



Sveriges
lantbruksuniversitet

Systemanalys av avfallshantering i glesbygd och på öar

System analysis of waste management in sparsely
populated municipalities and on islands

Jimmy Stensson

REFERAT

Systemanalys av avfallshantering i glesbygd och på öar

Jimmy Stensson

Sverige är ett glest befolkat land med långa avstånd och ibland komplicerade transporter. Vilka krav kan man ställa på kommunerna när det gäller avfallshantering? Är det rimligt att glest befolkade kommuner ska transportera sitt avfall långa sträckor för att kunna uppfylla miljömålen och vilken avfallshantering är egentligen bäst ur en miljö och ekonomisk synvinkel?

Syftet med examensarbetet är att ta reda på den miljöbelastning som avfallshanteringen i glesbygd ger upphov till, samt att jämföra dagens miljöbelastning med miljöbelastningen från andra alternativa sätt att hantera och behandla hushållsavfallet i glesbygd. Syftet är också att ta fram underlag för beräkning av miljöeffekter orsakad av avfallshanteringen på öar.

Med materialflödesanalysmodellen WAMPS har en miljömässig analys för glesbygdskommunerna Arjeplog och Älvdalen utförts. För tre ökommuner har en nulägesbeskrivning gjorts, den beskriver dagens avfallshantering på öarna. Utsläppsdata som kan användas till att bygga ut WAMPS har tagits fram och visas för två typiska sopbåtar i svenska skärgården idag.

Resultaten från analysen är inte entydiga och känslighetsanalysen visar att lämplig avfallshantering i glesbygdskommunerna varierar beroende på vilka antaganden som görs. Känslighetsanalysen visar också att valet av ersättningsenergi från avfallsförbränningen påverkar resultatet väldigt mycket.

Resultatet från analysen av Arjeplogs avfallshantering i WAMPS tyder på att dagens avfallshantering är mycket bra ur miljösynpunkt. I Arjeplog är det ur miljösynpunkt bättre att det biologiska avfallet förbränns istället för att det komposteras eller rötas. I Älvdalen däremot är inte dagens avfallshantering den bästa ur miljösynpunkt. Istället för att det biologiska avfallet hem- och centralkomposteras bör det skickas till närmaste biogasanläggning som ligger i Västerås. Även scenariot då det biologiska avfallet förbränns ser ut att vara bättre än dagens avfallshantering. Om inte Älvdalens biologiska avfall rötas så bör det alltså förbrännas, inte komposteras som det görs idag.

Emissionerna från transporter i glesbygden är förhållandevis ganska små, förutsatt att de planeras och körs på ett effektivt sätt. Transporterna är dock avgörande för valet av lämplig avfallshantering i glesbygdskommunerna. Att deponera hushållsavfall är ett miljömässigt mycket dåligt alternativ även om hushållsavfallet måste transporteras väldigt långt för annan behandling.

Nyckelord: WAMPS, ORWARE, Avfallshantering, Systemanalys, Livscykelanalys, Öar, Glesbygd

Institutionen för energi och teknik, SLU
BOX 7032
SE-750 07 Uppsala

ABSTRACT

System analysis of waste management in sparsely populated municipalities and on islands

Jimmy Stensson

Sweden is a sparsely populated country with long distances and sometimes complicated transports. Which waste management demands can be put on the municipalities? Is it reasonable that sparsely populated municipalities have to transport their household waste far distances to manage to reach the National environmental goals? Which waste management system is actually best from an environmental or an economic point of view?

The aim with this degree project is to determine the environmental consequences that the waste management in rural areas gives rise to, and to compare today's environmental impact with the environmental impact of alternative ways to manage and treat household waste in rural areas. A second aim is to provide data for calculating the environmental consequences caused by waste management on islands.

An environmental analysis of the waste management in the two sparsely populated municipalities Älvdalen and Arjeplog has been done with the material flow analysis model WAMPS. An up to date description of the waste management situation has also been done for three municipalities with population on islands. It describes the waste management on the islands today. Emissions data that can be used to expand WAMPS have been collected and are displayed for two typical boats that can transport household waste in the Swedish archipelago today.

The results from the analysis are not univocal and the sensitivity analysis shows that the best waste management option varies with the assumptions that are made. It also shows that the choice of energy replaced by waste incineration affects the results very much.

The analysis of the waste management in Arjeplog shows that the management of today is environmentally very good. In Arjeplog it is better that the biological waste is incinerated than treated by anaerobic digestion or composted. On the other hand, in Älvdalen the waste management of today is not the best option. Instead of home and window composting biological waste it should be sent to the nearest biogas plant, which is located in Västerås. Even the scenario when the biological waste is incinerated seems to be better than the waste management today. If the biological waste in Älvdalen is not treated by anaerobic digestion, it should be incinerated, it should not be composted as it is today.

The emissions from the transports in sparsely populated areas are not huge, provided that they are planned and operated in an efficient way. However, the emissions from transports are crucial for the selection of appropriate waste management in sparsely populated municipalities. From an environmental point of view, landfilling household waste is a very bad alternative, even if the waste has to be transported very far for other treatment.

Keyword: WAMPS, ORWARE, system analysis, Life Cycle Assessment, islands, rural areas

Department of Energy and Technology, SLU
BOX 7032
SE-750 07 Uppsala

FÖRORD

Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och har utförts inom ramen för Civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. Arbetet har utförts på teknikkonsultföretaget Grontmij AB i Stockholm.

Först och främst vill jag tacka min handledare Leif Lundin på Grontmij AB. Leif har alltid varit hjälpsam och svarat på många frågor om kommunal avfallshantering samt varit med och hjälpt till vid kritiska moment under examensarbetets fortlöpande. Jag vill även tacka Mari Gustafsson på Grontmij för hennes engagemang och hennes svar på mina frågor.

Ämnesgranskare Cecilia Sundberg, Institutionen för energi och teknik, SLU, förtjänar också ett stort tack. Med hennes djupa kunskap, kritiska tänkande och snabba svar på frågor har hon definitivt bidragit till att rapporten blivit mycket bättre. Jag vill också tacka min examinator Allan Rodhe, Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.

Ett särskilt tack förtjänar avfallsgurun Jan-Olov Sundqvist på IVL Svenska Miljöinstitutet. Han har hjälpt till och svarat på många frågor om modellens uppbyggnad samt bidragit med nödvändig information om avfallshantering i ett livscykelperspektiv.

Sist vill jag tacka alla andra som varit inblandade och hjälpt till och fört arbetet framåt och inte minst mina trevliga arbetskamrater på Grontmij.

Uppsala, januari 2009

Jimmy Stensson

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

I Sverige finns det 16 miljö kvalitetsmål. De flesta av dessa mål berör direkt eller indirekt den svenska avfallshanteringen. Miljö kvalitetsmålen sätter ofta stor press på Sveriges kommuner mot avfallsåtervinning och ökad resursanvändning. Sverige är ett gles befolkat land med långa avstånd och ibland komplicerade transporter. Vilka krav kan man ställa på kommunerna när det gäller avfallshandling? Är det rimligt att gles befolkade kommuner ska transportera sitt avfall långa sträckor för att kunna uppfylla miljömålen och vilken avfallshandling är egentligen bäst ur en miljö och ekonomisk synvinkel?

Syftet med examensarbetet är att ta reda på den miljöbelastning som avfallshandling i glesbygd ger upphov till, samt att jämföra dagens miljöbelastning med miljöbelastningen från andra alternativa sätt att hantera och behandla hushållsavfallet i glesbygd. Syftet är också att ta fram underlag för beräkning av miljöeffekter orsakad av avfallshandling på öar.

Med materialflödesanalysmodellen WAMPS har en miljö mässig analys för glesbygdskommunerna Arjeplog och Älvdalen utförts. För tre ökommuner har en nulägesbeskrivning gjorts, den beskriver dagens avfallshandling på öarna. Ofta är avfallshandling på öar komplex. Den skiljer sig vanligtvis mycket åt både inom och mellan olika kommuner. Utsläppsdata som kan användas till att bygga ut WAMPS har tagits fram och visas för två typiska sopbåtar i svenska skärgården idag. Flera aktörer hämtar inte bara hushållsavfall i skärgården utan utför även andra uppdrag vilket skapar problem med hur emissionerna och miljöbelastningen ska fördelas mellan uppdragen.

Resultaten från analysen är inte entydiga och känslighetsanalysen visar att lämplig avfallshandling i glesbygdskommunerna varierar beroende på vilka antaganden som görs. Känslighetsanalysen visar också att valet av ersättningsenergi från avfallsförbränningen påverkar resultatet väldigt mycket.

I Arjeplog verkar dagens avfallshandling vara mycket bra ur miljösynpunkt. Förbränning av biologiskt avfall är något bättre än kompostering och rötning.

I Älvdalen däremot är inte dagens avfallshandling den bästa ur miljösynpunkt. Istället för att det biologiska avfallet hem- och centralkomposteras bör det skickas till närmaste biogasanläggning som ligger i Västerås. Även scenariot förbränning/återvinning ser ut att vara bättre än dagens avfallshandling. Om inte Älvdalens biologiska avfall rötas så bör det alltså förbrännas.

Deponeringsscenarioet, då stora delar av kärll- och säckavfallet läggs på närmaste deponi, är ur miljösynpunkt det i särklass sämsta avfallshandlingsscenarioet i både Arjeplog och Älvdalen. Känslighetsanalysen för Arjeplog visar att deponering inte ens är fördelaktigt om avstånden för insamling av säck- och kärllavfallet skulle vara tio gånger längre. Dumpning eller deponering av stora mängder hushållsavfall är därför inget alternativ för glesbygd. Att deponering av hushållsavfall är ett dåligt alternativ bekräftas även från tidigare studier.

Uppkommen negativ miljöpåverkan från kompostering är större än från rötning, även om det biologiska avfallet transporteras relativt långt till närmaste röttningsanläggning. Detta gäller under förutsättning att transporterna sker på ett effektivt sätt och att rötgasen används till fordonsbränsle.

Emissionerna från transporter i glesbygd är förhållandevis ganska små men de är avgörande för valet av lämplig avfallshantering i glesbygdskommunerna. Transporterna gör bland annat att scenarierna där det biologiska avfallet samlas in och transporteras till centrala komposteringsanläggningar är mindre fördelaktiga än då matavfallet hemkomposteras, trots att en större andel av kompostmullen från strängkomposteringen antas ersätta handelsgödsel. Transporterna ger ett större bidrag i Arjeplog än i Älvdalen.

En relativt stor felkälla vid beräkningarna är de utsläpp som uppstår på grund av att kommuninvånarna själva lämnar delar av sitt hushållsavfall på återvinningsstationer och återvinningscentraler i kommunerna. I denna studie har antagandet gjorts att invånarna lämnar sitt avfall i samband med något annat ärende då de ändå har vägarna förbi. Antagandet är troligtvis rimligt när det gäller återvinningsstationer men inte för återvinningscentraler.

För att kunna bestämma vilken avfallshantering som är bäst på öar eller i glesbygd så behöver det göras både en miljömässig och en ekonomisk analys. Även om det miljömässigt lönar sig att hämta enskilda hushålls kärll- och säckavfall långt från övrig bebyggelse så är det kanske inte ekonomiskt lönsamt. Då ingen ekonomisk analys görs finns en risk att scenarier som är företagsekonomiskt och samhällsekonomiskt orimliga betraktas som ett lämpligt sätt att hantera avfallshanteringen. Varken arbetskraft, arbetsmiljö eller arbetstid betraktas vid miljömässig analys.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1. BAKGRUND	1
1.2. Mål	2
2. TEORI	3
2.1. TIDIGARE STUDIER	3
2.2. SYSTEMANALYS	4
2.3. LIVSCYKELANALYS	4
2.3.1. En livscykelanalys uppbyggnad och olika faser	5
2.3.2. Allokeringsproblem	6
2.3.3. För- och nackdelar med livscykelanalyser	6
2.4. SVERIGES MILJÖKVALITETSMÅL	6
2.5. DEFINITION AV AVFALL OCH HUSHÅLLSAVFALL	7
2.6. PRODUCENTANSVAR	7
2.7. RIKSSTATISTIK FÖR ÅTERVINNING	8
2.8. BEHANDLING AV HUSHÅLLSAVFALL	9
2.8.1. Avfallshierarkin	9
2.8.2. Sverige och EU	10
2.9. MODELLEN - WAMPS	11
2.9.1. Kompletterande system i WAMPS	13
2.9.2. Användning	14
2.9.3. Förbränningsdirektivet	14
3. METOD	15
3.1. URVAL AV KOMMUNER	15
3.2. DATAINSAMLING	15
3.3. VAL AV SCENARIER	16
3.4. UTVÄRDERING AV MILJÖPÅVERKAN I WAMPS	16
3.4.1. Känslighetsanalys	16
4. RESULTAT	18
4.1. UTVALDA KOMMUNER	18
4.1.1. Statistik för de utvalda kommunerna	18
4.2. AVFALLSHANTERING I ÖKOKMUNER	21
4.2.1. Avfallshämtning på öarna i de utvalda ökommunerna	23
4.2.2. Underlag för modellering av avfallshämtning i WAMPS	24
4.3. AVFALLSHANTERING I GLESBYGDSKOMMUNER	28
4.3.1. Arjeplogs kommun	29
4.3.2. Älvdalens kommun	31
4.4. RESULTAT FÖR RESPEKTIVE MILJÖPÅVERKANSKATEGORI	34
4.4.1. Växthuseffekt	34
4.4.2. Förurning	35
4.4.3. Eutrofiering	36
4.4.4. Fotooxidantbildning	36
4.5. KÄNSLIGHETSANALYS	37
5. DISKUSSION	43
5.1. ANTAGANDEN GJORDA I WAMPS	45
6. SLUTSATSER	47
6. REFERENSER	48
BILAGOR	51

BILAGA 1. AVFALLETS SAMMANSÄTTNING	51
BILAGA 2. INDATA TILL WAMPS	54
BILAGA 3. WAMPS UPPBYGGNAD	57

1. INLEDNING

1.1. BAKGRUND

I Sverige finns det 16 miljö kvalitetsmål. De flesta av dessa mål berör direkt eller indirekt den svenska avfallshanteringen (Miljömålsportalen, 2008). Miljö kvalitetsmålen sätter ofta stor press på Sveriges kommuner mot avfallsåtervinning och resursanvändning. Den 31 mars 2008 släppte Miljömålsrådet en samlad utvärdering av de fyra senaste årens miljömålsarbete i Sverige. Miljömålsrådet menar att kretsloppscirkeln är central för att flera av miljömålen ska kunna uppfyllas. Det som utvinns ur naturen behöver nyttjas igen och omhändertas resurseffektivt utan att naturen skadas (Naturvårdsverket, 2008a).

Vilka krav kan man ställa på kommunerna? Är det rimligt att glest befolkade kommuner ska transportera sitt avfall långa sträckor för att kunna uppfylla miljömålen och vilken avfallshantering är bäst ur en miljö- och ekonomisk synvinkel? Ökad återvinning och insamling av hushållsavfall är ofta ett argument för att uppnå miljömålen men samtidigt bidrar den ökade transporten till ökade utsläpp av fordonsavgaser. Sverige som är ett glest befolkat land har idag enligt Glesbygdsvetkets definition 22 glesbygdskommuner och 156 tätortsnära landsbygdskommuner. Dessutom finns 75 kommuner med permanentboende på öar i skärgården eller på svenska insjöar. Fritidsboenden är också mycket vanliga på öar och i många fall står de för en betydande del av producerad mängd hushållsavfall på dessa, särskilt under vissa perioder under året.

IVL Svenska Miljöinstitutet har utvecklat avfallsmodellen WAMPS som används för att beräkna miljöbelastningen. WAMPS är anpassad till att kunna beräkna miljöbelastningen från olika avfallshantering på fastlandet. För att kunna analysera avfallshanteringen på öar behöver WAMPS byggas ut när det gäller miljöutsläpp från båttransporter och insamling av hushållsavfall på öarna.

Avfallshanteringen på öar och i glesbygd är idag inte helt utredd. Teknikkonsultföretaget Grontmij har fått i uppdrag av Avfall Sverige att utföra ett projekt som behandlar miljömässig och ekonomisk analys av dagens avfallshantering samt att ge förslag på eventuellt förändrad hantering med fler lokala lösningar. Det projektet heter ”Avfallshantering på öar och i glesbygd” och ska mynna ut i två rapporter - en för öar och en för glesbygd. Denna rapport är ett examensarbete som ska vara till hjälp i projektet.

1.2. Mål

Målet med examensarbetet är att:

- Ta reda på den miljöbelastning som avfallshanteringen i glesbygd ger upphov till, samt att jämföra dagens miljöbelastning med miljöbelastningen från andra alternativa sätt att hantera och behandla hushållsavfallet i glesbygd.
- Ta fram underlag för beräkning av miljöeffekter orsakad av avfallshanteringen på öar.

Några specifika mål för studien är att:

- Välja glesbygdskommuner för analys och att analysera dessa med modeller
- Välja ökommuner för datainsamling och ta fram data för modellberäkningar
- Ta fram generella data för avfallshantering i ökommuner

2. TEORI

2.1. TIDIGARE STUDIER

I dagsläget finns det inte så mycket skrivet om avfallshanteringen i glesbygd och på öar. Det är anledningen till att Grontmij har fått finansiering från Avfall Sverige att utreda hur det ser ut idag samt att ge förslag på förändrad avfallshantering med fler lokala lösningar.

WAMPS som är den modell som använts i detta examensarbete är utvecklat från Simulink-modellen ORWARE. IVL slutförde 2002 en omfattande rapport då de använt ORWARE för analys av biologisk avfallshantering (Sundqvist m.fl., 2002). Den rapporten är en syntes av tre projekt i vilka en systemanalys av biologisk avfallshantering har gjorts under åren 1998 – 2002. Fallstudier genomfördes i Stockholm, Uppsala och Älvdalen. I alla tre projekten har datorbaserade simuleringsmodeller använts för att beräkna miljömässiga, energimässiga och/eller ekonomiska konsekvenser av olika avfallshanteringssystem. Några av slutsatserna i rapporten är att det är svårt att säga om rötning eller förbränning är den bästa behandlingsmetoden. Både rötning och förbränning är bättre än både kompostering (strängkompostering) och deponering. Kompostering är både miljömässigt och samhällsekonomiskt fördelaktigare än deponering. När väl avfallet är insamlat har vidare transporter av avfallet en begränsad betydelse vad gällande miljöpåverkan, energiförbrukning och kostnader, förutsatt att transporterna genomförs på ett effektivt sätt (Sundqvist m.fl., 2002).

I Sverige har minst tre examensarbeten utförts där ORWARE har använts för att studera biologiskt avfall. I projektet ”*Utvärdering av olika sätt att behandla organiskt avfall på Värmdö*” behandlar en mindre del av arbetet utsläpp från både hushållsavfall samlas in i Värmdös skärgård (Skoglund, 2000). Resultatet visar att det organiska avfallet bör komposteras ute i skärgården eftersom insamling av avfall med båt och präm släpper ut höga halter svavel och koldioxid. Totalt sett är förbränning det bästa alternativet. Vid rötning har användandet av rötgasen stor betydelse för resultatet.

I projektet ”*Förbränning eller biologisk behandling?*” undersöks olika behandlingsmetoder för det lättnedbrytbara organiska avfallet som genereras i Gästrikeregionen. Resultatet visar att förbränning i kraftvärmeverk ger lägst miljöbelastning och också är företagsekonomiskt mest lönsamt. Rötning är det näst bästa behandlingsalternativet. Kompostering är ett sämre alternativ. Tunnelkompostering är bäst ur ett miljöperspektiv medan membrankompostering är bäst ur ett företagsekonomiskt (Jönsson, 2005). Ett annat examensarbete som berör Gästrikeregionens biologiska avfall är ”*Kompostering av organiskt avfall från Gästrikeregionen – miljöpåverkan av olika behandlingsalternativ*” (Carlström, 2006). Arbetet gick ut på att utvärdera tänkbara komposteringsanläggningar för matavfallet med hänseende till miljöpåverkan och lokalisering. Resultatet visar på lägre miljöpåverkan från tunnelkompostering än från membrankompostering.

I nedanstående två rapporter har WAMPS använts för att studera miljökonsekvenser av olika avfallshanteringssystem. IVL har även använt WAMPS i ett projekt i Estland då Tallinns framtida avfallshantering studerades (Sundqvist, pers.medd.).

I examensarbetet ”*Miljökonsekvenser av svensk avfallspolitik- fallstudie i två regioner*” var syftet att studera hur två regioner i södra Sverige har och kommer att utveckla sin avfallshantering samt hur det påverkar miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning, eutrofiering och fotooxidantbildning. Resultatet pekar på att avfallshanteringen de senaste åren har bidragit till en minskad påverkan på miljön. För att nå en minskning även i framtiden krävs en högre grad av återvinning och att en större mängd biologiskt avfall sorteras ut och rötas med fordongasframställning av den utvunna biogasen (Pollack, 2006).

Rapporten ”*Utredning om konsekvenser av utökad matavfallsinsamling i Stockholm*” är syftet att studera den ökade energiförbrukningen i Stockholms stad som kan förväntas på grund av ökad transport och insamling då matavfallsinsamlingen ökar. Resultatet tyder på att en ökning av matavfallsinsamlingen ger en ökning av energiförbrukning för insamling och transporter med 8,5 till 12 % beroende på vilket matavfall som samlas in. Energiinnehållet i den biogas som kan produceras ur det insamlade matavfallet överstiger energiåtgången för insamlingen av matavfallet mellan 12,5 och 24 gånger. Om den producerade biogasen ersätter fossila bränslen väntas en minskning av CO₂ med 12 500 ton/år (Sundqvist, 2008).

2.2. SYSTEMANALYS

System är något som består av flera olika delar, vilka är beroende av och samverkar med varandra. Ofta används matematiska och statistiska modeller för att lättare förstå och analysera komplexa system. Det finns många fördelar med att tillverka en modell som beskriver ett system. Modeller skapar ofta större förståelse för hela systemet vilket gör det lättare att hitta lösningar till problem eller möjligheter till att förbättra en process. Systemanalys tillämpas idag inom många vetenskapliga områden (Sundqvist m.fl., 2002).

En variant av en systemanalys som blivit allt viktigare och tillämpats allt mer under de senaste årtiondena är miljösystemanalys. Den inkluderar ekologiska, tekniska och ekonomiska system. Miljösystemanalys används ofta för att studera hur mänskliga aktiviteter, processer eller produkter påverkar sin omgivning och miljö. Det finns många olika verktyg och modeller för miljösystemanalys. En av dem är livscykelanalys (LCA) (Jönsson, 2005).

2.3. LIVSCYKELANALYS

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att studera en produkts miljöpåverkan under hela dess livstid, från vaggan till graven. 1997 presenterade International Organization for Standardization en standardmetodik (ISO 14040) som beskriver hur en LCA ska vara utformad. Senare har det kommit flera tillägg och kompletteringar (ISO 14041 – 14049) så idag benämns standardiseringen som ISO 14040-serien. Men det finns ingen specifik enskild metod för hur en LCA- studie ska genomföras (Baumann m.fl., 2004)

2.3.1. En livscykelanalys uppbyggnad och olika faser

En livscykelanalys är uppdelad i olika faser. Först bestäms studiens mål och omfattning, sedan inventeras och beskrivs alla miljörelevanta mass- och energiflöden sist bedöms hur stor miljöpåverkan som produkten ger upphov till.

Bestämning av studiens mål och omfattning

Här presenteras vad för slags produkt som ska studeras och varför. Enligt ISO 14040 ingår i målformuleringen att ange vad studien ska användas till, varför den genomförs och vilka som ska ta del av resultatet. Standarden kräver också att målet och studiens omfattning ska vara tydligt formulerad och samtidigt överrensstämna med studiens syfte.

Studiens mål och syfte är direkt avgörande för studiens fortsatta utformning. Två vanligt förekommande inriktningar för en livscykelanalys är jämförande LCA och fristående LCA. Vid jämförande LCA jämförs två eller flera produkter eller produktsätt. Beroende på LCA:s syfte och vem som efterfrågar den så skiljer de sig ofta mycket. Bevarandeariktad LCA utförs ofta av ett företag efter att en produkt anklagats för att orsaka miljöproblem och vara ett sämre miljömässigt val än en liknande produkt. LCA utförs då för att försvara produktens existens det vill säga i ett defensivt användarsätt. Förändringsinriktad LCA utförs för att förbättra eller kartlägga en produkts eller ett produktsätts miljöegenskaper i jämförelse med till exempel en liknande produkt, alltså i ett offensivt användande syfte för att förändra produkten. Fristående LCA beskriver endast en enda produkt. Vid bokföringsinriktad LCA sker beräkningar och genomförandet enligt någon norm till exempel ISO.

Innan modelleringen börjar bör följande bestämmas:

- Vilken funktionell enhet som ska användas.
- Systemets avgränsningar och vilka processer som ska inkluderas i modellen.
- Vilka miljöeffekter som undersöks
- Hur detaljerad studien är och noggrannheten på data.
- Ska platspecifika eller mer genomsnittliga data användas.

Vilken funktionell enhet som väljs är avgörande för vilket resultat man får. All slags miljöbelastning ska relateras till produktens funktion. Funktionen ska uttryckas kvantitativt. För exempelvis mjölk eller juice väljs lämpligen den funktionella enheten till liter förpackad dryck.

Vilka avgränsningar har modellen? Är den generell och gäller för ett stort geografiskt område eller endast för ett mindre område med särskilda egenskaper? Ska indata komma från olika delar i olika regioner eller lika delar i olika regioner? Infrastruktur och miljöns känslighet varierar mellan olika regioner.

Inventeringsanalys

Inventeringsanalysen (LCI) beskriver alla miljörelevanta mass- och energiflöden från vaggan till graven för systemet och utformas så att projektets syfte och mål uppfylls. Vanligtvis upprättas ett flödesschema där flöden från produktion, transport, användning och avfallshantering beskrivs. Sedan görs datainsamling från alla aktiviteter i systemet. Sist beräknas alla emissioner och använda resurser om till de valda funktionella enheter som får representera de studerade miljöeffekterna.

Bedömning av miljöpåverkan

Under miljöbedömningen eller Life Cycle Impact Assessment (LCIA) försöker man bedöma eller visa på hur stora miljöeffekterna blir som produkten ger upphov till. Syftet är att på ett lättöverskådligt sätt uttrycka miljöpåverkan samt att lättare kunna jämföra analysen med analyser från liknande produkter (Baumann m.fl., 2004).

2.3.2. Allokeringproblemet

Livscykelanalys fokuserar på en produkt men ofta är det så att flera produkter skapas under en och samma process. Detta ger upphov till allokeringproblemet, alltså hur utsläppsemissioner från en delad process ska fördelas mellan produkterna. I första hand fördelas utsläppen mellan de olika produkterna. Ofta är det svårt att göra en korrekt fördelning eftersom data ofta saknas eller så är det svårt att mäta. Istället kan problemet lösas genom en systemutvidgning. Miljöutsläppen från den studerade produkten fås genom införandet av kompletterande system för övriga produkter som skapas under samma process. De utsläpp som dessa produkter ger upphov till då de skapas separat subtraheras bort och kvar blir endast utsläppen som den studerade produkten orsakar (Baumann m.fl., 2004).

2.3.3. För- och nackdelar med livscykelanalyser

Fördelar med att en LCA betraktar en produkts fullständiga livscykel är att miljöproblem inte kan exporteras bort, bolagiseras bort eller flyttas. Nackdelar är att tyngdpunkten läggs på energiförbrukning, resursåtgång samt emissioner av olika ämnen medan plats och tid inte är med i analysen. Det medför att ingen hänsyn tas till områden som är extra känsliga för till exempel en viss förorening. Antal producerade enheter beaktas inte heller. Även om emissionerna från varje enskild produkt minskar till hälften kan den totala miljöbelastningen från produkten öka i fall efterfrågan ökar. Dessa skaleffekter missas i de flesta livscykelanalyser (Baumann m.fl., 2004).

2.4. SVERIGES MILJÖKVALITETSMÅL

Det finns 16 nationella miljö kvalitetsmål i Sverige. Målen beskriver den kvalitet och det tillstånd för Sveriges miljö, natur- och kulturreсурser som är ekologiskt hållbara på lång sikt. De är formulerade utefter den miljöpåverkan som naturen anses tåla och ligger till grund för det svenska miljöarbetet. Strävan är att år 2020 ska 15 av de 16 miljömålen vara nådda. Tidsperioden tills miljömålet ”Begränsad klimatpåverkan” uppnås är satt till 2050. För att klara miljömålen så krävs stort engagemang och stora förändringar i samhället, både nationellt och internationellt. De flesta av miljö kvalitetsmålen rör direkt eller indirekt avfallshanteringen i Sverige men även internationellt. I tabell 1 listas miljö kvalitetsmålen samt om de anses kunna nås inom tidsramen (Miljömålsportalen, [www](http://www.miljomalsportalen.se)).

Var fjärde år gör Miljömålsrådet en samlad utvärdering av miljö målsarbetet i Sverige. Den 31 mars 2008 släpptes den senaste rapporten. Sammanfattningsvis bedömer Miljömålsrådet att mer än hälften av miljö kvalitetsmålen är mycket svåra eller inte möjliga att nå inom tidsramen. Konsumtionsmönstren måste förändras. Mycket handlar om avfallshanteringen. Miljömålsrådet skriver att ”Kretsloppsprincipen är central, det som utvinns ur naturen behöver nyttjas igen och slutligt omhändertags resurseffektivt och utan att naturen skadas” (Naturvårdsverket, 2008).

Tabell 1. Sveriges miljökvalitetsmål

Miljökvalitetsmål	Prognos 2020. Uppnås målet?
Begränsad klimatpåverkan*	Nej
Frisk luft	Nej
Bara naturlig försurning	Nej
Giftfri miljö	Nej
Skyddande ozonskikt	Ja
Säker strålmiljö	Kanske
Ingen övergödning	Nej
Levande sjöar och vattendrag	Kanske
Grundvatten av god kvalitet	Kanske
Hav i balans samt levande kust och skärgård	Nej
Myllrande våtmarker	Kanske
Levande skogar	Nej
Ett rikt odlingslandskap	Kanske
Storslagen fjällmiljö	Kanske
God bebyggd miljö	Nej
Ett rikt växt- och djurliv	Nej

* miljömål 2050

2.5. DEFINITION AV AVFALL OCH HUSHÅLLSAVFALL

Det finns flera olika definitioner för vad som egentligen klassas som avfall. Miljöbalken 15 kap, § 1 definiering av avfall lyder: ”Med avfall avses varje föremål, ämnen eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med.”

Miljöbalken 15 kap, § 2 definierar hushållsavfall. ”Med hushållsavfall avses avfall som kommer från hushåll samt därmed jämförligt avfall från annan verksamhet”. Med ”därmed jämförligt avfall” menas sådant avfall som uppkommer som en direkt följd av att människor oavsett ändamål eller verksamhet uppehåller sig inom en lokal eller i en anläggning (Naturvårdverket, [www, a,e](http://www.naturvardsverket.se)).

2.6. PRODUCENTANSVAR

Producentansvaret är ett regelverk som har uppkommit för att skapa ett miljömässigt hållbart samhälle. Producentansvaret bygger på principen att den som förorenar ska betala för den miljöbelastning som den orsakar på grund av sin verksamhet. Producenterna är alltså skyldiga att ta hand om varorna även efter konsumenternas slutanvändning. Syftet är att det ska motivera producenterna att ta fram produkter som är mer resurssnåla, lättare att återvinna och inte innehåller miljöfarliga ämnen (Naturvårdsverket, [www, c](http://www.naturvardsverket.se)).

Idag finns det i Sverige ett lagstiftat producentansvar för fem produktgrupper. Dessa utgörs av förpackningar (metall, plast, glas, kartong), tidningar, däck, bilar, elektriska och elektroniska produkter (här ingår bl.a. glödlampor). Även vissa radioaktiva produkter samt strålkällor som blir radioaktivt avfall har producentansvar.

För att underlätta för enskilda producenter har olika servicebolag tillkommit. Producenterna betalar idag en viss avgift till servicebolagen. Kärnverksamheten för näringslivet servicebolag är att organisera och administrera insamling och återvinning av de olika varorna samt rapportera resultaten till kunder och berörda myndigheter. När det gäller förpackningar och returpapper har fem materialbolag bildats, ett för varje fraktion. De servicebolag som ansvarar för respektive produktgrupp är listade i tabell 2 (Stockholmsregionens avfallsråd, www).

Tabell 2. Produktgrupper där producentansvaret gäller

Produktgrupp	Servicebolag
Förpackningar	Plastkretsen Returkartong Metallkretsen Svensk GlasÅtervinning
Returpapper	Pressretur
Elektriska och elektroniska produkter	El-Kretsen
Däck	Svensk Däckåtervinning AB
Bilar	Bil Sweden

Den 26 september 2008 implementerades ett nytt direktiv gällande batterier inom EU, 2006/66/EG. En ny svensk förordning kommer att träda i kraft den 1 januari 2009. Den nya förordningen kommer bland annat innebära att producentansvar på alla slags batterier införs. Även strängare krav på märkning och lägre gränsvärden för tungmetallerna bly och kadmium införs med förordningen. Idag är det kommunerna som ansvarar för att batterierna samlas in och återvinns och finansieringen ingår i den vanliga sophämtningsavgiften (Naturvårdsverket, www, d).

2.7. RIKSSTATISTIK FÖR ÅTERVINNING

Under de senaste årtiondena har mängden hushållsavfall stadigt ökat i Sverige. Andelen hushållsavfall som går till återvinning har dock under senare år ökat betydligt mer än avfallsmängderna (figur 1). Idag uppnås flera av regeringens återvinningsmål. Tabell 3 visar 2007 års uppnådda återvinningsgrad och regeringens mål samt mängderna för olika material (Avfall Sverige, 2008).

Tabell 3. Återvinningsstatistik för 2007 samt regeringens återvinningsmål

Material	Mängd [ton]	Mängd [kg/invånare]	Återvinningsgrad [%]	Återvinningsmål [%]
Tidningar	474 000	51,6	85	75
Kontorspapper	164 000	17,9	61,5	
Pappersförpackningar	504 000	54,9	72,6	65
Metallförpackningar	35 300	3,8	67	70
Plastförpackningar	49 120	5,3	30,1*	70**
Glasförpackningar	171 100	18,6	95	70
Elektronikavfall	129 700	14,1	80	
Kylenheter	30 500	3,3	95	
Metall från hushållsavfall	180 000	19,6	95	
Totalt	1 737 720	189,2		

* 34,5 % energiutvanns – total återvinningsgrad 64,6 %

** Varav 30 % energiutnyttjande

Tabell 4 visar insamlade mängder hushållsavfall under 2007. Mängd hushållsavfall som behandlats 2007 är 4 717 380 ton alltså nästan 5 % mindre än som samlats in under samma tid. Det förklaras genom att hushållsavfall ofta lagras och därför inte alltid behandlas under samma år som det samlats in (Westin, pers.medd.).

Tabell 4. Statistik över hushållsavfall för Sverige 2007 (Avfall Sverige, FTI, EL-Kretsen)

Typ av avfall	Mängd [ton]	Mängd [kg/person]
Kärl- och säckavfall	2 211 900	241
Grovavfall	1 227 400	134
Förpackningar och tidningar	1 289 953	141
Farligt avfall	60 200	6,6
Elavfall	148 500	16,2
Totalt	4 937 953	539

2.8. BEHANDLING AV HUSHÅLLSAVFALL

2.8.1. Avfallshierarkin

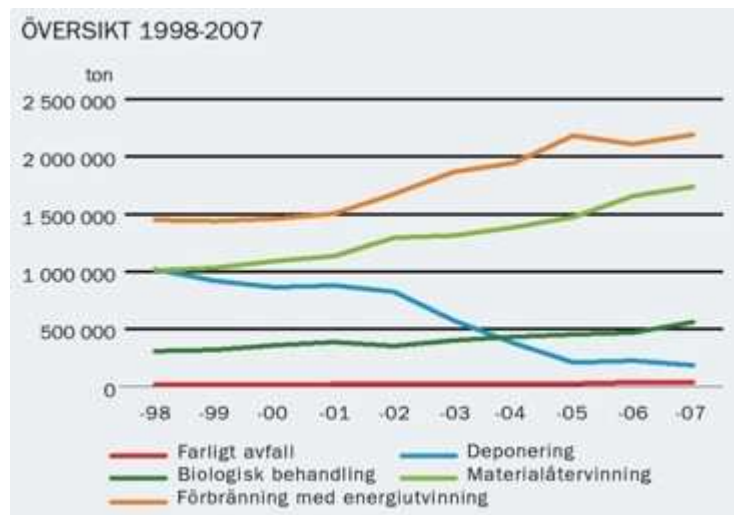
Avfallshierarkin anger hur vi inom EU ska förhålla oss till olika behandlingssätt av avfall. Behandlingen av avfall ska ske enligt följande prioritetsordning (Naturvårdsverket, www, b).

1. Förhindra att avfall uppstår
2. Återanvända
3. Återvinna
4. Energiutvinna
5. Deponera

I Sverige förbjuds idag deponering av utsorterat hushållsavfall enligt 9–10 §§ förordningen om deponering av avfall (2001:512).

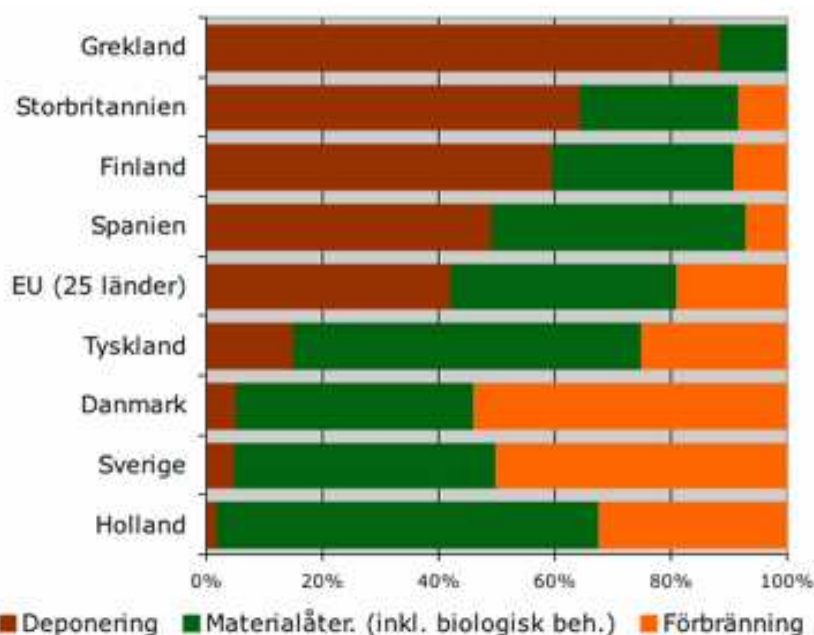
2.8.2. Sverige och EU

Mängden hushållsavfall som materialåtervinns, energiåtervinns och som behandlas biologiskt har under de senaste tio åren ökat kraftigt i Sverige. Samtidigt har mängden hushållsavfall som läggs på deponi minskat drastiskt (figur 1).



Figur 1. Fördelningen mellan olika behandlingsmetoder för hushållsavfall i Sverige från 1998 till 2007 (Avfall Sverige, 2008).

Sverige deponerar väldigt lite hushållsavfall i jämförelse med många andra EU-länder. År 2006 deponerades i Sverige i genomsnitt 25 kg avfall per invånare vilket kan jämföras med till exempel Storbritannien som deponerade 253 kg. I genomsnitt deponerades 206 kg avfall per invånare i EU under 2006 (figur 2). Efter Luxemburg och Danmark är Sverige det land som förbränner mest hushållsavfall per invånare. År 2006 så förbrände Sverige motsvarande 233 kg hushållsavfall per invånare (Eurostat, www).



Figur 2. Procentuell fördelning för behandling av hushållsavfall inom EU år 2005 (Avfall Sverige, www, a).

2.9. MODELLEN - WAMPS

ORWARE (Organic Waste Research) är ett verktyg för miljömässig analys av avfallshantering. Den är särskilt anpassad för kommunal avfallshantering men går även att använda för både mindre områden och för större regioner. Modellen kan användas för beräkning av material- och energiflöden, miljöeffekter och kostnader för olika avfallshanteringssystem i ett livscykelperspektiv. ORWARE som är MATLAB baserad arbetades fram i ett projekt där IVL, KTH, SLU och JTI deltog i under åren 1997 – 2004. Till en början skapades ORWARE för behandling av organiskt avfall men har sedan vidareutvecklats till att kunna hantera många olika avfallsfraktioner gällande oorganiskt avfall (Baky m.fl., 2003).

IVL Svenska Miljöinstitutet utvecklade ORWARE i syfte att få en mer generell modell som är lättare att förstå och mer simpel att använda. Resultatet är WAMPS (Waste Management Planning System) som är Excel-baserad. WAMPS styrka är att jämföra miljöeffekter och ekonomiska effekter för olika avfallshanteringsscenarier. WAMPS är alltså främst framtagen för jämförande LCA. Vanligtvis brukar de olika scenarierna jämföras med ett referensscenario som motsvarar den avfallshantering som den ser ut idag. Om bara ett system studeras så blir osäkerheten större (Stenmarck, 2005).

För att få ett lättöverskådligt resultat som är lätt att jämföra mellan olika scenarier och med andra systemanalyser presenterar WAMPS resultatet i form av fyra viktiga miljöpåverkanskategorier. Dessa är växthuseffekt, övergödning, försurning och fotooxidantbildning. Miljöpåverkanskategorierna är viktiga miljöproblem både i Sverige och internationellt. De ingår i många av de miljökvalitetsmål som regeringen har satt upp, dessutom är de relativt lätta att samla in bra data om. I andra livscykelanalyser är det vanligt med andra miljöpåverkanskategorier så som humantoxiska och eko-toxiska effekter och effekter på den biologiska mångfalden. Ju mer som tas med desto komplexare blir modellen. Dessa miljöeffekter är svåra att beräkna från lättillgänglig data samt kräver en stor mängd indata och har därför lämnats utanför modellen.

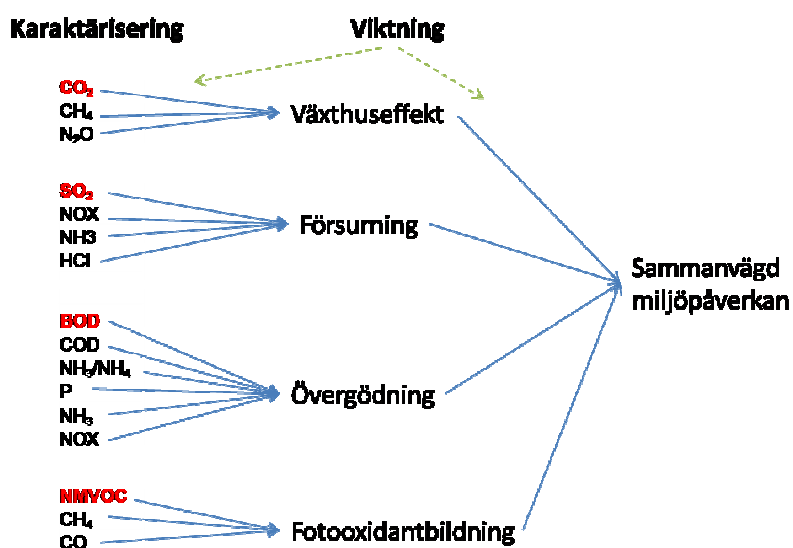
Systemanalysen i WAMPS är uppbyggd av flera olika modeller och funktionella enheter. Den funktionella enhet som är basen i den här studien är mängden producerat hushållsavfall i en viss kommun. Exempel på andra funktionella enheter i WAMPS är behandlad mängd avfall, fjärrvärme, drivmedel, näringsämnen i rötrest och kompost, olika material och elektricitet (Sundqvist 2002).

De i WAMPS inventerade emissionerna som kan hänföras till respektive miljöeffekt är listade i tabell 5. För att inte modellen ska bli för omfattande har flera avgränsningar gjorts i WAMPS. Endast de viktigaste emissionerna för respektive miljöeffekt har tagits med i modellen. De olika emissionerna inom varje miljöpåverkanskategori viktas mot varandra så att en förening får representera alla övriga föreningar som bidrar till miljöeffekten. För till exempel växthuseffekten är alla bidragande emissioner översatta till CO₂- ekvivalenter (tabell 5).

Tabell 5: Karaktärisering och viktning av olika emissioner i WAMPS

Övergödning		Försurning		Växthuseffekt		Fotooxidantbildning	
BOD	1	SO ₂	1	CO ₂	1	NMVOC	1
COD	1	NO _x	0,7	CH ₄	21	CH ₄	0,006
NH ₃ /NH ₄	16	NH ₃	1,88	N ₂ O	310	CO	0,027
P	140	HCl	0,88				
NO _x	6						

Slutligen görs en sammanlagd miljöpåverkan (figur 3). Den sammanlagda miljöpåverkan beräknas inte i WAMPS utan den viktningen får användaren själv göra. Vilken av de fyra miljöeffekterna som är viktigast beror ofta på miljöns känslighet i det studerade området. Om en studerad kommun ligger i ett försurningskänsligt område med svårvittrat urberg väger försurningseffekten ofta tyngre än för en kommun som ligger på kalkrik berggrund med hög motståndskraft mot försurning.



Figur 3. De olika stegen karaktärisering, viktning och sammanvägd miljöpåverkan i en livscykelanalys (Carlström, 2006).

2.9.1. Kompletterande system i WAMPS

WAMPS innehåller ett system för behandling av avfall och ett flertal kompletterande system. Beroende på vilken behandlingsmetod som väljs producerar avfallsbehandlingssystemet olika produkter utöver att det blir kvitt avfallet. När dessa produkter produceras från avfall så undviks emissioner som annars skulle ha uppstått om dessa produkter skulle ha producerats på ett alternativt sätt. I WAMPS har man utgått ifrån att det alternativa sättet att producera produkten är från jungfruliga råvaror. För många av de produkter som kan uppstå vid olika behandlingsmetoder så finns det alltså i WAMPS alternativa eller kompletterande system som beräknar de emissioner som undviks genom energi- eller materialåtervinning från avfallet.

Nettoemissionerna beräknas enligt:

$$E_{netto} = E_{avfall} - E_{alt}$$

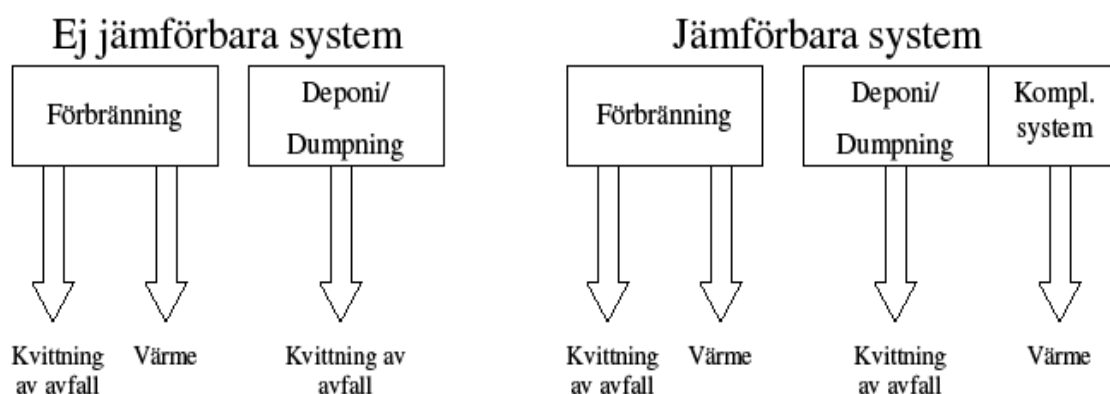
E_{netto} = Nettoemission (ton/år)

E_{avfall} = Uppkomna emissioner från en avfallsprocess vid produktion av en viss mängd produkt

E_{alt} = Uppkomna emissioner från en alternativ jungfrulig process i ett kompletterande system för att producera samma mängd produkt

Om nettoemissionen blir negativ så betyder det att avfallsåtervinningen ger upphov till lägre emissioner eller energikonsumtion än en alternativ jungfrulig produktion (Stenmarck, 2005).

Ett exempel på ett allokeringssystem som har lösts genom systemutvidgning och införandet av ett kompletterande system i WAMPS är förbränningsprocessen. Förbränningen har två funktioner, dels är den ett sätt att bli av med avfallet dels skapar den värme. Värmen används som fjärrvärme för uppvärmning av städer. Utsläppen för att bli av med avfallet motsvarar de utsläpp som förbränningen orsakar subtraherat med de utsläpp som skulle uppkomma vid en alternativ produktion av samma mängd värme som förbränningen ger (Baumann m.fl., 2004). På så vis blir de båda systemen jämförbara (figur 4).



Figur 4. Systemutvidgning med ett kompletterande system gör de båda systemen jämförbara.

Vilka de övriga modellerna är och vad som ingår i respektive modell visas i bilaga 3.

2.9.2. Användning

WAMPS är utvecklad för att vara en enkel modell att använda och förstå. Modellen är uppbyggd på ett sådant sätt att endast Excel-bladen där platsspecifik data ska matas in samt de blad som visar resultaten är synliga för användaren. Övriga blad är dolda och ett lösenord krävs för att kunna utföra ändringar i beräkningsbladen. De synliga bladen är uppdelade i sju olika steg. Dessa steg är:

1. Indata om total avfallsmängd och avfallets sammansättning för respektive scenario.
2. Indata om hur stor andel av respektive avfallsfraktion som källsorteras för de olika scenarierna.
3. Behandlingsmetod som används för det organiska avfallet samt för restavfallet. Restavfallet är det avfall som finns kvar efter källsorteringen. Ersättningsenergin anges. Den är den energi som ersätter den utvunna energin från avfallsförbränning och/eller rötning.
4. Indata angående kostnader för insamling, transporter och behandling anges.
5. Indata för hur insamlingen går till för respektive avfallsfraktion. Antalet abonnenter samt människor inom studerat område matas in.
6. Indata för transport av insamlat avfall till olika behandlingsanläggningar.
7. Resultat – Miljöeffekter och ekonomi.

Arbetsgången för WAMPS börjar med att indata till modellen samlas in. Sedan sätts de olika scenarierna upp. Sist sker tolkning av resultat (Stenmarck, 2005).

2.9.3. Förbränningsdirektivet

Förbränningsmodellen i WAMPS bygger på förbränningsdirektivet. Det innebär att emissionshalterna från avfallsförbränningen i WAMPS motsvarar kraven på de gränsvärden som finns i förbränningsdirektivet. Sundqvist menar att svenska förbränningsanläggningar idag har betydligt bättre rening än dessa krav av vissa föreningar så som partiklar, NO_x och HCl (Sundqvist, pers.medd.).

3. METOD

Sex kommuner som var tänkta att analyseras i WAMPS valdes ut. För att sedan kartlägga hur avfallshanteringen i de valda kommunerna ser ut idag samlades data in rörande bland annat avfallsets sammansättning, avfallsmängder, återvinning, transporter samt vilka behandlingsmetoder som används för respektive kommuns hushållsavfall. När dagens avfallshantering var känd skapades ett antal scenarier med förändrad avfallshantering.

3.1. URVAL AV KOMMUNER

De kommuner som data till modellen skulle samlas in ifrån valdes efter några kriterier. Att erhålla ett så generellt resultat som möjligt var ett av kriterierna för studien. Det vill säga att studien kan vara till användning för att kunna prediktera avfallshanteringen i så många andra ö- och glesbygdskommuner som möjligt.

Några andra kriterier vid valet av kommuner var:

- Att erhålla geografisk spridning
- Olika antal kommuninvånare
- Att data är lättillgängligt
- Att data är tidskompatibla
- Att extremdata undviks
- Osäkerheten i data bör vara låg

Både glesbygdskommuner och ökommuner skiljer sig ofta mycket inbördes åt. Ju fler kommuner som data hämtas ifrån desto säkrare blir resultatet. I detta projekt kunde bara ett fåtal kommuner betraktas från respektive grupp. Sex kommuner ansågs inledningsvis rimligt att samla in data ifrån samt analysera i WAMPS inom ramen för detta examensarbete.

3.2. DATAINSAMLING

Datainsamlingen stod för den tidsmässigt största delen av examensarbetet. Först samlades data in rörande invånareantal och geografiskt läge för Sveriges alla ö- och glesbygdskommuner. För ökommunerna insamlades också information om antalet bebodda öar, antalet folkbokförda personer per ö och andelen invånare i kommunen som är folkbokförda på öar. Med öar menas öar utan fast landförbindelse. Sedan valdes sex kommuner enligt ovanstående kriterier ut som skulle analyseras i WAMPS. Data rörande hushållsavfallsets sammansättning, avfallsmängder, återvinning, transporter samt vilka behandlingsmetoder som används samlades inledningsvis in för alla sex kommunerna. Det visade sig att det var mycket tidskrävande och svårt så beslut togs att endast två glesbygdskommuner skulle studeras vidare i WAMPS. I bilaga 2 visas den indata som inhämtats till WAMPS för att kunna beräkna uppkomna miljöeffekter i glesbygdskommunerna.

När det gäller avfallshanteringen på öar har en nulägesbeskrivning gjorts. Den beskriver hur avfallshanteringen på öarna ser ut idag. Information om de båtar som hämtar hushållsavfall på

öarna, hur ofta den hämtar och hur avfallet på öarna samlas in har beskrivits för de tre ökommunerna.

För att kunna bygga ut WAMPS rörande båttransporter i skärgården har data om båtar som idag hämtar hushållsavfall i skärgården inhämtats. Produktblad som beskriver olika båtmotorer har studerats och kontakter med båtleverantörer har tagits för att kunna beräkna utsläppsemissionerna för nya sopbåtar.

3.3. VAL AV SCENARIER

När all indata samlats in och dagens avfallshantering beskrivits skapades alternativa avfallshanteringsscenarier i diskussion med handledaren. De alternativa scenarierna skapades efter hur avfallshanteringen ser ut idag och de flesta beskriver en möjlig alternativ avfallshantering för respektive kommun.

Trots att deponering av kärll- och säckavfall är förbjudet idag enligt 9–10 §§ förordningen om deponering av avfall (2001:512) har ett deponeringsscenario valts. Grontmijs rapport till Avfall Sverige ska innehålla förslag till förändrad avfallshantering i glesbygd och öar, även förslag som innebär lagändring eller dispenser är av intresse.

3.4. UTVÄRDERING AV MILJÖPÅVERKAN I WAMPS

WAMPS beräknar avfallsscenariernas bidrag till miljöpåverkanskategorier. Presentation av resultatet har gjorts i form av tabeller och diagram. Diagrammen visar dels totala nettoemissionerna, dels hur emissionerna från de enskilda källorna bidrar till respektive miljöpåverkanskategori.

3.4.1. Känslighetsanalys

För att testa hur stor inverkan olika parametrar har på resultatet har en känslighetsanalys utförts. Resultatet av känslighetsanalysen visar vilka parametrar som är viktiga att ha bra och noggrann data om och vilka som är mindre viktiga där mer generell data kan användas.

Känslighetsanalysen går ut på att en parameter eller en kategori av parametrar varieras åt gången medan allt annat hålls konstant. Sju olika scenarier har skapats där viktiga parametrar för denna studie samt parametrar som i tidigare studier visats ha stor betydelse för resultatet har varierats.

Det som varierats är:

- Avstånden för insamling av säck- och kärllavfallet fördubblas
- Avstånden för insamling av säck- och kärllavfallet blir tio gånger längre
- Alla avstånd för insamling och transporter fördubblas
- Ersättningsenergi för el-framställning byts från kol till svensk elmix
- Ersättningsenergi för fjärrvärmeframställning byts från biobränsle till olja
- Emissioner från förbränningsdirektivet ersätts mot uppmätta emissioner
- Uppkommen kompostmull antas inte alls ersätta handelsgödsel

Eftersom förbränningsmodellen i WAMPS bygger på gränsvärden från förbränningsdirektivet och Sundqvist menar att svenska förbränningsanläggningar idag har betydligt bättre rening så har det testats. För att undersöka om WAMPS överskattar utsläppen från avfallsförbränningen har nationell utsläppsdata från Avfall Sverige jämförts med utsläppsdata från WAMPS. Det finns idag siffror på hur mycket avfall som förbränns i svenska förbränningsanläggningar samt totala mängden utsläpp till luft från dessa förbränningsanläggningar. Den totala mängden avfall som förbrändes 2007 har matats in i WAMPS och utsläppen från förbränningen har jämförts med de utsläpp som Avfall Sverige presenterat för 2007.

4. RESULTAT

4.1. UTVALDA KOMMUNER

Valda ö- och glesbygdskommuner visas i tabell 6 och tabell 7. Flera av dessa kommuner har fler öar med permanentboende än vad som syns i tabellen. De öar som trafikerar av vägverkets färjor har uteslutits eftersom avfallshanteringen på dessa öar fungerar som på fastlandet.

Tabell 6. Valda ökommuner

Län	Kommun	Antal invånare	Antal öar	Antal permanentboende personer på öarna	Andel öbor i kommunen
Norrbottn	Piteå	40 961	9	27	0,066 %
Östergötland	Norrköping	126 680	5	39	0,031 %
Stockholm	Österåker	38 286	23	264*	0,690 %

*Kommunen valdes i tro att 693 personer bor på öar

Tabell 7. Valda glesbygdskommuner och tätortsnära landsbygdskommun

Län	Kommun	Antal invånare	Typ av kommun
Norrbottn	Arjeplog	3 089	Glesbygdskommun
Dalarna	Älvdalen	7 362	Glesbygdskommun
Östergötland	Finspång	20 703	Tätortsnära landsbygdskommun

4.1.1. Statistik för de utvalda kommunerna

I de kommuner som studeras sköter Förpacknings och Tidningsinsamlingen (FTI AB) insamlingen av förpackningar och tidningar från återvinningsstationerna till olika behandlingsanläggningar. Återvinningsstatistik för förpackningar och tidningar visas i tabell 8. Värt att notera är att samtliga kommuner återvinna mindre än nationella riksgenomsnittet. Kommuner med stor andel turister borde annars återvinna större mängder än genomsnittet. Förpackningar av papper återvinns i betydligt lägre omfattning i de utvalda kommunerna än riksgenomsnittet. Vad det beror på är okänt men det kan tänkas att invånare i ö- och glesbygdskommuner i större utsträckning eldar upp sina pappersförpackningar i öppen spis än övriga Sverige. Mest troligt är dock att de nationella mängderna även inkluderar pappersförpackningar från verksamhetsavfall eller någon annan fraktion. I vissa fall bygger kommunernas insamlingsresultat delvis på statistik över områden som kan bestå av flera kommuner. Insamlingsresultaten har i dessa fall fördelats mellan berörda kommuner i förhållande till antalet invånare (FTI, www, a).

Tabell 8. Återvinningsstatistik för förpackningar och tidningar 2007 i kilogram per fastboende och år

Kommun	Glas	Papper	Metall	Plast	Tidningar	Totalt per inv.	Totalmängd [ton/år]
Norrköping	17,5	11,1	0,9	1,4	38,4	69,4	8787
Piteå	14,8	14,4	2,6	3,7	47,5	83,0	3399
Österåker	18,5	12,6	1,0	1,5	77,5	111,1	4253
Arjeplog	21,7	20,5	2,1	5,7	37,0	87,1	270
Älvdalen	26,9	19,2	3,0	4,9	50,8	104,8	772
Finspång	28,1	19,1	0,9	2,3	41,9	92,4	1894
<i>Nationellt</i>	<i>18,6</i>	<i>54,9</i>	<i>3,8</i>	<i>5,3</i>	<i>51,6</i>	<i>134,2</i>	<i>1 231658</i>

Antal insamlingsställen för respektive kommun och fraktion har hämtats från FTI:s hemsida över återvinningsstationer (ÅVS) och återvinningscentraler (ÅVC) (tabell 9). Den 1 november 2008 infördes nya rutiner för insamling av mjukplast. Mjukplast ska nu också samlas in och sorteras ut tillsammans med hårdplasten. Före den 1 november sorterades inte någon mjukplast ut i någon av de sex kommunerna utan mjukplasten förbrändes tillsammans med den brännbara fraktionen (FTI, www, b). Följderna blir att plastcontainrarna på återvinningsstationer måste tömmas oftare samtidigt som andelen kärll- och säckavfall minskar uppemot 7 % (bilaga 1).

Tabell 9. Antal ställen där allmänheten kan lämna in sitt hushållsavfall till återvinning

Kommun	Antal ÅVC	Antal ÅVS	Lämna Hårdplast*	Lämna Metall	Lämna Glas	Lämna Kartong	Lämna Tidningar
Piteå	1	30	30	30	30	30	29
Norrköping	5	36	23	23	36	23	22
Österåker	1	15	14	14	15	14	14
Arjeplog	1	7	5	6	7	7	6
Älvdalen	3	11	11	10	11	11	11
Finspång	1	17	17	17	17	17	17

* Efter den 1 november 2008 så ska mjukplast samlas in tillsammans med hårdplast

Tabell 10 visar hushållsavfallet uppdelat i fem olika avfallströmmar samt totalmängden hushållsavfall för respektive kommun. Vilken avfallström som hushållsavfallet tillhör beror dels på vad det är för slags avfall och hur och vem som samlar in det. Värt att notera är att invånarna i Arjeplog genererar mer hushållsavfall per invånare än övriga kommuner. En förklaring är att andelen fritidsboende i Arjeplog är stor (tabell 11).

Tabell 10. Totalmängd hushållsavfall samt de olika avfallsströmmarna i kilogram per fastboende och år

Avfallsström	Piteå	Österåker	Norrköping	Arjeplog	Finspång	Älvdalen
Kärl - och säckavfall	191	246	182	388	205	248
Grovavfall		145	186	324	81	107
Förpackningar, tidningar	83	111	69	87	78	143
Elavfall	20	19	19	17	10	20
Farligt avfall		7	6	17	2	10
Totalmängd [ton]	-	15 537	58 582	2 574	7 775	3 888

- Data saknas

*Korrigerat efter telefonsamtal med kommunen.

I glesbygd men framförallt på öar står ofta fritidsboenden för en stor del av hushållsavfallet, särskilt under vissa perioder under året. I förhållande till folkmängd så finns det väldigt många fritidshus i både Älvdalen och Arjeplog. För ökommunerna kan man tänka sig att antal fritidshus på öar är betydligt fler per åretruntboende än i övriga delar av kommunen. Antal fritidshus för respektive kommun visas i tabell 11.

Tabell 11. Antal fritidshus (Avfall web)

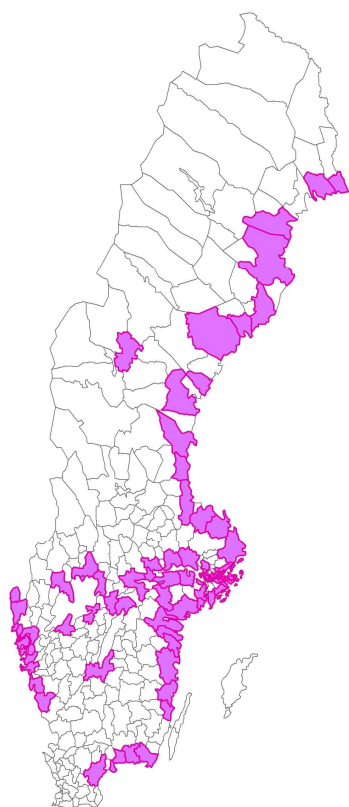
Kommun	Antal fritidshus	Fritidshus / inv.
Piteå	3 524	8,6 %
Norrköping	4 200	3,3 %
Österåker	6 488	16,9 %
Arjeplog	955	30,9 %
Älvdalen	4 074	55,3 %
Finspång	1 774	8,6 %

4.2. AVFALLSHANTERING I ÖKOMMUNER

Sverige har 75 kommuner i 19 län med permanent bofasta på öar som saknar fast landförbindelse. Flera av de lite större öarna trafikeras av vägverkets bilfärjor. 71 ökommuner har personer folkbokförda på öar som saknar vägverkets bilfärjor. Gotlands kommun skiljer sig mycket från andra ökommuner och har exkluderats. Totalt är det drygt 31 000 personer varav nästan 18 000 saknar färjeförbindelse med fastlandet. För de flesta kommunerna är det bara en liten del av befolkningen som bor på någon av kommunens öar. Åtta kommuner som saknar vägverkets färjeförbindelse har mer än 1 % av sin befolkning permanent bosatta på öar.

Öckerö kommun är den kommun som har flest öbor, där bor hela 97,8 % eller nästan 12 000 personer på öar och 38,7 % saknar färjeförbindelse med fastlandet. Värmdö kommun har flest öar med permanent boende personer. 92 öar med året-runt-boende som saknar färjeförbindelse till fastlandet. Figur 5 visar de kommuner som har folkbokförda öbor i Sverige.

Antalet personer som bor på öar varierar kraftigt under året. Då fritidsboende och sommarboende också tas med kommer antalet personer på många öar att öka kraftigt, särskilt under sommarmånaderna.



Figur 5. Kommuner med folkbokförd befolkning på öar.

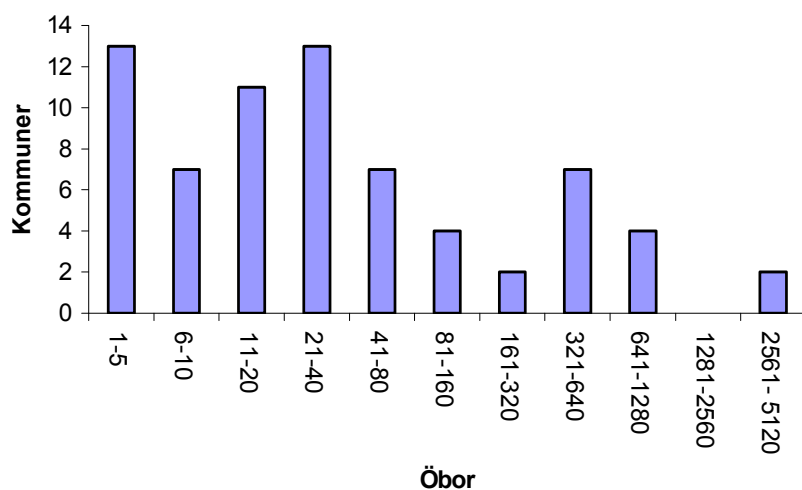
Det är mycket stor skillnad mellan olika ökommuner. En hypotetisk ”medelökommun” och ”medianökommun” har beräknats och visas i tabell 12. Figur 6 visar att de flesta ökommunerna har ganska få personer som är folkbokförda på öar inom kommunen och figur 7 visar att det vanligaste är att en ökommun bara har en eller två öar med folkbokförda

personer. Informationen om antalet folkbokförda öbor kommer från Glesbygdsverket och är från 2002. Färskare siffror lämnades inte ut på grund av integritetsskäl (Glesbygdsverket, www, b).

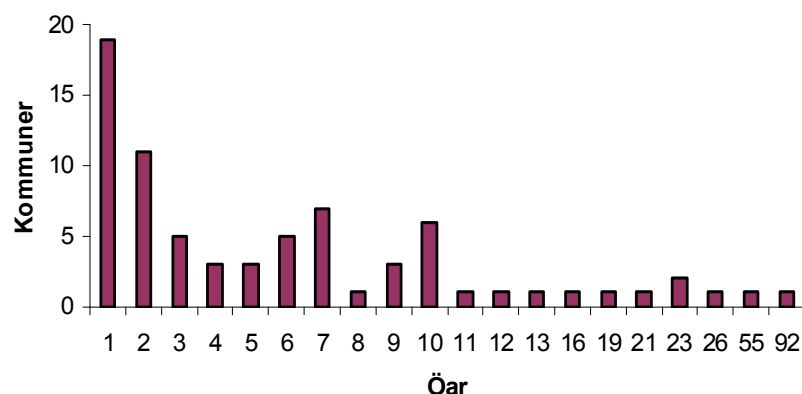
Tabell 12. En hypotetisk medelökommun respektive medianökommun i Sverige

	Medelvärden	Medianvärden
Antal invånare i kommunen	58 000	32 000
Antal öar*	7,5	3,0
Antal permanent boende öbor	423	32
Andelen permanent boende öbor i kommunen	0,73 %	0,10 %
Öar som saknar färjeförbindelse	7,1	3,0
Antal öbor som saknar färjeförbindelse	240	22
Andel kommuninvånare som är öbor som saknar färjeförbindelse	0,42 %	0,07 %

* Öar utan fast landförbindelse med permanentboende



Figur 6. Antal kommuner med ett visst antal folkbokförd befolkning.



Figur 7. Fördelningen av bebodda öar hos kommunerna.

Att antal personer som bor på öar ofta varierar kraftigt under året gör att det är svårt och komplicerat att lösa transport- och avfallsfrågor på öarna. Sveriges ökommuner har stor geografisk spridning och infrastrukturens utbyggnad varierar kraftigt beroende på var man bor i Sverige. Olika faktorer som har betydelse för vilken avfallshantering som är lämpligast på en viss ö är avstånd till fastlandet och andra öar, öns storlek, befolkningstäthet, antal personer, infrastruktur och avstånd till olika behandlingsanläggningar.

4.2.1. Avfallshämtning på öarna i de utvalda ökommunerna

Österåkers kommun

Det är fyra olika entreprenörer som sköter avfallshämtningen i Österåkers skärgård; Ljusterö transport, Sonnys Skärgårdsland AB, Lasse Westling och Tommy Roxell.

Hämtningen av hushållsavfall på Ljusterö sköts av Ljusterö transport. Ingen särskild sopbåt hämtar hushållsavfall på Ljusterö utan en vägverketfärja som rymmer en sopbil går regelbundet mellan Ljusterö och fastlandet vilket är orsaken till att avfallshanteringen på Ljusterö inte studeras närmare (Karlsson, pers.medd.). De tre övriga entreprenörerna är:

Sonnys Skärgårdsland AB

Sonnys Skärgårdsland AB hämtar hushållsavfall från de lite större öarna som har bra kajplats. På vissa öar sker fastighetsnära insamling. Då samlar de in hushållsavfallet med fyrhjulingar. På andra öar får öborna själva lämna sitt hushållsavfall i containrar som finns vid kajen. Vanligtvis brukar de kunna samköra avfallshämtningen med olika andra transportuppdrag. Ofta rör det sig om hämta eller lämna containrar med byggnadsmaterial och byggavfall. Båten som används är en före detta bilfärja på 28 x 8 meter utrustad med en kraftfull kran. Marschfarten är 10 knop och vikten utan last 22 ton. Motorn är tillverkad 2003 och kommer från Scania och är en diesel på 410 hästkrafter. Under blandad körning så drar den ungefär 40 liter per timme eller 2,2 liter per kilometer. De veckor som det är hämtning av hushållsavfall brukar körtiden vara ungefär 30 timmar per vecka. Mängden hushållsavfall varierar kraftigt under året. Efter en tid med vackert väder brukar avfallsmängderna öka men i genomsnitt brukar lasten vara tio till femton ton per tur. Hämtningsfrekvensen av hushållsavfall sker enligt tabell 13 (Johansson, pers.medd.).

Tabell 13. Frekvensschema för hämtning av hushållsavfall

Vecka	Hämtning sker
17 – 25	Varannan vecka
25 – 33	Varje vecka
33 – 37	Varannan vecka
37 – 45	Var fjärde vecka
46 – 16	Tillsynstömningar (0 – 2 st)*

* Vintercontainrar ställs ut för de permanentboende att slänga sitt brännbara hushållsavfall i. Beroende på om eller när isen lägger sig så sker tömning av dessa vintercontainrar från ingen gång till två gånger under perioden.

Totalt antal hämtningar per år blir 30 – 32 beroende på om eller när isen lägger sig och hindrar båten att ta sig ut till öarna. Beroende på vattenstånd och väderlek så går det inte att lägga till vid alla öar och ibland får man hitta alternativa platser. Det gör att både bränsleförbrukning, körtid och last kan variera mellan gångarna.

Lasse Westling

Lasse Westling sköter hämtningen av hushållsavfall på Ingmarsö, Brottö samt från mindre öar däromkring. Han är själv bofast på Ingmarsö. Från de minsta öarna hämtar han endast hushållsavfall från brygga men på de öar som är lite större så sker fastighetsnära insamling av säck- och kärllavfallet med fyrhjuling. Den båt han använder är en lastbåt med två fyrtaktsmotorer på vardera 50 hästkrafter av fabrikatet Honda. Båten drar 0,45 liter per kilometer eller cirka 30 liter per timme vid förflyttning, men under en stor del av

insamlingstiden går båten på tomgångskörning. Maxlasten är 1,5 ton. Antal abonnenter är 380, varav 280 är fritidsabonnenter. Hushållsavfallet hämtas var 14:e dag hos permanent boende och 16 gånger per år hos fritidsboende. Den totala körsträckan med fyrhjulingen blir tre till fyra mil per insamlingsrunda. Avståndet mellan hushållen varierar kraftigt från ett par meter till ungefär 1 kilometer som längst. Det genomsnittliga avståndet mellan hushållen är mellan 160 och 300 meter beroende på säsong. Avlastning sker i containrar på Ingmarsö. Containrarna töms av Sonnys Skärgårdsland AB (Westling, pers.medd.).

Tommy Roxell

Ett flertal försök har gjorts att försöka nå Tommy Roxell men utan resultat. Viss information har dock erhållits från Ragn-Sells som är den entreprenör som anlitat Tommy Roxell. Roxell hämtar hushållsavfall från de lite mindre öarna där kajplats saknas. Han har en mindre båt som lättare kan lägga till. Ingen fastighetsnära insamling av hushållsavfall på öarna sker. De som bor på öar får själva lämna avfallet vid bryggan (Karlsson, pers.medd.).

Norrköpings kommun

Ann Stenbäck är den entreprenör som hämtar hushållsavfall i Norrköpings skärgård. Hon har två båtar, en sommarbåt och en vinterbåt. Sommarbåten är en öppen Snipa med 26 hästkrafter från 2001. Bränsleförbrukningen är ungefär 1 liter per timme och maxfarten ungefär sex knop. Den kan lasta hushållsavfall från ca 30 hushåll innan den måste åka tillbaka och tömma. All hämtning sker från brygga. Sommartid är det 170 abonnenter och vintertid ungefär 20 abonnenter. Hämtning av hushållsavfall sker var 14:e dag året runt. Under sommaren tar hämtningen av hushållsavfall 18 timmar och på vintern drygt fem timmar. Det körs tio sommarterurer per år. Vinterbåten är en gammal fiskebåt med 38 hästkrafter, motor är från 2003. Den går lite snabbare och drar ungefär två liter per timme.

Varje vecka sker hämtning av avfall från en kursgård samt under sommarhalvåret även från en hamn. De veckor då bara avfall från kursgården och hamnen hämtas tar hämtningen två timmar. (Stenbäck, pers.medd.)

Piteå kommun

I Piteå sker ingen hämtning av hushållsavfall i skärgården. De som bor eller vistas på öar får själva ta i land sitt hushållsavfall och lämna in det till ett antal mottagningsplatser (Lundholm, pers.medd.).

4.2.2. Underlag för modellering av avfallshämtning i WAMPS

När det gäller hämtning av hushållsavfall på öar så finns det idag ingen färdig modell i WAMPS. En ganska stor del av examensarbetet har därför varit att försöka hitta en delmodell som kan beräkna miljöbelastningen som uppstår på grund av att hushållsavfall hämtas med båt och fyrhjulingar i skärgården.

Avfallshanteringen i skärgården är ofta väldigt komplex. Den skiljer sig dessutom mycket åt både inom och mellan olika kommuner. Bara i Österåkers kommun är det tre olika entreprenörer som sköter hämtningen av hushållsavfall i skärgården. De är verksamma inom olika delar och de använder båtar med helt skilda motorer och egenskaper. Flera aktörer hämtar inte bara hushållsavfall i skärgården utan utför även andra uppdrag vilket skapar problem med hur emissionerna och miljöbelastningen ska fördelas mellan uppdragen. Det gör

det hela väldigt komplicerat och tidskrävande att få tag på all data som behövs för att kunna upprätta en modell som beskriver verkligheten.

Data har tagits fram som kan användas vid utförande av en livscykelanalys för två modellöar där avfallshämtningen sker med två typer av sopbåtar och där insamlingen på den största ön sker med fyrhjuling. De två modellöarna valdes ut så att de skulle motsvara två vanligt förekommande öar i de studerade kommunerna.

Båttransporter

Anders Wissler som är byrådirektör på Sjöfartsverket menar att sopbåtar ofta skiljer sig mycket åt men att de flesta av de båtar som hämtar avfall i skärgården är ganska kraftfulla lite mindre båtar med cirka 200 till 350 hästkrafter (Wissler, pers.medd.).

För att beräkna utsläppsemissionerna från sopbåtarna inhämtades först utsläppsdata från Volvo Penta på vanligt förekommande motorer i svenska sopbåtar (tabell 14). På västkusten finns idag flera sopbåtar av märket Brandskär, som använder just Volvo Pentas motorer. Information om maxlast, bränsleförbrukning och hastighet vid 3000 varv per minut uppskattades av tillverkningsingenjör Jan Johansson på Brandskär. 3000 varv per minut ansågs vara ett normalt medelvarvtal på Brandskärs sopbåtar.

En D3 motor på 118 kW från Volvo Penta bör inte lastas med mer än 500 kg, om inte avstånden är väldigt korta. Vid en last på 500 kg och ett varvtal på cirka 3000 varv per minut så ger den ungefär farten 37 kilometer per timme och förbrukar cirka 0,81 liter per kilometer. Vidare får en båt med en D6 motor på 243 kW från Volvo Penta och en last på 2 000 kg ungefär hastigheten 52 kilometer per timme vid 3 000 varv per minut. Den förbrukar då cirka 0,92 liter per kilometer (Johansson, pers.medd.).

Tabell 14. Ungefärliga emissioner från nya båtmotorer från Volvo Penta

Utsläpp av	Enhet	100 kW	175 kW	250kW	475kW
CO	g/kWh	1,75	0,85	0,7	1,4
HC	g/kWh	0,35	0,27	0,2	0,25
NOx	g/kWh	5,6	6,0	6,3	7,6
PM	g/kWh	0,15	0,1	0,1	-

Bränsleförbrukningen kan också erhållas från Volvo Pentas produktblad för deras D3 respektive D6 motor (Volvo Penta). En jämförelse av bränsleförbrukningen från Brandskär respektive produktbladen från Volvo Penta vid ett normalt varvtal på 3000 varv per minut visas i tabell 15. Anmärkningsvärt är att bränsleförbrukningen för D3 motorn nästan är 50 % mindre i produktbladet än vad Johansson på Brandskär uppskattar. En anledning kan vara att D3 motorn ofta körs lite hårdare än 3000 varv per minut. Vid 3800 varv per minut så drar D3 motorn faktiskt 30 liter per timme vilket kanske är ett mer vanligt varvtal för den motorn på en sopbåt.

Tabell 15. Jämförelse av bränsleförbrukning vid 3000 varv/minut

	D3 motor [L/h]	D6 motor [L/h]
Volvo Penta	15	30
Brandskär	44	48

Fyrhjulingar

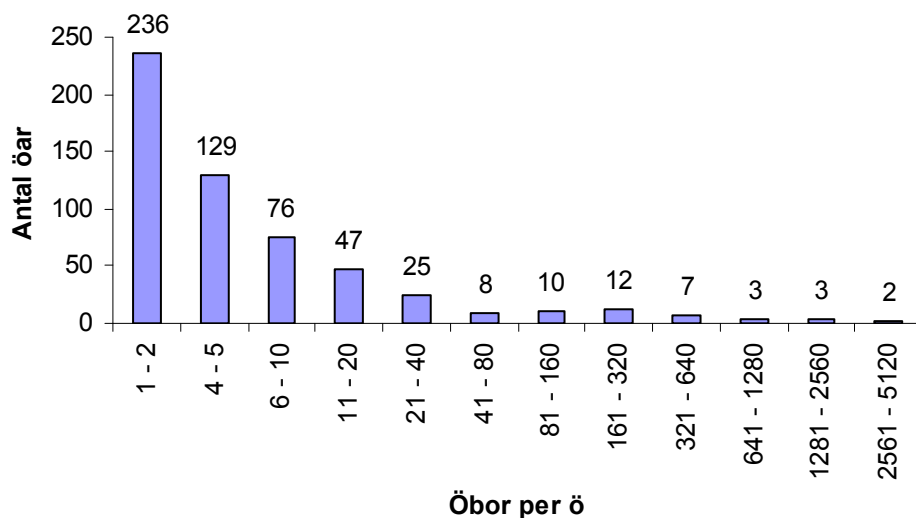
För fyrhjulingar gäller utsläppskravet att dessa minst ska uppfylla kriterierna för Miljöklass 2005PM som trädde i kraft den 1 juli 2006 (msr, www). Emissionshalter för Miljöklass 2005PM visas i tabell 16.

Tabell 16. Utsläppskrav för Miljöklass 2005PM (Vägverket, www)

Miljöklass 2005PM	CO [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO _x [g/km]	Partiklar [g/km]
Max 2 500 kg i totalvikt	0,5	0,25	0,3	0,005

Modellöar

I figur 8 visas statistik över antalet öar utan fast landförbindelse eller bilfärja med en viss folkbokförd befolkning. Det vanligaste är att det bara är ett fåtal folkbokförda personer per ö. På drygt 40 % av alla öar bor endast en eller två personer och på nästan två tredjedelar av alla öar bor det mindre än sex personer. Statistiken kommer från Glesbygdsverket och är från 2002.



Figur 8. Antalet bebodda öar med ett visst antal folkbokförda personer på respektive ö.

Vid skapandet av de två modellöarna utgicks från några kriterier:

- Öarna skulle vara vanligt förekommande
- Att det finns utsläppsemissionsdata på motorerna som sitter på de båtar som hämtar hushållsavfall på öarna
- Genom att ta multiplar av modellöarna skulle de tillsammans kunna representera många olika ökommuner
- Att sopbåtarna har lastkapacitet att hämta hushållsavfall en gång i veckan

Antalet fritidsboende på öarna antogs vara tio gånger fler än antalet folkbokförda invånare. Antagandet är grovt men bygger på hur det ser ut idag i de tre studerade ökommunerna. Medelavstånd mellan hushållen på öarna uppskattas till 300 meter efter kontakt med Lasse Westling i Österåkers kommun. Exempel på två modellöar är:

Modellö 1: Båten hämtar inte hushållsavfall på öarna utan bara från brygga.

Antal fast boende 2

Fritidsboende 20

Modellö 2: Fyrhjuling åker runt på ön och samlar in hushållsavfallet från fastigheterna.

Antal fast boende 20

Fritidsboende 200

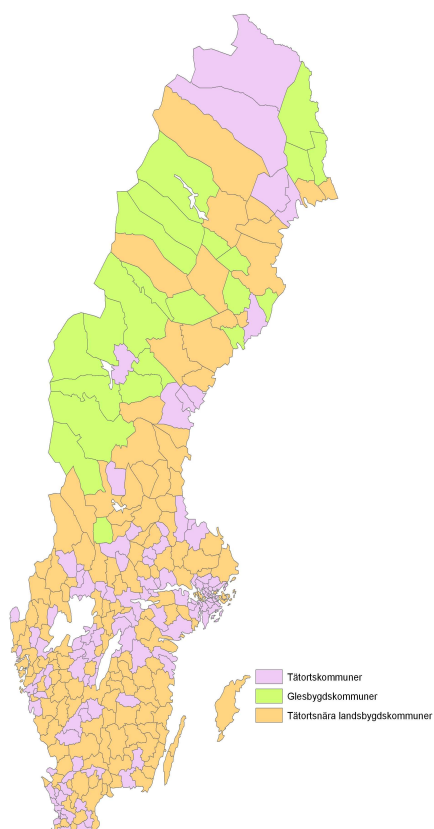
Medelavstånd mellan hushåll på öarna 300 meter

4.3. AVFALLSHANTERING I GLESBYGDSKOMMUNER

Det finns flera olika definitioner på glesbygd. Enligt Glesbygdsverkets definition som bygger på tillgänglighetskriterier så har Sverige 22 glesbygdskommuner och 156 tätortsnära landsbygdskommuner (tabell 17). De flesta glesbygdskommunerna återfinns i svenska fjällkedjan (figur 9). Till glesbygd hör även öar utan fast landförbindelse. Anmärkningsvärt är att flera till ytan mycket stora kommuner i norra Sverige med få invånare så som Kiruna och Gällivare enligt definitionen klassas som tätortskommuner.

Tabell 17. Glesbygdsverkets definition av tätortskommuner, tätortsnära landsbygdskommuner och glesbygdskommuner (Glesbygdsverket, www, a)

Typ av kommun	Definition
Tätortskommun	Kommuner med mer än 70 % av befolkningen i tätort med mer än 3000 invånare.
Tätortsnära landsbygdskommuner	Kommuner med minst 30 % boende utanför tätort med mer än 3000 invånare och färre än 30 % av befolkningen boende i områden med mer än 45 minuters bilresa från närmaste tätort med mer än 3000 invånare.
Glesbygdskommuner	Kommuner med minst 30 % av befolkningen boende i områden med mer än 45 minuters bilresa från närmaste tätort med mer än 3000 invånare.



Figur 9. Tätortskommuner (lila), tätortsnära landsbygdskommuner (orange) och glesbygdskommuner (gröna) enligt Glesbygdsverkets definition.

4.3.1. Arjeplogs kommun

Inget hushållsavfall rötas eller skickas till någon central komposteringsanläggning i Arjeplog. 16 % av hushållen hemkomposterar, resterande hushåll saknar sortering av matavfall och brännbart avfall och allt samlas in som en fraktion. Kärll- och säckavfallet samlas in var fjortonde dag och körs efter omlastning vid Arvidsjaur avfallsanläggning som en fraktion till Umeå Energi för förbränning i Dåva Kraftvärmeverk. Insamlingen av kärll- och säckavfall motsvarar en körsträcka på 6 500 mil per år och sker med traditionell baklastande komprimerande sopbil (Nilsson, pers.medd.).

Inlämnat grovavfall återvinns antingen genom materialåtervinning eller energiåtervinning. Energiutvinningen sker också den i Dåva förbränningsanläggning i Umeå efter omlastning i Arvidsjaur (Burman, pers.medd.). Andelen grovavfall som materialåtervinns är okänt. I WAMPS har det gjorts antagandet att endast insamlat metallskrot och det farliga avfallet på ÅVC källsorteras, resterande grovavfall skickas till förbränning.

Icke-brännbart avfall lämnas av kommuninvånarna in på Arjeplogs ÅVC innan det körs vidare till Piteå för deponering (Lindberg, 2008).

Scenarier

De 16 % som idag hemkomposterar antas fortsätta att hemkompostera i de olika scenarierna. Total utsortering av köksavfallet anses inte vara rimligt på grund av en viss del alltid följer med förpackningar och annat ner i den brännbara fraktionen hos kärll- och säckavfallet. Deponeringsscenarioet är inte längre tillåtet eftersom deponering av utsorterat hushållsavfall förbjuds enligt 9–10 §§ förordningen om deponering av avfall (2001:512). Det kvarvarande kärll- och säckavfall efter källsortering klassas som utsorterat brännbart avfall (NFS 2004:4).

Hemkompostering

- 90 % av köksavfallet samt 50 % av trädgårdsavfallet hemkomposterar.
- Insamling av kärll- och säckavfall sker var 4:e vecka istället för varannan vecka.

Rötning

- 90 % av köksavfallet separeras från brännbara fraktionen och samlas in som en biologisk fraktion
- Insamling av biologiskt avfall sker varannan vecka och brännbart var 4:e vecka.
- Den biologiska delen skörs till Skellefteås biogasanläggning.
- Utvunnen biogas används till fordonsbränsle.

Strängkompostering

- 90 % av köksavfallet samt 50 % av trädgårdsavfallet separeras från brännbara fraktionen och samlas in som en biologisk fraktion.
- Insamling av biologiskt avfall sker varannan vecka och brännbart var 4:e vecka.
- Det biologiska köksavfallet körs till Norrlandsjord & Miljö AB i Luleå (238 km). Det är en sluten strängkompostering.
- Ingen gas utvinns.
- Kompostmullen säljs som jordförbättringsmedel och antas helt och hållet ersätta handelsgödsel.

Deponi

- 90 % av köksavfallet samt 50 % av trädgårdsavfallet hemkomposteras.
- Andel hushållsavfall under producentansvar återvinns i samma utsträckning som idag.
- Resterande avfall transporteras till Piteå och läggs på deras deponi. Gas utvinns ur deponin men 30 % av deponigasen antas facklas bort. Ingen gas eller elektricitet utvinns alltså ur deponin.

Deponeringsscenarioet är inte längre möjligt eftersom deponering av utsorterat hushållsavfall förbjuds enligt 9–10 §§ förordningen om deponering av avfall (2001:512). Det kvarvarande kärll- och säckavfall efter källsortering klassas som utsorterat brännbart avfall (NFS 2004:4).

Förbränning

- Ingen utsortering av hårdplast, papper eller tidningar
- Resterande avfall samlas in och förbränns
- Insamling av restavfallet sker varannan vecka.

Biogasanläggningen och strängkomposteringsanläggningen antas ha kapacitet att behandla Arjeplogs biologiska avfall med nuvarande produktionsanläggning.

Vilka behandlingsmetoder som används för respektive scenario visas i tabell 18. Avfallet delas först upp i kategorierna återvinning, biologisk behandling och restavfall. Sedan anges inom respektive kategori andelen som behandlas med en viss metod.

Tabell 18. Behandlingsmetod för Arjeplog idag och i respektive scenario

Behandlingsmetod	Idag	Hemkomp	Rötning	Strängkomp	Deponi	Förbränning
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
<i>Återvinning</i>	17	17	17	17	17	9
<i>Biologisk behandling</i>	3	20	19	20	19	3
Hemkompostering	100	100	16	14	100	100
Strängkompostering	0	0	0	86	0	0
Rötning	0	0	84	0	0	0
<i>Restavfall</i>	80	63	64	63	64	88
Förbränning	100	100	100	100	0	100
Deponering	0	0	0	0	100	0

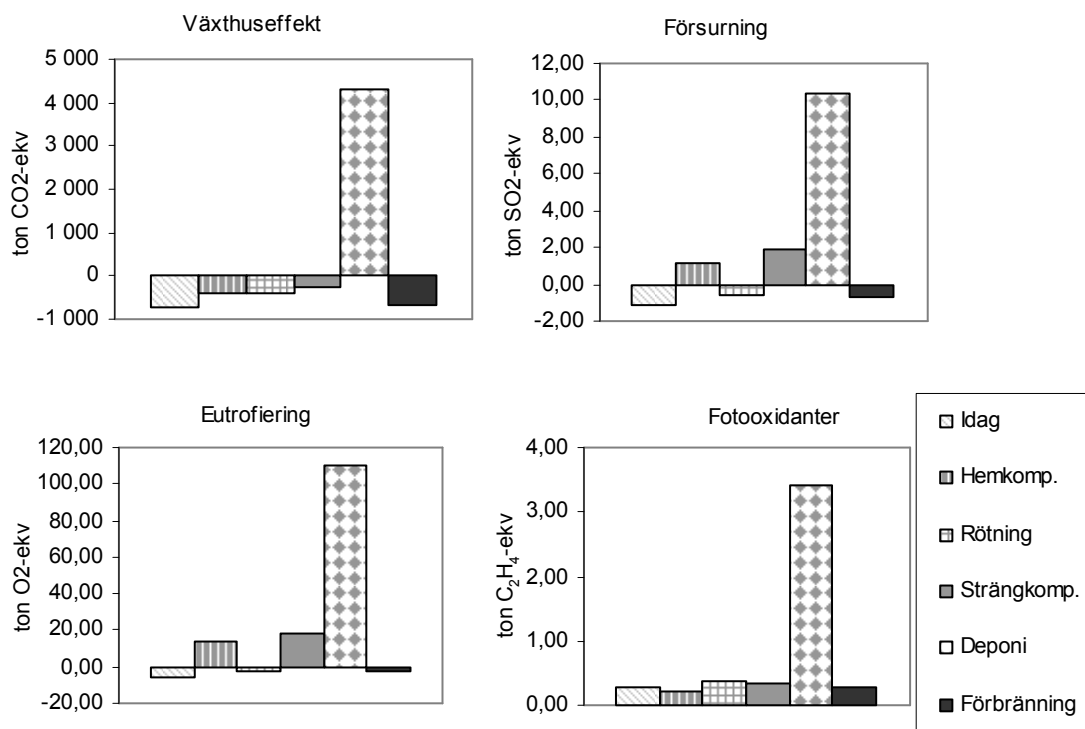
Översiktligt resultat för Arjeplog

De olika avfallshanteringsscenarioernas bidrag till var och en av miljöpåverkanskategorierna visas i tabell 19.

Tabell 19. Total miljöpåverkan för respektive miljöpåverkanskategori och scenario för Arjeplogs kommun

Kategori	Enhet	Idag	Hemkomp	Rötning	Strängkomp	Deponi	Förbränning
Växthuseffekt	Ton CO ₂ -ekv	-731	-401	-391	-282	4 330	-675
Försurning	Ton SO ₂ -ekv	-1,17	1,14	-0,64	1,89	10,43	-0,73
Eutrofiering	Ton O ₂ -ekv	-6,11	14,36	-2,30	18,52	110,56	-2,34
Fotooxidiering	Ton C ₂ H ₄ -ekv	0,28	0,23	0,37	0,33	3,42	0,29

Deponeringsscenariot utmärker sig från övriga scenarier när det gäller alla miljökategori. Deponering av restavfallet är helt klart det sämsta alternativet och bör därför undvikas om andra alternativ finns. Dagens avfallshantering är det scenario som ger lägst bidrag till alla miljökategori förutom fotooxidantbildning där hemkomposteringsscenario ger något lägre emissioner. Dagens avfallshantering ger dessutom negativa nettoemissioner för tre av fyra miljökategori. Det innebär att återvinningsmetoderna ger lägre utsläpp än för motsvarande jungfrulig produktion. För det biologiska avfallet är rötning ett bättre alternativ än både hemkompostering och strängkompostering men mindre fördelaktigt än förbränning. Hemkompostering är något bättre än strängkompostering (figur 10). I kapitel 4.5 förklaras utförligare vilka moment inom avfallshanteringen som bidrar med positiva respektive negativa nettoemissioner till respektive miljöpåverkanskategori.



Figur 10. Total miljöpåverkan för respektive miljöpåverkanskategori och scenario för Arjeplogs kommun.

4.3.2. Älvdalens kommun

I Älvdalen hemkomposterar ungefär 40 % av hushållen, resterande hushåll sorterar sitt hushållsavfall i fraktionerna brännbart och komposterbart. Den komposterbara fraktionen skickas till Björnhyttans komposteringsanläggning utanför Ludvika. Först transporteras det till Mora för mellanlagring innan det fjärrtransporteras till Björnhyttan tillsammans med Orsas och Moras kompostavfall. Det är en öppen strängkompostering så ingen gas utvinns. Idag används kompostmullen som anläggningsjord eller jordförbättringsmedel runt Ludvika men planerna är att kompostmullen ska transporteras tillbaka till Älvdalen och delas ut eller säljas som näringsrik jord. Den brännbara fraktionen körs till Moras förbränningsanläggning (Jansson, pers.medd.).

Hämtningen av brännbart och komposterbart hushållsavfall har delats upp i två områden. Det ena området får kärhämtning vid fastighetsgräns medan det andra får hämtning via

gemensam avhämtningsplats. De hushåll som tillhör de områden som får lämna sitt kärll- och säckavfall vid de cirka 25 gemensamma uppsamlingsställena ligger främst i kommunens utkanter. Kärllhämtningen motsvarar ungefär 75 % av befolkningen inkluderat fritidsboenden i kommunen. När det gäller kärllhämtning så töms den komposterbara fraktionen varannan vecka medan den brännbara töms var fjärde vecka. Gemensamma uppsamlingsställena för både komposterbart och brännbart töms igenomsnitt var tionde dag. Sidlastaren och de två baklastarna som används vid insamlingen av hushållsavfallet kör tillsammans ungefär 6000 mil per år (Röngård, pers.medd.).

Det icke brännbara avfallet som lämnas in på kommunens ÅVC transporteras idag till Kråkbergstippen i Mora för deponering. Mora deponi kommer att stänga den 1 januari 2009 och just nu pågår upphandlingar om vilken deponi som kommer att ta hand om Älvdalens deponiavfall i framtiden (Brandt, pers.medd.).

Scenarier

Hemkompostering

- 90 % av köksavfallet samt 50 % av trädgårdsavfallet hemkomposteras.
- Ingen insamling av biologiskt avfall.

Rötning

- 90 % av köksavfallet samlas in och transporteras till närmaste biogasanläggning i Västerås (264km).
- Rötgasen används som fordonbränsle.

Förbränning

- Ingen utsortering av hårdplast, papper eller tidningar.
- Resterande avfall samlas in och förbränns.
- Insamling av restavfallet sker varannan vecka.
- Ingen insamling av biologiskt avfall.

Deponi

- 90 % av köksavfallet samt 50 % av trädgårdsavfallet hemkomposteras.
- Andel hushållsavfall under producentansvar återvinns i samma utsträckning som idag.
- Resterande avfall transporteras till deponering i Mora. Ingen deponigas samlas upp ur deponin.

Förbränning/Återvinning

- Inget biologiskt avfall rötas eller komposteras.
- Allt restavfall skickas till förbränning i Moras avfallsförbränningsanläggning.
- Restavfallet samlas in varannan vecka.

Vilka behandlingsmetoder som används för respektive scenario visas i tabell 20. Avfallet delas först upp i kategorierna återvinning, biologisk behandling och restavfall. Sedan anges inom respektive kategori andelen som behandlas med en viss metod.

Tabell 20. Behandlingsmetod för Älvdalen idag och i respektive scenario

Behandlingsmetod	Idag	Hemkomp	Rötning	Förbränning	Deponi	Förb /Återv
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
<i>Återvinning</i>	32	32	32	14	32	32
<i>Biologisk behandling</i>	21	21	19	0	21	0
Hemkompostering	40	100	40	-	100	-
Strängkompostering	60	0	0	-	0	-
Rötning	0	0	60	-	0	-
<i>Restavfall</i>	47	47	49	86	47	68
Förbränning	100	100	100	100	0	100
Deponering	0	0	0	0	100	0

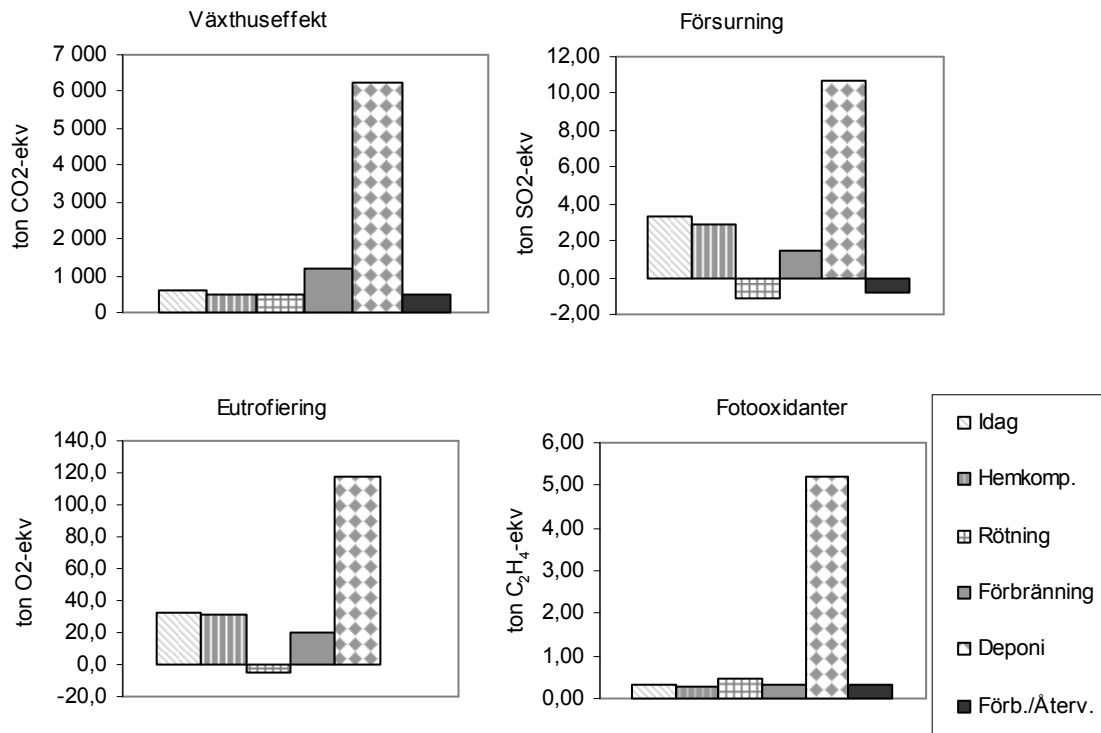
Översiktligt resultat för Älvdalen

De olika avfallshanteringsscenariernas bidrag till var och en av miljöpåverkanskategorierna visas i tabell 21.

Tabell 21. Total miljöpåverkan för respektive miljöpåverkanskategori och scenario för Älvdalens kommun

Kategori	Enhet	Idag	Hemkomp	Rötning	Förbränning	Deponi	Förb/Återv
Växthuseffekt	Ton CO ₂ -ekv	576	508	479	1 183	6 214	464
Försurning	Ton SO ₂ -ekv	3,27	2,84	-1,18	1,43	10,68	-0,78
Eutrofiering	Ton O ₂ -ekv	32,7	30,9	-5,0	20,4	117,0	-0,4
Fotooxidering	Ton C ₂ H ₄ -ekv	0,35	0,29	0,47	0,31	5,21	0,32

Även för Älvdalen utmärker sig deponeringsscenariot som det klart sämsta scenariot för alla miljöpåverkanskategorier. Dagens avfallshantering i Älvdalen verkar inte vara det bästa scenariot ur miljösynpunkt. Totalt sett verkar rötningsscenariot vara det bästa alternativet till dagens avfallshantering. Även scenariot där det biologiska avfallet förbränns verkar bättre än dagens avfallshantering. Rötning och förbränningsscenariot är också de enda scenarierna som ger negativt bidrag till kategorierna försurning och övergödning, övriga scenarier ger alla positiva bidrag till samtliga miljöeffekter. Trots att det blir lägre emissioner med motsvarande produktion med jungfruliga resurser så är det ur miljösynpunkt många gånger bättre att hushållsavfallet samlas in och material- och energiutvinns än att det läggs på deponi (figur 11).



Figur 11. Total miljöpåverkan för respektive miljöpåverkanskategori och scenario för Älvdalens kommun.

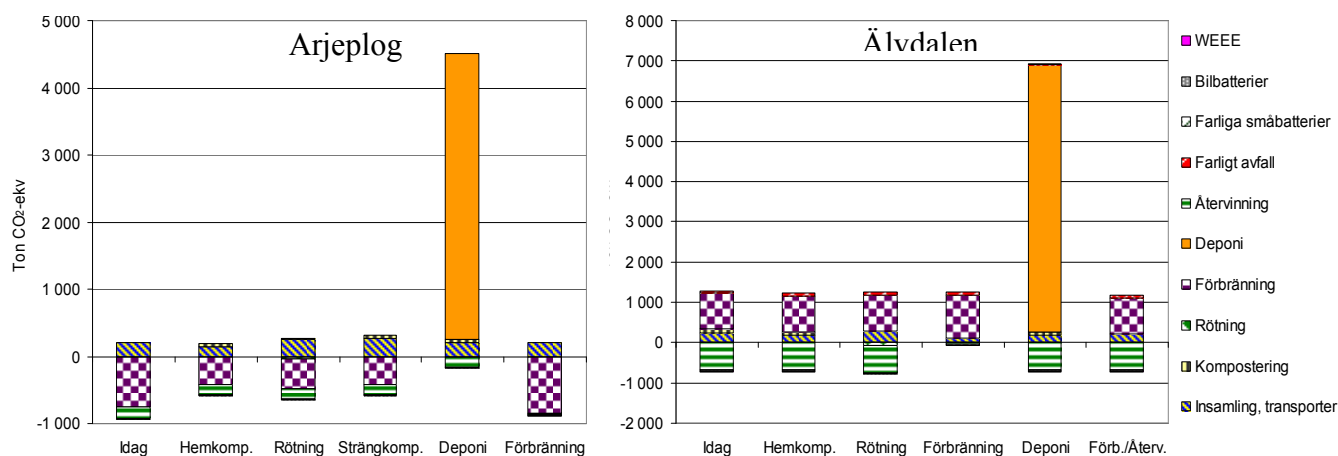
4.4. RESULTAT FÖR RESPEKTIVE MILJÖPÅVERKANSKATEGORI

För varje miljöpåverkanskategori, d.v.s. växthuseffekt, övergödning, försurning och fotooxidantbildning delas här totalvärdet upp i de enskilda bidragen från de olika stegen i avfallshanteringen. Figurerna visar inte bidraget per invånare utan det totala bidraget för respektive glesbygdskommun. Det medför att skalorna ofta skiljer sig åt mellan kommunerna.

4.4.1. Växthuseffekt

Scenariot då restavfallet deponeras är helt klart det scenario som ger störst bidrag till växthuseffekten för både Arjeplog och Älvdalens kommun. Övriga scenarier då stora delar av restavfallet förbränns ger istället en negativ nettoeffekt till växthuseffekten i Arjeplog medan det ger positivt bidrag i Älvdalen. Det beror på att förbränningen i Dåva avfallsförbränningsanläggning både producerar el och fjärrvärme medan Moras förbränningsanläggning endast producerar fjärrvärme. I WAMPS används kolkondens som ersättningsenergi för el-framställning medan bioenergi används som ersättningsenergi för fjärrvärmeproduktion. De slupna emissionerna, på grund av att kol undviks då el framställs genom att hushållsavfallet förbränns, ger ett stort negativt bidrag till växthuseffekten. Däremot ger den jungfruliga processen då fjärrvärme produceras från biobränsle lägre emissioner än återvinningsprocessen då fjärrvärme produceras från förbränning av Älvdalens hushållsavfall. Utsläppen av växthusgaser som uppkommer på grund av transporter är betydande men i jämförelse med att lägga avfallet på deponi är emissionerna små, förutsatt att endast 30 % av deponigasen i Arjeplog och ingen gas alls för Älvdalen samlas upp och facklas bort. Transporterna ger ett större bidrag per kilo behandlat avfall i Arjeplog än i Älvdalen. För de scenarier då hushållsavfallet inte deponeras står transporterna för det största

bidraget till växthuseffekten i Arjeplog medan förbränningen har störst inverkan i Älvdalen. Materialåtervinning ger ett stort negativt bidrag i Älvdalen men bara ett litet negativt bidrag till växthuseffekten i Arjeplog (figur 12).

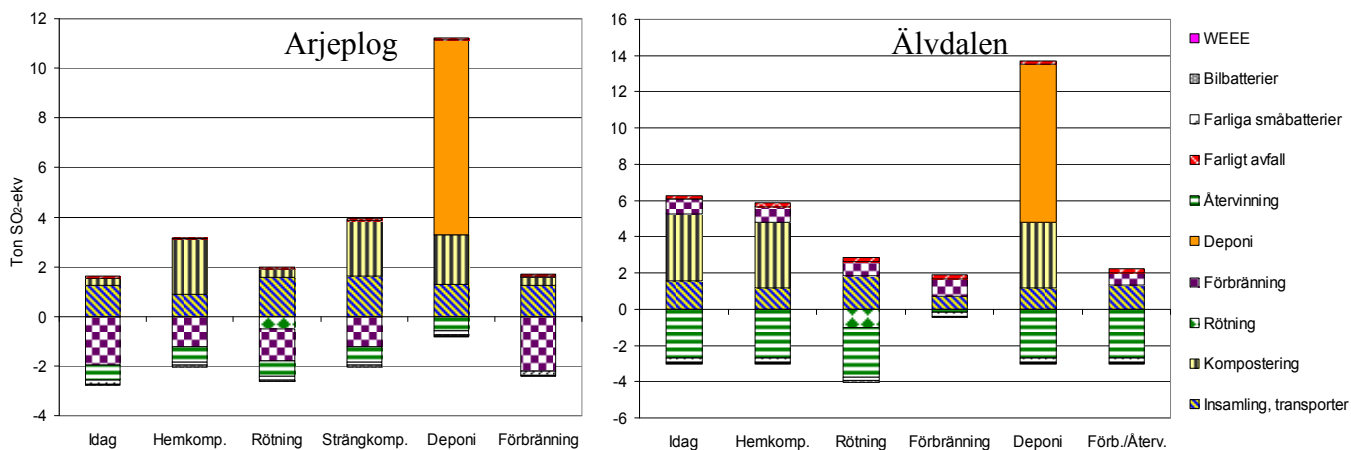


Figur 12. Nettoemissioner till växthuseffekten.

4.4.2. Försurning

Deponering av hushållsavfall, kompostering av biologiskt avfall och transporter bidrar alla med betydande emissioner av försurande ämnen. Förbränning av hushållsavfall ger negativt bidrag till försurningen i Arjeplog och ett positivt bidrag i Älvdalen. Anledningen till detta är de slupna emissioner av försurande ämnen från förbränningen av kol som undviks då el framställs från förbränningen av Arjeplogs hushållsavfall istället. Rötning av det biologiska avfallet är helt klart fördelaktigt i jämförelse med kompostering i försurningssynpunkt. Materialåtervinning ger ett stort negativt bidrag i Älvdalen medan bara ett litet negativt bidrag till försurningen i Arjeplog (figur 13).

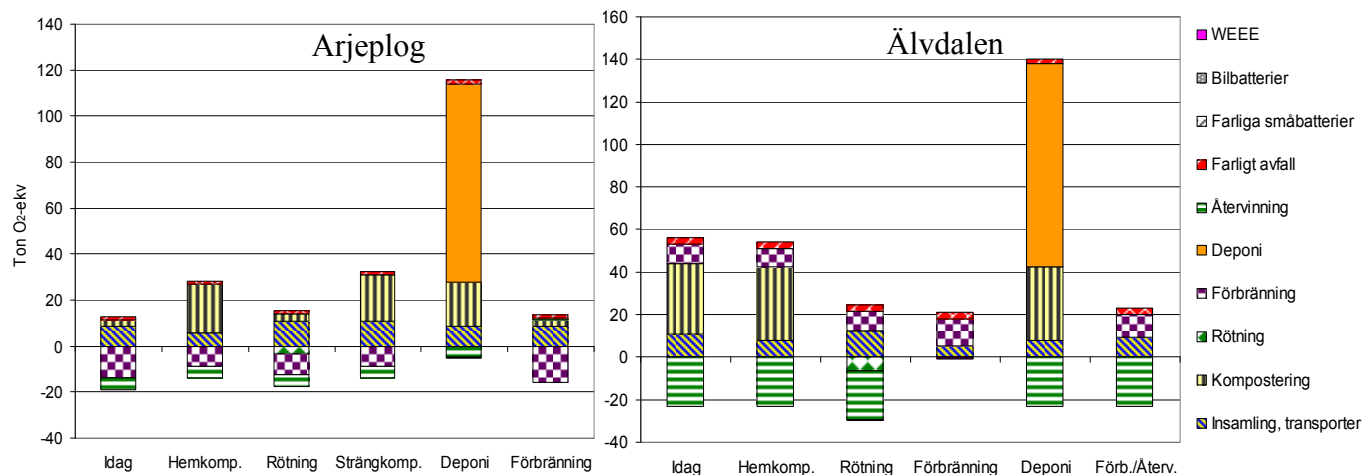
I Arjeplog ger både hemkompostering och strängkompostering lika stora försurande bidrag men vid strängkompostering så belastas scenariot också med bidrag från transporter rörande insamling av biologiskt avfall och färd till strängkomposteringsanläggningen. Trots att rötning också belastas av ökande transporter ger det totalt sätt mycket lägre bidrag än hemkompostering till försurningen.



Figur 13. Nettoemissioner till försurningen.

4.4.3. Eutrofiering

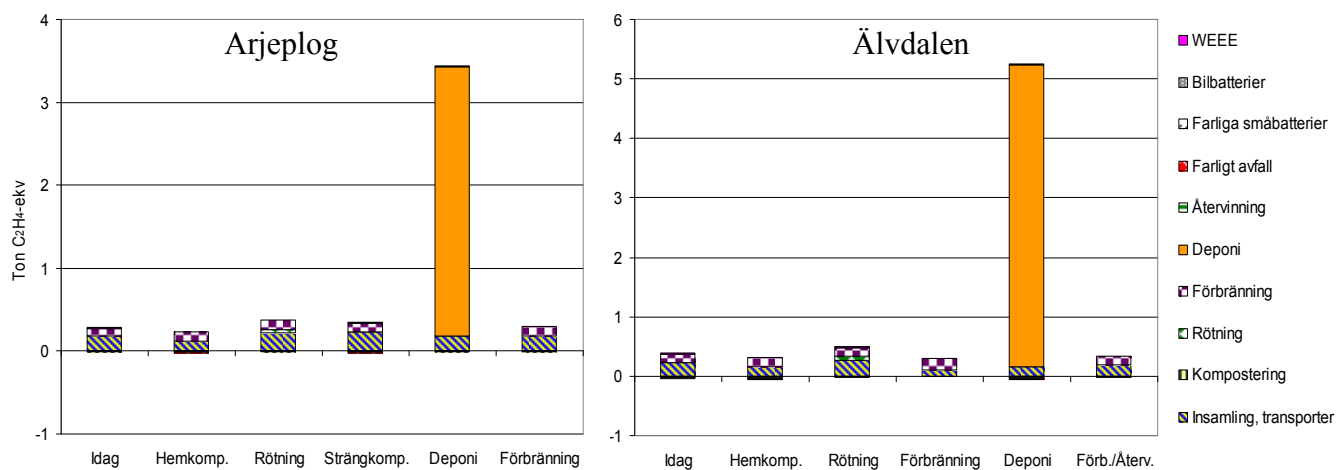
Emissioner av försurande och övergödande ämnen uppvisar ungefär samma förhållande både mellan och inom olika scenarier i både Arjeplog och Älvdalen. Farligt avfall ger ett lite större positivt bidrag till övergödningen än till försurningen (figur 14).



Figur 14. Nettoemissioner till övergödningen.

4.4.4. Fotooxidantbildning

Det i särklass största bidraget till bildningen av marknära ozon kommer från deponering. Transporterna ger något större bidrag än förbränningen, övriga behandlingsmetoder ger väldigt små bidrag (figur 15).



Figur 15. Nettoemissioner till fotooxidantbildning.

4.5. KÄNSLIGHETSANALYS

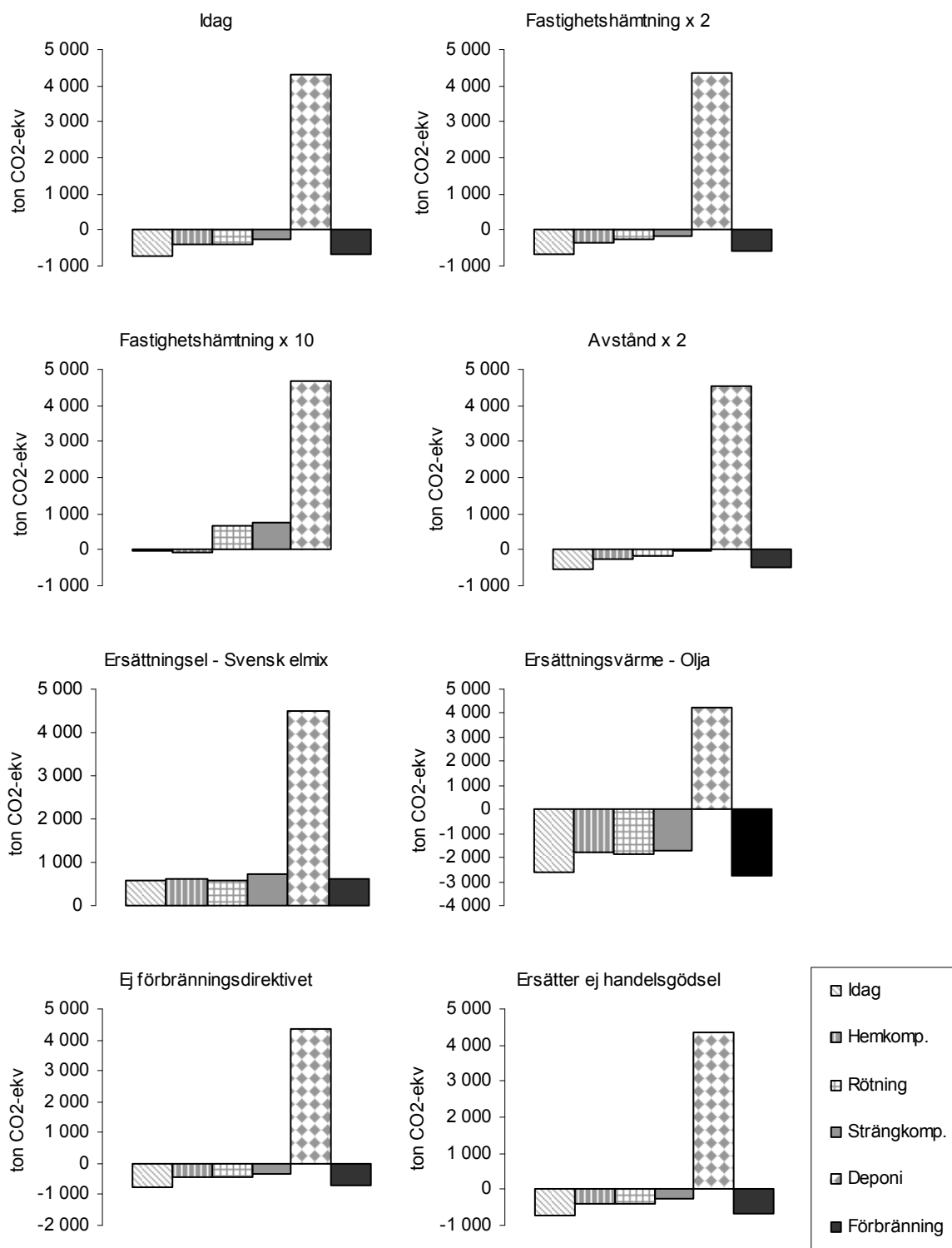
Resultatet av känslighetsanalysen presenteras så att det ska vara lätt att se vad som påverkar respektive miljöpåverkanskategori mycket och vad som påverkar mindre.

Känslighetsanalysen har gjorts för Arjeplogs avfallshantering. Det olika fallen i känslighetsanalysen är:

Idag – Dagens avfallshantering i Arjeplog med de olika avfallshanteringsscenarierna
Fastighetshämtning x 2 - Avstånden för insamling av säck- och kärlavfallet fördubblas
Fastighetshämtning x 10 - Avstånden för insamling av säck- och kärlavfallet tiofaldigas
Avstånd x 2 - Alla avstånd för insamling och transporter fördubblas
Ersättningsel - Svensk elmix - Ersättningsenergi för el-framställning byts till svensk elmix
Ersättningsvärme - Olja - Ersättningsenergi för fjärrvärmeframställning byts till olja
Ej förbränningsdirektivet- Förbränningsdirektivets gränsvärden byts mot uppmätta emissioner
Ersätter ej handelsgödsel - Uppkommen kompostmull antas inte alls ersätta handelsgödsel

Växthuseffekt

Valet av ersättningsenergi har mycket stor betydelse för resultatet. Om ersättningsenergin för el-framställning byts från kol till svensk elmix blir det klart högre emissioner från återvinningsprocessen än att framställa samma mängd produkter från motsvarande jungfruliga råvaror. Samtidigt blir rötning med framställning av fordongas ett lika bra scenario som dagens avfallshantering. Om däremot biobränsle byts ut mot olja för fjärrvärme produktion så blir det mycket mer miljömässigt lönsamt att återvinna hushållsavfallet. Då är det samtidigt bättre att plast, tidningar och kartong förbränna istället för att det materialåtervinns. Resultatet påverkas ganska lite vid en fördubbling av alla transportavstånd. Anmärkningsvärt är att emissionerna av växthusgaser från insamling och återvinning av dagens hushållsavfall trots allt är mindre än uppkomna emissioner från motsvarande jungfrulig produktion även om avståndet för insamling av säck- och kärlavfall blir tio gånger längre. Hemkompostering blir samtidigt något bättre än dagens avfallshantering. Resultatet påverkas lite då förbränningsdirektivets krav på emissioner från förbränningsanläggningar byts mot genomsnittliga uppmätta emissioner för svenska förbränningsanläggningar. Andel av kompostmullen som ersätter handelsgödsel har mycket liten betydelse för resultatet (figur 16).

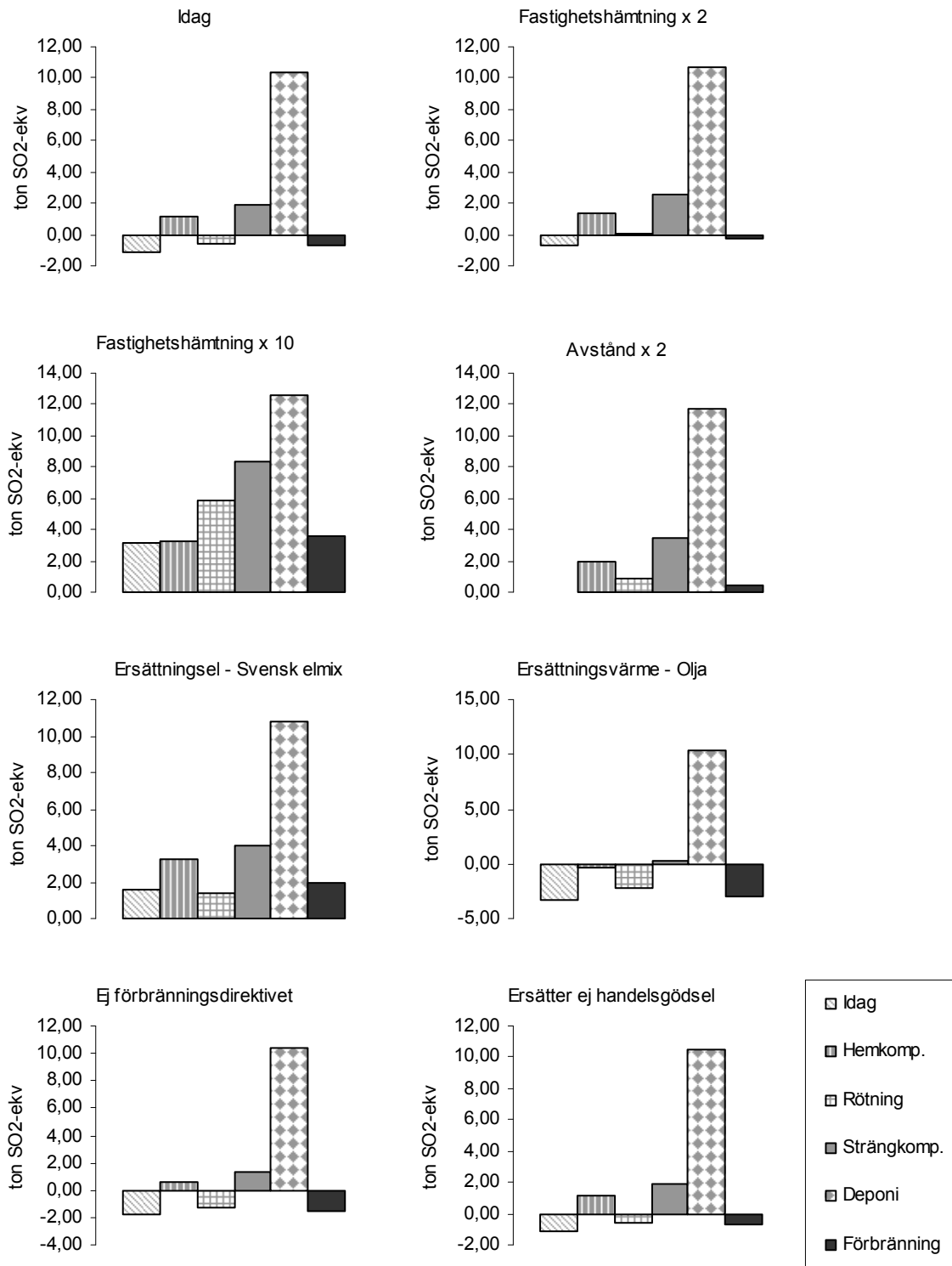


Figur 16. Känslighet mot växthuseffekten i Arjeplogs kommun.

Försurning

Ökade transporter påverkar bidraget till försurningen något mer än för växthuseffekten. Då alla transportavstånd dubblas så blir nettoemissionen av försurande ämnen ungefär noll. Valet av ersättningsenergi har stor betydelse för mängden utsläpp av försurande ämnen. Förbränningsdirektivet och kompostmullens användning påverkar också försurningen i liten utsträckning (figur 17). Då kolkondens byts mot svensk elmix som ersättningsenergi för elframställning blir rötning ett något bättre scenario än avfallshanteringen idag. Däremot blir

rötning ett sämre alternativ än hemkompostering om hämtningen av kär- och säck blir tio gånger längre.

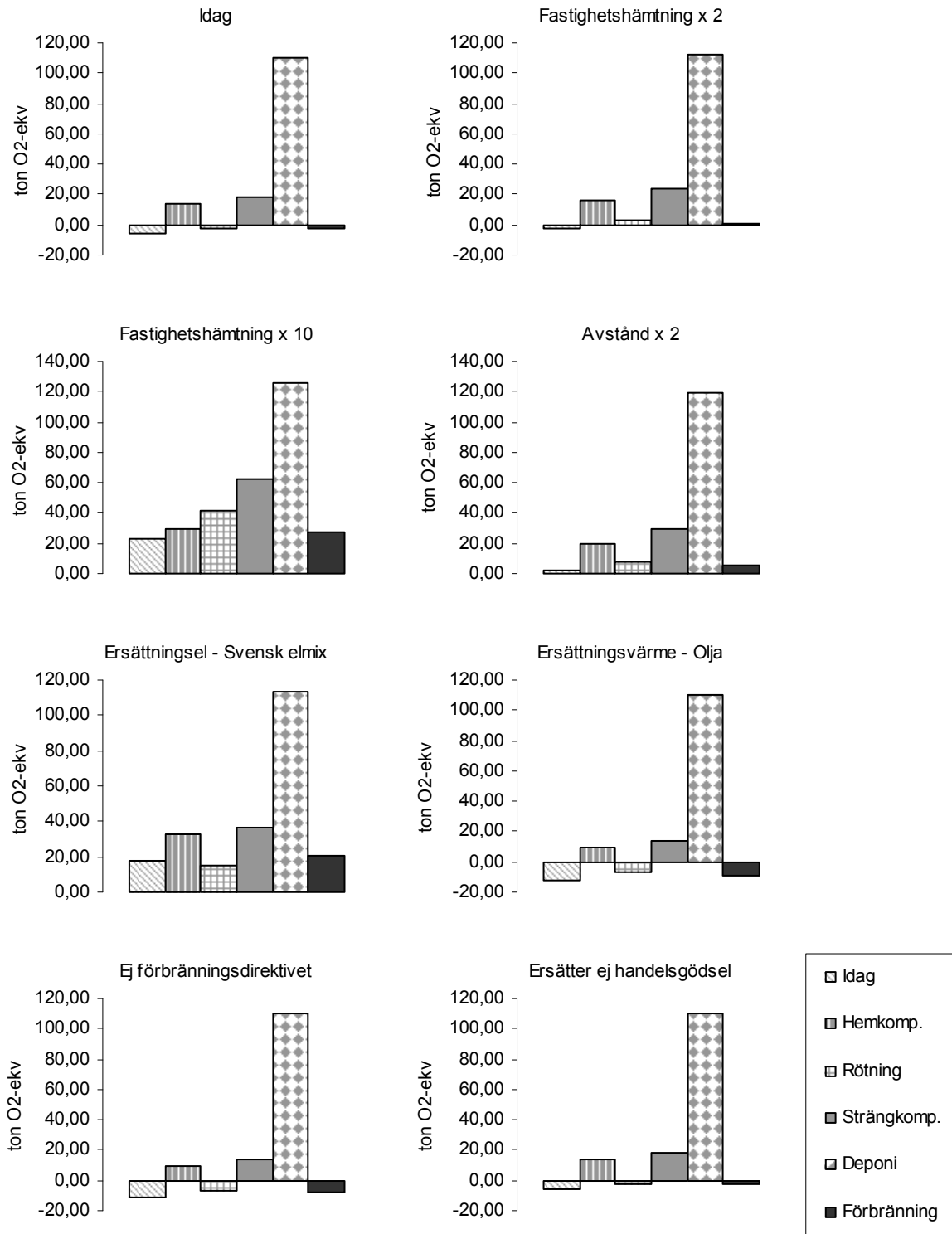


Figur 17. Känslighet mot försurning i Arjeplogs kommun.

Eutrofiering

Ökade transporter påverkar bidraget till övergödningen ungefär lika mycket som till försurningen men något mer än till växthuseffekten. Valet av ersättningsenergi har också stor betydelse för mängden utsläpp av övergödande ämnen.

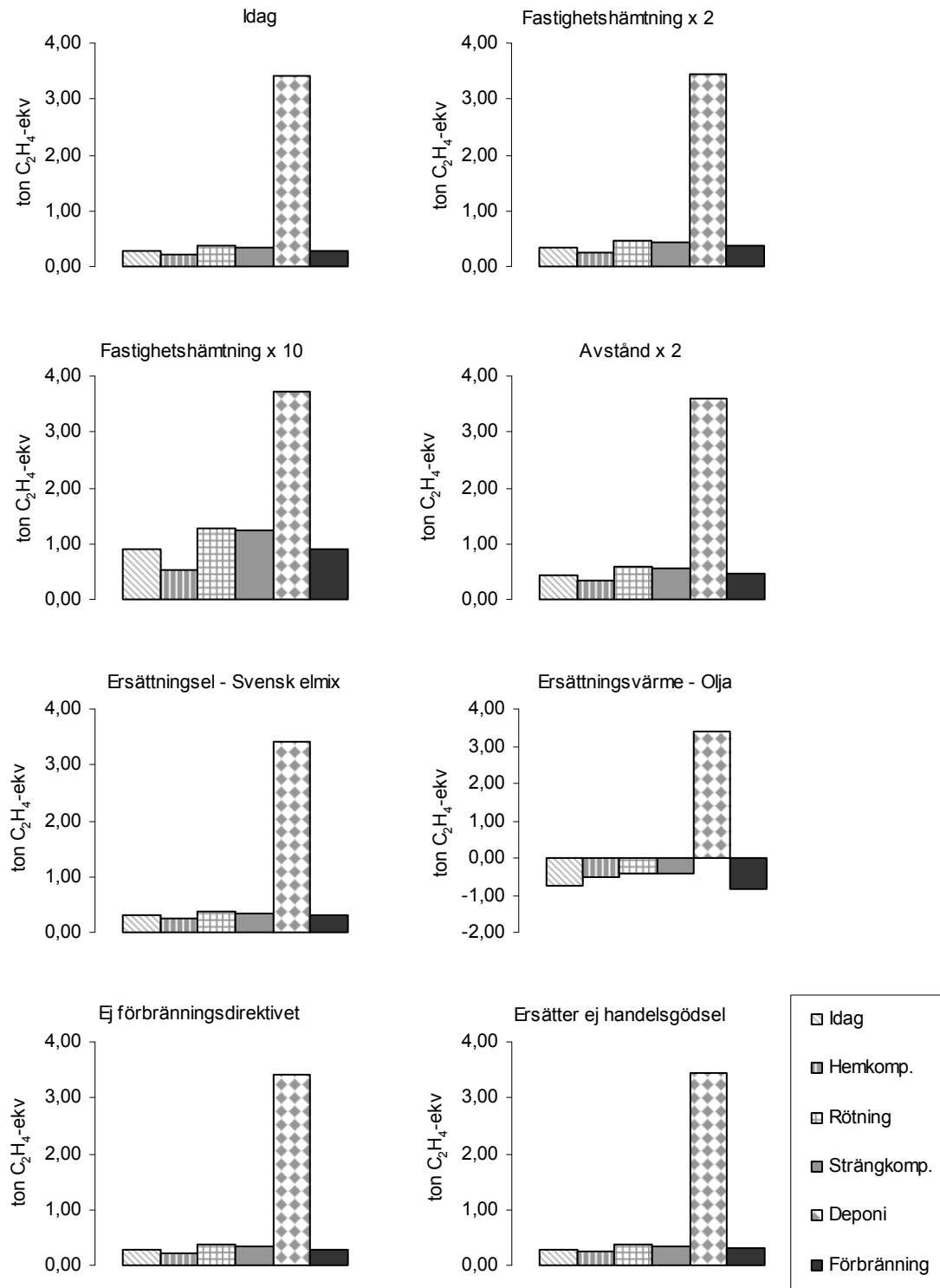
Förbränningsdirektivet och kompostmullens användning påverkar också övergödningen i liten utsträckning (figur 18). Då kolkondens byts mot svensk elmix som ersättningsenergi för elframställning blir rötning ett något bättre scenario än avfallshanteringen idag. Däremot blir även här rötning ett sämre alternativ än hemkompostering om hämtningen av kärl- och säck blir tio gånger längre.



Figur 18. Känslighet mot övergödning i Arjeplogs kommun.

Fotooxidantbildning

Bildningen av marknära ozon påverkas inte då kolkondens byts ut som ersättningsenergi mot svensk elmix för el-framställning. De fall som påverkar resultatet mest är då körsträckan för insamling av säck- och kärlavfall är tio gånger längre samt då olja är ersättningsbränsle för fjärrvärme (figur 19).



Figur 19. Känslighet mot fotooxidantbildning i Arjeplogs kommun.

Förbränningsdirektivet

Resultatet då utsläppsemissioner från Avfall Sverige används istället för förbränningsdirektivets gränsvärden visar att WAMPS överskattar utsläppen. Utsläppen av partiklar överskattas ungefär 40 gånger, mängden saltsyra drygt tre gånger samt mängden kväveoxider med nästan det dubbla. Mängden svaveldioxid betraktas inte i WAMPS (tabell 22). Trots att WAMPS överskattar utsläppen från avfallsförbränningen så utläses från känslighetsanalysen (figur 16-19) att det inte påverkar den totala miljöpåverkan särskilt mycket. Avfallsförbränningsanläggningarna i Umeå och Mora är relativt små vilket kan ha betydelse för utvunnen energi och emissionerna per mängd förbränt avfall. En liten anläggning har troligtvis en sämre rening per ton avfall än en stor anläggning (tabell 23).

I WAMPS antas inga utsläpp av svaveldioxid ske vid förbränning av avfall. Det antagandet är troligtvis inte helt korrekt eftersom Avfall Sverige anger att 196 ton svaveldioxid släpptes ut i svenska förbränningsanläggningar 2007 (Avfall Sverige, 2008).

Tabell 22. Utsläppsemissioner i WAMPS jämfört med uppmätta utsläpp 2007

	Stoft [ton]	HCl [ton]	SO₂ [ton]	NO_x [ton]
WAMPS	971	194	-	3880
Avfall Sverige	24	60	196	2101

Tabell 23. Mängder avfall som förbränns samt mängd utvunnen energi 2007

Förbränningsanläggning	Hushållsavfall [ton]	Totalt avfall [ton]	Värme [MWh]	El [MWh]
Umeå Dåva	97 660	158 650	378 570	81 320
Mora	11 000	14 460	43 130	0
<i>Totalt Sverige</i>	<i>2 190 980</i>	<i>4 470 690</i>	<i>12 151 270</i>	<i>1 482 750</i>

5. DISKUSSION

I Arjeplog verkar dagens avfallshantering vara mycket bra ur miljösynpunkt. Förbränning av biologiskt avfall är något bättre än kompostering och rötning.

I Älvdalen däremot är inte dagens avfallshantering den bästa ur miljösynpunkt. Istället för att det biologiska avfallet hem- och centralkomposteras bör det skickas till närmaste biogasanläggning som ligger i Västerås. Även scenariot förbränning/återvinning ser ut att vara bättre än dagens avfallshantering. Om inte Älvdalens biologiska avfall rötas bör det alltså förbrännas.

Deponeringsscenarioet, då stora delar av kärll- och säckavfallet läggs på närmaste deponi, är ur miljösynpunkt det i särklass sämsta avfallshanteringsscenarioet i både Arjeplog och Älvdalen. Känslighetsanalysen för Arjeplog visar att deponering inte ens är fördelaktigt om avstånden för insamling av säck- och kärllavfallet skulle vara tio gånger längre. Deponering av stora mängder hushållsavfall är därför inget alternativ för glesbygd. Att deponering av hushållsavfall är ett dåligt alternativ bekräftas även från tidigare studier.

Uppkommen negativ miljöpåverkan från kompostering är större än från rötning, även om det biologiska avfallet transporteras relativt långt till närmaste röttningsanläggning. Detta gäller under förutsättning att transportererna sker på ett effektivt sätt och att rötgasen används till fordonsbränsle. Det överrensstämmer också med vad IVL kom fram till 1999 för Älvdalens avfallshantering (Sundqvist, 1999).

Emissioner från transporter i glesbygd är förhållandevis ganska små men de är avgörande för valet av lämplig avfallshantering i glesbygdkommuner. Transporterna gör bland annat att scenarierna där det biologiska avfallet samlas in och transporteras till centrala komposteringsanläggningar är mindre fördelaktiga än då matavfallet hemkomposteras, trots att en större andel av kompostmullen från strängkomposteringen antas ersätta handelsgödsel. Transporterna ger ett större bidrag i Arjeplog än i Älvdalen.

En relativt stor felkälla vid dessa beräkningar är de utsläpp som uppstår på grund av att kommuninvånarna själva lämnar delar av sitt hushållsavfall på återvinningsstationer och återvinningscentraler i kommunerna. I denna studie har antagandet gjorts att invånarna lämnar sitt avfall i samband med något annat ärende då de ändå har vägarna förbi. Antagandet är troligtvis rimligt när det gäller återvinningsstationer men inte för återvinningscentraler. I Älvdalen där hämtningen av kärll- och säck är uppdelat i två områden tas inte heller någon hänsyn till den miljöbelastning som uppstår då kommuninvånarna i det yttre hämtningsområdet transporterar sitt hushållsavfall till de gemensamma uppsamlingscontainrarna. Dessa utsläpp anses dock vara små då containrarna är placerade på strategiskt lämpliga platser som de boende nästan dagligen ändå passerar. Även Arjeplog borde kunna införa ett liknande system med stationära containrar med minskade utsläpp från transporter som följd.

Att invånarna i Arjeplog genererar klart mer hushållsavfall per invånare än vad övriga kommuner gör kan bara delvis förklaras med att andelen fritidsboende i kommunen är stor. En annan förklaring är att mängderna som rapporterats in till Avfall web gällande grovavfall och kärll- och säckavfall i Arjeplog inte är uppmätta utan uppskattade mängder.

En annan felkälla är hur WAMPS löser allokeringssproblem. I verkligheten finns det ofta flera olika alternativ. Känslighetsanalysen visar att valet av ersättningsenergi vid avfallsförbränning har stor betydelse för resultatet. I WAMPS går det till exempel bara att välja mellan biobränsle, naturgas eller olja som ersättningsenergi för värmeproduktion. Enligt Sundberg kan hushållsavfall mycket väl vara marginalvärmekälla istället för biobränsle som valdes i denna analys (Sundberg, pers.medd.).

Eftersom bara fyra olika miljöeffekter har studerats går det inte med säkerhet att säga vilka scenarier som är miljömässigt bäst eller sämst. För att kunna dra några sådana slutsatser skulle man varit tvungen att studera många fler miljöeffekter. Det går inte heller att beräkna den sammanvägda miljöpåverkan för de studerade miljöeffekterna eftersom ingen viktning dem emellan gjorts. Däremot är de studerade miljökategorierna i sig mycket viktiga globala miljöproblem, inte minst växthuseffekten.

I Grontmij's projekt åt Avfall Sverige ska det ges förslag på förändrad avfallshantering i glesbygd och på öar med mer småskaliga lösningar. Ett alternativ och mer lokal lösning för både glesbygd och öar är ett så kallat "hembränningsscenario". Hushållen skulle då hemkompostera biologiskt avfall och själva bränna upp det mesta av sitt resterande hushållsavfall. Scenariot skulle resultera i att insamling av kärll- och säckavfall bara skulle behöva ske några gånger per år. I brist på data på uppkomna emissioner från förbränningen skapades dock aldrig scenariot. Ett annat tänkt scenario är småskalig rötning av biologiskt avfall, men även där saknas i dagsläget data. Under hösten 2008 beslutades det om ett investeringsbidrag för biogas i lantbruket. Uppemot 300 biogasanläggningar kommer att byggas de närmaste åren. Samrötning i sådana anläggningar kan vara ett alternativ för glesbygd (Sundberg, pers. medd.). WAMPS är i dagsläget inte anpassat för lokala och småskaliga lösningar utan både förbränningsmodellen och röttningsmodellen i WAMPS bygger på data från stora anläggningar.

Generella resultat som kan vara till användning för andra glesbygdskommuner är att emissioner från transporter i glesbygden är i förhållandevis små, förutsatt att de planeras och körs på ett effektivt sätt. Transporterna är dock avgörande för valet av lämplig avfallshantering i många glesbygdskommuner. Att deponera hushållsavfall i glesbygd är ett miljömässigt mycket dåligt alternativ även om hushållsavfallet måste transporteras väldigt långt för annan behandling.

För att kunna bestämma vilken avfallshantering som är bäst på öar eller i glesbygd så behöver det göras både en miljömässig och en ekonomisk analys. Även om det miljömässigt lönar sig att hämta enskilda hushålls kärll- och säckavfall långt från övrig bebyggelse så är det kanske inte ekonomiskt lönsamt. Är det till exempel ekonomiskt lönsamt att samla in biologiskt avfall i glesbygd och på öar för att transportera till långt bort belägna komposterings- eller röttningsanläggningar? Då ingen ekonomisk analys görs finns en risk att scenarier som är företagsekonomiskt och samhällsekonomiskt orimliga betraktas som ett lämpligt sätt att sköta avfallshanteringen i kommunerna. Varken arbetskraft, arbetsmiljö och arbetstid betraktas vid miljömässig analys. Ett exempel är båttransporter, där små båtmotorer vanligtvis släpper ut mindre emissioner per distans än vad kraftfullare motorer gör, men samtidigt så kostar arbetstiden mycket pengar. Även nya båtmotorer är miljömässigt mycket bättre än gamla men det är kanske inte skäligt att tvinga entreprenörerna att köpa nya och dyra båtmotorer varje år.

Förslag på fortsatta studier kan vara att först ta fram data rörande mer småskaliga behandlingsmetoder som lämpar sig då avfallsmängderna är små och avstånden till befintliga

behandlingsanläggningar är långa. Därefter kan man bygga ut WAMPS och analysera miljöeffekterna från en avfallshantering som bygger på mer småskaliga lösningar i glesbygd och på öar. När det gäller avfallshantering på öar finns i denna rapport emissionsdata och nödvändig information som skulle kunna användas för att bygga ut WAMPS med två olika sopbåtar som kan hämta hushållsavfall på öar. Det skulle även vara intressant att undersöka hur resultatet påverkas då kompostmull antas ersätta torv eller då hushållsavfall är ersättningsenergi för värmeproduktion.

5.1. ANTAGANDEN GJORDA I WAMPS

Valet av ersättningsenergi

Känslighetsanalysen visar att valet av ersättningsenergi har mycket stor betydelse för resultatet. Vad som skulle användas som ersättningsenergi för el och fjärrvärme var inte alls självklart. Vid detta val togs hjälp av Jan-Olov Sundqvist som är en av de personer som har utvecklat WAMPS. Sundqvist framhöll att biobränsle är det alternativ i WAMPS som passar bäst som ersättningsbränsle vid värmeproduktion. När det gäller ersättningsenergi för el-framställning så valdes kolkondens. Ett annat alternativ var att välja ”Svensk elmix” som ersättningsel, men den el som framställs från avfallsförbränningen gör troligtvis inte att Sverige producerar el från någon annan energikälla i mindre omfattning än tidigare. Sundqvist framhöll att kolkondens är marginalet i Europa. Elmarknaden i Europa är till stor del hoplänkad och den el-framställning som är dyrast i Europa bör därför väljas som ersättningsel.

Andelen energi som blir el, fjärrvärme och förloras vid avfallsförbränningen

Givet att valet av ersättningsenergi är som ovan har det mycket stor betydelse vad energin från förbränningen används till. Det är miljömässigt mycket bättre om energin blir el än värme. Umeås förbränningsanläggning producerar ungefär 20 % el medan Moras anläggning bara framställer värme. Det gör att miljöeffekterna i Arjeplog blir bättre än för Älvdalen trots att transporterna är längre i Arjeplog. Det vore intressant att undersöka om det är miljömässigt bättre att transportera Älvdalens hushållsavfall en längre sträcka till någon annan avfallsförbränningsanläggning som även framställer el. Även en viss del av energin från avfallsförbränningen går förlorad, särskilt under sommarmånaderna då efterfrågan på fjärrvärme är liten. Sundqvist menar att andelen energi som förloras vanligtvis är liten. I WAMPS antas 5 % av energin förloras. Det är ett osäkert antagande som troligtvis påverkar resultatet ganska mycket.

Andel av kompostmull som antas ersätta handelsgödsel

Valet att 100 % av kompostmullen från strängkompostering och 80 % av kompostmullen från hemkompostering ersätter handelsgödsel är mycket osäkert, men känslighetsanalysen visar att andelen kompostmull som ersätter handelsgödsel inte påverkar resultatet i någon större utsträckning. I WAMPS ersätter handelsgödsel kompostmull, men även torv kan tänkas ersätta kompostmull som jordförbättringsmedel. Torv bildas mycket långsamt och har under sin långa livstid hunnit binda stora mängder koldioxid, koldioxiden frigörs till atmosfären då marken dikas ur och torven bryts. Betydande emissioner av olika kväveoxider orsakas också av de tunga maskiner som bearbetar marken och bryter torv. Kväveoxider bidrar till både försurningen och övergödningen. Resultatet för scenarier med kompostering hade troligtvis blivit bättre om kompostmull hade antagits ersätta torv istället för handelsgödsel (Boldrin m.fl., 2008).

Att låta icke brännbart avfall förbrännas

Både Arjeplog och Älvdalen låter kommuninvånarna själva lämna in icke brännbart avfall på ÅVC. Denna fraktion transporteras sedan till Piteå respektive Mora för deponering.

Miljöbelastningen orsakad av just det deponerade avfallet är i många fall den dominerande källan till den totala miljöbelastningen. Problemet är att deponeringsmodellen i WAMPS bara beaktar sammansättningen på ”restavfallet”, det vill säga det avfall som inte sorteras ut och särbehandlas. Andel restavfall fördelas sedan mellan olika förbrännings- och deponeringsalternativ. Det medför att de uppkomna emissionerna från deponin stämmer dåligt med verkligheten då endast fraktionen icke brännbart deponeras medan resterande fraktioner förbränns. Utsläpp och energiutvinning från förbränningen blir också lite felaktiga eftersom en viss mängd icke brännbart avfall antas förbrännas i WAMPS. Detta problem har lösts genom att låta allt restavfall förbrännas. I förbränningsmodellen ingår deponering av aska (Sundqvist, pers.medd.). Det gör dock att utsläpp från transporterna av icke brännbart avfall blir lite fel eftersom denna fraktion egentligen transporteras till Piteå för deponering men i WAMPS körs det till Umeå för förbränning. Det är dock förhållandevis små mängder och påverkar resultatet mycket lite i det hela.

6. SLUTSATSER

- Utsläppsemissioner från transporter i glesbygden är förhållandevis små, förutsatt att de planeras och körs på ett effektivt sätt. Transporterna är dock avgörande för valet av lämplig avfallshantering i många glesbygdskommuner.
- Att deponera hushållsavfall i glesbygd är ett miljömässigt mycket dåligt alternativ även om hushållsavfallet måste transporteras väldigt långt för annan behandling.
- Valet av ersättningsenergi för el- och fjärrvärmeproduktion i WAMPS har en avgörande påverkan när det gäller vilken avfallshantering som är miljömässigt bäst lämpad i glesbygd.
- I glesbygdskommuner är det något bättre ur miljösynpunkt att skicka biologiskt avfall till storskaliga förbrännings- eller biogasanläggningar istället för att det hem- eller strängkomposteras.
- Tillvägagångssättet för hämtning av hushållsavfall på öar skiljer sig mycket både inom och mellan olika kommuner.

6. REFERENSER

Tryckt material

- Avfall Sverige (2007). *Utvärdering av svensk avfallspolitik i ett systemperspektiv*. Rapport 2007:10. Malmö. ISSN 1103-4092.
- Baky A., Eriksson O. (2003). *Systems Analysis of Organic Waste Management in Denmark*. Danish Environmental Protection Agency. No. 822 2003. Köpenhamn.
- Baumann, H. & Tillman, A.-M. (2004). *The Hitchhiker's Guide to LCA*. Studentlitteratur AB, Lund. ISBN 91-44-02364-2.
- Boldrin A., Hartling K.R., Smidt M.M., Christensen T.H. (2008). *Use of compost and peat in growth media preparation: an environmental comparison using LCA-modeling (EASEWASTE)*. Submitted to Journal of Environmental Quality.
- Carlström, A. (2006). *Kompostering av organiskt avfall från Gästrikeregionen – miljöpåverkan av olika behandlingsalternativ*. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete. Gävle.
- Jönsson, J. (2005). *Förbränning eller biologisk behandling?* Högskolan i Gävle. Institutionen för teknik och byggd miljö. Examensarbete. Gävle.
- Lindberg, C. (2008). *Plockanalys – Arvidsjaur och Arjeplogs kommuner*. Grontmij AB. Boden.
- Naturvårdsverket (2008). *Miljömålen – nu är det bråttom!* ISBN 978-91-620-1264-9. Stockholm.
- Pollak, F. (2006). *Miljökonsekvenser av svensk avfallspolitik- fallstudie i två regioner*. IVL Svenska Miljöinstitutet. Rapport B1677. Stockholm.
- RVF (2005). *Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning*. RVF Utveckling 2005:05. Malmö. ISSN 1103-4092.
- Skoglund, C. (2000). *Utvärdering av olika sätt att behandla organiskt avfall på Värmdö*. Högskolan i Kalmar. Institutionen för biologi och miljövetenskap. Examensarbete 2000:M13. Kalmar.
- Sundqvist, J. –O. (1999). *Systemanalys av energiutnyttjandefrån avfall – utvärdering av energi, miljö och ekonomi: Fallstudie – Älvdalen*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Stockholm.
- Sundqvist, J. –O., Finnveden G., Sundberg J. (2002). *Syntes av systemanalyser av avfallshantering*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport B1491. Stockholm.
- Sundqvist, J. –O. (2002). *Systemanalyser av biologisk avfallshantering - sammanfattning*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Stockholm.
- Sundqvist, J –O. (2008). *Utredning om konsekvenser av utökad matavfallsinsamling i Stockholm*. IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.

Ej tryckt material

- Avfall Sverige (2008). *Svensk Avfallshantering 2008*. Malmö.
- Stenmarck Å (2005). *Manual WAMPS*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Personliga kontakter:

- Behrmann, Sam, Volvo Penta, sam.behrmann@volvo.com, tel: 031- 322 80 87, 2008-10-06
- Georgsson, Arne, FTI AB, arne.georgsson@ftiab.se, tel: 08 - 566 144 02, 2008-10-02
- Johansson, Jan, Brandskär AB, tel: 0304- 39 559, 2008-10-06
- Stegfeldt, Tomas, SÖRAB, *Mottagna mängder återvinningscentraler, andel till återvinning*, 2008-10-09.

Strandberg, Lars, Väst kuststiftelsen, lars.strandberg@vastkuststiftelsen.se, tel: 031– 335 50 82, 2008-10-06

Sundberg, Cecilia, Forskare, Institutionen för energi och teknik, SLU, cecilia.sundberg@et.slu.se, tel: 018- 67 16 11, 2008-12-02

Vukicevic, Sanita, NSR, *Grovsopor Bjuvs återvinningsgård 080318*, sanita.vukicevic@nsr.se, tel: 042- 400 13 27, 2008-10-02.

Westin, Jenny, Avfall Sverige, jenny.westin@avfallsverige.se, tel: 040- 35 66 15, 2008-09-23

Wissler, Anders, Sjöfartsverket, vxl: 011- 19 10 00, 2008-09-22

Arjeplog:

Almqvist, Olle, El-Kretsen (kör WEEE), olle.almqvist@el-kretsen.se, 08- 545 21 642, 2008-10-06

Burman, Lars-Gunnar, Arjeplogs kommun, l.burman@arjeplog.se, tel: 0961- 141 20, 2008-09-18

Lindström, Staffan, Miljöåkeriet (glas), tel: 070- 681 49 88, 2008-10-13

Niklas, (logistikansvarig), Miljö- och Teknik i Kangos (metall, hårdplast och tidningar), tel: 0978- 71 755, 2008-10-07

Nilsson, Per, IL Recycling Älvsbyn (papper och hämtar kärl- och säck), per.nilsson@ilrecycling.com, tel: 0251- 102 50, 2008-10-03

Norrköping:

Törnqvist, Pernilla, Norrköpings kommun, pernilla.tornqvist@norrkoping.se, tel: 011- 15 15 78, 2008-10-02

Stenbäck, Ann, Entreprenör (hämtar hushållsavfall på Norrköpings kommuns skärgårdsöar), tel: 0125- 310 20, 2008-10-15

Piteå:

Lundholm, Kjell, Piteå Renhållning och Vatten, kjell.lundholm@pireva.se, 2008-09-16

Älvdalen:

Almqvist, Olle, El-Kretsen (WEEE), olle.almqvist@el-kretsen.se, 08- 545 21 642, 2008-10-06

Brandt, Per-Ove, Älvdalens kommun, per-ove.brandt@alvdalen.se, tel: 0251- 801 58, 2008-10-30

Eriksson, Daniel, Stena Scanpaper (tidningar, kartong och hårdplast), daniel.eriksson@stenarecycling.se, tel: 010- 445 60 42, 2008-10-23

Jansson, Ingvar, Älvdalens kommun, ingvar.jansson@alvdalen.se, tel: 0251- 801 60, 2008-10-21

Röngård, Ove, Röngårds Åkeri (kärl- och säck), tel: 0251- 102 50, 2008-10-29

Skön Anna, Ragn-Sells (metall), tel: 0243- 69 730, 2008-10-23

Österåker:

Johansson, Cecilia, Sonnys Skärgårdsland AB, sonny@skargardsland.se, tel: 08- 795 47 46

Karlsson, Lena, Ragn-Sells, tel: 08- 795 47 46, 2008-09-11

Westling, Lars, Entreprenör Ingmarsö, tel: 070- 46 16 152, 2008-10-23

Wistling, Markus, Österåkers kommun, markus.wistling@osteraker.se, tel: 08- 540 813 12, 2008-09-18

Personliga möten:

Sundqvist J. –O. IVL Svenska Miljöinstitutet. 2008-09-01, 2008-10-06, 2008-10-22.

Internet:

Avfall Sverige (a). Europeisk avfallsstatistik.

http://www.avfallsverige.se/m4n?oid=2439&_locale=1, 2008-09-02

Avfall Sverige (b). Insamlade mängder 2004-2007.

http://www.avfallsverige.se/m4n?oid=1189&_locale=1, 2008-09-10

Avfall web.

<http://www.avfallweb.se>, 2008-09-23

Eurostat. Municipal waste treatment, by type of treatment method - kg per capita.

http://europa.eu/index_en.htm, 2008-09-02

FTI (a). 2007 års återvinningsresultat av förpackningar och tidningar.

<http://www.ftiab.se/hushall/atervinningen/statistik/>, 2008-08-15

FTI (b). Sök en återvinningsstation.

<http://www.ftiab.se/hushall/lamna/sokenatervinningsstation.4.405877db1168b3d892a8000899.html>, 2008-09-03.

Glesbygdsverket (a). Gles- och landsbygdsdefinitioner.

<http://www.glesbygdsverket.se/>, 2008-08-29

Glesbygdsverket (b). Öar utan fast landförbindelse med folkbokförd befolkning.

www.glesbygdsverket.se, 2008-06-05

Miljömålportalen

www.miljomal.nu, 2008-08-20

MSR. Utsläppskategori för fyrhjulingar.

http://www.msr.se/Documents/Kriterier/fordontransp/fordon/msr_personbilar_crit_21.doc, 2008-10-20

Naturvårdsverket (a). Vägledning till definitionen av hushållsavfall.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Lagar-och-regler-om-avfall/Vagledning-till-definitionen-av-hushallsavfall/>, 2008-10-23

Naturvårdsverket (b). EU:s avfallshierarki.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Hantering-och-behandling-av-avfall/Deponering-av-avfall/Alternativ-till-deponering/> 2008-09-29

Naturvårdsverket (c). Innebörden av producentansvar.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Producentansvar/>, 2008-09-29

Naturvårdsverket (d). Producentansvar införs för batterier.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Hantering-och-behandling-av-avfall/Batteriinsamling/>, 2008-09-29

Naturvårdsverket (e), Miljöbalk (1998:808)

<http://www.naturvardsverket.se/Lagar-och-andra-styrmedel/Lag-och-ratt/Miljobalken/>, 2008-11-05

Stockholmsregionens avfallsråd. Producentansvar.

<http://www.atervinningscentralen.se/home/page.asp?sid=1639&mid=2&PageId=27921>, 2008-09-29

Volvo Penta. Produktblad för båtmotorerna D3-130 och D6-330.

http://www.volvo.com/volvopenta/se/sv-se/marine_leisure_engines/engines/c_diesel_sterndrive/p_diesel_sterndrive.htm, 2008-11-14

Vägverket. Emissionshalter för Miljöklass 2005PM.

http://www.vv.se/templates/page3wide_20043.aspx, 2008-10-20

BILAGOR

BILAGA 1. AVFALLETS SAMMANSÄTTNING

Säck- och kärlavfallet

I stort sett varje kommun har någon gång gjort en plockanalys på sitt säck- och kärlavfall. Det är dock vanligt att hushållsavfallet inte sorteras i just de fraktionerna som ska anges och matas in i WAMPS. Nordvästra Skånes Renhållning (NSR) har i mars 2005 sammanställt rapporten *Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning*. Den bygger på plockanalyser på hushållsavfallens säck- och kärlavfall i sju svenska kommuner (RVF 2005). Resultatet från rapporten kan anses vara ett ungefärligt mått på den genomsnittliga sammansättningen på säck- och kärlavfallet i Sverige. Trots att plockanalyser har gjorts i de studerade kommunerna så har resultatet från RVF:s rapport använts i detta projekt, ofta på grund av att plockanalyserna är äldre, stickproven är små eller att flera fraktioner har klumpats ihop och att det därför inte går att urskilja de fraktioner som WAMPS behöver.

Grontmij genomförde en plockanalys av hushållsavfallets säck- och kärlavfall i Arvidsjaur och Arjeplogs kommun den 23 respektive 24 april 2008 (Lindberg, 2008). Syftet med plockanalysen var att få kunskap om säck- och kärlavfallets sammansättning. Avfallet delades endast upp i sex olika fraktioner. För att få en uppfattning om säck- och kärlavfallets sammansättning i glesbygdskommuner skiljer sig från övriga Sverige så har en jämförelse gjorts mellan denna plockanalys och RVF:s rapport *Trender och variationer i hushållsavfallets sammansättning* (tabell 1).

De största skillnaderna mellan plockanalyserna är att Arjeplogs hushållsavfall innehåller lägre andel biologiskt avfall medan fraktionen övrigt brännbart nästan är dubbelt så stor. Vissa av skillnaderna går att förklara. Att mängden biologiskt avfall är mindre förklaras med att 16 % av hushållen i Arjeplog hemkomposterar och därmed minskar andelen i säck- och kärlavfallet. En anledning till att fraktionen övrigt brännbart blev så stor är att plockanalysen innehöll en stor andel vuxenblöjor från en vårdinrättning. Dessa enskilda händelser kan påverka resultatet ganska mycket då bara en plockanalys genomförs. Det är en anledning till att RVF:s generella sammansättning användes som indata i WAMPS.

Tabell 1. Jämförelse av plockanalyser på säck- och kärlavfall

Fraktion	Arjeplog 2008	RVF - rapport (2005:5)
Biologiskt avfall	42,7 %*	49,50 %
Förp. av glas eller metall	4,2 %	3,2 %
Papper och förp. av papper eller plast	23,4 %	26,0 %
Övrigt brännbart	26,3 % **	13,7 %
Deponirest	2,1 %	5,4 %
Farligt avfall / Elektronik	1,2 %	0,8 %

* De 16 % som hemkomposterar drar ner andelen bioavfall.

** Verksamhetsavfall från en vårdinrättning innehöll mycket vuxenblöjor.

Grovavfallet

Det har inte alls gjorts lika många analyser på grovavfallets sammansättning som på säck- och kärlavfallet. För de analyser som har gjorts har syftet med analysen ofta varit att studera andelen grovavfall som har sorterats fel på återvinningscentralerna och inte hur

sammansättningen på grovavfallet faktiskt ser ut. Ett exempel på en analys vars syfte var att undersöka andelen felsorterat grovavfall har gjorts av NSR på grovsopor från Bjuvs återvinningsgård i mars 2008. Resultatet av analysen visade att 70 % var ”riktigt” grovavfall, 1 % var elektriskt och elektroniskt avfall och 29 % var restavfall som hörde hemma på återvinningsstationer eller i säck- och kärlavfallet (Vukicevic, pers.medd.).

De siffror som använts på grovavfallets sammansättning kommer från SÖRAB och är statistik som använts som underlag vid framtagande av avfallsplan. Sammansättningen bygger på mottagna mängder grovavfall till nio olika ÅVC i Stockholms län 2007, värdena är inte korrigerade för felsorterade mängder. Andel fraktioner som grovavfallet är uppdelat efter är färre än för säck- och kärlavfallet (Stegfeldt, pers.medd.). Att data från SÖRAB medför en stor osäkerhet eftersom kommunerna runt Stockholm skiljer sig mycket mot glesbygdskommunerna Arjeplog och Älvdalen, vilket också borde avspeglas i grovavfallets sammansättning.

Mängderna grovavfall kommer från de mängder som kommunerna själva matat in i avfall web (avfall web, www). Ibland har kommuner olika definitioner på grovavfall och därmed olika uppfattning om vad som ingår. Det gör att mängden insamlat grovavfall per invånare ibland kan skilja upp emot en faktor tio mellan olika kommuner. Arjeplog som har mindre än hälften så många invånare som Älvdalen rapporterade in att de samlat in 1000 ton grovavfall 2007 vilket kan jämföras med Älvdalens 789 ton. När mängden grovavfall per invånare skiljer sig mycket mellan kommuner kan man misstänka att sammansättningen på grovavfallet också ser olika ut mellan kommuner.

I tidigare analyser i WAMPS har det felaktiga antagandet att grovavfallets sammansättning är samma som säck- och kärlavfallets sammansättning gjorts (Sundqvist, pers.medd.).

Förpackningar och tidningar

På FTI:s hemsida finns statistik över insamlade mängder förpackningar och tidningar för nästan alla svenska kommuner. En sammanställning av statistiken går att läsa i kap. 2.11. När det gäller förpackningar av metall så finns endast ett totalvärde på både stål- och aluminiumförpackningar hos FTI. I WAMPS antas att andelen aluminium är obetydlig och att all inlämnad metall är plåt.

Miljöeffekterna som uppkommer på grund av att hushållen själva lämnar sina förpackningar och tidningar vid återvinningsstationerna har inte studerats. Istället antas att invånarna själva lämnar sina förpackningar på kommunens återvinningsstationer när de utför ett annat ärende och har vägarna förbi.

Elektriskt och elektroniskt avfall (WEEE)

Uppgifter om insamlade mängder elektriskt och elektroniskt avfall har hämtats från avfall web samt från EL-Kretsens hemsida.

Farligt avfall

Fraktioner och mängder av farligt avfall har hämtats från avfall web.

Både farligt avfall och WEEE måste invånarna själva lämna på någon av kommunens återvinningscentraler. Även här görs antagandet att det inte blir någon extra miljöbelastning av transporter till ÅVC. Invånarna antas lämna sitt avfall i samband med något annat ärende då de passerar en ÅVC.

Hemkompostering

I analysen av Arjeplogs avfallshantering finns en sjätte avfallsström för de hushåll som hemkomposterar. I detta fall ser sammansättningen på säck- och kärlavfallet något annorlunda ut eftersom det innehåller mindre biologiskt avfall. För Älvdalen har hemkomposterat biologiskt avfall valts att inkluderas i kärl- och säckavfallet.

BILAGA 2. INDATA TILL WAMPS

Steg 1 – Hushållsavfallets sammansättning

Tabell 2. Hushållsavfallets sammansättning samt mängder för olika fraktioner och avfallströmmar i Arjeplog och Älvdalen

Mängd [ton] Fraktion	Kärl- och säckavfall		Förpackningar och tidningar		Grovavfall		WEEE		Farligt avfall		Hemkompost	
	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.
	1200	2134	270	1050	1000	789	52	151	53	71	74	0
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Plast (blandat)	1,2	1,3										
Plastförpackningar (hårda)	3,3	3,5	6,6	4,7								
Plastförpackningar (mjuka)	7,2	7,6										
Glas (blandat)	0,2	0,2										
Glasförpackningar	2,3	2,4	24,9	25,7								
Metallskrot	0,9	1			6,9	6,9						
Metallförpackningar (stål)	1,6	1,7	2,4	2,8								
Metallförpackningar (aluminium)*	0	0	0	0								
Papper, kartong, well (blandat)	0,8	0,8			3,1	3,1						
Pappersförpackningar	7,7	8,2	23,6	18,3								
Tidningar, magasin m.m.	7,8	8,3	42,6	48,5								
Bioavfall (blandat)	0,0	0			13,3	13						
Biologiskt köksavfall	42,7	39,2									100	
Trädgårdsavfall	6,7	7,1										
Trä	0,5	0,5			20,9	21						
Farligt avfall (blandat)	0,3	0,3			0,1	0,1			53	53		
Farliga batterier (Cd, Hg, Pb)									2,7	2,7		
Bilbatterier (ackumulatorer)									44	44		
El- och elektroniskt avfall (WEEE)	0,5	0,5					100	100				
Gummi, inkl. däck					0,4	0,4						
Övrigt brännbart avfall	9,7	10,3			26,7	27						
Icke farliga batterier												
Kläder, skor, textilier, läder	2,3	2,3										
Icke brännbart avfall	4,3	4,3			28,7	29						

* För mängden aluminium- och stålförpackningar finns endast en totalsumma. Andelen aluminium antas vara försumbar.

Steg 2 – Källsortering

Hushållsavfall som sorteras ut är

- Förpackningar och tidningar som lämnas på återvinningsstationer

- Metall och farligt avfall från grovavfallet på återvinningscentraler
- Elektriskt och elektronsikt avfall (WEEE) som lämnas på återvinningscentraler
- Farligt avfall som lämnas på återvinningscentraler
- Hemkomposterat eller centralsträngkomposterat biologiskt avfall

De personer som hemkomposterar eller har hämtning av biologiskt avfall antas sortera ut 90 % av köksavfallet och 50 % av trädgårdsavfallet, resterande hamnar i säck- och kärlavfallet.

Steg 3 – Behandlingsmetod

Arjeplogs kommun:

Utsorterat biologiskt avfall – Hemkomposterat. 80 % av kompostmullen antas ersätta handelsgödsel.

Restavfallet – Förbränns. 75 % av utvunnen energi används till fjärrvärme, 20 % blir elektricitet och 5 % förloras.

Ersättningsenergi för elektricitet – Kol

Ersättningsenergi för fjärrvärme - Bioenergi

Älvdalens kommun:

Utsorterat biologiskt avfall – 40 % hemkomposterat och 60 % strängkomposters. Totalt antas 92 % av kompostmullen ersätta handelsgödsel.

Restavfallet – Förbränns. 95 % av utvunnen energi används till fjärrvärme och 5 % förloras.

Ingen elektricitet utvinns.

Ersättningsenergi för elektricitet – Kol

Ersättningsenergi för fjärrvärme – Bioenergi

Steg 4 – Ekonomi

Ingen ekonomisk analys har gjorts i WAMPS.

Steg 5 – Insamling

Förpackningar och tidningar lämnas på ÅVS medan farligt avfall, weee och metallskrot lämnas på ÅVC. Restavfallet och det biologiska avfallet hämtas vid fastighetsgräns.

Medelavståndet mellan hämtningsställena har uppskattats med hjälp av eniros vägbeskrivningstjänst och utifrån FTI:s beskrivningen var kommunens ÅVS och ÅVC finns. Ibland så töms inte alla återvinningsstationer lika ofta i dessa fall har ett viktat medelvärde beräknats. Data rörande insamlingen visas i tabell 3.

Tabell 3: Insamlingsdata för olika fraktioner

Material Kommun	<i>Förpackningar</i>						Papper Arj. Älv.		Farligt avfall Arj. Älv.	
	Hårdplast		Glas		Metall					
	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.				
Antal hämtningsställen	5	11	7	11	6	10	7	11	1	3
Medelavstånd [km]	16	45	16	45	16	45	16	45	0	75
Hämtningar per år	9	12	9	12	6	12	52	104	4	3
Fordonstyp*	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-

	Material		Metallskrot		Tidningar		Biologiskt avfall		Restavfall		WEEE	
	Kommun	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	Arj.	Älv.	
										147		
Antal hämtningsställen	1	3	6	11	-	2102	5	3503	1	3		
Medelavstånd [km]	0	75	16	45	-	0,73	1,7	0,44	0	75		
Hämtningar per år	-	3	15	52	-	26	26	13	8	12		
Fordonstyp*	-	3	3	3	-	2	1	2	-	-		

* 1 = "Vanlig" sopbil, 2 = Frontlastare, 3 = Lastbil

Steg 6 – Transporter

När fraktionerna har samlats in så körs de ofta till en mellanlagringsplats för att sedan lastas om för vidare transport till slutbehandling i fullastade långträdare (tabell 4 och 5).

Transporten till mellanlagringsplatsen matas in i WAMPS under bladet *Insamling* under steg 5. I brist på information har tillbakatransporten från återvinningsanläggningarna antagits ske tom. Ett undantag är glas mellan Skellefteå och Hammar då sprängämnen till gruvorna transporteras upp på tillbakavägen.

Tabell 4. Transporter från Arjeplog till mellanlagringsplats samt slutbehandling för respektive fraktion

Arjeplog	Last [ton]	Mellanlagring	Insamling [km]	Last [ton]	Vidare till-	Transport [km]
Hårdplast	2	Skellefteå	218	15	Bredaryd	1 200
Glas	9	Skellefteå	218	24	Hammar	950
Stål	1,2	Skellefteå	218	24	Smedjebacken	750
Papper	1,2	Luleå	240	30	Norrköping	1 050
Tidningar	8	Boden*	225	-	-	-
Farligt avfall	13,5	Kumla	1 050	-	-	-
WEEE	6,5	Skellefteå	218	20	-	800
Restavfall	7	Arvidsjaur	86	30	Umeå	270

*Arvidsjaur och Arjeplog delar på avståndet

Tabell 5. Transporter från Älvdalen till mellanlagringsplats samt slutbehandling för respektive fraktion

Älvdalen	Last [ton]	Mellanlagring	Insamling [km]	Last [ton]	Vidare till-	Transport [km]
Hårdplast	3,0	Borlänge	139	15	Länna	450
Glas	-	-	0	16,5	Hammar	360
Stål (mixat)	-	-	0	18	Smedjebacken	190
Stål	1,8	Borlänge	139	24	Smedjebacken	50
Papper	1,3	Borlänge	139	24	Örebro	160
Tidningar	7,2	Gävle	216	30	Hallstavik	130
Farligt avfall	-	-	0	12	Kumla	310
WEEE	12,5	Västerås	265	24	Olika områden	200*
Brännbart	7,5	Mora	39	-	-	-
Biologiskt**	7,5	Mora	39	30	Ludvika	140

* Antagit

** Förenklat att den biologiska fraktionen transporteras 8 mil med lasten 7,5 ton i sidlastande sopbil

BILAGA 3. WAMPS UPPBYGGNAD

Denna del är hämtad från Avfall Sveriges rapport 2007:10, ”Utvärdering av svensk avfallspolitik i ett systemperspektiv”. En del tillägg och ändringar har gjorts.

WAMPS är uppbyggd av olika modeller för avfallsbehandling. Modeller som används i denna studie är:

Kompostering

Komposteringsmodellen har delmodeller för hemkompost, öppen- och sluten kompost samt reaktorkompostering. Modellerna tar med energiförbrukning, emissioner till luft och vatten, transporter kopplade till komposteringsprocessen, sparad mängd gödningsmedel i form av handelsgödsel, P/N, och kostnader för processen.

Indata i WAMPS för komposteringsmodellen är andelen av den mängd avfall som komposteras från den del av avfallet som behandlas genom biologisk behandling. Hur stor del av den komposterade mängden som går till varje delmodell, hemkompost, öppen-, sluten eller reaktorkompost väljs samt hur stor andel av den återstående komposten som ersätter handelsgödsel fylls i.

Komposteringsmodellen bygger i huvudsak på den modell som använts i ORWARE, men har delats upp på olika typer av kompostering med olika emissioner och olika energiförbrukning.

Rötning

Modellen tar med energiförbrukning och biogasproduktion, emissioner till luft och vatten, transporter kopplade till rötningsprocessen, effekter av spridningen av rötresten, sparad mängd gödningsmedel, P/N, samt kostnader för processen. Modellen är uppdelad i två delmodeller, vilka är uppdelade efter vad den producerade biogasen används till, värme eller fordonsgas.

Indata i WAMPS för rötningsmodellen är andel av den mängd avfall som rötas från den del av avfallet som behandlas genom biologisk behandling. Andel av biogasen som bli värme respektive fordonsgas fylls i. Även vilken typ av energikälla som ersätts av avfallssystemet kan väljas.

Förbränning

Förbränningsmodellen tar med energiomsättning, emissioner till luft och vatten samt kostnader som hör till förbränningsprocessen. Effekter av deponering av aska och slagg som uppkommer vid förbränningen tas också med. Utsläppsemissionerna från förbränningen följer förbränningsdirektivets gränsvärden på rökgasrening.

Indata i WAMPS för förbränningsmodellen är andel av den resterande mängden avfall som förbränns, efter utsortering till återvinning och biologisk behandling, samt hur stor del av den producerade energin som går till el eller värme. Även vilken typ av energikälla som ersätts vid energiproduktionen kan väljas.

Deponering

Deponeringsmodellen baseras på den modell som använts i ORWARE. Emissioner och deponigasproduktion integreras under en 100-årsperiod, d.v.s. om ett ton avfall deponeras

idag beräknas emissioner och deponigasproduktion som kommer att ske under en hundraårsperiod framöver.

Modellen tar med energiomsättning och gasproduktion, emissioner till luft och vatten samt kostnader för deponeringsprocessen.

Indata i WAMPS för deponeringsmodellen är andel av den resterande mängden avfall som deponeras, efter utsortering till återvinning och biologisk behandling. Hur stor del av den producerade deponigasen som går till el- respektive värmeproduktion fylls i. Hur stor andel av deponin som utgörs av ”traditionell” deponi eller består av bioceller kan väljas. Ett alternativ är även om avfallet endast läggs på hög. Hur stor gasutvinningen är för respektive deponityp väljs också. Typ av energikälla som ersätts vid produktionen av el och värme kan också väljas.

Insamling av avfall

Modellen för insamling av avfall grundar sig på den modell som använts i ORWARE. Insamlingsmodellen tar med energiförbrukning, uppkomna emissioner till luft och vatten samt för kostnader för insamlingsprocessen. Insamlingsmodellen gäller för fordon som drivs med diesel.

Indata i WAMPS för insamlingsmodellen är antal stopp, antal hämtningar per år, medelavstånd mellan varje stopp, tidsåtgång vid varje stopp, medelhastighet under insamlingen och vidare transporter. Avstånd till omlastning eller behandling, vilken typ av bil som används, där valet är komprimerande sopbil, frontlastare, lastbil eller släpbil, bemanning i varje bil, medellast och den totala mängden avfall under ett år. Alla parametrar kan varieras för olika fraktioner som kan hämtas. Parametrarna kan också fördelas till småhus, flerfamiljshus och landsbygd samt återvinningsstationer, detta görs för varje fraktion.

Transport av avfall

Transportmodellen baseras på den modell som använts i ORWARE. Modellen tar med energiförbrukning, emissioner till luft och vatten samt kostnader. Modellen avser längre transporter med lastbil eller släpbil som drivs med diesel.

Indata i WAMPS för transportmodellen är medelavstånd till behandlare, medellast och om returen går med full eller tom last.

Återvinning

I återvinningsmodellen ingår delmodeller för återvinning av:

- Hårdplast och mjukplast
- Pappersförpackningar
- Tidningar (returpapper)
- Stålskrot och stålförpackningar
- Aluminiumskrot (inkl. förpackningar)
- Glasförpackningar

Återvinningsmodellen tar med energiförbrukning, emissioner till luft och vatten samt kostnader för återvinningsprocesserna. Modellen tar med effekter från återvinningsprocessen samt sparade emissioner från jungfrulig produktionsprocess.

Indata i WAMPS för återvinning är andel av varje fraktion som sorteras ut från grundsammansättningen.

Farligt avfall, småbatterier, bilbatterier och WEEE

Modellerna för farligt avfall och WEEE omfattar blandat farligt avfall, bilbatterier, små batterier, samt WEEE. Dessa fraktioner hanteras som separata avfallsströmmar och respektive modell tar med energiförbrukning och emissioner till luft och vatten från de behandlingsmetoder och eventuella återvinningsprocesser som används för omhändertagandet av respektive fraktion.

Processerna grundar sig på följande:

- Organiskt farligt avfall antas förbrännas (d.v.s. en särskild förbränningsmodell används där värme och el produceras), och oorganiskt farligt avfall antas deponeras (d.v.s. en modifierad deponimodellen används). WAMPS utgår från en antagen fördelning mellan ”organiskt” och ”oorganiskt” avfall och innehållet i dessa
- WEEE antas först demonteras och sorteras, varefter metaller återvinns (process enligt Rönnskärsverken). Hänsyn tas till slupna emissioner från jungfrulig produktion av koppar, m.m.
- Småbatterier går först till en sorteringsanläggning, sedan återvinnings nickel-kadmium ur NiCd-batterier vid SAFT i Oskarshamn. Hänsyn tas till slupna emissioner från jungfrulig produktion av nickel och kadmium.
- Bilbatterier går till blyåtervinning. Processen bygger på data från Boliden-Bergsöe

Tillägg: Underliggande data till dessa tre modeller är sämre än för de övriga modellerna i WAMPS. Osäkerheten i resultatet rörande emissioner och energiförbrukning för dessa fraktioner är större än för de flesta andra (Sundqvist, muntl, 2008).

Ersatt energikälla

I modellen väljs vilken energikälla som ska ersättas då el respektive värme produceras från avfallssystemet. Vid el-framställning väljs mellan biobränslen, vindkraft, vattenkraft, kärnkraft, olja, kol naturgas eller svensk elmix. Samma används även för att beräkna emissioner från den elektricitet som förbrukas i det studerade systemet. Energitillgång som kan ersättas vid värmeframställning är; olja, naturgas och biobränsle. Miljöeffekterna från de alternativa energitillgångarna inkluderar den direkta energiframställningen och tar inte med utvinningen av energilagret, till exempel tas inte brytning av uran med.

Om specifik data gällande olika parametrar ska tas med i modellerna kan dessa bytas ut genom att gå in på beräkningsbladen. Det är dock inte avsikten med modellen då den ska fungera som ett lättarbetat verktyg och hjälpmedel.