROJEKTET	S-O Larsson	
1997:13 55 kr	MEDIELOGIK, DEMOKRATILOGIK OCH DET ÖPPNA SAMHÄLLET VILLKOR	J. Strömbäck	
1997:14 125 kr	GLESBYGDSKÄMPEN Eldsjälar i lokalt utvecklingsarbete	A. Ronnby	
1997:15	VIKTAD COST-BENEFIT ANALYS - en metod att ta hänsyn till inkomstfördelning i välfärdsanalyser	G. Bångman	
1998:1	UTHÅLLIGHET GENOM FÖRÄNDRING Mithögskolans verksamhetsidé ur organisations- och samhällsperspektiv	I. Eriksson	
1998:2	TOBAKSINFORMATION PÅ CD-ROM Påverkan av ungdomars attityder till tobak och förändring av tobaksvanor	J. Lisspers E. Söderman	
1998:3	ORGANISATION OCH FÅTALSVÄLDE En antologi om Robert Michels i sociologins idéhistoria	K. Borell	
1998:4 60 kr	HUMANISTER FÖRELÄSER OM WALES, IRLAND OCH JÄMTLAND		
1998:5 90 kr	ELEKTRONISKA KÄLLOR I DAGSPRESS- JOURNALISTIK Tekniktillgång, teknikanvändning och attityder vid tre redaktioner 1993 och 1996	M. Gulliksson	
1998:6	BREEDING GIANT DRAGONFLIES IN CAP- TIVITY FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NEWLY ESTABLISHED NATURE RESERVES IN CENTRAL AMERICA	I. Hedström G. Sahlén	

1998:7	MAKTEN BAKOM ORDEN 80 kr - en studie av ledarsidor och ledarskrivande i svensk dagspress	L. Nord	
1998:8	CORRELATION BETWEEN DIFFERENT LEVELS OF WASTE SUBSTANCES FROM THE FOREST INDUSTRY AND THE GROWTH RATE OF <i>EUGLENA GRACILIS</i>	R. Danilov N. Ekelund	
1998:9	MITTHÖGSKOLAN FIRAR SOCIOLOGIN 50 ÅR - Dokumentation från en jubileumsdag	I. Eriksson (red.)	
1998:10	DESTINATIONSMARKNADSFÖRING 70 kr - Strategiska vägval vid marknadsföring av turism	P. Grängsjö	
1998:11	MILJÖBELASTNINGSBEDÖMNING AV BYGGNADSPRODUKTER – Beskrivning av LANDSCAPE-metoden	A. Englund P. Mosten	<b>Ekoteknik</b>
1998:12	MILJÖANALYS AV MITTHÖGSKOLAN – Verksamheten ur ett uthållighetsperspektiv	H. Bonde G. Bring J. Edvinsson O. Elstad J. Rosenquist A. Englund	<b>Ekoteknik</b>
1998:13	MILJÖBELASTNINGSBEDÖMNING AV VISSA ENERGI- OCH MATERIAFLÖDEN VID MITTHÖGSKOLAN	O. Elstad A. Widing H. Bonde G. Bring J. Edvinsson J. Rosenquist A. Englund	<b>Ekoteknik</b>
1998:14	MILJÖ- OCH RESURSANALYS AV REST-PAPPERSHANTERING I ÅRE KOMMUN	A. Klang S. Wadman A. Widing P-Å Wikman	<b>Ekoteknik</b>
1998:15	KOMPOSTERING AV ANVÄNT KATT SKOGSSTRÖ	L. Andersson P-Å Wikman	<b>Ekoteknik</b>
1998:16	LIVET SOM TEATER, SPEGEL ELLER VARDAGLIG TRIVIALITET - några socialpsykologiska perspektiv	L-E Wolvén (red.)	

MITTHÖGSKOLAN  
HÄRNÖSAND: S-871 88 Härnösand (Tel + 46 611-860 00) SUNDSVALL: S-851 70 Sundsvall (Tel + 46 60-14 86 00)  
ÖSTERSUND: S-831 25 Östersund (Tel +46 63-16 53 00)

Rapporter från Mitthögskolan  
ISSN 1104-294X  
ISRN MITT - R - 98/13 - SE