



THE SWEDISH INSTITUTE FOR FOOD AND BIOTECHNOLOGY

UP 04 12975

## **Jämförelse av dricksvatten - översiktlig livscykelanalys (LCA)**

*Thomas Angervall, Anna Flysjö och Berit Mattsson*

**Maj 2004**

**Studien är utförd på uppdrag av  
Konsumentföreningen Stockholm.**



KONSUMENTFÖRENINGEN  
STOCKHOLM

## Sammanfattning

I denna studie görs en översiktlig livscykelanalys (LCA) för att jämföra miljöpåverkan från Stockholms kranvatten med den miljöpåverkan som uppstår i samband med produktion av buteljerat vatten. De produkter som har valts ut för att representera buteljerat vatten, har valts med hänseende till olika typer av förpackningar (typ av material, material åtgång, retur/engångs) och hur transporterna sker (val av transportmedel, avstånd). Produkterna som undersöks i studien är:

- Stockholms kranvatten,
- Ramlösa i 33 cl glasflaska,
- Ramlösa i 150 cl retur PET flaska,
- Linné i 100 cl återvinnings PET flaska,
- Signum i 150 cl återvinnings PET flaska,
- Premier i 150 cl återvinnings PET flaska samt
- Evian i 150 cl återvinnings PET flaska.

LCA är en metod där den potentiella miljöbelastningen som orsakas av en produkt under en dess livslängd kartläggs. För att jämföra de olika produkterna har 1 liter vatten valts som funktionell enhet. De miljöpåverkanskategorier som undersöks är energianvändning, klimatförändringar, utsläpp av försurande gaser samt eutrofiering.

För samtliga kategorier hade Stockholms kranvatten betydligt lägre miljöpåverkan än de buteljerade vattenprodukterna. En jämförelse mellan de buteljerade vattnen visar att miljöpåverkan är större i de fall där förpackningarna återvinns än i de fall då flaskorna rengörs. Studien visar att typ av förpackning, om den återanvänds eller återvinns samt materialåtgången har betydelse för miljön. Likaså att valet av transportmedel och även avståndet på transporten är viktigt för hur stor miljöpåverkan blir.

## Innehållsförteckning

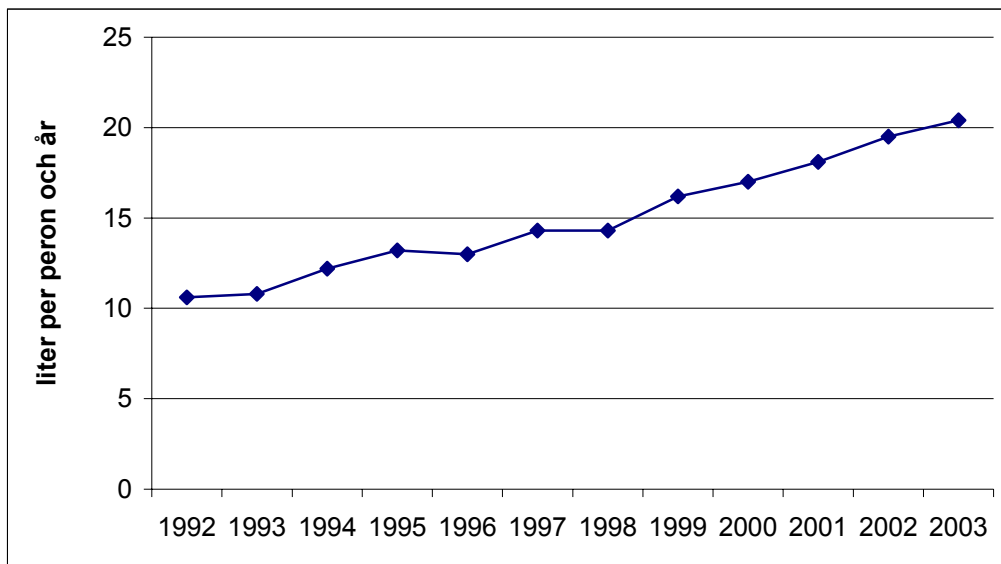
|          |                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEDNING .....</b>                              | <b>2</b>  |
| 1.1      | BAKGRUND .....                                      | 2         |
| 1.2      | STUDIENS MÅL OCH SYFTE .....                        | 3         |
| 1.3      | FUNKTIONELL ENHET .....                             | 5         |
| 1.4      | AVGRÄNSNINGAR .....                                 | 5         |
| <b>2</b> | <b>INVENTERING.....</b>                             | <b>6</b>  |
| 2.1      | STOCKHOLMS VATTEN.....                              | 6         |
| 2.2      | RAMLÖSA 33 CL GLASFLASKA .....                      | 7         |
| 2.3      | RAMLÖSA 150 CL RPET .....                           | 7         |
| 2.4      | LINNÉ 100 CL ÅPET.....                              | 7         |
| 2.5      | SIGNUM 150 CL ÅPET.....                             | 8         |
| 2.6      | PREMIER 150 CL ÅPET.....                            | 8         |
| 2.7      | EVIAN 150 CL ÅPET.....                              | 8         |
| 2.8      | HEMTRANSPORT .....                                  | 9         |
| <b>3</b> | <b>MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING .....</b>                | <b>10</b> |
| 3.1      | KLASSIFICERING OCH KARAKTERISERING .....            | 10        |
| 3.1      | BESKRIVNING AV VALDA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER ..... | 10        |
| 3.1.1    | Energi .....                                        | 10        |
| 3.1.2    | Klimatförändringar .....                            | 10        |
| 3.1.2    | Utsläpp av försurande gaser .....                   | 11        |
| 3.1.3    | Eutrofiering .....                                  | 12        |
| <b>4</b> | <b>RESULTAT .....</b>                               | <b>13</b> |
| 4.1      | ENERGIANVÄNDNING .....                              | 13        |
| 4.2      | KLIMATFÖRÄNDRINGAR .....                            | 13        |
| 4.3      | UTSLÄPP AV FÖRSURANDE GASER.....                    | 14        |
| 4.4      | EUTROFIERING.....                                   | 15        |
| <b>5</b> | <b>SLUTSATSER OCH DISKUSSION .....</b>              | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>REFERENSER.....</b>                              | <b>17</b> |

## 1 Inledning

Livscykelanalys (LCA) är en metod där den potentiella miljöbelastningen som orsakas av en produkt under dess livslängd kartläggs. Genom att följa produkten från vaggan till graven kartläggs resursförbrukning samt utsläpp till luft, vatten och mark för de olika delarna av livscykeln. Metoden kan användas för att jämföra olika produkters miljöpåverkan. I den här studien görs en översiktlig LCA för att jämföra Stockholms kranvatten med olika buteljerade vattenprodukter.

### 1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har försäljningen av vatten på flaska ökat i Sverige. Enligt Svenska Bryggareföreningen konsumerades drygt 183,3 miljoner liter buteljerat vatten, vilket motsvarar drygt 20 liter per person, år 2003 (*Svenska Bryggareföreningen, 2004*). Deras statistik för vatten på flaska går tillbaka till 1992 och man kan konstatera att konsumtionen nästan exakt har fördubblats på 10 år (10,6 liter per person år 1992), se figur 1.1. Statistiken visar en obruten trend, vilket tyder på att ökningen kommer att fortsätta.



**Figur 1.1** Konsumtion av buteljerat vatten per person och år i Sverige från 1992 till 2003.

I Sverige importerar vi ca 20 % av allt buteljerat vatten vi dricker (*Svenska Bryggareföreningen, 2004*). Att transportera vatten långa sträckor kan tyckas onödigt, speciellt när vi i Sverige har god kvalitet och stor tillgång på vatten. Figuren ovan visar ökningen av den totala mängd buteljerat vatten som konsumeras i Sverige, alltså både kolsyrat och stilla vatten (vatten utan kolsyra). Även om stilla vatten idag är i minoritet till den totala konsumtionen av buteljerat vatten, så är det där den största ökningen sker (*Svenska Bryggareföreningen, 2004*).

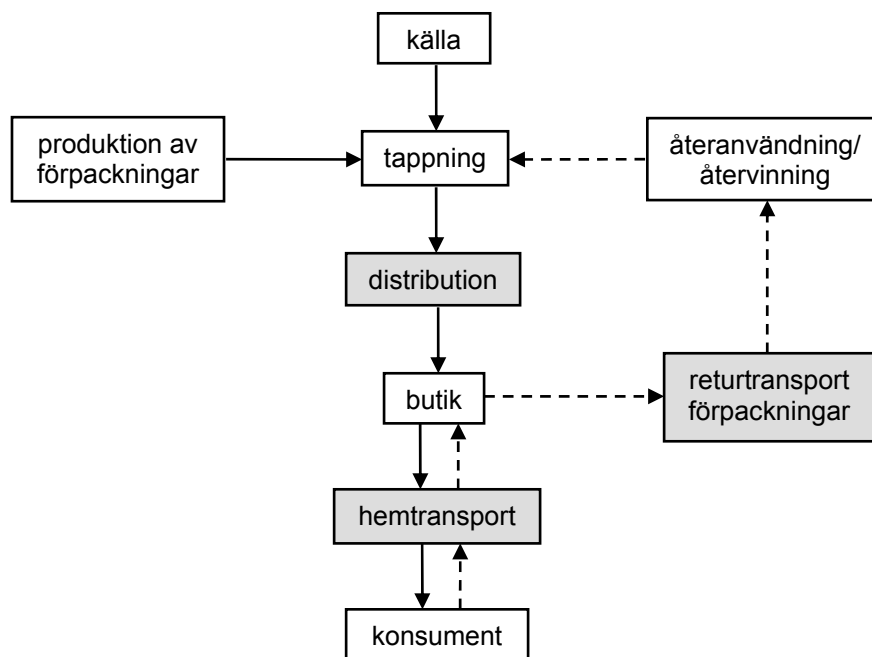
I den här studien jämförs miljöpåverkan som uppstår i samband med produktion av buteljerat vatten, beroende på val av förpackning och transportsätt, med de miljöeffekter som Stockholms kranvatten ger upphov till.

Metoden som har använts är LCA, för att kartlägga produkternas potentiella miljöbelastning utifrån ett livscykelperspektiv och beräkningarna är gjorda i programmet LCAiT (*CIT-Ekologi, 2003*). Första steget i en LCA är att bestämma studiens mål och syfte, samt att definiera den funktionella enheten och göra de avgränsningar som studien kräver. Nästa steg är inventeringen, där data samlas in och bearbetas. Därefter kommer miljöpåverkansbedömningen, där resultaten från inventeringen klassificeras och karakteriseras för att ge en samlad bild av miljöpåverkan, som sedan redovisas under resultatet. Slutligen dras slutsatserna av studien och en diskussion av resultatet görs.

## 1.2 Studiens mål och syfte

Studien har gjorts på uppdrag av Konsumentföreningen Stockholm som låtit genomföra en analys av vattenprodukters miljöpåverkan. Miljöpåverkan som sker i samband med vatten som levereras direkt i kranen jämförs med miljöpåverkan som uppstår vid produktion av buteljerat vatten. Studien illustrerar hur konsumenters vardagliga val kan påverka den yttre miljön. Främst analyseras val av förpackningar och hur vattnet transporteras.

För att kunna göra en jämförelse mellan de olika produkterna har hela livscykeln studerats. I figur 1.2 visas ett översiktligt flödesschema för livscykeln av buteljerat vatten.



**Figur 1.2** Översiktligt flödesschema för livscykeln av buteljerat vatten. De heldragna pilarna visar det buteljerade vattnet och de streckade pilarna visar de tomma flaskorna efter konsumtion. De skuggade rutorna visar transporter.

För omkring 80 % av det buteljerade vatten som säljs i Sverige sker försäljningen i daglivaru- och servicehandeln och resterande 20 % sker inom restaurang och storhushåll (import ej inkluderat) (*Svenska Bryggareföreningen, 2004*). Vatten säljs i många olika typer av flaskor men volymmässigt dominerar glasflaskor och returflaskor av PET: 33 cl glasflaskor står för knappt hälften och 150 cl PET returflaskor (RPET) för drygt 30 %, se tabell 1.1 (import ej inkluderad).

***Tabell 1.1 Buteljerat vatten fördelat mellan olika förpacknings typer (import ej inkluderat).***

| <b>Förpackningar 2003</b>      | <b>%</b> |
|--------------------------------|----------|
| Returglas 33 cl                | 48,8     |
| PET returflaskor 1,5 l         | 30,7     |
| Plastflaska återvinning 50cl   | 12,1     |
| Burkar                         | 4,8      |
| Plastflaska återvinning övriga | 3,0      |
| Returglas egna system          | 0,3      |
| Engångsglas                    | 0,3      |
| TOTAL                          | 100      |

källa: Svenska Bryggareföreningen

En stor del av det buteljerade vatten som säljs i Sverige importeras och den vanligaste förekommande förpackningen är 150 cl återvinningsflaskor (ÅPET) (*Rehnberg J, 2004*). Totalt står alltså 33 cl glasflaskor, 150 cl RPET och 150 cl ÅPET för den dominerande försäljningen av buteljerat vatten i Sverige.

I den här studien ska en jämförelse göras mellan Stockholms kranvatten och buteljerat vatten. De produkter som valts ut för att representera buteljerat vatten har valts med hänseende till olika typer av förpackningar (typ av material, materialåtgång, retur/engångs) och beroende på hur transporten sker (val av transportmedel, avstånd). Produkterna har också valts ut för att representera de största volymerna som säljs. De produkter som studeras är:

- Stockholms kranvatten,
- Ramlösa i 33 cl glasflaska,
- Ramlösa i 150 cl RPET,
- Linné i 100 cl ÅPET,
- Signum i 150 cl ÅPET,
- Premier i 150 cl ÅPET samt
- Evian i 150 cl ÅPET.

### **1.3 Funktionell enhet**

För att en LCA ska bli rättvisande är det viktigt att produkterna jämförs på rätt bas. Därför behöver man definiera en räknebas, en så kallad funktionell enhet. Den funktionella enheten ska avspegla produktens nytta och vara praktisk mätbar. I den här studien är den funktionella enheten 1 liter vatten hos konsument.

### **1.4 Avgränsningar**

Denna studie är en översiktlig LCA, där störst fokus läggs på transporter och förpackningar. På grund av studiens omfattning har specifika data för de olika förpackningarna inte inventerats, utan data från en dansk studie (*Ekvall et. al., 1998*) har använts. För de produkter som produceras i Sverige har svensk medellev använts, medan europeisk medellev använts vid produktion utanför Sverige (*CIT-Ekologi, 2001*).

## 2 Inventering

Inventeringen, det vill säga insamlingen och bearbetningen av data, utgör en mycket stor del av en LCA. Data som samlas in och beräknas är emissioner till luft och vatten, energiåtgång, generering av avfall med mera. Stor del av de data som använts i den här studien har tagits från en mycket omfattande dansk LCA, *Life Cycle Assessment of Packaging Systems for beer and Soft Drinks* (Ekvall et. al., 1998), där olika dryckesförpackningar har studerats. Data för produktion, rengöring, påfyllning, återvinning samt avfallshantering av förpackningar har hämtats från denna studie. Data har justerats på så sätt att materialmängden har anpassats för de produkter som undersökts i den här studien. Ramlösa 33 cl glasflaska, Ramlösa 150 cl RPET samt Signum 150 cl ÅPET har ungefär samma vikt som de flaskorna som undersökts i den danska studien och därför har materialåtgången antagits överensstämma. Linné 100 cl ÅPET har däremot en högre materialåtgång per liter medan Premier och Evian har en lägre materialåtgång, vilket har gjort att data har ändrats för att passa även dessa produkter. Elanvändningen har justerats för att passa svenska förhållanden och i de fall där produktion sker utanför Sverige har europeiska data för elproduktion använts (CIT-Ekologi, 2001). Även distributionen samt returtransporterna har anpassats för de olika produkterna i den här studien och data för bränsleproduktion och energiåtgång vid transport har tagits från CITs databas (CIT-Ekologi, 2001).

### 2.1 Stockholms vatten

Dricksvattnet i Stockholm produceras på två olika platser: Norsborg och Lovö vattenverk. Norsborg vattenverks står för ca 60 % av Stockholms Vattens dricksvattenproduktion medan Lovö står för resterande 40 % (Eriksson U, 2004). Sammanlagt producerar de ca 350 000 m<sup>3</sup> dricksvatten per dygn till ca 1 miljon människor i Stockholmsområdet. Vattnet som tas från Mälaren pumpas in till vattenverken, där reningen sker. Reningsprocessen består i huvudsak av tre steg; kemisk rening, mekanisk rening samt biologisk efterbehandling (Stockholm Vatten, 2004). Tabell 2.1 visar mängden kemikalier som förbrukades i verken under 2003. Energianvändningen vid framställning av kemikalier har baserats på en LCA av Göteborgs dricksvatten (Wallén E, 1999) och har beräknats till 0,6 MJ per m<sup>3</sup> vatten.

**Tabell 2.1** Kemikalieförbrukning i vattenverken under 2003.

|                       | Norsborg | Lovö | Summa |
|-----------------------|----------|------|-------|
| Aluminiumsulfat (ton) | 2707     | 1962 | 4669  |
| Järnsulfat (ton)      | -        | 82   | 82    |
| Bränd kalk (ton)      | 928      | 705  | 1633  |
| Vattenglas (ton)      | 76       | 52   | 128   |
| Ammoniumsulfat (ton)  | 31       | 26   | 57    |
| Klorgas (ton)         | 37       | -    | 37    |
| Natriumklorid (ton)   | -        | 74   | 74    |



Elförbrukningen under 2003 var totalt 46 300 MWh (28 300 MWh i Norsborg och 18 000 MWh i Lovö), varav 80 % användes för pumpning. Ytterligare ca 8 000 MWh el användes till pumpstationer i röret. För uppvärmning användes 105 m<sup>3</sup> (104 m<sup>3</sup> i Norsborg och 1 m<sup>3</sup> i Lovö) olja. Den totala vattenproduktionen under året uppgick till 131,3 Mm<sup>3</sup> (80,1 Mm<sup>3</sup> i Norsborg och 51,2 Mm<sup>3</sup> i Lovö), varav 16 Mm<sup>3</sup> svinn, det vill säga ca 12 % av producerad vattenmängd. (Eriksson U, 2004)

## **2.2 Ramlösa 33 cl glasflaska**

Ramlösa mineralvatten produceras utanför Helsingborg, vid Ramlösa brunn, där vattnet kolsyras och tappas på flaska i direkt anslutning till källan. Transporten från Ramlösa till Stockholm sker med tåg (Strandberg N, 2004), se tabell 2.2, som antas vara eldrivet och svensk medel har använts. Efter användning samlas flaskorna in och sorteras, för att sedan returneras till Ramlösa för tvättning och påfyllning. Ramlösa får i stort sett alla sina glasflaskor från Falkenberg (Strandberg N, 2004), se tabell 2.3. Återlämningsgraden av 33 cl glasflaskor i Sverige är 99 % (Svenska Bryggareföreningen, 2004), vilket ligger mycket nära den danska studien, där återlämningsgraden var 98,5 %, varför data från denna ansetts kunna användas. En del av del insamlade glasen (ca 1 %) går sönder eller kan av annan anledning inte användas och går till återvinning. De kvarvarande 1,5 % går till avfallshantering (Ekvall et. al., 1998).

## **2.3 Ramlösa 150 cl RPET**

Produktion och distribution av Ramlösa i 150 cl RPET sker på samma sätt som ovan. Även dessa flaskor samlas in efter konsumtion för att returneras till Ramlösa för tvättning och påfyllning. Större delen, 60 %, av de returnerade 150 cl flaskorna får Ramlösa från Falkenberg och resterande 40 % kommer från Bromma och Grängesberg (Strandberg N, 2004), se tabell 2.3. Återlämningsgraden av RPET flaskor är 98 % i Sverige (Svenska Bryggareföreningen, 2004), vilket ligger mycket nära den danska studien, där återlämningsgraden var 98,5 % och därför har de danska data ansetts kunna tillämpas i denna studie. De flaskor som inte återanvänds går till avfallshantering och förbränns för energiåtervinning.

## **2.4 Linné 100 cl ÅPET**

Linné tillverkas med vatten från Carl von Linné källa i Råå, utanför Helsingborg. Vattnet transporteras med tankbil till Stockholm, se tabell 2.2, där det tappas på flaska (Nautsch S, 2004). Efter användning återvinns flaskan. Detta sker i Holland, dit flaskorna transporteras med lastbil efter att först ha komprimerats i Norrköping (Rehnberg J, 2004). Återvinningsgraden för ÅPET större än 50 cl är 89,1 % i Sverige (Rehnberg J, 2004), vilket överensstämmer väl med den danska studien där återvinningsgraden är 90 %. Hälften av de PET flaskor som återvinns blir nya flaskor medan resterande hälften blir andra produkter, som till exempel fleecetröjor (AB Svenska Returpack, 2004). De flaskor som inte återvinns går till avfallshantering för förbränning och energiåtervinning.

## 2.5 Signum 150 cl ÅPET

Signum mineralvatten tillverkas i Hällefors i Bergslagen, där det kolsyras och tappas på flaska direkt vid källan. Transporten från Hällefors till Stockholm sker med lastbil (*Videll L-G, 2004*), se tabell 2.2. Efter användning återvinns flaskan på samma sätt som beskrivits ovan, se 2.4.

## 2.6 Premier 150 cl ÅPET

Premier mineralvatten kommer från Leissling i Tyskland, där det kolsyras och tappas på flaska i anslutning till Felsensteiner Mineralbrunnen. Transporten från Tyskland till Stockholm i Sverige sker med lastbil (*Widén B, 2004*), se tabell 2.2. Efter användning återvinns flaskan under samma förhållanden som ovan, se 2.4.

## 2.7 Evian 150 cl ÅPET

Evian mineralvatten kommer från de franska alperna och tappas i direkt anslutning till källan Cachat i orten Evian-les-Bains, Frankrike. Transporten från Frankrike till Stockholm sker med tåg (*Johansson H, 2004*), se tabell 2.2, vilket antas vara drivet med el och data för europeisk medel el har använts. Efter användning återvinns flaskorna på samma sätt som beskrivits tidigare, se 2.4.

**Tabell 2.1** Transportsätt, destination samt avstånd på distributionstransporterna för de olika buteljerade vattnen.

|                          | transportsätt | destination                 | avstånd (km) |
|--------------------------|---------------|-----------------------------|--------------|
| Ramlösa 33 cl glasflaska | tåg           | Helsingborg–Stockholm       | 566          |
| Ramlösa 150 cl RPET      | tåg           | Helsingborg–Stockholm       | 566          |
| Linne 100 cl ÅPET        | tankbil       | Helsingborg–Stockholm       | 566          |
| Signum 150 cl ÅPET       | lastbil       | Hällefors–Stockholm         | 275          |
| Premier 150 cl ÅPET      | lastbil       | Leissling*–Stockholm        | 1066         |
| Evian 150 cl ÅPET        | tåg           | Evian-les-Bains**–Stockholm | 2011         |

\*Tyskland

\*\*Frankrike

**Tabell 2.2** Transportsätt, destination samt avstånd på returtransporterna för de olika förpackningarna för buteljerade vatten.

|                          | transportsätt | destination             | avstånd (km) |
|--------------------------|---------------|-------------------------|--------------|
| Ramlösa 33 cl glasflaska | lastbil       | Falkenberg–Helsingborg  | 117          |
| Ramlösa 150 cl RPET*     | lastbil       | Falkenberg–Helsingborg  | 117          |
| Ramlösa 150 cl RPET*     | lastbil       | Bromma–Helsingborg      | 569          |
| Ramlösa 150 cl RPET*     | lastbil       | Grängesberg–Helsingborg | 549          |
| 150 cl ÅPET              | lastbil       | Stockholm–Tolkamer**    | 566          |

\*60% av flaskorna kommer från Falkenberg och 40% från Bromma och Grängesberg.

\*\*Holland

## 2.8 Hemtransport

Energiförbrukningen för hemtransport har antagits vara lika i samtliga fall, oberoende av vilket vatten som transporteras. Förpackningsvalet antas alltså inte påverka bränsleförbrukningen för denna transport. Data för hemtransport baseras på en enkätundersökning (Sonesson U, 2004) och där antas att man handlar två gånger per vecka, använder bilen i 50 % av fallen, avståndet till affär är 0,5 mil, en bil drar 0,8 liter bensin per mil och energiinnehållet i bensin är 31,4 MJ per liter. Detta ger att det totalt går åt 1 306 MJ per hushåll för att transportera den mat som konsumeras hem från affären. För att veta hur stor del av energiförbrukningen (och miljöpåverkan i samband med denna) som buteljerat vatten ska stå för görs en ekonomisk allokering, där en liter buteljerat vatten antas kosta 5 kr, varje person konsumerar 20,4 liter buteljerat vatten per år, varav 80 % köps i affär, varje hushåll handlar mat för 37 900 kr per år (SCB, 2004) och att det i genomsnitt finns 2,2 personer per hushåll (SCB, 2004). Detta ger att vattnet står för knappt 0,5 % av energianvändningen och miljöpåverkan som uppkommer i samband med den. Vid hemtransport av buteljerat vatten blir alltså energiåtgången 138 MJ per liter vatten.

### 3 Miljöpåverkansbedömning

Efter inventeringsanalysen är resultaten omfattande och i miljöpåverkansbedömningen klassificeras och karakteriseras därför informationen från inventeringen, för att ge en samlad bild av bidraget till de olika miljöpåverkanskategorierna. De miljöpåverkanskategorier som har valts att redovisas i den här studien är:

- energi,
- klimatförändringar,
- utsläpp av försurande gaser samt
- eutrofiering (övergödning).

#### 3.1 Klassificering och karakterisering

Klassificering innebär att resultatet från inventeringen sorteras in under de olika miljöpåverkanskategorierna. En utsläppsparameter kan ge upphov till flera olika miljöeffekter, till exempel kan kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) bidra till både försurning och övergödning.

Karakterisering är ett sätt att beskriva det potentiella bidraget till en miljöeffekt från specifika parametrar. Detta sker genom att multiplicera karakteriseringsindex för de ämnen som ger upphov till en miljöeffekt med utsläppsmängderna från inventeringsresultaten för motsvarande ämnen. De olika ämnenas bidrag presenteras i en gemensam räknebas som är specifik för varje miljöeffekt.

#### 3.1 Beskrivning av valda miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkanskategorin energi är relaterad till systemets inflöden, medan miljöpåverkanskategorierna klimatförändringar, utsläpp av försurande gaser samt eutrofiering är relaterade till systemets utflöden. Nedan beskrivs de miljöpåverkanskategorier som har studerats, samt de karakteriseringsindex som använts.

##### 3.1.1 Energi

Energien som anges är elanvändning, övrig fossil energi samt ”feedstock”, alltså den mängd fossil bränsle som har åtgått som material vid produktion av en funktionell enhet (Ekvall *et. al.*, 1998). Användningen av energi anges som MJ per funktionell enhet.

##### 3.1.2 Klimatförändringar

Jorden värms upp av direkt solstrålning (huvudsakligen i våglängdsområdet 0,2-0,4  $\mu\text{m}$ ). Den uppvärmda jordskorpan avger sedan värmestrålning i det infraröda våglängdsområdet (4-100  $\mu\text{m}$ ). Denna strålning absorberas delvis av gaser i jordens atmosfär och en viss del emitteras tillbaka till jordytan och bidrar till en uppvärmning där. Denna effekt är känd som ”växthuseffekten”. Växthuseffekt är en naturlig effekt som ger konsekvensen att jordens temperatur är 33°C högre än vad den annars skulle

vara. Vad som däremot diskuteras är den av människan förstärkta tillförseln av växthusgaser, vilka påverkar jordens strålningsbalans. Ämnen i atmosfären från mänskliga aktiviteter som bidrar till denna effekt är framför allt koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och CFC (till exempel freoner). De klimatförändringar som emissionerna kan medföra är en höjning av jordens medeltemperatur som innebär att vissa områden kan drabbas av torka, genom mindre nederbörd. Havsytan kan komma att stiga till följd med att kustområden översvämmas. Vissa havsströmmar kan ändra riktning vilket radikalt kan förändra det lokala klimatet. Den av människan förstärkta växthuseffekten, vilken kan leda till klimatförändringar, är en global miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av klimatförändringar visas i tabell 3.1.

**Tabell 3.1** Karakteriseringsindex för klimatförändringar.

| Ämne             | GWP, 100 years |
|------------------|----------------|
| CO <sub>2</sub>  | 1              |
| CH <sub>4</sub>  | 21             |
| N <sub>2</sub> O | 310            |

### 3.1.2 Utsläpp av försurande gaser

Förbränning av fossila bränslen ger förutom koldioxid upphov även till svaveldioxid och kväveoxider. Dessa gaser omvandlas, förenar sig med vatten och bildar syror. Syrorna sänker pH-värdet i regnvattnet och orsakar försurning av mark och vattendrag. Verkan av försurande ämnen har ett stort geografiskt beroende (huvuddelen av Sverige, med undantag för Öland, Gotland och Skåne, är till exempel extremt känsliga för försurning beroende på den kalkfattiga berggrunden). Försurningen påverkar bland annat träden negativt och leder till att vatten med lågt pH löser ut toxiska kvantiteter aluminium och når sjöar och vattendrag, där växt och djurliv kan drabbas. Försurning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av utsläpp av försurande gaser visas i tabell 3.2.

**Tabell 3.2** Karakteriseringsindex för utsläpp av försurande gaser.

| Ämne             | mol H <sup>+</sup> /g, max |
|------------------|----------------------------|
| SO <sub>2</sub>  | 0,0312                     |
| SO <sub>3</sub>  | 0,0250                     |
| NO <sub>2</sub>  | 0,0217                     |
| NO <sub>x</sub>  | 0,0217                     |
| HCl              | 0,0274                     |
| HF               | 0,0500                     |
| H <sub>2</sub> S | 0,0588                     |
| NH <sub>3</sub>  | 0,0587                     |

### 3.1.3 Eutrofiering

Här beaktas endast övergödning i vattensystem vilket också benämns eutrofiering. Ökad tillförsel av näringsämnen till vattensystem leder till ökad tillväxt för olika arter i systemet. Nedbrytningen av dem samt av annat organiskt material i vattenemissioner kräver syre. Utsläpp av kväveföreningar till luft kan också bidra till ökad tillgång på kväve i vattendrag eftersom kväveföreningar återförs till marken med nederbörd och sedan till viss del hamnar i vattendrag. Den ökade syreförbrukningen kan leda till syrebrist, vilket kan skada både djur och växter. Tillväxten av biomassa i vattendrag begränsas i europeiska system vanligen av tillgången på näring i form av kväve eller fosfor. Fosfor är normalt det begränsande näringsämnet i sjöar och övre delen av Östersjön medan kvävet är det näringsämne som begränsar tillväxten i havet. Övergödning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av eutrofiering visas i tabell 3.3.

**Tabell 3.3** Karakteriseringsindex för eutrofiering.

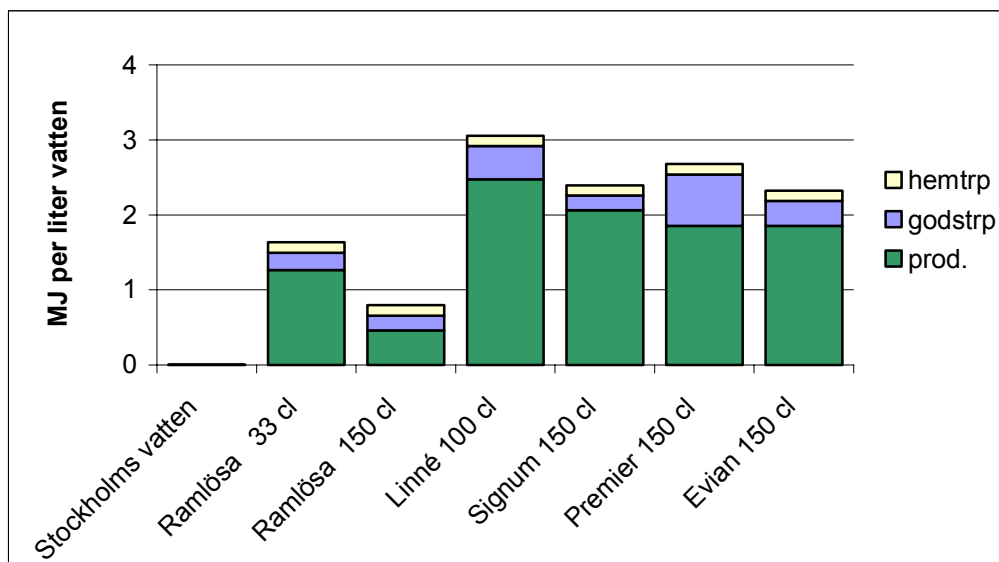
| Ämne                        | g O <sub>2</sub> /g, max |
|-----------------------------|--------------------------|
| N till luft                 | 20                       |
| NO <sub>x</sub> till luft   | 6                        |
| NH <sub>3</sub> till luft   | 16                       |
| N till vatten               | 20                       |
| NO <sub>3</sub> till vatten | 4,4                      |
| NH <sub>4</sub> till vatten | 15                       |
| P till vatten               | 140                      |
| PO <sub>4</sub>             | 46                       |
| COD                         | 1                        |

## 4 Resultat

Resultaten redovisas i diagrammen nedan, uppdelat på produktion (prod.), godstransporter (godstrp) samt hemtransport (hemtrp). Till produktion räknas produktion av material och förpackning, rengöring av förpackningar, tappning av dryck, kylning av dryck hos konsument samt återvinning och avfallshantering av förpackningar. Att kylning av dryck hos konsument ingår i produktion beror på uppdelningen av de data som använts och på grund av studiens omfattning, samt att den inte gör någon signifikant skillnad i sammanhanget. Godstransporter inkluderar distribution av vatten samt transporter av använda förpackningar till återanvändning och återvinning. Hemtransport är transport från butik till konsument.

### 4.1 Energianvändning

Energianvändningen för de olika produkterna redovisas i figur 4.1.



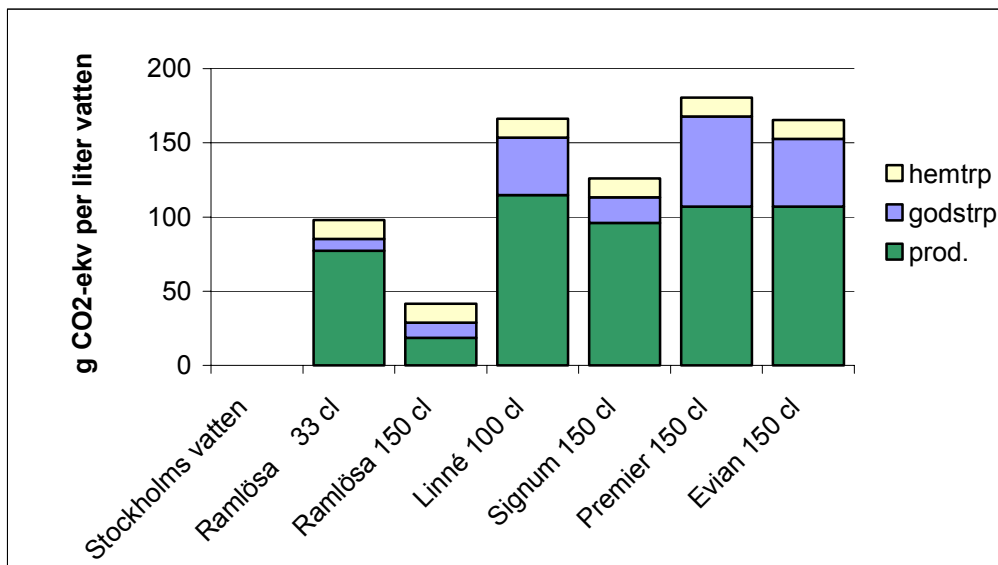
**Figur 4.1** De olika produkternas energiförbrukning under hela livscykeln, uppdelat på produktion, godstransporter samt hemtransport.

Som framgår av diagrammet åtgår det betydligt mer energi för de buteljerade vattnen än för Stockholms kranvatten. Energiåtgången för att producera och distribuera en liter vatten från Stockholms vattenverk till kund kräver ca 2,4 kJ, varav ungefär hälften går åt vid distributionen<sup>1</sup>. En jämförelse mellan de buteljerade vattnen visar att går det åt mer energi i de fall där förpackningarna återvinns än i de fall då flaskorna rengörs. I samtliga fall av buteljerat vatten står produktion för den största energianvändningen och hemtransporten för den lägsta.

### 4.2 Klimatförändringar

Bidraget till den potentiella klimatförändringen visas i figur 4.2 och även här dominerar produktionssteget.

<sup>1</sup> pumpning ut till rörligt samt elförbrukning vid mindre lokala pumpstationer

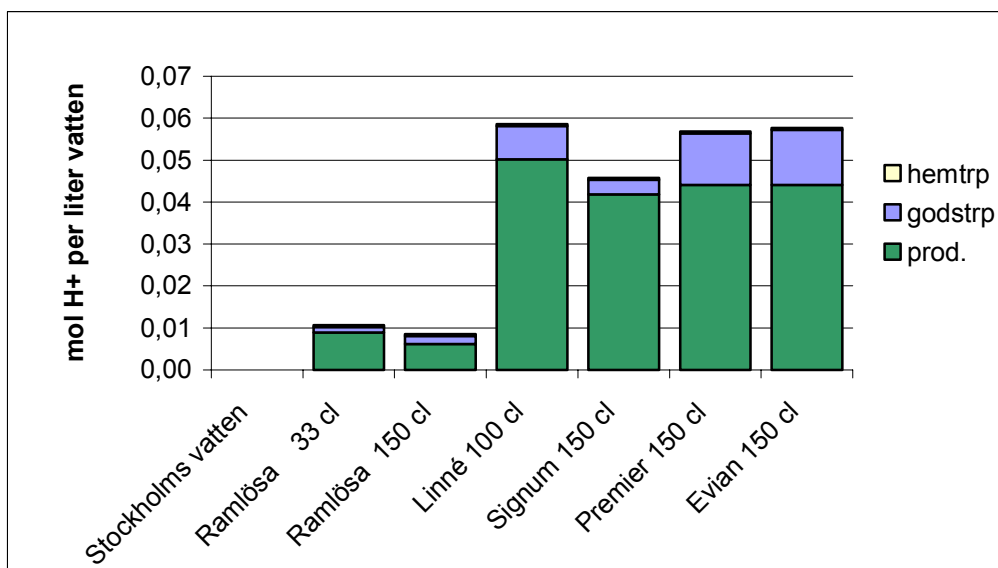


**Figur 4.2** Utsläpp av växthusgaser, angivet i gram koldioxidekvivalenter, för de olika produkterna.

Liksom för energianvändningen, är bidraget till klimatpåverkan betydligt lägre för Stockholms vatten än för de buteljerade vattnen. Största bidraget till klimatförändringar kommer från utsläpp av koldioxid vid förbränning av fossila bränslen. Svensk elproduktion ger upphov till lägre koldioxidutsläpp än elproduktionen i Europa, vilket syns i produktionssteget där koldioxidutsläppen är relativt högre i de fall där Europeisk el används (Premier och Evian), jämfört med energianvändningen.

### 4.3 Utsläpp av försurande gaser

Utsläpp av försurande gaser visas i figur 4.3.



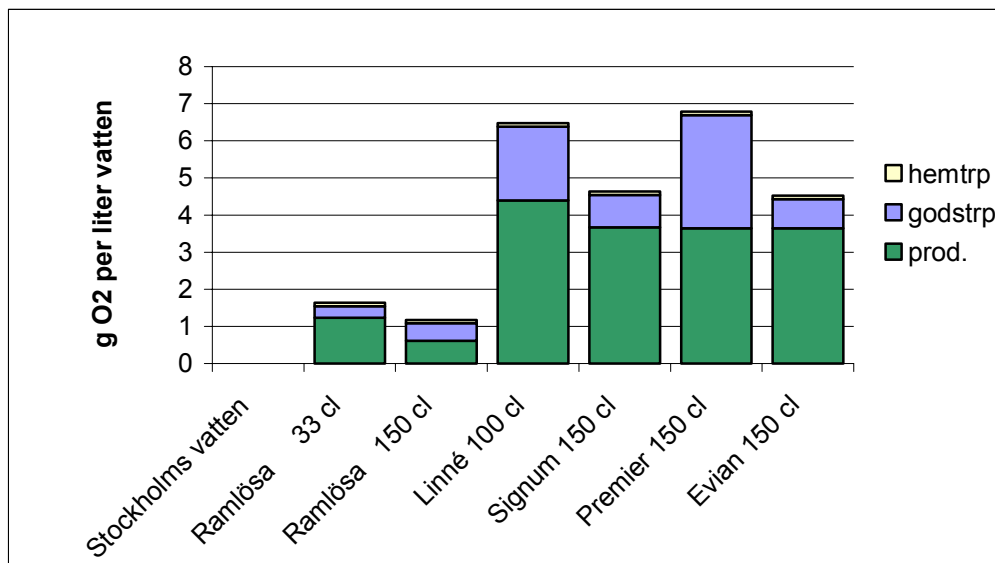
**Figur 4.3** Maximala utsläppet av försurande gaser, angivet i mol vätejoner, för de olika produkterna.



Även i detta fall är det Stockholms kranvatten som har den minsta miljöpåverkan. Jämförs de buteljerade vattnen, har de fall med återvinning betydligt större utsläpp av försurande gaser än i de fallen med återanvändning. Också här ger produktionen störst miljöpåverkan. De största bidragen till försurning kommer i samtliga fall från  $\text{SO}_2$  och  $\text{NO}_x$ , som båda hör ihop med förbränning av fossila bränslen.

#### 4.4 Eutrofiering

Resultatet för eutrofiering visas i figur 4.4.



**Figur 4.4** Maximala bidraget till eutrofiering, angivet i gram syrebehov, för de olika produkterna.

Liksom i de tidigare fallen, ger Stockholms kranvatten även lägst bidrag till eutrofiering. Emissioner av  $\text{NO}_x$  ger det absolut största bidraget till eutrofiering och dessa är störst i produktionssteget för samtliga produkter. Likt de tidigare kategorierna är det de fall med återvinning som ger störst miljöpåverkan.

## 5 Slutsatser och diskussion

För samtliga miljöpåverkanskategorier som har tagits med i den här studien ger Stockholms kranvatten upphov till betydligt lägre miljöbelastning än de buteljerade vattnen. En jämförelse mellan de buteljerade vattnen visar att miljöpåverkan är större i de fall där förpackningarna återvinns än i de fall då flaskorna rengörs. I den uppdelning som har gjorts (produktion, godstransport, hemtransport), ger produktionen upphov till störst miljöpåverkan i samtliga fall. Görs en jämförelse mellan produktionen av ÅPET flaskorna ger Linné, som är den minsta flaskan, störst miljöpåverkan i samtliga kategorier. Detta trots att svensk el har använts, vilket ger ett lägre bidrag av de emissioner som studerats. Mängden material som används vid produktion av flaskan har alltså stor betydelse. Man kan däremot se att de flaskor som använder europeisk el (Premier och Evian) har relativt högre emissioner jämfört med de flaskor där svensk el används (Linné och Signum). Även om svensk el ger låga emissioner av de ämnen som bidrar till klimatzändringar, försurning och övergödning, finns det andra nackdelar som inte har tagits upp i den här studien, som till exempel radioaktivt avfall från kärnkraften.

Man måste även komma ihåg att i produktionssteget ingår inte bara produktion av flaskor, utan även rengöring, återvinning och avfallshantering. Det är alltså inte bara produktionen som har betydelse i produktionssteget, hur stor del av flaskorna som returneras, återvinningsgraden och avfallshanteringen har en avgörande betydelse för miljöpåverkan från systemet. I ÅPET fallet får man tänka på att hälften av alla flaskor är nyproducerade samtidigt som återlämningsgraden är något lägre än för de två övriga systemen.

Transporter med tåg är mer energieffektiva än lastbilstransporter och emissioner av koldioxid ( $\text{CO}_2$ ) och kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) är även lägre vid tågtransporter än vid transporter med lastbil. För dessa kategorier gav den lastbilstransport med längst distribution (Premier) störst bidrag. Däremot ger de tågtransporter där europeisk el används högre utsläpp av svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ), vilket leder till försurning och i detta fall gav den mest långväga distributionen (Evian) störst bidrag till miljöpåverkan. De transporter som sker med tåg som drivs av svensk el (Ramlösa) ger minst emissioner som bidrar till de effektkategorier som undersökts i denna studie. Valet av transportmedel och även avståndet på transporten har alltså stor betydelse för miljön.

En av de absolut svåraste delarna att inventera är hemtransporten, eftersom det finns stora osäkerheter i hur konsumenter verkligen betar sig och det varierar mellan olika hushåll. I den här studien har ekonomisk allokering valts, men skulle däremot till exempel massallokering ha valts (miljöpåverkan baseras på hur stor del av massan produkten står för, relativt den totala mängden varor) skulle miljöpåverkan från hemtransporten bli betydligt större (drygt fyra gånger). Skulle likaså till exempel priset per liter vatten antas vara 10 kronor istället för 5 kronor, skulle miljöpåverkan från hemtransporten dubblas. Det finns alltså en stor känslighet i dessa beräkningar. Vilken allokering som än hade valts, hade Stockholms vatten ändå haft minst miljöpåverkan och då alla produkterna antogs ha samma hemtransport (förutom Stockholms kranvatten), gjorde det heller ingen skillnad i jämförelsen av resultaten för de buteljerade vattenprodukterna.

## 6 Referenser

AB Svenska Returpack. 2004. [www.returpack.se](http://www.returpack.se)

CIT-Ekologi. 2001. Energi och Transport databas (version: Energy&TrpDatabase CIT 3j-20010601.mdb), Göteborg

CIT-Ekologi. 2003. LCAiT 4.1.7, Göteborg

Ekvall, T. Person, L. Ryberg, A och Widheden, J. (Chalmers Industriteknik). Frees, N. Nielsen, P. Weidema Pedersen, B och Wesnäs, M (Institute for Product Development). 1998. *Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks*. Ministry of Environment and Energy, Danmark

SCB, Statistiska Central Byrån. 2004

Svenska Bryggareföreningen. 2004. [www.sverigesbryggerier.se](http://www.sverigesbryggerier.se)

Wallén, E. 1999. *Livscykelanalys av dricksvatten – en studie av ett vattenverk i Göteborg*. Examensarbete. Teknisk miljöplanering. Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg

### ***Muntliga referenser***

Eriksson, Ulf. 2004. Stockholm Vatten

Johansson, Henrik. 2004. Carlsberg Sverige

Nautsch, Sisko. 2004. Spendrups

Rehnberg, Jan. 2004. AB Svensk Returpack

Sonesson, Ulf. 2004. SIK, Svenska Institutet för Livsmedel och Bioteknik

Strandberg, Niklas. 2004. Carlsberg Sverige

Videll, Lars-Göran. 2004. Coop Sverige AB

Widén, Bertil. 2004. Dagab, Axfood AB