

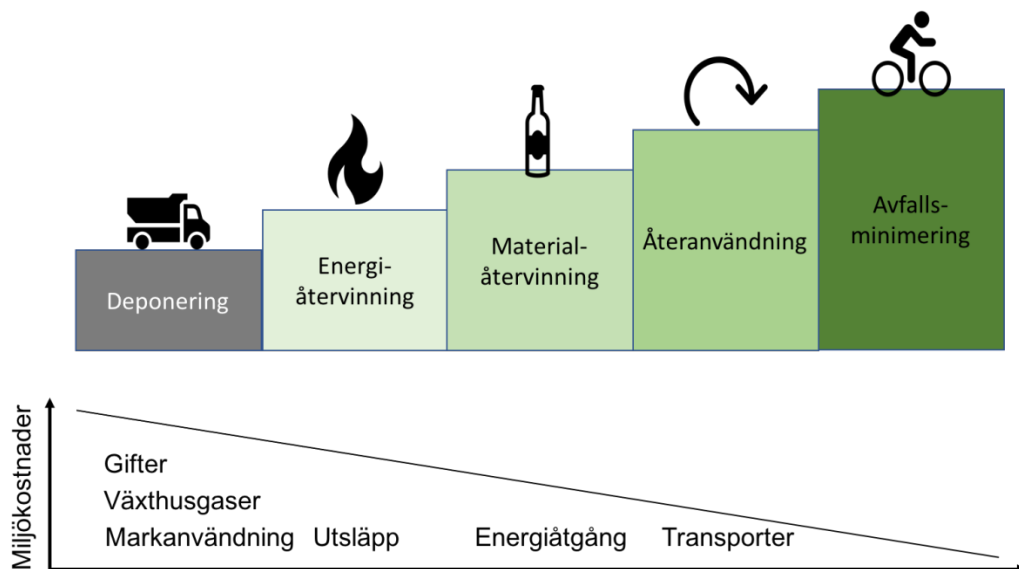
Söderenergis miljötjänst – Fallstudie och analys

2050 CONSULTING

Sammanfattning

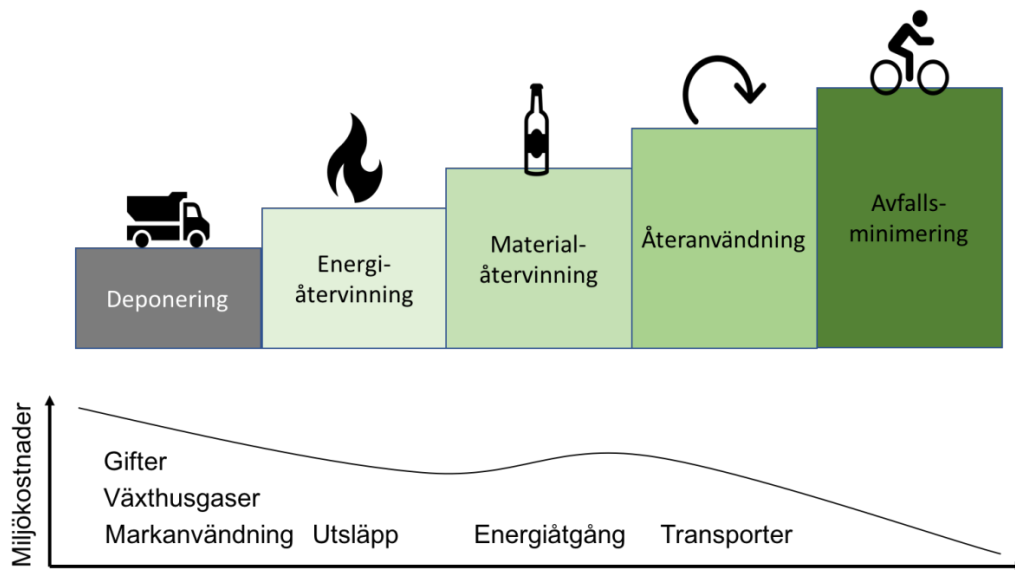
Vilken roll kan avfallsförbränning med energiåtervinning spela i ett hållbart avfallssystem? Det är huvudfrågan för denna rapport, som ur ett samhällsekonomiskt perspektiv med vida systemgränser analyserar Söderenergis verksamhet. Söderenergi genererar el och värme vid ett antal anläggningar i södra Storstockholm, varav merparten av produktionen sker vid Igelstaverket i Södertälje. Produktionen sker med förbränning av skogsbränsle och avfall, såväl svenskt som importerat.

En guidande princip i övergången till en mer cirkulär ekonomi är den s.k. avfallstrappan, se figur. Denna säger att återanvändning eller materialåtervinning är att föredra framför energiåtervinning. Detta kan ur ett samhällsekonomiskt perspektiv motiveras med att de miljömässiga kostnaderna är högst längst ned i trappan, och sjunker vid högre trappsteg, se figur.



Denna rapport visar att bilden i praktiken är mer komplicerad och att avfallstrappan inte nödvändigtvis leder rätt i alla lägen. Åtminstone inte om ekonomiska värderingar av miljö- och hälsorisker ingår i analysen. Nedan presenteras en liknande bild, med en visualisering av vad det kan innebära för de samhällsekonomiska kostnaderna om materialet i fråga är förorenat.

Rapporten beskriver hur avfallsförbränningen påverkar utsläpp av växthusgaser samt hanteringen av farliga ämnen. Enligt Söderenergis klimatkavslut för 2015 ger verksamheten upphov till utsläpp på ca 288 tusen ton koldioxidekvivalenter (CO₂e) per år, men samtidigt utsläppsminskningar på mer än en miljon ton. Den totala samhällsekonomiska effekten av detta är en nytta värd 907 miljoner kronor per år, värderad enligt Trafikverkets rekommendation för klimatkostnader. När det gäller farliga ämnen har fem hälso- och miljöfarliga tungmetaller studerats: arsenik, bly, kadmium, krom och kvicksilver. Av dessa beräknas drygt 106 ton komma in till Igelstaverkets två anläggningar varje år, baserat på provtagningar av inkommande bränsle. Osäkerheterna är stora kring miljöskadorna av olika hanteringar av tungmetaller, men en sammanvägning av ett antal miljöekonomiska studier antyder att denna mängd av de fem tungmetallerna, utan en kontrollerad hantering, kan ge upphov till miljö- och hälsoskador värda mellan 189 miljoner och 3,5 miljarder kronor.



Av de inkommande mängderna tungmetaller släpps 24 kg ut i luften och 4,5 kg ut i vatten, dvs 0,3 promille kan inte omhändertas. Den troliga samhällskostnaden för dessa utsläpp uppgår till 1,7 miljoner kronor per år. Enligt bland annat Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen ska avfall som är förorenat med farliga ämnen inte materialåtervinnas. Energiåtervinning är ett av få till buds stående alternativ för sådant avfall och i denna rapport kan konsekvenserna redovisas med avseende på tungmetaller. Kunskapen om samhällsekonomiska konsekvenser av andra behandlingsalternativ är bristfälliga. Vad denna rapport visar är att de potentiella kostnaderna av att släppa ut tungmetaller från avfallsflödet är mycket stora och att Söderenergis undviker nästa hela denna kostnad.

Energiåtervinningens låga samhällsekonomiska kostnad och nyttan av att farliga ämnen avskiljs gäller även utan att hänsyn tas till organiska föroreningar, där förbränning kan skapa ännu mer nytta, då sådana föroreningar kan destrueras i processen (till skillnad från tungmetaller som är grundämnen). De möjliga samhällsekonomiska vinsterna från avskiljning av miljögifter kan enligt denna rapport ligga i samma storleksordning som när det gäller nyttan av minskade växthusgasutsläpp.

Det kan i debatten framstå som att det finns en motsättning mellan material- och energiåtervinning och att det senare utgör ett hinder för att nå en mer cirkulär ekonomi, där produkter återanvänds och material återvinns istället för att förbrännas. Detta är en förenklad bild av flera anledningar. Dels är deponering av avfall alltså omfattande i ett europeiskt perspektiv. Dessutom är många avfallsflöden så pass förorenade att de inte lämpar sig för materialåtervinning.

Den cirkulära ekonomin skapas inte enbart genom avfallssystemet, det handlar också om att ställa om produktionen. Material måste göras så pass rena från farliga ämnen att de kan materialåtervinnas utan att miljö och hälsa sätts på spel. Tungmetaller uppstår inte i energiåtervinningsanläggningar, utan sätts på marknaden av producenter. Om dessa aktörer tar ansvar för miljö- och hälsoriskerna skulle det påverka produktion, materialval och konsumtion i en mer hållbar riktning.

Så länge det finns avfall som innehåller farliga ämnen; så länge el- och värmeproduktion sker med stora utsläpp av växthusgaser och – framför allt – så länge europeiska länder deponerar stora mängder avfall har energiåtervinning en viktig roll att spela och en miljötjänst att utföra.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Innehållsförteckning	3
Inledning: Nya perspektiv i avfallsdebatten	4
Bakgrund och studiens upplägg.....	5
Komplexiteten i avfallsfrågan	5
Fallet Söderenergi – sambandet mellan avfalls- och energiproduktion.....	6
Avfallstrappan.....	8
Deponi	8
Energiåtervinning	11
Materialåtervinning.....	13
Återanvändning.....	16
Avfallsminimering.....	18
Avfallstrappan i relation till import och export av avfall	19
Söderenergis ”miljötjänst” – en fallstudie.....	21
Ett miljöekonomiskt perspektiv på avfallstrappan.....	21
Samhällsekonomiska analysmetoder.....	24
Miljötjänsten beror på bränslevallet.....	25
Miljötjänst klimatnytta	26
Miljötjänsten ”avgiftning”	28
Samhällskostnad per bränsletyp	30
Kostnader för Söderenergis utsläpp av tungmetaller	31
Intressentanalys.....	32
Diskussion och slutsatser	39
Referenser	41
Appendix: De fem studerade tungmetallerna.....	44

Inledning: Nya perspektiv i avfallsdebatten

Frågan om hur samhällets avfall bäst hanteras är mångfacetterad och sedan länge föremål för en böljande debatt. Det gäller inte minst frågan om energiåtervinning samt export och import av avfall.

De första förbränningsanläggningarna byggdes för mer än ett sekel sedan och fjärrvärmen såg dagens ljus vid slutet av 40-talet, men det var främst under årtiondet efter oljekrisen som utbyggnaden av avfallsförbränning med värmedistribution tog fart. När utsläppen av miljögifter som dioxiner och kvicksilver orsakade skador och debatt infördes dock ett moratorium för nya anläggningar åren 1985–86, då ansvariga myndigheter analyserade frågan och formulerade nya och skarpare utsläppskrav. Det medförde både nedläggningar och ombyggnader samtidigt som nya anläggningar byggdes. Parallellt växte idén om ett kretsloppssamhälle fram i Sverige, med producentansvar i början av 90-talet som komplement till kommunernas avfallsskyldighet. Inom EU kom en avfallshierarki 1989 för att vägleda prioriteringar för framtiden. Avfall skulle både förebyggas och tjäna som materiell resurs, men var på flera håll även en viktig energiråvara, inte minst i Sverige. Under tiden växte frågans internationella dimension, dels på grund av export av farligt avfall till utvecklingsländer, dels då avfallsimport i vissa europeiska länder riskerade motverka materialåtervinning på andra håll.

På senare tid har klimatfrågan avancerat överst på miljöagendan, men för kraftvärmens del väcker kritik mot bioenergi liksom fallande priser för solkraft nya frågor. Inom EU står en så kallad ”cirkulär ekonomi” på dagordningen, med ett starkt fokus på förebyggande åtgärder, återanvändning och materialåtervinning. Policylandskapet i EU är dynamiskt och svåröverskådligt, med nya regler, en ny aktionsplan som nu genomförs och nya frågor som kommer på dagordningen, exempelvis plastfrågan i vid mening. I Sverige skapar dessutom den blockpolitiska oenigheten om ansvarsförhållanden för avfallshantering flera oklarheter och den långsiktiga politiska inriktningen är oklar.

Trots komplexiteten arbetar flera företag långsiktigt och i samverkan mellan stegen i avfallshierarkin. I praktiken överbryggas flera av de motsättningar som målas upp i debatten mellan återanvändning och materialåtervinning å ena sidan, energiåtervinning å den andra. Det betyder inte att det finns en entydig bild av vad som bör ske på sikt, än mindre att alla problem är lösta. Men det finns en praktik som är okänd, och som därför behöver kommuniceras, och det finns ofta goda möjligheter att ta nya steg i avfallstrappan, med minskade miljöproblem och stärkt samhällsekonomi som följd.

Den här rapporten sätter svensk energiåtervinning i ett bredare perspektiv än den ”skorstensanalys” som debatten ofta rör, och i relation till återanvändning och materialåtervinning i andra länder. Den ena huvudfrågan rör vilka samhällsekonomiska miljöeffekter som följer vid avfallsförbränning med miljökrav på bränslet – ger det upphov till miljökostnader eller miljönyttiga tjänster? Kan dessa kvantifieras? Den andra frågan rör potentiella effekter av sådan förbränning på tillämpningen av avfallshierarkin – kortsluts eller gynnas hierarkin? Vad talar för respektive emot en sådan utveckling? Det specifika fall som undersöks för att få djup i analysen är Söderenergis verksamhet.

Syftet med rapporten är att visa på nya perspektiv och inte minst att bidra till att diskussionen om avfallsfrågor blir mer nyanserad och konstruktiv. Givetvis svarar inte heller den här rapporten på alla frågor, men den bygger på starka förhoppningar om att nya synsätt och en rikare dialog om tänkbara lösningar leder fram mot stärkt samverkan och en mer hållbar avfallshantering.

Bakgrund och studiens upplägg

Avfallsfrågor är komplexa och behöver ofta belysas ur ett systemperspektiv, där ansatsen är bred i såväl miljömässig och geografisk som ekonomisk och branschmässig mening. Det är ofrånkomligt att exempelvis import av avfall för energiåtervinning i Sverige ger upphov till utsläpp av växthusgaser inom Sveriges gränser. Men klimatfrågan är en global utmaning och om en sådan åtgärd minskar nettoutsläppen av växthusgaser globalt, så är det inte ett miljöproblem att de ökar inom Sverige.

Energiåtervinning kan också innebära att farliga ämnen i avfall, exempelvis tungmetaller, omhändertas på ett bättre sätt. Här kan det finnas ett "geografiskt" problem när verksamheter i olika länder påverkar varandra, exempelvis om avfallsförbränning i ett importland försämrar incitamenten att hantera de nämnda tungmetallerna i ett exportland. Men om de farliga ämnena hanteras på ett förbättrat sätt, så torde det vara en bra ordning att tungmetaller omhändertas i Sverige istället för att läcka ut i naturen i exempelvis Storbritannien. Om svenska företag dessutom tar betalt för tjänsten sätts ett pris på miljöpåverkan som kan medföra bättre avfallshantering i Storbritannien. Det sägs att Sverige har överkapacitet på avfallsförbränning och att förbränningen orsakar utsläpp, men med en bredare systemsyn än landet och skorstenen hamnar begreppet överkapacitet i ett nytt ljus.

Sist i denna rapport återfinns ett antal intervjureferat, där experter och andra intressenter ger sin syn på angreppssättet och slutsatserna i rapporten. Detta syftar till att problematisera de antaganden som görs och att ta ytterligare hänsyn till komplexiteten i frågan.

Komplexiteten i avfallsfrågan

Exemplet ovan visar att energiåtervinning kan ge miljönytta men bara på vissa villkor, exempelvis att kontroll och rening är mycket god. Det är också viktigt att förbränning inte sker så att incitamenten och möjligheterna att förebygga, återanvända eller materialåtervinna avfall allmänt sett minskar.

Vidare är storleken på den möjliga miljönyttan vid energiåtervinning svår att beräkna med precision. En anledning är kunskapsbristerna om miljö- och samhällskostnader vid olika strategier och metoder för att hantera avfall. En annan hur förbränningen interagerar med energisystemen i övrigt [1].

I den vetenskapliga litteraturen har fokus i huvudsak legat på miljöeffekter av förbränningen som sådan. Det finns förvisso studier som jämför till exempel deponi med förbränning, men det är långt ifrån väl beskrivet hur skillnaden i miljöskador kan uttryckas i monetära termer [2].

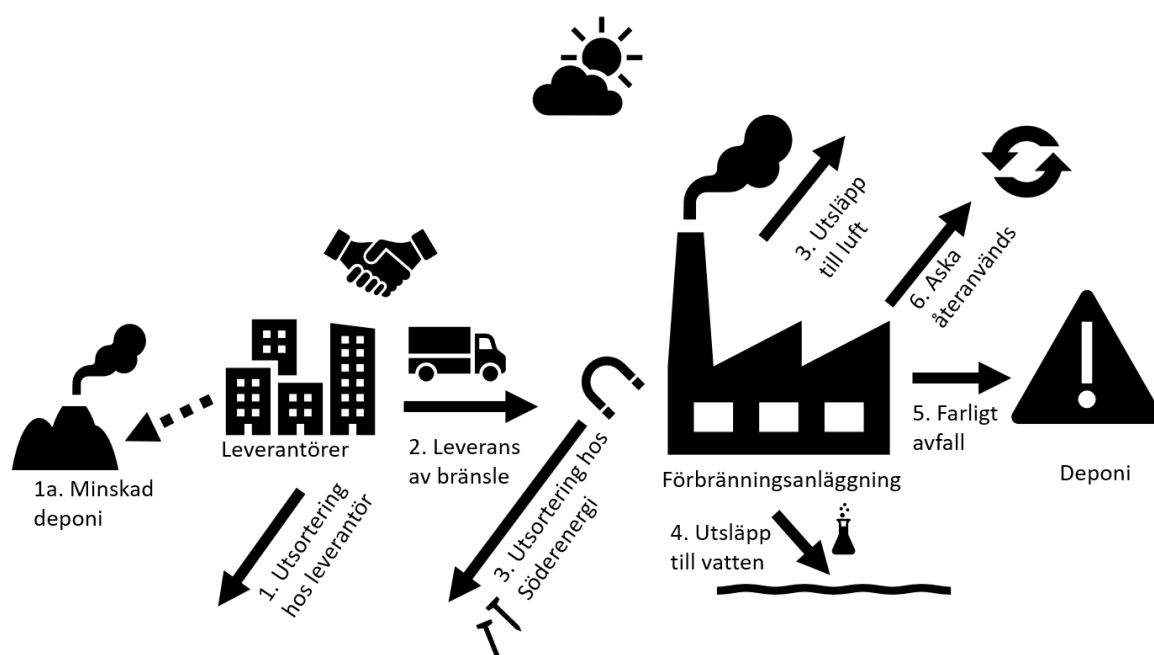
Allmänt sett har det funnits en uppdelning på avfallsområdet mellan tekniska och ekonomiska studier, där de förra rör till exempel skillnader i avfallshanteringsteknik ("bottom up-studier"), och de senare effekter av styrmedel (top down-studier). Ganska nyligen har dock integrerade miljömässiga och ekonomiska modeller utvecklats, bl.a. av svenska forskare, där en rad fraktioner samlas, men sådana modeller går inte att tillämpa rakt av på enskilda anläggningar [2].

Det finns alltså en rad frågor att besvara och en rad svårigheter som är förknippade med försök att beskriva och beräkna de samhällsekonomiska miljöeffekter, både kostnader och nyttor, som kan följa vid avfallsförbränning. Likaså är det svårt förutsäga förbränningens effekter på annan hantering av avfall. Ändå finns det ett stort värde i att försöka göra samhällsekonomiska bedömningar av avfallsförbränning. Dessutom är det aningen enklare att göra det för en specifik verksamhet, där kontrollen är jämförelsevis god, som när det gäller Söderenergi.

Fallet Söderenergi – sambandet mellan avfalls- och energiproduktion

Söderenergi tillför värme åt omkring 300 000 personer, kontor och industrier i södra Storstockholm samt el motsvarande användningen i 100 000 hushåll. Tillförseln sker genom förbränning, framför allt i de två anläggningarna i Igelsta utanför Södertälje men även i Fittjaverket. Cirka 2 500 GWh fjärrvärme levereras årligen.

Som grund för diskussionen i denna rapport om nyttor och kostnader vid energiåtervinning i allmänhet, och i Söderenergis verksamhet i synnerhet illustrerar figuren nedan materialflödet in i och ut ur Söderenergis anläggningar.



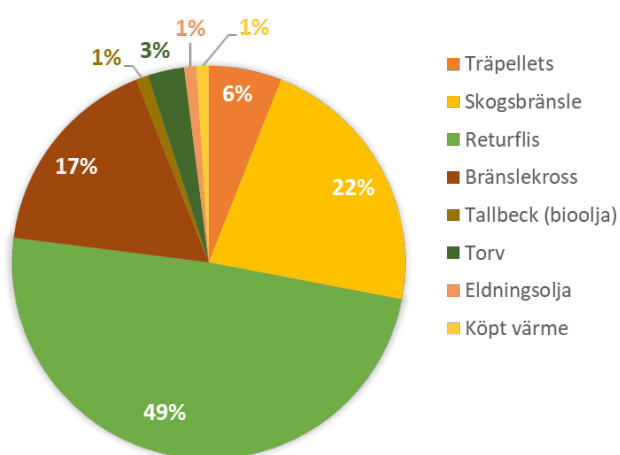
Figur 1 Process energiåtervinning - Söderenergi

- 1) Utsortering hos leverantör
 - a. Minskad deponi i Europa
- 2) Leverans av bränsle
- 3) Utsortering hos Söderenergi
- 4) Utsläpp till luft
- 5) Utsläpp till vatten
- 6) Aska återanvänds
- 7) Farligt avfall omhändertas

Vissa steg i denna process är samhällskostnader, som exempelvis utsläpp till luft och vatten (4 och 5), medan andra steg innebär samhällsnyttor, framför allt minskad deponi (1a) och omhändertagande av farligt avfall (5). Eftersom Söderenergi ställer krav på inkommande bränslen kan det ge upphov till sortering av avfall som annars inte hade skett, vilket kan leda till ökad återvinning.

Söderenergi förbrukar cirka 1 miljon ton bränsle varje år. Till största delen används retur- och biobränslen (96%), vilket bl.a. inkluderar träpellets, skogsbränsle, returflis, bränslekross och tallbeck

(bioolja). Söderenergi eldar inga hushållssopor då företagets utrustning är specialanpassad för just returbränslen som skogsråvara, samt papper, plast och virke från kontor, byggen och industrier.



Figur 2: Bränslefördelning för Igelstaverket 2016 (andel energi).
Därefter har torv fasats ut. Källa: Söderenergis årsredovisning 2016.

Träpellets: Förädlas av såg- och kutterspån från gran och tall. En biprodukt från sågverk och hyvlerier.

Skogsbränsle: Rester från avverkning i skogen samt biprodukter från skogsindustrin såsom spån och bark.

Returflis: Utsorterat trä, rivnings- och emballagevirke från byggen, industri, handel och kontor.

Bränslekross/Verksamhetsavfall: Kontors- och industriavfall som består av papper, plats, gummi och trä, som krossats, siktats och rensats från metaller, sand och andra föroreningar.

Tallbeckolja: Ett biobränsle som uppstår som biprodukt vid pappersmassatillverkning.

Torv: Förmultnade växter som sedan tusentals år tillbaka finns i stora torvmossar. Torven är utfasad sedan 2016 och ersatt av tallbeckolja.

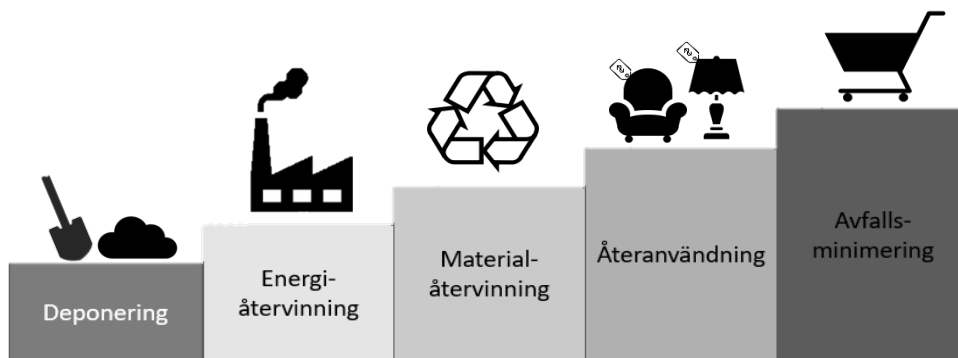
Eldningsolja: Används då det är riktigt kallt ute för att tända pannor.

Köpt värme: Söderenergi och Fortum Värme köper och säljer värme till varandra för att optimera driften.

Avfallstrappan

Avfallstrappan (ibland även kallad avfallshierarkin) visar vad som är ett önskvärt sätt att hantera avfall i samhället. Den enklaste tolkningen är att högre trappsteg är bättre, men liksom gravitationen gör det lättare att gå nedåt än uppåt i en trappa, så leder den så kallade termodynamikens slutsatser till att den naturliga rörelsen för avfall är att "trilla nedåt" i trappan – om inget görs för att stoppa det. Historiskt har detta inneburit att stora mängder avfall lagts på deponi eller eldats upp utan rening. Det är helt enkelt det enklaste sättet att bli av med material som inte längre behövs.

Eftersom deponering inte är önskvärt behövs hinder för att avfallet ska hållas högre upp i trappan. I Sverige har deponering hanterats genom olika förbud. Den som har avfall som den behöver bli av med måste leta efter andra alternativ, vilket har bidragit till att det skapats en ökad marknad för såväl energi- som materialåtervinning.



Figur 3 Avfallstrappan. Trappan och dess fem steg har sin grund i EU:s avfallshierarki.

Nedan följer en utförligare beskrivning av respektive steg i avfallstrappan. För varje del beskrivs regleringar och incitament som berör aktörer på det aktuella trappsteget. Utöver det beskrivs även hur Söderenergi interagerar med dessa aktörer, och hur Söderenergi kan påverka aktörer i andra delar av materialflödet, framförallt i de två stegen närmast energiåtervinning, deponering och materialåtervinning. Aktörer på deponisteget avser här i första hand avfallsföretag i länder där deponi är en vanlig metod för att hantera avfall. Det måste inte nödvändigtvis vara företag som äger eller driver deponier, men företag som ser deponi av avfall som ett alternativ.

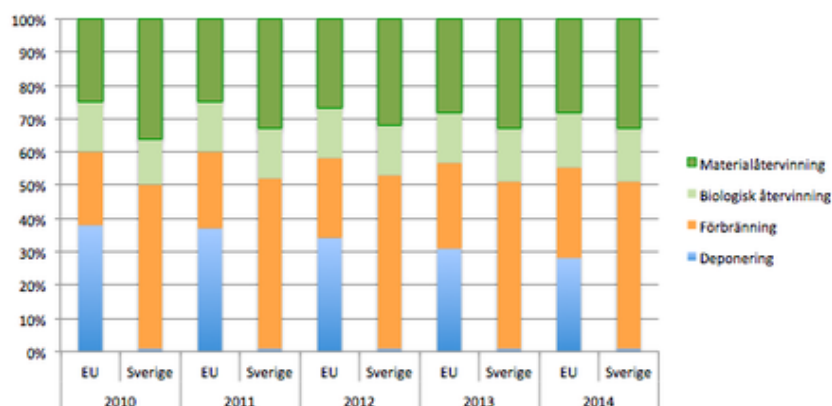
Deponi

En deponi är en upplagsplats för avfall och som finns på eller i marken. Deponier har stor belastning på den lokala och globala miljön, utifrån klimat- och andra miljöaspekter, såväl som säkerhet och hälsa. Inom hela EU uppkommer ungefär 2,5 miljarder ton avfall per år [3]. I Sverige var den siffran 167 miljoner ton 2014, varav gruvavfall utgör närmare 83 procent [4].

Enligt avfallshierarkin ska deponering med få undantag (exempelvis om avfall är miljöfarligt och inte kan omhändertas på annat sätt) undvikas. I Sverige är viss deponering förbjuden och all deponering är reglerad. För att kunna leva upp till svensk lagstiftning och EU:s deponeringsdirektiv (99/31/EG) är det viktigt att all eventuell deponering görs på ett miljöriktigt sätt. EU-direktivet innehåller t.ex.

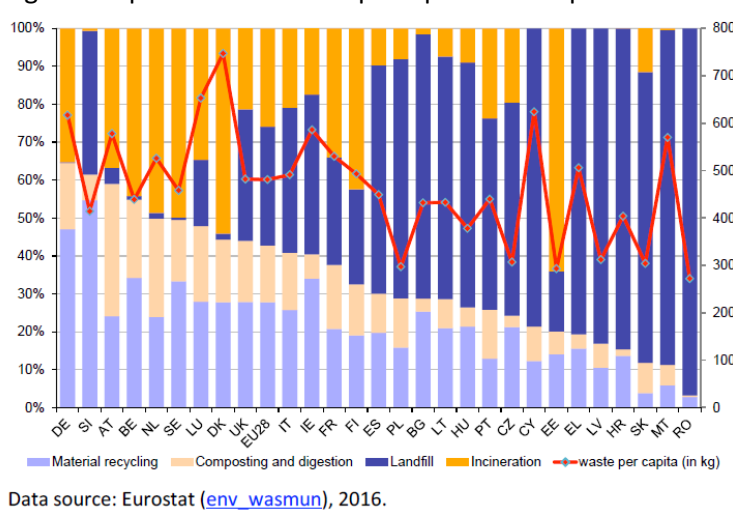
bestämmelser om drifttillstånd och syftar till att förhindra och minska negativa miljöeffekter av deponering av avfall. I ett europeiskt perspektiv har standarden på avfallsdeponierna blivit bättre till följd av direktivet. I Sverige finns idag över 4000 nedlagda deponier varav 47 har aktiva anläggningar för att ta hand om deponigas.

Den totala mängden deponerat avfall i Sverige har minskat kraftigt sedan 1994. År 2016 beräknades 1 983 400 ton deponeras, varav 31 000 ton var hushållsavfall. Det utgör 3 kg per person eller 0,7 procent av hushållsavfallet [5]. I EU stod deponering för 28 procent av avfallsbehandlingen 2014, avfallsförbränning för 27 procent och material- samt biologisk återvinning för 45 procent [6].



Figur 4 Sverige och EU – avfallsstatistik

Tittar man mer specifikt på länderna i EU så skiljer det sig kraftigt åt vilken typ av avfallshantering man har. Till exempel kan man i grafen nedan jämföra Tysklands avfallshantering, där 65 procent består av materialåtervinning och kompostering & rötning, med Rumänien där motsvarande endast är 3 procent och resterande 97 procent hamnar på deponi (2013). Inom Storbritannien hamnar ungefär 37 procent av avfallet på deponi och 21 procent förbränns [7].



Data source: Eurostat ([env_wasmun](#)), 2016.

Figur 5 Kommunala avfallshanteringsmetoder och avfall per capita i EU28 (2013)

Incitamentsstruktur

Deponering av avfall började ses som ett allt större miljöproblem i Sverige på 60-talet. Sverige har sedan dess använt en rad styrmedel för att minska den totala avfallsmängden och öka återvinningen

av avfall. Utifrån miljöskyddslagen 1969 ställdes krav på deponiernas utformning och 1975 års avfallsproposition (1975:32) medförde förändringar i en rad lagar. 2001 genomfördes deponidirektivet i svensk lagstiftning och kraven skärptes på deponier. Sedan 2000 finns en skatt på deponering av avfall, vilken är 500 kr per ton sedan 2015 (lag 1999:673 om skatt på avfall). Deponiförbud mot utsorterat brännbart avfall infördes 2002, och mot deponi av biologiskt nedbrytbart avfall 2005 (förordning 2001:512). Dessa nationella styrmedel tillsammans med regler om producentansvar och kommunal avfallsplanering har gjort att Sverige uppnått flera av EU-direktivets mål om deponering tidigare än kraven [8].

Söderenergis roll

Söderenergi utvinner energi ur avfall som uppstår i Sverige och andra länder i Europa. Genom att importera och förbränna avfall som annars hade deponerats förflyttas avfall uppåt i avfallstrappan, med potentiella miljövinster som följd. Dessa miljövinster kan i huvudsak vara: 1) att kolinnehållet i materialet förbränns till enbart koldioxid istället för metan, vilket ger lägre klimatpåverkan; 2) att gifter och andra farliga ämnen destrueras i förbränningen eller koncentreras i askan som kan tas om hand, istället för ämnena läcker från deponier; samt 3) att förbränningen ger värme och el som kan nyttiggöras och tränga ut annan, exempelvis fossilt baserad, tillförsel av värme och el.

Miljökostnader som kan uppstå till följd av denna interaktion är i huvudsak orsakade av de utsläpp som uppstår vid förbränningen och till följd av transporter av material. Vid förbränningen uppstår även restprodukter i form av aska och rökgasreningsprodukter. En del av den aska som uppstår kan användas som resurs, till exempel för sluttäckning av deponier eller vid vägbyggen. Samtidigt måste en del av askan hanteras som farligt avfall då den innehåller tungmetaller. Kvaliteten och egenskaperna på den askan beror på vad som har bränts och omhändertagandet sker med deponering och annan förvaring. Söderenergi använder sig av Ragn-Sells i Högbytorp för omhändertagandet, cirka 17 000 ton av totalt 47 000 ton aska klassas som farligt avfall.

En annan möjlighet är att Söderenergis import av avfall från länder där deponi är vanligt kan påverka det exporterande landets benägenhet att bygga upp egna avfallssystem i linje med avfallshierarkin. Detta lyfts ofta som ett argument mot svensk avfallsimport. Frågan är hypotetisk och det saknas, till vår kännedom, trovärdiga studier som visar hur svensk avfallsimport påverkar exportländernas avfallssystem. Ett tänkbart scenario är också att avfallet hade exporterats till ett annat land om inte Sverige importerat det (se även intervju med miljöekonomen Maria Noring, Kemikalieinspektionen, i avsnittet Intressentanalys).

Miljönytta och miljöskada

Hur stor miljö- och hälsopåverkan som en deponi har beror på lokaliseringen, vilka skyddsåtgärder som införts samt det deponerade avfallets egenskaper [9]. Deponier kan orsaka miljöeffekter i ytvatten, mark, grundvatten, luft samt på människors hälsa och på andra organismer. En deponi kan påverka sin omgivning inte bara då den används aktivt, utan även lång tid efteråt. För att minimera påverkan måste deponin sluttäckas.

Utifrån ett miljöperspektiv uppstår flera skador vid deponering av avfall. Deponier innehåller stora mängder miljögifter och föroreningar på en begränsad yta, vilka med tiden kan läcka ut i den

omgivande miljön [8]. Föroreningar kan spridas via ytvatten, grundvatten och luft. Lakvatten bildas när regn faller över deponin (förorenat med tungmetaller, salter).

Det finns även risker kopplade till säkerhet och hälsa. När bebyggelse blir allt tätare finns risker med gas på deponier. Sluttäckning kan orsaka olyckor om gasen hamnar på fel ställe. Alternativet är att utnyttja strömningsvägarna genom att leda gasen till metanoxidaionsfilter [10]. Till risker inom säkerhet och hälsa räknas även olycksrisker kopplade till gropar, ras, brand och självtändning, samt explosionsrisker eller kvävning till följd av gasbildning. En ytterligare aspekt är försvårad markanvändning (marken vid en deponi kan sällan nyttjas).



Nedlagda deponier medför också stora miljökonsekvenser. I England och Wales finns mer än 1000 gamla deponier längst med kusten som har ökad risk för kusterosion, vilket medför stora konsekvenser för djurliv och badvatten. Klimatförändringarna ger upphov till högre havsnivåer och kraftigare stormar, vilket innebär att gamla deponier riskerar att brytas upp.

Figur 6 Nedlagda deponier vid kustområden i England och Wales. Bild från The Guardian 2016¹.

Energiåtervinning

Att bränna avfall var ursprungligen en kvittblivningsstrategi och när föroreningar uppstod byggdes skorstenar för att sprida ut nedfallet över en större yta. I takt med fjärrvärmens utbyggnad i Sverige har dock syftet blivit ett annat och ur ett klimatperspektiv kan energiåtervinning substituera fossila bränslen och därmed ge lägre utsläpp av växthusgaser. I kraftvärmeverk som ger både värme och el är förbränning i regel ett effektivt sätt att utnyttja energin i avfallet. Eftersom förbränning onödiggör deponi kan stora miljövinster skapas genom åren.

Fjärrvärme och energiåtervinning från avfall har sedan länge varit en viktig del av Sveriges klimatarbete, eftersom man kunnat byta ut enskilda pannor för uppvärmning och därmed kunnat minska utsläppen. Parallellt med denna utveckling har oljan steg för steg bytts mot bioenergi och avfall. Tack vare detta var utsläppen för uppvärmning 86 procent lägre år 2015 jämfört med 1990. Under samma period har utsläppen från avfallshanteringen minskat med 62 procent, främst till följd av minskad deponering. Istället för deponering har mer avfall förbränts, vilket har lett till att utsläppen från förbränning av avfall ökat. Den ökade energiåtervinningen har dock trängt ut fossila bränslen, så nettoeffekten på Sveriges totala växthusgasutsläpp har varit positiv [8].

Idag är deponering närmast utfasad i Sverige och förbränning ställs i allt högre grad mot steg högre upp i avfallstrappan. Därför blir det allt viktigare att endast bränna det avfall som inte kan eller bör behandlas med någon annan metod. I de fall en fjärrvärmeproducent bränner avfall som importerats från ett land där deponi är ett vanligt sätt att hantera avfall (vilket gäller ett stort antal länder i Europa, däribland Storbritannien) så lyfts materialet uppåt i avfallshierarkin, från deponi till

¹ <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/05/pollution-risk-from-over-1000-landfill-sites-england-wales-coastal-erosion>

energiåtervinning. En del avfall, företrädesvis av svenskt ursprung kommer istället uppifrån och ned i trappan. Detta är önskvärt om materialet inte kan återanvändas eller materialåtervinnas till en kostnad som kan motiveras, eller om halterna av farliga ämnen är så pass höga i materialet att det inte lämpar sig för återvinning men däremot kan destrueras eller tas om hand i askan efter en förbränningsprocess.

Incitamentsstruktur

Behovet av energiåtervinning har ökat då man lagstiftat om deponeringsförbud samt ökat behovet av icke fossila bränslen. Kapaciteten för energiåtervinning genom avfallsförbränning har ökat och enligt de planer som finns idag väntas en fortsatt utbyggnad öka förbränningskapaciteten i Sverige [11].

Energiåtervinning är en viktig del i avfallstrappan då den kompletterar behov som inte fullt ut kan tillgodoses i det högre trappsteget, materialåtervinning. Materialåtervinningen har inte full kapacitet och teknisk förmåga att kunna återvinna alla typer av material (tex olika sorter plast), samtidigt finns det en begränsning i hur många gånger ett material kan återvinnas och därmed måste det tas omhand på annat sätt, vilket innebär att behovet av energiåtervinning finns kvar även med mycket god materialåtervinning.

Avfallsförbränning regleras under flertalet direktiv, lagstiftningar och EU-bestämmelser. Utsläpp från enskilda anläggningar regleras strikt i förordningen (2013:253) om förbränning av avfall. Med grund i bindande EU-regler finns också en miljökvalitetsnorm för i utomhusluft i Sverige. Att följa förbränningsförordningen, miljöaktivitetsnormer, tillståndsvillkor och anläggningsspecifika krav är ytterligare förutsättningar för erhållet tillstånd.

Regeringen utreder även behovet av att införa en avfallsförbränningsskatt samt förslag till hur en sådan skatt skulle kunna utformas. Till grund för utredningen analyseras förutsättningarna för avfallsförbränning i Sverige och hur avfallsimport och förbränning påverkas av befintliga ekonomiska styrmedel, EU-reglering samt branschspecifika förhållanden.

Söderenergis roll

Söderenergis roll rör främst det andra steget i trappan i form av energiåtervinning. Det är därför särskilt intressant att närmare beskriva processen för kvalitetssäkring, samt krav på de material som hamnar i Söderenergis pannor.

Söderenergi provtar alla inkommande laster, vilket ger ett underlag för att beräkna energivärdet och att kontrollera kvaliteten. Kvalitetskontrollen ger kunskap om vad som finns i bränslena så de kan hanteras inom ramen för samhällets krav, Söderenergis egna riktlinjer samt miljö- och hållbarhetspolicy. Bra bränslekvalitet motverkar dessutom onödig förslitning och stopp i pannorna.

Kvalitetssäkringssystemet startar med en kravspecifikation från Söderenergi. Personal från Bränsleenheten åker regelbundet ut, inspekterar och tar prover hos leverantörerna samt har regelbunden kontakt med dem. Prover tas ut enligt ett provtagningsprogram och skickas för analys till ett ackrediterat laboratorium. Det får inte finnas något annat i bränslet än det som Söderenergi kommit överens med leverantören om. Visar det sig att det bränsle som levererats till Söderenergi inte håller vad man kommit överens om tar man omedelbart kontakt och åtgärder vidtas. Söderenergi har utarbetat ett särskilt datorsystem för att hantera detta. Leverantörerna gör också

egna kontroller som dokumenteras. Vid Söderenergis anläggning i Igelsta finns en rigg som tar prover på hela lastbilslaster (kollektiv) med hjälp av en provtagare som jobbar tredimensionellt. Prover tas också på varje båt som anländer till hamnen i Igelsta (omkring 200 fartyg per år).

Kraven som ställs beror till stor del på vilken blandning man behöver i pannan, dvs. kraven är anläggningsspecifika. Exempel på kravspecifikationer (Bränslekross PTP):

- Avfallet ska vara fri från asbest och annat miljöfarligt avfall
- Fritt från föroreningar (sten och skrot)
- CCA-impregnerat, kraftigt målat trä, putsdamm får ej förekomma
- Krav kring mängden plast (<20 vikt %) (får ej innehålla PCB)
- Krav kring mängden metall (max 0,2 vikt % TS)
- Krav kring mängden askhalt (≤ 20 % TS)

Exempel på påföljder om kraven inte är uppfyllda:

- Aska – böter 105 euro/ ton aska
- Svavel – varje 0,1 % över 0,7 % kostar 3 euro/ton gummi.

Miljönytta och miljöskada

Generellt kan sägas att avfallsförbränning med energiutvinning varit historiskt viktigt för att Sverige kunnat fasa ut deponering ur avfallssystemet och minska koldioxidutsläppen. Idag ställs energiåtervinning i många fall mot materialåtervinning istället för mot deponi och energiåtervinningens miljöeffekter hamnar då i ett annat ljus. När material förbränns som istället kunde ha materialåtervunnits leder detta till ökat uttag av jungfruliga material, vilket har negativa miljöeffekter. Samtidigt kan förbränningen ha ett antal positiva miljöeffekter. Allt detta kommer beskrivas i mer detalj i det kommande avsnittet om Söderenergis miljötjänst. De miljöeffekter som i första hand studeras i denna rapport är omhändertagande av tungmetaller samt klimateffekten av att förbränna avfall som annars hade deponerats. Ytterligare miljönyttor är produktionen av värme och el med låga utsläpp, som i många fall konkurrerar ut energi som producerats med högre utsläpp. Samtidigt studeras utsläpp av växthusgaser och tungmetaller och de samhällsekonomiska kostnaderna av dessa utsläpp analyseras.

Materialåtervinning

Utifrån avfallstrappan så är materialåtervinning mer önskvärt än energiåtervinning och därmed bör avfallsförbränning ses som ett komplement, inte ett substitut, till materialåtervinning. Denna typ av återvinning gör att mängden jungfruligt material som behövs minskar, vilket också leder till att energi sparas. Samtidigt måste materialåtervinningen ske på ett säkert och effektivt sätt så att avfallsströmmar med farliga ämnen inte materialåtervinns och cirkulerar i samhället. Materialåtervinning och biologisk återvinning har ökat markant sedan 90-talet. Nya tekniker, aktörer och incitament att materialåtervinna har möjliggjort detta.

Incitamentsstruktur

Naturvårdsverket, i samverkan med Kemikalieinspektionen, har nyligen (juni 2017) släppt en vägledning med inriktning på hur materialåtervinning kan öka på ett säkert sätt under de kommande åren [12]. Vägledningen beskriver avfallsströmmarna utifrån tre rubriker med sex punkter, se nedan.

Materialåtervinn mer av rena avfallsströmmar	1. Återvinn rena avfallsströmmar
Avfallsströmmar som kan materialåtervinnas men där annan återvinning eller bortskaffande i vissa fall kan vara lämpligare	2. Avfall med stor potential kan materialåtervinnas med bättre kunskap och teknik 3. Avfall som består av särskilt värdefulla material kan återvinnas under strikt kontroll trots visst innehåll av särskilt farliga ämnen 4. Annan återvinning eller bortskaffande är lämpligare för avfall där kunskap och kontroll är otillräcklig
Avfallsströmmar som inte bör materialåtervinnas och där annan återvinning eller bortskaffande är lämpligare	5. Återvinn inte avfall som innehåller särskilt farliga ämnen på kandidatförteckningen 6. Återvinn inte avfall som innehåller långlivade organiska föreningar eller andra begränsade ämnen

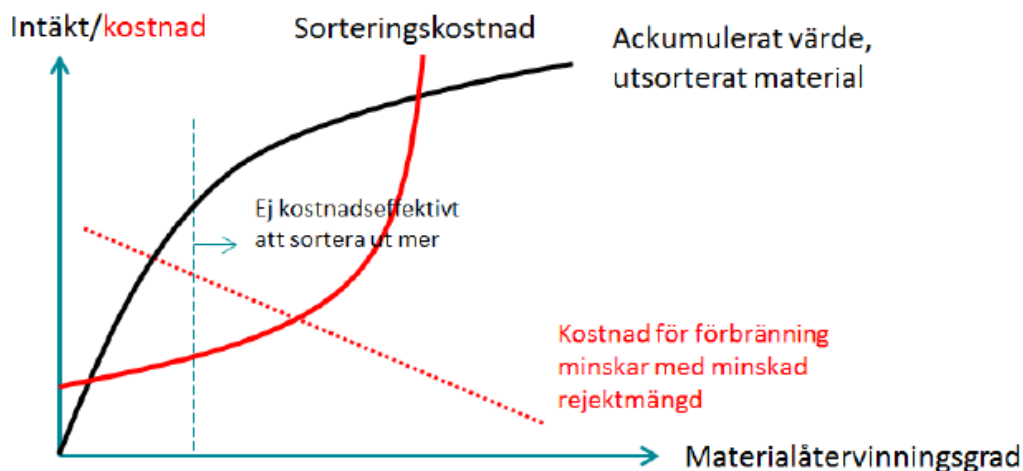
Figur 7 Avfallsströmmar - Naturvårdsverkets vägledning

Bilden sammanfattar sambandet mellan avfallsströmmar och återvinning. En del avfall bör inte materialåtervinnas och bör då istället bortskaffas eller återvinnas på andra sätt. Till exempel finns det avfall som innehåller särskilt farliga ämnen som inte bör återvinnas alls. Dessa ämnen bör oskadliggöras eller deponeras om det inte är möjligt att oskadliggöra ämnet.

IVL har i en rapport från 2016 studerat hur avfallsimporten påverkar materialåtervinningen. Slutsatsen från den rapporten kan kort sammanfattas med att mycket av det avfall som idag exporteras till Sverige innehåller material som skulle kunna materialåtervinnas rent tekniskt. Anledningen till att det inte sker i större utsträckning är framförallt ekonomiska incitament, då värdet av det utsorterade materialet inte täcker de kostnader som den extra sorteringen medför. Detta lyfts även fram av Konjunkturinstitutet som i sitt remissvar till utredningen Cirkulär Ekonomi anför att materialåtervinning ibland kostar mer än det smakar och att miljönyttan av ökad återvinning inte alltid är stor nog för att motivera den extra kostnaden [13].

Styrmedel och politisk agenda påverkar också hur mycket avfall som materialåtervinns. Till exempel styrs frågan av mål inom EU och nationellt för materialåtervinningsgrad, samt av deponeringsförbud, deponiskatt samt producentansvar för olika varugrupper.

De ekonomiska och marknadsmässiga grunder som styr är alltså främst om värdet av det återvunna materialet täcker kostnaderna (sortering, transport, insamling, styrmedel etc.), dvs. om värdet är större jämfört med andra behandlingsalternativ, om materialvärdet är tillräckligt högt samt om det finns återvinningsteknik och infrastruktur som möjliggör materialåtervinning. Sambandet mellan kostnader och intäkter för utsortering av avfall som kan materialåtervinnas kan illustreras med nedanstående figur framtagen av IVL utifrån Widmer (2016) [14].



Figur 8 Ökad sorteringskostnad gör att ytterligare sortering till materialåtervinning inte blir ekonomisk lönsam. (IVL Rapport B 2266)

Sorteringskostaden ökar exponentiellt med materialåtervinningsgraden – det blir dyrare (svårare) att sortera ut material ju större del av avfallet som redan sorterats till materialåtervinning. Det ackumulerade värdet på utsorterat material avtar samtidigt exponentiellt med materialåtervinningsgraden – värdet på det utsorterade materialet beror på sekundära råvarupriser etc. Kostnaden för förbränning med minskad rejektmängd – lägre mängd avfall efter utsortering till materialåtervinning – innebär lägre kostnad för att köpa förbränning.

Söderenergis roll

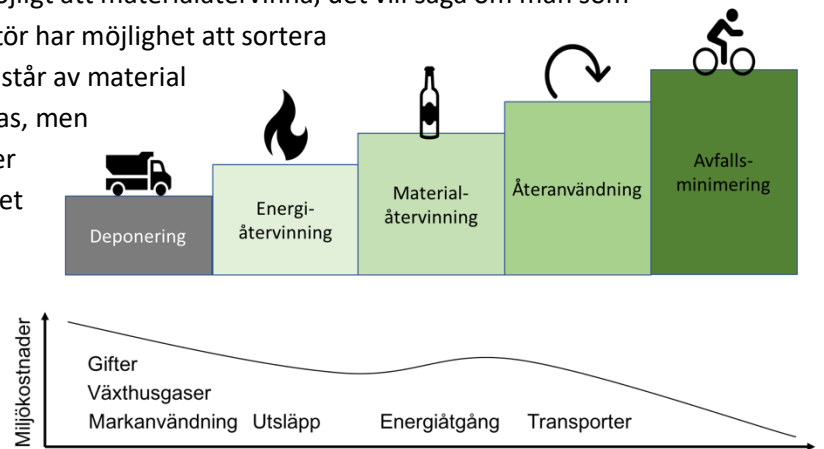
Avfallsförbränning och materialåtervinning är i många fall substitut i Sverige idag. Material kan antingen förbrännas med energiåtervinning eller materialåtervinnas. En önskvärd utveckling på sikt är att de två behandlingsmetoderna blir mer av komplement, då material kan återcirkuleras en eller flera gånger innan det slutligen förbränns och energin tas tillvara.

I dagsläget ligger problematiken framför allt i vilka typer av avfall som förbränns och om de hade kunnat materialåtervinnas istället. Följer vi avfallstrappan strikt bör materialåtervinning alltid prioriteras framför förbränning, men det finns skäl att ifrågasätta den bilden, då farliga ämnen fortfarande kan förekomma som istället behöver fasas ut ur kretsloppet.

En aktör som tar emot avfall har olika incitament och inverkande faktorer för i vilken utsträckning det avfall som tas emot sorteras till materialåtervinning. Framförallt handlar det om ekonomiska incitament som att högre sekundära råvarupriser ger större incitament att öka andelen avfall till materialåtervinning. Sorteringskostnader samt svårigheter att sortera och identifiera avfallet jämförs med ökade intäkter från utsortering till materialåtervinning. Om kostnaden för att hantera den del av avfallet som blir kvar efter sortering är stor ökar incitamentet att sortera ut mer.

Avfallsförbränningsaktörer har också krav, regelverk och regleringar att följa och förhålla sig till vilka ställer krav på vad som måste sorteras till materialåtervinning. Samarbeten eller kontrakt med till exempel kommuner skapar också incitament att materialåtervinna.

Ytterligare en aspekt är om det är tekniskt möjligt att materialåtervinna, det vill säga om man som avfallsförbränningsaktör eller återvinningsaktör har möjlighet att sortera materialet. En del av Söderenergis bränsle består av material som möjligtvis hade kunnat materialåtervinnas, men frågan är i vilken utsträckning det är klokt eller praktiskt möjligt att göra det. En stor del av det avfall som kommer in till Söderenergi är relativt kraftigt förorenat och lämpar sig därför inte för materialåtervinning. Detta åskådliggörs ur ett samhällsekonomiskt perspektiv i [figuren](#) och diskuteras mer utförligt i avsnittet om Söderenergis miljöjänst nedan.



Figur 9: Hypotetisk modell av miljökostnader i avfallstrappan, för förorenat avfall.

Miljönytta och miljöskada

Då återvunnet material ersätter jungfruliga råvaror är miljövinster betydande; dels handlar det om minskad energianvändning, dels om resurseffektivitet. Då efterfrågan på nya råvaror ökar, klimatet förändras och populationer och konsumtion ökar världen över, har nyttan av att ta tillvara på den resurs som avfallet utgör blivit högst väsentlig. Ur ett ton mobiltelefoner kan 1 kg silver, 300 gr guld och 100 gr palladium återvinnas – metaller som är kritiska ur ett samhällsintresse. Att ta tillvara på kritiska metaller och återvinna dessa är också särskilt intressant då de används i tillverkningen av nya innovativa hållbarhetslösningar – vindkraftverk, solceller, elhybridfordon.

Samtidigt kan ökade mängder avfall för materialåtervinning innehålla ämnen och kemikalier som kan orsaka miljö- och hälsorisker då avfallet hanteras på fel sätt och får möjlighet att cirkulera i samhället. Farliga ämnen kan frigöras från avfallet vid bearbetning vilket kan medföra att de sprids till miljön och orsakar hälsorisker för dem som arbetar i återvinningsanläggningarna [9]. Om man lyckas fasa ut särskilt farliga ämnen ur kretsloppen och undvika att dessa återcirkulerar kan det återvunna materialet vara relativt säkert ur miljö- och hälsosynpunkt [12].

Återanvändning

I dagens köp-och-slängsamhälle har återanvändning blivit en allt viktigare del i avfallshierarkin. Scenarioberäkningar från IVL visar att med dagens ekonomiska utveckling och befintliga styrmedel riskerar avfallsmängderna att fördubblas till år 2030 [15]. Vid återanvändning används en resurs igen, utan att man ändrar design eller material, till skillnad från materialåtervinning. Genom att återanvända avfallet används mindre mängder råmaterial och energi. Samtidigt gäller likartade aspekter som för återvinning av material, att allt avfall inte kan återanvändas utifrån ekonomiska grunder och inte bör återanvändas utifrån miljö- och hälsomässiga grunder.

Idag är flera aktörer verksamma för att öka återanvändningen i Sverige, bland annat Tradera, Blocket, Myrorna och Matsmart. Enligt en undersökning från Myrorna 2017, vill 1,2 miljoner svenskar återanvända mer än de gör idag [16]. En annan studie från IVL visar att klimatnyttan av att handla second hand på Blocket istället för att köpa nytt är 1,6 miljoner ton utsläpp av växthusgaser varje år (beräkningar från 2011 och 2012), vilket kan jämföras med att Stockholms stads vägtrafik skulle stå stilla mer än ett och ett halvt år [16].

Incitamentsstruktur

Att effektivisera samhällets resursanvändning har blivit en nyckelfråga globalt för att möta de globala utmaningarna. Cirkulär ekonomi handlar om effektivare användning av naturresurser, vilket, till skillnad från en linjär ekonomi, handlar om att göra system mer hållbara. Cirkulär ekonomi har fått ett stort internationellt genomslag. I EU presenterade EU-kommissionen under 2015 och 2016 en rad förslag på nya regler och åtgärder för omställning till cirkulär ekonomi. Flera av dessa förslag förhandlas nu av EU-parlamentet och medlemsländerna. I Kina har man tagit fram en femårsplan för cirkulär ekonomi i landet, vilken beskrivs som en tillväxtmodell för att skapa välbefinnande och få kontroll på negativa miljöeffekter. I Sverige har utredningen Cirkulär ekonomi lagt fram betänkandet "Från värdekedja till värdecykel" med förslag på styrmedel för att förebygga uppkomst av avfall i syfte att främja en cirkulär ekonomi, bland annat om nationell samverkan, "hyberavdrag", främjande av bilpooler och förebyggande av avfall [17]. Sverige var också tidigt ute med att införa ett utvidgat producentansvar samt har ett mål om 50 procent effektivare energianvändning 2030 jämfört med år 2005 (mätt som energiintensitet).

Söderenergis roll

Avfallsförbränning kan antas påverka återanvändning på ungefär samma sätt som det påverkar materialåtervinning. Exempelvis gamla möbler eller rivningsrester kanske kan användas på nytt istället för att brännas med energiutvinning. Detta förutsätter att det finns konsumenter som är villiga att använda begagnade prylar och material. Utifrån Myrornas undersökning, beskriven tidigare i detta avsnitt, finns det ett stort intresse från konsumenter att återanvända mer resurser.

För Söderenergi handlar det om att identifiera vilket material av det avfall som kommer in som egentligen skulle kunna återanvändas. Eventuellt kan Söderenergi göra fler mätningar och ta stickprov på det material som kommer in för att identifiera vad som skulle kunna återanvändas. Samtidigt är möjligheten för detta begränsad då materialet som ankommer till Söderenergi normalt undergår någon typ av källsortering eller krossats, vilket sätter större krav uppströms i avfallstrappan för att identifiera det som skulle kunna återanvändas. Det finns stora fördelar med att göra utsorteringen tidigare i processen, vilket kan underlättas med rätt incitament och infrastruktur. Däremot kan Söderenergi kontrollera den kemiska analysen och utifrån de göra bedömning för vad som inte bör hamna i förbränningen.

Det kan också handla om att öka transparensen om vilka typer och mängder av farliga ämnen som hamnar hos energiåtervinningsbolagen, vilket lyfter frågan kring producentansvar och skärper kraven på aktörer att se över innehållet i det avfall som levereras. Problematiken ligger i att det råder stort brist på information i leverantörskedjorna. Att öka informationsflödet mellan avfall- och återvinningsindustrin, samt bland myndigheter och konsumenter, är en nyckelfaktor för att öka nyttan mellan stegen i avfallstrappan.

Miljönytta och miljöskada

Som påtalats för materialåtervinning uppstår stora miljönyttor då återanvänt material ersätter nya inköp och ny produktion, framförallt minskar behovet av att utvinna jungfruliga material. Återanvändning förutsätter också, på samma sätt som materialåtervinning, giftfria kretslopp. En äldre återanvänd produkt kan i vissa fall vara betydligt mer skadlig att använda jämfört med en nyproducerad, ur ett miljöperspektiv. Önskade farliga kemikalier måste fasas ut ur kretsloppet.

Därmed är miljönyttan av återanvändning beroende på tillgången till information om produkter och deras innehåll. Information är en förutsättning för att konsumenter ska kunna göra bra miljöval. En utmaning ligger i att många produkter ansågs oproblematiska då de tillverkades för årtionden sedan, men likväl kan innehålla kemikalier som är välkänt farliga eller rent av förbjudna idag. Ett exempel på detta är rivningsavfall som kan innehålla freonämnet CFC (vilket tidigare användes i bland annat skumplaster i isolering) som sedan länge förbjudits i Sverige men som idag måste hanteras i rivningsavfall (72 ton CFC-ämnen per år) [18]. Spårbarhet och producenternas ansvar för vad som finns i materialen är särskilt viktiga aspekter när man värderar miljönyttan av återanvändning.

Avfallsminimering

Att minimera och förebygga avfall är en nyckelfaktor i en cirkulär ekonomi. Genom att förändra konsumtionsmönster, förlänga produkters användningstid samt nyttja resurser mer effektivt kan mängden avfall minskas. Avfallsminimering kan göras genom ökad delning av produkter. Exempelvis har en studie nyligen visat att antalet bilar i USA kan sjunka från 247 miljoner år 2020 till 44 miljoner år 2030, trots att resandet ökar, enligt ett scenario för omställningen av transportsystemet. [19]

Incitamentsstruktur

Incitament för cirkulär design och tillverkning beskrivs i utredningen cirkulär ekonomi (CE-utredningen) som en viktig del i att avfallsminimera. Underhåll av produkter är också en viktig del av avfallsminimeringen som lyfts i CE-utredningen. Produktdesign är en viktig del för att underlätta att produkter blir mer återvinningsbara. Att göra produkter mer återvinningsbara ställer krav på funktionalitet och design men också informationssystem och innovation för att hitta nya sätt att underlätta för återvinning. EU:s ekodesigndirektiv används idag för att ställa krav på produkters energieffektivitet, detta ska förbättra produkters miljöprestanda under hela livscykeln. [20]

En kritisk del i detta är att incitamenten hos producerande företag många gånger ligger i att öka försäljning av varor, snarare än att satsa på funktion. Detta också på grund av att informationen om produkters hållbarhet, reparerbarhet och kvalitet generellt sett är betydligt sämre än information kring pris, vilket många gånger gör att konsumenten väljer produkt utifrån pris och inte egenskaper. CE-utredningen föreslår en skatteväxling som ska gynna övergången till en cirkulär ekonomi. Detta beskrivs utifrån tre olika sätt för höjd skatt på konsumentprodukter, vilket i sin tur skulle möjliggöra sänkt skatt på arbete och därmed dämpa omsättningen på konsumentprodukter [17].

Avfallsmängderna kan också minskas genom politiska styrmedel, ett aktuellt exempel på detta är förbud mot plastkassar i många länder. År 2015 införde EU ett direktiv för att kraftigt minska antalet plastpåsar inom unionen (högst 90 tunna plastpåsar/person 2020), i Sverige har detta inneburit att handeln, sedan juni 2017, har informationsplikt om plastkassars miljöpåverkan i syfte att minska förbrukningen och nedskräpningen men också nå mer effektivt resursutnyttjande.

Liksom för materialåtervinning och återanvändning är det även här centralt att giftiga material inte ska cirkulera i samhället och då utifrån avfallsminimering inte ska komma in från första början. Här är regler kring produktsäkerhet av försäljning av nya produkter särskilt viktigt.

Söderenergis roll

Söderenergi interagerar inte direkt med producenter av de material som senare blir avfall och förbränns. Ett sätt på vilket Söderenergi ändå kan sätta press på aktörer uppåt i avfallstrappan att

agera ansvarsfullt är att vara mycket noggrann med vilket avfall som tas emot. Tydliga krav ökar pressen på dem som hanterar materialet uppströms Söderenergi, vilka i sin tur får anledning att ställa krav ännu längre upp i trappan. Ju svårare och mer kostsamt det blir att göra sig av med avfall av dålig kvalitet, exempelvis med hög andel farliga ämnen, desto större blir efterfrågan på produkter som är bra producerade från början, och som inte skapar onödiga avfallsflöden.

Miljönytta och miljöskada

Det optimala ur ett miljöperspektiv är att minimera mängden avfall. Detta görs mest effektivt redan i designstadiet, genom att produkten konstrueras så att den har lång livslängd (genom att exempelvis vara reparierbar och ha utbytbara delar) och genom att underlätta för materialåtervinning för att minimera konsumtion av nya produkter. Produkter bör demonteras, uppgraderas och repareras så att de får en längre hållbarhet och livslängd. I ett optimalt kretslopp ska inget avfall som är möjligt att återanvända eller återvinna energiåtervinnas eller deponeras. Att minimera mängden avfall i samhället är av högsta prioritet då miljönyttan är som störst där. Att skapa nya affärsmodeller och lösningar som bygger på idén om ett resurseffektivt samhälle och cirkulär ekonomi är en grundpelare för en hållbar utveckling. Samt att öka incitamenten för tjänstebaserade lösningar och ökade skyldigheter kring teknisk dokumentation av produkter.

Avfallstrappan i relation till import och export av avfall

Den svenska avfallsförbränningskapaciteten har ökat och överstiger behovet för inhemskt avfall från hushåll och verksamheter. Samtidigt har EU ställt krav på att deponering av avfall ska minska inom EU genom cirkulära ekonomi-paketet, vilket har satt press på medlemsländer som har stora mängder avfall som normalt deponeras. Bland annat finns förslag på bindande krav om att minska mängden deponerat kommunalt avfall till max tio procent av uppkommen mängd till 2030. [14].

Svenska avfallsförbränningsanläggningar erbjuder energiåtervinning av importerat avfall. Under 2014 gick 86 procent (2,3 miljoner ton) av det importerade avfallet till energiåtervinning, 6 procent (160 000 ton) till metallåtervinning, 3–4 procent till annan återvinning och 1,4 procent bortskaffades. Till de främsta exportörerna till Sverige hör Norge (49 %) och Storbritannien (32 %). [14]

Utöver restriktioner för deponering och kapacitetsbrist i exporterande länder har importen av avfall till Sverige också ökat på grund av andra bakomliggande orsaker. Fyra drivkrafter har identifierats:

- Infrastrukturen i Sverige ger hög energiåtervinning
- Höga svenska skatter på fossilt bränsle
- Kvaliteten på importerat avfall högre än svenskt avfall till energiåtervinning
- Skillnader i mottagningsavgifter mellan exporterande länder och Sverige

Styrmedel i form av deponiskatt och förbud har också påverkat ländernas incitament att deponera. I Storbritannien är deponiskatten 84 pund per ton, Irland 75 euro per ton jämfört med Sverige där priset är 500 kr per ton [14]. Generellt är importerat avfall från Storbritannien av högre förbränningskvalitet jämfört med svenskt avfall. Avfallet har lägre innehåll av föroreningar, högre effektivt värmevärde och lägre fukt- och askhalter. Det kan förklaras av kravspecifikationer från importerande företag, samt att annat avfall (mat och metaller) till stor del redan sorterats ut innan

avfallet kommer till Sverige. För avfallet från Norge råder dock det motsatta, det är ofta av sämre förbränningskvalitet jämfört med det svenska avfallet (högre andel gips och inert avfall) [21] [14].

Förhållandet mellan avfallsimport till Sverige och tillämpningen av avfallshierarkin i exportländer är föremål för diskussion. Sambanden är komplexa och beror på en rad faktorer. I en mer omfattande IVL-studie från 2016 studeras denna fråga för export från Storbritannien, Irland och Norge, och bland annat formuleras sex hypoteser om exempelvis hur materialåtervinningen, källsorteringen och politiken i exportländerna påverkas av den svenska importen.

Resultaten ”tyder på att import av avfall för energiåtervinning i Sverige leder till en kombination av minskad deponering av både behandlat och obehandlat avfall och minskad energiåtervinning i exportländerna”, men också att effekterna ”på materialåtervinningen är små i praktiken och att marknadsförutsättningarna för sekundära råvaror samt nationella materialåtervinningsmål spelar en viktigare roll.” Effekten på benägenheten att källsortera bedöms som oviss men liten. Allmänt sett understryker författarna att det är svårt att påvisa effekter och att kunskapsluckorna är betydande.

Mer specifikt ligger drivkrafterna bakom avfallsexporten främst i EU-krav på minskad deponering, styrmedel i form av exempelvis deponiskatt i Storbritannien och förbud mot deponi av organiskt avfall i Norge, samt i vissa fall i brist på förbränningskapacitet eller lägre mottagningsavgifter i Sverige. Trycket att minska deponeringen leder till både ökad export för förbränning och ökad materialåtervinning. I rapporten konstateras därför att ökad export kan ”gå hand i hand med ökad utsortering till materialåtervinning” men att ”ett sådant positivt samband finns i praktiken kan... inte påvisa[s]”. Att ”materialåtervinningen har ökat samtidigt som importen har ökat till Sverige... [är]... inte ett bevis för att importen inte skulle hämma materialåtervinningen. Det är endast en indikator på att importen åtminstone inte hämmar materialåtervinning i sådan utsträckning att materialåtervinningsgraden sjunker.” Det är helt enkelt för svårt att dra entydiga slutsatser.

Detsamma gäller frågan om huruvida importen kan ”bidra till ökad materialåtervinning genom att hålla uppe de svenska avfallsförbränningsanläggningarnas mottagningsavgifter... [eftersom importen] ... å andra sidan hypotetiskt [kan] bidra till minskad materialåtervinning om den sänker viljan att källsortera.” Forskarna menar att de inte kan bekräfta att något av sambanden gäller i verkligheten. Likaså saknas kunskap om hur hushållens vilja att källsortera påverkas av avfallsexport. Däremot tycks exporten och konkurrensen negativt påverka investeringsviljan och utbyggnaden av nya förbränningsanläggningar, och därmed energiåtervinningen, medan utbyggnaden av materialåtervinningskapacitet främst påverkas av den sekundära råvarumarknaden.

Söderenergis ”miljötjänst” – en fallstudie

Söderenergis verksamhet ger upphov till såväl miljönyttor som miljökostnader. För att begreppet ”miljötjänst” ska kunna användas med trovärdighet krävs att Söderenergi motverkar mer miljöskada än företaget ger upphov till. Därför ägnas detta avsnitt åt en samhällsekonomisk analys, där miljö- och hälsoeffekternas värde studeras. Alla relevanta nyttor och kostnader har inte kunnat studeras inom ramen för detta projekt, men steg tas mot en mer holistisk bild av Söderenergis roll.

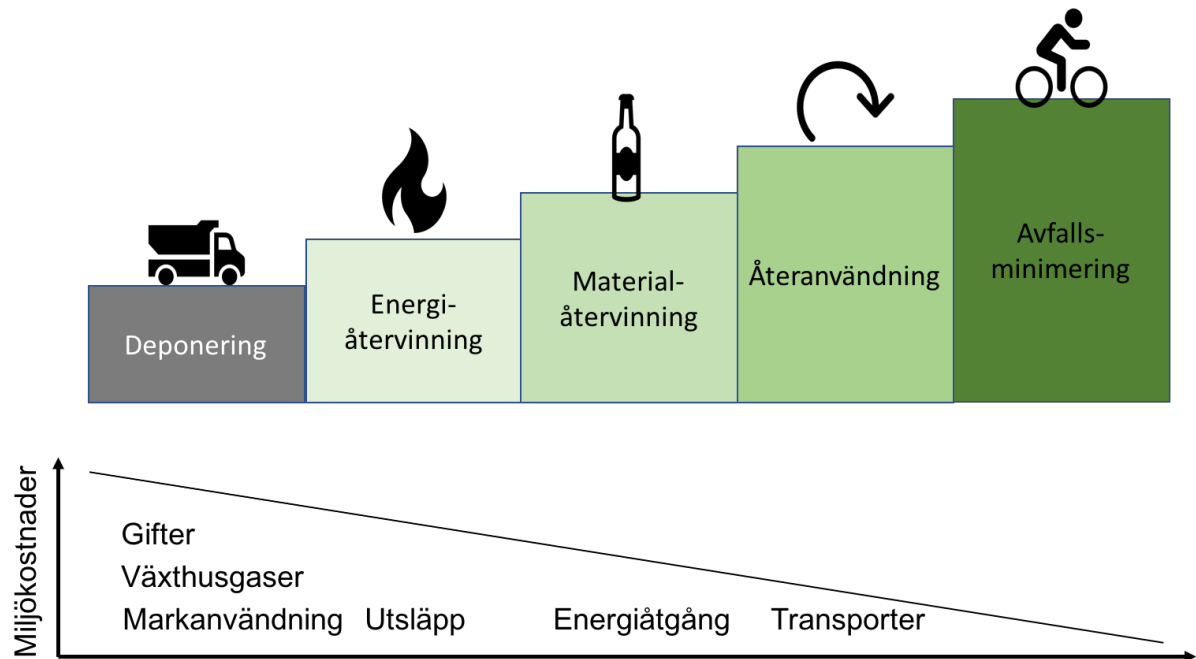
Ett vanligt synsätt är att förbränning av avfall ger upphov till miljöskador och följaktligen en samhällsekonomisk kostnad. Men om miljöskadorna från själva förbränningen kan minimeras, samtidigt som energiåtervinningen bidrar till att andra mer miljöskadliga effekter kan hindras, så uppstår miljönytta. Detta kan även gälla då energiåtervinning sker istället för materialåtervinning, om exempelvis materialet som förbränns innehåller farliga ämnen som gör materialåtervinning olämpligt. Det går stick i stäv med hur avfallshierarkin tolkas, men kan ändå vara att föredra ur resurs-, hälso- och miljöperspektiv. Förbränning med effektiv rening kan då skapa miljönytta och energiåtervinningen utför vad som bör kallas en miljötjänst.

Söderenergis lanserade miljötjänst syftar till att skapa värde i samhället genom att bidra till en bättre hantering av avfall, utifrån en systemsyn med ett brett geografiskt perspektiv, där samhällsekonomiska kostnader och nyttor (s.k. externa effekter) räknas in. Med externa effekter avses de kostnader och nyttor som uppstår till följd av en transaktion mellan aktör A och B men som påverkar aktör C, utan att aktör C kompenseras ekonomiskt för det. Om aktör A säljer olja till aktör B som bränner olja så är aktör C den som tvingas stå ut med buller, föroreningar och klimatförändring. Om aktör A eller B ekonomiskt tvingas betala kostnaden för störningen av C säger man att den externa effekten har internaliserats.

I följande avsnitt görs uppskattningar av några av dessa samhällsekonomiska kostnader och nyttor, med hjälp av forskning kring hur klimatpåverkan respektive utsläpp av tungmetaller bör värderas för sina hälso-, miljö- och övriga samhällseffekter.

Ett miljöekonomiskt perspektiv på avfallstrappan

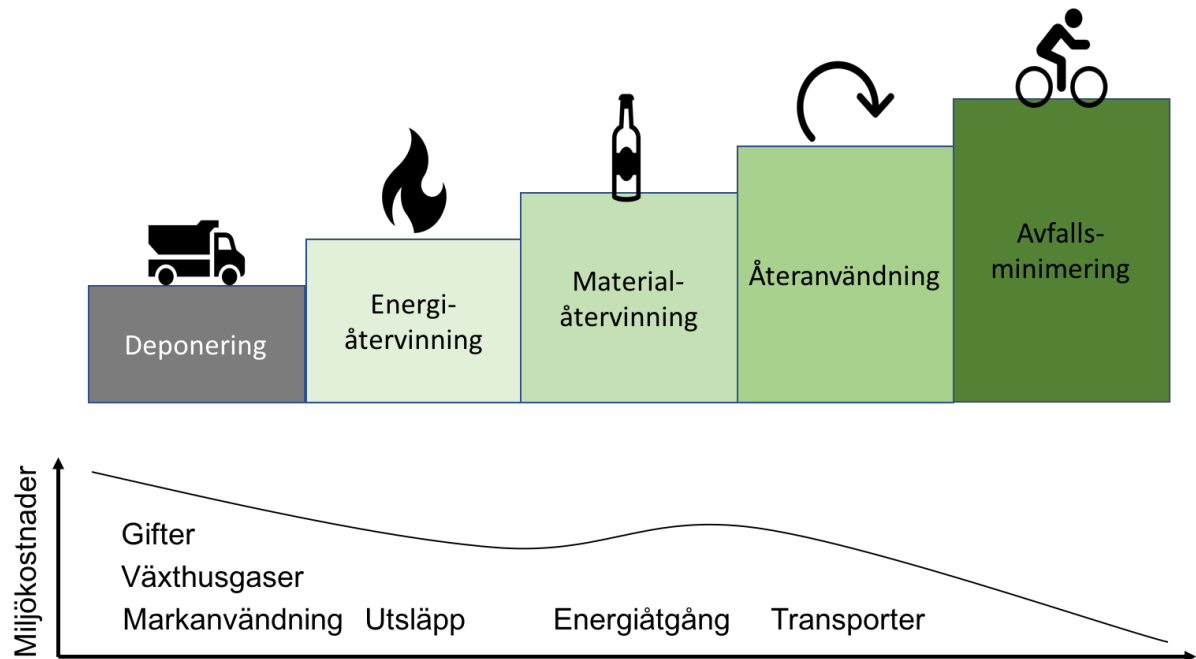
Generellt gäller att de externa kostnaderna är som högst längst ned i avfallstrappan, men ofta gäller det motsatta för privatekonomiska kostnader. Detta är relativt intuitivt. Deponering eller förbränning uppfattas, i sin enklaste form, som simpla och billiga sätt att hantera avfall – om man bortser från alla miljöproblem som de kan föra med sig. I många fall krävs betydligt mer ekonomiska resurser för att till exempel materialåtervinna eller minimera avfall genom smart design – i alla fall om det inte råder brist på nya resurser – men i dessa processer uppstår normalt betydligt mindre miljöproblem. En illustration av de externa kostnaderna och avfallstrappan återfinns i [Figur 10](#).



Figur 10: Illustration av externa kostnader i olika steg av avfallstrappan.

Avfallstrappan ser här ut så som den vanligtvis illustreras. Det är dock avgörande att påpeka att det kan vara stor skillnad på såväl olika deponier som på olika energiåtervinningsanläggningar. Med bra kontroll i hela processen och avancerad rökgasrening kan energiåtervinning ske med små utsläpp av luftföroreningar och farliga ämnen. Miljöskadorna och de externa kostnaderna blir då givetvis mycket lägre än om kontroll och rening är dålig.

Hur stor vinsten är av att hålla sig högre i trappan skiljer sig åt mellan olika avfallstyper. Det är också tänkbart att trappan, för vissa material, inte är en bra guide för att nå lägsta miljöpåverkan. För kraftigt förorenade material kan förbränning med energiåtervinning och bra rökgasrening ge upphov till lägre miljöskador och externa kostnader än vad exempelvis materialåtervinning eller återanvändning skulle göra. I det senare fallet skickas ju föroreningen tillbaka ut i samhället. Vi kan illustrera detta med en puckel på kurvan som anger de externa kostnaderna, se Figur 11.



Figur 11: Illustration av externa kostnader i olika steg av avfallstrappan, för ett kraftigt förorenat material.

Idealt skulle alla verksamhetsutövare betala för den externa kostnad som uppstår av det sätt de hanterar sitt avfall. Detta skulle då också förväntas påverka hela marknaden, uppåt i kedjan. En högre kostnad för att hantera avfallet från en viss produkt kommer innebära en lägre betalningsvilja för produkten från konsumenters sida. Detta ger producenter incitament att ta hänsyn till avfallshanteringen redan när de designar produkten, vilket alltså tagit oss hela vägen upp till trappans översta steg.

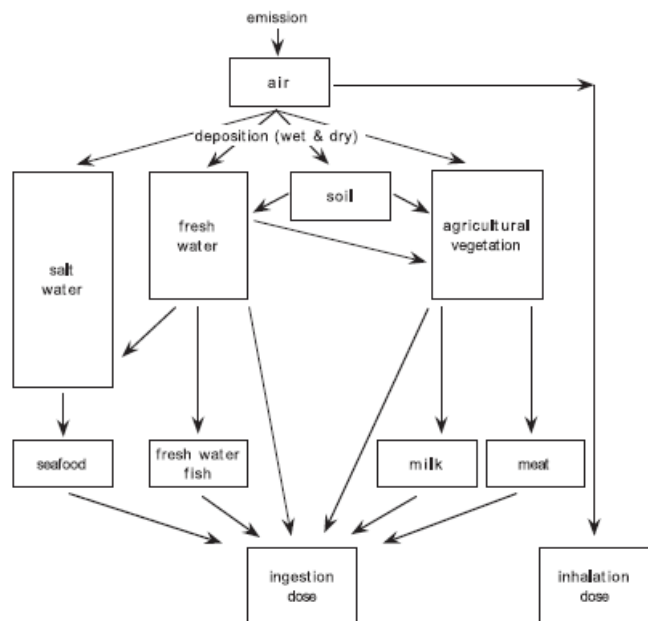
Den klassiska nationalekonomiska lösningen på problemet med miljöskador är att staten beslutar om en skatt som motsvarar den externa kostnaden. Om en aktör tar miljöansvar i energiåtervinningen så minskar de externa kostnaderna och följaktligen också behovet av en skatt. Att i praktiken utforma ett system där varje extern kostnad motsvaras av en perfekt skatt är omöjligt, bland annat på grund av kunskaps- och informationsbrister, liksom olika politiska system i länder mellan vilka handel med varor och avfall sker. Utformningen av miljöskatter inom avfallsområdet försvåras ytterligare av att såväl deponering som energiåtervinning och materialåtervinning kan vara många olika saker och ske med olika nivåer av miljöhänsyn.

Avfallshierarkin ger en god grund för långsiktiga strategier och allmänna prioriteringar men är likväl en förenklad modell som måste implementeras med hänsyn till faktiska förhållanden. När såväl externa som företagsekonomiska kostnader tas in i kalkylen kan en strikt tillämpning av hierarkin i vissa fall ifrågasättas. Frågan blir ibland inte **om** avfall ska deponeras, förbrännas eller återvinnas utan **hur mycket** samt **vilket** avfall som ska hanteras på respektive sätt. Samhällsekonomisk analys kan bidra till att svara på dessa frågor. [22]

Samhällsekonomiska analysmetoder

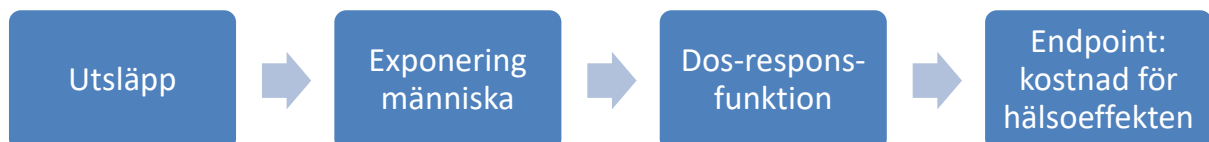
Miljöekonomisk forskning har under lång tid strävat efter att sätta priser på miljöeffekter. Därför finns det gott om s.k. schablonsiffror att utgå från för att bedöma de samhällsekonomiska effekterna av till exempel energiåtervinning.

Schablonsiffror kan exempelvis bygga på uppmätta hälsoeffekter av att ett visst kemiskt ämne förekommer i miljön och att dessa hälsoeffekter sätts i relation till de sjukvårdskostnader som uppstår. Om exempelvis ett kilo kadmium släpps ut innebär det givetvis inte att människor exponeras för den mängden. Detta är en av de största svårigheterna med att bedöma effekterna av exempelvis tungmetaller: Vart tar kadmium vägen när det släpps ut i luft eller vatten och i hur hög grad når det människor, djur eller växter? Om materialet som innehåller kadmium istället materialåtervinns, hur kommer människor då att komma i kontakt med det?



Figur 12: Vägen från utsläpp till mänsklig exponering. Bild från Rabi et al 2008.

Figuren nedan visar grovt de samband som behöver förstås för att göra en värdering av den samhällsekonomiska kostnaden av ett visst utsläpp. Osäkerhet råder kring sambandet mellan varje del i effektkedjan.



Figur 13: Schematisk bild av effekter att kvantifiera för värdering.

I fallet kadmium har Kemikalieinspektionen exempelvis bedömt att frakturer som orsakas av benskörhet (ett av två stora problem med ämnet, det andra gäller njurskador) till följd av att människor får i sig kadmium kostar drygt 4 miljarder kronor per år i Sverige [23]. Genom att sätta detta i relation till mängden kadmium som släpps ut i naturen varje år har konsultfirman Anthesis Enveco bedömt att den samhällsekonomiska kostnaden per kg kadmium som befolkningen exponeras för uppgår till 145 miljoner kronor, endast för effekten på benskörhet. [24] Denna höga summa avser alltså endast den mängd som människor exponeras för. Kostnaden per kg kadmium som släpps ut är betydligt lägre, eftersom det mesta av ämnet aldrig når människor.

Anthesis Enveco har också, på uppdrag av Jordbruksverket, tagit fram underlag för en samhällsekonomisk prisdatabas som kan användas för samhällsekonomiska analyser. Databasen bygger på värderingar från olika forskningsprojekt men innebär grova förenklingar (exempelvis kring

ämnens påverkan på människor). Enligt rapportförfattarna är detta rimligt för att slippa tidskrävande analyser för varje enskild substans. [24]

I EU-projektet ESPREME [25] gjordes samhällsekonomiska värderingar av utsläpp av sex hälsofarliga tungmetaller. Värderingarna byggde på data från andra källor och sorterades utifrån om tungmetallen släpptes ut i luft, vatten eller jord. De olika studierna tydliggör komplexiteten och osäkerheten i samhälls- och miljöekonomiska värderingar. Exempelvis har utsläppskostnaden för bly till luft i en studie värderats till 16,8 EUR/kg [25], medan en annan studie fann att samma utsläpp kostar samhället 34 627 EUR/kg [26], en skillnad på faktor 2 000. Skillnaden beror på olika angreppssätt och metod, där den högre siffran bygger på utsläppets påverkan på flera hälsoaspekter i en norsk kontext och den lägre siffran på ekosystemeffekter i en europeisk kontext. En anledning till stora variationer i värderingarna som gäller såväl utsläpp av giftiga ämnen som utsläpp av växthusgaser är hur tidsperspektivet hanteras. Klimatförändringen förväntas leda till katastrofala konsekvenser på sikt och tungmetaller bryts inte ned utan finns kvar i naturen och kan bioackumuleras i näringskedjor. Ofta används en s.k. diskonteringsränta, vilken signalerar att vad som händer i närtid värderas högre än vad som sker långt fram i tiden. Hur diskonteringsräntan bör användas är en stor fråga, framför allt inom klimatekonomin, där valet av ränta ger stor påverkan på klimatförändringens kostnader. Med ett kortsiktigt perspektiv används en högre diskonteringsränta, vilket kan innebära att en total ekonomisk kollaps på 100 års sikt kan bli i stort sett betydelselös i dagens kalkyler.

Kan man ens använda samhällsekonomiska värderingar när osäkerheterna är så stora? Problemet med att inte göra det är att miljö- och hälsoeffekterna riskerar att implicit sättas till noll. De värderingsstudier vi använder i denna rapport bygger alla på forskning och flera av dem har refererats av institutioner som exempelvis EU-kommissionen. Vi använder genomsnitt och medianvärden från flera studier för att undvika extrema resultat. Det är troligtvis ofrånkomligt att osäkerhetsintervallen är stora, inte minst för utsläpp av tungmetaller där kunskapsläget kring miljö- och hälsoskador är stora. Osäkerheten är förstås mycket stor även vad gäller skadekostnaden för koldioxid, men där har en tydligare praxis utarbetats eftersom antalet studier och cost-benefit-analyser är många. Dessutom är den totala skadekostnaden inte beroende av var utsläppen sker, vilket minskar komplexiteten. Även om den underliggande osäkerheten är minst lika stor (om inte större) kring klimatförändringens konsekvenser så är samsynen kring vilka siffror som bör användas jämförelsevis hög. Ofta ligger den svenska koldioxidskatten, 1140 SEK/ton koldioxidekvivalenter (CO_{2e}) till grund för värderingar av utsläpp av växthusgaser i Sverige.

Miljötjänsten beror på bränslevalet

Miljöeffekterna av olika avfallshanteringsmetoder skiljer sig åt beroende på vilka egenskaper som gäller för avfallet. Även om avfallstrappan generellt bör följas så finns det ett flertal faktorer att ta hänsyn till.

- Tekniska förutsättningar för exempelvis materialåtervinning.
- Miljö- och hälsoeffekter av olika val.
- Alternativ hantering av respektive material

De tekniska förutsättningarna för materialåtervinning är viktiga för vilken hantering av olika materialtyper som är bäst ur såväl miljömässigt som ekonomiskt hänseende. Idag är exempelvis

kapaciteten att materialåtervinna plast begränsad, bland annat eftersom det finns så många olika typer av plast. Detta leder till att en viss andel av den plast som sorteras ut för materialåtervinning förbränns. Samtidigt förbättras de tekniska möjligheterna i regel med tiden, ofta påskyndat av ekonomiska möjligheter och/eller politiskt intresse.

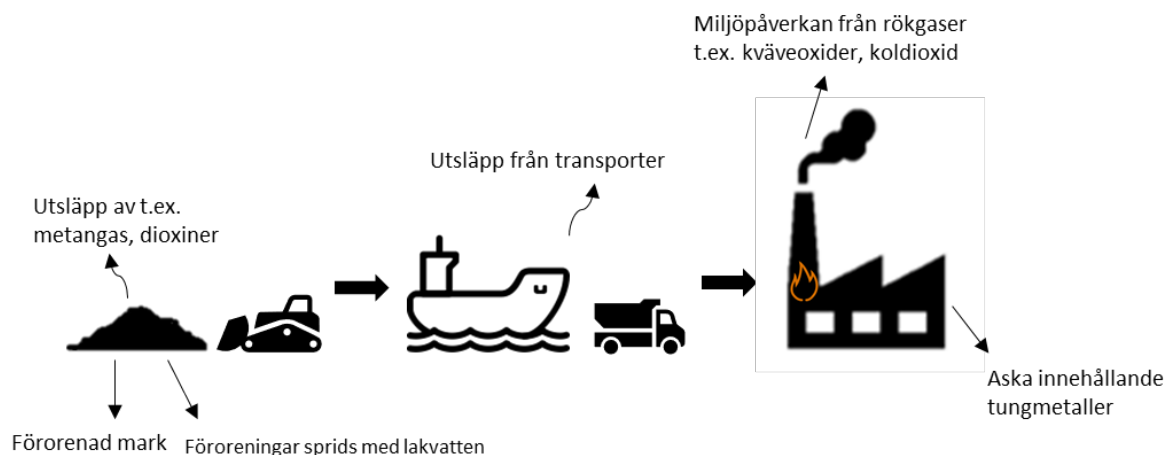
Material med stort innehåll av tungmetaller och andra farliga ämnen bör inte materialåtervinnas. Det slår exempelvis Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket fast [12]. European Environmental Bureau (EEB) skriver samma sak i en skrivelse om persistenta organiska föroreningar [27]. När alternativet materialåtervinning inte står till buds får energiåtervinning anses vara ett godtagbart alternativ, så länge utsläppen till luft och vatten kan hållas till ett absolut minimum. Det gäller tungmetaller som kan omhändertas i askan och, i än högre grad, organiska miljögifter som är svåra att hantera men som kan destrueras förhållandevis väl vid förbränning. Även om materialåtervinning generellt sett är bättre ur resurssynpunkt finns risker med att återcirkulera farliga ämnen, med följden att människor ånyo exponeras för produkternas miljögifter.

Allt detta beror förstås på vilken alternativ hantering av materialet som energiåtervinningen ersätter. Om förorenade material återvinns spelar det givetvis stor roll ifall de används till matförpackningar, där den mänskliga exponeringen kan bli direkt och stor, eller om materialet går till en industriell användning med liten mänsklig exponering. Även om alternativet är deponering spelar typen av deponi roll, exempelvis hur bra skydd som finns mot urlakning av ämnen samt infångning av deponigaser.

Miljötjänst klimatnytta

Söderenergis verksamhet ger upphov till utsläpp av växthusgaser. Eftersom verksamheten samtidigt innebär att utsläppen kan minskas någon annanstans, så är nettoeffekten av verksamheten att utsläppen av växthusgaser minskar globalt [28].

Fjärrvärmens har historiskt bidragit till klimatnytta i Sverige, men idag måste den bedömas i relation till samtidens och framtidens förutsättningar. Fjärrvärme från avfallsförbränning ger i regel fortfarande kraft och värme med låga utsläpp, givet att rätt bränsle väljs. Dessutom kan utsläppen av växthusgaser minska kraftigt på annat håll om avfall som annars skulle deponerats och orsakat metanutsläpp används som bränsle. Nyttan av minskade metanutsläpp värderas här samhällsekonomiskt och ställs i relation till de miljökostnader som uppstår till följd av Söderenergis utsläpp av växthusgaser.



Figur 14 Miljöpåverkan från deponi till energiåtervinning. Stor klimatnytta kan uppstå eftersom metan från deponier har betydligt starkare klimatpåverkan än koldioxidutsläpp från förbränning.

Till de utsläpp som räknas till Söderenergis direkta klimatpåverkan hör skorstensutsläpp från produktionsanläggningar, transporter, tjänsteresor samt arbetsmaskiner. Förbränningen av bränslekross (avfall) och torv gav upphov till den största delen av Söderenergis direkta klimatpåverkan under 2015. Under 2016 fasades torv ut som bränsle.

Enligt Söderenergis klimatkavslut för Södra Stockholms fjärrvärmenät (SSF) 2015 ledde Söderenergis verksamhet till att utsläpp av mer än 234 000 ton CO₂e (i form av metan) undveks till följd av minskad deponering av avfall. Samtidigt ledde förbränningen av avfall och andra bränslen givetvis till utsläpp – dessa uppgick tillsammans med Söderenergis indirekta utsläpp till ca 288 000 CO₂e under 2015. Tar man dessutom hänsyn till utträngningen av annan el- och värmeproduktion så ledde Söderenergis verksamhet under 2015 till undvikna utsläpp på mer än en miljon ton CO₂e, eller en nettoeffekt på 796 400 CO₂e.² Trafikverkets rekommendation för samhällsekonomiska beräkningar som inkluderar klimateffekter är att utsläpp av växthusgaser värderas till 1 140 SEK/tCO₂e, samt att känslighetsanalys görs mot ett högre värde à 3 500 SEK/tCO₂e. Den totala effekten på systemnivå är alltså en klimatnytta värd uppåt en miljard kronor.

Tabell 1: Utsläppsberäkningar från Profu, med Samhällsekonomiska värden.

Systemgräns	Klimateffekt	Samhällsekonomisk effekt	Samhällsekonomisk effekt, känslighetsanalys
Bruttoutsläpp av växthusgaser	287 904 CO ₂ e	328 210 560 kr Kostnad	1 007 664 000 kr Kostnad
Nettoutsläpp, hänsyn till undviken deponi	53 708 CO ₂ e	61 227 120 kr Kostnad	187 978 000 kr Kostnad
Netto, undviken deponi och alternativ el och värme	-796 403 CO ₂ e	-907 899 420 kr Nytta	-2 787 410 500 kr Nytta

² För mer information, se klimatkavslutet [28].

http://www.soderenergi.se/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive_FileID=8b2c1b2c-080b-43e7-bf28-b8391813588f&MediaArchive_ForceDownload=true

Osäkerheterna kring de externa kostnaderna för utsläpp av växthusgaser är mycket stora, och med Trafikverkets högre siffra för känslighetsanalys skulle Söderenergis totala klimatnytta kunna uppgå till nära 2,8 miljarder kronor. Mycket talar för att kostnaderna för klimatförändringen underskattas och därför är det sannolikt att värdet av miljötjänsten ligger i den högre delen av intervallet [29].

Miljötjänsten "avgiftning"

Att identifiera och begränsa farliga ämnen är en viktig del i avfallshanteringen och ett resurseffektivt samhälle. Detta gäller inte minst i omställningen till en cirkulär ekonomi, där materialet förväntas cirkulera i samhället under lång tid och då måste vara säkert för användarna. EU-kommissionen har under 2017 arbetat med en konsultation kring hur strategin för en cirkulär ekonomi kan kombineras med regleringar kring avfall, produkter och kemikalier. Två av de problem som berörs är 1) otillräcklig information om farliga ämnen (substances of concern) i produkter och avfall, samt 2) farliga ämnen i återvunna material, s.k. "legacy substances". I konsultationen beskrevs problemet på följande sätt:

"För närvarande finns det inget allmänt ramverk för att hantera närvaron av farliga ämnen i återvunnet material och i artiklar gjorda av sådana material. I synnerhet finns ingen överenskommen metod för att avgöra de totala kostnaderna och nyttorna för samhället med användningen av återvunna material innehållande farliga ämnen, jämfört med bortskaffande, inklusive energiåtervinning från avfallet, och effekterna av produktion av jungfruligt material om återvinning förhindras."

I Naturvårdsverkets vägledning för ökad säker materialåtervinning [30] står följande: "Återvinn inte avfall som innehåller särskilt farliga ämnen på kandidatförteckningen" (enligt REACH-förordningen) och "Återvinn inte avfall som innehåller långlivade organiska föroreningar eller andra begränsade ämnen". Vi ska här analysera och diskutera miljönyttor och -kostnader av att genom avfallsförbränning sortera ut sådana ämnen ur avfallet, destruera eller anrika dem i askan och ta hand om dem på ett säkert sätt.

Analysen fokuserar på följande ämnen: Arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kvicksilver (Hg) och bly (Pb). Fyra av de fem angivna ämnena finns på Världshälsorganisationen WHO:s lista över *10 chemicals of major public health concern*. Undantaget är krom, vars toxicitet beror på i vilken form ämnet förekommer. Sexvärt krom (Cr VI) är den form som är knutet till störst hälso- och miljörisker. Mer information om de fem tungmetallerna finns i appendix.

Kadmium är av europeiska kemikaliemyndigheten (ECHA) klassat som *Substance of Very High Concern* (SVHC), och finns på kandidatlistan över utfasningsämnen, som idag omfattar 174 ämnen. För att klassas som SVHC ska ämnet vara antingen cancerogen, mutagen, reproduktionstoxiskt, långlivat, bioackumulerande och toxiskt (PBT) eller mycket långlivat och mycket bioackumulerande (vPvB). Att ett ämne *inte* är upptaget på kandidatlistan skall dock inte alls tolkas som att ämnet inte är farligt. I exempelvis Naturvårdsverkets vägledning för ökad säker materialåtervinning anges kvicksilver, kadmium och bly som "särskilt farliga ämnen".

Ett flertal vetenskapliga studier har värderat miljö- och samhällsekonomiska kostnader av tungmetaller och andra farliga ämnen. Allra vanligast är att studera hälsoeffekter av att människor

utsätts för ett visst ämne och att koppla dessa hälsoeffekter till samhällsekonomiska kostnader, exempelvis genom att studera vårdkostnader [23] eller ekonomiskt bortfall till följd av lägre IQ som beror på att personer utsätts för t.ex. tungmetaller som barn [31]. De flesta studier gör detta genom att studera en viss spridningsväg, koppla utsläppen till ett visst medium och exponeringen för människor, och därefter koppla exponeringen till exempelvis ett sjukdomsfall (sjukdomen kallas endpoint i den vetenskapliga litteraturen).

Tabellen nedan visar att utsläpp till luft är det vanligast studerade utsläppsförloppet i de forskningsartiklar som ligger till grund för den aktuella analysen. Kadmium är den vanligast studerade tungmetallen i dessa studier. Studierna som ligger till grund för detta är: Anthesis Envecos rapport för Jordbruksverket 2017 [24]; EU-kommissionens jämförelse mellan deponi och avfallsförbränning från år 2000 [26]; Vetenskaplig studie från Spadaro och Rabl, 1999 [32]; Rapport från forskningsprojektet ESPREME [25]; Vetenskaplig studie av Nedellec och Rabl, 2016 [31].

Tabell 2 – Vanligast studerade utsläppsförloppet per ämne

Ämne	Luft	Vatten	Jord	Totalt
Arsenik	5	2	2	9
Kadmium	7	4	4	15
Krom (CrVI)	4	2	1	7
Bly	4	2	2	8
Kvicksilver	4	2	2	8

Studierna är sällan exakt jämförbara och även om två studier berör utsläpp av kadmium till luft, så kan olika antaganden göras om spridningen av ämnet och olika hälso- eller miljöeffekter vara i fokus. Komplexiteten är mycket stor och som framgår av Figur 12 på sida 24 kan utsläpp till luft förväntas falla ned och kontaminera såväl jord som vatten. Därefter kan tungmetallen i fråga nå människor genom odlade grödor (från jord) eller fisk (från vatten). Tabellen nedan anger medel- och medianvärden för samhällsekonomiska kostnader för de fem tungmetallerna, oavsett vilket medium ämnet släpps ut till.

Tabell 3 – Medel- och medianvärden för samhällsekonomiska kostnader

Ämne	Antal värderingar	Medelvärde (SEK/kg)	Medianvärde (SEK/kg)	Lägsta värde (SEK/kg)	Högsta värde (SEK/kg)
Arsenik	9	14 188 kr	4 900 kr	2 kr	67 593 kr
Kadmium	15	66 716 kr	1 874 kr	199 kr	1 342 084 kr
Krom (CrVI)	7	73 657 kr	708 kr	10 kr	1 906 099 kr
Bly	8	17 827 kr	1 774 kr	13 kr	335 578 kr
Kvicksilver	8	85 092 kr	43 278 kr	262 kr	495 226 kr

Genom stickprover vet Söderenergi med någorlunda säkerhet hur stora mängder av respektive ämne de tar emot. Genom att studera de mängder av avfall respektive skogsbränsle som använts vid Igelstaverken under 2016 och multiplicera dessa mängder med medianvärdena i tabellen ovan så uppgår den totala miljöskadekostnaden, om allt detta skulle släppas ut, till mer än 189 miljoner

kronor. Om vi istället multiplicerar med medelvärdet för varje ämne så är kostnaden så hög som 3 518 miljoner kronor. Detta innebär inte att den samhällsnytta som Söderenergis hantering av tungmetallerna kan värderas så högt, eftersom även deponering och materialåtervinning kan innebära att en viss andel av ämnena hålls undan från människor och miljö. Vad som kan sägas är att med Söderenergis rening av rökgaser och hantering av förorenad aska hålls dessa potentiella samhällskostnader till ett minimum. Vad gäller såväl deponering som materialåtervinning är kunskapen om och kontrollen av vad som händer med de farliga ämnena betydligt mer bristfällig.

Av den totala mängden av de fem tungmetallerna kom 97,8 procent (räknat i vikt) från avfall och resterande del från skogsbränsle. Detta trots att skogsbränslet stod för mer än en tredjedel av inkommande bränsle (räknat i vikt) 2016, vilket tydliggör att tungmetaller förekommer i betydligt högre grad i avfallet än i skogsbränslet. Halterna per ton är många gånger högre i RT-flis än i skogsbränsle, för bly mer än 80 gånger högre.

Samhällskostnad per bränsletyp

För att bedöma vilka bränslen som ger upphov till störst potentiella samhällskostnader har halterna i ett antal olika material studerats. Medelvärdet av de fem tungmetallerna arsenik, kadmium, krom, kvicksilver och bly i tre olika avfallstyper (SRF³ och RT uppdelat i importerat och inhemskt) anges i tabellen nedan. Där framgår att halterna av samtliga ämnen förutom arsenik är högre i gummi/plast än i övriga materialslag. Returträ från Storbritannien innehåller mer bly, vilket troligtvis härrör från blyfärg. Arsenik är också högre i Rt än i annat avfall, vilket sannolikt beror på impregnerat trä.

Tabell 4 - Genomsnittlig förorening per bränsletyp

Bränsle	As (mg/kg ts)	Cd (mg/kg ts)	Cr (mg/kg ts)	Hg (mg/kg ts)	Pb (mg/kg ts)
Gummi/plast	4	11	132	0,5	284
SRF	13	2	89	0,1	160
SRF Imp	2	1,8	89	0,1	84
Rt	24	0,5	43	0	52
Rt Imp	23	0,7	47	0,1	181

Multiplicerar vi dessa halter med respektive skadekostnad blir det tydligt att gummi/plast är den materialtyp som har högst potentiell miljöskada. Halterna av kadmium och kvicksilver är flerfaldigt högre i denna materialtyp än i de övriga. Inhemskt returträ har förhållandevis låga halter och den potentiella samhällskostnaden är jämförelsevis låg för detta materialslag.

³ Brännbart verksamhetsavfall.

Tabell 5 – Total samhällskostnad per bränsletyp (median och medelvärde)

Bränsle	Samhällskostnad (SEK/ton) (median)	Samhällskostnad (SEK/ton) (medel)
Gummi/plast	659 kr	15 619 kr
SRF	419 kr	9 734 kr
SRF Imp	230 kr	8 210 kr
Rt	241 kr	4 468 kr
Rt Imp	473 kr	7 070 kr

För att skapa största möjliga miljötjänst vid avfallsförbränning bör material väljas där förbränning kan ske med små miljö- och hälsoeffekter, samtidigt som den alternativa hanteringen har större miljö- och hälsoeffekter.

Kostnader för Söderenergis utsläpp av tungmetaller

Precis som i fallet med klimatnyttan så sker samtidigt utsläpp av farliga ämnen från Söderenergi. Miljönyttorna av verksamheten måste givetvis sättas i proportion till kostnaderna. Söderenergis utsläpp till luft respektive vatten från IKV under 2016 presenteras i [Tabell 6](#).⁴

Tabell 6 - Söderenergis utsläpp till luft och vatten

Ämne	Utsläpp till luft (kg)	Utsläpp till vatten (kg)
As	2,38	1,45
Cd	0,24	0,05
Cr	12,75	0,72
Pb	7,58	2,32
Hg	1,27	0,02

Den totala samhällskostnaden för detta har beräknats genom att ta genomsnittliga värden för utsläpp till luft respektive vatten från de vetenskapliga källor som refererats ovan. För att inte underskatta kostnaden har utsläppen även multiplicerats med den högsta värderingen för respektive ämne. Den troliga samhällskostnaden för dessa utsläpp uppgår till 1,7 miljoner kronor. Använder vi de högsta tänkbara värderingarna är skadekostnaden drygt 30 miljoner kronor. Av den högre siffran härrör 85 procent till utsläpp av krom, där de högsta skadekostnaderna är baserat på sexvärt krom. Totalkostnaden blir därför utan tvekan en överskattning, eftersom inte allt krom bildar sexvärt krom. Mer information om de fem studerade tungmetallerna nedan.

⁴ Utsläpp till vatten från Naturvårdsverket. Utsläpp till luft, preliminära siffror från Jan-Erik Haglund.

Intressentanalys

Naturskyddsföreningen – Therese Jacobson

Therese Jacobson (hädanefter TJ) är Fil. Dr i tillämpad miljövetenskap, ekotoxikologi och arbetar som avdelningschef för Miljögifter på Naturskyddsföreningen.

I korthet:

- I en ideal värld har avfallsförbränning en roll som omhändertagare av det avfall som inte bör cirkulera - miljönytta.
- Problematik – informationsbrist kring avfallets innehåll, transparens
- Branschöverskridande standards, lagstiftning och regelverk – polluters pay principle

TJ:s spontana reaktion efter beskrivningen av konceptet miljönytta av avfallsförbränning är att det är en något förenklad och idealiserad bild av sopförbränning. Resurser bör tillvaratas högre upp i avfallstrappan, förbränning är det sista steget att faktiskt nyttja resursen och att jämföra med deponi är därför att lägga ribban lite lågt.

Sett till de allvarligaste riskerna med sopförbränning ur ett miljöperspektiv räknas transporterna av avfallet, de miljögifter som bildas vid förbränning och deponi av aska innehållande farliga ämnen. TJ lyfter också frågan kring vikten av ständig mätning och kontroll av rening vid förbränning, även under start och avstängning. Att öka transparensen kring utsläpp vore mycket bra och om Söderenergi kan bidra till det så är det värdefullt.

I en idealisk värld, med bra information och transparens, är den potentiella miljövinsten att farliga ämnen som inte ska cirkulera destrueras. Sopförbränning bidrar på så sätt till en miljönytta i form av omhändertagande och energi. Övrigt avfall bör materialåtervinnas eller återanvändas. TJ menar dock att problematiken idag är bristen på information, att kraftigt öka informationsflödena i leverantörskedjorna och gentemot avfall- och återvinningsindustrin samt konsumenter och myndigheter är högst väsentligt i en cirkulär ekonomi.

Incitamenten för att öka materialåtervinning och återanvändning måste förbättras. Att importera sopor kan minska incitamenten i exportlandet att bygga system för återbruk och återvinning. TJ menar att det krävs stora satsningar på materialåtervinningstekniker samt system och lagstiftningar på lokal, nationell och internationell nivå.

TJ är kluven i frågan att sätta ett monetärt värde på miljönytta/kostnad och menar att det blir lättare att ta hänsyn till miljöaspekter i konkreta arbetet, men oerhört svårt att bedöma riktigheten.

Anna Björklund, forskare på KTH

Anna Björklund (hädanefter AB) är docent vid KTH och forskar främst kring livscykelanalyser, bland annat inom avfallssystem.

I korthet:

- Avfallsförbränning med energiåtervinning har miljövinster i dagsläget, både vad gäller undviken deponi och omhändertagande och destruktion av farliga ämnen.
- Tidsperspektivet är viktigt. Det som är en miljötjänst idag behöver inte vara det framöver.
- Avfallssystemet kan inte ändras utan att produktionen av varor och material förändras.

AB tycker att man ska utgå från att det nästan alltid är bättre att förbränna än att deponera och att återvinna är bättre än att förbränna. Tekniska begränsningar sätter visst stopp för hur mycket som kan materialåtervinnas i dagsläget. Plast skulle kunna läggas på hög under en övergångsperiod, om vi tror att återvinningstekniken kommer förbättras så pass mycket att allt kan återvinnas i framtiden. Fördelen med det är också att fossila utsläpp undviks.

Angående förbränning av importerat avfall menar AB att det är bättre att avfallet kommer till Sverige än att det deponeras i länder där det saknas alternativ. Hon lyfter tidsperspektivet som viktigt i denna fråga – det finns en miljönytta med avfallsimport idag och under överskådlig framtid, men inte på lång sikt. Svensk avfallsförbränning och energiåtervinning ligger dock bra till vad gäller reningsgrad på EU-nivå, vilket är positivt för svensk avfallsförbränning.

Tidsperspektivet är centralt även när vi talar om miljötjänsten att avgifta kretsloppet. I vissa fall är det bättre att förbränna avfall för att destruera farliga ämnen och ta hand om exempelvis tungmetaller och just nu finns inget bättre alternativ. AB påpekar dock att det är kortsiktigt att bränna. Sverige tog ett steg i rätt riktning genom att flytta avfall från deponi till förbränning och vi bör arbeta för att ta ett steg till. På lång sikt får vi inte fastna i förbränning.

AB lyfter att det är svårt att veta vad som har störst skada på miljön av att a) tillverka produkter av återvunnet material där farliga ämnen kanske cirkulerar eller b) tillverka produkter av nytt material, där ur ett livscykelperspektiv nya farliga ämnen sprids.

”Långsiktigt ska vi inte förbränna mer än det som är så förorenat att vi inte tekniskt kan återvinna det. Men långsiktigt ska vi inte fastna i förbränningen. Samtidigt ska vi inte bara för sakens skull återvinna allt, om det kostar mer än det smakar att återvinna. Kostnaden för återvinning kommer förmodligen vara olika idag och om tio eller tjugo år. Vi kan inte ändra avfallssystemet utan att samtidigt ändra på tillverkningen av produkter och material och vi kan inte ta nästa steg uppåt i avfallstrappan så länge vi har ett förorenat kretslopp.”

På frågan om hur avfallsförbränning påverkar den övriga avfallshierarkin menar AB att det finns en risk att avfallsförbränning cementerar ett långsiktigt ohållbart system. Ett avfallsbolag bör signalera att man tar hand om material som ingen annan kan ta hand om och att förbränning går hand i hand med utsortering av återvinningsbart material. Som avfalls- och förbränningsaktör bör man ha en blick för vartåt utvecklingen leder. Om samhället går i mer cirkulär riktning så bör man ta en position som fungerar i ett mer cirkulärt samhälle.

Apropå förbränningsskatt menar AB att en skatt måste styra mot de problem som behöver lösas. En skatt på fossilt kol vore exempelvis rimligt, men eftersom det är positivt att rena bort vissa miljögifter kommer det eventuellt att behövas ett annat system för att hantera det.

Daniel Slunge, miljöekonom på Göteborgs universitet

Daniel Slunge (hädanefter DS) har inte arbetat mycket med avfallssystemet, däremot med miljöekonomiska effekter av hälsoproblem. DS lyfter fram svårigheterna med samhällsekonomiska analyser av hälsoeffekter, där utsläppet av ett visst ämne kopplas till en viss s.k. endpoint, dvs själva hälsoeffekten (men det kan också vara en effekt på ett ekosystem, exempelvis). Ofta råder stor osäkerhet om flera av dessa samband, vilket försvårar analysen och ger stora osäkerhetsintervall i de samhällsekonomiska värderingarna.

DS tycker att Söderenergis ambition att analysera sin påverkan på samhällets hantering av farliga ämnen är lovvärd och att det är viktigt att avgifta kretsloppen. Under hösten 2017 kommer flera forskningsprojekt att startas upp kring frågor om kemikalier och DS är öppen för att ha mer kontakt med Söderenergi framöver.

Maria Noring, miljöekonom Kemikalieinspektionen

Maria Noring (hädanefter MN) är Fil Dr och har tidigare forskat på KTH, bland annat om de samhällsekonomiska kostnaderna för utsläpp av olika farliga ämnen. Hon arbetar idag på Kemikalieinspektionen. Vi intervjuade henne för att diskutera vad man kan säga och inte om samhällsnyttorna med avfallsförbränning.

I korthet:

- Det samhällsekonomiska perspektivet är teoretiskt korrekt, men ibland svårt att genomföra i praktiken, eftersom många alternativa scenarier måste förstås.
- Genom att förstå storleksordningarna för olika kostnader och nyttor kan man agera mer välinformerat.

På frågan om ifall svensk avfallsförbränning av importerat avfall skapar nytta eller ej så håller MN med om att förbränning med bra rening torde skapa en miljönytta om alternativet är deponi. Det svåra är att veta om alternativet verkligen är deponi. Hon påpekar också att det inte nödvändigtvis är så att svensk import står mot vare sig bättre eller sämre hantering i det exporterande landet. Ett alternativt scenario är att materialet säljs till någon annan på världsmarknaden istället.

En ordentlig samhällsekonomisk analys skulle behöva mycket information om vad som hänt med avfallet i annat fall (s.k. kontrafaktisk analys). Detta försvårar analysen. För att veta nyttan av att förbränna och ta hand om tungmetaller skulle vi exempelvis behöva veta hur tungmetallerna agerar i ett återvunnet material och hur det påverkar människor. Det kan bli andra spridningsvägar och eventuellt andra hälsoeffekter när man exponeras för tungmetaller genom återvunnet material. Vi skulle behöva förstå detta bättre, enligt MN. En del ämnen förstörs när man förbränner och då blir det enklare att tala om en nytta. Tungmetaller och exempelvis flamskyddsmedel förstörs ofta inte, vilket innebär att det blir många olika scenarier att jämföra.

MN anser att angreppssättet att tala om nyttorna i samhällsekonomiska termer är teoretiskt korrekt, men inte nödvändigtvis genomförbart. Kanske är det lättare att föra diskussionen om exempelvis tungmetaller på toxikologisk nivå, dvs identifiera hur riskerna med spridning av tungmetaller hanteras på bästa sätt. Kemikalieinspektionen kollar på sådana här frågor men har inga entydiga svar.

MN välkomnar Söderenergis intresse för att analysera de samhällsekonomiska effekterna av sin egen verksamhet. Som kommunalt bolag behöver de se till hela samhällets intresse, så de har starkare skäl än privata bolag att ta hänsyn till samhällsnytta. När externa kostnader inte är internaliserade så kan man åtminstone lyfta frågan och visa på vilka externa kostnader och nyttor man ger upphov till och berätta om hur företaget agerar för att minska dem. Denna typ av analys kan också visa storleksordningarna för olika kostnader och nyttor och företaget kan då bättre förstå hur största samhällsnytta kan skapas.

MN menar att det i vissa fall kan vara rimligt att helt förbjuda vissa utsläpp, oavsett vad en samhällsekonomisk analys visar. Detta gäller inte minst de långlivade och bioackumulerande ämnena, bland annat tungmetaller, vars konsekvenser på lång sikt vi inte kan förutse.

Elisabeth Kock, miljöekonom på Naturvårdsverket

Elisabeth Kock (hädanefter EK) har arbetat med avfallsfrågor för Naturvårdsverket under en längre tid, bl.a. med ett regeringsuppdrag om etappmål för mer återvinning, hållbar textil etc.

I korthet:

- Fokus är på att öka återvinningen.
- Vissa material bör idag inte återvinnas då de innehåller farliga ämnen som inte ska återcirkuleras. Fokus bör ligga på uppströmsarbete.
- Genom att vara tydliga och transparenta angående farliga ämnen kan en aktör som Söderenergi sätta press på aktörer uppströms att ha bättre koll.

Eftersom Naturvårdsverkets arbete i regel handlar om att komma uppåt i avfallshierarkin tittar de oftare på nyttan av att inte förbränna än tvärtom. De är dock intresserade av vad Söderenergis utredning visar och vill gärna läsa den.

Enligt EK är det svårt att svara på frågan om huruvida förbränning av importerat avfall ger nytta genom att minska deponier. Frågan om vad som hade hänt om Sverige inte importerat avfall är hypotetisk och belägg finns varken för att det skulle leda till mer deponi eller ökade investeringar i bättre system i ursprungsländerna.

Enligt EK är förbränning nödvändigt idag, i brist på annan behandling, för de avfallsmängder som inte lämpar sig för materialåtervinning. Detta har också konstaterats i flera rapporter. EK återkommer dock till att det viktigaste är att jobba uppströms. "Om man börjar se förbränningen som en nytta så finns det en risk att man inte jobbar uppströms."

På frågan om vilka miljövinster som kan uppstå till följd av förbränning så svarar EK att det är svårt att prata om miljövinster eftersom det är så mycket fokus på att samhället ska komma iväg från förbränning. Att förbränna material som innehåller farliga ämnen tar inte itu med det grundläggande

miljöproblemet – det är en dålig men kanske nödvändig väg för att undvika att materialet återcirkuleras. I analysen måste man inkludera hur vi skulle ersätta värmen om förbränningen upphör. Några av de största miljöriskerna med förbränning är utsläpp av växthusgaser samt utsläpp av dioxiner, enligt EK.

EK menar att den överkapacitet Sverige har på avfallsförbränning försvårar den ekonomiska avvägningen mellan förbränning och materialåtervinning. Förbränning är för billigt, relativt materialåtervinning. Ett sätt för förbränningsindustrin att bidra till att mildra det problemet är att själv avstå från att förbränna det som lämpar sig för materialåtervinning. Det saknas dock incitament att göra så.

EK tycker att förbränningsskatt skulle vara bra, men att frågan är komplicerad. En lagom hög skatt skulle ge en signal om att vi måste komma vidare uppåt i avfallshierarkin. Det vore dock motiverat med någon form av undantag för den förbränning som ger nytta genom omhändertagande av farliga ämnen.

Tomas Ekvall, forskare på IVL Svenska Miljöinstitutet

Tomas Ekvall (hädanefter TE) är senior forskare på IVL Svenska Miljöinstitutet och adjungerad professor på Chalmers.

I korthet:

- Att prata om sopor som en resurs – viktigt och unikt i vissa länder i Europa
- Rökgasrening, driftstörningar, plast – stora miljörisker
- Energiåtervinning har en viktig roll, finns ingen skarp gräns för materialåtervinning
- Problematiskt att sätta pris på miljövinster/risker – döljer komplexiteten
- Värderingsmetoder bör användas internt inom företag, inte externt.

TEs spontana reaktion kan sammanfattas i ett exempel han tar upp; ett energiåtervinningsbolag i Göteborg menade att de hade 100% återvinning. Men förbränning är inte detsamma som materialåtervinning! Att säga återvinning men mena energiåtervinning kan ge fel signaler till hushållen, minska incitamenten att källsortera, materialåtervinna.

I nuläget och i en nära framtid har förbränningsanläggningar i Sverige en viktig roll i avfallshanteringen, så länge det finns avfall som deponeras i Europa. I ett längre perspektiv är förbränning viktigt för de avfall som inte går att återvinna. Problematiskt idag då det inte finns någon skarp gräns för vad som inte ska (farligt, icke energieffektivt) materialåtervinnas. Till miljövinster hör; 1) det minskade behovet av andra bränslen för fjärrvärme och el 2) Minskad deponering av avfall i andra länder 3) Förbränning av material som inte ska återvinnas.

De allvarligaste miljöriskerna med sopförbränning menar TE uppstår om inte rökgasreningen fungerar som den ska, exempelvis vid upstart eller driftstörningar. Förbränning av det fossila innehållet i avfallet påverkar klimatet, utmaningen är att ha bra kontroller på värmevärde etc.

TE anser också att det finns flertalet systemaspekter som hör till frågan. Till exempel hur en större konkurrens från förbränningsanläggningar i utlandet påverkar hierarkin. Risken är att konkurrensen

tingar anläggningarna att sänka mottagningsavgiften och därmed minskar incitamenten för materialåtervinning. Samt hur avfallsimport påverkar folks syn på förbränning – ökar eller minskar det motivationen att källsortera?

Att utifrån värderingsmetoder sätta pris på miljönyttor/kostnader menar TE är förknippat med stor problematik då dessa priser ofta döljer den bakomliggande komplexiteten. Att förenkla är bra och ett sätt att skapa debatt och diskussion, kommunicera internt i företag, men att gå ut externt med siffror som kan variera av en faktor 1000, kan slå tillbaka.

Lars Ljungdahl, Naturskyddsföreningen Södertälje

Lars Ljungdahl är engagerade i den lokala Naturskyddsföreningen, kretsen Södertälje-Nykvarn.

I korthet:

- Fjärrvärmens skalfördelar möjliggör effektiv transport och avgasrening.
- Bättre att förbränning sker med bra rökgasrening i Sverige än okontrollerat utomlands.

LL anser att fjärrvärme är positivt ur miljösynpunkt, framför allt om rökgasreningen är bra. LL och den lokala Naturskyddsföreningen har varit på studiebesök på Igelstaverket och fått ett positivt intryck av verksamheten. Miljöriskerna bedöms som små. Den största miljöpåverkan och -risken ser LL i transporter, såväl båt som lastbil, av bränsle till anläggningen. LL jämför dock detta med en situation där varje fastighet behövde sköta sin egen uppvärmning, vilket skulle kräva betydligt mer transportarbete. Storskaligheten möjliggör effektivitet vad gäller såväl transporter som rökgasrening.

På frågan om hur LL ser på miljönyttan med att förbränna förorenade material som inte lämpar sig för materialåtervinning svarar LL att han har förtroende för att Söderenergi sköter det på ett bra sätt. Att Söderenergi är ett kommunalt bolag ökar incitamenten att sköta det bra och han hänvisar till nyheten om svenska båtar som skrotas på stränder i Indien⁵ som exempel på varför offentliga aktörer bör hantera farligt avfall.

Att det förorenade materialet importeras ser LL inget problem med. ”Om andra länder förbränner förorenat avfall på ett dåligt sätt så drabbar det även oss genom förorenade vindar och hav. Jag ser positivt på att vi importerar om vi gör det bra när vi bränner. Dessutom tar vi väl betalt för det, vilket är rimligt om vi gör de andra länderna en tjänst.”

Hur ser du på att sätta pris på miljörisker och –problem, samt på miljövinster?

Generellt sett är det bra att ha en kostnad för varje miljöskada. Det borde gälla alla produkter att när man köper dem så betalar man för återvinningen som kommer krävas, precis som vid gruvor där man lägger upp fonder för sanering efteråt. Återvinningskostnader kommer på så sätt in tidigare i kedjan.

Hur ser du på förbränningsskatt?

⁵ <https://www.dn.se/ekonomi/minst-tolv-svenska-fartyg-har-skrotats-i-indien/>

Är inte risken då att avfallet försvinner istället för att tas om hand på rätt sätt? Om man kan säkerställa att alla aktörer agerar korrekt så är det bra, men jag tror det finns en risk att man dumpar eller agerar tveksamt på olika sätt.

Diskussion och slutsatser

På senare år har ett ökat miljöfokus i samhället och strävan mot en mer cirkulär ekonomi inneburit att synen på avfall förändrats. Detta har bland annat inneburit att det restmaterial som fortfarande kan användas fått ett högre värde än tidigare, men även att den som kan ta hand om material som inte längre kan användas kan erbjuda en tjänst som har ett högre värde.

Energiåtervinning sker relativt långt ned i avfallstrappan så det är rimligt att politiska och ekonomiska krafter riktas mot att flytta materialflöden uppåt i trappan, för att samhället ska klara miljö- och klimatmålen. Den dag avfallssystemet är perfekt kommer förbränning att spela en mindre roll än idag. Men det lär ta tid att nå en sådan situation i Sverige, och i stora delar av övriga Europa rör det sig om decennier, så effektiv och kontrollerad förbränning med energiåtervinning lär vara viktigt under lång tid framöver. Detta innebär att miljönytta skapas, kort sagt att en miljötjänst uppstår.

I den här rapporten har vi, i grova drag, delat in miljötjänsten hos Söderenergi i två delar: klimatnytta (med fokus på minskade mängder deponerat avfall internationellt) och avgiftning av kretsloppen (med fokus på tungmetaller). På detta sätt har miljötjänsten konkretiserats och vi har kunnat räkna på de samhällsekonomiska effekterna (i fallet avgiftning med fokus på fem tungmetaller, även om detta givetvis skulle kunna utvidgas till andra ämnen framöver).

Rapportens viktigaste slutsatser är:

- Enligt de samhällsekonomiska värderingar som använts i beräkningarna är värdet av den miljötjänst Söderenergi kan göra när det gäller tungmetaller förmodligen i samma storleksordning som miljötjänsten på klimatområdet.
- Genom att minska de deponerade avfallsmängderna i andra länder och därigenom de globala nettoutsläppen av växthusgaser, kan Söderenergi skapa en samhällsekonomisk nytta. Den totala effekten på samhällets utsläpp av växthusgaser, framräknad i Söderenergis klimatkavslut för 2015, är en utsläppsminskning motsvarande 796 000 ton koldioxidekvivalenter. Denna minskning är värd 907 miljoner kronor enligt Trafikverkets rekommendation för samhällsekonomiska bedömningar av växthusgaser.
- Samhällskostnaden om de tungmetaller som kommer in till Igelstaverkets anläggningar skulle släppas ut ligger enligt uppskattningarna i rapporten på mellan 189 miljoner kronor och 3,5 miljarder kronor per år. Detta betyder inte att nyttan av Söderenergis hantering bör värderas lika högt som kostnaden för utsläpp, men det säger något om det samhällsekonomiska värdet av en säker hantering av dessa ämnen.
- Intervjuerna visar att det finns stort intresse för dessa frågor, framför allt bland forskare men även inom miljörörelsen. Det finns ett starkt fokus på att flytta material uppåt i avfallskedjan, men när avfallsaktörer lyfter frågan vilket avfall som ska flyttas uppåt så blir diskussionen rikare och mer mångbottnad.
- Tidsperspektivet är viktigt när miljötjänsten ska bedömas. På sikt måste deponiproblemen hanteras bättre i EU och då kommer miljötjänstens klimadel att bli mindre viktig. Detsamma gäller avgiftningen av kretsloppet, vars betydelse minskar när aktörer uppströms tar ansvar och skapar produkter fria från farliga ämnen. Än så länge, och under överskådlig tid, är förutsättningarna sådana att miljötjänsten är viktig och samhällsekonomiskt värdefull. För att den ska fortsätta vara det bör Söderenergi sträva efter att hantera det material där

förbränning med energiåtervinning har största möjliga miljöeffekt. Denna rapport ger en nulägesbild som kommer att behöva uppdateras för att behålla sin giltighet.

Söderenergi ligger i framkant bland svenska energiåtervinningsanläggningar när det kommer till kontroll på inkommande material och rökgasrening och kan därför erbjuda en värdefull tjänst för den som behöver bli av med avfall och som samtidigt vill minska sin miljöpåverkan.

Att företag väljer att vända sig till Söderenergi för miljötjänsten kan bero på styrmedel, som exempelvis deponiskatten i Storbritannien som tvingar brittiska avfallsaktörer att se sig om efter billigare sätt att hantera sitt avfall. Men det kan också bero på frivillighet – en önskan från företag att agera mer ansvarsfullt och resurseffektivt som får dem att se sig om efter företag som kan erbjuda en miljömässigt rimlig hantering av deras avfall. Om dessa företag förstår storleksordningen för de potentiella samhällsekonomiska kostnaderna av oansvarig hantering av farliga ämnen, torde deras vilja öka att lämna materialet till en ansvarsfull aktör.

För att miljötjänsten kring tungmetaller ska kunna kommuniceras med någorlunda säkerhet vore ytterligare mätning och tydligare data önskvärt. Genom att vara transparenta med denna data och med miljötjänsten kring tungmetaller och farliga ämnen skulle Söderenergi kunna flytta fokus i debatten och flytta ansvaret för miljöproblem uppåt i avfallstrappan. Kunskapen är idag låg kring vilka farliga ämnen som flödar genom samhället, men Söderenergi kan bidra med sådan kunskap.

Den miljötjänst som skapas innebär en möjlig förändring av hur Söderenergi, och potentiellt andra företag i branschen, kan definiera sin verksamhet och affärsmodell. Traditionellt har affären varit att sälja värme och el, medan avfall varit ett av flera möjliga bränslen. I takt med att samhället sätter ett högre värde på en ansvarsfull hantering av restmaterial, kan miljötjänsten vara en del av affären. Om ett pris tas ut för miljötjänsten så innebär det att ett ökat pris sätts på avfallets miljöpåverkan, vilket kan skapa en drivkraft uppåt i avfallstrappan, med ökad samhällsnytta som följd, också i ett internationellt perspektiv.

Referenser

- [1] G. Finnveden och O. Eriksson, "Energy Recovery from Waste Incineration : The Importance of Technology Data and System Boundaries on CO2 Emissions," *Energies*, vol. 10, 2017.
- [2] M. Ljunggren Söderman, O. Eriksson, A. Björklund, G. Östblom, T. Ekvall, G. Finnveden, Y. Arushanyan och J.-O. Sundqvist, "Integrated economic and environmental assessment of waste policy instruments," *Sustainability*, vol. 8, 2016.
- [3] Avfall Sverige, "Avfall Sverige - Avfallsstatistik," 17 november 2016. [Online]. Available: <http://www.avfallsverige.se/statistik-index/avfallsstatistik/annat-avfall-aen-hushaallsavfall/>.
- [4] SMED på uppdrag av Naturvårdsverket, "Avfall i Sverige 2014," juni 2016. [Online]. Available: https://www.scb.se/Statistik/_Publikationer/MI0305_2014A01_BR_MI0305BR1601.pdf.
- [5] A. Sverige, "Svensk avfallshantering," 2017. [Online]. Available: <https://www.avfallsverige.se/kunskapsbanken/avfallsstatistik/>.
- [6] A. Sverige, "Europeisk avfallsstatistik," Avfall Sverige, 17 november 2016. [Online]. Available: <http://www.avfallsverige.se/statistik-index/avfallsstatistik/europeisk-avfallsstatistik/>. [Använd 26 10 201].
- [7] European Parliamentary Research Service, "Circular economy package - four legislative proposals on waste," februari 2017. [Online]. Available: [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI\(2017\)599288](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2017)599288).
- [8] Naturvårdsverket, "Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser," 2018. [Online]. Available: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/>. [Använd 06 02 2018].
- [9] Naturvårdsverket, "Från avfallshantering till resurshushållning - Sveriges avfallsplan 2012-2017," 2012.
- [10] Avfall Sverige, "Metanoxidation på deponier," Avfall Sverige, [Online]. Available: <http://www.avfallsverige.se/om-avfall-sverige/deponering/deponigas/metanoxidation-paa-deponier/>.
- [11] Regeringen, "Avfallsflöden, behandlings kapacitet och prognoser," 2017. [Online]. Available: <http://www.regeringen.se/494abb/contentassets/c286a4ac8d8042a98266490bc13ddf7d/bilaga-2---avfallsfloden-behandlingskapacitet-och-prognoser.pdf>. [Använd 07 02 2018].

- [12 Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket, "Giftfria och Resurseffektiva Kretslopp –
] Vägledning för ökad och säker materialåtervinning," 2017.
- [13 Konjunkturinstitutet, Remiss av utredningen om Styrmedel för att förebygga uppkomst av avfall
] i syfte att främja en cirkulär ekonomi, 2017.
- [14 IVL Svenska Miljöinstitutet, "Avfallsimport och materialåtervinning," 2016.
]
- [15 S. M. Finnveden, E. Anna och B. Göran, "Styrmedel för ökad materialåtervinning," 18 6 2014.
] [Online]. Available:
<http://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b5222/1443174629613/B2196.pdf>.
- [16 IVL på uppdrag av Blocket, "Begagnathandelns klimatnytta," 10 maj 2013. [Online]. Available:
] http://www.ivl.se/download/18.422aa27a15260b0160f1a4/1453820203582/Beg.handel_klimat_nytta_rapport.pdf.
- [17 Statens offentliga utredningar, "Från värdekedja till värdecykel - så får Sverige en mer cirkulär
] ekonomi," 2017. [Online]. Available:
http://www.regeringen.se/49550d/contentassets/e9365a9801944aa2adce6ed3a85f0f38/fran-vardekejda-till-vardecykel-2017_22.pdf.
- [18 IVL, "Farliga ämnen måste fasas ut vid återvinning," IVL, 06 jan 2017. [Online]. Available:
] <http://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2017-09-06-farliga-amnen-maste-fasas-ut-vid-atervinning.html>.
- [19 J. Arbib och T. Seba, "Rethinking Transportation 2020-2030," RethinkX, 2017.
]
- [20 Tillväxtanalys, "Innovativ metallåtervinning för ökad resurseffektivitet," Myndigheten för
] tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser , Östersund, 2015.
- [21 Avfall Sverige, "Ökad materialåtervinning – Vad är energiåtervinningens roll?," 2013.
]
- [22 E. Samakovlis och R. Lundmark, Avfall – återvinna, bränna eller slänga, SNS Förlag, 2011.
]
- [23 Kemikalieinspektionen, "Samhällsekonomisk kostnad för frakturer orsakade av kadmiumintag
] via maten," Kemikalieinspektionen, 2012.
- [24 J. Wallström och T. Söderqvist, "Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i
] miljömåls-myndigheternas gemensamma prisdatabas," Anthesis Enveco, 2017.

- [25 ESPREME, "Estimation of willingness-to-pay to reduce risks of exposure to heavy metals and cost-benefits analysis for reducing heavy metals occurrence in Europe," 2007.]
- [26 European Commission, DG Environment, "A Study on the Economic Valuation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste," 2000.]
- [27 European Environmental Bureau, "POPs and the circular economy,"
] file:///Users/nilswestling/Downloads/Briefing-on-POPs-in-the-Circular-Economy.pdf, 2017.
- [28 Profu, "Klimatbokslut 2015: Södra Storstockholms fjärrvärmenät (SSF)," 2016.]
- [29 M. Karlsson och E. Alfredsson, "Klimatpolitik under osäkerhet: Kostnader och nyttor – bevis och beslut," KTH, 2016.]
- [30 Naturvårdsverket, "Vägledning för ökad och säker materialåtervinning," Naturvårdsverket,
] 2017.
- [31 V. Nedellec och A. Rabl , "Costs of Health Damage from Atmospheric Emissions of Toxic Metals. Part 1: Methods and Results," *Risk Analysis*, vol. 36, pp. 2081-2095, 2016.]
- [32 J. Spadaro och A. Rabl, "Estimates of real damage from air pollution: Site dependence and simple impact indices for LCA," *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1999.]
- [33 Livsmedelsverket, "Kvicksilver," 30 10 2017. [Online]. Available:
] <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver>.

Appendix: De fem studerade tungmetallerna

Arsenik, As

CAS no.: 7440-38-2

Akut toxiskt, miljöfarligt, cancerogent. Toxiskt vid inandning och förtäring, mycket toxiskt för vattenlevande organismer, med långvariga effekter.

Arsenik är ett grundämne, en halvmetall som förekommer naturligt i berggrunden och därmed också i grundvattnet. Arsenik förekommer i höga halter i grundvattnet i vissa länder. Förhöjda halter av arsenik i grundvatten förekommer i Sverige t.ex. inom Bergslagens och Skellefteåfältets malmområden, men allmänt sett är halterna i grundvatten i Sverige låga.

Tidigare har gruv- och metallindustrin varit en stor källa till utsläpp av arsenik. Ämnet används industriellt i metall-, glas-, pigment-, läder- och textilindustrin samt till träimpregnering (exempelvis så kallat CCA-impregnerat trä). Arsenik har framförallt använts som träsnyddsmiddel, bekämpningsmedel och som metall i legeringar, samt i glas, pigment-, lädergarveri- och textilindustrin. Användningen i träsnyddsmiddel och glastillverkning är nu helt utfasad i Sverige.

Arsenik tillhör Världshälsorganisationen WHO:s lista över *“10 chemicals of major public health concern”*. Arsenik är mycket toxiskt, framförallt i sin oorganiska form, och kan orsaka cancer vid långvarig exponering. Arsenik kan i någon mån bioackumuleras i både växter och djur och kan transporteras i näringskedjor.

Arsenik kan spridas via luften genom förbränning av kol, olja och avfall. Utsläpp av arsenik från enskilda anläggningar regleras strikt i förordningen (2013:253) om förbränning av avfall. Med grund i bindande EU-regler finns också en miljökvalitetsnorm för arsenik i utomhusluft i Sverige. Halterna ligger vanligen långt under den gällande normen. Arsenik mäts också i slam och i utgående vatten från reningsverk inom Naturvårdsverkets miljöövervakning. Undantagsvis, som nära äldre deponier från glasbruk, kan halterna i vatten och mark vara höga. De vanligaste sätten att få i sig arsenik är via mat, dricksvatten och tobaksrökning.

Kadmium, Cd

CAS no.: 7440-43-9

Dödligt vid inandning, mycket toxiskt för vattenlevande organismer, med långvariga effekter, cancerogent, hälsofarligt vid långvarig exponering, reproduktionstoxiskt.

Kadmium är ett grundämne och en av de giftigaste tungmetallerna. Ämnet finns naturligt i jorden och har många industriella tillämpningar, även om flera fasats ut, som t.ex. galvanisering av stål, som upphörde under 70-talet. Kadmium används i nickel-kadmiumbatterier, i elektroniska komponenter, i kärnreaktorer, som färgpigment i konstnärsfärger och förekommer ofta i konstgödsel.

Kadmium släpps i dag främst ut i luften vid avfallsförbränning, metalltillverkning, metallåtervinning och förbränning av fossila bränslen, men finns även i biobränslen. Den största källan till kadmiumutsläpp i Sverige idag är el- och värmeproduktion. Eftersom växande grödor kan ta upp kadmium från tillförd konstgödsel, rötslam och stallgödsel samt från deposition av luftutsläpp är

livsmedel den största exponeringsvägen för människor. Cigaretter innehåller höga halter kadmium, vilket innebär ytterligare en väsentlig exponeringsväg.

Kadmium tillhör Världshälsorganisationen WHO:s lista över *“10 chemicals of major public health concern”*. I miljön är kadmium mycket giftigt för mikroorganismer och vattenlevande organismer och kan tas upp av växter. Försurad mark kan öka mobiliteten av kadmium, vilket kan ge ökade kadmiumhalter i grödor.

Kadmium kan orsaka benskörhet och ökad risk för frakturer redan vid låga exponeringsnivåer. Dessutom är kadmium klassificerat som cancerframkallande. Dessa mycket allvarliga hälsorisker har lett till att flera kadmiumföreningar är förbjudna inom EU och att ämnet har tagits upp på kemikaliemyndigheten ECHA:s kandidatlista över SVHCs, Substances of Very High Concern. Sverige har en miljökvalitetsnorm för kadmium i utomhusluft.

Krom, Cr

CAS no.: 7440-47-3

Ej klassat

Sexvärt krom, Cr VI

CAS no.: 18540-29-9

Cancerogent, mycket toxiskt för vattenlevande organismer, med långvariga effekter, irriterande för huden.

Krom är ett grundämne vars miljö- och hälsofarlighet beror på i vilken form ämnet förekommer. Allvarliga miljö- och hälsofaror är framför allt kopplade till sexvärt krom, Cr(VI).

Krom används i pigment, färger, textil-, metall- och läderbehandling och till rostskyddsbehandling, i förkromade material och läder. Utsläpp av krom till miljön sker via förkromade produkter, utsläpp från kemisk industri eller förbränning av fossila bränslen. Kromutsläpp sker även från avfallsförbränning och avfallsdeponier i såväl Sverige som Norge och Storbritannien.

Många kromföreningar är klassade som CMR-ämnen, dvs cancerogena, mutagena eller reproduktionsstörande, och är miljöfarliga, uppvisar långtidseffekter i vattenmiljön, samt är allergiframkallande. Yrkesmässig långvarig exponering till Cr(VI) kan till exempel orsaka lungcancer. Cr(III) är däremot inte klassat som cancerogent. Cigarettrök innehåller krom.

Cr(VI) är mer lösliga och mer rörliga i marken än Cr(III)-föreningar. Krom kan spridas genom luften i form av aerosoler, som efterhand deponeras med nederbörd. Krom kan omvandlas i naturen från en form till en annan, beroende på omgivningens förutsättningar, såsom pH-värdet.

Kvicksilver, Hg

CAS no.: 7439-97-6

Mycket hälsofarligt, akut toxiskt, miljöfarligt. Dödligt vid inandning, reproduktionstoxiskt, kan orsaka fosterskador, mycket toxiskt för vattenlevande organismer, med långvariga effekter.

Kvicksilver tillhör Världshälsorganisationen WHO:s lista över *“10 chemicals of major public health concern”* och är en mycket giftig tungmetall.

Kvicksilver är ett grundämne och kan därför inte brytas ned, så trots att utsläppen från mänsklig verksamhet minskat kraftigt i Sverige så är halterna i t.ex. insjöfisk fortsatt höga. Dessutom kan kvicksilver transporteras mycket långa sträckor luftburet. Kvicksilver bioackumuleras i levande organismer och kan även biomagnifieras i ekosystemens näringskedja. De högsta halterna återfinns därför i toppredatorer, dvs rovdjur, rovfåglar – och människor.

Källor till utsläpp av kvicksilver är förbränning av kol, smältverk, avfallsförbränning (till följd av kvicksilverinnehåll i produkter), krematorier (från amalgamfyllningar) och på global nivå, från guldutvinning. Kvicksilver återfinns i lakvatten från deponier och i avloppsslam.

Den extremt giftiga föreningen metylkvicksilver, som kvicksilver kan ombildas till i naturen, kan passera blod-hjärn-barriären hos människa och orsaka skador på hjärna och centrala nervsystemet (CNS), med särskilt allvarliga effekter i tidiga fosterstadier. Därför rekommenderar Livsmedelsverket att kvinnor i fertil ålder helt undviker att äta svensk insjöfisk, i synnerhet rovfisk. [33] Inandning av kvicksilverångor är akut toxiskt och kan vara livshotande.

Bly, Pb

CAS no.: 7439-92-1

Persistent, bioackumulerande och toxiskt (PBT); mycket hälsofarligt, miljöfarligt, reproduktionstoxiskt (kan orsaka fosterskador eller skador på ammande barn), mycket toxiskt för vattenlevande organismer, med långvariga effekter.

Bly är ett naturligt förekommande grundämne som tillhör Världshälsorganisationen WHO:s lista över *“10 chemicals of major public health concern”*.

I takt med att användningen av blyad bensin minskat i världen har utsläppen av bly minskat. Men eftersom bly som grundämne inte kan brytas ned blir denna giftiga tungmetall ofta kvar i miljön. Idag används och förekommer bly till exempel i bilbatterier, ackumulatorer, elektronikkomponenter, glödlampor, bildrör, vikter, sänken och ammunition. Gruvdrift, metallsmältverk och återvinningsindustri utgör också utsläppskällor för bly.

Idag exponeras människor för bly främst genom maten. Redan vid mycket låga halter orsakar bly skador på hjärna och CNS hos foster och små barn. I kroppen ansamlas bly i hjärnan, lever, njurar, skelett och tänder. Under graviditet kan inlagrat bly frisättas från skelettet och utgöra en risk för fostret. En annan vanlig exponeringsväg är via dricksvatten från äldre vattenledningar som innehåller bly.

Bly kan transporteras långa sträckor i luften, och faller efterhand ned med nederbörd eller partiklar. När bly väl hamnat på marken binder det hårt till partiklar och förblir därmed ganska orörligt. Sverige har en miljökvalitetsnorm för bly i utomhusluft.