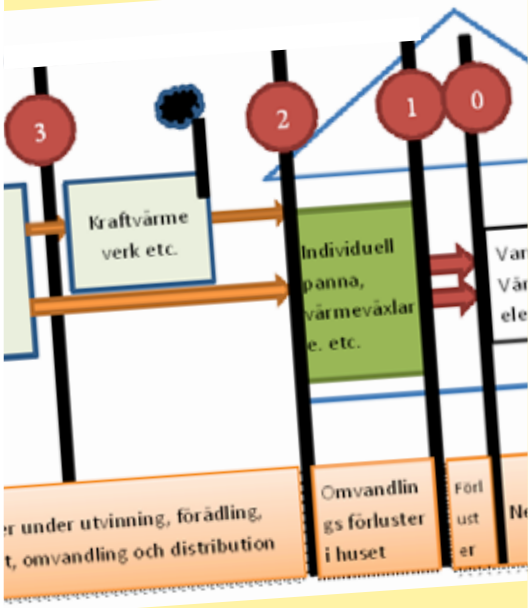
PRIMÄRENERGI I AVFALL OCH RESTVÄRME

FJÄRRSYN

RAPPORT 2012:5

primärenergifaktorer

ler[6] används begreppet *"total primary energy fac*
torn från vaggan till nyttiggjord energi, d.v.s. från
torn kan användas för att jämföra effektiviteten m
mpelvis värme för uppvärmning från fjärrvärme j
ed oljepanna i huset.



stration av systemgränserna för uppvärmning av ett
värme. Figuren är inspirerad av bland annat Persson
else med Figur 2 så har systemgräns 3 och 4 samma

växlare har näst intill 100 % verkningsgrad medan
och med att viss värme försvinner med rökgaser
förbart sätt kunna jämföra den totala effektivitete
ör fjärrvärme med annan uppvärmning måste hela
. I praktiken är dock detta svårt eftersom det är de
n mäts. Ett typiskt exempel på när systemgränser
le byggreglerna. Där mäts energianvändning i hus
bland annat att en värmepump i ett fjärrvärmenät
nebär en mycket högre energianvändning för huse
m levererar lika mycket värme till ett likadant hus

PRIMÄRENERGI I AVFALL OCH RESTVÄRME

METODFRÅGOR

JENNY GODE TOMAS EKVALL FREDRIK MARTINSSON
ERIK SÄRNHOLM JEANETTE GREEN

ISBN 978-91-7381-086-9
© 2012 Svensk Fjärrvärme AB

FÖRORD

Omvärldsrådet har identifierat ett behov av kunskap om vilken primärenergifaktor som ska användas för avfall och restvärme. Detta projekt har initierats och är en värdefull del i kunskapsuppbyggnaden. Projektet har också resulterat i ett PM som beskriver olika allokeringar i kraftvärmeverk, Fjärrsyn rapport 2012:8 Kraftvärmeallokeringar.

Projektet har utförts av Jenny Gode (projektledare), Tomas Ekvall, Fredrik Martinsson, Erik Särnholm och Jeanette Green på IVL Svenska Miljöinstitutet AB. En referensgrupp har varit knuten till projektet. Följande personer deltagit i gruppen med bra och konstruktiva diskussioner Erik Dotzauer (ordförande), Erik Larsson, Inge Johansson, Lia Detterfelt, Alena Nordqvist, Olof Ingulf, Jörgen Carlsson, Albin Andersson, Johan Thelander, Håkan Lindsjö och Mats Renntun.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyn ska stärka möjligheterna för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik.

Christian Schwartz
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes omvärldsråd

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Fjärrsyns styrelse eller Svensk Fjärrvärme har tagit ställning till innehållet.

SAMMANFATTNING

Projektet har syftat till att redogöra för olika allokeringsmetoder vid användning av avfall och industriell restvärme i fjärrvärmesektorn, att rekommendera allokeringsmetod samt att rekommendera primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme.

För att lösa uppgiften har en bred metodansats tillämpats. Först inventerades befintliga allokeringsmetoder och primärenergifaktorer från officiella dokument. Därefter analyserades och utvärderades de identifierade allokeringsmetoderna utifrån ett antal uppsatta kriterier. Slutligen genomfördes en intressentanalys omfattande dels en intervjustudie och dels en deltagandeworkshop med Delphiprocess. Utifrån resultaten från samtliga nämnda moment beräknades primärenergifaktorer för restvärme och avfallsbränslen. För avfallsbränslen krävdes även viss metodutveckling.

För restvärme visade samtliga moment på konvergerande resultat, dvs. att restvärme inte ska bära någon primärenergi. Vid Delphiprocessen uppnåddes konsensus kring att restvärme inte ska bära primärenergi. All primärenergi allokeras således till den industriella kärnprocessen och primärenergifaktorn blir noll. Till detta adderas primärenergi som krävs för att pumpa restvärmen till fjärrvärmeverkets grind. Ett exempel där 2% hjälpenergi krävts i form av el och denna värderas som nordisk elmix blir primärenergifaktorn 0,03. I projektet görs en åtskillnad mellan restvärme och värme som biprodukt där det senare är värme som inneburit att extra energi (bränslen eller el) tillsatts. En fjärrvärmeleverans kan vara en kombination av restvärme och värme som biprodukt. För värme som biprodukt ska den extra primärenergiinsatsen belasta värmen och därmed varierar primärenergifaktorn beroende på vilket energi som tillsatts och hur mycket. Motsvarande exempel som ovan (2 procent hjälpel) men för värme som biprodukt där 10% olja tillsats blir primärenergifaktorn 0,15.

För avfallsbränslen visar resultaten på en mer spretig bild. I inventeringen identifierades ett flertal olika synsätt på avfallsbränslen. Variationerna gäller både hur avfallet värderas och valda systemgränser. Av såväl Delphiprocessen som intervjuerna framgick dock att de flesta anser att åtskillnad bör göras mellan avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna. Det är dock inte självklart hur dessa olika avfallskategorier ska värderas. Vid Delphi-workshopen nåddes inte full konsensus, men mycket nära, kring att avfall som inte är vettigt att materialåtervinna bör ha en primärenergifaktor på noll eller nära noll. För avfall som är vettigt att materialåtervinna skilde sig åsikterna däremot kraftigt åt. Det är en av orsakerna till att resultaten från Delphi-workshopen inte direkt kunde användas för utveckling och rekommendation av allokeringsmetod och primärenergifaktorer för sådant avfall utan att metodutveckling krävdes. Tyvärr var också tiden för knapp för att hinna med en fullständig konsensusomgång vid Delphi-workshopen.

Resultaten indikerar alltså att det är fruktbart att skilja på avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna i en diskussion av primärenergifaktorer. Vad som ska avgöra hur denna åtskillnad görs samt hur respektive fraktion sedan ska värderas är dock två frågor som inte har självklara svar. Projektet har analyserat flera möjligheter. Om åtskillnad görs utifrån vad som är miljömässigt bäst och avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna värderas som ett respektive noll erhålls en primärenergifaktor på 0,61 för genomsnittligt hushållsavfall.

Projektet har visat att en bred metodansats är att föredra när en fråga som inte har ett vetenskapligt objektivt svar ska besvaras. På så sätt har många olika synsätt kunnat analyseras och diskuteras i projektet. Kombination av kvantitativa undersökningar och avstämning med olika avnämare ökar förutsättningarna för att metoderna ska accepteras och tillämpas. Det skulle vara värdefullt att genomföra en Delphi-workshop som fokuserar enbart på avfallsbränslen så att frågan hinner behandlas ordentligt.

SUMMARY

The project has aimed to explain different allocation methods for waste and industrial surplus heat, to recommend the allocation method and to recommend primary energy factors for waste and surplus heat.

A broad approach was applied starting with an inventory of existing allocation methods and primary energy factors from official documents. These methods were then evaluated in a criteria analysis. An important part of the project was an extensive stakeholder analysis including interviews as well as a participatory workshop based on a Delphi process. The results of all these elements formed the basis for recommendation and calculation of primary energy factors for surplus heat and waste fuels, although waste fuels also required some methodology development.

All the above-mentioned steps showed converging results for surplus heat: that no primary energy should be allocated to surplus heat. All primary energy should thus be allocated to the industrial process and the primary energy factor of the surplus heat becomes zero. However, the primary energy required to pump the surplus heat to the gate of the district heating plant should of course be added. An example in which 2% electricity (Nordic average electricity) is required to pump the surplus heat to the district heating plant gives a total primary energy factor of 0.03. The project makes a distinction between waste heat and heat as by-product in which the latter is heat to which extra energy (fuel or electricity) has been added. A district heating supply can be a combination of surplus heat and heat as by-product. For heat as a by-product, the additional primary energy input is allocated to the heat and thus the primary energy factor will vary depending on which energy is added and how much. An example with 2% electricity added for pumping and an additional 10% fuel oil for increasing the temperature, yields a primary energy factor of 0.15.

For waste fuels the picture is more complicated. The inventory identified a number of different approaches showing variations in both how the waste is valued and how the system boundaries have been selected. However, both the Delphi process and the interviews revealed that a distinction should be made between waste that would or would not make sense to recycle. It is not clear how these different categories of waste should be evaluated. For waste that wouldn’t make sense to recycle the Delphi workshop nearly reached consensus, although not 100%, that the primary energy factor should be zero or near zero. On the other hand, for waste that makes sense to recycle the views varied substantially with viewpoints ranging from zero to over one in primary energy factor.

It is not obvious how to decide whether a certain waste fraction make sense or not to recycle and how each fraction should be valued. The project analyzed several possibilities. If the distinction is based on what is best from an environmental point of

view (based on data from literature), and waste that makes or does not make sense to recycle are valued as one or zero a primary energy factor of 0.61 is obtained for average municipal solid waste.

The project has shown that a broad methodological approach is preferable when there is no scientifically objective truth. Many different approaches have been analyzed and discussed in the project. The combination of quantitative evaluations and stakeholder involvement improves the prospects of the methods to be accepted and applied. However, it would be useful to conduct a Delphi workshop that focuses solely on waste fuels.

INNEHÅLL

1 INLEDNING 13
1.1 SYFTE 13
1.2 METOD 13
1.3 AVGRÄNSNINGAR OCH DEFINITIONER 13
1.3.1 Primära bränslen 14
1.3.2 Sekundära bränslen och energibärare 14
1.3.3 Avfallsbränslen 14
1.3.4 Bi-produkt 14
1.3.5 Restbränslen 15
1.3.6 Restvärme 15
1.3.7 Värme som biprodukt 16
2 BAKGRUND 17
2.1 VAD ÄR PRIMÄRENERGI? 18
2.1.1 Primärenergi 18
2.1.2 Primärresurs 18
2.1.3 Primärenergifaktorer 19
2.2 OLIKA TYPER AV PRIMÄRENERGI 19
2.3 VÄRDERING AV PRIMÄRENERGI 20
2.4 SYSTEMGRÄNSER FÖR PRIMÄRENERGI FAKTORER 20
2.4.1 Primärenergifaktorer för bränslen 21
2.4.2 Totala primärenergifaktorer 22
2.5 BOKFÖRING ELLER KONSEKVENS AV EN FÖRÄNDRING 23
2.5.1 Bokföring av utnyttjade resurser 23
2.5.2 Konsekvenser av en förändring 23
3 INVENTERING AV PRIMÄRENERIFAKTORER OCH ALLOKERINGSMETODER 24
3.1 AVFALLSBRÄNSLE – ALLOKERING 24
3.1.1 Allokering till avfallssystemet 25
3.1.2 Allokering till energisystemet 25
3.1.3 Systemutvidgning för alternativ användning av avfall 25
3.1.4 Ekonomisk allokering 25
3.1.5 ”Bordetänkandet” 25

3.1.6 Avfallsförbränning – energiåtervinning eller bortskaffande av avfall? 26
3.2 AVFALLSBRÄNSLEN – PRIMÄRENERGIFAKTORER 27
3.3 RESTVÄRME – ALLOKERING 30
3.3.1 Noll till restvärmen (Polluter Pays Principle) 30
3.3.2 Systemutvidgning för utvinning av restvärme 30
3.3.3 Systemutvidgning för användning av restvärme 30
3.3.4 Ekonomisk allokering 31
3.4 RESTVÄRME – PRIMÄRENERGIFAKTORER 31
4 INTRESSENTANALYS – INTERVJUSTUDIE 32
4.1 DISKUSSION KRING PRIMÄRENERGI I OLIKA BRANSCHER 32
4.2 AVFALLSBRÄNSLEN 33
4.3 RESTVÄRME 34
4.4 METODASPEKTER 35
4.4.1 Styrning 35
4.4.2 Robusthet 35
4.4.3 Hur metoden uppfattas: 36
4.5 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATS AV INTERVJUERNA 36
5 INTRESSENTANALYS - DELPHI-WORKSHOP 38
5.1 DELPHIMETODEN 38
5.2 WORKSHOP OCH UPPFÖLJNING 39
5.2.1 Inledning 39
5.2.2 Konsensusprocessen 40
5.2.3 Primärenergi för restvärme 40
5.2.4 Primärenergi för avfall 40
5.2.5 Avfall vettigt att återvinna 40
6 KRITERIEANALYS 42
6.1 METOD FÖR KRITERIEANALYS 42
6.1.1 Kriterier för bra miljövärdering 42
6.2 AVFALLSBRÄNSLEN 44
6.2.1 Resultat kriterieanalys avfallsbränslen 44
6.3 RESTVÄRME 45
6.3.1 Kriterieanalys av metoder för att ta fram PEF för restvärme 45

6.3.2 Resonemang kring vad primärenergifaktorn för restvärme borde vara 46
6.3.3 Vad är restvärme? 47
7 METOD AVFALLSBRÄNSLE 48
7.1 VÄRDERING AV PRIMÄRENERGI I OLIKA AVFALLSFRAKTIONER 48
7.1.1 Avfall vettigt eller inte vettigt att materialåtervinna? 50
7.1.2 Värdering av energi i avfall 53
7.2 HJÄLPENERGI – SYSTEMGRÄNSER SAMT VÄRDERING 54
7.3 BERÄKNING AV PRIMÄRENERGIFAKTOR FÖR HUSHÅLLSAVFALL 54
7.3.1 Rekommendation primärenergifaktor för hushållsavfall 57
7.4 BERÄKNING AV PRIMÄRENERGIFAKTOR FÖR VERKSAMHETSAVFALL 57
8 METOD RESTVÄRME OCH VÄRME SOM BIPRODUKT 59
8.1 RESTVÄRME – BERÄKNING AV PRIMÄRENERGIFAKTOR 59
8.2 VÄRME SOM BIPRODUKT – BERÄKNING AV PRIMÄRENERGIFAKTOR 59
9 DISKUSSION OCH SLUTSATSER 61
9.1 PROJEKTETS TILLVÄGAGÅNGSSÄTT 61
9.1.1 Lärdomar om Delphimetoden 62
9.2 METOD FÖR BERÄKNING AV PRIMÄRENERGIFAKTORER 62
9.2.1 Restvärme och värme som biprodukt 63
9.2.2 Avfall 63
9.3 RESULTATEN 64
9.4 REKOMMENDATION AV ALLOKERINGSMETODER OCH PRIMÄRENERGIFAKTORER 64
9.5 SLUTSATSER 65
10 REFERENSER 67

BILAGOR

Bilaga 1. Intervjufrågor

Bilaga 2. Delphi-workshopen

Bilaga 3. Kriterieanalys – metoder för avfall

Bilaga 4. Kriterieanalys – metoder för restvärme

Bilaga 5. Analys av hushållsavfall – vad är respektive inte vettigt att materialåtervinna?

Bilaga 6. Diskussion om rötning respektive förbränning av matavfall

Bilaga 7. Värdering av energi i avfall som är vettigt att materialåtervinna

1 INLEDNING

1.1 Syfte

Projektet syftade till att redogöra för olika allokeringsmetoder vid produktion av flera nyttigheter med fokus på användningen av avfall och restvärme i fjärrvärmesektorn, att ge rekommendationer för vilken allokeringsmetod som är lämplig att använda i olika sammanhang samt att rekommendera primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme.

1.2 Metod

En noggrann litteraturstudie genomfördes för att undersöka befintliga allokeringsmetoder och primärenergifaktorer för främst avfallsbränslen och restvärme.

För att systematiskt utvärdera olika allokeringsmetoder genomfördes en kriterie-analys. Detta omfattade definition av ett antal kriterier som olika allokeringsmetoder sedan analyserades mot. De uppsatta kriterierna hämtades från Ekvall m.fl. (2004). Detaljerad metodik för kriterieanalysen beskrivs i separat avsnitt 6.

En viktig del av projektet var att analysera olika avnämares syn på primärenergi-faktorer för avfallsbränslen och restvärme. Det gjordes genom en intressentanalys bestående av dels en intervjustudie och dels en deltagandeprocess. Mer information och detaljer kring intervjuerna finns i avsnitt 4. Deltagandeprocess genomfördes i form av en Delphiprocessen, vilken användes för att diskutera och analysera olika avnämares syn på primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme. Delphiprocessen beskrivs närmare i avsnitt 5.

1.3 Avgränsningar och definitioner

Rapporten beskriver vilka metoder som kan och bör användas vid allokering av primärenergi för avfallsbränslen och restvärme som används till fjärrvärmeproduk-tion. Med avfallsbränslen avses i denna rapport främst hushållsavfall och med rest-värme avses industriell spillvärme. Metoderna kan delvis appliceras på andra miljö-attribut så som koldioxidutsläpp. Det är dock viktigt att poängtera att allokeringar av emissioner respektive primärenergi inte behöver följa samma princip under bränslets livscykel. Primärenergi i avfall skulle alltså kunna fördelas enligt en metod medan koldioxidutsläppen fördelas enligt en annan. Således kommer inte denna rapport ge svar på hur något annat än primärenergi ska allokeras i olika situationer.

Rapporten fokuserar mot primärenergi i den betydelse som anges i avsnitt 2.1. Som där nämns finns också andra typer av begrepp såsom primärresurs eller icke-förnybar primärenergi. De primärenergifaktorer som vi avser i detta projekt benämns på

engelska ofta som total primary energy factors, till skillnad från primärresursfaktor som ofta benämns non-renewable primary energy factors. Dessa engelska benämningar finns exempelvis i CEN-standarden EN 15603:2008 15603.

1.3.1 Primära bränslen

I denna rapport menas med primärbränsle ett bränsle som inte genomgått någon annan process än de som krävts för att framställa bränslet. Det primära syftet med att framställa produkten är att det ska användas som ett bränsle. Detta gäller exempelvis för de flesta fossila bränslen så som olja och gas,

1.3.2 Sekundära bränslen och energibärare

I denna rapport definieras sekundära bränslen som bränslen som genomgått någon annan process än den som krävts för att framställa det som ett bränsle. Avsikten med processen har inte varit att framställa ett bränsle. Dessa bränslen klassas ofta som bi-produkter eller avfallsbränslen. Exempel på sekundära bränslen är GROT, hushålls-avfall, rivningsvirke och avfallsgaser från en stålindustri. Restvärme är en sekundär energibärare medan avfallsbränslen är ett sekundärbränsle.

1.3.3 Avfallsbränslen

Med avfallsbränsle menas i denna rapport främst hushållsavfall. Dock inkluderas även andra avfallsbränslen. Avfall definieras i avfallsdirektivet[1] som ”*ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med”*. Detta kan dock inte anses vara en tillräcklig definition i denna rapport för att kunna avgöra vad som är ett avfallsbränsle. Dels för att mer än bara det som kan användas som bränsle ingår i avfallsbegreppet med också för att ”föremål som innehavaren gör sig av med” inkluderar långt mer än vad som i dagligt tal brukar tillskrivas ett avfall.

Ett avfall har i denna rapport även inkluderat ytterligare villkor;

- Avfall har varit en någon typ av produkt tidigare. Detta till skillnad från en bi-produkt/restbränsle som uppstått ur en process och därmed aldrig haft något tidigare ”livscykel” uppströms

1.3.4 Bi-produkt

Enligt avfallsdirektivet1 är en biprodukt ”*ett föremål som uppkommer genom en produktionsprocess vars huvudsyfte inte är att producera detta kan endast betraktas som biprodukt istället för avfall … om följande villkor är uppfyllda:*

a) Det ska vara säkerställt att ämnet eller föremålet kommer att fortsätta att användas.

[1] EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2008/98/EG av den 19 november 2008 om avfall och om upphävande av vissa direktiv

b) Ämnet eller föremålet ska kunna användas direkt utan någon annan bearbetning än normal industriell praxis.
c) Ämnet eller föremålet ska produceras som en integrerad del i en produktionsprocess.
d) Den fortsatta användningen ska vara laglig, dvs. ämnet eller föremålet ska uppfylla alla relevanta produkt-, miljö- och hälsoskyddskrav för den specifika användningen och inte leda till allmänt negativa följder för miljön eller människors hälsa."

Denna något vaga definition är inte heller tillräcklig för att definiera vad som är en bi-produkt i denna rapport. Valet i denna rapport står inte mellan avfall och bi-produkt utan mellan restprodukt och bi-produkt. Avfall är som tidigare definierat en tidigare produkt vilket varken bi-produkter eller restprodukter är.

En annan definition än den i avfallsdirektivet finns i arbetet med miljövarudeklarationer där bi-produkter definieras som att de "bara" uppstår vid olika processer och som vid en eventuell försäljning bidrar till mindre än 1 procent av den totala vinsten för anläggningen där huvudprodukten produceras.

1.3.5 Restbränslen

Restbränslen är bränslen som uppstått som biprodukt i en industri. Värme som genereras från restbränsle hos en industri och sedan levereras till ett fjärrvärmebolag räknas inte som restvärme. Exempel på vad som kan anses vara restbränslen är lågvärdiga avfallsgaser från industrin (exempelvis koksgas), lågvärdiga restoljor (biooljor och fossila) från industrin, fasta biobränslen av lågt värde från industriprocesser och fasta fossila bränslen av lågt värde från industrin.

1.3.6 Restvärme

Med restvärme menas i denna rapport främst industriell restvärme. Restvärme är något som uppstår vid en industri och levereras till fjärrvärmebolaget som värme till skillnad från ett avfallsbränsle eller restbränsle där värmen genereras av fjärrvärmebolaget. Viktigt att påpeka är att exempelvis hushållsavfall som importeras till en industri och sedan omvandlas till värme för försäljningen till fjärrvärmebolag inte kan räknas som industriell restvärme eftersom avfallet inte uppstått vid någon process i den aktuella industrin.

Definitionen av industriell restvärme i Europastandarder[2]:

"Industriell restvärme är värme som är en biprodukt och som är omöjlig att undvika i produktionen av den industriella produkten. Värme av hög kvalitet som kan användas

[2] EN 15316-4-5:2007 "Värmesystem i byggnader – Metod för beräkning av energibehov och systemeffektivitet".

för elgenerering räknas inte som industriell restvärme (Översatt från engelsk version)"

I denna rapport kommer denna definition att tillämpas med tillägget att *restvärme med en lägre temperatur än fjärrvärme räknas även den som restvärme men den extra "hjälpenergi" som behövs föra att uppgradera restvärmen till fjärrvärme belastar då fjärrvärmens primärenergianvändning.*

Det bör nämnas att Energimyndigheten (2008) försöker definiera vad som är restvärme och bland annat diskuterar vad det innebär att endast restvärme från en (termodynamiskt) optimerad process ska benämnas restvärme. Rapporten kommer fram till att det är mycket svårt att definiera vad som är en (termodynamiskt) optimerad process. Exempelvis så betyder en ekonomiskt optimerad process att optimeringen påverkas av om företaget får betalt för restvärmen eller inte. Ett annat resonemang är att restvärme skulle bestämmas genom att jämföra varje enskild industri med Best Available Technology (BAT). Den restvärme som i industrin produceras som överstiger BAT för den specifika industrin skulle därmed räknas som primärenergi, medan restvärmen från anläggningen som använder BAT skulle räknas som riktig restvärme och få primärenergi noll. Det är dock svårt att beräkna vad BAT skulle vara för varje industriprocess som i många fall är mycket komplicerade och som påverkas av olika lokala förutsättningar.

1.3.7 Värme som biprodukt

Värme som levereras från en industri till ett fjärrvärmenät och som inneburit att en extra insats av bränsle tillsatts benämns i detta projekt som värme som biprodukt. Värmeleverans från en industri till ett fjärrvärmenät kan vara en kombination av restvärme och värme som biprodukt.

2 BAKGRUND

Konkurrensen om jordens begränsade resurser är en av mänsklighetens stora utmaningar. Inom energisektorn tar det sig uttryck genom begränsad tillgång på primära energiresurser. Primärenergi används allt oftare istället för slutanvänd energi då det ger en bättre beskrivning av den verkliga energiåtgången. Primärenergi är ett bra sätt att försöka visa på verklig resursförbrukning. Fastställande av primärenergifaktorer kräver analys av energiåtgången i hela kedjan för en energibärare/nyttighet – från vaggan till graven. För delar av kedjan kan energiåtgången kvantifieras ”fysikaliskt”. Andra delar kräver värderingar av olika slag. Val av primärenergifaktorer och allokeringsmetoder är och kommer alltid till viss del vara politiska beslut och kan behöva ändras över tiden. Det är därför viktigt att skapa bred förankring för de val av primärenergifaktorer och allokeringsmetoder som ska användas. Detta är också viktigt för att undvika att emissioner dubbelräknas eller ”hamnar mellan stolarna”.

Slutanvänd energi översätts till primärenergi via så kallade primärenergifaktorer (PEF). Sådana faktorer finns föreslagna bl.a. i CEN-standarden 15603:2008 “Energy performance of buildings – Overall energy use and definition of energy ratings” och av den s.k. Energieffektiviseringsutredningen (EnEff-utredningen). Värdena i CEN-standarden redovisas i en bilaga till standarden och är inte styrande, utan endast informativa. Ett internationellt standardiseringsarbete inom ISO pågår för närvarande med syfte att ta fram en standard för hur primärenergifaktorer ska beräknas[3].

Det nya direktivet om byggnaders energiprestanda[4] kräver att alla nya byggnader från 2020 ska vara nära-noll-energi-byggnader, samt att till dessa ska finnas en primärenergiindikator. Dagens svenska byggregler och energideklarationer kommer därmed med all sannolikhet att förändras så att de inkluderar primärenergi på något sätt. I bland annat Tyskland används redan primärenergi som en indikator för byggnadernas energiprestanda. Vidare finns nu i förslaget till nytt energitjänstedirektiv[5] ett förtydligande om att det är primärenergibesparing som utgör grunden för den 20 procentiga besparingen av energi som ska uppnås till 2020.

Slutsatsen är att primärenergi och primärenergifaktorer kommer att bli allt viktigare att ta hänsyn till. Ett problem vid fastställande av primärenergifaktor för en nyttighet är att det till stor del beror av vilken allokeringsmetod som används för att fördela en energibärares primärenergi på de producerade nyttigheterna. I kraftvärmeverk produceras nyttigheterna värme och el. I fallet med avfallseldad kraftvärme

[3] Arbetsgruppen som arbetar med standardisering av primärenergifaktorer är ISO/TC163 (THERMAL PERFORMANCE AND ENERGY USE IN THE BUILT ENVIRONMENT).

[4] EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (2010/31/EU) av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda

[5] Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV om energieffektivitet och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG

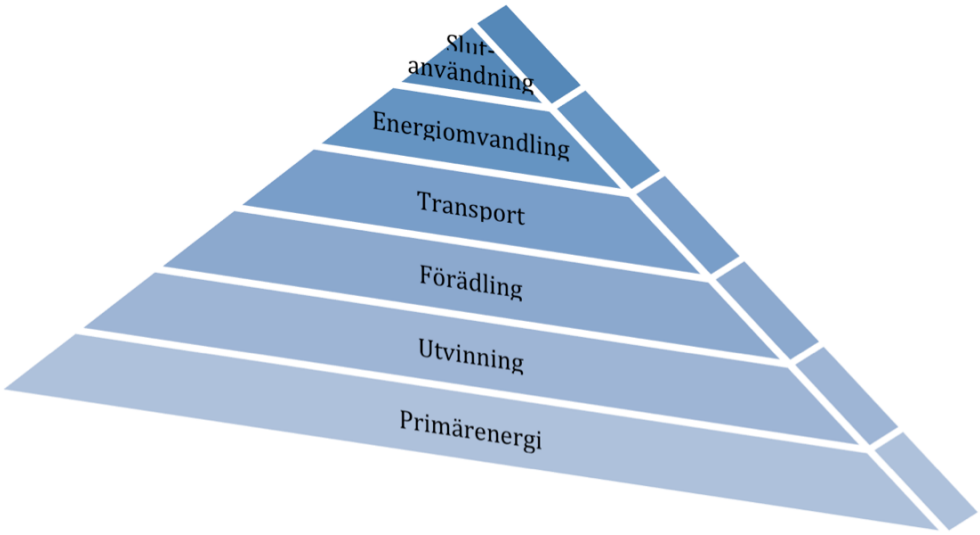
tillkommer den tredje nyttigheten avfallsdestruktion. Allokering behövs också när industrier producerar en eller flera produkter samt restvärme.

2.1 Vad är primärenergi?

Primärenergi, primärresurs och primärenergifaktor används i många sammanhang utan att termerna förklaras närmare. Det kan vara på sin plats att ge en grundlig förklaring till några begrepp.

2.1.1 Primärenergi

Primärenergi definieras som ”energi i en naturresurs, exempelvis, kol, råolja solljus, uran, som inte genomgått någon omvandling eller transformering genom mänskliga aktiviteter”. Primärenergi är alltså energi som inte har omvandlats till annan form av energi. Beräkningar av primärenergi behövs för att kunna göra mer rättvisande jämförelser mellan olika (konkurrerande) energislag, så att all energi från uttag av energiråvara, transporter, förädling, distribution och förluster omfattas för samtliga energislag som ingår i en analys. Med primärenergiperspektivet tillförs således ett livscykelperspektiv på energiresurserna.



Figur 1. Primärenergi är resurser tagna från naturen i botten av pyramiden. Primärenergin transporteras och upparbetas och omvandlas i flera steg på väg till den slutliga användaren. Den totala primärenergifaktorn beskriver hur mycket primärenergi som används för varje enhet slutanvänd energi.

2.1.2 Primärresurs

Primärresurs avser icke förnybar primärenergi som fossil- och kärnenergi vars resurs utarmas vid användning. I CEN-standard 15603:2008 används istället begreppet ”non renewable primary energy” vilket kan anses vara ett mer lättförståeligt begrepp. I Persson m.fl. (2005) används också begreppet icke förnybar primärenergi.

2.1.3 Primärenergifaktorer

Slutanvänd energi översätts till primärenergi via så kallade primärenergifaktorer (förkortas i denna rapport som PEF). Dessa beskriver den totala energiåtgången för att generera en viss nyttighet, exempelvis en kWh värme eller el. Bildligt kan det beskrivas som ett mått på det ansvar en viss nyttighet bär för primärenergiuttag. Primärenergifaktorer fastställs som kvoten mellan primärenergi och levererad eller nyttiggjord energi:

$$PEF = \frac{tillförd\ primärenergi}{nyttig\ energi}$$

Den totala primärenergin omfattar då all primärenergi som krävs per enhet slutanvänd energi. Detta omfattar energiåtgången i hela kedjan – transport, generering och omvandling, transmissions- och distributionsförluster samt eventuell övrig energi som åtgår för andra processer eller aktiviteter som krävs för att leverera energin där den ska användas, se Figur 1. För att exempelvis åstadkomma nyttigheten ”värme till en byggnad” kan primärenergin som krävs bestå av olika energislag såsom biobränsle, olja, bensin etc., och samtliga av dessa måste räknas med. Nedan beskrivs mer om systemgränser som kan användas vid beräkning av en primärenergifaktor

2.2 Olika typer av primärenergi

I Persson m.fl. (2005) omnämns att en åtskillnad borde göras mellan olika typer av primärenergi;

- Icke förnybar såsom olja, naturgas, kol och uran
- Förnybar, icke fritt flödande så som biobränsle, vattenkraft, biogas, avfall och restvärme
- Förnybar, fritt flödande så som vindkraft, solkraft, strömmande vatten och vågor

Primärenergi i hushållsavfall skulle därmed kunna delas upp i *icke förnybar* och *förnybar icke flödande*. I samma rapport nämns också att avfall tillhör regenerativa bränslen som betraktas på samma sätt som de förnybara fritt flödande (Person m.fl., 2005).

I Frischknecht m.fl. (2008) finns än flera typer av primärenergifaktorer presenterade för varje bränsle/energibärare. Primärenergi från fyra olika energikällor visas var för sig och summerade, dvs;

1) Total primärenergifaktor, PEF_{tot}, vilket är summan av faktorerna för fossil, kärnbränsle och förnybart (observera att avfall inte ingår här)
2) Fossil primärenergifaktor, PEF_{fossil}
3) Nukleär primärenergifaktor, $PEF_{nuclear}$
4) Förnybar primärenergifaktor, $PEF_{förnybar}$
5) Avfalls primärenergifaktor, PEF_{avfall}

Ett exempel på en primärenergifaktor för avfallsbränsle är exempelvis biogas från avfall som i Frischknecht m.fl. (2008) anges ha en PEF_{avfall} på 1,11. Alltså, det har åtgått 1,11 MJ avfall för att framställa 1 MJ biogas. PEF_{fossil} är 0,25, $PEF_{nuclear}$ är 0,18 och $PEF_{förnybar}$ är 0,04. Den totala PEF_{tot} blir = 0.48, summan av fossil-, kärn- och förnybar energi. Det innebär att en värdering (allokering) har gjorts så att energi från avfall inte belastar den som använder avfallet. En fördel med att ha olika definierade PEF är att visa på ett transparent sätt vilken värdering (allokering) som är gjord och att primärenergifaktorn inte ska tolkas ur ett strikt termodynamiskt perspektiv. Verkningsgrader större än 1 är möjliga då viss primärenergi inte ingår i primärenergifaktorn. Denna primärenergi har istället allokerats till andra processer som i exemplet ovan.

2.3 Värdering av primärenergi

Ibland exkluderas primärenergi ur en primärenergifaktor. Denna exkluderade primärenergi är oftast samma som den ovan nämnda fritt flödande, dvs. vindenergi, solenergi, vågenergi, flödande vattenenergi. Veterligen finns det ingen konvention för att man inte ska inkludera dessa primärenergikällor då en primärenergifaktor beräknas. Det kan dock kännas rätt att inte likställa dessa *”fritt flödande”* energikällor med ändliga fossila energiresurs. Det viktiga är att denna värdering framgår tydligt.

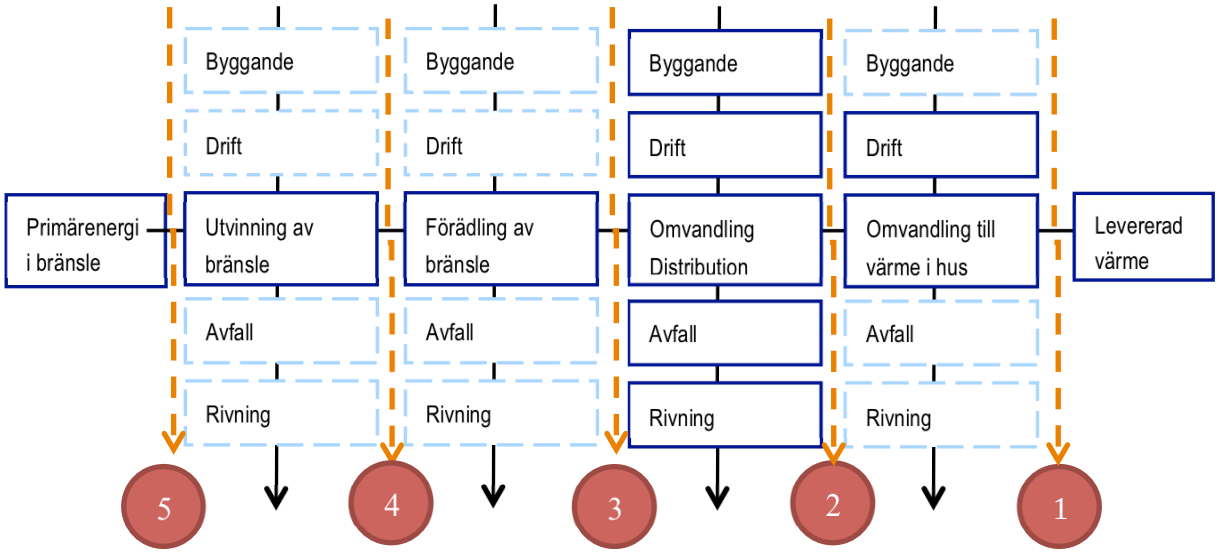
Vidare är det vanligt att en värdering eller allokering görs så att hela eller delar av ett bränsles/energibärares energiinnehåll inte anses bära någon primärenergi. Det är exempelvis vanligt för restenergier av olika slag, exempelvis för sekundärbränslen. Primärenergin har då allokerats på någon annan produkt i kedjan, exempelvis på stål vid restvärme från stålindustrin eller på en produkt vid avfallsbränsle.

Eftersom definitionen av primärenergifaktor enligt ovan är tillförd primärenergi dividerat med nyttig energi innebär det att primärenergifaktorn för ett bränsle alltid blir minst 1 om inte värderingar enligt ovan gjorts. Om vi bortser från primärenergi som åtgår uppströms i kedjan så blir primärenergifaktorn alltså lika med 1 om inte någon värdering görs. Om däremot en värdering görs, exempelvis att fritt flödande energi inte ska bära någon primärenergi, så blir primärenergifaktorn exklusive uppströms primärenergi lika med noll.

2.4 Systemgränser för primärenergifaktorer

För att konsekvent kunna beräkna primärenergifaktorer måste en systemgräns användas för att avgränsa vilken primärenergi som ska ingå och vilken levererad energi eller nyttig energi som avses. I Persson m.fl. (2005) utreds vilka systemgränser som gäller för beräkning av primärenergifaktorn ur ett byggnadsperspektiv (uppvärmning). I studien tillämpas ett livscykelperspektiv (se Figur 2 och Figur 3) som bland annat innebär att all information ska tas med till dess att det som saknas inte är mer än 1 % av den total miljöpåverkan från respektive miljöpåverkanskategori, den så

kallade principen för *”limited loss of information at the final product”* (EPD, 2008). Ur primärenergisynpunkt innebär det alltså att ingående primärenergi, som används för att leverera den slutliga energin, som understiger en procent av den totalt tillförda inte behöver inkluderas enligt denna princip. Denna ”cut-off”-regel exkluderar oftast primärenergi som åtgår i processer i tillverkning av de fordon och anläggningar som används under bränslecykeln. Den primärenergin behöver förmodligen inte räknas med, se Figur 2. Däremot ingår ofta, men inte alltid, primärenergi till byggande, drift, rivning och avfallshantering av omvandlingsanläggningen. Detta illustreras i Figur 2.



Figur 2. En schematisk beskrivning av systemgränserna för att beräkna den tillförda primärenergin. En rimlig avgränsning är att den primärenergi i de streckade processerna inte ingår då en primärenergifaktor för den slutanvända energin, exempelvis fjärrvärme, beräknas. Figuren är inspirerad av bland annat Persson m.fl. (2005).

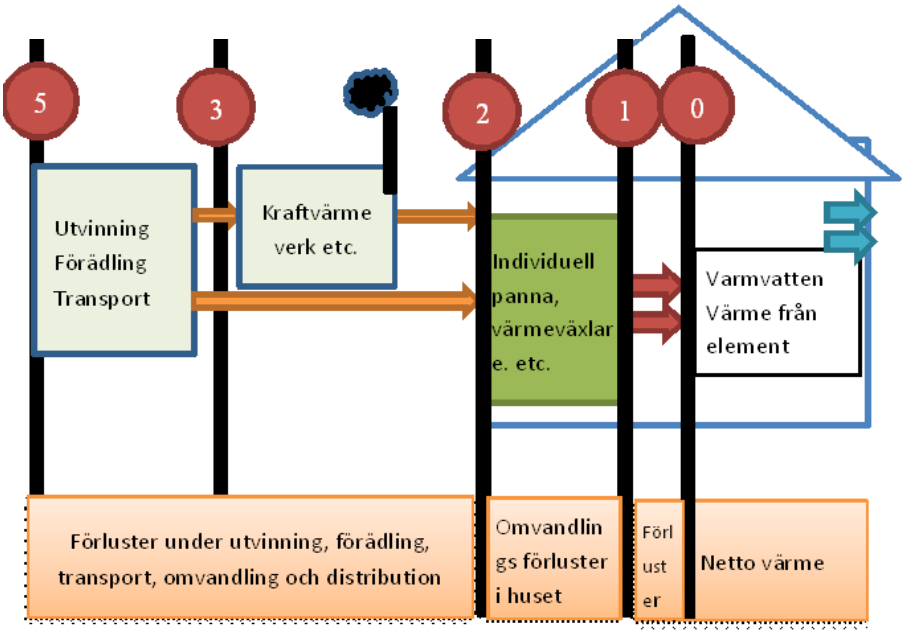
- Energiinnehållet i själva bränslet och hur denna värderas (ska den bära primärenergi eller inte).
- Primärenergiåtgång i varje steg i livscykeln inklusive omvandlingsförluster och hjälpenergi. Vilken primärenergi? Hur mycket? Cut-off-regel?
- Vilken typ av primärenergifaktor som avses (se ovan)

2.4.1 Primärenergifaktorer för bränslen

För att beräkna primärenergifaktorn för ett bränsle som används i ett kraftvärmeverk omfattas primärenergi från systemgräns 5 till och med systemgräns 3. Den primärenergi som åtgår vid byggande och drift har ofta en marginell påverkan på den totala primärenergin och utelämnas därför ofta i enligt resonemanget ovan. För ett bränsle som används till individuell uppvärmning av en byggnad är systemgränsen 5 till 2 då primärenergifaktorn beräknas.

2.4.2 Totala primärenergifaktorer

I Europastandarder[6] används begreppet *"total primary energy factor"* för att beskriva primärenergifaktorn från vaggan till nyttiggjord energi, d.v.s. från 5 till 1. Den totala primärenergifaktorn kan användas för att jämföra effektiviteten mellan olika nyttigheter, exempelvis värme för uppvärmning från fjärrvärme jämfört med uppvärmning med oljepanna i huset.



Figur 3. Illustration av systemgränserna för uppvärmning av ett hus från vaggan till nyttiggjord värme. Figuren är inspirerad av bland annat Persson m.fl. (2005). Observera att i jämförelse med Figur 2 så har systemgräns 3 och 4 sammanförts till en i denna figur.

En värmeväxlare har näst intill 100 % verkningsgrad medan en oljepanna har högre förluster i och med att viss värme försvinner med rökgaserna vid systemgräns. För att på ett jämförbart sätt kunna jämföra den totala effektiviteten (totala primärenergi-faktorn) för fjärrvärme med annan uppvärmning måste hela kedjan från 5 till 1 användas. I praktiken är dock detta svårt eftersom det är den inköpta energin fram till huset som mäts. Ett typiskt exempel på när systemgränserna ställer till det är i nuvarande byggreglerna. Där mäts energianvändning i huset vid systemgräns 2. Det innebär bland annat att en värmepump i ett fjärrvärmenät som levererar värme till huset innebär en mycket högre energianvändning för huset än en värmepump inom huset som levererar lika mycket värme till ett likadant hus.

[6] EN 15602, EN 15317

2.5 Bokföring eller konsekvens av en förändring

2.5.1 Bokföring av utnyttjade resurser

I en bokföring kartläggs emissioner/resursanvändning för ett system som hör till en aktör eller en funktion. Resultatet blir en miljöprofil för aktören eller funktionen, som anger hur mycket miljöbelastning de ansvarar för. Eftersom det är tal om en fördelning av ansvar för utsläpp bör metoden innebära att emissionerna från olika miljöprofiler är adderbara: summan av miljöprofilerna från alla aktörer eller alla funktioner i världen bör vara lika med världens samlade miljöbelastning. Varje system ansvarar för miljöbelastningen för utvinning, transport, förädling och slutlig användning av elenergi och andra energibärare i proportion till hur mycket av den energibäraren som förbrukas i systemet. Kravet på adderbarhet gör att genomsnittliga data för produktion av energibäraren används för att beräkna hur mycket miljöbelastning som ska knytas till förbrukningen av varje MJ eller kWh.

2.5.2 Konsekvenser av en förändring

En konsekvensanalys ger information om miljöeffekterna av ett specifikt beslut, eller information om hur en beslutsfattare kan påverka miljön. Om beslutsfattaren kan minska användningen av en energibärare i sitt system, inkluderar konsekvensanalysen den ändring i miljöbelastningen som följer av en sådan minskning. När fler än en energibärare produceras tillsammans, bör konsekvensanalysen ta hänsyn till hur samproduktionen påverkas av att användningen av en energibärare ändras. Om detta påverkar produktionen av den andra energibäraren, bör systemet utvidgas så att det inkluderar effekten även av den ändringen.

Beroende på av vilket perspektiv som tillämpas kan den rekommenderade allokeringsmetoden variera.

3 INVENTERING AV PRIMÄR-ENERIFAKTORER OCH ALLOKERINGSMETODER

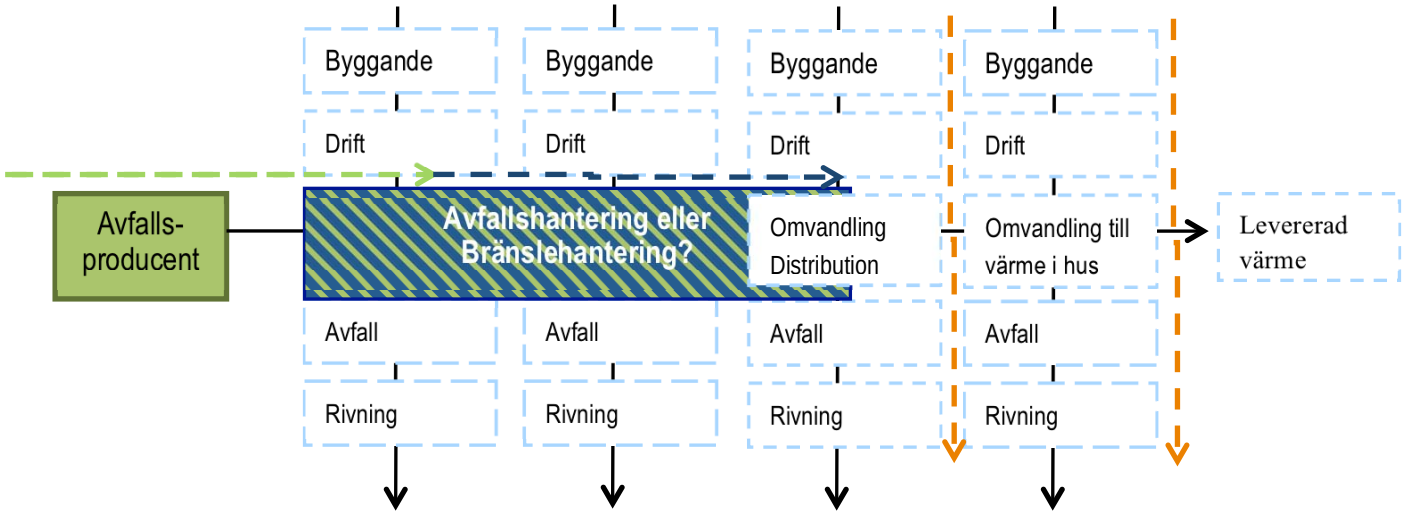
En inventering har gjorts av befintliga allokeringsmetoder och primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme. Dessa beskrivs nedan.

3.1 Avfallsbränsle – allokering

Allokering av primärenergi i avfallsbränsle handlar primärt om tre olika aspekter:

I. Vad är ett avfallsbränsle? Detta har definierats i avsnitt 1.3.
II. Hur värderas den energi som finns i det avfall som avfallsproducent genererat?
III. Var börjar systemgränsen för användningen av avfallet som ett bränsle, alltså var går gränsen mellan avfallshantering (avfallsproducentens system) och bränslehantering (fjärrvärmeleverantörens system)

I Figur 4 illustreras var i kedjan frågorna uppkommer. I efterföljande avsnitt finns en sammanställning av generella synsätt kring allokeringsmetoder och systemutvidgningsperspektiv för avfallsförbränning som behandlar fråga I och II ovan.



Figur 4. Schematisk bild som beskriver var de viktiga frågorna uppstår.

3.1.1 Allokering till avfallssystemet

Med denna metod räknas värme från avfallsförbränning som miljömässigt gratis oavsett avfallets sammansättning. Motivet till att välja den metoden är att avfallsförbränningen främst sker för att bli av med avfallet.

3.1.2 Allokering till energisystemet

Med denna metod allokeras all primärenergi till energisystemet och primärenergifaktorn för avfall blir hög.

3.1.3 Systemutvidgning för alternativ användning av avfall

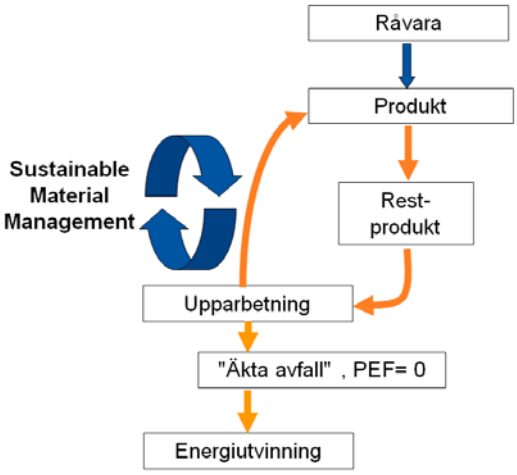
Om avfallet inte eldades upp, skulle det behöva behandlas på något annat sätt. Eriksson m.fl. (2007) utvidgade systemgränserna för att ta hänsyn till avfallets alternativa öde som antogs vara antingen deponi eller materialåtervinning. Om alternativet är deponering, blir användning av värme från avfallsförbränning en ren miljövinst. Om alternativet är materialåtervinning, blir miljöpåverkan från avfallsvärme dock rätt stor.

3.1.4 Ekonomisk allokering

Med denna metod allokeras avfallsförbränningens miljöpåverkan till dess två funktioner (avfallsbehandling och energiutvinning) i proportion till hur mycket de bidrar till den vinst anläggningen förväntas generera. Den förväntade vinsten kan antas stå i proportion till ett femårigt genomsnitt över anläggningens intäkter, exklusive skatt, från mottagningsavgifter respektive energiförsäljning, om det inte finns anledning att tro annorlunda. Metoden leder sannolikt till att värme från svensk avfallsförbränning får en ganska låg miljöpåverkan, eftersom mottagningsavgifterna är en av de dominerande intäkterna för anläggningen.

3.1.5 ”Bordetänkandet”

En svårighet med systemutvidgning är att allt avfall inte har samma typ av alternativ användning. För det organiska avfallet är alternativet rötning och alltså inte material-återvinning. Visst hushållsavfall kan ha deponering som alternativ användning om det inte förbränns. Det är därmed inte bara att belasta förbränning med den alternativa användningen materialåtervinning. Enligt denna metod skulle den alternativa användningen delas upp beroende på hur mixen av avfall som går till avfallsför-bränning ser ut. Alternativanvändningen är alltså vad avfallet ”borde” ha gått till enligt avfallshierarkin, vilket illustreras i Figur 5.



Figur 5. Illustration av Borde-metoden. Framtagen av Jan-Olov Sundqvist, IVL Svenska Miljöinstitutet.

3.1.6 Avfallsförbränning – energiåtervinning eller bortskaffande av avfall?

Ett sätt att avgöra hur avfallsallokering bör genomföras är att besvara frågan om avfallsförbränning ska anses ske i syfte att energiåtervinna eller ett bortskaffa avfallet. Om syftet är energiåtervinning, kan förbränningens miljöpåverkan allokeras till den energi som utvinns. Om syftet är att bortskaffa avfallet, allokeras miljöbelastningen istället till avfallssystemet.

Denna metod kräver ett sätt att avgöra om energiåtervinning eller bortskaffande är syftet med avfallsförbränningen. I EU:s Avfallsdirektiv finns definierat en gräns mellan vad som är återvinning och vad som är bortskaffande vid förbränning av hushållsavfall. Gränsen blir tydligare, genom att man inför ett tröskelvärde för energieffektiviteten för återvinning genom användning som bränsle. Detta omfattar förbränningsanläggningar avsedda för kommunalt fast avfall vilkas energieffektivitet uppgår till minst[7]:

- 0,60 för anläggningar som tagits i drift och tilldelats tillstånd enligt gällande gemenskapslagstiftning före den 1 januari 2009,
- 0,65 för anläggningar som fått tillstånd efter den 31 december 2008,

[7] Det finns en särskild formel i Avfallsdirektivet för hur energieffektiviteten ska beräknas: Energieffektivitet = (Ep – (Ef + Ei)) / (0,97 × (Ew + Ef)). Ep är den energi som årligen produceras i form av värme eller elektricitet. Elektricitet multipliceras med 2,6 och värme som produceras för kommersiella ändamål multipliceras med 1,1 (GJ/år). Ef är den årliga energitillförseln till systemet från sådana bränslen som bidrar till produktionen av ånga (GJ/år). Ew är den energi som kan utvinnas från det behandlade avfallet under ett år beräknad utifrån avfallets nettovärmevärde (GJ/år). Ei är den energi som importeras under ett år, bortsett från Ew och Ef (GJ/år). 0,97 är en faktor som motsvarar energiförlusterna på grund av bottenaska och strålning.

3.2 Avfallsbränslen – primärenergifaktorer

I Tabell 1 sammanfattas befintliga primärenergifaktorer för avfallsbränslen som hittats i olika källor.

Tabell 1. Sammanställning befintliga primärenergifaktorer för avfall.

Källa	$PEF_{avfallsbränsle}$ (källa till grind)	Metod/Kommentar
Särnholm m.fl. (2009)	0,31	Alternativanvändning (15 % av energin i metan) + avfallshantering
ER2006:32 (Andreasson m.fl. 2006)	1,16	0,86 i omvandlingsfaktor. Källa Svensk Fjärrvärme, SIS, ”Allt eller inget”-studien, Effektiv, Svenska Torvproducentföreningen, Statens Energimyndighet
Persson m.fl. (2005)	0	Regenerativt bränsle ger samma PEF som fritt flödande källor. Källa: CEN-arbetsgrupper
SOU2008:25	0,66	50 % anses vara primärt biologiskt mtrl betraktat enligt RES-direktivet, resten anses inte ha alternativ användning. Tillägg på 0,16 för avfallshantering. Källa: PEF = 1 från CEN 15316-4-5:2007. Finns ej i slutgiltigt standard. Där hänvisas istället till CEN 15603:2008
CEN 15603:2008	Finns ej för Avfall	Det finns dock en hänvisning till PEF i *Frischknecht, R et al*
Frischknecht, R et al. 2008	0	Det finns dock en separat kategori för primärenergi-faktorer för avfall (PEF_{avfall}), definierad som energi i avfall/nyttig energi. Exempelvis är den 1,11 MJ för 1 MJ biogas. I det fallet görs ingen värdering av avfallet. Vid beräkning av total primärenergifaktor utesluts dock avfall och primärenergifaktorn blir istället 0 + hjälpenergi. Total PEF för värme från avfallsförbränning anges som 0,06
Riipinen (2010)	0,1 (primary resource factor)	Presentation på Joint Annual Conference: Teaming up for Energy Renewal Conrad Hotel, Brussels June 2, 2010.
PCR (Caroline Setterwall)	0 + pumpenergi mm	Avfallet destrueras men för att tillgodogöra sig fjärrvärmen och elen behövs kulvert, pumpar mm. Energi för byggande och drift av detta krediteras fjärrvärmen, dvs allt efter själva pannan. Polluter pays allocation method.
AGFW, FW 309-1	0	
Ecoheatcool method	0	

De befintliga primärenergifaktorerna har nedan kategoriserats enligt de olika tankesätten som tidigare beskrivits.

A. Full allokering till energiutvinningen

a. $PEF_{avfallsbränsle}$ = 1,16. Ett termodynamiskt perspektiv där all energi i avfallet medräknas inklusive alla förluster från det att avfallet samlas in till det att det levererats till kraftvärme- eller värmeverk.

B. Systemutvidgning för alternativ användning av avfallet

a. Exempel: $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0,66 i enlighet med SOU 2008:25 ovan. Den alternativa användningen av avfallet är antagit att hälften av den tillförda energin i avfallet inte har någon alternativ användning och därför halveras faktorn till 0,5. Den andra hälften betraktas som bioenergi i enlighet med RES-direktivet. Om man då ansätter att PEF = 1 för bioenergi samt gör ett tillägg på 0,16 för uppskattad primärenergi-användning för sortering och transport av avfallet, erhålls en slutlig primärenergifaktor på 0,66.

b. Exempel: $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0,31. Den alternativa användningen av avfall betraktas ur ett europeiskt perspektiv. En bedömning har gjorts att 15 % av energin i avfall utvinns i form av deponigas från deponianläggningar i Europa. I Sverige är deponering förbjuden men avfallet handlas på en global marknad vilket leder till att även svenskt avfall kan hamna på deponier. Även här har en faktor på 0,16 adderats för att ta hänsyn till transport och sortering av avfallet. 0,15 kWh/kWh för ianspråktagande av avfall och 0,16 för transport och utvinning ger 0,31.

C. Bordescenariot med hänsyn taget till alternativanvändningen för avfallet

a. Exempel: $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0,61. Enligt bordescenariot applicerat på svenskt avfallsgenomsnitt (se vidare i avsnitt 7).

b. Exempel: $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0,04. Bordescenariot applicerat på bästa fall, dvs. att allt avfall hanteras på bästa sätt enligt bordescenariot. Då räknas endast hjälpenergin med, vilken enligt Miljöfaktaboken 2011 är 0,04.

D. Full allokering till avfallssystemet

a. $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0. Insatsenergi har inte medräknats.
b. $PEF_{avfallsbränsle}$ = 0 + insatsenergi för att nyttiggöra värmen. Avfallet är gratisbränsle och avfallskraftvärmeanläggningens huvudsyfte är att destruera avfallet. Däremot behövs distributionsnät och pumpenergi för att använda fjärrvärmen.

E. Annan definition av primärenergi

PRF (= Non-renewable primary energy) = 0,1. I övriga Europa är det betydligt vanligare att man med ”primary energy” avser endast icke förnybar primärenergi. På svenska brukar detta betecknas primärresursfaktor (PRF = primary resource factor). Marko Riipinen, Helsinki Energi, har beräknat den icke förnybara primärenergifaktorn för avfallsbränsle till 0,1.

3.3 Restvärme – allokering

Allokering av primärenergi vid restvärme handlar primärt om tre olika aspekter:

I. Vad är restvärme?
II. Hur värderas den energi som finns i restvärmen?
III. Hur mycket hjälpenergi krävs för att använda restvärmen för fjärrvärme?

Till den första frågan (fråga I ovan) kan också tilläggas att det ibland diskuteras om man ska skilja på hög- och lågvärdig restvärme. För primärenergifaktorn spelar det inte någon roll om man gör den åtskillnaden, eftersom lågvärdig restvärme kräver värmepumpning eller liknande vilket ändå belastar fjärrvärmeverkets primärenergi-användning. Antingen kan detta ökade energibehov tillskrivas restvärmen som ökad hjälpenergi (fråga III ovan) eller så belastar det fjärrvärmenätets primärenergifaktor t.ex. genom ökad elanvändning. Hjälpenergibehovet för pumpning av restvärmen brukar ligga omkring ca 3-5%.

Nedan beskrivs några olika befintliga sätt att hantera fråga nr II, dvs. hur energin i restvärmen ska värderas.

3.3.1 Noll till restvärmen (Polluter Pays Principle)

Med denna metod räknas restvärmen som miljömässigt gratis. Motivet till att välja den metoden är att restvärmen inte har någon alternativ användning, och att utnyttjandet av restvärme inte leder till någon extra miljöpåverkan i den anläggning där restvärmen genereras. Metoden kan te sig rimlig för den som använder rest-värmen, men även i det perspektivet kan det vara en förenklad bild av verkligheten. Det är denna metod som gäller enligt systemet för miljövarudeklarationer (EPD) samt i ISO-standarden om värdering av energivaror (ISO 13602:2).

3.3.2 Systemutvidgning för utvinning av restvärme

Utnyttjandet av restvärme kan leda till att hetvatten eller ånga behöver ledas bort från produktionsanläggningen vid högre tryck och temperatur än de annars hade haft. Detta påverkar i så fall anläggningens energibehov. Med denna allokeringsmetod tillskrivs värmen miljöpåverkan som motsvarar konsekvensen i produktions-anläggningen av att restvärmen utnyttjas. Detta leder sannolikt till att restvärmen tillskrivs en ganska låg miljöpåverkan. Metoden kan te sig rimlig för den som använder restvärmen.

3.3.3 Systemutvidgning för användning av restvärme

Användandet av restvärme i ett fjärrvärmenät eller liknande gör att behovet av andra energikällor minskar. Med denna metod får restvärmen ett miljövärde som motsvarar miljövinsten av att annan värmeproduktion minskar. Detta leder sannolikt till att restvärmen tillskrivs en relativt hög miljöpåverkan. Metoden kan te sig rimlig för den som levererar restvärmen.

3.3.4 Ekonomisk allokering

Med denna metod allokeras produktionsanläggningens miljöpåverkan till restvärme och till anläggningens andra produkter i proportion till deras ekonomiska värde. Allra helst bör allokeringen göras i proportion till den vinst som de producerade energibärarna förväntas ge till anläggningen, eftersom det är den förväntade vinsten som är skälet till att anläggningen drivs. Metoden leder sannolikt till att restvärmen får en ganska låg miljöpåverkan.

3.4 Restvärme – primärenergifaktorer

En inventering av primärenergifaktorer för restvärme som finns i olika litteratur har genomförts. Det enda synsätt som hittats är ”noll till restvärmen”. Det som skiljer faktorerna åt är om den hjälpenergi som används för att kunna nyttja värmen ska räknas med eller inte. Det är intressant att notera att flera kommer fram till 0,05 trots att primärenergifaktorn för hjälpenergin borde kunna variera (exempelvis för el).

Tabell 2. Sammanställning befintliga primärenergifaktorer för restvärme.

Källa	PEF Restvärme	Metod/Kommentar
ER2006:32	0,05	PEF i enlighet med rekommendation från Svensk Fjärrvärme. Antagandet bygger på att restvärmen inte har någon alternativ användning. Det som tillkommer är pumpenergi. Energimyndigheten anger att de rekommenderar att använda 0,05, med motivet att svensk restvärme inte bedöms ha någon reell alternativ användning, men tillägger att PEF kan komma att ändras i framtiden.
Persson m.fl. (2005)	0,05	Behandlar restvärme som ett regenerativt bränsle. Källa: CEN-arbetsgrupper.
SOU2008:25	Nära 0	Utredningen påpekar att det endast är restvärme som inte hade kunnat undvikas genom effektivare industriprocess som avses. Det finns ingen alternativ användning och det är en resurs som annars skulle gå förlorad. Det som tillkommer är energi för att pumpa värmen till rätt plats.
Riipinen (2010)	0,05 (PRF)	Presentation på Joint Annual Conference: Teaming up for Energy Renewal. Conrad Hotel, Brussels June 2, 2010.

4 INTRESSENTANALYS – INTERVJUSTUDIE

För att få en uppfattning kring möjligheten att nå konsensus kring primärenergi-faktorer för avfallsbränslen och restvärme har tio öppna intervjuer genomförts med representanter fördelade utifrån fjärrvärmebranschen, avfallsbranschen, restvärme-branschen och bostadssidan. Intervjuerna har genomförts på telefon och bandats. Intervjufrågorna och de intervjuade personerna redovisas i Bilaga 1.

Intervjuerna har sedan nertecknats och intervjupersonerna har fått möjlighet att komplettera sina svar i efterhand via mail. Alla har fått lyssna på samtliga frågor men personerna har själva valt var och i vilken utsträckning man har tyckt att det funnits ett intresse i att utveckla sitt resonemang beroende på sitt aktörsintresse och personlig kunskap. Intervjuerna presenteras här nedan i en sammanfattad form. Presentationen av svaren ges gemensamt och tematiskt för avfallsbränslefrågorna respektive restvärmefrågorna och metodaspekter. Enbart i de fall där svarsmönstret har kunnat härledas till aktörsrollen har svaren angetts med referens till respektive bransch.

4.1 Diskussion kring primärenergi i olika branscher

För att få en uppfattning om primärenergibegreppets betydelse inom de olika branscherna har intervjuerna inletts med frågor kring om och hur man diskuterar kring primärenergi inom personernas företag och bransch. Fjärrvärmeaktörerna anser att primärenergi är en fråga som diskuteras och att det finns en gemensam uppfattning inom både företagen och inom branschen som helhet. Hos restvärmerepresentanterna är primärenergibegreppet också ett diskussionsämne och även där finns en gemensam uppfattning, dock anser man inte nödvändigtvis att man delar den uppfattningen med fjärrvärmesidan. Bostads- och avfallsaktörerna svarar istället att man diskuterar frågan till viss del och inom begränsade grupper. Däremot använder man sig inte alltid av just begreppet primärenergi även om resonemanget känns igen. Man har inte heller en bestämd eller gemensam uppfattning i frågan.

Som en avslutande fråga på intervjun har intervjupersonerna fått ge sin syn på vem som bör besluta kring primärenergifaktorer för avfallsbränslen, restvärme och andra restenergier. Det viktigaste för trovärdigheten för primärenergifaktorn anses vara att de som sätter faktorerna inte har ett eget ekonomiskt intresse i frågan och att aktörerna har en politisk tyngd bakom sig så att beslutet får genomslag. På grund av frågans subjektivitet har de flesta aktörer ansett det vara lönlöst att vetenskapligt resonera sig fram i frågan. Istället är det viktigt att involvera branschen för att etablera en samsyn i hur man ska beräkna. Eftersom det finns ett stort mått av bedömning i frågan kommer många dock fram till att det ytterst sett är en politisk fråga och att det behövs en ansvarig myndighet som tar fram ett system för att

allokera primärenergi. Ett alternativ till myndighet som föreslagits skulle kunna vara ett oberoende institut såsom ett standardiseringsinstitut.

4.2 Avfallsbränslen

Samtliga intervjupersoner har fått svara på frågan om avfall som används som bränsle för el- och fjärrvärmeproduktion bör tillskrivas eller bära någon primärenergi. Frågan upplevs för många som svår att ta ställning till och att det inte finns ett entydigt svar. Frågans komplexitet handlar om att kunna definiera vad avfallet består av och att säkerställa att det inte finns någon alternativanvändning för avfallet d.v.s. att avfalls-hierarkin är uppfylld. Är detta hanterat upplevs det som rimligt att man inte tillskriver avfallet någon mer primärenergi än vad som går åt till att hantera och transportera det. Att betrakta värme från avfallsbränslen som gratis i primärenergisammanhang stämmer då med devisen om att fjärrvärmen tar vara på resurser som annars skulle kunna gått förlorade. Situationen kompliceras dock av att det går att importera och förflytta avfall och därmed skaffa sig en mycket billig energiråvara för att framställa kraft och värme som kan konkurrera negativt med ambitionen att tillvarata lokala resurser såsom industriell restvärme. Ytterligare argument handlar om att se frågan utifrån ett produktansvar i ett LCA-perspektiv; den som tillverkar en produkt ska då även ansvara för produktens slutsteg annars finns det en risk att man bokför CO_2-utsläpp flera gånger. Produkten har utvunnits med ett annat syfte än att förbrännas och det är den nyttan som ska bära primärenergin.

För att utveckla resonemanget har intervjupersonerna också fått fundera kring vad som skulle ske med avfallshanteringen om man skulle tillskriva avfallsbränslet någon primärenergi. Fjärrvärmeleverantörerna har också fått resonera kring hur deras produkt skulle påverkas om avfallsbränslena får bära primärenergi och slut-användarna har fått resonera kring betydelsen för deras miljöprofil.

Samtliga aktörer är överens om att primärenergibegreppet inte har någon betydelse för avfallshanteringen idag. I dagsläget är inte primärenergibegreppet tillräckligt känt och det är andra faktorer som styr t.ex. ekonomiska. Ska det få någon betydelse måste faktorn kopplas till någon form av styrmedel. Vilken betydelse en sådan faktor då skulle kunna få skiljer sig däremot något mellan aktörer. Det är framförallt från avfallssidan som man inte, åtminstone inte vid intervjutillfället, vill utesluta primär-energibegreppets betydelse för avfallshanteringen på lång sikt. Frågan har inte diskuterats tillräckligt inom branschen. Om avfallsbränslen får bära primärenergi skulle det kunna innebära att man blir mer intresserad av vad avfallet innehåller (mängd fossilt kontra biogent).

För fjärrvärmekunden har inte primärenergifaktorn någon stor betydelse idag utan det är hur man räknar CO_2 som betyder något. Det är dock av stor betydelse hur begreppet i framtiden hanteras inom byggreglerna. Tydligast konsekvenser av att tillskriva avfallet någon primärenergi får därför fjärrvärmeproducenterna som ser sig

få en sämre produkt ur primärenergisynpunkt vilket i förlängningen skulle kunna försämra deras möjlighet att konkurrera med alternativ värmeproduktion.

Parallellt med frågorna kring primärenergi har vissa aktörer även fått svara på frågan om avfallsbränslet bör tillskrivas några CO_2-utsläpp. Resonemanget stämmer ganska väl överens med det kring primärenergi även om man anser det något lättare att motivera eftersom man fysiskt kan knyta det till en plats. Komplexiteten i frågan i enlighet med det resonemang som förts kring primärenergin gör att det dock inte alltid anses som lämpligt.

Svaren kring primärenergifaktorn för avfallsbränslen har två dimensioner som båda kopplar till avfallshierarkin. Den första handlar om hur man kan beräkna själva faktorn på ett representativt sätt utifrån avfallets innehåll och hur det förhåller sig till avfallshierarkin och den andra hur man i sådana fall kopplar primärenergifaktorn till styrmedel i syfte att uppfylla avfallshierarkin.

4.3 Restvärme

Aktörerna också fått resonera kring restvärme och primärenergi. Här är tydligheten och enigheten större kring att restvärme inte ska bära någon primärenergi. Risker som lyfts med detta angreppssätt är dock att den produktion som gett upphov till restvärme inte styrs och effektiviseras optimalt. Samtidigt lyfts från restvärmesidan att trenden idag är att många effektiviseringsprocesser inom industrin leder till ökad alstring av värme. I övrigt för man i princip samma resonemang för restvärmen som för avfallet. Det är den restvärme som annars hade gått förlorad, d.v.s. man kan inte styra bort från den, som bör användas för fjärrvärme och då inte belastas med någon primärenergi. Detta resonemang går igen i uppfattningen kring att det inte är vilken typ av produktion som gett upphov till fjärrvärmen, d.v.s. om produktionen är biogen eller fossilberoende, utan att det är effektiviteten i produktionen som i sådana fall ska kopplas till ett primärenergiresonemang. Även här anser man att primärenergin måste betraktas utifrån ett systemperspektiv.

Att tillskriva restvärme en primärenergifaktor anses inte ha några betydande konsekvenser idag och om det ska få någon betydelse i framtiden behöver primärenergifaktorn kopplas till någon form av styrmedel. Till skillnad från diskussionerna om avfallet lyfts inte primärenergifaktorn i diskussionerna som ett sätt att påverka effektiviseringen. Andra sätt att sätta effektivitetskriterier verkar vara av större betydelse. Hur man resonerar kring primärenergifaktorn får därför tydligast konsekvenser för fjärrvärmeproducenterna och i slutändan fjärrvärmekunderna. De senare skulle framförallt påverkas om primärenergiresonemanget i sin tur påverkar hur man gör CO_2-beräkningar. Ett viktigt verktyg som istället lyfts från restvärmesidan för att få mer marknadsmässig styrning i värmeproduktionen är tredjepartstillträde till fjärrvärmenäten (TPA). Från restvärmesidan framförs också

synpunkter kring dagens monopol på värmesidan och de restriktioner detta innebär för både prismässig och miljömässig konkurrens.

Resonemanget kring koldioxidutsläpp för restvärme när den används som fjärrvärme stämmer överens med hur man resonerar kring primärenergi. När det gäller CO_2 blir den dubbla bokföringskostnaden ännu tydligare för den industri som dessutom betalar utsläppsrätter för huvudprodukten. För restbränslen från industrin, såsom masugnsgas, är resonemanget likt det för avfallsbränslen.

4.4 Metodaspekter

Det finns inte ett objektivt fullständigt korrekt sätt att beräkna primärenergifaktorer för restenergi och avfall; de beror istället på betraktarens subjektiva syn på systemet. För att försöka kartlägga och förstå de olika synsätt som finns hos aktörer och andra intressenter har varje intressent fått poängsätta några påstående kring metodaspekter för att beakta hur viktiga de är när primärenergifaktorer ska beräknas för avfallsbränslen, restvärme och annan restenergi. Intervjupersonerna har ombetts svara på en skala från -5 till 5, där -5 är absolut oacceptabelt för en metod, 0 är neutralt och 5 är direkt nödvändigt. Svaren har grupperats utifrån metodaspekter som styr åt ett visst håll, metodens robusthet och hur metoden uppfattas.

4.4.1 Styrning

Svaren väger tungt åt att metoden ska ge primärenergifaktorer som styr mot lägre behov av primärenergi i samhället. När det gäller styrning mot miljöbelastning är det inte lika självklart. Det är oklart vad man tolkar in i begreppet och osäkert om det ens är önskvärt med en metod som ska fånga upp alla miljöaspekter. Vissa miljöaspekter skulle faktiskt tom kunna vara varandra direkt motstående och en sådan aspekt därmed vara av negativ betydelse.

På frågan om metoden ska styra i enlighet med EU:s avfallshierarki går åsikterna isär kring hur tungt detta ska väga in. Svaren väger över på att det är av betydelse även om vissa ändå väljer att sänka sina poäng för frågan. Metodaspekterna har också relaterats till en så kallad uppvärmningshierarki dvs. att uppvärmning i första hand bör baseras på restenergi (t.ex. restvärme från industrin), i andra hand sekundärbränslen (t.ex. avfall och returbränslen) i tredje hand primär biomassa (t.ex. träd och grödor), i fjärde hand el (t.ex. värmepumpar eller direktverkande el) och i femte och sista hand fossila bränslen (t.ex. kol och naturgas). Här finns inte heller något entydigt svar med svar som sträcker sig från 0-5 d.v.s. de flesta är positiva eller neutrala.

4.4.2 Robusthet

Åsikter för huruvida metoden ska ge samma primärenergifaktorer för den som levererar avfall, restvärme eller restenergi som för den som köper eller använder den går isär mycket på grund av möjligheten att tolka frågan och dess konsekvenser olika.

Den övervägande tolkningen är att primärenergin ska följa produkten som en slags produktdeklaration och att aspekten hör hemma på den positiva sidan av skalan.

Om primärenergifaktorer för ett visst slags avfall, restvärme eller restenergi ska vara oberoende av varifrån det kommer är uppfattningen väldigt oklar. Frågan tolkas olika beroende på om man svarar för avfallet eller restvärmen och värderas från -5 till 4. När det gäller avfallet handlar kommentarerna om t.ex. att import av avfallsbränslen ska skilja sig gentemot förbränning av lokalt insamlat avfall med en säkerställd avfallshantering. När det gäller restvärme är det ointressant att skilja på ursprunget av restvärmen utan av mer intresse att relatera det till effektivisering.

Metodaspekten att ge samma primärenergifaktorer oavsett vilken expert som tillämpar den får genomgående hög poäng. Dess stabilitet över tid har däremot fått mer varierande poängsättning. Många resonerar att faktorerna faktiskt måste kunna förändras över tid för att spegla våra förändrade värderingar och förändring i ingångsvärden. Åsikterna går dock isär om det är metoden som behöver vara föränderlig eller om det är vår input till metoden och de resulterande faktorerna som ska spegla detta. Det som blir viktigt när man tillåter en förändring över tid är möjligheten att kunna härleda vad förändringen beror på.

4.4.3 Hur metoden uppfattas:

Slutligen har aktörerna fått rangordna fem påstående kring hur metoden ska uppfattas. Det som har fått högst betyg och anses vara av störst vikt är att metoden och dess resultat ska vara lätta att förstå, därefter lätt att använda. Det som har fått utmärkande lägst betyg är behovet av att metoden ger faktorer som är exakta. Däremellan kommer påståendena kring att metoden är svår att missbruka och att ifrågasätta som är ungefär likställda varandra.

4.5 Sammanfattning och slutsats av intervjuerna

Sammanfattningsvis kan sägas att det finns en gemensam uppfattning kring att varken avfallsbränsle eller restvärme ska tillskrivas någon primärenergi under förutsättning att den annars skulle gå till spillo, d.v.s. att det inte finns någon alternativ användning för avfallet respektive att det inte går att effektivisera industriprocesserna mer. Det är samma resonemang som går igen, oavsett vilken aktör man representerar, att man måste ha ett systemperspektiv och att det är huvudprodukten, vars funktion var anledningen till produktionen, som ska bära utsläppen och primärenergiuttaget. Bakom denna ansats finns dock en mer komplex diskussion kring hur avfallet förhåller sig till avfallshierarkin och hur effektiv processen som alstrat restvärmen är. Hur primärenergifaktorn påverkar dessa processer är oklart framförallt för avfallsidan. Konsekvenserna av en primärenergifaktor för avfallsbränsle och restvärme blir tydligast för fjärrvärmeproducenterna vars produkt får ett sämre jämförelsevärde med andra energikällor.

Av stor vikt när man sätter en primärenergifaktor för avfall och restvärme är alltså att man upplever att hanteringen av produkterna fram tills värmedistributionen är optimerad. Det finns en osäkerhet kring att det enbart är avfall och restvärme, utan alternativanvändning, som utnyttjas idag och kommer att utnyttjas framgent. För att nå en konsensus kring avfallsbränslets energivärde behövs möjligtvis därför en föregripande diskussion om materials energivärde och om man kan ge primärenergin en styrningsfunktion inom avfallshierarkin. På samma sätt bör man utreda primär-energins betydelse vid effektivisering mot minskad alstring av restväme. Intervjuerna pekar mot att detta inte är en fråga av vetenskaplig karaktär utan en fråga som måste spegla en politisk ambition och hanteras av en ekonomiskt oberoende aktör med politisk tyngd bakom sig, t.ex. en myndighet eller ett oberoende institut. Frågan kompliceras ytterligare av de begränsningar kring värmedistribution som anses föreligga med dagens fjärrvärmemonopol.

5 INTRESSENTANALYS - DELPHI-WORKSHOP

5.1 Delphimetoden

Delphimetoden utvecklades ursprungligen som en prognosmetod där en panel av experter används på ett strukturerat sätt (Linstone & Turoff 1975). I standard-versionen besvarar experterna frågeformulär i två eller flera rundor. Efter varje runda, ger en handledare en anonym sammanfattning av experternas prognoser från föregående runda samt de skäl som de angett för sina bedömningar. Experterna uppmanas att läsa sammanfattningen och sedan göra en ny bedömning. Förhopp-ningen är att svarens spridning på detta sätt kommer att minska och att gruppen kommer att konvergera mot rätt svar. Tekniken kan även anpassas för användning i fysiska möten, och kallas då mini-Delphi eller ”Estimate-Talk-Estimate”.

Tanken bakom Delphimetoden är att prognoser från en strukturerad grupp av individer är mer exakta än de från enstaka individer eller ostrukturerade grupper (Rowe & Wright 2001). Detta har kallats "kollektiv intelligens" (Hiltz & Turoff 1978). Metoden har många gånger använts för att göra prognoser bland annat i affärslivet, exempelvis för att uppskatta det framtida oljepriset.

En begränsning är att metoden har svårt att hantera komplicerade frågor med flera faktorer inblandade. Traditionell Delphimetod behandlar olika faktorer som om de inte har någon effekt på varandra. Senare utvecklingar av metoden har gjorts för att hantera detta problem, exempelvis ”cross impact analysis” som tar hänsyn till möjligheten att en händelse kan förändra sannolikheter för andra händelser som omfattas av undersökningen. Fortfarande används dock Delphimetoden mest i prognosarbete med en enda, skalär indikator (Wikipedia 2011). Det framtida priset på en vara är ett exempel på en sådan skalär indikator.

Delphimetoden har även ifrågasatts som prognosverktyg. Framtiden är i sig osäker och många aspekter av framtiden kan därför inte förutsägas korrekt av experter. En skenbart enkel sak som oljepriset ett par år in i framtiden beror på politiska faktorer som ingen expert rimligtvis kan förutsäga. Om en grupp experter enas i en sådan fråga beror det sannolikt på grupptryck och andra psykologiska effekter, snarare än på deras gemensamma kunskap om vad som faktiskt kommer att hända. Den prognos som blir resultatet riskerar att göra mer skada än nytta, eftersom den kan ge en falsk känsla av säkerhet.

Men Delphimetoden kan användas i andra syften än för att göra prognoser. En webbaserad variant har till exempel använts på försök för interaktivt beslutsfattande och e-demokrati (Bolognini 2001). När Delphimetoden används för att förankra och

ta beslut, spelar det mindre roll att kunskapen om framtiden är ofullständig. Syftet är inte att gissa rätt om framtiden, utan att komma överens.

I vårt projekt använder vi Delphimetoden som en del i intressentanalysen. Där är den inte ett prognosverktyg utan en metod för att försöka nå konsensus, enighet, kring primärenergifaktorerna. Vi drar nytta av Delphimetodens strukturerade procedur för att nå enighet, men vårt mål är inte att nå en objektivt sann primärenergifaktor utan just bara en primärenergifaktor som vi kan enas kring.

En primärenergifaktor är en skalär indikator. Den kan därför enkelt hanteras med Delphimetoden. För att metoden inte ska bli oöverskådlig, behöver vi dock diskutera primärenergifaktorn för ett energiflöde i taget.

Vi använder inte enkäter, utan tillämpar istället Delphimetoden i en workshop. Det är alltså en variant på mini-Delphi eller ”Estimate-Talk-Estimate”. Genomförandet och resultaten från workshopen sammanfattas i nästa avsnitt och beskrivs mer i detalj i Bilaga 2.

5.2 Workshop och uppföljning

5.2.1 Inledning

Vi genomförde en workshop med 12 deltagare i syfte att se hur långt deltagarna kunde nå konsensus kring primärenergi i avfallsbränslen och restvärme. Deltagarna representerade olika typer av intressenter i olika hög grad:

- Leverantörer av restvärme: 2 st
- Avfallssektorn: 3 st
- Fjärrvärmeproducenter: 6 st
- Användare av fjärrvärme: 1 st

Workshopen inleddes med en introduktion till primärenergibegreppet och en presentation av de sex frågeställningar som fanns på workshopens agenda:

1. Primärenergifaktor för restvärme
2. Primärenergifaktorn för värme som biprodukt
3. Primärenergifaktorn för avfall som inte är vettigt att materialåtervinna
4. Primärenergifaktorn för avfall som är vettigt att materialåtervinna
5. Vad ska räknas som materialåtervinning i detta sammanhang?
6. Vad menas med vettigt och inte vettigt att materialåtervinna?

Vi hade en öppenhet om att vi troligen inte skulle hinna med samtliga punkter och så blev också fallet. Vi hann endast fullständigt behandla de tre första frågorna. Den fjärde påbörjades. De två sista diskuterades via epost efter workshopen.

5.2.2 Konsensusprocessen

De frågor som avhandlades inleddes med gruppdiskussioner (3 grupper) och därefter fick samtliga placera en lapp på en siffersatt skala. Läget där lappen sattes skulle representera den primärenergifaktor som respektive deltagare ansåg att diskuterad energibärare skulle belastas med. Om konsensus inte var nådd skedde en ny iteration där de som placerat sig i ytterligheterna fick möjlighet att ändra åsikt eller övertyga alla andra. Slutresultatet kunde bli konsensus eller inte.

5.2.3 Primärenergi för restvärme

Vad gäller restvärme (fråga 1 ovan), nåddes konsensus kring att restvärme inte ska bära någon primärenergi. Vad gäller värme som biprodukt från industrin (fråga 2) så nåddes efter en del diskussion också konsensus kring att endast den extra energi som har behövts tillsättas för att kunna leverera värme till fjärrvärmenätet ska belastas den levererade värmen. Det blev en diskussion om att energi som tillsätts för att spetsa restvärme efter processen inte är restvärme och därmed räknas precis som all annan fjärrvärmeproduktion. Primärenergifaktorn blir dock i princip den samma om exempelvis extra olja tillförs till den industriella processen eller om den tillförs efter det att restvärmen uppstått.

5.2.4 Primärenergi för avfall

Vad gäller avfall som inte är vettigt att materialåtervinna (fråga 3 ovan) nåddes inte full konsensus. Efter en första iteration närmade sig åsikterna varandra, men full konsensus nåddes inte. Däremot konvergerade åsikterna till att avfall som inte är vettigt att återvinna bör ha en primärenergifaktor som är noll eller strax över noll. Ett motiv för att inte sätta noll var att fjärrvärme bör ha högre primärenergifaktor om den produceras från avfall än från restvärme. Motiv att värme från avfall skulle ha högre primärenergifaktor än från restvärme var bland annat att man ville värdera energiresursen avfall högre då den går att flytta och lagra.

Vad gäller avfall som är vettigt att materialåtervinna (fråga 4) nåddes inte konsensus. Å andra sidan hann ämnet inte diskuteras tillräckligt. Åsikterna varierade kraftigt från att avfallet inte bör bära någon primärenergi alls till att det bör bära primärenergi för hela uppströmsprocessen inklusive primärenergiåtgång för produktion av den produkt som sedan bli avfall.

5.2.5 Avfall vettigt att återvinna

De två sista frågorna på agendan diskuterades inte alls under workshopen. De är också svårare att hantera med Delphimetoden, eftersom de inte handlar om att slå fast en kvantitativ, skalär indikator.

Istället ombads deltagarna skicka sina synpunkter via epost efter workshopen. De fick ange om de såg följande som materialåtervinning eller inte:

a) Kompostering
b) Rötning
c) Användning som konstruktionsmaterial i vägar
d) Användning som konstruktionsmaterial på deponier
e) Användning som täckmaterial på deponier
f) Användning som råmaterial till bullerplank, parkbänkar och blomkrukor.

De fick också ange hur de ansåg att man bör avgöra vad som är vettigt att materialåtervinna i det här sammanhanget:

1. Utifrån vad som är ekonomiskt lönsamt.
2. Utifrån politikernas bedömning, d.v.s. utifrån de politiskt satta mål som finns för återvinning i Sverige.
3. Utifrån vad som är samhällsekonomiskt lönsamt.
4. Utifrån vad som är bäst för miljön i dagsläget.
5. Utifrån vad som är långsiktigt hållbart.
6. Utifrån vad som är tekniskt eller teoretiskt möjligt att återvinna.

Åtta av de tolv deltagarna svarade på frågorna. Synpunkterna på vad som ska räknas som materialåtervinning skilde sig åt kraftigt mellan de olika svaren.

Ett resonemang som återkom trots att det inte fanns uttryckt i svarsalternativen, var att en hantering ska räknas som materialåtervinning ifall det ersätter ett annat, jungfruligt material. Det material som ersätts behöver dock inte likna det återvinnbara materialet i avfallet. Svaren indikerar att även så kallad down-cycling, det vill säga återvinning till en lägre kvalitet eller en mindre kvalificerad produkt såsom bullerplank och liknande, ska räknas som materialåtervinning. Användning som konstruktionsmaterial och som täckmaterial på deponier betraktades som materialåtervinning av representanterna från avfallsbranschen, men inte av övriga.

De flesta av deltagarna ansåg att den samhällsekonomiska lönsamheten är hyggligt nära ett bra kriterium för vad som är vettigt att materialåtervinna. Några tyckte det bör väga tungt vad som är bra för miljön och ett par deltagare påpekade att den långsiktiga hållbarheten också är intressant.

6 KRITERIEANALYS

I detta avsnitt presenteras resultat från en analys av olika allokeringsmetoder för avfallsbränslen och restvärme. Kriterieanalysen har genomförts av författarna till denna rapport och att subjektiva bedömningar förekommer. Det är inte säkert att samma resultat skulle erhållas om någon annan genomförde kriterieanalysen. En intressant fortsättning på detta projekt skulle vara att som genomföra en bred studie av kriterierna och se hur värderingen skiljer sig åt och var konsensus kan nås.

6.1 Metod för kriterieanalys

I avsnitt 3 presenteras resultat från en inventering av metoder för att allokera primärenergi för avfallsbränslen samt restvärme. Dessa metoder har utvärderats utifrån ett antal kriterier för vad som anses vara bra miljövärdering enligt Ekvall m.fl. (2004). Kriterierna beskrivs nedan. Varje allokeringsmetod har utvärderats utifrån hur de ansetts uppfylla dessa kriterier, med en betygsättning 1-5 där 5 är högst betyg och 1 är lägst. Kriterieanalysen har gjorts på två sätt, dels med en viktning av de kriterier som ansetts viktigast och dels utan en sådan viktning. I analysen med viktning har *sanningsenlig* och *inspirerande* bedömts som viktigare än de andra kriterierna och därmed viktats dubbelt så mycket som de andra kriterierna. Motivet för viktningen är att rapportförfattarna bedömer att det finns en risk att låta kriterierna *lättanvänd* och *begriplig* få för stor inverkan. En enkel metod som är helt åt skogen kommer att få höga poäng för att den är enkel och lättanvänd medan en som ”styr” rätt men är svårare att förstå får minus på både lättanvänd och begriplig. Det finns alltså fler faktorer som påverkar en svårare metod negativt än vad det finns som påverkar en svår metod som ”styr rätt” positivt.

6.1.1 Kriterier för bra miljövärdering

Målsättningen är att miljöbedömningar ska utformas på ett sätt som bidrar till så stor miljönytta som möjligt. Ekvall m.fl. (2004) har tagit fram villkor som bör vara uppfyllda för att en miljöbedömning ska göra så stor nytta som möjligt. Miljöbedömningarna måste göras och användas, ju mer desto bättre. Resultaten måste vara någorlunda korrekta, fullständiga och begripliga. Men det räcker inte att resultaten är bra; de måste också leda till beslut. Detta kan översättas till härledda kriterier för vad som är en bra metod för miljövärdering. Ekvall m.fl. (2004) kommer fram till följande kriterier:

A. lättanvänd
B. sanningsenlig
C. begriplig
D. inspirerande
E. svår att missbruka

Olika metodval kan förväntas uppfylla dessa kriterier i olika grad. Vart och ett av kriterierna diskuteras nedan.

A. Lättanvänd

Hur ofta miljöbedömningar görs beror på hur användbara resultaten är (se kriterium B-D). Men det beror också på hur genomförbara metoderna är och hur dyra studierna blir. Detta beror i sin tur på hur komplexa metoderna är och på hur mycket av de data som behövs som finns tillgängliga. Det är också bra om resultaten från en studie är lätta att använda som beslutsunderlag även i andra situationer. Då blir nyttan av studien ännu större.

Det är alltså en fördel om metoden är enkel och billig att tillämpa, och om de resultat den ger är generellt giltiga.

B. Sanningsenlig

Miljöbedömningarna ska ge information om hur möjliga beslut påverkar miljön. Den informationen bör vara så fullständig, korrekt och exakt som möjligt. Den bör också gå att lita på i den meningen att den inte är för subjektiv, osaklig eller skakig på annat sätt.

Det är alltså en fördel om metoden ger studien ett helhetsperspektiv och om den ger en så verklighetsnära bild som möjligt. Här krävs dock ofta en avvägning, eftersom en mer omfattande och detaljerad studie blir dyrare och svårare att genomföra (se kriterium A). För att resultaten inte ska vara för skakiga, är det en fördel om metoden är robust på så sätt att olika människor får ungefär samma resultat när de använder metoden.

C. Begriplig

Miljöbedömningarna ska inte bara ge information, utan kunskap och insikter hos beslutsfattarna. Det kräver för det första att informationen behöver vara tillgänglig för dem, och för det andra att den är begriplig. Studien bör vara transparent, och så lätt som möjligt att tolka och ta till sig. Tolkningen underlättas av om de begrepp som används är tydliga och intuitivt enkla att förstå. Den kan försvåras om studien är mycket omfattande eller begreppsmässigt komplex.

Det är alltså bra om metoden har en enkel struktur och bygger på tydliga begrepp.

D. Inspirerande

För att kunskapen ska leda till beslut som minskar miljöpåverkan bör den vara övertygande och upplevas som relevant och legitim. Övertygande bör den bli om slutsatserna är trovärdiga, tydliga och säkra. Trovärdighet kan bland annat fås genom känslighetsanalyser. Tydliga och säkra kan slutsatserna bli om metoden inte för med sig för stora osäkerheter eller är för skakig. Det är alltså bra om metoden är robust.

En studie kan upplevas som relevant om den fokuserar på sådant som beslutsfattarna har chans att påverka och/eller har en tydlig anknytning till. Den får legitimitet om den upplevs som rättvis, opartisk och/eller välförankrad. Både relevans och legitimitet stärks om vi tar hänsyn till avnämarnas kunskapsbehov när vi väljer metod. Detta innebär att metoderna behöver situationsanpassas, och att olika metoder kan vara lämpliga i olika studier.

E. Svår att missbruka

Med missbruk menar vi miljöbedömningar som görs för att stoppa eller försena ett beslut med bra konsekvenser för miljön, eller för att försvara ett beslut med dåliga konsekvenser. Även här hjälper det om metoden ger robusta resultat. Det är dessutom en fördel om studien har en tydlig frågeställning som metoden är kopplad till, om det finns detaljerade riktlinjer för hur metoden ska tillämpas, och om det finns en etablerad god praxis för tillämpningen.

6.2 Avfallsbränslen

6.2.1 Resultat kriterieanalys avfallsbränslen

De metoder som utvärderats framgår av Tabell 3. Resultatet av kriterieanalysen framgår av Tabell 3 liksom det viktade respektive oviktade genomsnittet. Motiveringarna till respektive värde framgår av Bilaga 3.

Som framgår av Tabell 3 erhåller flera metoder höga betyg i kriterieanalysen. Metoden där alternativanvändningen till förbränning av avfall är materialåtervinning, samt metoden där alternativanvändningen till förbränning av avfall är en sammanslagning av materialåtervinning, rötning och avfallsminimering får bra betyg på sanningsenlig och inspirerande, men sämre på de andra kriterierna. Efter viktningen kommer dock dessa två metoder ut som de bästa, med metoden där materialåtervinning är alternativanvändning erhåller högst betyg. Denna metod kallas i avsnitt 3.1 för ”Bordetänkandet” eller ”Bordemetoden”.

De två metoder som kommer bäst ut enligt det oviktade genomsnittet är när hela avfallet räknas som primärenergianvändning samt då hänsyn tas till att avfallet kan förflyttas till annan ort. I båda fallen beror det framförallt på att metoderna bedöms vara mycket lättanvända, begripliga och svåra att missbruka. Däremot är betygen betydligt lägre för sanningsenlig och inspirerande, varvid det viktade värdet blir lägre.

Resultatet av utvärderingen grundar sig en hel del på vad som kan anses vara mest effektivt ur primärenergi- och miljösynpunkt. Rapportförfattarnas resonemang kring detta presenteras i avsnitt 0. En redogörelse för en motsvarande diskussion om detta vid en workshop presenteras i avsnitt 5.

Tabell 3 Utvärderingen av metoder för framtagande av primärenergifaktor (PEF) för avfall.

ALLOKERINGSMETOD	Lättanvänd	Sannings-enlig	Begriplig	Inspirerande	Svår att missbruka	Viktat genomsnitt	Oviktat genomsnitt
Viktningsfaktorer	0.7	1.4	0.7	1.4	0.7		
Allokering till avfallssystemet	5	2	5	2	5	3.3	3.8
Allokering till energisystemet	5	3	5	2	5	3.6	**4.0**
Ekonomisk allokering	3	3.5	3	3	3	3.1	3.1
Allokeringsmetoder som tar hänsyn till alternativanvändningen av avfallet							
- alt anv deponi (utan ta hand om metan)	4	2	5	1	3	2.6	3.0
- alt anv deponi (ta hand om metan)	2.5	2.5	2	2	3	2.4	2.4
- alt anv materialåtervinning (del av avfallet), dvs. ”Bordescenariot”	3	5	3	4	3	**3.9**	3.6
- alt anv rötning (del av avfallet)	3.5	2.5	3	3	3	2.9	3.0
- alt anv eldning på annan ort	5	3	4	3	5	3.7	**4.0**
- alt avfallsminimering (del av avfallet)	1	2	2	4	1	2.3	2.0
Sammanslagning av material, rötning och avfallsminimering ovan	3	3.5	3	5	3	3.7	3.5
Systemutvidgning för användning av avfall (från avfallsbranschens synvinkel) - alt till att använda avfallet för energi-ändamål är att använda andra bränslen. Alltså värdera avfallet enligt det som trängs undan i fjärrvärme-/elsystemet.	2	4	3	2	3	2.9	2.8

6.3 Restvärme

6.3.1 Kriterieanalys av metoder för att ta fram PEF för restvärme

De metoder för allokering av primärenergi för restvärme som utvärderats framgår av Tabell 4. Där presenteras också resultatet från kriterieanalysen med respektive utan viktning av kriterier. För metodik, se avsnitt 6.1. Motiveringarna till respektive värde framgår av Bilaga 4.

Tabell 4 Utvärderingen av metoder för framtagande av primärenergifaktor (PEF) för restvärme

ALLOKERINGSMETOD	Lättanvänd	Sanningsenlig	Begriplig	Inspirerande	Svår att missbruka	Viktat genomsnitt	Oviktat genomsnitt
Viktningsfaktorer	0.7	1.4	0.7	1.4	0.7		
Noll till restvärmen	5	3.5	4.5	4	4	4.1	4.2
Systemutvidgning för utvinning av restvärme	Har ej kunnat beräknas						
Systemutvidgning för användning av restvärme	2	3.5	3	2	4	2.9	2.9
Ekonomisk allokering	Har ej kunnat beräknas						
Jämförelse med BAT	1	5	3	5	1	3.6	3.0

Metoden där restvärmen inte bär någon primärenergi kommer bäst ut från kriterie-analysen både vid viktat respektive oviktat genomsnitt. Detta överensstämmer med resultatet från konsensusprocessen, som beskrivs i avsnitt 5. Det bör påpekas att primärenergianvändning för pumpning och annan hjälpenergi tillkommer vid användning för fjärrvärme. Likaså eventuell energi som behöver tillföras för att höja temperaturen på restvärmen. Båda dessa exempel tillförs fjärrvärmens totala primärenergifaktor. Restvärmen har fortfarande primärenergifaktor noll enligt denna metod.

Rapportförfattarna har tillskrivit metoden där BAT används som jämförelse för att bestämma hur mycket av restvärmen som ska anses bära primärenergi högt betyg för sanningsenlig och inspirerande, men lågt betyg för lättanvänd och svår att missbruka.

6.3.2 Resonemang kring vad primärenergifaktorn för restvärme borde vara

Resultatet av utvärderingen grundar sig en hel del på vad som kan anses vara ”sanningen” för primärenergifaktor för restvärme. Sett objektivt utifrån ett samhälls-perspektiv så borde all primärenergi för att producera en produkt allokeras på produkten. Med det synsättet blir det inte någon primärenergi kvar i restvärmen. Den enda primärenergi som uppkommer för att använda restvärmen är hjälpenergin för att transportera den till fjärrvärmenätet. Så långt är de flesta överens eftersom det inte finns något bättre sätt att använda restvärmen när den väl uppstått.

6.3.3 Vad är restvärme?

I detta projekt definieras restvärme som *”värme som är en biprodukt och som är omöjlig att undvika i produktionen av den industriella produkten. Värme av hög kvalitet som kan användas för elgenerering räknas inte som restvärme. Restvärme med en lägre temperatur än fjärrvärme räknas även den som restvärme men den extra ”hjälpenergi” som behövs föra att uppgradera restvärmen till fjärrvärme belastar då fjärrvärmens primärenergianvändning.”*

Värme som produceras i en industri som en följd av tillsatt bränsle som hade kunnat undvikas kallas i detta projekt för ”värme som biprodukt” och omfattas inte av kriterieanalysen.

7 METOD AVFALLSBRÄNSLE

I detta avsnitt presenteras en metod för beräkning av primärenergifaktor för avfallsbränslen. Metoden bygger på intressentanalysen (avsnitt 4 och 5) och kriterieanalysen (avsnitt 6). Dessutom har noggranna analyser av olika avfallsbränslen gjorts, vilket delvis presenteras i detta avsnitt och delvis i Bilaga 5.

Metoden kan sammanfattas i följande formel:

$$PEF_{avfallsbränsle} = \sum_{x=1}^{n} PEF_x \cdot \gamma_x + \sum_{i=1}^{n} PEF_i \cdot \%_{hjälp,i}$$

där

$PEF_{avfallsbränsle}$ = Total primärenergifaktorn för ett avfallsbränsle
PEF_x = Primärenergifaktorn för avfallsfraktion x
γ_x = Energiandelen för avfallsfraktion x
PEF_i = Primärenergifaktorn för hjälpenergi i
$\%_{hjälp}$ = Insatt hjälpenergi i i %

För att beräkna primärenergifaktorn för en viss typ av avfall behövs således:

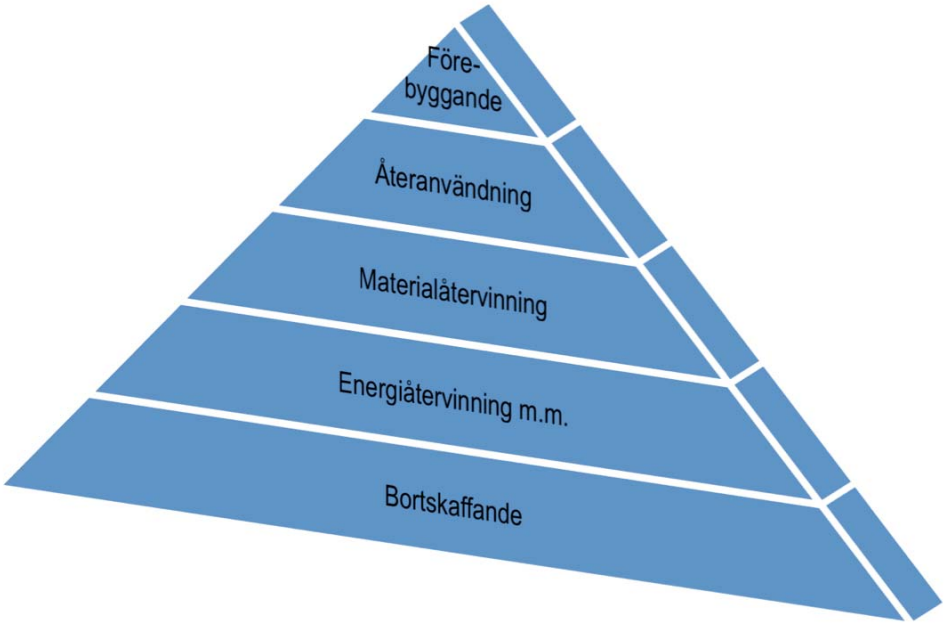
1. **Metod för värdering av den energi som finns i olika avfallsfraktioner**
   För värdering av den energi som finns i olika avfallsfraktioner behövs dessutom information om sammansättning för aktuellt avfall, de totala mängderna av de återvinningsbara fraktionerna som sätts på marknaden, hur mycket som återvinns, totala mängden avfall, andel fukt och smuts i olika fraktioner samt värmevärden för olika material i avfallet.
2. **Systemgränser för hjälpenergi samt värdering av hjälpenergi**

Ovanstående punkter beskrivs i de efterföljande avsnitten. Exempelberäkningar har gjorts för ett genomsnittligt hushållsavfall (utan respektive med utsortering av matavfall) såsom presenterat i Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011). Ett enklare beräkningsexempel redovisas också för en typ av verksamhetsavfall.

7.1 Värdering av primärenergi i olika avfallsfraktioner

I den kriterieanalys som genomförts och redovisas i avsnitt 6, erhöll allokering enligt det så kallade ”bordetänkandet” högst viktat betyg. Metoden innebär att den alternativa användningen delas upp beroende på hur mixen av avfall som går till avfallsförbränning ser ut.

Alternativanvändningen är alltså vad avfallet ”borde” ha gått till enligt avfallshierarkin[8], se

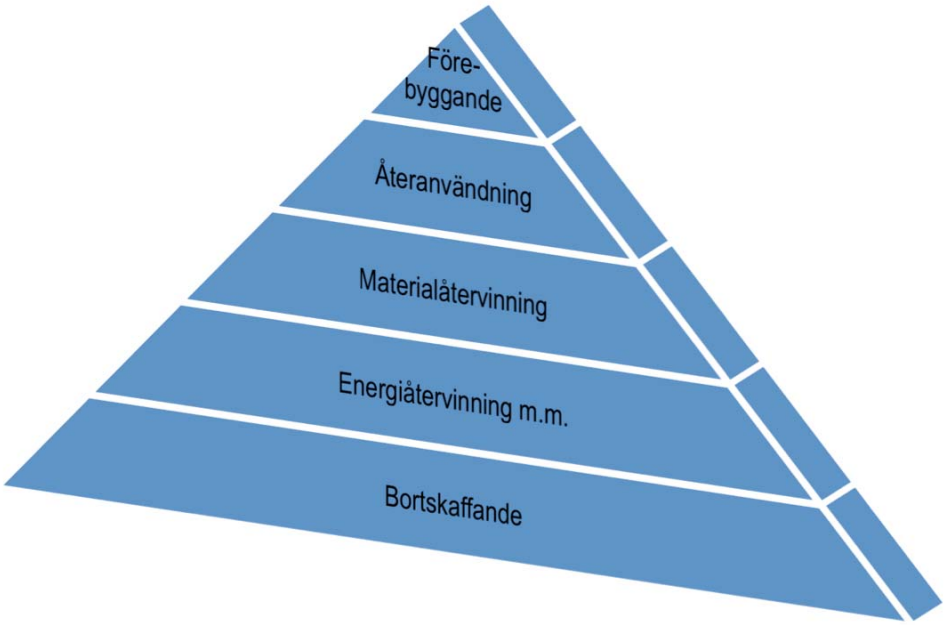


Figur 6. Projektets syfte är att rekommendera metodik för fastställande av primärenergifaktor samt rekommendera primärenergifaktorer att använda för energiåtervinning av avfall. I det perspektivet har avfallet redan uppstått och de två första stegen i avfallshierarkin är inte relevanta. Eftersom avfallet redan uppstått innebär bordetänkandet att hänsyn tas till huruvida en viss avfallsfraktion är vettig eller inte vettig att materialåtervinna.

Två naturliga följdfrågor blir:

- På vilka grunder ska avgöras om en fraktion är vettig eller inte vettig att materialåtervinna?
- Hur värderas den energi som finns i avfall som är vettigt respektive inte vettigt att materialåtervinna?

[8] Avfallshierarkin fastställs I EU:s avfallsdirektiv 2008/98/EG



Figur 6. Avfallshierarkin enligt Avfallsdirektivet (2008/98/EG.

7.1.1 Avfall vettigt eller inte vettigt att materialåtervinna?

Som presenteras i avsnittet om Delphi-workshop (avsnitt 5) finns olika sätt att bedöma huruvida en avfallsfraktion är vettig eller inte vettig att materialåtervinna. Där redogörs också för olika syn på detta som fanns bland workshopdeltagarna. De flesta ansåg att det bör grundas på vad som är samhällsekonomiskt bäst, men detta är inte så enkelt att analysera och data saknas idag. Många tyckte också att det som är bäst för miljön är en bra grund för bedömning.

Miljö som grund för bedömning av vettigt/inte vettigt

Rapportförfattarna har valt miljöperspektivet som grund för värdering av huruvida ett avfallsmaterial ska anses vettigt eller inte vettigt att materialåtervinna. En logisk grund hade förstås varit vad som är bäst ur primärenergiperspektiv. Data för detta saknas, men vår bedömning är att det ofta sammanfaller med det som är bra ur miljösynpunkt.

Olika studier av avfallshantering ur miljöperspektiv har använts som underlag för att bedöma vilka avfallsfraktioner som är vettiga respektive inte vettiga att material-återvinna ur miljösynpunkt. Diskussionen nedan baseras på att material där återvinning leder till att primärenergi sparas och/eller till lägre miljöpåverkan anses som bättre att materialåtervinna än att använda för energiåtervinning.

Enligt flera stora sammanställningar av livscykelanalyser (LCA) av avfall, exempelvis Tyskeng & Finnveden (2010), så är materialåtervinning i de flesta fall miljömässigt fördelaktigt jämfört med energiåtervinning. Tyskeng & Finnveden (2010) undersökte flera studier med många olika förutsättningar. Slutsatsen gäller olika typer av papper och papperskartonger, plast, metall och glas. Finnveden (2007) kommer däremot fram till att det inte finns tydliga miljömässiga skillnader mellan att röta respektive förbränna matavfall. Vid rötning finns en del näringsämnen i form av fosfor och kväve kvar i rötningsresten som inte finns kvar efter förbränning. Å andra sidan blir energiutbytet högre vid förbränning. I Bilaga 6 redovisas en diskussion om rötning relativt förbränning av matavfall.

För att primärenergifaktorn ska främja effektivt utnyttjande av avfall bör det alltså styra mot materialåtervinning av papper (inklusive pappersförpackningar), plast, metall och glas, samt undvika förbränning av motsvarande. Däremot går det enligt ovan inte att se en tydlig miljöfördel med någon alternativ behandling av matavfallet än förbränning.

Tillämpat på bordemetoden innebär det att energiinnehållet i exempelvis en pappersförpackning som materialåtervinns inte räknas som primärenergianvändning medan om den förbränns så räknas det som primärenergianvändning. Primärenergin har alltså allokerats på energiutvinningen.

När är det inte miljömässigt vettigt att materialåtervinna?

Det finns viss en gräns när det inte är primärenergi- eller miljömässigt försvarbart att materialåtervinna en förpackning, exempelvis om:

- det är laminerade material som i dagsläget inte går/ eller är mycket energikrävande att separera till materialåtervinning, exempelvis kuvert och vätskekartong,
- materialet är så smutsigt och fuktigt att det vore miljömässigt obefogat att rengöra för återvinning, exempelvis kladdiga smörpaket eller,
- långa transporter gör det miljömässigt obefogat att följa avfallshierarkin (redan idag undantaget i avfallshierarkin)

Därmed kanske inte all teoretisk materialåtervinning ska kategoriseras före energiåtervinning. Ett sätt att komma fram till en rimlig nivå av materialåtervinning skulle kunna vara att anta att 10% av de förpackningar som sätts på marknaden inte kommer att vara miljö- eller primärenergimässigt försvarbara att återvinna[9] i dagsläget. Det är svårt att helt verifiera att 10 % är en realistisk siffra men den kan delvis motiveras av att 10 % även används i ett föreslaget styrmedel *”Förbud mot förbränning av återvinningsbara material”* (Bisaillon m.fl., 2009). I det föreslagna förbudet tillåts att max 10 % av det som förbränns får innehålla återvinningsbara material. Detta ligger

[9] Idag materialåtervinns ca 30% av plastförpackningarna (ej inkluderat PET) och drygt 70% av pappersförpackningarna (Naturvårdsverket, 2010).

sin tur i linje med det befintliga förbudet mot deponering av brännbart material där maximalt 10 % av brännbart material kan deponeras.

Osäkerheter och variationer i avfallsflöden kommer dock vara en större osäkerhetskälla i beräkningar än huruvida det är 5 eller 15 % av plast- och pappersförpackningarna som är primärenergi- eller miljömässigt motiverade att förbränna istället för att materialåtervinna (Ljunggren Söderman, pers. komm. 2011).

Sammanfattning avfall vettigt/ej vettigt att materialåtervinna

I Tabell 5 redovisas resultat där gruppering gjorts i fraktioner som är vettiga att materialåtervinnas och fraktioner som enligt våra antaganden här inte är vettiga att materialåtervinna. Energivärden för de olika fraktionerna har antagits för att beräkna energiprocent av innehållet i soppåsen[10]. Andelen smuts och fukt i plast- och pappersförpackningar har antagits vara 44 %[11] baserat på Avfall Sverige (2011). Denna siffra används för att korrigera för hur stor del av plast- och pappersförpackningarnas vikt som utgörs av smuts och fukt. Det innebär att värmevärdet på dessa förpackningar bör beräknas med ett antagande om en fukthalt på ungefär 44 %. För wellpapp och metall är motsvarande siffra 35 %.

Med de antaganden som gjorts så är andelen som kan anses vettig att materialåtervinna ca 34 vikts-% respektive 62 energi-%. Skulle rötning av mat- och trädgårdsavfall anses vara bättre miljömässigt än förbränning så skulle siffrorna bli 79 vikts-% respektive 71 energi-%. Betydelsen av hur man kategoriserar mat- och träd–gårdsavfall minskar när energi-% används istället för vikts-%.

Ett alternativ till att räkna om till energi-% skulle kunna vara att räkna med hur mycket energi som sparas vid materialåtervinning. Det knepiga med det perspektivet är att det är bara fraktionerna som kan återvinnas som ger en vinst vid återvinning. Det innebär att andelen för de fraktioner som kan materialåtervinnas får en andel på 100% medan det som inte kan materialåtervinnas får 0%. Det blir en orimlig uppdelning.

Tabell 5 Gruppering av avfallsfraktionerna från tabellen ovan i återvinningsbart och ej återvinningsbart. Antagna energivärden och beräkning av fraktionernas andelar med avseende på energiinnehåll.

---

[10] Energivärdet för matavfallet har beräknats utifrån energivärdena på 12,2 MJ/kg respektive 16,7 MJ/kg som angetts för de två olika sammansättningarna av sopavfall i Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011). Grova uppskattningar av energivärdena för de övriga fraktionerna har antagits där plast har ungefär samma värde som olja och papper har ungefär samma som värde som tort trä.

[11] Avfall Sverige anger 44 % smuts och fukt som medianvärde, vilket baseras på en sammanställning av olika plockanalyser (Avfall Sverige, 2011).

Inget matavfall utsorterat	Vikts-%	Energivärde, effektivt (kWh/ton fuktigt bränsle)	kWh/ton hushållsavfall (fuktigt bränsle)	Energi-% fuktigt avfall
Vettigt att materialåtervinna				
Tidningar	10%	2 890	289	12%
Wellpapp	2%	2 890	58	2%
Pappersförpackningar	5%	2 348	108	5%
Polyeten-plast (PE)	8%	7 348	580	25%
Polystyren-plast (PS)	4%	7 348	294	13%
Klarglas	1%	0	0	0%
Färgat glas	1%	0	0	0%
Metall	3%	0	0	0%
Summa kan återvinnas	34%	0		57%
Inte vettigt att materialåtervinna				
Mat- och trädgårdsavfall	45%	671	302	13%
Deponirest	3%	0	0	0%
Farligt avfall	0%	0	0	0%
Utrustning	1%	0	0	0%
Trä	1%	4 096	20	1%
Textil	4%	4 699	188	8%
Papper ok att förbränna	3%	2 348	80	3%
Plast ok att förbränna	1%	7 348	81	3%
Övrigt brännbart	9%	3 794	330	14%
Summa ej vettigt att materialåtervinna	67%			43%
	100%		2 331	100%

7.1.2 Värdering av energi i avfall

När det väl är definierat vad som är vettigt respektive inte vettigt att materialåtervinna återstår att fastställa hur energin i dessa olika avfallsfraktioner ska värderas. Enligt ”bordetänkandet” ska primärenergi i avfall som inte är vettigt att materialåtervinna allokeras till producenten av produkten som sedan blir ett avfall. Sådant avfalls-bränsle ska alltså inte bära någon primärenergi utan ska ses som en gratisresurs, som alltså får primärenergifaktorn 0. Detta sammanfaller i princip med resultatet från Delphi-workshopen där de flesta ansåg att primärenergifaktorn skulle vara 0 medan några ansåg att den skulle vara något högre, men mycket nära 0.

Primärenergin i avfall som är vettigt att materialåtervinna ska däremot tillskrivas avfallsfraktionen (energisystemet). Dilemmat som uppstår är var systemgränsen ska

dras för fastställande av denna primärenergi eller alltså hur stor primärenergibörda som detta avfall ska bära. Här finns ett flertal möjliga synsätt, exempelvis:

A. Ingen skillnad mellan avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna
B. Värdering av energiresurser som kan lagras och förflyttas
C. Primärenergin för avfall som är vettigt att materiåtervinna sätts till 1 vilket innebär att avfallet ses som en resurs som utvinns ur samhället
D. Återvinningsbart avfall belastas med sluppen primärenergianvändning vid framställning av material från återvinning jämfört med jungfrulig råvara
E. Hela livscykeln allokeras till avfall som kan materialåtervinnas

Samtliga dessa möjligheter framkom som möjliga synsätt vid Delphi-workshopen och de olika synsätten samt tidsbrist var anledningen till att konsensus inte kunde nås kring detta. En beskrivning av samtliga synsätt görs i Bilaga 7. Beräkningar för alla dessa alternativ presenteras i avsnitt 7.3.

7.2 Hjälpenergi – systemgränser samt värdering

Hjälpenergi är den primärenergi som behövs för att avfallsbränslen ska kunna användas för energiutvinning. Systemgränserna sätts ofta så att energiutvinningen bär hjälpenergin för insamling och transport av avfallsbränslet till förbränningsanläggningen. Det kan förstås variera mellan olika anläggningar beroende bland annat på avfallets beskaffenhet och transportavstånden. I detta utgår vi från data från Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl. 2011). I Miljöfaktaboken uppgår hjälpenergin till 4% eller alltså ett påslag på primärenergifaktorn på 0,04.

7.3 Beräkning av primärenergifaktor för hushållsavfall

Som angavs i avsnittets inledning kan metoden för fastställande av primärenergifaktorn för avfallsbränslen sammanfattas i följande formel:

$$PEF_{avfallsbränsle} = \sum_{x=1}^{n} PEF_x \cdot \gamma_x + \frac{\sum_{i=1}^{n} PEF_i \cdot \%_{hjälp,i}}{100\%}$$

där

$PEF_{avfallsbränsle}$ = Total primärenergifaktorn för ett avfallsbränsle

PEF_x = Primärenergifaktorn för avfallsfraktion x

γ_x = Energiandelen för avfallsfraktion x

PEF_i = Primärenergifaktorn för hjälpenergi i

$\%_{hjälp}$ = Insatt hjälpenergi i i %

Mot bakgrund av den metod och detaljer som beskrivits i avsnittet så kan formeln förtydligas enligt följande:

$$PEF_{avfallsbränsle} = PEF_{ae} \cdot \gamma_{ae} + PEF_{aå} \cdot \gamma_{aå} + 0{,}04$$

där

$PEF_{avfallsbränsle}$ = Total primärenergifaktorn för ett avfallsbränsle

PEF_{ae} = Primärenergifaktorn för avfallsfraktioner som inte är vettiga att materialåtervinna, primärenergifaktorn är 0 eller nära 0.

γ_{ae} = Energiandelen för avfallsfraktioner som inte är vettiga att materialåtervinna

$PEF_{aå}$ = Primärenergifaktorn för avfallsfraktioner som är vettiga att materialåtervinna, primärenergifaktorn varierar beroende på synsätt.

$\gamma_{aå}$ = Energiandelen för avfallsfraktioner som är vettiga att materialåtervinna

0,04 = Antagen hjälpenergi i detta projekt (baserat på Gode m.fl. 2011)

Med de antaganden som gjorts om hushållsavfall (se ovan i avsnittet samt i Bilaga 5) så är andelen som ur miljösynpunkt är vettig att återvinna ca 34 vikts-% respektive 57 energi-% (då effektivt värmevärde för fuktigt bränsle används). Skulle rötning av mat- och trädgårdsavfall anses vara bättre miljömässigt än förbränning så skulle siffrorna bli 79 vikts-% respektive 70 energi-%. Betydelsen av hur man kategoriserar mat- och trädgårdsavfall minskar när energi-% används istället för vikts-%. Utifrån de antagande som angivits i avsnittet kan primärenergifaktorer för olika avfallsbränslen beräknas. Nedan ges några exempel. I samtliga exempel har primärenergifaktorn för avfall som inte är vettigt att materialåtervinna approximerats till 0, även om det inte nåddes full konsensus kring detta vid Delphi-workshopen. Beroende på hur värdering görs av avfall som är vettigt att materialåtervinna (se avsnitt 7.1.2 samt för detaljer Bilaga 7) så erhålls olika totala primärenergifaktorer för avfallsbränslen:

A. Ingen skillnad mellan avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna

Med detta synsätt får alla avfallsfraktioner en primärenergifaktor nära noll. Total primärenergifaktorn blir därmed:

$$PEF_{avfallsbränsle,A} = 0 + 0{,}04 = 0{,}04$$

B. Värdering av energiresurser som kan lagras och förflyttas

Primärenergi i avfallet värderas som restvärme men med ett litet tillägg för att göra det tydligt att det är skillnad på bränsle som kan förflyttas och lagras. Vad tillägget ska vara är oklart. I Delphi-workshopen blev tillägget ungefär 0.1-0.2 MJ/MJ, vilket ger en total primärenergifaktor på:

$$PEF_{avfallsbränsle,B} = 0{,}2 + 0{,}04 = 0{,}24$$

C. Avfallet ses som en resurs som utvinns ur samhället
I denna metod värderas avfall som är vettigt att materialåtervinna som 1 eftersom primärenergi som använts för att producera produkter (senare avfall) tillskrivs produkten medan primärenergi som finns kvar i själva avfallet allokeras till energisystemet. Detta ger en total primärenergifaktor på:

$$PEF_{avfallsbränsle,C} = 0{,}43 \cdot 0 + 0{,}57 \cdot 1 + 0{,}04 = 0{,}61$$

D. Återvinningsbart avfall belastas med sluppen primärenergianvändning vid framställning av material från återvinning jämfört med jungfrulig råvara
I detta fall belastas avfall som är vettigt att återvinna med den primärenergibesparing som skulle ha gjorts om produkter framställs från ett återvunnet material jämfört med att framställa det från jungfruligt material. Enligt Bilaga 7 blir detta:

$$PEF_{avfallsbränsle,D} = 0{,}43 \cdot 0 + 0{,}57 \cdot 1{,}71 + 0{,}04 = 1{,}01$$

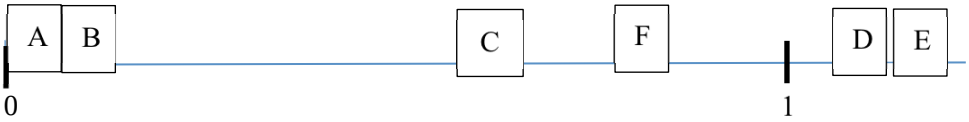
E. Hela livscykeln allokeras till avfall som kan materialåtervinnas
Med detta perspektiv belastas avfall som är vettigt att materialåtervinna med alla resurser som åtgått från vagga till förbränningsanläggning. Resultatet bör ligga nära men något högre än i fallet E eftersom energiåtgången och svinnet vid återvinningen inte dras av från framställning av en ny produkt.

$$PEF_{avfallsbränsle,D} > 0{,}43 \cdot 0 + 0{,}57 \cdot 1{,}71 + 0{,}04 = 1{,}01$$

F. Annat synsätt där politiskt satta mål styr hur stor del som anses vara ”vettigt” att återvinna.
Ett ytterligare exempel har beräknats även om detta skiljer sig från den tidigare indelningen av vilka avfallsfraktioner som är vettiga respektive inte vettiga att materialåtervinna. Metoden baseras på våra nationella återvinningsmål ska styra hur mycket av avfall som är återvinningsbart som ska anses vara vettigt att återvinna. Återvinningsmålen är som exempel 70 % för all plast som sätts på marknaden. Då målen är nådda räknas allt avfall som avfall som inte kan återvinnas, d.v.s. 0 i. I dagsläget, 2009 år statistik, skulle detta innebära att endast plast skulle räknas som återvinningsbart eftersom resterande fraktioner uppnår regeringen återvinningsmål. Primärenergifaktorn för avfallet beräknat på samma sätt som i D minskar därmed till från 1,01 till ca 0,76. Varken pappersförpackningar tidningar, wellpapp, glas eller metall räknas med eftersom återvinningsmålen för dessa är uppnådda (Avfall Sverige 2010)

Resultatet av ovanstående beräkningar visar på en primärenergifaktor för hushålls-avfall mellan 0,04 och drygt 1,0. Vissa resultat är starkt beroende av antaganden om

fukthalter, energibesparingar vid återvinning och osäkerheter i det faktiska innehållet i säck och kärnavfallet. Resultaten illustreras ungefärligt i figuren nedan,



7.3.1 Rekommendation primärenergifaktor för hushållsavfall

Som framgår ovan så finns många olika sätt att se på primärenergi i avfallsbränslen. I en ideal värld hade Delphi-workshopen nått så långt att konsensus hade kunnat nås dels över vad som är vettigt och inte vettigt att materialåtervinna och dels hur energin ska värderas. Rapportförfattarnas rekommendation i dagsläget med den kunskap som nu uppnåtts är att det är rimligt att utgå från en total primärenergifaktor på ungefär 0,61. Detta motsvarar alternativ C ovan.

Motsvarande rekommendation för hushållsavfall där matavfall har utsorteras (75%-ig utsorteringsgrad) är en primärenergifaktorn på 0,68.

7.4 Beräkning av primärenergifaktor för verksamhetsavfall

Statistiken för verksamhetsavfall som går till förbränning är mycket knapphändig. Det är också mycket stor variation mellan verksamhetsavfall som eldas i olika anläggningar. Vi har gjort ett beräkningsexempel för Söderenergis verksamhetsavfall. De tar emot ca 80 000 ton verksamhetsavfall per år[12]. Enligt plockanalyser från Söderenergi baserat på 30 analyser var medelinnehållet år 2008 på verksamhetsavfallet (bränslekross av papper-trä-plast):

37 % trä-fraktion
37 % papper
19 % plast
5 % textil
2 % sten

Samtliga siffror anges i viktsprocent (Katja Petterson, pers komm. 2011).

Enligt IVL:s tidigare rekommendation skulle primärenergifaktorn för Söderenergi's verksamhetsavfall bli 0,65 eller 0,70 med hjälpenergi för insamlingen inkluderad[13].

För de andra perspektiven blir motsvarande resultat för papper-trä-plast

[12] http://www.soderenergi.se/web/Detta_eldar_vi_idag.aspx

[13] Enligt Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011) är hjälpenergin 0,05 för verksamhetsavfall, jämfört med 0,04 för hushållsavfall.

- A = 0 + 0,04 = 0,04
- B ~ 0,2 + 0,04~0,24
- C = 0,65 + 0,04 = 0,69
- D = 0,72 + 0,04 = 0,76
- E = 1,00 + 0,04 = 1,04
- F => D

Resultaten skiljer inte nämnvärt från hushållsavfallet. Ett intressant antagande görs för fallet B, *”En annan värdering av energiresursen som kan lagras och förflyttas”*. Primärenergifaktorn höjs från 0,1 till 0,2 eftersom den rimligtvis borde öka då bränslet är torrare och mer lagringsbart och mobilt än hushållsavfall.

8 METOD RESTVÄRME OCH VÄRME SOM BIPRODUKT

8.1 Restvärme – beräkning av primärenergifaktor

Den allokeringsmetod som erhöll högst poäng i kriterieanalysen (avsnitt 6) är noll till restvärmen (Polluter Pays Principle). Metoden överensstämmer också med resultat från intressentanalysen, såväl intervjuerna som Delphiprocessen (se avsnitt 4 respektive 5). Det är också den metod som gäller enligt EPD-systemet och ISO-standarden om värdering av energivaror.

Enligt metoden noll till restvärmen blir primärenergifaktorn för restvärme således 0. Till detta skall läggas den hjälpenergi som krävs för att pumpa restvärmen till fjärrvärmeanläggningens grind. Ekvationen för beräkning av den totala primärenergifaktorn för restvärme (leverans till fjärrvärmeanläggningen) blir således:

$$PEF_{restvärme,total} = PEF_{restvärme} + \frac{\sum_{i=1}^{n} PEF_i \cdot \%_{hjälp,i}}{100\%}$$

där

$PEF_{restvärme}$ = Primärenergifaktorn för restvärmen innan pumpning
PEF_i = Primärenergifaktorn för hjälpenergi *i*
$\%_{hjälp}$ = Insatt hjälpenergi *i* i % av restvärmeleveransen

Hjälpenergin kan variera från plats till plats beroende på exempelvis avståndet som restvärmen ska pumpas. Vid ett exempel där hjälpenergin är 2% och använd hjälpenergi är el med en primärenergifaktor på 1,7 (nordisk elmix) så erhålls således en total primärenergifaktor om 0,03 för värme från restvärme:

1,0*0 + 0,02*1,7 = **0,03** (restvärme med 2% hjälpel)

Notera också att om restvärmen håller för låg temperatur för att direkt användas för fjärrvärme och därmed behöver lyftas i temperatur exempelvis genom värmepump, så tillkommer ytterligare primärenergianvändning. Denna extra primärenergi belastar dock fjärrvärmeproduktionen. Detsamma gäller den hjälpenergi som sedan behövs för att leverera fjärrvärmen till kund.

8.2 Värme som biprodukt – beräkning av primärenergifaktor

Med samma resonemang som ovan, kan även primärenergifaktorn beräknas för värme som biprodukt. Förutom nödvändig hjälpenergi ska då även adderas det extra bränsle

som tillsatts i industrin för att leverera värmen till fjärrvärmenätet. Ekvationen för beräkning av primärenergifaktorn blir då:

$$PEF_{bi-värme} = PEF_{värme} + \sum_{i=1}^{n} PEF_i \cdot \frac{\%_{hjälp,i}}{100\%} + \sum_{j=1}^{n} \frac{\%_j}{100\%}$$

där

$PEF_{värme}$ = Primärenergifaktorn för värmen innan insatt bränsle
PEF_i = Primärenergifaktorn för hjälpenergi *i*
$\%_{hjälp}$ = Insatt hjälpenergi *i* i % av värmeleveransen
PEF_j = Primärenergifaktorn för bränsle j
$\%_j$ = Insatt bränsle *j* i %

Om vi antar ett fall där 10% eldningsolja med en primärenergifaktor på 1,11[14] tillsatts och antar samma hjälpenergibehov som för restvärmen ovan, erhålles en primärenergifaktor för värme som biprodukt på 0,15 beräknat på följande sätt:

0,9*0 + 0,02*1,7 + 0,1*1,11 = **0,15** (exempel värme som biprodukt, 10% olja, 2% hjälpel)

[14] Enligt Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011)

9 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Projektet har syftat till att redogöra för olika allokeringsmetoder vid användning av avfallsbränslen och restvärme i fjärrvärmesektorn, ge rekommendationer av allokeringsmetoder samt att rekommendera primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme. Eftersom det inte finns någon objektiv sanning för hur allokering av primärenergiresurser ska göras vid restvärme och avfallsbränslen har en bred ansats tillämpats med såväl kvantitativa som kvalitativa utvärderingsmetoder.

9.1 Projektets tillvägagångssätt

De metoder som använts är inventering av befintliga allokeringsmetoder och primärenergifaktorer, kriterieanalys samt intressentanalys med intervjuer och konsensusworkshop med Delphiprocess. Tillsammans har dessa metoder använts för att utveckla och rekommendera allokeringsmetoder för restvärme och avfallsbränslen. Tack vare den breda metodansatsen har många olika synsätt kunnat analyseras och diskuteras i projektet. Kombinationen av kvantitativa undersökningar och avstämning med olika avnämare ökar förutsättningarna för att allokeringsmetoderna och primärenergifaktorerna ska accepteras och tillämpas.

Kriterieanalysen bygger på en utvärdering av allokeringsmetoder utifrån ett antal uppställda kriterier för bra miljövärdering enligt Ekvall m.fl. (2004). Kriterieanalysen genomfördes för att på ett strukturerat sätt utvärdera de olika allokeringsmetoderna och jämföra dem sinsemellan. Det bör poängteras att utvärderingen har subjektiva inslag och speglar rapportförfattarnas syn på de olika metoderna. Det är inte varken säkert eller troligt att en annan person skulle få exakt samma resultat. Kriterieanalysen gav tillsammans med projektets övriga ansatser en mycket bra grund för projektets totala resultat. En intressant fortsättning skulle vara att genomföra en konsensusprocess kring kriterierna och bedömningen av de olika metoderna.

Intressentanalysen syftade till att undersöka hur olika intressenter ser på allokering av primärenergi vid restvärme och avfallsbränslen. Det är bland annat två orsaker till att intressentanalysen genomfördes. För det första för få en avstämning av olika intressenters syn på frågan eftersom flera metodfrågor inte kan lösas med vetenskapliga metoder. För det andra för att rekommenderade metoder och primärenergifaktorer ska få bredare acceptans och tillämpning. Den första delen av intressentanalysen var intervjuer med olika avnämare, från såväl industri, avfallssektor, fjärrvärmebransch och några andra sektorer. Intervjuer är en vedertagen kvalitativ metod, men det är förstås så att resultaten beror på vilka personer som intervjuas.

Som komplement till intervjuerna genomfördes också en konsensusworkshop med en Delphiprocess, eller egentligen en mini-Delphi. I projektet använder vi Delphi-

metoden för att försöka nå konsensus kring primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme. Delphimetoden erbjuder ett strukturerat sätt att kunna nå enighet. Målet var inte att nå objektivt sanna primärenergifaktorer utan så långt som möjligt enighet kring primärenergifaktorer för restvärme och avfallsbränslen. Vi konstaterade att metoden fungerade väl för detta ändamål och för att skapa en strukturerad diskussion kring frågeställningen. Konsensus kunde nås för restvärme och värme som biprodukt. För avfall som inte är vettigt att materialåtervinna nåddes inte full konsensus, men mycket nära. Workshopdeltagarnas åsikter kring primärenergifaktorn för avfall som inte är vettigt att materialåtervinna hamnade mycket nära varandra, så enighet kring ett härad kan anses vara uppnådd. För avfall som är vettigt att materialåtervinna skilde sig åsikterna kraftigt åt. Det är en av orsakerna till att resultaten från Delphi-workshopen inte direkt kunde användas för utveckling och rekommendation av allokeringsmetod och primärenergifaktorer för sådant avfall utan att metodutveckling krävdes.

9.1.1 Lärdomar om Delphimetoden

Under workshopen nådde vi konsensus kring restvärme. De resultat vi nådde fram till stämmer väl med vad andra källor kommit fram till. Delphimetoden visade sig i det fallet fungera åtminstone för att bekräfta en konsensus som finns i samhället.

Vi kom ganska nära konsensus när det gäller avfall som inte är vettigt att materialåtervinna. Spännvidden i resultaten är ganska liten. Delphimetoden visade sig i det fallet fungera för att skapa något som närmar sig konsensus.

Primärenergifaktorer för olika typer av energiflöden är på ytan rena, skalära indikatorer som Delphimetoden är väl anpassad för att hantera. I realiteten uppstår frågor om hur olika typer av energiflöden ska avgränsas mot varandra: hur avgöra man om ett värmeflöde är restvärme eller värme som biprodukt? Vad menas med att ett avfall är vettigt att återvinna? Det uppstår också diskussioner omkring hur olika primärenergifaktorer ska relatera till varandra: vilken ska vara högst, och hur mycket högre? Sådana frågor gör diskussionerna mer komplicerade, men det var ändå möjligt att följa Delphimetodens procedur genom att hantera en delfråga i taget.

En Delphiprocedur med tolv deltagare kräver mycket tid. En endagsworkshop var inte tillräckligt för att hinna undersöka om det är möjligt att nå konsensus kring alla de fyra primärenergifaktorerna. En mini-Delphi som denna bör därför helst begränsas till en eller två frågor.

9.2 Metod för beräkning av primärenergifaktorer

Nedan beskrivs de metoder för beräkning av primärenergifaktorer för restvärme och avfallsbränslen som utvecklats inom projektet. Som nämnts tidigare i rapporten kan metoderna delvis appliceras på andra miljöattribut såsom koldioxidutsläpp. Det är dock viktigt att poängtera att allokeringar av emissioner respektive primärenergi inte

behöver följa samma princip under bränslets livscykel. Primärenergi i avfall skulle alltså kunna fördelas enligt en metod medan koldioxidutsläppen fördelas enligt en annan. Allokeringsmetoder för annat än primärenergi har inte utvecklats inom projektet.

9.2.1 Restvärme och värme som biprodukt

För restvärme visar samtliga moment i projektet – inventering, kriterieanalys och intressentanalys – på att restvärme inte bör bära primärenergi om den annars hade förgåtts. Ingen metodutveckling krävdes således för restvärme.

Vid Delphi-workshopen blev det tydligt att det är skillnad på restvärme och värme som biprodukt. Restvärme pumpas direkt till fjärrvärmeverkets grind utan någon energitillsats utöver pumpenergi. I fjärrvärmeverket kan energi behöva tillsättas för att höja temperaturen, exempelvis med värmepump. Denna extra energi tillskrivs då fjärrvärmeproduktionen och belastar inte restvärmen. Värme som biprodukt från en industri kräver extra energitillsats i industrin innan leverans till fjärrvärmeverkets grind. Det uppnåddes konsensus kring att denna extra energitillsatsen ska belasta värmen som levereras från industrin. Till detta kommer också pumpenergi fram till fjärrvärmeverkets grind.

9.2.2 Avfall

För avfall är bilden betydligt mer komplicerad. För det första har vi valt att skilja på avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna. Det har såväl kriterie- som intressentanalysen visat på. Frågan inställer sig då vad som menas med detta och vad som ska avgöra vilket avfall som är respektive inte är vettigt att material-återvinna. Många olika synsätt finns, exempelvis utifrån vad som är miljömässigt bäst, samhällsekonomiskt bäst, politiska mål, tekniskt möjligt, ekonomiskt bäst och så vidare. I projektet har vi valt att utgå från det som är miljömässigt bäst, dels för att det ger en helhetsbild och dels för att data finns tillgängliga. Det skulle vara intressant att analysera vad även andra synsätt än detta skulle innebära, men den möjligheten har inte funnits inom ramen för projektet.

För det andra, när det väl är fastställt vad som är/inte är vettigt att materialåtervinna så infinner sig frågan hur dessa avfallsfraktioner ska värderas. Ska de bära eller inte bära primärenergi (alltså allokeringen av primärenergi mellan produkt och avfall) samt hur mycket? Vid Delphi-workshopen uppnåddes i princip konsensus kring att avfall som inte är vettigt att materialåtervinna bör ha noll eller nära noll i primär-energi. Argument för att primärenergifaktorn ska vara mer än noll var bland annat att den bör vara högre än restvärme och att faktumet att avfallet kan förflyttas bör ge en högre värdering än noll. Vad gäller avfall som är vettigt att materialåtervinna upp-nåddes inte konsensus utan bilden var mycket spretig från noll till över ett, bland annat beroende på hur systemgränserna sätts. Det är inte självklart hur det ska göras. Inom projektet har vi valt att räkna på flera olika angreppssätt, men konstaterat att det

är rimligt att ansätta primärenergifaktorn för avfall som är vettigt att materialåtervinna till 1. Det kan sägas motsvara ett synsätt där avfallet utvinns ur samhället.

Slutligen behöver även systemgränser fastställas för hjälpenergin (exempelvis för insamling av avfall) samt en värdering av denna hjälpenergi. Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011) anger hjälpenergin (i primärenergi) till 4% för hushållsavfall och 5% för verksamhetsavfall. Det motsvarar systemgräns insamling av avfallet.

9.3 Resultaten

Resultaten ger konvergerande resultat för restvärme, medan bilden är betydligt spretigare för avfallsbränslen. Det gäller såväl de resultat som framkommit från inventeringen som vid intressentanalysen. En förklaring till detta är att restvärme sällan har någon alternativ användning än för fjärrvärme medan avfall till viss del hade kunnat gå en annan väg i avfallshierarkin. En annan förklaring är att det är betydligt lättare att förflytta avfall än restvärme, vilket flera som deltagit i intressentanalysen på något sätt ansett ska framgå av primärenergifaktorn.

Resultaten för restvärme blir med den metod som beskrivits ovan noll plus hjälpenergi för att leverera restvärmen till fjärrvärmeverkets grind. Vid 2% antaget hjälpenergibehov i form av el som värderas som nordisk elmix blir primärenergifaktorn för restvärme 0,03. För värme som biprodukt adderas den extra energiinsats som krävts för att få upp temperaturen. Vid samma antaganden som för restvärmen (2% hjälpel) samt ett antaget behov av 10% eldningsolja blir primärenergifaktorn 0,15.

För hushållsavfall är bilden mer komplex. Fler antaganden behövs och dessutom kan olika avfallsbränslen skilja sig åt väsentligt. Därför behöver de olika ingående fraktionerna analyseras. Det har gjorts inom ramen för projektet. Resultaten visar då på en primärenergifaktor för genomsnittligt hushållsavfall på 0,61. Faktorn ökar ju högre utsorteringen av organiskt avfall är. För verksamhetsavfall har primärenergifaktorn beräknats till 0,70. Anledningen till den högre primärenergifaktorn för verksamhetsavfall är den högre andelen av avfallsfraktioner som är vettiga att materialåtervinna och dessutom med högt energiinnehåll, såsom papper och plast.

9.4 Rekommendation av allokeringsmetoder och primärenergifaktorer

För restvärme rekommenderas allokering noll till restvärmen (Polluter Pays Principle). Primärenergifaktorn beror på hjälpenergibehovet, men kan som en approximation antas vara 0,03. Det är baserat på 2% hjälpelbehov.

För värme som biprodukt rekommenderas noll till restvärmen men att såväl hjälpenergibehovet som primärenergin i den extra energiinsatsen adderas. I exemplet med

2% hjälpelbehov och 10% tillsatt olja blir primärenergifaktorn 0,15. Denna bör dock inte användas som schablon, utan beräknas från fall till fall.

För avfall rekommenderas allokering enligt ”bordetänkandet” som alltså innebär att hänsyn tas till om de olika avfallsfraktionerna borde ha gått en annan väg i avfalls-hierarkin än energiåtervinning. Som diskuteras ovan finns också en rad andra antaganden och analyser som krävs för att beräkna primärenergifaktorn. Med den kunskap som finns idag och de antaganden som gjorts i studien framstår en primär-energifaktor på 0,61 för genomsnittligt hushållsavfall eller 0,70 för verksamhetsavfall (papper-trä-plast) som rimlig. Det baseras på att åtskillnad mellan vad som är vettigt respektive inte att materialåtervinna görs utifrån det som är bäst för miljön.

Rapporten beskriver en beräkningsmetod för primärenergifaktorer. Läsare med god kännedom om ett viss avfalls fraktioner kan själv beräkna primärenergifaktorn.

9.5 Slutsatser

Några slutsatser från projektet sammanfattas nedan:

- Primärenergifaktorer för avfallsbränslen och restvärme kan inte fullt ut beräknas eller tas fram med vetenskapliga metoder. Det kräver värderingar som kan variera från person till person.

- En bred metodansats i projektet har möjliggjort inhämtande av många olika värderingar och har legat till grund för framtagande av allokeringsmetoder och primärenergifaktorer.

- För industriell restvärme gav samtliga moment i projektet samma resultat, alltså att restvärme inte ska bära primärenergi. Däremot ska hjälpenergi för pumpning m.m. till fjärrvärmeverkets grind adderas. Ytterligare energi som därefter tillsätts för att leverera värmen till slutkund, inklusive eventuell värmepumpning, ska belasta fjärrvärmeproducenten, inte restvärmen.

- Åtskillnad bör göras mellan restvärme och värme som biprodukt. Den senare har krävt en extra energiinsats i industrin som inte hade skett om inte värmen skulle levereras till fjärrvärmenätet.

- Restvärme bör inte bära primärenergi annat än hjälpenergi exempelvis för pumpning. En generell primärenergifaktor på 0,03 har beräknats. För värme som biprodukt adderas den extra primärenergiinsatsen, exempelvis extra olja eller el för att höja temperaturen.

- Det är fruktbart att skilja på avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna. Avfall som inte är vettigt att materialåtervinna bör ha en primärenergifaktor nära noll. För avfall som är vettigt att materialåtervinna

finns många olika synsätt– allt från att även detta ska ha en primärenergi-faktor nära noll till att det ska bära primärenergi motsvarande vad det hade kostat att tillverka produkten från jungfrulig råvara.

10 REFERENSER

Ambell, C., Björklund, A., Ljunggren Söderman, M., 2010, Potential för ökad materialåtervinning av hushållsavfall och industriavfall, KTH Samhällsplanering och miljö Miljöstrategisk analys – fms, TRITA-INFRA-FMS 2010:4

Andreasson J. et al.2006. Effektivare primärenergianvändning. ER 2006:32

Anon. 1998. Resthantering av plastförpackningar. Chalmers Industriteknik, enheten Ekologik. September 1998

Avfall Sverige 2011. Nationell kartläggning av plockanalyser av hushållens kärl- och säckavfall. Aktuella resultat och metodik. RAPPORT U2011:04. ISSN 1103-4092

Bisaillon M, Finnveden G, Noring M, Stenmarck Å, Sundberg J, Sundqvist J-O och Tyskeng S. ”Nya styrmedel inom avfallsområdet?” ISSN 1652-5442, TRITA-INFRA-FMS 2009:7, Tryckt av: US AB, Stockholm, 2009

CEN-standard. EN 15603:2008. Energy performance of buildings — Overall energy use and definition of energy ratings.

CEN-standard EN 15316-4-5:2007 ”Värmesystem i byggnader – Metod för beräkning av energibehov och systemeffektivitet”.

Energimyndigheten, 2008,Analys av metoder för att öka incitament för restvärme-samarbeten, ER2008:16

Ekvall T, Ciroth A, Hofstetter P, Norris G. (2004) Comparative assessment of attributional and consequential methods for LCA. Poster och handout vid 14th Annual Meeting of SETAC-Europe, Prag, Tjeckien, april 2004. Abstracts p. 197.

EPD 2008. SUPPORTING ANNEXES for an international EPD®system for environmental product declarations. Version 1.0. 2008-02-29. http://www.environdec.com/documents/pdf/EPD_instructions_080229.pdf

Erlandsson, M; Ruud, S; Sandberg, E; Wall, M; Hellström, B; Janson, U. FEBY. Energieffektiva bostäder - Kravspecifikation för Minienergihus i Sverige. Version 2009 Framtagen inom Energimyndighetensprogram för Passivhus och lågenergihus. IVL rapport nr A1593. Juni 2009 Kompletterad oktober 2009

EU-KOMMISSIONENS BESLUT av den 21 december 2006 om fastställande av harmoniserade referensvärden för effektivitet vid separat produktion av el och värme genom tillämpning av Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/8/EG

Finnveden, G., Björklund, A., Carlsson Reich, M., Eriksson, O., Sörbom A., 2007, Flexible and robust strategies for waste management in Sweden, Waste Management 27 (2007) S1–S8

Frischknecht, R. Hofstetter. and I. Knoepfel. 1996. Ökoinventare für Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. Energiewirtschaftliche Grundlagen. [Ecological inventory (LCI) of energy systems for LCA comparisons of Switzerland's energy industry. Bundesamt für Energiewirtschaft".

Frischknecht, R. Tuchschmid M. 2008. Primärenergiefaktoren von Energiesystemen. ESU-Services ltd. December 2008

Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J., Palm, D., 2011, Miljöfaktaboken 2011 - Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter, Värmeforsk rapport 1183

Grönkvist, S, Dahlberg L, Lundberg H. Martinsson C, Stenkvist M. 2008. Analys av metoder för att öka incitament för spillvärme-samarbeten. ER2008:16.

Hiltunen J, Vehviläinen I, Virtanen E, Vanhanen J. 2009. Study on free allocation of emission allowances for district heating production under ETS for the period 2013-2020 based on benchmarking principles. Gaia Consulting Oy. 2009-04-24.

ISO-standard 13602-2:2006. Technical energy systems – Methods for analysis – Part 2: Weighting and aggregation of energywares.

Ljunggren Söderman, M., pers. komm. 2011. Maria Ljunggren Söderman, avfallsexpert på IVL Svenska Miljöinstitutet

Naturvårdsverket, 2010, Samla in, återvinn! - Uppföljning av producentansvaret för 2008, Naturvårdsverkets rapport 6328, januari 2010

Persson, A, Rydstrand C, Hedenskog P. 2005. Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning. 2005.ÅF

Persson, A. et al, 2006. Primärenergifaktorer för olika energibärare och uppvärmningsslag som används inom områdena transporter och byggnader. WSP Environmental, Stockholm. 2006

Ripponen, M. Presentation på Joint Annual Conference: Teaming up for Energy Renewal Conrad Hotel, Brussels June 2, 2010 http://www.conference2010.eu/presentations/Marko_Riipinen_3.2.pdf

SOU 2008:25. ENeff-utredningen.

Stenmarck, Å., pers. komm. 2011, Åsa Stenmarck, avfallsexpert på IVL Svenska Miljöinstitutet

Sundqvist J-O., pers. komm. 2011, Jan-Olov Sundqvist, avfallsexpert på IVL Svenska Miljöinstitutet

Svensk Avfallshantering 2009. Avfall Sverige

Särnholm et al, ”Sustainable cities’ energy demand and supply for heating and cooling”. 2009

Tyskeng & Finnveden (2010), Comparing energy use and environmental impacts of recycling and waste incineration, Journal of environmental engineering, august 2010, page 744-748

Wall, G. 1992. Exergi, helhetssyn och intelligens – En tillämpning på Västerås. Nutek och Uppsala Univeristet hgo.divaportal.org/smash/get/diva2:318568/FULLTEXT01

BILAGA 1 – Intervjufrågor

INTERVJUPERSONER;

Britt Sahleström, Återvinningsindustrierna
Victoria Edwardsson, Renova
Jan-Ove Sundqvist, IVL Svenska Miljöinstitutet
Anders Åberg, Borlänge Energi
Adam Lindroth, Fortum Värme
Lars Holmquist, Göteborg Energi
Stefan Nyström, Preem
Anders Ydstedt, Återvunnen Energi
Johnny Kellner, Veidekke
Per Holm, SABO

INLEDANDE FRÅGOR

1. Är primärenergi en fråga som diskuteras inom ditt företag eller bransch?

2. När det gäller primärenergi i avfallsbränslen och industriell restvärme, har ditt företag eller bransch en bestämd och/eller gemensam uppfattning i frågan?

AVFALL

3. Bör avfall som används som bränsle för el- och fjärrvärmeproduktion tillskrivas eller bära någon primärenergi?

4. Hur tror du att det kommer att styra avfallshanteringen?

5. Konsekvenser för er miljöprofil/produkt/verksamhet

RESTVÄRME

6. Bör restvärme från industrin (t.ex. från produktion av stål eller papper) tillskrivas eller bära någon primärenergi när den ska användas för fjärrvärme?

7. Vad blir konsekvenserna för er miljöprofil/produkt/verksamhet

8. Finns det aktörer som gynnas respektive missgynnas av det här (= att restvärme bär/inte bär primärenergi)?

9. Bör restvärme bära olika primärenergi beroende på vilken industriell process som alstrat restvärmen (*t.ex. fossilt ursprung (raffinaderi, stålindustri...) kontra biogent ursprung (pappersbruk...)*)?

PÅSTÅENDEN

Svara på en skala från -5 (måste undvikas), 0 (helt oviktigt, irrelevant), 5 (helt nödvändigt) hur viktiga följande metodaspekter är när primärenergifaktorer ska beräknas för avfallsbränslen, restvärme och annan restenergi:

Styrning

a. Metoden ger primärenergifaktorer som styr mot lägre behov av primärenergi i samhället.
b. Metoden ger primärenergifaktorer som styr mot lägre miljöbelastning i samhället.
c. Metoden ger primärenergifaktorer som styr i enlighet med avfallshierarkin (det vill säga att avfall i första hand ska undvikas, i andra hand återanvändas, i tredje hand materialåtervinnas, i fjärde hand utnyttjas för energiutvinning eller annan utvinning, och i sista hand läggas på deponi), se även separat beskrivning.
d. Metoden ger primärenergifaktorer som styr i enlighet med den så kallade uppvärmningshierarkin, dvs. att uppvärmning i första hand bör baseras på restenergi (t.ex. restvärme från industrin), i andra hand sekundärbränslen (t.ex. avfall och returbränslen) i tredje hand primär biomassa (t.ex. träd och grödor), i fjärde hand el (t.ex. värmepumpar eller direktverkande el) och i femte och sista hand fossila bränslen (t.ex. kol och naturgas).

Robusthet

a. Metoden ger samma primärenergifaktorer för den som levererar avfall, restvärme eller restenergi som för den som köper eller använder den.
b. Metoden ger samma primärenergifaktorer för ett visst slags avfall, restvärme
c. Metoden ger samma primärenergifaktorer oavsett vilken expert som tillämpar den.
d. Metoden ger primärenergifaktorer som är stabila över tid.

Andra kriterier

Rangordna följande kriterier sinsemellan från mest viktigt till minst viktigt:

a. Metoden är lätt att använda.
b. Metoden och dess resultat är lätta att förstå.
c. Metoden ger primärenergifaktorer som är exakta.

d. Metoden är svår att missbruka (t.ex. svårt för användaren att räkna fram primärenergifaktorer som gynnar just en själv).
e. Metoden ger primärenergifaktorer som är svåra att ifrågasätta.

AVSLUTANDE FRÅGA

10. Vem bör besluta om primärenergifaktorer för avfallsbränslen, restvärme och andra restenergier?

BILAGA 2 – Delphi-workshopen

Denna bilaga beskriver och diskuterar genomförandet av Delphi-workshopen.

DELTAGARE OCH GRUPPER

Inbjudan till workshopen skickades till ca 75 personer. Vi eftersträvade en blandning av forskare och representanter olika typer av intressenter: fjärrvärmesektorn, andra energislag, avfallssektorn, restvärmeleverantörer, fastighetsägare, och myndigheter. Till workshopen anmälde sig 12 deltagare, främst från fjärrvärmesektorn, men också från avfallssektorn, från restvärmeleverantörer, samt en från fastighetsägarna (se Tabell 6). Inga forskare och inga myndigheter var dock representerade.

Tabell 6. Workshopens deltagare delade in sig så att varje grupp hade så många intressent-perspektiv som möjligt. Varje grupp hade också en moderator och sekreterare från IVLs projektgrupp.

Grupp 1 - Rosa	Grupp 2 - Gul	Grupp 3 - Lila
Sören Andersson, PEAB	Lina Palm, Skogsindustrierna	Helén Axelsson, Jernkontoret
Marianne Gyllenhammar, Stena	Lia Detterfelt, Renova	Inge Johansson, Avfall Sverige
Erik Dotzauer, Fortum	Erik Larsson, Svensk Fjärrvärme	Claes Vallin, Tekniska Verken
Lars Holmqvist, Göteborg Energi	Olof Ingulf, Göteborg Energi	Per Callenberg, Vattenfall
Jenny Gode, IVL (projektledare, moderator, sekreterare)	Tomas Ekvall, IVL (workshopledare, moderator, sekreterare)	Fredrik Martinsson, IVL (moderator, sekreterare)

AGENDA

Workshopens terminologi och agenda justerades under mötets gång. Den slutliga agendan blev enligt följande:

- Välkomna och praktiska detaljer
- Introduktion och inledande plenumdiskussion
- Privata berättelser (ströks)
- Delhiprocess om restvärme

- Delhiprocess om värme som industriell biprodukt
- Delhiprocess om avfall som inte är vettigt att materialåtervinna
- Delhiprocess om avfall som är vettigt att materialåtervinna
- Diskussion om vad som räknas som materialåtervinning (ströks och ersattes med mejlväxling)
- Diskussion om vad som menas med ”är vettigt att materialåtervinna” (ströks och ersattes med mejlväxling)
- Avslutning

Delphiprocessen planerades innehålla följande steg:

1. Kort introduktion från oss
2. Bikupa i ett par minuter så att deltagarna kan reda ut vad uppgiften går ut på
3. Klargörande frågor från deltagarna till oss
4. Diskussion i grupper om ca 4 deltagare
5. Varje deltagare redovisar sin ståndpunkt genom att sätta ett namnat klistermärke på en skala
6. De deltagare som angett extremvärden får flytta sitt klistermärke eller motivera sin ståndpunkt
7. Arrangörerna och deltagarna reder ut eventuella missförstånd och förklarar vid behov sakförhållanden
8. Skalan justeras vid behov
9. Steg 4-8 upprepas en gång
10. Steg 5-8 upprepas tills konsensus nås eller tills vi inte når längre

I praktiken behövdes ingen bikupa (Steg 2). Steg 9, som inkluderar en andra gruppdiskussion, behövdes inte heller. Istället upprepade vi bara Steg 5-8 maximalt en gång. Fler iterationer av Steg 5-8 hade kunnat leda närmare konsensus, men också krävt mer tid.

INTRODUKTION

Tomas presenterade problemställningen, Delphi-metoden och planen för mötet. En livlig diskussion uppstod kring bland annat terminologi och förväntningarna inför dagen. Begreppen äkta och oäkta restvärme ströks och ersattes med ”restvärme” och ”värme som biprodukt”.

PRIVATA BERÄTTELSER

I en konsensusprocess är det bra att vara:

- prestigelös, dvs kunna byta ståndpunkt när jag möter goda argument,
- lyhörd, dvs försöka förstå vad de andra säger och varför,

- transparent, dvs försöka berätta så öppet och ärligt som möjligt varför jag tycker det jag tycker, och
- modig, så att jag vågar berätta om jag fortfarande tycker det jag tycker trots att jag är i minoritet och trots att jag inte riktigt kan förklara varför.

För att öppna upp oss, göra oss bekväma med och i bästa fall nyfikna på varandra, bad vi deltagarna att i förväg förbereda sig på att under en minut berättar om något från privatlivet som de brinner för:

- ett fritidsintresse
- barnen
- ett ideellt engagemang
- …

De privata berättelserna skulle presenterats i grupperna, för att var och en skulle få en lagom stor publik. De ströks dock ur agendan. Det berodde dels på att den inledande diskussionen hade varit så pass öppenhjärtig och konstruktiv att syftet med de privata berättelserna delvis redan var nått. Diskussionen hade också tagit mycket tid, och det var viktigt att börja fokusera på att diskutera sakfrågorna. Sist men inte minst uttryckte deltagarna att de privata berättelserna skulle kräva mer energi än de skulle ge.

DELPHIPROCESS OM RESTVÄRME

Med restvärme menar vi värme från process- eller verkstadsindustri som kan tas ut och utnyttjas utan att det påverkar industrianläggningens energibehov. Efter att ha diskuterat primärenergifaktorn för restvärme i sina grupper, redovisade varje deltagare i workshopen vad han eller hon ansåg genom att sätta en liten post-it-lapp på en skala från noll till 1. Konsensus nåddes direkt om att primärenergifaktorn för restvärme bör vara noll (se Figur 7), och någon iteration av processen behövdes därför inte.

Figur 7. Resultatet av den första redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn för restvärme bör vara. Varje liten post-it-lapp representerar en

deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

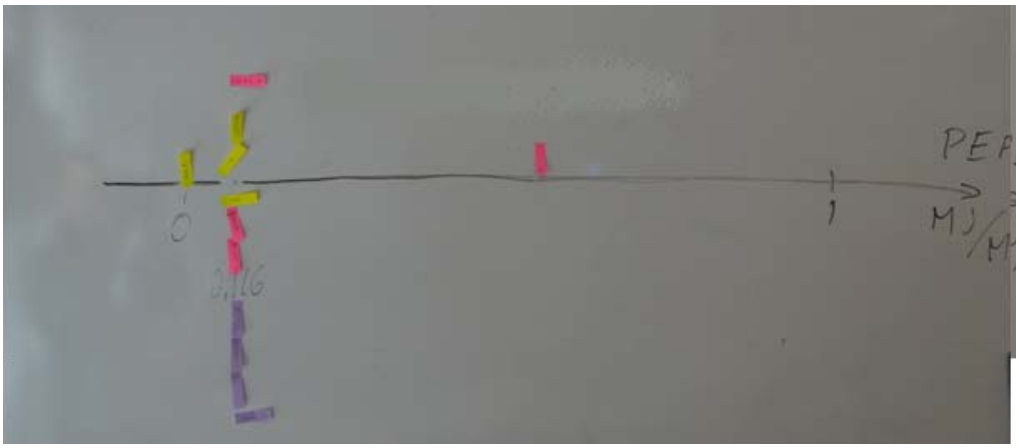
DELPHIPROCESS OM VÄRME SOM BIPRODUKT

Med värme som biprodukt menar vi värme från process- eller verkstadsindustri vars utnyttjande i fjärrvärmenätet påverkar industrianläggningens energibehov. Det kan bero på att värmen behöver spetsas med extra bränsle för att fjärrvärmebolaget ska ta emot den. Det kan också bero på att intäkterna från försäljning av värme påverkar hur energiflödena i industrianläggningen optimeras, och att industrin därmed behöver använda mer energi än vad de gjort om värmen inte kunnat säljas.

De flesta deltagare i mötet ansåg att primärenergifaktorn för värme som biprodukt bör motsvara primärenergin i det extra bränsle som används för att värmen ska kunna levereras och utnyttjas i fjärrvärmenätet (se Figur 8). I exemplet antogs att leveransen av 1 MJ värme till fjärrvärmenätet skulle kräva att industrin använder 0,1 MJ extra eldningsolja, och att den oljan har primärenergifaktorn 1,16 MJ/MJ. Primärenergifaktorn för värmen blir då 0,1*1,16 = 0,116 MJ/MJ.

En deltagare (gul lapp i Figur 8) ansåg att primärenergifaktorn fortfarande bör vara noll, eftersom det i praktiken är svårt att skilja värme som biprodukt från restvärme.

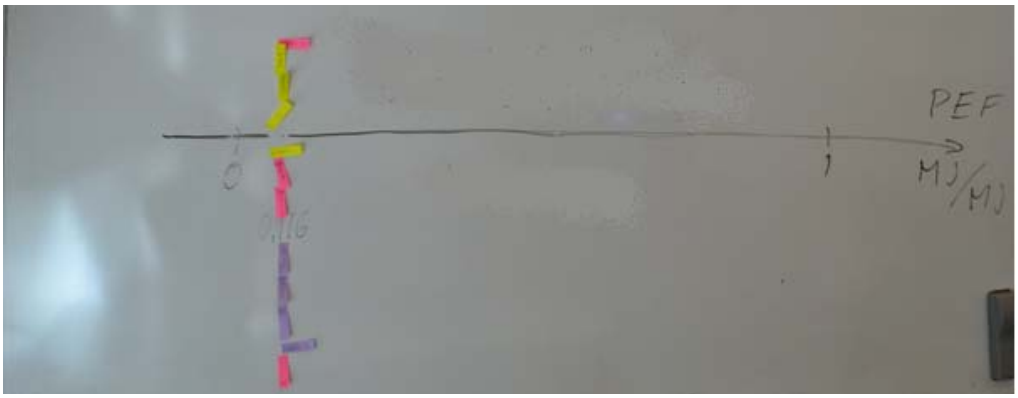
En annan deltagare (rosa lapp i Figur 8) förde fram förslaget att primärenergifaktorn bör vara 0,5 som ett slags kompromiss mellan noll och ett. Detta med hänvisning till den s.k. EnEff-utredningen som resonerade på samma sätt.



Figur 8. Resultatet av den första redovisningen av vad deltagarna ansåg att primär-energifaktorn bör vara för värme som biprodukt. Varje liten post-it-lapp representerar en

deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

Efter diskussion i helgrupp, justerade de båda deltagarna sina extremvärden och konsensus nåddes kring principen att primärenergifaktorn för värme som biprodukt bör motsvara primärenergin i det extra bränsle som används för att värmen ska kunna levereras och utnyttjas i fjärrvärmenätet (se Figur 9).



Figur 9. Resultatet av den andra redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn bör vara för värme som biprodukt. Varje liten post-it-lapp representerar en deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

DELPHIPROCESS OM AVFALL SOM INTE ÄR VETTIGT ATT MATERIALÅTERVINNA

Nästa fråga gällde avfall som eldas för energiutvinning och som inte har en vettig alternativ användning genom materialåtervinning. De flesta deltagare i mötet ansåg att primärenergifaktorn för sådant avfall bör vara noll eller nära noll (se Figur 10).

En eller ett par deltagare (gula lappar i Figur 10) ansåg att primärenergifaktorn till och med bör vara under noll. Detta beror på att förbränning av avfallet gör att deponering undviks. Att använda avfall som bränsle innebär alltså en miljönytta som inte uppstår när restvärme används. Den miljönyttan av kan motivera att primärenergifaktorn sätts till under noll för avfallet om den är noll för restvärmen.

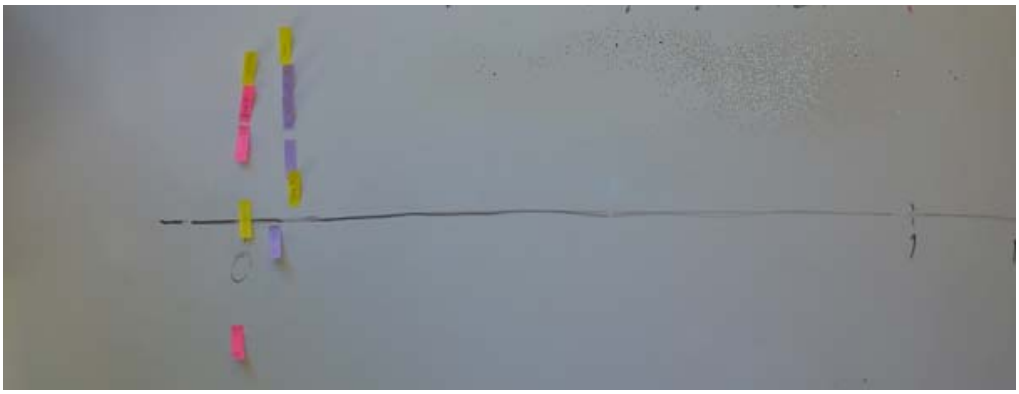
Några deltagare (2 lila och en gul lapp) ansåg att primärenergifaktorn för avfall bör vara något över noll, även om det inte är vettigt att materialåtervinna det. Två olika skäl fördes fram för detta. En deltagare poängterade att avfall kan lagras och transporteras långt, till skillnad mot restvärme, och därför kan användas i ett annat fjärrvärmesystem eller vid ena annan tidpunkt om det inte eldas just nu och här.

Avfallet är därför en bränsleresurs, till skillnad mot restvärme. Andra deltagare ansåg att fjärrvärmenäten i första hand bör använda restvärme och inte avfall. För att styra åt detta håll, bör fjärrvärme ha lite högre primärenergifaktor om den produceras från avfall än om den produceras från restvärme.

Två deltagare (rosa lappar i Figur 10) förde fram tanken att avfallet bör ha en så hög primärenergifaktor som ett. Detta för att styra mot minskade avfallsmängder.

Figur 10. Resultatet av den första redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn bör vara för avfall som inte är vettigt att återvinna. Varje liten post-it-lapp representerar en deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

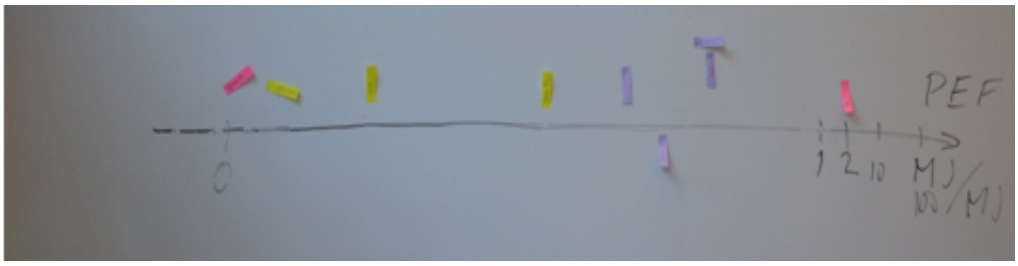
Efter diskussion i helgrupp, justerade några av deltagarna sina ståndpunkter. Konsensus nåddes kring att primärenergifaktorn bör vara nära noll. Dock nåddes inte konsensus kring om den bör vara precis noll eller strax över noll (se Figur 11). Det är möjligt att vi hade kunnat komma närmare konsensus med fler iterationer, men mötestiden tillät inte det.



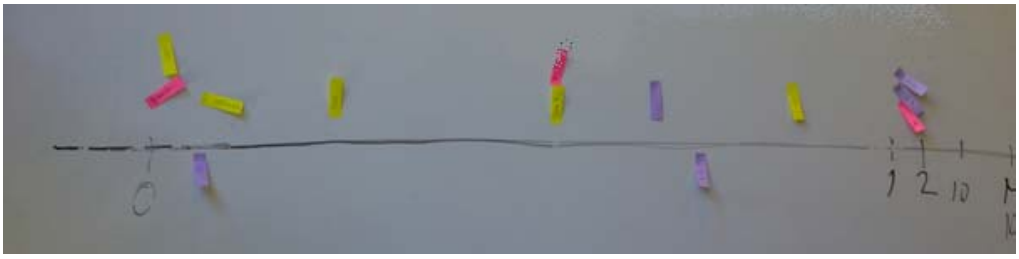
Figur 11. Resultatet av den andra redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn bör vara för avfall som inte är vettigt att återvinna. Varje liten post-it-lapp representerar en deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

DELPHIPROCESS OM AVFALL SOM VORE VETTIGT ATT MATERIALÅTERVINNA

Den sista primärenergifaktorn gällde avfall som eldas för energiutvinning men som egentligen vore vettigt att materialåtervinna istället. Här redovisade deltagarna en stor variation av ståndpunkter: från att avfallet inte bör bära någon primärenergi alls till att det bör bära primärenergi för hela uppströmsprocessen inklusive primärenergiåtgång för produktion av den produkt som sedan bli avfall (se Figur 12). Vi hann med en iteration, men konsensus nåddes inte (Figur 13). Det är sannolikt att vi hade kunnat komma närmare konsensus med fler iterationer, men att nå fullständig konsensus i denna fråga verkar vara svårt.



Figur 12. Resultatet av den första redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn bör vara för avfall som vore vettigt att återvinna. Varje liten post-it-lapp representerar en deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).



Figur 13. Resultatet av den andra redovisningen av vad deltagarna ansåg att primärenergifaktorn bör vara för avfall som vore vettigt att återvinna. Varje liten post-it-lapp representerar en deltagare. Post-it-lappar av olika färg representerar deltagare från olika grupper (se Tabell 6).

TIPS OM DELPHIMETODEN

Några fler tips till den som vill anordna en liknande mini-Delphi för att diskutera metodfrågor i miljöbedömningar eller liknande:

- Möblera i öar för att förbereda rummet för gruppdiskussioner. Placera öarna oregelbundet för att stimulera kreativiteten. Deltagarna ska känna, redan när de kommer in i rummet, att detta inte blir ett vanligt seminarium. Undvik att placera öarna för trångt eller med en tydlig hierarki.
- Välj frågor där du själv är intresserad av att hitta svaret. Alternativt välj en moderator som är intresserad av de frågor som ska diskuteras. Låt det intresset skina igenom. Låt även din tacksamhet mot deltagarna synas. Det är ju de som ska göra jobbet, och det har de satt av arbetstid för. Genom att visa ditt eget engagemang och vara tacksam, bidrar du till en positiv och konstruktiv stämning.
- Gör klart för deltagarna att gruppen inte har något mandat att besluta i frågan, men att workshopen ändå kan ha betydelse. Om de verkligen lyckas bli eniga, kan de bli ambassadörer för workshopens resultat.
- Förklara för deltagarna att en så framgångsrik konsensusprocess kräver att deltagarna är både prestigelösa, lyhörda, transparenta med vad de tycker, och modiga. Försöka vara ett gott exempel genom att vara likadan själv. Anpassa där det är möjligt agenda m.m. efter deltagarnas önskemål.
- Förklara också för deltagarna att de är inbjudna för att de har olika erfarenheter och därmed olika perspektiv, men inte för att de formellt representerar ett visst intresse. Berätta att du önskar att de tar med sig sitt perspektiv men att de ser sig själva som intellektuellt hederliga individer, så att diskussionen har god möjlighet att bli konstruktiv. Var dock medveten om och acceptera att de kanske inte kan kliva ur rollen som representant för ett visst intresse. Det är ju trots allt deras arbetsgivare som betalar dem för att vara där.
- Förklara också att du inte kräver att de ska nå enighet och att du inte ska påstå att gruppen nått enighet ifall den inte gjort det. Ingen av deltagarna ska behöva känna sig som gisslan.

BILAGA 3 – Kriterieanalys – metoder för avfall

	Lättanvänd		Sanningsenlig		Begriplig		Inspirerande		Svår att missbruka		Viktat medel	Medel
Viktningsfaktorer	0.7		1.4		0.7		1.4		0.7			
Allokering till avfallssystemet	5	Att allokera allt på det ena eller andra systemet är lätt	2	Det finns mycket som kan återvinnas i hushållsavfallet så att sätta PEF = 0 är långt ifrån "sanningen"	5	Lätt att förstå och är transparent	2	Inte speciellt inspirerande för att få till en relevant förändring	5	Går inte att missbruka	3.3	3.8
Allokering till energisystemet	5	Att allokera allt på det ena eller andra systemet är lätt	3	Närmare "sanningen" än all allokering till avfallssystem-et, men inte speciellt nära "sanningen" ändå.	5	Lätt att förstå och är transparent	2	Inte speciellt inspirerande för att få till en relevant förändring	5	Går inte att missbruka	3.6	4
Ekonomisk allokering	3	Om det är omhändertagandet av avfallet eller produktionen av värme och el som mest bidrar till vinsten kan i vissa fall vara relativt svårt att få fram. Intäkten från att ta emot avfall kan vara sekretessbelagd även om schabloner finns.	3.5	Rimlig tanke eftersom ju bättre det är att göra något med avfallet så får energiföretaget mindre pengar för att ta emot det. Dock är värme- och elpriserna så höga att PEF blir något för högt ändå med denna metoden, se beräkningsfliken.	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	3	Det ekonomiska styrs av politiken och inte av vad som är bäst för miljön. Beroende på hur framsynta politikerna är så kan detta dock ge bra "resultat"	3	Eftersom svårt att få fram exakta data från respektive företag så kan den missbrukas även om det finns schabloner att jämföra med.	3.1	3.1
Systemutvidgning för användning av avfall (från energibranchens synvinkel) - alt anv deponi (utan ta hand om metan)	4	Kan vara svårt att avgöra miljöpåverkan vid deponering, exempelvis hur mycket som blir metan och hur mycket som blir koldioxid och därmed är den inte jättelättanvänd. Det rör dock främst EF för CO2e för PEF blir PEF=0 och är då lättanvänd.	2	Se "alla allokering till avfallssystemet" ovan där PEF också = 0.	5	Transparent och lätt att förstå hur man har tänkt	1	Väldigt låg ambition i alternativet. Att jämföra sig med det värsta kan inte vara så inspirerande	3	Tittar man på miljöpåverkan är det lite svårt att bedöma metanutsläpp vilket gör att det finns möjlighet att missbruka den.	2.6	3

- alt anv deponi (ta hand om metan)	2.5	Relativt svårt att entydig avgöra hur mycket metan som återvinns relativt det som släpps ut. Påverkar dock mest EF för CO2e, men påverkar också PEF eftersom den andel gas som kan användas utgör PEF.	2.5	Avfallet för PEF ~= 0.15 och ligger då lite närmare "sanningen". Dock styrs detta inte av samma förutsättningar som "sanningen" och får därmed missvisande resultat.	2	Lite mer komplicerat	2	Väldigt låg ambition i alternativet. Att jämföra sig med det näst värsta kan inte vara så inspirerande	3	Samma som ovan.	2.4	2.4
- alt anv materialåtervinning (del av avfallet)	3	Relativt svårt att entydig avgöra vinsten med att materialåtervinna och att dela upp avfallet i respektive kategori som går att materialåtervinna. Med schablon blir metoden relativt lättanvänd.	5	Om man i denna metod antar att fraktionerna i avfallet räknas om till energiinnehåll och det används som underlag för att beräkna energi-% så blir det identiskt med "sanningen"	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	4	Detta är inspirerande då jämför sig med det bästa möjliga enligt avfallshierarkin	3	Exakta siffror för hur mycket som är realistiskt att materialåtervinna samt hur mycket som finns i soporna är svårt att få fram och öppnar upp för att missbrukas. Schabloner skulle kunna användas	3.9	3.6
- alt anv rötning (del av avfallet)	3.5	Kan vara svårt att avgöra andelen som är matavfall och som kan rötas och därmed avgöra hur stor del som har alternativ användning. Med schablon blir metoden relativt lättanvänd	2.5	Om det är energi-% som används så blir det inte så nära "sanningen"	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	3	Hyfsat inspirerande att jmf sig med annan energiomvandling	3	Som ovan ungefär	2.9	3
- alt anv eldning på annan ort	5	Då är det konkurrens om avfallet och det räknas som primärenergianvändning	3	Se "alla allokering till energisystemet" ovan där PEF också = 1. Skillnaden är väl dock att här behövs inte någon hjälpenergi läggas på, eller?	4	Relativt lätt att föstå	3	Hyfsat inspirerande att jmf sig med annan energiomvandling	5	Räkar det som primäranvändning utan att veta exakt vad som ersätts så är den svår att missbruka	3.7	4
- alt avfallsminimering (del av avfallet)	1	Mycket svårt att bedöma hur mycket som skulle kunna minimerats bort.	2	Mycket svårt att beräkna. Avviker från betraktelsesättet för "sanningen"	2	Blir gärna komplicarat	4	Inspirerande, men svårt att applicera.	1	Stora osäkerheter om hur det ska beräknas och det ger då stora möjligheter att missbruka den.	2.3	2

Sammanslagning av materal, rötning och avfallsminimering ovan	3	Inte jättelätt att använda, men med schabloner så är den inte så svår att använda.	3.5	"sanningen" som den är beräknad tar inte hänsyn till rötning eller avfallsminimering. Ingår det i denna metod så blir PEF högre än "sanningen".	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	5	Mycket inspirerande tycker jag. Det bästa enligt avfallshierarkin återsträvas hela tiden. Dock kanske inte alltid det bästa för miljön. Dock kan schabloner gör att inspirationen minskar eftersom det kan vara svårt att få annat resultat.	3	Kan vara svårt att sätta exakta siffror på hur mycket av avfallet som går att återvinna och det ger möjlighet för missbruka metoden. Schabloner skulle kunna användas	3.7	3.5
Systemutvidgning för användning av avfall (från avfallsbranchens synvinkel) - alt till att använda avfallet för energiändamål är att använda andra bränslen. Alltså värdera avfallet enligt det som trängs undan i fjärrvärme-/elsystemet.	2	Omständigt att ta reda på vad som trängs undan i respektive fjärrvärmenät. Går dock att använda schabloner. Vid nybyggnation av avfallsförbrännings-anläggning så står det många gånger mot användning av restvärme eller bio-KVV.	4	Vid antagande om att avfalls-KVV står mot bio-KVV så får avfallsbränslet en PEF på 0.95 när bio-KVV-verket ger PEF på värmen på 0.67. Det ligger lite högre än vad "sanningen" säger, men ganska ok.	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	2	Inte inspirerande, speciellt inte för de som bränner avfallet, då avfallet värderas till det som ersätts i förbränningsanläggningen.	3	Vad som trängs undan i fjärrvärmesystemet är svårt att bestämma och öppnar upp för möjligheten att missbruka. Förenkling som under "sanningsenlig" gör metoden svårare att missbruka	2.9	2.8

BILAGA 4 – Kriterieanalys – metoder för restvärme

	Lättanvänd		Sanningsenlig		Begriplig		Inspirerande		Svår att missbruka		Viktat medel	Medel
Viktningsfaktorer	0.7		1.4		0.7		1.4		0.7			
Noll till restvärmen + schablon för hjälpenergi	5	Med schablon för hjälpenergin blir det mycket lättanvänd metod	3.5	Ger för lågt värde jämförbart med "sanningen"	4.5	Lätt att förstå varför nivån sätt som den görs.	4	Inspirerande att ta tillvara på restvärmen, dock inte inspirerande att försöka minska restvärme-leveranserna (genom EE)	4	Metoden är svår att missbruka, men svårt att kontrollera att det inte finns dirket värmeproduktion på industriområdet som klassas som restvärme.	4.07	4.2
Systemutvidgning för utvinning av restvärme	Metoden har inte kunnat utvärderas p.g.a. databrist.											
Systemutvidgning för användning av restvärme	2	Omständigt att ta reda på vad som trängs undan i respektive fjärrvärmenät. Går dock att använda scha-bloner. Vid nybyggnation av avfallsförbränningsanlägg-ning så står det många gånger mot användning av restvärme eller bio-KVV.	3.5	Vid jämförelse med bio-KVV som (förutom avfalls-KVV) är den vanligaste konkurrenten så fås värdet 0.67 för PEF. Det är troligen betydligt över "sanningen"	3	Hyfsat transparent, men kan vara lite svårt att förstå hur man kan komma fram till de resultat man gör.	2	Inte inspirerande för att ta tillvara på restvärmen, dock inspirerande för att effektivisera restvärmeflödet	4	Schablon för vad som trängs undan gör den mindre svår att missbruka.	2.86	2.9
Ekonomisk allokering	Metoden har inte kunnat utvärderas p.g.a. databrist.											
Jämförelse med BAT	1	Svårt att i de många gånger komplicerade processerna att bedöma vad som är bästa möjliga teknik och vad det skulle ge för effekt på restvärmeleveranserna	5	BAT är en realistikt termodynamiskt optimerad process och värdet blir därmed samma som för "sanningen"	3	Lite svårt att förstå hur man får fram värden	5	Bra balansgång mellan inspiration för att ta tillvara på restvärmen och inspiration att försöka minska restvärme-leveranserna (genom EE)	1	Eftersom det är så svårt att veta vad BAT blir för en specifik process kan det finnas stora möjligheter att missbruka detta.	3.57	3

BILAGA 5 – Analys av hushållsavfall – vad är respektive inte vettigt att materialåtervinna?

I Ambell m.fl. (2010) redovisas potential för ökad materialåtervinning av hushållsavfall och industriavfall. Där anges hur mycket som sätts på marknaden och hur mycket som sorteras respektive inte sorteras av olika avfallsfraktioner inom kategorin ”Hushålls- och liknande avfall”. I Tabell 7 redovisas totala mängden materialåtervinningsbara avfall samt hur mycket som källsorteras och hur mycket som inte källsorteras.

Tabell 7. Totala mängden avfallsfraktioner som källsorterats eller ej källsorterats i hushålls- och liknande avfallet i Sverige år 2006 (Ambell m.fl., 2010).

Hushållssektorn (kton)	Totalt hushållssektorn	Källsorterat	Ej källsorterat	Andel som källsorteras
Plast	321	39	282	12%
Papper. och pappavfall	962	537	425	56%
Metall	220	165	55	75%
Glas	178	142	36	80%
Gummi	31	31		100%
Textil	74		74	0%
Utrustning o farligt avfall (WEEE)	150	139	11	93%
Gips	40		40	0%
Totalt	1976	1053	923	53%

Av rapporten framgår också att den totala mängden avfall som inte sorteras i kategorin ”hushålls- och liknande avfall” utgör ca 2850 kton år 2006. Utifrån detta görs beräkningar av hur mycket av en genomsnittlig soppåse från hushåll innehåller i form av papper och pappavfall, plast, etc., se redovisningen i Tabell 8.

Tabell 8 Andel av olika avfallsfraktioner som ingår i en genomsnittlig soppåse.

Plast	10%
Papper och pappavfall	15%
Metall	1.9%
Glas	1.3%
Gummi	0.0%
Textil	2.6%
Utrustning o farligt avfall (WEEE)	0.4%
Gips	1.4%

Enligt de tidigare antaganden om att det är svårt och inte ens finns miljömässiga argument för att sortera ut mer än 90 % av förpackningarna (speciellt pappers- och plastförpackningar) kan man anta att 10% av de pappers- och plastförpackningar som sätts på marknaden inte är lämpliga att sortera. 10 % av all sorterad och osorterad plast i Tabell 7 motsvarar 32,1 kton och motsvarande för papper- och pappavfall blir 96,1 kton. Detta utgör ca 4,5% i av icke källsorterat hushållsavfall och därmed innehållet i en genomsnittlig avfallspåse i form av pappers- och plastförpackningar som inte bör återvinnas av olika miljömässiga skäl som nämnts tidigare.

I Tabell 9 presenteras innehållet i en typisk soppåse som inte har utsortering av matavfall i enlighet med Miljöfaktaboken 2011. I kolumnen till höger visas andelarna när 75% av matavfallet sorterats bort i källsortering. I Tabell 9 är det även angett vilka kategorier som kan materialåtervinnas och vilka som i dagsläget inte kan sorteras ut och materialåtervinnas.

Vi gör här antagandet att de fraktioner som är markerade med ”?” i Tabell 9 inte kan materialåtervinnas och alltså inte har ett högre ”öde” i avfallshierarkin än att brännas och energiåtervinnas. Anledningen till att matavfall inte antas ha ett bättre ”öde” än att förbrännas är att rötning som är alternativet har ungefär samma miljöprestanda so förbränning. För de fraktioner som är markerade med ”ja, nästan allt” i tabellen antas att en del inte är realistiskt att materialåtervinna p.g.a. att det miljömässigt inte är realistiskt att göra rent dem. Enligt avsnittet ovan så innebär det att 3,4 %-enheter av pappersförpackningarna i den genomsnittliga soppåsen inte bör återvinnas. Motsvarande siffra är för plastförpackningar 1,1 %. Eftersom dessa siffror är beräknade från de totala volymerna i Sverige så blir de genomsnitt. Därför är det viktigt att dessa används när man har genomsnittlig fördelning av fraktionerna i avfallet eller att hänsyn tas till skillnaderna. Tyvärr framgår det inte hur mycket matavfall som ingår i det osorterade avfallet i Ambell m.fl.(2010) och jämförelse med data i Miljöfaktaboken 2011 kan således inte göras. Sannolikt är genomsnittet någonstans emellan de två exemplen som ges. Vi antar att exemplet med ej utsortering av matavfall utgör det svenska genomsnittet.

Tabell 9 Innehållet i typiskt hushållsavfall enligt Miljöfaktaboken 2011 (Gode m.fl., 2011), ett fall där utsortering av matavfall görs och ett där matavfall inte sorteras ut. Tabellen anger även en översikt angående vilka fraktioner som är miljömässigt vettigt att materialåtervinna.

Viktsprocent	Inget matavfall utsorterat	75% av matavfallet utsorterat	Kan material-återvinnas
Matavfall	42%	15%	?
Trädgårdsavfall	3%	4%	?
Tidningar	10%	15%	JA
Wellpapp	2%	3%	JA
Pappersförpackningar	8%	12%	JA, nästan allt
Polyeten-plast (PE)	9%	13%	JA, nästan allt
Polystyren-plast (PS)	4%	6%	JA, nästan allt
Klarglas	1%	1%	JA
Färgat glas	1%	1%	JA
Metall	3%	4%	JA
Deponirest	3%	4%	NEJ
Farligt avfall	0%	0%	NEJ
Utrustning	1%	1%	?
Trä	1%	1%	?
Textil	4%	6%	NEJ
Övrigt brännbart	9%	13%	NEJ

BILAGA 6 – Diskussion om rötning respektive förbränning av matavfall

Det finns tre vettiga sätt att ta hand om matavfall när det väl har uppstått; kompostering, rötning eller förbränning. Frågan är om kompostering och rötning kan kallas materialåtervinning eller om det är lika bra miljömässigt att bränna det. Slutsatsen påverkar om förbränning av matavfall ska ge upphov till primärenergi-användning eller inte. Frågan grundar sig framförallt i hur man värderar fosfor, kväve och andra näringsämnen inklusive jorden i sig relativt högre energiutbyte?

I avfallsdirektivets bilaga 2 klassas även rötning och kompostering som material-återvinning. Även Naturvårdsverket anser enligt Sundqvist (pers. komm. 2011) att kompostering och rötning räknas till materialåtervinning. Det kan vara politiskt känsligt att säga att kompostering eller rötning inte är bättre än förbränning. Tittar man dock på de flesta miljöparametrar (förutom näringsämnen (fosfor och kväve)) så är förbränning och rötning på ungefär samma nivå medan kompostering är sämre. Hur man ska betrakta vikten av att ta tillvara näringsämnen så som fosfor och kväve i relation till andra miljöparametrar så som påverkan på klimatet är svårt.

Ifall man betraktar fosfor så innehåller enligt Sundqvist (pers. komm. 2011) mat-avfallet från hushållen i Sverige ca 1000 ton per år. Det är betydligt mindre än i andra avfallsströmmar från samhället. Med renings¬verken kommer ca 6000 ton fosfor per år och avföringen från djurhållningen är ca 20 000 ton per år. Kan dessa strömmar av fosfor tas tillvara är nyttan av att ta tillvara fosfor i matavfallet relativt liten.

Vad gäller kväve så är det inte så stor brist på den som för fosfor. Kväve går att producera från luften även om det går åt en hel del energi för att göra det. Bedömningen i detta projekt är att kompostering och rötning i Sverige inte medför några större fördelar jämfört med energiåtervinning och därför inte bör klassas som materialåtervinning i detta sammanhang. Kompostering kategoriseras i de kommande målen från Naturvårdsverket om hantering av det biologiska avfallet som ett sämre alternativ än rötning (Stenmarck, pers. komm. 2011).

BILAGA 7 – Värdering av energi i avfall som är vettigt att materialåtervinna

Det finns olika synsätt på vilken primärenergi som bör tillskrivas avfall som är vettigt att materialåtervinna. Möjliga synsätt beskrivs i denna bilaga. Synsätten kom upp som förslag vid en Delphi-workshop som anordnades inom ramen för projektet.

A. Ingen skillnad mellan avfall som är respektive inte är vettigt att materialåtervinna
Motiv för detta synsätt är att fjärrvärmebolagen inte har rådighet över avfallet och därmed inte bör belastas för att de använder ett avfall som inte har följt avfalls-hierarkin. Det blir därför ingen skillnad mellan att använda avfall som inte är vettigt att återanvända och använda det som är det. Med detta synsätt blir primärenergifaktorn för såväl avfall som är som inte är vettigt att materialåtervinna 0 (eller nära 0). Till detta läggs primärenergi som åtgått för insamling och transport av avfallet. Det bör noteras att detta snarare är en annan typ av allokeringsmetod än ”bordetänkandet” eftersom ingen skillnad görs mellan avfall som är vettigt respektive inte vettigt att materialåtervinna utan all primärenergi allokeras till avfallssystemet.

B. Värdering av energiresurser som kan lagras och förflyttas
Primärenergi i avfallet värderas som restvärme men med ett litet tillägg för att göra det tydligt att det är skillnad på bränsle som kan förflyttas och lagras. Detta synsätt ligger när den betraktelse som finns i Persson m.fl. (2005) där energi som är fritt flödande värderas som gratis med lagringsbarhet ökar primärenergifaktorn. Det finns i detta fall dock ingen skillnad mellan avfall som är vettigt att återvinna och det som inte är det. Vad tillägget ska baseras på är också oklart. I workshopen blev tillägget ungefär 0.1-0.2 MJ/MJ. Till detta läggs primärenergi som åtgått för insamling och transport av avfallet.

C. Avfallet ses som en resurs som utvinns ur samhället
Denna metod innebär att den primärenergi som använts för att producera produkter (senare avfall) tillskrivs användaren eller producenten av produkten medan primär-energi som finns kvar i själva förpackningen/avfallet kan allokeras till användaren av avfallet som bränsle, i de fall det hade minskat miljöpåverkan att materialåtervinna istället för att energiåtervinna. Primärenergifaktorn för avfall som är vettigt att materialåtervinna blir således 1. Till detta läggs primärenergi som åtgått för insamling och transport av avfallet.

D. Återvinningsbart avfall belastas med sluppen primärenergianvändning vid framställning av material från återvinning jämfört med jungfrulig råvara
Ett resonemang som framkom vid Delphi-workshopen var att det avfall som kan återvinnas bör belastas med den primärenergibesparing som görs då produkter

framställs från ett återvunnet material jämfört med att framställa det från jungfruligt material. I Tabell 10 visas beräkningarna där den besparade energin vid material-återvinning relaterat till innehållet i avfallet divideras med det faktiska energiinne-hållet i avfallet. Det torra avfallet används eftersom besparingen är räknad per kg ren fraktion. Det bör noteras att även icke brännbara fraktioner som metall och glas får en besparing som belastar primärenergifaktorn. Till detta läggs primärenergi som åtgått för insamling och transport av avfallet.

Tabell 10. Gruppering av avfallsfraktionerna från tabellen ovan i återvinningsbart och ej återvinningsbart. Antagen energibesparing vid materialåtervinning divideras med energiinnehållet i avfallsbränslet räknat på torrt avfall

Inget matavfall utsorterat	Vikts-%	Besparad energi genom materialåtervinning (kWh/ton fraktion)	kWh/ton hushålls-avfall	Energi-% (torrt avfall)
Vettigt att materialåtervinna				
Tidningar	10%	4 361	436	*15%*
Wellpapp	2%	4 361	87	*3%*
Pappersförpackningar	5%	2 361	109	*7%*
Polyeten-plast (PE)	8%	21 944	1 734	*24%*
Polystyren-plast (PS)	4%	21 944	878	*12%*
Klarglas	1%	211	2	*0%*
Färgat glas	1%	211	2	*0%*
Metall	3%	7 000	210	*0%*
Summa kan återvinnas	34%			*62%*
PEF för återvinningsbart		1.71		
Ej vettigt att materialåtervinna				
Mat- och trädgårdsavfall	45%	0	0	*9%*
Deponirest	3%	0	0	*0%*
Farligt avfall	0%	0	0	*0%*
Utrustning	1%	0	0	*0%*
Trä	1%	0	0	*1%*
Textil	4%	0	0	*6%*
Papper ok att förbränna	3%	0	0	*5%*
Plast ok att förbränna	1%	0	0	*3%*
Övrigt brännbart	9%	0	0	*13%*
Summa kan ej återvinnas	67%			38%
PEF för ej återvinningsbart		*0*		
PEF totalt		1.71*0.62+0*0.38 = 1.06		

E. Hela livscykeln allokeras till avfall som kan materialåtervinnas
Med detta perspektiv betraktas ett avfallsbränsle som skulle kunnat gå till material-återvinning som ett mycket ineffektiv sätt att framställa ett konventionellt bränsle. Alla resurser som åtgått från vagga till förbränningsanläggning kommer att belasta detta bränsle. Detta resonemang kan sägas vara mer robust än fallet med system-utvidgning (exempel E ovan) eftersom det inte innehåller ett scenario om en eventuell återvinning utan primärenergianvändningen vid den faktiska framställningen av förpackningen. Resultatet bör ligga nära men något högre än i fallet E eftersom energiåtgången och svinnet vid återvinningen inte dras av från framställning av en ny produkt. Till detta läggs primärenergi som åtgått för insamling och transport av avfallet.

FJÄRRSYN

Forskning som stärker fjärrvärme och fjärrkyla, uppmuntrar konkurrenskraftig affärs- och teknikutveckling och skapar resurseffektiva lösningar för framtidens hållbara energisystem. Kunskap från Fjärrsyn är till nytta för fjärrvärmebranschen, kunderna, miljön och samhället i stort. Programmet finansieras av Energimyndigheten tillsammans med fjärrvärmebranschen och omsätter cirka 19 miljoner kronor om året. Mer information finns på www.fjarrsyn.se

PRIMÄRENERGI I AVFALL OCH RESTVÄRME

För att korrekt beskriva den verkliga resursförbrukningen vid produktion av en viss nyttighet bör man studera primärenergi snarare än slutanvänd energi. Omvandlingen från slutanvänd energi till primärenergi görs med hjälp av så kallade primärenergifaktorer.

Primärenergifaktorn kan vara relativt lätta att fastställa, men det är svårare när olika nyttigheter produceras från samma naturresurs. Så blir det till exempel när industrin tillverkar en produkt och samtidigt producerar restvärme som används i fjärrvärmenätet. Då måste man fördela primärenergin mellan de olika nyttigheterna. Det gör man med så kallade allokeringsmetoder, alltså olika sätt att fördela en energibärares primärenergi på de nyttigheter som produceras.

Det är viktigt att ha gemensamma riktlinjer för allokering vid avfallsbränslen och restvärme både för fjärrvärmebranschen och för annan berörd industri.

Därför är det glädjande att man här har kommit fram till vilka allokeringsmetoder som ska användas med fokus på avfall och restvärme inom fjärrvärmesektorn.

Svensk Fjärrvärme

Svensk Fjärrvärme • 101 53 Stockholm • Telefon 08-677 25 50 • Fax 08-677 25 55
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr. • E-post fjarrsyn@svenskfjarrvarme.se • www.fjarrsyn.se