



KUNGL
TEKNISKA
HÖGSKOLAN



Återvinning av byggnadsmaterial när det kan be- dömas miljömässigt motiverat

Mauritz Glaumann och Jessica Järnbert
Bebyggelseanalys KTH
Inst. för Byggd Miljö, Högskolan i Gävle
2002-08-14

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1. FÖRORD	5
2. SYFTE	5
3. BAKGRUND	5
4. METODIK	7
4.1. FÖRSLAG TILL BERÄKNINGSPRINCIPER	9
5. BERÄKNING AV MILJÖBELASTNING OCH MILJÖBESPARINGSVÄRDE	13
5.1. IMPORTERAT MATERIAL OCH ANVÄNDNING AV RESTMATERIAL	13
5.2. EXPORTERAT RESTMATERIAL OCH KREDITERING FÖR FRAMTIDA ÅTERVINNING	14
6. DATABASEHOV	15
7. FRAMTIDA ÅTERVINNING - ÅTERVINNINGSDOKUMENTATION	16
7.1. ARBETSMILJÖ	18
7.2. TEKNIK	19
7.3. KVALITET	19
7.4. VAL AV ERSATT PRODUKT VID KREDITERING	20
7.5. DOKUMENTATION AV FRAMTIDA ÅTERVINNING MM	21
8. EXEMPEL – ÅTERVINNINGSDOKUMENTATIONER	22
1.1. BETONG	23
8.1. KONSTRUKTIONSVIRKE	24
8.2. CELLPLASTISOLERING	25
9. BERÄKNINGSEXEMPEL FÖR ISOLERINGSMATERIAL	26
10. FÖRSLAG TILL FÖRENKLAD BERÄKNING	29
11. DISKUSSION	35
12. REFERENSER	36
13. BILAGOR	37
13.1. ORDFÖRKLARINGAR	37
13.2. ECOEFFECT-METODEN - SAMMANFATTNING	38
13.3. ÅTERVINNINGSDOKUMENTATION FÖR BYGGNADSMATERIAL - UTKAST	41
13.4. ÅTERVINNINGSDOKUMENTATION FÖR ”PLATSGJUTEN BETONG” - UTKAST	43
13.5. ÅTERVINNINGSDOKUMENTATION FÖR ”KONSTRUKTIONSTRÄ” - UTKAST	45
13.6. ÅTERVINNINGSDOKUMENTATION FÖR CELLPLASTISOLERING/EPS - UTKAST	47
13.7. FORMULÄR FÖR DOKUMENTATION, HANTERING OCH ÅTERVINNING AV BYGGNADSDELAR - UTKAST	49
13.8. INVENTERINGSDATA FÖR GLASULL	54
13.9. INVENTERINGSDATA FÖR STENULL	55
13.10. INVENTERINGSDATA FÖR EPS	56
13.11. INVENTERINGSDATA FÖR EKOFIBER	58
13.12. INVENTERINGSDATA FÖR TERMOTRÄ	59
13.13. BERÄKNING AV MILJÖEFFEKTER FÖR 1 KG TERMOTRÄ	60
13.14. BERÄKNING AV MILJÖEFFEKTER FÖR 1 KG TERMOTRÄ	62
13.15. BERÄKNING AV MILJÖEFFEKTER FÖR 1 KG EPS	63
13.16. BERÄKNING AV MILJÖEFFEKTER FÖR 1 KG STENULL	65
13.17. BERÄKNING AV MILJÖEFFEKTER FÖR 1 KG GLASULL	66
13.18. BERÄKNING AV MILJÖPÅVERKAN FÖR ISOLERMATERIAL I VÄGG	67
13.19. SAMMANSTÄLLNING AV MILJÖPÅVERKAN FÖR ISOLERMATERIAL OCH ENERGIBÄRARE	69

Sammanfattning

Huvudsyftet med återvinning är att undvika utsläpp förorsakade av nyproduktion, spara naturresurser och minska avfallsmängder. Detta gynnas av att:

- utnyttja återvunnet material och komponenter vid nybyggande
- välja konstruktioner som underlättar framtida återvinning
- minimera mängderna svåråtervunnet material i nyproduktion

Men återvinningsprocesser ger också miljöpåverkan tex. till följd av bearbetningar, energianvändning, transporter etc. För kunna bestämma miljövinsten av en viss återvinning behövs en metod att beräkna miljöpåverkan vid nyproduktion, återvinning alternativt deponering. Detta problem hanterar livscykelanalyser. Proceduren för genomförande av livscykelanalys har standardiserats internationellt, men ifråga om tolkning och sammanvägning av resultat för praktisk tillämpning finns en frihet som gör att olika metoder kan ge olika resultat. Det brister också ofta vad gäller tillgången till tillförlitliga och jämförbara material- och processdata. Livscykelanalys utgör emellertid den mest trovärdiga sättet att basera beräkning av miljöpåverkan på. Metodiken är under stark utveckling och olika tillämpningssystem närmar sig varandra. I det här arbetet har vi utgått från livscykelanalysdelen i EcoEffect-metoden, som är inriktad mot byggnader, men i sin uppbyggnad utgått från den danska metoden UMIP. Härifrån har vi sökt förenklingar och förslagit principer för hur miljövärdet för återvinning av byggmaterial beräknas och redovisas. Förslaget innehåller alltså allokeringssystem samt vikter av miljöeffekter för att möjliggöra jämförelse av miljöbelastningsvärden för olika återvinningsformer ställda mot ”ingen återvinning”. För att tillgodose återvinningsmålen föreslås bl.a. att användning av restprodukter inte skall belastas med miljöpåverkan från den tidigare framställningen.

Med förslaget är det relativt rakt på sak att beräkna och jämföra miljöpåverkan för användning av olika återvunna byggvaror vid nybyggnad. Vad gäller val av konstruktioner som underlättar framtida återvinning och minimering av svåråtervunna material i nyproduktion är det svårare eftersom man vill få något att ske i framtiden, för vilken vi varken känner till byggteknik eller återvinningsteknik. Vi har då arbetat utifrån hypotesen att det som är lätt att återvinna idag även kommer att vara lätt att återvinna i framtiden och att god demonterbarheten idag även kommer att kunna utnyttjas i framtiden. För att tillgodose önskemålet att dagens nyproduktion skall vara lättåtervunnen i framtiden har vi föreslagit en beräkningsmetod som kan ge kredit för en miljövinster samhället kan komma att göra i framtiden.

Grundprincipen för krediteringen är att man skall kunna tillgodräkna sig miljövinster av att man slipper framställa en ny produkt vid återvinning. Beräkning av krediten kräver därför att man redan idag måste peka ut en framtida återvinningsform och den ersätta produkten för de material man vill ha en återvinningskredit för. För att göra ett sådant utpekande trovärdigt menar vi att ett dokument måste upprättas – en återvinningsdeklaration – där projektören beskriver hur återvinningen skall gå till, dvs. ger information om demontering, teknik, säkerhet etc. helst med hänvisning till uppgifter från tillverkaren. Vi har utformat ett första förslag på hur en sådan återvinningsdeklaration skulle kunna se ut och provat den på några material. Vi har också givit ett förslag på hur information om inbyggda material och återvinningsformer kan sammanställas för en hel byggnad. Vad gäller beräkning av alla miljöbelastningar föreslår

vi att de skall grundas på dagens teknik och data även när det gäller framtiden. Att tillgodräkna sig idag ännu inte använd teknik för återvinning menar vi skulle bli alltför spekulativt.

Med de föreslagna principerna har vi gjort beräkningar av miljöbelastningarna för 1 m² yttervägg med fem olika isoleringsmaterial baserade på tillgängliga livscykeldata samt ett antal olika energibärare. Dessa har sedan givits fiktiva miljöbelastningstal i form av den aktuella miljöbelastningen dividerad med miljöbelastningen för framställning och användning av 1 MJ eldningsolja. På detta sätt har vi fått ett miljöbelastningstal för varje energibärare, vilka sedan kan användas för beräkning av miljöbelastningen för energianvändning för andra material och verksamheter. Vet man antalet kWh och energiformen använda vid en process kan man på detta förenklade sätt direkt få fram dess miljöpåverkan. Detta förenklade system har sedan provats på de studerade isolermaterialen. Eftersom den förenklade beräkningen bara tar hänsyn till energianvändningen skiljer sig naturligtvis resultaten men eftersom energibelastningarna ofta är dominerade bör detta system ofta kunna användas som en första approximation. Jämför man tex. miljöbelastningarna för energianvändning för en viss återvinningsprocess med motsvarande värde för nyproduktion och deponering kan man på detta enkla sätt få en första indikation på vilken miljövinst återvinningen innebär. Vid testen på isolermaterialen skiljer sig de noggranna och förenklade resultaten en del från varandra särskilt vad gäller EPS (expanderad polystyren), vilket kan bero skillnader i datakvalitet. Trots det tror vi att en vidareutveckling av den förenklade metoden kan användas för att enkelt göra överslagberäkningar, dvs. skaffa sig indikationer på hur mycket man kan minska miljöbelastningar för olika material med olika återvinningsformer.

1. Förord

Det här arbetet är utfört efter ett erhållet anslag från Stiftelsen J Gust Richert. Resultaten nyttiggörs bl.a. inom det större projekt kallat "miljövärdering av byggnader" som bedrivs inom institutionen för byggd miljö vid Högskolan i Gävle och KTH, Bebyggelseanalys.

2. Syfte

Syftet är att anvisa en förenklad metod att beräkna när återvinning är miljömässigt lönsamt. Med miljömässigt lönsam menar vi att återvinningsprocessen skall gynna hushållning med naturresurser och minskning av avfallsmängder utan att skada människor eller naturmiljön mer än motsvarande nyproduktion.

Sett i ett större perspektiv är syftet att underlätta ekoeffektiva val av material och konstruktioner i byggbranschen. Ett ekoeffektivt val innebär att man bland produkter som ger samma nytta/funktion väljer det som ger minsta miljöbelastning under dess hela livscykel. Valsituationen uppstår både i ett projekteringskedje då en konstruktion skall väljas och i ett förvaltningskedje då material för drift och underhåll skall upphandlas. En förutsättning är att det finns en definierad funktion som skall uppfyllas och att det finns flera produkter att välja mellan som uppfyller uppställda krav. Finns det bara en produkt som uppfyller kravspecifikationen kan det finnas anledning att ompröva behovet av funktionen eller kraven för att finna den miljömässigt bästa lösningen.

3. Bakgrund

Under senare år har miljödebatten kommit att präglas av den definition som 1987 lades fram i Bruntland-rapporten och som handlar om en hållbar utveckling. Man definierade begreppet som en utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov.

För att uppnå detta mål ska vi enligt miljöbalken främja återanvändning och återvinning, samt annan hushållning med material, råvaror och energi.

Byggsektorn i EU står idag för ca. 40% av den avfallsmängd som produceras årligen. Vad gäller avfall som frigörs vid rivning och renovering i Sverige så handlar det framför allt om betong, träkomponenter, byggsten och tegel, med mängder på över 1500 kton/år. Även plaster, mineralull, metaller och övrigt byggnadsmaterial bidrar med en total mängd på över 500 kton/år.

På uppdrag av Naturvårdsverket gjordes 1996 en kartläggning av materialflöden inom byggsektorn. Där visade man hur frigjorda mängder av byggnadsmaterial i stort sett hanteras i Sverige och man skilde på deponi, fyllnadstipp, energiutvinning, materialåtervinning och återanvändning (som godkända fyllnadsmassor till fyllnadstipp brukar betong, tegel, sten och lätt-

betong räknas) Vilket sluthanteringalternativ som bör prioriteras är specifikt för varje enskilt material och fall. Vi bör enligt byggbranschens frivilliga producentansvar via byggsektorns kretsloppsråd återanvända, återvinna och materialåtervinna byggmaterial så långt det går.

I dagsläget återanvänds ca 90% av den mängd natursten, sand och sten som frigörs vid rivning och renovering. Material av trä energiutvinns till ca 80% och metaller materialåtervinns till 60-80%. Återvinning av glas i fönster är framför allt vid återanvändning av fönster och uppgår till 35%. En mycket stor del av de övriga materialen deponeras alternativt läggs på fyllnadstipp.

För att minska mängden deponerat material försöker man med hjälp av ekonomiska styrmedel att styra utvecklingen i den riktning som man tror skall gynna miljön. Enligt införda förbud i renhållningslagen¹ får man inte efter år 2002 deponera utsorterat brännbart avfall och efter år 2005 organiskt avfall generellt. Detta förbud kommer i hög grad att påverka hanteringen av bygg- och rivningsavfall, då mer än 40% av restprodukter vid rivning och mer än 60% av avfallet från byggnadsarbetet är brännbart enligt kretsloppsdelegationen.

Byggsektorns kretsloppsråd åtog sig i sin handlingsplan 1995 att halvera byggsektorns deponimängder senast år 2000².

Om deponering i huvudsak skall kunna ersättas av återvinning måste vi redan nu välja konstruktioner som underlättar framtida återvinning när detta är eller kan tänkas bli miljömässigt försvarbart.

När man använder sig av återvinningsbara och lätt demonterbara material i en konstruktion får man en hög *återvinningspotential*, dvs. en stor andel av byggnaden kommer i framtiden att kunna återvinnas. Den *teoretiska* återvinningspotentialen kan närma sig 100% men på grund av praktiska svårigheter och kostnader förknippade med detta är *praktiska* återvinningspotentialen idag låg.

Miljöbesparingsvärde har vi kallat skillnaden i miljöbelastning mellan att återvinna en restprodukt och låta den deponeras. Högre återvinningspotential betyder inte alltid ett högre miljöbesparingsvärde, eftersom vissa material och konstruktioner alltid kommer att vara miljömässigt viktigare att återvinna än andra. En hög praktisk återvinningspotential, dvs. att en byggnad avsiktligt eller oavsiktligt konstruerats så att delarna är lättåtervunna redan med dagens återvinningsteknik, är alltid positiv. Det är sannolikt att det även i framtiden blir lättare att återvinna stora delar av en sådan byggnad.

Huvudsyftet med återvinning är att undvika utsläpp förorsakade av nyproduktion, spara naturresurser och minska avfall. Detta gynnas av att:

- utnyttja återvunnet material och komponenter vid nybyggnad
- välja konstruktioner som underlättar framtida återvinning
- minimera mängderna svåråtervunnet material

Ibland kommer emellertid utnyttjande av återvunna material vid nybyggande innebära ett lägre återvinningspotential i rivningsfasen, därför att många material bara kan återanvändas eller återvinnas en eller ett par gånger. Vid varje återvinning av en produkt sjunker vanligtvis kva-

¹ Miljödepartementet, proposition 1996/97:172

² Miljöansvar för byggarbeten inom ett kretsloppstänkande - ett utvidgat producentansvar. Handlingsplan från Byggsektorns Kretsloppsråd. 1995

liteten. Därför är det viktigt att kunna beräkna när det är mest fördelaktigt för miljön att använda återvunnet material och när man bör använda nytt, som är möjligt att återvinna i framtiden

Med hjälp av miljöbelastningsberäkningar kan projektörer och byggherrar få upplysning om hur man bör göra för att minska sin miljöpåverkan genom att utnyttja återanvändning och återvinning. För att bli praktiskt användbara bör beräkningarna inte vara alltför komplicerade att utföra och förstå. Miljöbelastningsberäkningar kan emellertid göras på olika sätt och för att accepteras är viktigt att slutsatserna uppfattas som rimligt och sammanfaller med samhällets intentioner på miljöområdet.

4. Metodik

All återvinning kräver någon form av arbete, vars miljömässiga konsekvenser i ogynnsamma fall kan bli större än att använda en ny produkt. Man kan t.ex. inte transportera en returflaska hur långt som helst om återvinningen skall vara miljömässigt försvarbar. Vid en viss sträcka med ett visst fordon överskrider den sammanlagda miljöbelastningen för transporten miljöbelastningen för att nyproducera flaskan med nya råvaror. För att kunna avgöra var denna gräns går behövs ett sätt att beräkna miljöbelastningarna som ger mått på problemen med naturresursanvändning, avfallsdeponering och negativ påverkan på hälsa och miljö under en produkts livscykel. Inom projektet "miljövärdering av byggnader" har vi arbetat med att beräkna miljöbelastningar och utvecklat en metodik kallad EcoEffect³, som tillgodoser detta behov. För området Energi- och Materialanvändning grundas beräkningarna på *livscykelanalys*. Alla miljöbelastningar från utvinning av råvara, genom användningsskedet fram till slutlig deponering eller återvinning summeras till produktens "miljöryggsäck", som bör vara så liten som möjligt. Denna metod har vi utgått från och sökt efter förenklingar gällande återvinning framför allt därför att livscykeldata med god kvalitet enligt den internationella standarden ISO 14042 kan vara svåra att få tag i. Det här arbetet syftar inte till att utnyttja detaljerade livscykelanalyser utan att nå fram till överslagsmässiga resultat utifrån samma grundfilosofi.

Summan av alla miljöryggsäckar för material- och energianvändning använda på en fastighet bokförs som en miljöbelastning för denna. Miljöbelastningar redovisas i EcoEffect-metoden i form av miljöprofiler. En miljöprofil innehåller miljöbelastningstal inom tre områden, utsläpp till luft och vatten, fast avfall och naturresursförbrukning. Samma sorts miljöprofil kan beräknas för varje produkt och summan av profilerna för alla inbyggda produkter i en byggnad utgör profilen för materialanvändningen. En sammanfattning av EcoEffect-metoden beskrivs kortfattat i bilaga 2.

Ju fler gånger en produkt kan återvinnas, desto viktigare är det att så sker om det är en miljövinst varje gång. Även när man använder den standardiserade livscykelanalysmetodiken är det emellertid inte givet exakt hur man skall beräkna miljöbelastningen vid återvinning. Exempel på frågor som inte regleras är:

Skall man ta hänsyn till en potentiell möjlighet att upprepa återvinningen ett antal gånger vid bestämning av miljöbelastningen för återvinning?

³ Glaumann *M EcoEffect – Miljövärdering av bebyggelse*. Högskolan i Gävle 1999

Skall något av ett rivningsmaterials ursprungliga miljöryggsäck tas med vid beräkning av miljöbelastningen för den återvunna produkten?

Dessa och andra frågor måste övervägas och bestämmas för att det skall gå att göra en rimlig jämförelse mellan återvinnings- och nyproduktionsalternativ.

Miljöprofilen för en byggnad eller del av byggnad syftar alltså till att spegla den verkliga miljöbelastningen och vid återvinning den reducerade miljöbelastning som återvinningen ger upphov till. Skillnaden mellan miljöbelastningen med och utan återvinning har vi, som nämnts, kallat miljöbesparingsvärdet (andra benämningar som speglar samma sak är t.ex. strukturvärde och restvärde). Om detta blir negativt är det alltså fördelaktigare ur miljösynpunkt att använda en nyproducerad vara än en återvunnen. Beroende på hur man väljer att beräkna miljöbesparingsvärdet kan en återvinning fås att se mer eller mindre fördelaktig ut. Det finns inget absolut rätt eller fel i hur man beräknar och fördelar miljöskulder och återvinningsvärden utan detta måste grundas på vad som anses vara rimligt och önskvärt.

Om man med en pil beskriver miljöbelastningar som följer av transporter och med en rektangels miljöbelastningar som följer av processer kan de sammanlagda miljöbelastningarna för ett byggnadsmaterial under dess livscykel schematiskt beskrivas med följande figur.

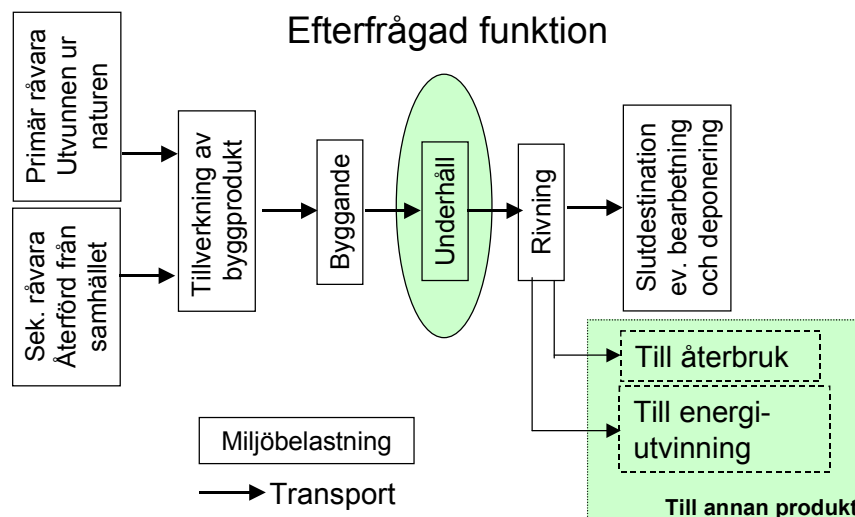


Fig 1. Illustration av ett byggmaterials livscykel.

För varje box och pil kan miljöbelastningen räknas ut om man har erforderliga data och man kan rita upp en summerad miljöbelastningsprofil enligt EcoEffect eller någon annan metod. Figuren kan också läsas som ett tidsförlopp från vänster till höger. När man befinner sig någon stans i figuren har de miljöbelastningar som står till vänster redan skett och kan alltså inte påverkas medan de som står till höger ligger i framtiden och kan påverkas genom val av material och processer. Valet är emellertid inte fritt utan begränsas av de förutsättningar som skapats i tidigare skeden. Har man tex. valt ett material som inte går att återvinna med rimliga resursinsatser så finns inte valen återbruk och återvinning för detta material. Eftersom vi inte vet vilka möjligheter och vilket behov vi kommer att ha av återvinning i framtiden, kan vi inte förutsäga precis vad som kommer att ske med ett material vid en framtida utrivning. Det är däremot möjligt att genom olika åtgärder försvåra eller underlätta framtida återvinning. Vi försvårar tex. genom att använda:

stora byggklossar(svåra att hantera och passa in i nya funktioner)

element med flera material som är svåra att skilja från varandra (tex. hoplimmade) element som i sig är svåra att få loss ur en konstruktion (tex. ingjutna).

4.1. Förslag till beräkningsprinciper

För att beräkna miljövinsten med en återvinning, krävs en metod att bokföringsmässigt fördela miljöbelastningar över den ursprungliga produkten och dess återvunna variant. Denna procedur kallas enligt ISO definitioner för *allokering* och valet av allokeringsprincip spelar en betydande roll för slutresultatet.

I miljöbelastningsberäkningar är det inte alldeles självklart när en belastning tillhör det gamla produktsystemet och när det är en del av det nya. Man kan tex. fråga sig:

Ska den återvunna produkten belastas för delar av råvaruproduktionen eller skall hela miljöbelastningen läggas på den ursprungliga produkten?

Vilken av produkterna ska belastas för upparbetning och övriga återvinningsprocesser?

Är det självklart att belastningar för den slutliga avfallshanteringen läggs på den sista produkten enbart?

Hur man ska fördela dessa miljöbelastningar är ett hett debatterat ämne som inte har några självklara svar.

Allokeringsprincip måste väljas så att den uppfattas som rättvis och rimlig med hänsyn till bokföringens syfte, dvs. att resultatet främjar hushållning med naturresurser och minimering av avfallsmängder utan skada på människor och miljö. Eftersom valet utgör ett ställningstagande, som kan göras på olika sätt, är det viktigt att det finns en väl definierad beskrivning över hur man har utfört allokeringen och att man kan försvara den valda allokeringsprincipen.

De miljöbelastningar som kan relateras till en produkt och dess återvunna varianter och som måste fördelas är:

- 1) Produktion av råvaror som ingår i båda produkterna
- 2) Återvinningsprocesser
- 3) Sluthantering för material som ingått i båda produkterna

Fördelningen kan göras med utgångspunkt från⁴:

tekniska grunder (fysiska, kemiska, biologiska eller tekniska)

samhälleliga värderingar (ekonomiskt värde, etc.)

fysikaliska mått (massa, volym, area, no. molekyler, etc.)

konstanta kvoter

vidgade systemgränser

I de tre första principerna relaterar man miljöbelastningar till specifika egenskaper hos produkten. Dessa egenskaper kan vara av rent teknisk karaktär, handla om produktens ekonomiska värde eller helt enkelt baseras på den ingående mängder råmaterial av olika slag.

⁴ Finnveden, G (1996): Life-Cycle Assessment as an environmental systems analysis tool - with focus on system boundaries, Stockholm, 1996.

Den vanligaste allokeringsmetoden är att använda konstanta kvoter tex. att man väljer att fördela miljöbelastningar för råvaruproduktion och slutlig avfallshantering lika över den första och den sista produkten. Denna allokeringsmetod kallas för 50/50-metoden, men det finns även andra sätt att definiera belastningskvoten.

Syftet med att vidga systemgränserna är inte att lösa fördelningsproblematiken, utan att undvika den. Man säger att man vidgar systemgränserna därför att man även inkluderar produktsystemet för den råvara som ersätts av den återvunna varan. I detta fall behöver man inte bekymra sig över hur uppkomna belastningar för produktion och sluthantering skall fördelas över olika återvinningscykler. Alla belastningar som kan relateras till det studerade produktsystemet summeras ihop varefter belastningar för den ersatta råvaran subtraheras.

Det är uppenbart att olika allokeringsmetoder ger skilda signaler om huruvida återvinning av byggnadsmaterial verkligen är miljömässigt fördelaktigt. Det är därför viktigt att tänka sig för och reflektera över miljöanalysens målsättning innan man beslutar sig för en allokeringsmetod.

I EcoEffect används utvidgning av systemgränserna, dvs. man minskar miljöbelastningen för återvunna produkter med den belastning som man undvikit genom att ersätta en annan vara i nästa led. Denna metod är rekommenderad av både ISO standards⁵ och av "Nordic Guidelines"⁶. Att tillgodoräkna sig en undviken miljöbelastning kallar vi *kreditering*.

Men istället för allokeringsproblemet råkar man vid systemutvidgning på andra problem som inte heller finns ett givna svar på, nämligen:

1. Vilket vara kommer den återvunna produkten att ersätta?
2. Har den återvunna produkten samma funktionella kvaliteter som den ersatta varan?
3. Hur stor är miljöbelastningen för den ersatta varan fram till den punkt där den ersätts?

Den beräknade sammanlagda miljöbelastningen blir starkt beroende av hur man definierar den ersatta råvaran. I fallet med energiutvinning får det tex. en avsevärd betydelse om man väljer olja eller biobränsle. En eventuell kvalitetsreduktion hos den återvunna produkten och spill under återvinningsprocessen måste också tas med i beräkningarna och kompenseras med ny råvara vilket innebär tillkommande miljöbelastningar och minskad kreditering.

Om man vid en projektering väljer en konstruktion som är lätt att demontera och återvinna skulle man för återbruks- och återvinningsalternativ som är miljömässigt lönsamma, kunna tillgodoräkna sig flera krediteringar. Man kan tänka sig material som i framtiden kan återvinnas gång efter gång utan nämnvärt spill eller kvalitetsförsämring. Ett sådant förfaringsätt blir emellertid mycket spekulativt varför vi förslår att man i bokföring bara får utnyttja kreditering för en framtida återvinning som uppfattas som realistisk.

Systemet med kreditering av framtida återvinning bör leda till att man i första hand anstränger sig att använda lätt återvinningsbara konstruktioner för material med hög miljöbelastning vid nyttillverkning eftersom detta ger högsta krediteringen. En sådan strävan leder till en låg sammanlagd miljöbelastning. Eftersom en ökad demonterbarhet innebär att större materialandelar

⁵ ISO (1997). Environmental Management - Lifecycle assessment - Principles and Framework. International Standard ISO 14040

⁶ Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nord 1995:20, Nordic council of ministers, Copenhagen

kan återbrukas eller återvinnas, så kommer återvinningspotential och demonterbarhet att vara relaterade till varandra.

När det gäller utnyttjande av restprodukter från samhället föreslås att man inte gör någon bokföringsskillnad mot när man hämtar råvaror från naturen. Det innebär att man inte skall bokföra miljöbelastningar på restprodukter från samhället när de utnyttjas för återbruk eller tillverkning av nya produkter. Motivet är att miljöbelastningen för tillverkning av dessa produkter redan skett och inte kan påverkas. Ur miljösynpunkt bör därför de samlade miljöbelastningarna för tillverkning av en produkt som utvinns från samhället, dvs. rivs ut/demonteras från en konstruktion i samhället och används direkt vid tillverkning av en ny produkt, jämnställas med om man utvinner den ur naturen, tex. som malm eller träråvara. Utgångspunkten är att det materiel eller konstruktionsalternativ som från den aktuella tidpunkten och framöver ger den lägsta miljöbelastningen bör väljas. Det bör vanligtvis ge återvinningsalternativet en favör eftersom restprodukten redan är en förädling av en naturprodukt som krävt resurser och givit miljöbelastningar. Ibland kan emellertid restprodukter från samhället vara så förorenade eller kräver så mycket bearbetning eller transporter att nytillverkning är ett bättre alternativ ur miljösynpunkt. Impregnering av virke är ett exempel på hur en råvara förorenas så att den blir praktiskt taget omöjlig att återvinna. Följande princip för allokering föreslås:

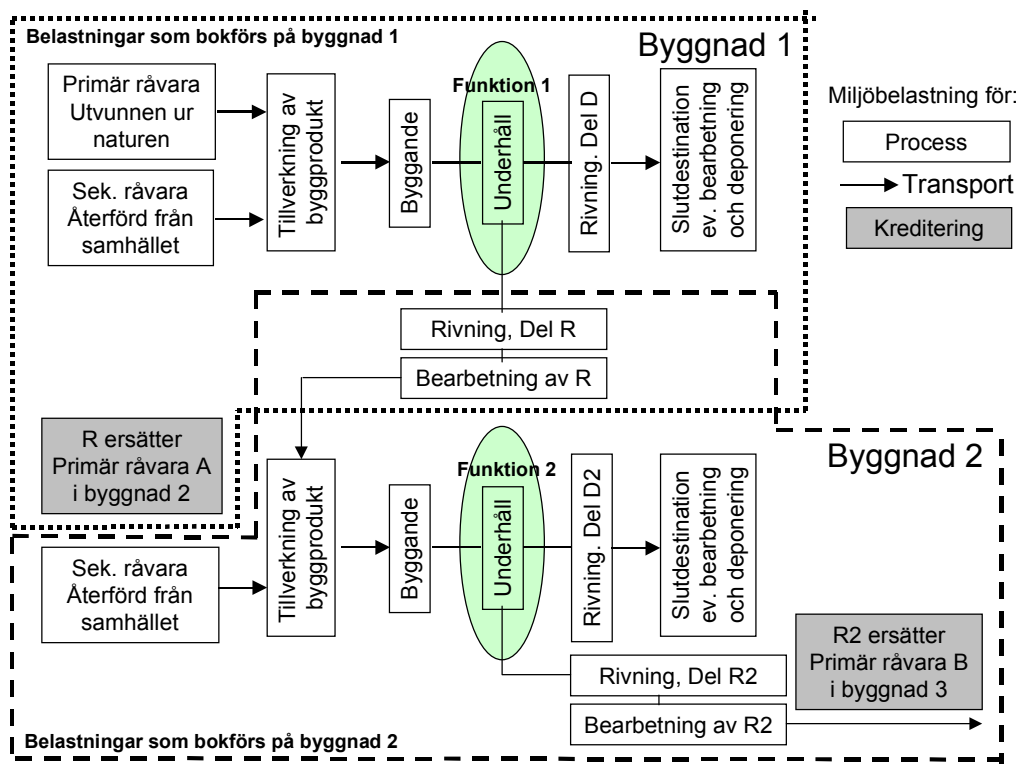


Fig 2. Föreslagen allokeringsprincip vid återvinning till en annan byggprodukt. Krediteringen kan naturligtvis även vara för andra typer av återvinning

Alternativt kan man tänka sig att byggnad 1 inte belastas med utrivning och krediteras för ersatt produkt utan i stället slipper att få miljöbelastningarna för de restprodukter som går till återvinning bokförda på sig.

I figuren ser det ut som att rivning, bearbetning och transporter bokförs på bägge byggnaderna, dvs. dubbelbokförs. För att konstruktören av byggnad 1 som vill använda sig av nyprodu-

cerade varor, skall få en låg bokförd miljöbelastning skall han anstränga sig att utforma byggnaden så att dess delar blir lätta att återvinna i framtiden så att han kan tillgodräkna sig en hög kreditering. Vid beräkning av krediteringen avräknas miljöbelastningarna för utrivning, transport och eventuell bearbetning av restprodukten för att kunna ersätta den krediterade varan.

För den som skall projektera byggnad 2 och funderar över om han skall använda restmaterial eller nyproducerat material avgörs valet av vilken av miljöbelastningar som är minst - att hämta råvaror(restprodukter) från samhället eller från naturen. Väljer han att använda restprodukter från samhället bokförs enbart utrivning, transporter och bearbetning som miljöbelastningar, dvs. den tidigare miljöbelastningen för tillverkning är avskriven eftersom den inte kan påverkas.

Ser man beräkningen som ett underlag för beslut i två olika situationer, dels när det gäller att välja material och konstruktioner som blir lätta att återvinna i framtiden och dels när det gäller att välja mellan nya och återvunna produkter, måste allokering ske som föreslagits ovan enligt vår uppfattning. Vid den rena jämförelsen kan man naturligtvis bortse från utrivning, transport och bearbetning av restprodukten eftersom om den är densamma i bägge fallen men ofta gäller den framtida återvinningen en energiutvinning vilket inte är produkt som kan återanvändas i en ny byggnad. Vid summering av alla miljöbelastningar för en byggnad har man valt endera fallet och någon dubbelbokföring kommer inte med då. Väljer man en återvunnen vara som beräknas kunna återvinnas ytterligare en gång kommer man att belastas för utrivning, transport och bearbetning två gånger, först från där restprodukten hämtas och sedan efter användning när den rivs ut, transporteras och bearbetas för att ersätta en annan produkt i framtiden.

För material som inte går till återvinning bokförs belastningen för utrivning och slutligt omhändertagande av restprodukten på den aktuella byggnaden. Utifrån principen att beräkningarna skall ge rätt handlingssignal, är historiska belastningar ointressanta. Men om man tex. skall riva ett hus helt och hållet är det ur miljösynpunkt viktigt att användbart restmaterial återvinns. När rivningen har skett och endast den tomma tomten återstår belastas inte denna med den tidigare rivningen om alla historiska miljöbelastningar borträknas. Man har en motsvarande situation om man bygger nytt hus och använder material och konstruktioner som är kraftigt miljöbelastande så syns inte detta om beräkningarna görs när huset är klart om de historiska belastningarna ignoreras. För att systemet med att ignorera historiska miljöbelastningar inte skall missbrukas vid jämförelser genom att senarelägga beräkningstillfället har man i EcoEffect föreslagits en avskrivning av historiska miljöbelastningar under 10 år. Med ett sådant system ligger det i fastighetsägarens intresse att utrivning sker på ett sådant sätt att restmaterialet återvinns eftersom man då får kreditering för det som restmaterialet ersätter när man bygger om eller bygger nytt. Om en byggnad rivs helt och hållet och alla rivningsrester går till deponering ger det fastigheten en miljöskuld under viss tid. Med det föreslagna bokföringssystemet kan man i princip beräkna miljöbelastningsstatusen för en fastighet vid varje tidpunkt.

Den miljöbelastningen också med hänsyn till kreditering får man om man väljer produkter: som har låg belastning för tillverkning
som lätt kan återvinnas till en hög andel
restmaterialet vid rivning kan ersätta varor med hög miljöbelastning vid tillverkning
återvinningsprocessen ger låg miljöbelastning

I de fall där belastningar för återvinningsprocesser är högre än för nyproduktion kommer man att erhålla ett negativt återvinningsvärde. När detta sker är återbruk och återvinning inte längre önskvärt och man bör använda nytt material tills man hittat en ny lösning.

De generella beräkningsprinciper som föreslås kan sammanfattas enligt följande:

Vid användning av en nyproducerad vara som beräknas kunna återvinnas i framtiden påförs alla miljöbelastningar fram till och med rivning samt transporter och eventuell bearbetningar fram till den punkt där den ersätter en nyproducerad vara men den senares miljöbelastning dras ifrån. Den framtida återvinningsformen bestäms genom kriterier (se nedan). Endast en framtida återvinning krediteras.

Vid användning av restprodukter påförs miljöbelastningarna från den plats där restprodukten finns tillgänglig i den tidigare användningen och till och med deponering alternativt framtida återvinning enligt punkt 1). Historiska miljöbelastningar ignoreras men avskrivning av sådana kan övervägas för en begränsad tid.

5. Beräkning av miljöbelastning och miljöbesparingsvärde

På en fastighet bokförs miljöryggsäckar (belastningar) för material och energi som tillförs (importeras) till fastigheten. Likaså bokförs miljöbelastningar för material och ämnen som bortförs (exporteras) och inte går till återvinning. För sådant som bortförs för återvinning bokförs belastningar för återvinningsprocessen men krediteras för nyproduktion av ersatt material, dock högst till samma värde som återvinningsprocessens belastning. Om miljöbelastningen för den ersatta vara är större än den för återvinningsprocessen skulle man teoretiskt kunna få en negativ miljöbelastning men vi anser det inte vara rimligt att göra en bokföring så att en negativ miljöpåverkan på ett ställe kan kompenseras av en positiv åtgärd på ett annat ställe.

Tillämpningen av de redovisade principerna sammanfattas i det följande.

Betecknar man miljöbelastningar med bokstaven L blir belastningen för en vara som inte återvinns, dvs. går till deponi:

$$L_{ny-deponi} = \text{Råvaruproduktion} + \text{transport} + \text{produktion av byggnadsmaterial/komponent} + \text{transport} + \text{byggnation} + \text{underhåll} + \text{demontering} + \text{transport från rivningsplats} + \text{ev. bearbetning} + \text{deponering}$$

Beräkningen av miljöbesparingsvärdet vid användning av återvunna varor och vid tillgodoräknande av framtida återvinning blir följande.

5.1. Importerat material och användning av restmaterial

Miljöbelastningen för användning av restmaterial(återvunnet) som inte kommer att återvinnas ytterligare en gång i framtiden blir:

$L_{\text{återv-deponi}} = \text{demontering} + \text{transport} + \text{ev. bearbetning för återv.} + \text{byggnation} + \text{underhåll} + \text{demontering} + \text{transport från rivningsplats} + \text{ev. bearbetning} + \text{deponering}$

Som nämnts kallar vi skillnaden i miljöbelastningar med och utan återvinning för miljöbesparingsvärde. Miljöbesparingsvärdet, MBV, blir 100% återvinning:

$MBV_{100} = L_{\text{återv-deponi}} - L_{\text{ny-deponi}} = \text{demontering} + \text{ev. bearbetning för återvinning} - \text{råvaruproduktion} - \text{transport} - \text{produktion av byggnadsmaterial/komponent}$

Men i praktiken kan man vanligtvis inte återvinna produkter till 100%. Vid användning av en produkt som till andelen x är återvunnen blir miljöbesparingsvärdet:

$MBV_x = x L_{\text{återv-deponi}} + (1-x)[L_{\text{återv-deponi}} - L_{\text{ny-deponi}}] = L_{\text{återv-deponi}} - (1-x)L_{\text{ny-deponi}}$

Eftersom vi uttrycker belastningar som positiva tal skall besparingen ha ett negativt värde dvs. belastningen för deponering skall vara större än för återvinning om man skall göra någon vinst för miljön.

Man kan diskutera om den andel som inte återvinns, dvs. går till deponering, skall belasta den som återvinner en restprodukt. I enlighet med att bokföringen skall gynna återvinning när man står inför ett val är det riktigt. Denna allokering stimulerar både tillverkaren att utveckla produkten så att så mycket som möjligt kan återvinnas och projektören att utforma konstruktionen så det lätt går att återvinna maximalt mycket.

5.2. Exporterat restmaterial och kreditering för framtida återvinning

Miljöbelastningsvärdet vid kreditering av framtida återvinning för en nyproducerad vara blir:

$L_{\text{ny-krediterad}} = \text{Råvaruproduktion} + \text{transport} + \text{produktion av byggnadsmaterial/komponent} + \text{transport} + \text{byggnation} + \text{underhåll} + \text{demontering} + \text{transport från rivningsplats} + \text{bearbetning till ny vara} - \text{nyproduktion av ersatt vara}$

Miljöbesparingsvärdet blir då:

$MBV_{100, ny} = L_{\text{ny-krediterad}} - L_{\text{ny-deponi}}$

och för en ny tillverkad produkt som beräknas återvinnas till andelen y i framtiden blir miljöbesparingsvärdet:

$MBV_{y, ny} = y L_{\text{ny-krediterad}} + (1-y)[L_{\text{ny-krediterad}} - L_{\text{ny-deponi}}] = L_{\text{ny-krediterad}} - (1-y)L_{\text{ny-deponi}}$

Miljöbesparingsvärdet används bara för att uppskatta vilken miljövinst återvinning av olika former av en produkt ger. Som nämnts tidigare anser vi att negativa miljöbelastningar som siffermässigt kan uppstå vid kreditering måste bokföras som noll. Detta är en konsekvens av förhållningssättet att miljöbelastningar inte skall kunna kompensera varandra. Miljöbelastningen för en återvunnen vara är vanligtvis högre än för en nyproducerad. Det är emellertid inte säkert eftersom den framtida återvinningsandelen för en redan återvunnen produkt i regel

är lägre än för den nyproducerade. Efter ett visst antal återvinningscykler är det kanske inte längre än en miljövinna att genomföra ytterligare en återvinning.

Selektiv rivning innebär vanligtvis förhållandevis mycket manuellt arbete. Detta kräver minimalt med energi och material och ger därför ringa miljöbelastningar. Kostnaderna lägger emellertid lätt hinder i vägen.

6. Databehov

För att kunna beräkna miljöbelastningar för en produkt krävs data om energi- och materialanvändning under produktens livscykel. Om en meningsfull jämförelse mellan miljöbelastningar för olika produkter skall kunna göras måste använda data ha en viss kvalitet och täcka samma delar av livscykeln. Ofta är det lättare att få tag i data för nytillverkningsprocesser än för återvinningsprocesser vilket kan utgöra en svårighet vid beräkning av miljöbelastningar när återvinning förekommer.

Krav på data behandlas i ISO 14040 och ISO 14048. I Sverige har en sammanslutning av industriforskningsinstitut, kallade IRIS, föreslagit en redovisningsmodell (IVL-rapport B 1403, Feb 2001), som i sin tur baseras på dataformatet SPINE utvecklat vid Chalmers. Detta arbete har senare uppdaterats och kallas nu ”Sirii SPINE dokumenterade och kvalitetssäkrade miljödata”. EcoEffect har i huvudsak anslutit sig till dessa arbeten.

Uppgifter som skall anges enligt dessa rekommendationer är tex.

Funktionell enhet, dvs. den mängd av den studerade varan som flödesmängder relateras till.

Systemgränser, dvs. beskrivning av vilka energi- och substansflöden som ingår

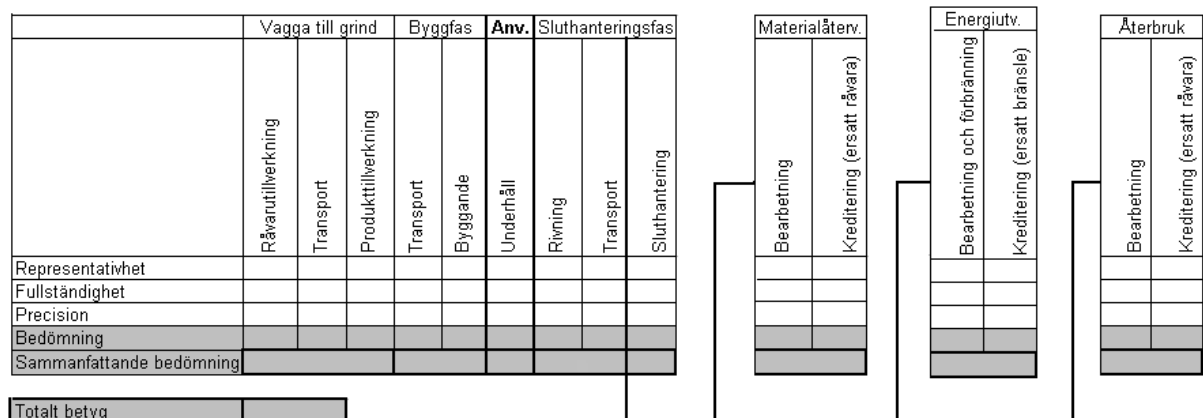
Geografisk giltighet, dvs. för vilket område eller vilka anläggningar data gäller.

Allokering, dvs. hur flöden/miljöbelastningar fördelats vid samproduktion av flera varor

Dessutom skall naturligtvis uppgifter om vem som gjort datainventeringen och eventuell granskning redovisas.

Vad gäller själva datakvaliteten skall representativitet, fullständighet och noggrannhet behandlas. I Beat⁷ och EcoEffect har man angivit principer för klassning av datanoggrannhet och resultatet visas överskådligt i form av färgmarkeringar. EcoEffect arbetar med följande datakvalitetsredovisning:

⁷ Dansk livscykelanalysmetod för byggnader utvecklad vid fd Statens Byggnadsforskningstuttt av Ebbe Holleris Petersen. Se www.sbi.dk



Grönt (bästa kvalitet) motsvarar betyg 4, gult 2 och 3 samt rött 1
 Totalbedömning Grönt=grönt+högst en gul, Rött= en röd, Gult= Resten

Figur 3. EcoEffects sätt att redovisa datakvalitet genom färgmarkeringar i rutorna.

7. Framtida återvinning - återvinningsdeklaration

Vid beräkning av miljöbelastningsvärde och kreditering av en framtida återvinning är det nödvändigt att detta görs trovärdigt genom att tillverkare och projektör beskriver hur återvinningen skall gå till. Vi menar att det måste finnas en underskriven handling, en återvinningsdeklaration, enligt ett standardformat för att skapa denna trovärdighet. På sikt vore det önskvärt att man vid all projektering på ett liknande sätt beskriver hur delarna skall återvinnas i framtiden. Detta görs idag för vissa bilfabrikat.

Inför ett beslut om att upprätta en återvinningsdeklaration för ett material förutsätts att tänkbara återvinningsalternativ gått igenom. I de fall producentansvar gäller eller kan tänkas komma att gälla i framtiden har kontakt tagits med tillverkaren. Ett dokument från tillverkaren gällande återvinningsförfarandet och eventuella krav kring detta styrker trovärdigheten i det föreslagna återvinnings-/krediteringsalternativet och projektörens behöver bara ange hur återvinningen skall ske för att klara tillverkarens krav och vilka transporter samt avstånd som gäller till återvinningsplatsen. Förfarandet inklusive beräkning av miljöbelastningsvärde kan ha följande utseende:

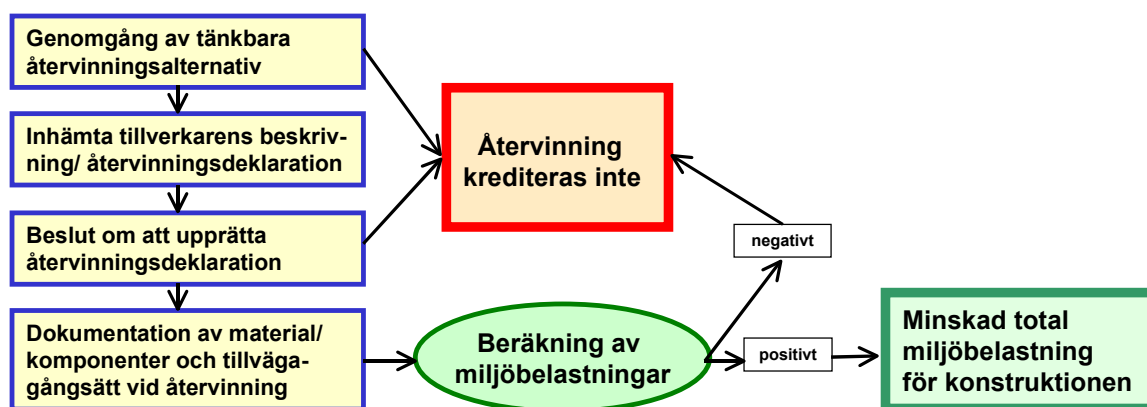


Fig. 4. Tänkbart förfaringsätt vid bestämning av miljöbesparing vid framtida återvinning

När återvinningsdeklaration från tillverkaren saknas krävs en genomgången av tänkbara återvinningsformer för att få en uppfattning om för- och nackdelar med olika återvinningsformer. Det är tänkt som ett filter där man sällar bort de återvinningsalternativ som inte kan bedömas som; praktiskt genomförbara, miljömässigt försvarbara eller på annat sätt intressanta ur miljösynpunkt. För att en utpekad återvinningsform skall vara trovärdig måste den baseras på vad vi vet och kan idag, inte utgöra en spekulering kring vilken teknik som kommer att finnas tillgänglig i ett framtida rivningsskede.

På motsvarande sätt genomgås vad den återvunna varan kan tänkas ersätta om den ersatta varan är av annat slag tex. ett bränsle. I fallet materialåtervinningen måste andelen spill uppskattas. Om inte annat kan göras troligt antar vi att högst 80% av den ursprungliga produkten kan materialåtervinnas.

Det går inte att med säkerhet peka ut en framtida återvinningsform och det går inte heller att bestämma den ekonomiska lönsamheten för en framtida återvinning eftersom detta i hög grad förutom teknik och energikostnader tex. är beroende skatter och avgifter. Däremot går det att med någotsånär noggrannhet beräkna miljöbesparingsvärdet eftersom detta inte är baserat på ekonomiska faktorer.

Återvinningsmöjligheten beror bl.a. på ett materialets egenskaper och på hur det är kombinerat med andra material. I tabell 1 visas faktorer man måste beakta för att kunna peka ut en framtida återvinningsform för material och komponenter i byggnader. De viktigaste faktorerna för om återvinning skall komma till stånd är förutom priset arbetsmiljö-, teknik- och kvalitetsaspekter enligt vår uppfattning. För att en framtida utpekad återvinningsform skall vara trovärdig måste den beskrivas åtminstone med avseende på dessa aspekter. Göras detta enligt en på förhand uppgjord mall kan man tala om en återvinningsdeklaration. Vi har utformat ett förslag till sådan innehållande de huvud- och delaspekter som visas i tabell 1. Den återvinningsform till vänster i tabellen, som alla delaspekter till höger är tillfredställande för, kan vara aktuell för kreditering.

Om alla tre huvudaspekter med respektive delaspekter bedöms tillfredställande för den tänkta återvinningsformen, kan man gå vidare med miljöbelastningsberäkningar som avser den yttre miljön enligt fig. 4.

Tabell 5.1 Aspekter som måste beaktas för att kunna utpeka en realistisk återvinningsform

Huvudaspekter	Delaspekter	Återvinningsformer
Arbetsmiljö	Buller Vibrationer Damm Skaderisk	Återbruk Materialåtervinning
Teknik	Tidsåtgång Utrustningsbehov	Energiutvinning
Kvalitet	Utseende Användbarhet Funktion Säkerhet	

Beskrivningen av delaspekterna i återvinningsdeklarationen skall göras utifrån idag allmänt tillgänglig teknik samt sådan som är under utprovning. En spekulering i framtida förbättrad teknik med ökad kreditering som resultat ökar inte trovärdigheten. Ny och ännu oprövad tek-

nik accepteras inte som grund för att peka ut en viss återvinningsform. Delaspekterna kommer var och en att kommenteras nedan.

Ett förslag till projektörens återvinningsdeklarationen utformad som en blankett finns bifogad som bilaga 3 och med exempel i de därpå följande bilagorna.

7.1. Arbetsmiljö

För att kunna peka ut en framtida återvinningsform måste man göra en bedömning av de arbetsförhållanden som gäller för olika steg i återvinningsprocessen. Det första steget handlar om själva demonteringsarbetet. I många fall kan denna procedur komma att handla om det som kallas för *selektiv rivning*, vilket ofta kräver speciella moment med annorlunda arbetssituationer.

Tegel murade med kalk- eller cementbruk måste idag demonteras och rensas manuellt för att kunna bli återbrukade. Spik och skruv i trä och virkesprodukter måste avlägsnas på ett eller annat sätt. Lösfnllnadsisolering måste sugas ut ur byggkonstruktionen för att kunna återbrukas eller återvinnas, etc.

Det kan vara svårt att veta hur arbetsmiljön vid en selektiv rivning kan bli. Mycket beror på vilka byggnadsmaterial och komponenter man har för avsikt att ta till vara på.

Det har under senare år gjorts ett antal studier på området som rör selektiv rivning och arbetsmiljö. Boverket har bl.a. kartlagt arbetsmiljön vid demontering och rensning av tegel i en studie som ingår i regeringsuppdraget ”Bygg för hälsa och miljö” och som handlar om återvinning av tegel⁸. Liknande studier finns gjorda för återvinning av trä⁹ och betong¹⁰.

Arbetsmiljölagen, AML, ger de yttre ramarna för vad som gäller för miljön på jobbet och det finns föreskrifter och allmänna råd som preciserar vilka krav som ska ställas på arbetsmiljön¹¹. För byggnads- och anläggningsarbete finns en författning, AFS 1999:3¹², som talar om vad som generellt gäller på arbetsplatsen.

Några mer specifika föreskrifter som måste beaktas vid diskussion om olika återvinningsformer är följande:

Buller:	AFS 1992:10 (allmänt)
Vibrationer:	AFS 1986:7
Luftföroreningar:	AFS 1996:13 (asbesthaltigt), AFS 2000:3 (hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar)
Skaderisker:	AFS 1998:1 (belastningsergonomi), AFS 2000:1 (manuell hantering),

Demonteringsmetoder och återvinningsformer som idag innebär hälso- och skaderisker kan knappast komma i fråga för kreditering. För att en återvinningsmetod som under nuvarande

⁸ Boverket, 1998. ”Tegelsten för tegelsten”, Återvinning av tegel, 1998.

⁹ Persson Johanna, 1995. ”Röda Ladan”, Selektiv rivning i praktiken, Göteborg, 1995.

¹⁰ Boverket, 1998. Betong i vägar - förstudie, 1998.

¹¹ Arbetsmiljöverket (AV). Arbetsmiljöreregler.

¹² AFS - Arbetsmiljöverkets/Arbetsarkyddsstyrelsens författningssamling.

förhållanden bedöms som besvärande ur arbetsmiljösynpunkt eller mycket tidskrävande skall kunna krediteras måste det finnas en genomarbetad plan för hur besvären, riskerna, kan undanröjas. Sådana åtgärdsplaner redovisas under "kommentarer" i återvinningsdeklarationen.

7.2. Teknik

Tidsåtgång och resursbehov är tekniska aspekter som ska värderas och bedömas som rimliga för att en utpekad framtida återvinningsform skall kunna krediteras.

Nästan alla material och komponenter i en konstruktion skulle vara möjliga att separera och återvinna om man inte tvingades ta hänsyn till kostnaderna. Vi har trots allt valt att inte ta med kostnaden som en egen värderingsaspekt eftersom faktorer som lagar och förordningar, räntor och valutakurser, etc. kan göra en kostnadsberäkning i dag helt felaktig för framtiden. Men när man diskuterar återvinningsformer är det ändå naturligt att fundera på vad som kan anses som ekonomiskt rimligt, innan man pekar ut en viss återvinningsform för kreditering.

Selektiva rivningar består i regel av ett antal tidskrävande steg som bör beskrivas. Fotografering, uppmätning och märkning av ingående delar i konstruktionen kan bli aktuellt då man planerar att sälja restmaterial för återbruk¹³. En stor del av själva rivningsarbetet kan man i många fall tvingas göras manuellt, vilket bidrar till en ökad tidsåtgång. Att med försiktighet riva och separera material som skall materialåtervinnas tar också tid. I många fall krävs det att restmaterialet är helt fritt från andra material och föroreningar för att återvinningsprocessen skall vara tekniskt genomförbar. Detta i sin tur kräver försiktighet.

Om man är beredd att låta arbetstiden för rivning öka kommer också mer att kunna återvinnas. Men en ökad kostnad för återvinning måste också stå i rimlig proportion till miljöbesparingsvärdet för varje enskilt restmaterial. Stigande deponeringskostnader medför å andra sidan ökade ansträngningar för att återvinna material. Men för varje produkt och situation finns en gräns för när återvinning inte längre bör tillämpas därför att de är miljömässigt olönsamma. Överslagberäkningar och erfarenheter av när man närmar sig sådana gränser måste växa fram så att inte för mycket tid inte läggs ner på miljöbelastningsberäkningar för alternativ som visar sig vara miljömässigt ohållbara.

I återvinningsdeklarationen får inte heller anges krav på teknisk utrustning som kan uppfattas som orealistiska. Det är t.ex. inte rimligt att peka ut energiutvinning som framtida återvinningsform om det inte finns en lämplig förbränningsanläggning inom rimligt avstånd.

7.3. Kvalitet

Innan man pekar ut en framtida återvinningsform måste man göra en bedömning av huruvida restmaterialet kommer att kunna uppfylla eventuella kvalitetskrav. Den nya användningen kan tex. ställa krav på: utseende-, användbarhet-, funktion, säkerhet och hållfasthet.

Ett av de största problemen förknippade med återbruk och återvinning är kvalitetsbestämning. Brist på kunskap och kvalitetskriterier leder till att man ofta i byggbranschen slänger eller bränner material som är möjliga att återanvända på ett eller annat sätt utnyttja. Vid handel med restprodukter kan det vara oklart vad som gäller juridiskt sett och det räcker inte att en-

¹³ Boverket, 1998. "Att riva selektivt", Återvinning av trä, 1998.

bart bedöma de rent tekniska förhållandena som goda för att en viss återvinning skall komma till stånd.

Boverket har publicerat en rapport som belyser byggbranschens möjligheter och skyldigheter för hantering av material, restprodukter och avfall ur juridiskt perspektiv¹⁴. I denna rapport, ”Juridik för återbruk - byggvaror och returmaterial”, tar man bl.a. upp de juridiska problem som kan uppstå när man använder begagnat byggmaterial.

Boverket har också utfört ett antal studier på uppdrag av regeringen, där man behandlar problematiken runt kvalitetsbestämning och kriterier för återbruk^{6,8,11}. Man har framförallt studerat återbruk av tegel och träprodukter och föreslagit metoder för kvalitetsbestämning i de olika fallen. Kvalitetskraven beror mycket på vilket material eller vilken produkt det handlar om, vilket gör det svårt att sätta upp generella kvalitetskriterier för återbrukade material.

När byggprodukter skall återanvändas i konstruktionssyfte måste de uppfylla normkrav, d.v.s. kraven på återbruksprodukter är desamma som ställs på nya. Man måste därför utarbeta procedurer och metoder att utföra kvalitetskontroller på restprodukter enligt samma krav som för nya. För restprodukter måste en kvalitetskontroll även inkludera aspekter förknippade med produktens historia som t.ex. föroreningshalter, salthalter, biologiska angrepp, frostsador etc.

För tegelstenar föreslår Boverket att leverantören av begagnade stenar utför en tillverkningskontroll motsvarande den som utförs av leverantörer för nya svensktillverkade tegelstenar. Detta innebär att det är leverantören av de begagnade tegelstenarna som ansvarar för kvaliteten och som måste utföra kvalitetsbestämningen. Lösning är anpassad till just återvinning av tegel men kvalitetsdeklarationer borde så långt möjligt utformas så att de kan utnyttjas generellt för alla återbrukade byggprodukter.

7.4. Val av ersatt produkt vid kreditering

Eftersom miljöbelastningen för framställning av den ersatta produkten får krediteras är det det en grannliga uppgift att peka ut vad som kommer att ersättas av den aktuella restprodukten i framtiden. Detta gäller materialåtervinning och energiutvinning. Vid återbruk ersätts per definition samma produkt.

Materialåtervinning för material som inte är brännbara, tex. metaller, antas som regel utgöra råvara för framställning material med detta innehåll. Eftersom återvinningsprocessens miljöbelastningar bokförs på det nya materialet har det betydelse var i framställningskedjan ersättningen sker liksom på vilken plats eftersom transporterna också ingår. För metallåtervinning måste man tex. ta reda på hur tillverkningsprocessen sker och var i landet tillverkningen av de aktuella nya metallråvarorna sker för att få fram transportavstånd. På sikt är det rimligt att tillverkarna gör återvinningsdeklarationer som kan användas av projektörerna och där man anger transportslag och avstånd för olika delar av landet. I annat fall måste projektören göra detta om han vill tillgodoräkna sig kreditering.

De flesta brännbara material går till energiutvinning. Som ersättningsprodukt bör man välja en energibärare som i så många avseenden som möjligt liknar restmaterialet. Produkter av trä

¹⁴ Boverket, 1998. Juridik för återbruk - byggvaror och returmaterial, 1998.

eller virke bör t.ex. jämföras med förnyelsebara bränslen, medan plaster och gummi är producerade från icke förnyelsebara, petrokemiska produkter som olja och gas och kan tänkas ersättas av sådana. Eftersom fossilbränslen ger betydligt högre miljöbelastning än träbränslen och avfall är det en fördel att kunna kreditera tex. olja. Men för att detta skall vara trovärdigt måste man i återvinningsdeklarationen peka ut en viss förbränningsanläggning där det aktuella materialet kan förbrännas och verkligen ersätta olja. För brännbart byggnadsavfall som innehåller i huvudsak träprodukter ersätter skogsbränslen. Krediteringen blir emellertid låg eftersom träbränslen vanligtvis inte antas bidra till växthuseffekten och belastningen därför i första hand gäller transporter från skogen till förbränningsanläggningen. Man måste också garantera att det brännbara materialet inte är förorenat, tex. innehåller impregnerat virke, så att det verkligen kan ersätta det utpekade bränslet. Utsläppen vid förbränning av restmaterial antas vanligtvis vara desamma som för den vara som ersätts när bägge tillhör samma kategori, dvs. brännbart byggavfall ersätter skogsbränslen, plastavfall ersätter olja etc.

Efter att återvinningsformen för kreditering fastställts måste man också beräkna miljöbelastningen för framställning av den ersatta varan fram till den punkt där en ersätts för att få fram beloppet som skall krediteras. I enlighet med principen om att miljöbelastningar inte kan kompenseras får krediteringen bara ske mot samma slag av utsläpp tex. växthusgaser mot växthusgaser uttryckta i CO₂ ekvivalenter. I de fall det är uppenbart vid en överslagsberäkning att nyproduktion är flera gånger mer miljöbelastande och att samma slag av miljöbelastningar förekommer vid återvinningsprocess och nyproduktion behövs inga noggranna beräkningar eftersom krediteringen ändå högst blir densamma som återvinningsprocessen.

7.5. Dokumentation av framtida återvinning mm

Vill man göra en miljövärdering av en byggnad eller beräkna miljöbesparingsvärden för återvinning inför rivning eller ombyggnad finner man att detta är svårt därför att ingenstans finns dokumenterat vad som byggts in i husen. Inte ens i samband med en ny byggnation eller strax därefter är det lätt att få reda på vad som byggts in i vilka mängder. Projektörer och entreprenörer har idag inga rutiner för att samla och dokumentera byggnaders innehåll. Än mindre dokumenteras förändringar under en byggnads livstid. Eftersom de inbyggda materialen både kan utgöra en belastning och resurs vid framtida förändringar borde de dokumenteras bättre. Det skulle också underlätta rivningsbesiktningar och upprättande av rivningsplaner. De återvinningsdeklarationer för material och en sammanställning för byggnad/fastighet som föreslås här är ett första steg på den vägen. Upprättandet bör ske i samband med att andra bygghandlingar kommer till stånd och riktlinjer för förvaring och åtkomlighet bör införas.

Förutom återvinningsdeklarationerna som beskriver de återvinningsformer för enskilda material och byggandsdelar som kunde bedömas som trovärdiga och praktiskt genomförbara bör en sammanställning på byggnads- eller fastighetsnivå göras. Tabell 2. visar ett förslag till sådan sammanställning. Som hjälp när man sammanställer listan vore det värdefullt om det funnes en allmän lista över återvinningsformer och livstider för vanliga byggmaterial. I bilaga 7 visas exempel på hur en sådan lista skulle kunna se ut.

I andra sammanhang har vi använt oss av BSAB-systemet och JBS-systemet¹⁵ för uppdelning av byggdelar mm. på en fastighet. Samma uppdelning föreslås användas i detta sammanhang.

¹⁵ JBS är ett företag som har utvecklat en speciell litterering av rum och ytor vid inventering av befintliga byggnader.

Tabell 2. Förslag till sammanställning av framtida återvinning som dokumentering för framtida fastighetsägare och som underlag för beräkning av miljöbelastningar och miljöbesparingsvärde.

1	2	3	4	5	6	7	8
BYGGNADS- DEL ELLER MATERIAL	Beteck- ning	Mängd	Bedömd livs- längd/ utby- tesperiod	Utpekad återvinnings- form	Andel vid återvin- ning	Restproduk- ten ersätter	Krav och kom- mentarer
Bärande ytter- väggspelare av stål			50	Materialåter- vinning		Nyproducerat stålämne	

I den första kolumnen definieras den byggnadsdel eller byggnadsmaterial man har för avsikt att återvinna. Den BSAB/JBS beteckning som är aktuell för en byggnadsdel dokumenteras i kolumn 2 och mängden i vikt i kolumn 3 för enskilda byggnadsmaterial. Detta är nödvändigt för att man i kolumn 6 ska kunna definiera exakt vad det är restmaterialet kan ersätta.

Den tid som byggnadsdelen eller byggnadsmaterialet anses vara funktionsdugligt fylls i under beräknad livslängd/utbytesperiod i kolumn 4. Om materialet förväntas bestå lika länge som byggnaden anges byggnadens livslängd. I regel används en schablon för detta, tex. 50 år för en bostad. Livslängden är nödvändig för att kunna göra miljöbelastningsberäkningar för en livscykel för byggnaden då ju belastningen för material med en kortare livslängd än byggnadens måste räknas flera gånger.

I kolumn 5 anges den återvinningsform som pekats ut i återvinningsdeklarationen samt i kommentaren, kolumn 8, vilka speciella krav och åtgärder som krävs för att denna återvinning skall realiseras. I näst sista kolumnen definierar man den produkt och mängd av ett material som restmaterialet antas ersätta.

Då det handlar om återbruk är detta en ganska enkel uppgift, eftersom restprodukten eller restmaterialet i stort sett ersätter en nyproducerad variant av sig själv. För materialåtervinning handlar det främst om att ange rätt mängd ersatt material. I praktiken förekommer alltid ett visst mått av spill, även om man river en konstruktion och separerar materialen med största försiktighet. Man måste också räkna med att det material som man tänkt materialåtervinna i en framtid, mest sannolikt genomgår en kvalitetsreduktion under brukstiden. Detta medför att man aldrig kan antas ersätta lika mycket material i en materialåtervinning som man en gång utnyttjade i konstruktionsfasen. Om inte en särskild beskrivning visar hur man kan materialåtervinna över 80% föreslår vi att man använder värdet 80% för den högsta materialåtervinningsklassen.

8. Exempel – återvinningsdeklarationer

För att få tillgodoräkna sig kreditering för en framtida återvinning har vi rekommenderat en procedur att peka ut och beräkna miljöbesparingsvärdet för en framtida återvinningsform. Det beskrivna tillvägagångssättet prövas i detta avsnitt, för tre olika byggnadsmaterial, med avsikten att visa hur det praktiskt kan gå till.

<i>betong</i>	<i>bilaga 4</i>
<i>konstruktionsvirke</i>	<i>bilaga 5</i>
<i>cellplastisolering</i>	<i>bilaga 6</i>

Information gällande materialåtervinning av betong och återbruk av trä har till stor del hämtats från publikationsserien ”Bygg för hälsa och miljö” som utförts av Boverket på uppdrag av regeringen. För energiutvinning av cellplastisolering har data inhämtats från tidigare studier på området som gäller avfallsförbränning med energiutvinning.

1.1. Betong

Huvudsyftet med att materialåtervinna betong är att minska råvaruuttaget av naturgrus, samt att minska energikostnaderna för produktion av ersatta råvaror. Energibesparingen har beräknats uppgå till 15% av den produktionsrelaterade energiförbrukningen för betong¹⁶.

Betong från husrivningar är oftast förorenat med en rad olika material som t.ex armeringsjärn, trä, plast, isolering etc. och den är därför svår att återbruka i någon lämplig form. Prefabricerade betongblock, som är lätta att demontera, kan komma att användas som återbruksmaterial¹⁷.

Den återvinningsform som förekommer mest är materialåtervinning av betongkross som vägbyggnadsmaterial¹⁸, där den ersätter berg- och naturgrus. För att erhålla så ren betong som möjligt till krossningsprocessen, måste sortering ske vid rivning. Man måste även göra en miljöinventering innan rivningen för att spåra förekomsten av eventuella riskmaterial¹⁹.

Krossningsförfarandet kan se lite olika ut beroende på vilken krossningsanläggning man använder, men de fyra vanligaste stegen är²⁰: förbehandling; krossning; efterbehandling; och sortering. I förbehandlingssteget bearbetas betongblock som är större än inmatningsöppningen till krossen till mindre block. Antingen klipps de till mindre bitar med betongsax, eller krossas de med betonghammare. Krossningen sker vanligtvis i ett enda steg, där block mals ner till önskad kornstorlek beroende på kommande funktion och ändamål.

Efterbehandlingen är ett viktigt steg där armeringsrester sorteras bort med hjälp av magnetavskiljare och övriga föroreningar med andra separeringsmetoder. Mekaniska siktar, torrseparering, vattentvätt och manuell separering är exempel på metoder för att avskilja papper, trä, plast och andra lätta främmande material. Efter det att materialet rensats från föroreningar, sorteras det krossade materialet i olika fraktioner i en siktanläggning. Önskvärda fraktioner kan vara 0-8 mm till betongtillverkning, 0-32 mm för bärlager i cykelvägar och 0-100 mm för förstärkningslager i vägar¹⁷.

Sammanfattning: Den mest sannolika återvinningsformen för betong är materialåtervinning. Genom att krossa restmaterialet kan det användas antingen som bär- eller förstärkningslager i vägar eller som råvara i betongtillverkning. I båda fallen minskar man råvaruuttag av mineraler samt produktionsrelaterade energikostnader.

¹⁶ Thormark, C, 1997. Potential energy savings in buildings designed for recycling, 1997.

¹⁷ Thormark, C, 1997. Potential energy savings in buildings designed for recycling, 1997.

¹⁸ Sigfrid, L, 1996. Bedömning av omhändertagandet av material som frigörs vid rivning och renovering, 1996.

¹⁹ Boverket, 1999. Betong i vägar – materialstudie, 1999.

²⁰ Boverket, 1997. Betong i vägar - förstudie, 1997.

8.1. Konstruktionsvirke

Motivet för att återbruka trä är att minska produktionsrelaterad råvaru- och energiförbrukning. Även om vi inte lider brist på träråvara i Sverige idag så bör vi tänka på hur vi kan minska energikostnader för plantering, avverkning och hyvling genom återbruk.

”Trämateriäl är det enklaste av restmaterialen att återbruka från en rivning eller ombyggnad”²¹. Konstruktionsträ finns främst i takkonstruktioner, bjälklag och ytterväggar. Antingen kan man återbruka enstaka bitar eller återanvända hela byggelement som t.ex. takstolar, väggar med ingående fönster och dörrar, etc. I bägge fallen är selektiv rivning en förutsättning, vilken måste inledas med en inventering och en plan för rivningen.

För att kunna återanvända mindre delar av ett element, krävs det en teknik att frilägga konstruktionsvirket och att rensa virket från metallföremål. Det vanligaste verktyget vid demontering av trä under selektiv rivning är kofoten. Spik och andra metallföremål ska avlägsnas i den mån det är nödvändigt för den nya användningen. Det är därför bra om man vet precis hur virket ska användas efter rivningen. Metallföremål som finns gömda under träytan kan lägesbestämmas med hjälp av en metallsökare och därefter avlägsnas.

Bristande kunskap för kvalitetsbedömning är ett av de största problemen i återbrukssammanhang. De faktorer som kan tänkas påverka egenskaperna hos begagnat konstruktionsträ är mekaniska, fysikaliska, biologiska och kemikaliska⁵.

Fukt, spänning och temperatur är mekaniska och fysikaliska faktorer som med tiden påverkat trämaterialens egenskaper. Svamp, bakterier och insekter utgör ett biologiskt hot för virkets materialegenskaper. Impregnering, dopning och ytbehandling är kemiska träskydd mot fukt, svamp och andra kvalitetsnedsättande faktorer.

Konstruktionsträ som planeras återanvändas bör alltså undersökas med avseende på dessa faktorer. I Boverkets rapport om återvinning av trä hävdas att konstruktionsträ som inte är kraftigt deformerat, uppsprucket eller skadat kan återbrukas till samma eller liknande konstruktivt ändamål.

Konstruktionsträ kan även materialåtervinnas som flis i djurstallar eller som träråvara vid tillverkning av spånskiva. Endast rent restmaterial kan bli föremål för denna form av återvinning och det är framför allt viktigt att det inte finns spår av kemiska behandlingsmedel i virket.

Mer vanligt är att man använder träflis i energiproducerande syfte. En kartläggning av materialflöden inom bygg- och anläggningssektorn, utförd av naturvårdsverket 1996, visar på att 70-80% av allt trämaterial från rivningar fliseldas i Sverige per år. Det är inte nödvändigt att rensa virket från spik och andra metallföremål innan det bränns. Metaller som aluminium och zink förångas vid tillräckligt höga temperaturer (800-1000°) och kan därefter samlas upp i filter för vidare behandling. Övrigt metallavfall kan samlas upp med magnetavskiljare från askan och därefter materialåtervinnas. Man får emellertid bättre kvalitet på den materialåtervunna metallen om metallföremålen separeras från virket före förbränning. Föroreningar av tenn och koppar från askan kan ha negativ effekt på materialåtervinningsprocessen²².

²¹ Boverket, 1998. Återvinning av trä, 1998.

²² Thormark. C, 1997. Potential energy savings in buildings designed for recycling, 1997.

Den energibesparing som förbränning av begagnat trä innebär, beror på vilket bränsle man väljer att jämföra det mot. I en studie om energibesparingar vid återvinning av byggnadsmaterial, utförd 1997 av Catarina Thormark, valde man att jämföra träförbränning mot produktion och förbränning av olja. Den beräknade energibesparingen beräknades då till 1600 MJ/ton virke.

Sammanfattning: Konstruktionsvirke bör i första hand återbrukas men kan i annat fall materialåtervinnas som flis eller förbrännas i energiproducerande syfte. För återbruk är selektiv rivning föregången av en inventering och en väl utarbetad rivningsplan en förutsättning. Materialåtervinning är endast möjligt för icke förorenat restmaterial och kan därför inte tillämpas på kemiskt behandlat trä eller på annat sätt ”smutsigt” virke. Förbränning med energiutvinning går lika bra för trä med och utan spik. Har man däremot för avsikt att även materialåtervinna metallråvaran med bästa resultat så bör man separera virke och metallföremål innan förbränningsprocessen.

8.2. Cellplastisolering

Den cellplast som denna studie avser kallas för expanderad polystyren (EPS), vilken bl.a. används som isoleringsmaterial i byggnadskonstruktioner.

EPS är ett mycket lätt isoleringsmaterial som består av 98% luft, innesluten i små polystyren-celler. Dessa celler tillverkas från petrokemiska produkter som olja och gas och har därför ett högt energivärde som senare kan utnyttjas i energi producerande syfte. Plast- och kemibranscherna hävdar att ett kg EPS innehåller lika mycket energi som 1,3 liter olja och att det ger renare förbränningsgaser. Vid fullständig förbränning bildas endast koldioxid och vatten²³.

För att minimera mängden emissioner till luft vid avfallsförbränning krävs mycket höga temperaturer. Ibland måste man tillsätta fossila bränslen för att få en fullständig förbränning av restmaterialen. Eftersom EPS har mycket högt energiinnehåll kan det i många fall ersätta den extra tillsatsen av fossilt bränsle och därigenom bidra till att skapa tillräckligt höga temperaturer. Man kan av denna anledning hävda att EPS ersätter olja när det förbränns i en avfallsförbränningsanläggning.

Återbruk av plaster från byggbranschen betraktas i allmänhet inte som realistiskt²⁴.

Eftersom EPS säljs och används som skivor skulle man kunna tänka sig att man vid tillräckligt stor försiktighet vid rivningen skulle kunna ta till vara och återbruka materialet som skivor igen. Eftersom det inte finns någon information gällande denna återvinningsform är det emellertid svårt att säga vad en selektiv rivning av EPS skulle kosta i tid och resurser.

I dagsläget kan man materialåtervinna EPS när det inte är förorenat. På EPS återvinning AB i Värnamo säger man dock att material som en gång ingått i en byggkonstruktion inte kan betraktas som rent och det måste därmed brännas eller deponeras.

Sammanfattning: Den enda återvinningsform som anses vara möjlig idag är förbränning med energiutvinning. Vid rivning sorteras platen ut tillsammans med annat brännbart material och bränns i förbränningsanläggningar som accepterar industriavfall såsom bygg- och rivningsavfall. EPS kan i detta fall antas ersätta olja, gas eller något annat fossilt bränsle.

²³ Plast- och kemibranscherna, 1997. EPS-Cellplast, 1997.

²⁴ Persson Johanna, 1995. ”Röda Ladan”, Selektiv rivning i praktiken, Göteborg, 1995.

9. Beräkningsexempel för isoleringsmaterial

Utifrån livscykelberäkningar enligt EcoEffect som i sin tur härstammar från UMIP²⁵ har vi utarbetat ett förslag till förenklade beräkningar enbart grundade på energianvändningen. Detta har krävt att vi först utfört något mer omfattande beräkningar för några byggmaterial och energibärare. Livscykeljämförelser mellan produkter görs med utgångspunkt från en vald funktion, dvs. miljöbelastningar jämförs för samma prestation. I vårt fall har vi valt 1 m² yttervägg med en viss isolerförmåga. Vi har valt att begränsa beräkningarna i hudsak till konsekvenser av utsläpp till under livscykeln därför att tillgången till data varit någotsånär jämförbar där. Materialen som vi testat metoden med är:

Glasull,
Stenull,
EPS
Ekofiber
Termoträ

Livscykel data för tillverkning har inhämtas och redovisas i bilaga 8. De miljöeffekter och det avfall som tillverkningsprocessen medför och som medtagits är följande:

Tabell 3 Använda referensekvivalenter, normaliseringsvärden och vikter

Effektkategorier	Ekvivalent	Normaliseringsvärden Sverige	Enhet	Beräknad vikt	Relativ vikt
Utsläpp					
Växthuseffekt	CO ₂	8300000	g-ekv./pers,år	0,209	0,39
Försurning	SO ₂	39000	g-ekv./pers,år	0,028	0,05
Bildande av marknära ozon	C ₂ H ₄	34000	g-ekv./pers,år	0,023	0,04
Övergödning	NO ₃	47000	g-ekv./pers,år	0,051	0,09
Avfall					
Radioaktivt avfall	kWh	7870	kWh/pers,år	0,146	0,36
Slagg och aska	kg	350	kg/pers,år	0,031	0,06
Bygg- & rivningsavfall	kg	140	kg/pers,år	0,004	0,01

Ekvivalenterna är de enheter som utsläpp och avfall genererade per 1 kg tillverkad isolering uttrycks i. Faktorerna för omräkning från utsläpp av olika substanser till utsläppsekvivalenter (effektfaktorer, karaktäriseringsfaktorer) har gjorts enligt UMIP (Beräkningarna redovisas i bilaga 9. Normaliseringsvärdena gäller Sverige och motsvarar mängd utsläppta ekvivalenter per capita för alla aktiviteter i Sverige.

Vikterna i tabell 3 anger hur pass stor betydelse de olika miljöeffekterna bedöms ha i förhållande till varandra. De är hämtade från EcoEffect och är baserade på en uppskattad varaktighet av respektive problem, potentiellt antal exponerade och hur pass allvarliga påverkan är om den uppträder. Det förekommer olika sätt att bestämma vikter och andra metoder kan därför ge andra resultat.

²⁵ Wenzel H, Hauschild M, Rasmussen E. Miljövärdering av produkter, UMIP. Miljö- och Energiministeriet, Miljöstyrelsen, Viborg 1996 Danmark

Globala miljöproblem, som växthuseffekten, har en stor vikt därför att den är långlivad och potentiellt kan drabba stora grupper av människor och ekosystem över jordytan. Problemet med det radioaktiva avfallet har också en hög vikt därför att detta är extremt långvarigt, dvs. kräver övervakning och kontroll under ofattbar lång tid. Uttuning av det stratosfäriska ozonlagret har inte tagits med därför att inventeringsdata inte innehåller uppgifter om ozonpåverkande gaser.

Vid beräkningen av miljöpåverkan har vi använt en referensisoleringsförmåga, som har satts till isoleringsförmågan i en yttervägg med värmemotståndet på 6,67 m²K/W. Detta ger följande tjocklekar och vikter för 1 m² yttervägg (den funktionella enheten):

Tabell 4. Data för den funktionella enheten

Material	ρ (kg/m ³)	Isolerings tjocklek (m) som krävs för att uppnå värmemotståndet $1/U_p=6,67 \text{ m}^2 \cdot \text{C/W}$	Vikt hos en m ² med vidstående tjocklek (kg) - referensmängden
Glassull	16	0,240	3,84
Stenull	28	0,240	6,72
Ekofiber	52	0,260	13,52
Termoträ	48	0,260	12,48
EPS	15	0,240	3,60

Beräkningar går till på följande vis. Man multiplicerar utsläppen från tillverkning, transporter och deponering för referensmängden av respektive isolering med effektfaktorerna och får fram ett antal ekvivalenter i varje kategori (bilaga 9). Därefter divideras mängderna med normaliseringsvärdena och man erhåller ett värden i samma enhet för de olika kategorier (pers./m²). Därmed kan de adderas. Värdena anger därmed bidragen från 1 m² isolerad vägg till varje problemkategori jämfört med bidrag till samma kategorier per capita i landet genererat av samhällets alla aktiviteter (normalisering). Dessa relativa miljöbelastningar multipliceras sedan med vikterna och adderas slutligen ihop till ett dimensionslöst miljöbelastningstal för varje material, bilaga 10.

Miljöbelastningstalens storlek beror på vilka mängder material man valt att göra beräkningarna för. Det är därför inte talens absoluta storlek som är intressant här utan deras storlekar i förhållande till varandra. Eftersom normaliseringsvärdena beror på landets samlade miljöbelastning inom varje kategori kommer bidraget från en viss mängd ekvivalenter bli mindre i en kategori med en stor nationell belastning än för en med mindre nationell belastning. Detta kan i sig uppfattas som en viktning baserad på skillnader i relativa bidrag till olika effektkategorier, dvs. ett bidrag till en kategori med mycket stora samhälliga utsläpp spelar relativt sett mindre roll än ett bidrag till en kategori med mindre samhälliga utsläpp.

Miljöproblem som man brukar beakta vid belastningsberäkningar är påverkan på människa, miljö, naturresurstillgångar och markanvändning. De naturresurser som används för isoleringsmaterial är mestadels inte knappa och markanspråken för tillverkning relativt små. Vi nöjer oss därför med att titta på energianvändning för tillverkning och transporter och deras påverkan på människan och miljön i det här exemplet.

Miljöbelastningarna som erhöles efter beräkningarna har sammanställts i bilaga 11 tillsammans med miljöbelastningarna för ett antal energibärare. Isolermaterialens miljöbelastningar och visas i nedanstående figurer relativt miljöbelastningen för 1 MJ värme erhållet genom förbränning av olja i ett kraftvärmeverk. Miljödata för bränslen har i huvudsak hämtats från

IVL²⁶. Oljan har bedömts som en lämplig jämförelse och förbränning i kraftvärmeverk som sker med hög verkningsgrad. Data för isolermaterialen har samlats från flera källor. Vad gäller data för EPS har vi haft tillgång till flera uppsättningar. Den första gruppen gav så höga belastningsvärden att vi undrade över tillförlitligheten. De värden som så småningom kom att användas för beräkningarna är hämtade från Europeiska plastillverkarens "Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME)"²⁷. De grundas på tillverkning av granulat nere i Europa med en annan energimix för elektricitet medan våra beräkningar gäller svensk elmix. Transporter från Europa är inte inräknade. Till detta har lagts energivärden från Sundolitts svenska fabrik på 1,6 MJ el och 3,4 MJ fossilbränsle.

Miljöbelastningar relativt 1 MJ värme från olja

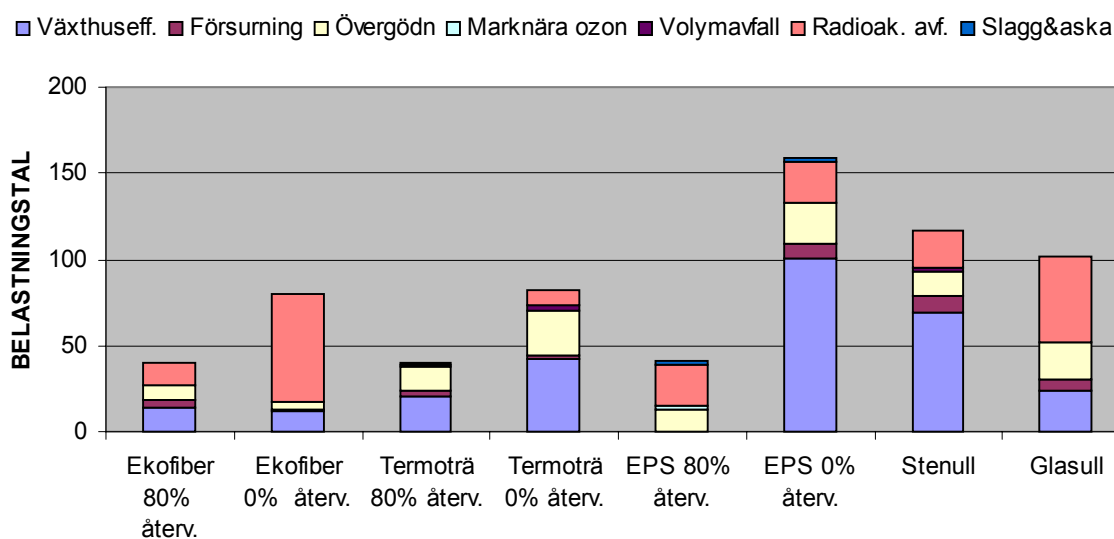


Fig. 5. Relativa miljöbelastningar för 1 m² yttervägg med samma isoleringsförmåga när man använder Ekofiber, Termoträ och EPS vid nyproduktion och med kreditering för 80% framtida återvinning. För stenull och glasull har inte antagits någon återvinning.

Som väntat är det fossilbränsle- och eleanvändning och som ger stora utslag på växthuseffekt och produktion av radioaktivt avfall (översta och nedersta delen av staplarna). Dessa delar speglar alltså om energianvändningen vid tillverkning baseras på stor del fossilbränslen eller elektricitet. Men flertalet av isolermaterial ger också en betydande påverkan på övergödningen och någon påverkan på förurning. Bidragen till volymavfallet, bildande av marknära ozon och produktion av slagg och aska är små men data har också saknats här. Vid överslagberäkningar borde man eventuellt kunna utesluta dessa kategorier.

Miljöbelastningen för nyproducerad EPS (158) är väsentligt större än de övriga. Det beror på att framför allt på att påverkan på växthuseffekten är mycket större genom att man använder mycket fossilbränslen vid tillverkningen. Men eftersom EPS är en oljeprodukt lämpar den sig väl att förbränna och efter rivning kan 1 kg EPS ersätta 1,3 liter olja vid förbränning. Vid 80% återvinning av EPS och kreditering för olja minskar miljöbelastningen med ca 75% och blir lägre än alla övriga. Beräkningarna visar att efter kreditering får man ett stort negativt bidrag

²⁶ Miljöfaktabok för bränslen, IVL B 1334 A, Sthlm 1999

²⁷ http://www.apme.org/dashboard/presentation_layer_swf/dashboard.asp

till växthuseffekten som inte tillgodogörs fullt ut därför att vi hävdar att en belastning inom ett område inte kan gottgöras av en undandragen belastning inom ett annat område. Skulle man göra krediteringen efter viktningen skulle underskottet på växthuseffekten utnyttjas för kompensation av andra belastningar. I fallet EPS har vi inte räknat med någon energianvändning för utrivning och transport medan vi för Ekofiber och Termoträ räknat in miljöbelastningen för en utsugning av isoleringsmaterialet. Transporter till och från byggplatsen är inte heller medräknade här i någondera fallen eftersom de antas vara lika för alla materialen. Nedan under exempel på förenklade beräkningar inräknas också transporterna.

Ser man enbart på de olika isoleringsmaterialen utan återvinning så är Ekofiber (värde 80) och Termoträ (82) likvärdiga medan glasull (102) ligger lite över och stenudd (116) ca 40% högre.

Att utföra en isolering med Ekofiber så att man i framtiden kan återvinna 80% ger en miljöbesparing på 50% transporter oräknade. Samma miljöbesparing gör man om man använder återvunnen Ekofiber vid nybyggnad. I första hand är det elektricitet som sparas.

Att i framtiden återvinna 80% Termoträ ger också en miljöbesparing på ca 50% transporter oräknade. Då är det i första hand växthuseffekten och övergödningen som minskar. Att använda återvunnen Termoträ vid nybyggnad minskar också miljöbelastningen med ca 50% i förhållande till att använda nyproducerat.

Vid tillverkning av Stenudd åtgår ca $\frac{1}{4}$ så mycket elektricitet som vid tillverkning av Glasull och ca $\frac{1}{3}$ mindre fossilbränslen vilket efter normalisering och viktning ändå visar att Glasullen ger knappt 15% mindre miljöbelastning än Stenudden. Det beror på att merparten av fossilbränslet för tillverkning av glasull är naturgas som bara ger drygt hälften så stor miljöpåverkan som oljan (se figur 6 nedan). Om man på ett energisnålt sätt skulle kunna återvinna större andelar av mineralull skulle dessa kunna komma ner betydligt under Ekofiber och Termoträ i miljöbelastning.

Som framgår av bilagorna är omfattningen på data för de olika isolermaterialen ganska skiftande. För EPS är de mycket omfattande, för Glasull och Stenudd och Termoträ omfattande medan de för Ekofiber endast innehåller utsläpp till luft. I de här beräkningarna har å andra sidan bara utnyttjas utsläppen till luft. Den stora belastningen för EPS hänför sig till NO_x och SO₂ där även data för de övriga redovisats. Fullödiga data kan därför inte sägas ha straffat EPS här, vilket i många andra fall kan utgöra ett problem.

Viktningen har naturligtvis betydelse men det måste till ganska stora förändringar för att ge några avgörande skillnader.

10. Förslag till förenklad beräkning

Ett förenklat tillvägagångssätt vid jämförelse av olika material och återvinningsformer kunde vara att enbart beakta energianvändning och direkt utnyttja de här framräknade belastningsvärdena.

Tillvägagångssättet blir då att ta reda på hur mycket energi och av vilket slag som åtgår från utvinning av råvara till färdig produkt och lägga till transporter från fabrik till byggplats. Sådana uppgifter kan tex. finnas i Byggtjänsts byggvarudeklarationer. Därefter bestäms framtida

återvinningsform och transporter till deponerings eller återvinningsplats. Vi menar att man vanligtvis kan bortse från miljöbelastningen för själva inbyggnads- och utrivningsprocesserna eftersom dessa vanligtvis görs med små energiinsatser. Däremot kan det vara befogat att tex. ta med uppvärmning och uttorkning under byggfasen vilket innebär stor energiåtgång. i byggnader med betongstommar. I de fall det finns tillgång till uppmätta och dokumenterade värden för specifika material och konstruktioner bör dessa användas, om inte får schablonvärden för materialgrupper eller uppskattningar användas. Det föreslagna förenklade beräkningssättet lämpar sig också väl för att överslagmässigt jämföra miljöbelastningarna för olika uppvärmningsformer eller energihushållningsåtgärder.

För energianvändning och kreditering för återvinning föreslås att värdena i tabell 5 och visade i fig. 6används, vilka beräknats enligt de visade principerna (se även bilaga 11):

Vill man jämföra olika material måste man ha en funktionell enhet för vilket vi tidigare använt 1 m² yttervägg med visst värmemotstånd. Men det kan också vara en hel byggnad. Om man bara vill se miljövinsten med framtida återvinning eller användning av återvunnet material kan man nöja sig med att göra beräkningen för en enhet tex. 1 kg eller 1 ton så länge det handlar om samma material.

Tabell 5. Miljöbelastningstal relativt olja för olika energibärare använda vid fjärrvärmeproduktion(enl. IVL) och viktade enligt den tidigare redovisningen här. Dessa värden föreslås användas vid uppskattning av om återvinning är miljömässigt lönsam.

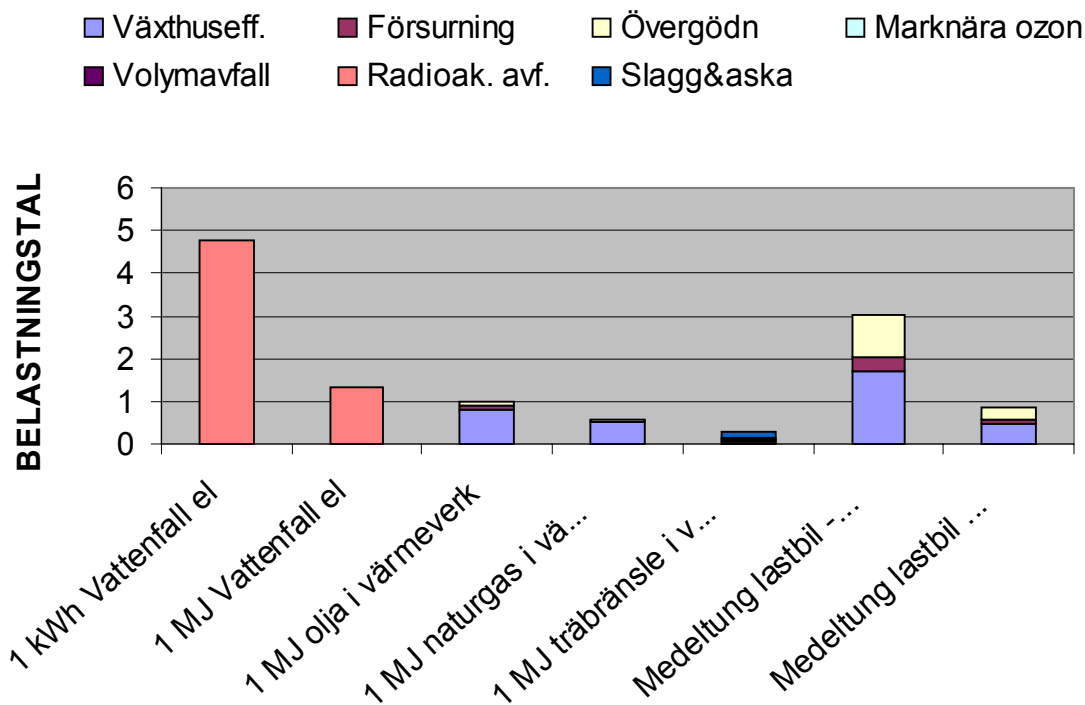
Energiproduktion	Miljöbelastning	Verkningsgrad
1 MJ olja i värmeverk	1,0	0,91
1 MJ naturgas i värmeverk	0,6	1,04
1 MJ träbränsle i värmeverk	0,3	1,06
1 MJ Kol i värmeverk	1,3	0,89
1 MJ hushållsavfall i värmeverk	1,8	1,06
1 MJ Vattenfall elmix	1,4	
1 kWh Vattenfall elmix	5,0	
Medeltung lastbil per ton*km (>280kg/m ³)	3,0	
Medeltung lastbil per m ³ *km (volymgods*)	0,9	
Tung lastbil per producerad MJ	1,3	0,4
1 liter olja (motsvarar 10,9 kWh)	39,2	

*Volymgods omräknat från tonkm till m³km vid brytpunkten 280 kg/m³ för lätta material (Schenker)

För lätta material, volymgods, blir det inte vikten som avgör transportenergin utan hur mycket fordonet rymmer. Brytpunkten har för svenska transporter satts till 280 kg/m³ (Schenker/BTL miljöberäkningsprogram, http://www.schenker.nu/english/schenker_btl.html).

Belastningsvärdena visas även i nedanstående figur där det också framgår vad de beror av.

Miljöbelastningar för energibärare relativt olja



Figur 6. Belastningsvärdena enligt tabell 5 ovan och med redovisning av vilka effekter de ger bidrag till.

Det är bara fordonen som ger någon påtaglig påverkan på övergödning och försurning.

Med hjälp av energibelastningsvärdena i tabell 5 har en ny förenklad beräkning gjorts på de testade isoleringsmaterialen. Då har vi inte använt några av de inventerade utsläppen utan enbart de redovisade värden för energianvändning under tillverkningen. Därtill läggs uppgifter om transporter och andra processer i mån av tillgång till data. För detta har vi utarbetat en blankett där belastningsvärdena per enhet för olika energibärare kan vara ifyllda på förhand så att man bara behöver fylla i energibelopp och transportavstånd etc. Vi har gjort detta för alla 5 isoleringsmaterialen men visar bara resultaten för EPS och Termoträ i fig. 6 och 7 på nästa sida.

Tabell 5. Förenklad beräkning av miljömiljöbelastningar för 1 kg EPS baserad enbart på energianvändning.

EPS (Densitet 15kg/m ³)	Mängd	Energi- slag	Antal	Enhet	Belastningsvär- de/enhet	Summa
INGEN ÅTERVINNING						
Framställning och användning	1 kg	Elektri- citet	4,98 MJ		1,4	7,0
(Vagga till grind alt utrivning)		Olja	14,53 MJ		1	14,5
		Gas	23,54 MJ		0,6	14,1
Transporter under framställning		Diesel	0,61 MJ		1,9	1,2
Transport till byggsplats		Lastbil	100 km		0,0004	0,04
Inbyggnad						
Underhåll						
Byggvärme/uttorkning						
Summa t.o.m. användn.						36,8
Utrivning			0,2 kg			
Transport			100 km		0,0004	0,04
Deponering						
Summa framställning till deponi						36,9

80% ÅTERVINNING

Rivning och deponering/alt återvinning						
<i>Till deponi 20%</i>						
Utrivning	0,2		0,2 kg			
Transport	0,2		100 km		0,0004	1,1
Deponering						
<i>Till återvinning 80%</i>						
Utrivning						
Bearbetning						
Transport	0,8		100		0,0004	0,0
Ersatt olja - framställning	0,8		1,3 liter		39,2	-40,8
Summa rivn./deponering						-39,7
Resulterade miljöbelastning						-2,8

Belastningstalen är väsentligt lägre här än tidigare dels för att bara energi är med och dels för beräkningen ovan bara är för 1 kg. Transporterna ser ut att betyda lite. Eftersom belastningstalen är sammanvägda kommer krediteringen alla effekter till godo och det resulterande energibelastningstalet blir bara 17% dvs. en besparing på drygt 80% mot 75% i den tidigare beräkningen. Det förenklade beräkningsresultatet i förhållande till det mer komplicerade verkar rimlig. Vår tveksamhet ifråga om att kreditera över olika effekter kvarstår men det går inte att förneka att krediteringen gjord på detta sätt ger ett budskap eftersom vi själva satt vikter på betydelsen av de olika effekterna sinsemellan.

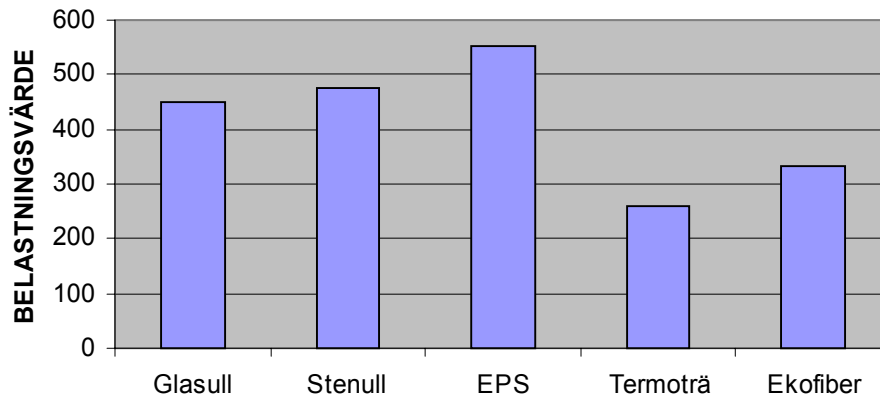
Motsvarande beräkningar för Termoträ gav följande resultat.

Tabell 5. Förenklad beräkning av miljömiljöbelastningar för Termoträ baserad enbart på energianvändning.

Termoträ (Densitet 48kg/m ³)	Mängd	Energislag	Antal	Enhet	Belastningsvärde/enhet	Summa
INGEN ÅTERVINNING						
Framställning och användning (Vagga till grind alt utrivning)	1 kg	Elektricitet		0,51 MJ	1,4	0,7
		Olja		4,47 MJ	1,3	5,8
Transport till byggsplats		Lastbil		100 km	0,0004	0,04
Inbyggnad						
Underhåll						
Byggvärme/uttorkning						
Summa t.o.m. användn.						6,6
Utrivning				kg	1	
Transport	0,2			100 km	0,0004	0,04
Deponering						
Summa framställning till deponi						6,6
80% ÅTERVINNING						
Rivning och deponering/alt återvinning						
<i>Till deponi 20%</i>						
Utrivning	0,2			0,2 kg	6,6	1,3
Transport	0,2			100 km	0,0004	0,01
Deponering						
<i>Till återvinning 80%</i>	0,8					
Utrivning						
Bearbetning						
Transport	0,8			100 km	0,0004	0,03
Ersatt nytt termoträ	0,8			0,8 kg	6,6	-4,2
Summa rivn./deponering						-2,8
Resulterade miljöbelastning						3,8

e förenklade beräkningarna för Termoträ visar att miljöbelastning minskar till drygt hälften om merparten återvinns till samma ändamål. De förenklade beräkningarna för Ekofiber visar snarlika resultat. Relationen i miljöbelastningstal för nyproducerad EPS och Termoträ är väsentligt större än vid de tidigare beräkningarna. Förenklade energibelastningstal för alla isolermaterialen nytillverkade visas i fig 7.

Energibelastningstal per m³



Figur 7. Energibelastningstal per m³ baserade på förenklade beräkningar för nyproducerade isolermaterial.

Figur 7 visar ungefärligen samma bild som de tidigare beräkningarna med undantag för EPS det inte är lika stor skillnad till övriga för nyproducerad EPS. Termoträ ligger bättre till än Ekofiber medan de låg lika vid förra beräkningarna. Skillnaden ligger främst i att Ekofiber använder mycket elektricitet i sin tillverkning. Vad gäller miljöbesparingen vid 80% återvinning så får man ungefär lika resultat som tidigare för Termoträ och Ekofiber. För EPS ger den förenklade beräkningen ett negativt miljöbelastningsvärde vid 80% återvinning, vilket är teoretiskt möjligt när man får kredit för att ersätta en helt annan produkt, olja i det här fallet. Den förra beräkningen gav emellertid fortfarande en belastning om ca 15% jämfört med utan återvinning. Det kan tyda på att energivärdena vi har är för låga för EPS.

Förhållandet mellan Glasull och Ekofiber är ungefär detsamma som i tidigare beräkningar. Med tanke på att Ekofiber och Termoträ har en aning sämre isolerförmåga bör de ligga lite lägre än vid den tidigare jämförelsen. I huvudsak är beräkningarna i bägge fallen baserade på energianvändning så resultaten borde vara ganska lika. De kan finnas flera förklaringar till skillnaderna i resultat. Uppgivna data kanske är mycket bra vad gäller energianvändningen men sämre vad gäller utsläppen. Det slår i så fall när man räknar på två olika sätt. Antagligen skulle EPS ligga högre med hänsyn till att bearbetning i Sverige vilket inte tagits med. Det är ett stort arbete att tränga bakom de datauppgifter som lämnats för att försöka konstatera skillnader i kvalitet och representativitet vilket inte låter sig göra inom den här studien.

Alla miljöbelastningsberäkningar är har en ganska låg precision eftersom det är så svårt att få bra och jämförbara data för olika produkter. Kan man nöja sig med indikationer så tror vi att den förenklade metod vi tittat på här kan duga. Det är en avgrundsdjup skillnad mellan att bara jämföra använda kilowattimmar och göra en fullständig livscykelanalys där den förenklade metoden ligger någonstans mittemellan.

11. Diskussion

Vi har sökt förenklade sätt att beräkna miljöbelastningar och gottskriva återvinning. Förslaget till kreditering av ersatt vara vid återvinning är ganska allmänt tillämpat men ofta beaktar man flera återvinningscykler. Här ser vi bara till en återvinning. Idén med att kreditera framtida återvinning om tillverkaren gör en formaliserad återvinningsdeklaration har vi inte sett någon annan stans. Det skulle stimulera projektörer att söka enkelt återvinningsbara produkter och konstruktioner. Vi tror att mycket skulle vara vunnet om man kunde komma fram till standardiserade återvinningsdeklarationer inom byggsektor. Vårt utkast till en sådana får ses som ett första försök men behöver diskuteras och bearbetas i en större krets.

Det är vår övertygelse att ett miljöriktigt val måste grundas på beräkning av miljöbelastningar för olika alternativ. Inom detta område finns fortfarande många vägar att gå och olika livscykelanalysmetoder ger olika resultat beroende bl.a. på olika val av viktning mellan effekter. Inom detta område är vi långt ifrån konsensus inom någon bransch. Ett annat problem är att det kan vara svårt att hitta jämförbara och tillräckliga livscykeldata för att göra jämförelser meningsfulla. Även av den här korta studien framgår det tydligt att indata är avgörande för resultatet och att dessa ofta är av mycket skiftande kvalitet.

Det förenklade sätt att göra överslagsmässiga miljöbelastningsberäkningar grundat enbart på energianvändning som vi tagit fram har naturligtvis många begränsningar. Här kommer tex. inte naturresursfrågan med eller problemet med toxiska ämnen i byggmaterial. Men inte desto mindre är energianvändningen en dominerande faktor vad gäller miljöbelastningar. Att tillämpa den här föreslagna metoden är ett väsentligt framsteg jämfört med att enbart se till kilowattimmar eftersom den skiljer mellan olika energibärare och innefattar de viktigaste miljöeffekterna. Vi tror att detta skulle kunna utvecklas till en användbar metod för överslagberäkningar men menar att den i så fall behöver testas ordentligt. Resultaten ger nya insikter i skillnader mellan miljöbelastningar tex. för olika material och energiformer. Metoden behöver emellertid också kompletteras med energidata för tex. rivning, bearbetning, drift etc. I flertalet fall är denna energianvändning förhållandevis liten men det kan finnas undantag.

De mycket olika resultaten för EPS kan vi inte riktigt förklara just nu men vi tror att förklaringen ligger i indata.

12. Referenser

Miljödepartementet, proposition 1996/97:172

Miljöansvar för byggvaror inom ett kretsloppstänkande - ett utvidgat producentansvar. Handlingsplan från Byggsektorns Kretsloppsråd. 1995

ISO (1997). *Environmental Management - Lifecycle assessment - Principles and Framework*. International Standard ISO 14040

Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nord 1995:20, Nordic council of ministers, Copenhagen

Boverket, 1998. *Juridik för återbruk - byggvaror och returmaterial*, 1998.

Thormark. C, 1997. *Potential energy savings in buildings designed for recycling*, 1997.

Sigfrid. L, 1996. *Bedömning av omhändertagandet av material som frigörs vid rivning och reovering*, 1996.

Boverket, 1999. *Betong i vägar – materialstudie*, 1999.

Boverket, 1997. *Betong i vägar - förstudie*, 1997.

Boverket, 1998. *Återvinning av trä*, 1998.

Plast- och kemibranscherna, 1997. *EPS-Cellplast*, 1997.

Persson Johanna, 1995. *"Röda Ladan", Selektiv rivning i praktiken*, Göteborg, 1995.

Miljöfaktabok för bränslen, IVL B 1334 A, Sthlm 1999

13. Bilagor

13.1. Ordförklaringar

Allokering: fördelning av processer inflöden till eller utflöden från det studerade produkt-systemet (ISO).

Deponi: en modern "soptipp" där man på ett ordnat sätt lägger olika sorters avfall och sørjer för att minska eller stoppa läckage av metangas och förorenat lakvatten (i motsats till vad man gjorde på de gamla soptipparna) (RSS)

Energiutvinning: förbränning i värmeverk av organiskt avfall eller trä, plast och gummi i olika former som samhället ännu inte lyckas återanvända eller återvinna (observera att man inte ska tala om energiåtervinning) men som innehåller energi som skulle gå förlorad vid deponering (RSS).

Kreditering: Tillgodoräknande av en undviken miljöbelastning (EE).

Livscykelanalys (LCA): sammanställning och utvärdering av inflöden till och utflöden från ett produktsystem över hela dess livscykel liksom utvärdering av de potentiella miljöeffekterna hos ett produktsystem över hela dess livscykel (ISO).

Materialåtervinning: Restmaterialet bearbetas för att användas i en ny funktion (TNC)

Miljöbelastning: Miljöpåverkan från verksamheter, t.ex. råvaruuttag, ingrepp i naturmiljö och utsläpp av föroreningar (EE).

Miljöbesparingsvärde: den teoretiska skillnaden i miljöbelastning mellan att återvinna ett restmaterial och att låta det gå till deponering utan någon funktion.

Produktsystem: En samling materiellt och energimässigt sammanhängande enhetsprocesser som tillsammans utför en eller flera definierade funktioner (ISO).

Systemgränser: gränssnitt mellan ett produktsystem och omgivningen eller andra produktsystem (ISO).

Återbruk: Återanvändning av produkter för samma ändamål (EE).

Återvinning: Övergripande begrepp som innefattar återbruk, materialåtervinning och energiutvinning; när produkter eller material tas tillvara och behandlas för att användas på nytt (EE).

Återvinningsdeklaration: Standardiserad beskrivning av en framtida återvinning av ett material eller en produkt med avseende på bl.a. arbetsmiljö-, teknik- och kvalitetsaspekter (EE).

Återvinningspotential: Den praktiska eller teoretiska andelen av en byggnad som är återvinningsbar (EE).

KÄLLOR:

ISO - International Standard Organisation

EE - Definitioner som används i EcoEffect - metoden

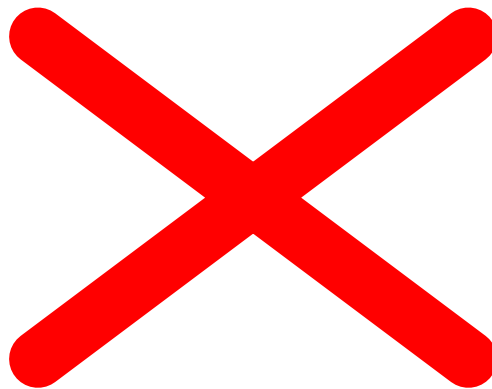
RSS - Ragnar Sellbergs Stiftelse, miljöordlista

Bilaga 2

13.2. EcoEffect-metoden - Sammanfattning

Inom byggsektorn, liksom inom andra samhällssektorer, söker man mått och indikatorer som beskriver miljöpåverkan och som underlättar beslut på vägen mot en långsiktigt uthållig byggsektor. Under beteckningen ”Miljövärdering av byggnader” utvecklas metoder att karaktärisera eller ”mäta” miljöanpassningen och den ekologiska uthålligheten hos bebyggelse. Byggeforskningsrådet och 16 företag och organisationer inom byggsektorn har finansierat ett tvåårigt projekt för att utveckla en sådan metod baserad på inhemska och utländska erfarenheter. EcoEffect-metoden är resultatet av detta arbete.

EcoEffect-metoden tar ett helhetsgrepp om miljöfrågorna genom att parallellt behandla områdena: Energianvändning, Materialanvändning, Innemiljö, Utemiljö samt Livscykelkostnader. Strävan har varit att så långt som möjligt kvantifiera miljöpåverkan, som redovisas i form av miljöprofiler med staplar som visar fastighetens bidrag till olika miljöeffekter. Resultaten kan sammanfattas i miljöbelastningstal med vars hjälp fastigheter lättare kan jämföras med varandra, figur a.



Figur a. I EcoEffect metoden får man fram sammanfattande omdömen inom områdena Energianvändning, Materialanvändning, Innemiljö, Utemiljö och Livscykelkostnader

Ambitionen har varit att EcoEffect resultaten skall vara lättbegripliga och att underliggande förutsättningar och ställningstaganden ska vara lätta att få fram. Metoden är idag utvecklad för befintliga flerbostadshus, men struktur och principer är generella, så att metoden kan anpassas till planerade flerbostadshus och andra typer av fastigheter, t ex skolor och kontor.

Metodens utgångspunkt är tre skyddsobjekt - människans hälsa, biologisk mångfald och tillgång till naturresurser. Miljövärderingen har avgränsats till fastighetsrelaterad miljöpåverkan. Därmed menas att det är egenskaper hos byggnad och mark, dvs. den fysiska miljön, som värderas. Brukarna förutsätts använda utrustning på avsett vis och ha ett normalt beteende. Lokaliseringen och dess betydelse för miljöbelastningen till följd av dagliga transporter av varor och människor ingår för närvarande inte. Däremot räknas transporter av byggnadsmaterial med.

I EcoEffect-metoden tillämpas livscykelanalysmetodik med fastighetsgränsen som en systemgräns för beräkning av miljöpåverkan från energi- och materialanvändning. Den sammanlagda miljöpåverkan från inflöde av material och energi till fastigheten samt utflöde av avfall, avlopp och utsläpp till luften under en tänkt livstid uttrycks som en belastning för den verksamhet som bedrivs där. Miljöbelastningen beräknas per nytta; dvs. är verksamheten ”boende” så bokförs belastningen per boende. Den miljöpåverkan som beräknas för energi- och materialanvändning är av tre slag, nämligen *utsläpp* (växthuseffekt, ozonnedbrytning, försurning, övergödning, bildning av marknära ozon, humantoxicitet och ekotoxicitet), *avfall* (voly mavfall, radioaktivt avfall, slagg och aska och farligt avfall) samt *utarmning av naturresurser* (bränslen, metaller etc.).

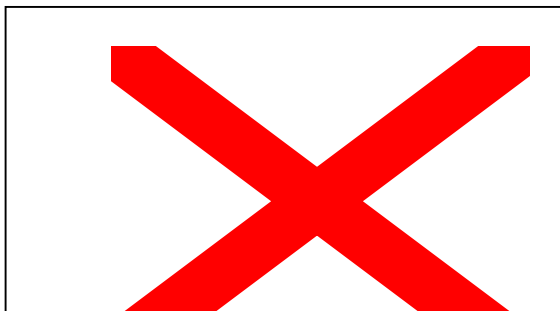
För Innemiljöområdet är människors hälsa och välbefinnande skyddsobjekt och för Utemiljöområdet är det både människors hälsa och ekosystem/biologisk mångfald. Här är det tillstånd som bedöms, huvudsakligen inom fastighetens gränser. Förhållanden av betydelse för människors hälsa inventeras till övervägande del genom enkäter till brukare, när det gäller befintliga fastigheter. Vissa mätningar och inventeringar görs på plats, t.ex. av vegetation och vatten.

Värderingen av inne- och utemiljön baseras på kriterier som ger ett värde mellan 0 och 3, där 0 motsvarar *försumbar påverkan* och 3 *stor påverkan*. I miljöprofilen för innemiljön visas risker för att byggnaden ska orsaka följande *hälsoeffekter*: sjukahussymptom, förvärrad allergi, cancer, smitta, förvärrade ledproblem, specifik miljö känslighet, övriga hälsorisker, sömnproblem och komfortstörningar. För utemiljöområdet visas dels risker för effekter på människors hälsa, dels förhållanden som rör biologisk mångfald m.m. på tomten. Dessa är ifråga om *hälsa och välbefinnande*: luftföroreningar, markföroreningar, buller, skugga, blåst och lukt, ifråga om *ekosystem*: vegetation, vatten, dagvatten, ifråga om *biologisk produktionsförmåga*: naturlig mark och anlagd växtlighet samt ifråga om *kretslopp*: källsortering och kompostering.

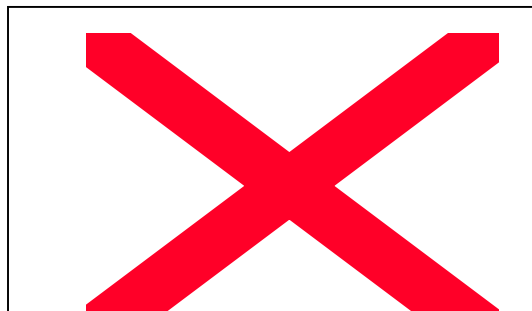
Investerings-, media- (el-, värme, va) och *underhållskostnader* summerade över 50 år används som en *miljökostnadsindikator*. Kostnader som inte har något påtagligt samband med fastighetens miljöpåverkan är alltså bortskaldade från indikatorn, bl.a. kapitalkostnader. Miljökostnadsindikatorn kan t.ex. användas för att studera hur investeringar som medför lägre driftskostnader och miljöpåverkan betalar sig på sikt vid olika prisutveckling. Det finns mycket som talar för att de miljörelaterade kostnaderna kommer att stiga snabbare än inflationen. EcoEffect-metoden använder 0% och 3% prisökning per år utöver inflationen som jämförelsescenarier.

För att underlätta tolkning och jämförelser av miljöprofiler kan man väga samman resultaten till ett mindre antal indikatorer/miljöbelastningstal. Det görs genom en form av multikriterieanalys som innebär att man strukturerar frågeställningar och definierar viktningaspekter. Därmed blir det tydligt vad viktningen innebär. Den tolkning som viktningen medför blir då öppen för diskussion och förändringar. De sammanvägda miljöprofilerna kan ha följande utseende, figur b:

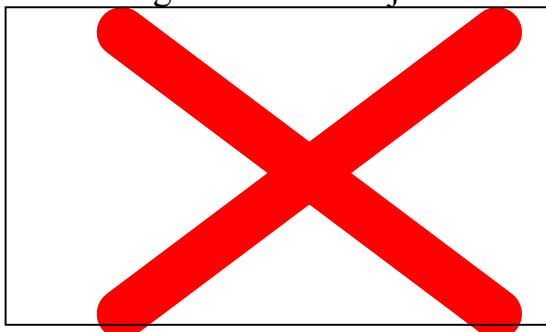
Belastningstal för Energi / Material



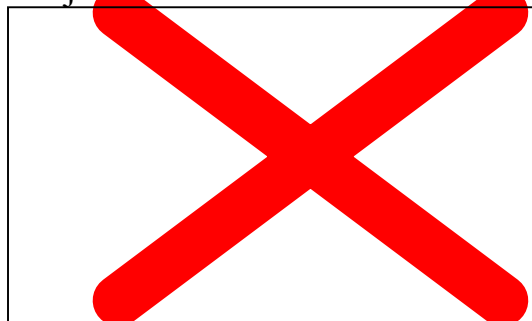
Belastningstal för innemiljön



Belastningstal för Utemiljön



Miljörelaterade kostnader



Figur b Efter sammanvägning till ett fåtal parametrar blir det lättare att jämföra miljöpåverkan från olika byggnader och byggnadselement.

Ett datorprogram för beräkning av miljöeffekter med redovisningar enligt ovanstående finns framtaget. Här kan man lätt stega sig upp och ner till den informationsnivå man önskar.

Området miljövärdering är mycket stort och det kommer ständigt att finnas utrymme för förbättringar. Metoden har hittills prövats på ett tiotal fastigheter. För närvarande håller det på att testas praktiskt med ett antal intressenter från byggsektorn delta.

Bilaga 3

13.3. Återvinningsdeklaration för byggnadsmaterial - utkast²⁸

Material / komponent

Geografisk plats (fastighetsbeteckning, ort)

Tillverkare / föregående ägare (för återvunna varor)

Tillverkarens återvinningsbeskrivning bifogas Ja

Lokalisering	Mängd	Plats	Livslängd, år				Märkning		Demonte- ringsinstruk- tion	
			5	10	25	50	ja	nej	ja	nej
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Återvinning

Form	Återvinnings- plats	Transport		Bearbet- ning	Ersätter	Andel %
		Slag	Avst, km			
Återbruk						
Materialåtervinning						
Energiutvinning						

Det som inte går till återvinning antas gå till deponering

2. Tillvägagångssätt vid återvinning: (Ge en beskrivning av de aktiviteter som ingår i återvinningspro-
cessen, från demonteringskedet till färdig återvunnen vara)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3a. Arbetsmiljö vid återvinning: (Gör en bedömning av arbetsmiljöförhållandena under demonterings-
och bearbetningsfasen. I kommentaren anges tex. återgårdar som föreslås för att förbättra arbetsmiljön)

Till återvinning som:

Demontering	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Luffföroreningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risk för personskada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bearbetning	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

²⁸ Återvinningsdeklarationen syftar dels till att dokumentera avsedda återvinningsformer för kommande fastig-
hetsägare och dels till att ge ett trovärdigt underlag för beräkning av miljövinsten med en framtida återvinning.

Luftföroeningar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Riäk för personskada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentar till arbetsmiljö

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3b. Teknik: (Gör en översiktlig bedömning av vad återvinningsformen kommer att kosta i tid och övriga resurser, arbetskraft, verktyg, maskiner, skyddsutrustning etc. Ovanliga resursbehov bör kommenteras)

	Stor	Måttlig	Liten	Kommentar
Tidsåtgång	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurskrav	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer (Med resurser avses maskinell utrustning)

.....

.....

.....

.....

.....

3c. Kvalitet: (Bedöm vilken kvalitet den återvunna varan kan tänkas uppvisa jämfört med motsvarande nyproducerade vara. Om speciella kvalitetskrav finns för den återvunna produkten bör man även kommentera hur en kvalitetsbestämning ska gå till)

	Mycket sämre	Något sämre	Motsvarande ny	Kommentar
Utseende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Användbarhet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Funktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hållfasthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer

.....

.....

.....

.....

Återvinningsdeklarationen upprättad av:

Namn.....

Tel.....

Adress.....

Epost.....

Plats och datum.....

Underskrift.....

Bilagor

13.4. Återvinningsdeklaration för ”platsgjuten betong” - utkast²⁹

Material / komponent... Bärande innerväggar av platsgjuten armerad betong

Geografisk plats (fastighetsbeteckning, ort)..... Råven 1:2, Stockholm

Tillverkare / föregående ägare (för återvunna varor).....

Tillverkarens återvinningsbeskrivning bifogas Ja

Lokalisering	Mängd	Plats	Livslängd/år				Märkning		Demonte- ringsinstruk- tion			
			5	10	25	50	ja	nej	ja	nej		
Innerväggar	2600 TON		5	10	25	x 5	ja	nej	x	ja	nej	x
			5	10	25	50	ja	nej	ja	nej	ja	nej

1. Återvinning

Form	Återvinnings- plats	Transport	Bearbet- ning	Ersätter	Andel %
Återbruk					
Materialåtervinning	Lokalt	lastbil 100km	Krossning	Naturgrus	90
Energiutvinning					

Det som inte går till återvinning antas gå till deponering

2. Tillvägagångssätt vid återvinning: (Ge en beskrivning av de aktiviteter som ingår i återvinningsprocessen, från demonteringskedet till färdig återvunnen vara)

Inför rivning görs en inventering av de delar som skall materialåtervinnas och eventuella riskmaterial identifieras. Vid rivningen separeras betongen från övrigt avfall så långt det är möjligt och sedan fraktas till lämplig krossningsentreprenör, alternativt krossas på plats med en mobil krossningsanläggning. Fortsatt rensning av armeringsjärn, trä, plast, isolering etc. sker under själva krossningsprocessen, vilken delas upp i fyra olika steg; förbehandling, krossning, efterbehandling och sortering. Alla steg utförs i, eller i anslutning till, krossningsanläggningen.

Den krossade produkten skall brukas som bär- eller förstärkningslager i vägar eller som råvara i betongtillverkning beroende på vad som efterfrågas vid tiden för rivning. Den krossade betongen antas användas som ballastmaterial och ersätta naturgrus.

3a. Arbetsmiljö vid återvinning: (Gör en bedömning av arbetsmiljöförhållandena under demonterings- och bearbetningsfasen. I kommentaren anges tex. återgårdar som föreslås för att förbättra arbetsmiljön)

Till återvinning som: **Ballastmaterial**

Demontering	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Luffföroreningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risk för personskada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bearbetning	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

²⁹ Återvinningsdeklarationen syftar dels till att dokumentera avsedda återvinningsformer för kommande fastighetsägare och dels till att ge ett trovärdigt underlag för beräkning av miljövinsten med en framtida återvinning.

Luftföroreningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Riak för personskada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentar till arbetsmiljö: *Arbetskyddsstyrelsens anvisningar för bergarbete, buller och kvarts skall beaktas. I AFS 1992:10 finns de gränsvärden för buller som gäller för en arbetsdag. Vid krossning av betong måste hörselskydd bäras när ljudnivåer överskrider den maximala ljudnivån. Eftersom hörselskydd skyddar dåligt mot ljud med frekvenser <20Hz måste källor till dessa ljud beaktas särskilt. De orsakas bl.a. av dieselmotorer, kompressorer, fordon etc. Inandning av kvartsdamm från krossning av betong kan orsaka silikos (stendammslunga) men genom att vattna krossmaterialet kan man undgå problemet. Kvarts och vatten bildar nämligen en ofarlig förening när de reagerar med varandra. Krossning av kvartshaltigt material måste alltid anmälas till yrkesinspektionen.*

3b. Teknik: (Gör en översiktlig bedömning av vad återvinningsformen kommer att kosta i tid och övriga resurser, arbetskraft, verktyg, maskiner, skyddsutrustning etc. Ovanliga resursbehov bör kommenteras)

	Stor	Måttlig	Liten	Kommentar
Tidsåtgång	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurskrav	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer (Med resurser avses maskinell utrustning) *Både rivning och rensning av betong sker med maskinella hjälpmedel och är till skillnad från manuellt rivningsarbete, gå relativt snabbt. Förarbete i form av inventering samt eliminering av riskmaterial drar en viss tid och kostnad. Det resurskrav som tillkommer vid en materialåtervinning av betong är framförallt en krossningsanläggning. Restmaterialet ska krossas i en mobil, semimobil eller en stationär anläggning beroende på vilket alternativ som är billigast och ger bäst materialegenskaper vid tid för rivning.*

3c. Kvalitet: (Bedöm vilken kvalitet den återvunna varan kan tänkas uppvisa jämfört med motsvarande nyproducerade vara. Om speciella kvalitetskrav finns för den återvunna produkten bör man även kommentera hur en kvalitetsbestämning ska gå till)

Som Ballastmaterial	Mycket sämre	Något sämre	Motsvarande ny	Kommentar
Utseende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Användbarhet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Funktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Hållfasthet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer

Eftersom vägverket kräver i VÄG 94 att restprodukter som ska användas till vägbyggnad måste uppvisa lika goda egenskaper som de material de ersätter, ställs en del krav på betongens kvalitet. De parametrar som måste bestämmas för alla material som ska användas till vägbyggnad är: styvhet; stabilitet; tjälfarlighet; kornfördelning; beständighet; skrymdensitet; och vattenhalt. Analyser som bör göras även när vägverket inte är upphandlare av restmaterialet är kemisk sammansättning och urlakningsrisk.

Återvinningsdeklarationen upprättad av:

Namn.....

Tel.....

Adress.....

Epost.....

Plats och datum.....

Underskrift.....

Bilaga 5

13.5. Återvinningsdeklaration för ”konstruktionsträ” - utkast³⁰

Material / komponent *Stomme av trä (konstruktionsvirke)*.....

Geografisk plats (fastighetsbeteckning, ort).....*Stockholm*.....

Tillverkare / föregående ägare (för återvunna varor).....

Tillverkarens återvinningsbeskrivning bifogas Ja

Lokalisering	Mängd	Plats	Livslängd, år	Märkning	Demonte- ringsinstruk- tion
<i>Stomme</i>	<i>90 ton</i>		5 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 25 <input type="checkbox"/> 50 <input checked="" type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input checked="" type="checkbox"/>
			5 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 25 <input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input type="checkbox"/>
			5 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 25 <input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nej <input type="checkbox"/>

1. Återvinning

Form	Återvinnings- plats	Transport	Bearbetning	Ersätter	Andel %
Återbruk	Stockholm	Lastbil 60km	Rensning, kapning	Konstruksvirke	60
Materialåtervinning					
Energiutvinning	Stockholm	Lastbil 80km		Flis	40

Det som inte går till återvinning antas gå till deponering

2. Tillvägagångssätt vid återvinning: (Ge en beskrivning av de aktiviteter som ingår i återvinningsprocessen, från demonteringskedet till färdig återvunnen vara)

Innan rivningsprocessen påbörjas mäts och märks alla komponenter som skall återvinnas.

Rivningen måste därefter ske selektivt, vilket kräver en utarbetad demonteringsplan. Endast virke över en viss dimension återbrukas medan övrigt utrivet trämaterial utnyttjas för energiutvinning.

Restmaterialets nästa användning måste vara känt redan vid rivning, så att man vet vilka delar som ska demonteras hela och resas från metall eller annat. Virket lösgörs och rensas med brytverktyg eller genom att kapa bort områden. Metallsökare kan användas om metallföremål är svåra att hitta. Det virke som skall återbrukas måste efter rivningen kvalitetsbestämmas enligt regler, anvisningar eller kvalitetskriterier gällande för den nya användningen.

3a. Arbetsmiljö vid återvinning: (Gör en bedömning av arbetsmiljöförhållandena under demonterings- och bearbetningsfasen. I kommentaren anges tex. åtgärder som föreslås för att förbättra arbetsmiljön)

Till vinning som: **Konstruktionsvirke**

Demontering	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Luffföroreningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risk för personskada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bearbetning	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Luffföroreningar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

³⁰ Återvinningsdeklarationen syftar dels till att dokumentera avsedda återvinningsformer för kommande fastighetsägare och dels till att ge ett trovärdigt underlag för beräkning av miljövinsten med en framtida återvinning.

Riak för personskada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
----------------------	--------------------------	-------------------------------------	--

Kommentar till arbetsmiljö *En av de stora fördelarna med selektiv rivning med manuellt arbetsätt är den minskade ljudnivån från maskiner och fordon. Buller och vibrationer kan om möjligt härledas till sågar och hyvelmaskiner på rivningsplatsen och man bör använda hörselskydd när ljudnivåer överskrider Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar.*

Fysiska påfrestningar i och med en ökad manuell arbetsbelastning kan däremot bli stora om den selektiva rivningen inte sker på lämpligaste sätt.

3b. Teknik: (Gör en översiktlig bedömning av vad återvinningsformen kommer att kosta i tid och övriga resurser, arbetskraft, verktyg, maskiner, skyddsutrustning etc. Ovanliga resursbehov bör kommenteras)

	Stor	Måttlig	Liten	Kommentar
Tidsåtgång	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurskrav	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer (Med resurser avses maskinell utrustning) *Inventering, selektiv rivning och kvalitetsbestämning är alla steg i återvinningsprocessen som kräver en viss tid och som man skulle ha undvikit genom en konventionell rivning. Tidsåtgången för återvinningsprocessen måste därför bedömas som relativt stor. Förutom kofötter, metallsökare och andra specialverktyg så kan utrymme för lagerhållning av återbrukningsbart konstruktionsträ komma att krävas. Virket bör alltså vara sålt redan när huset rivs för att man ska undvika denna kostnad.*

3c. Kvalitet: (Bedöm vilken kvalitet den återvunna varan kan tänkas uppvisa jämfört med motsvarande nyproducerade vara. Om speciella kvalitetskrav finns för den återvunna produkten bör man även kommentera hur en kvalitetsbestämning ska gå till)

	Mycket sämre	Något sämre	Motsvarande ny	Kommentar
Utseende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Användbarhet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Funktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hållfasthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer: *När samma krav ställs på restmaterialet som på nytt virke bör kvaliteten bedömas enligt T-virkesreglerna, T18-T30, sort V enligt gröna boken eller SS 230130³¹.*

Konstruktionsträ som ska återanvändas bör dessutom undersökas med avseende på: träslag; form; fuktkvot; limfogar; fingerskarvar; hål, urtag etc.; mekaniska skador; impregnering, blånadsskyddsmedel; mögel, blånad; röta, hussvamp; insektsangrepp; virkesklass; ytbehandling (målning); och dolda rester av förbindare av metall. Konstruktionsträ som inte är kraftigt deformerat, uppsprucket eller skadat bör kunna återbrukas för samma eller liknande ändamål.

Återvinningsdeklarationen upprättad av:

Namn..... Tel.....
 Adress..... Epost.....

Plats och datum.....

Underskrift.....

Bilagor

³¹ Boverket, 1998. Återvinning av trä, 1998.

Bilaga 6

13.6. Återvinningsdeklaration för cellplastisolering/EPS³² - utkast

Material / komponent Cellplast isolering – Expanderad polystyren (EPS)

Geografisk plats (fastighetsbeteckning, ort).....Stockholm.....

Tillverkare / föregående ägare (för återvunna varor)..... Thermisol Sweden AB

Tillverkarens återvinningsbeskrivning bifogas Ja

Lokalisering	Mängd	Plats	Livslängd, år				Märkning			Demonte- ringsinstruk- tion			
Yttervägsisolering			5	10	25	50	x	ja	nej	x	ja	nej	x
			5	10	25	50		ja	nej		ja	nej	
			5	10	25	50		ja	nej		ja	nej	

1. Återvinning

Form	Återvinnings- plats	Transport Slag	Avst, km	Bearbet- ning	Ersätter	Andel %
Återbruk						
Materialåtervinning						
Energiutvinning	Lokalt	Lastbil	100		Eldningsolja	90

Det som inte går till återvinning antas gå till deponering

2. Tillvägagångssätt vid återvinning: (Ge en beskrivning av de aktiviteter som ingår i återvinningsprocessen, från demonteringskedet till färdig återvunnen vara)

Cellplasten sorteras ut tillsammans med annat brännbart material och därefter transporteras till närmaste avfallsförbränningsanläggning som accepterar industriavfall.

I och med nya direktiv som förbjuder deponering av brännbart material, måste restmaterialet behandlas på detta sätt i vilket fall som helst.

För att minimera mängden emissioner till luft vid avfallsförbränning krävs mycket höga temperaturer. Ibland måste man tillsätta fossila bränslen för att få en fullständig förbränning av restmaterialen. Eftersom EPS har mycket högt energiinnehåll kan det i många fall ersätta den extra tillsatsen av fossilt bränsle genom att själv bidra med tillräckligt höga temperaturer.

Man kan av denna anledning hävda att EPS ersätter olja när det förbränns i en avfallsförbränningsanläggning. 1 kg EPS antas ersätta 1,3 liter olja.

3a. Arbetsmiljö vid återvinning: (Gör en bedömning av arbetsmiljöförhållandena under demonterings- och bearbetningsfasen. I kommentaren anges tex. återgårdar som föreslås för att förbättra arbetsmiljön)

Till återvinning som: **Bränsle**

Demontering	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Luffföroreningar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risk för personskada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bearbetning	Acceptabel	Bra	Kommentar
Buller	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vibrationer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

³² Återvinningsdeklarationen syftar dels till att dokumentera avsedda återvinningsformer för kommande fastighetsägare och dels till att ge ett trovärdigt underlag för beräkning av miljövinsten med en framtida återvinning.

Luftföroeningar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Riak för personskada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Kommentar till arbetsmiljö

Ingen skillnad från vanligt konventionellt rivningsarbete, vilket regleras enligt arbetarskyddsstyrelsen anvisningar.

.....

.....

.....

3b. Teknik: (Gör en översiktlig bedömning av vad återvinningsformen kommer att kosta i tid och övriga resurser, arbetskraft, verktyg, maskiner, skyddsutrustning etc. Ovanliga resursbehov bör kommenteras)

	Stor	Måttlig	Liten	Kommentar
Tidsåtgång	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurskrav	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer (Med resurser avses maskinell utrustning)

Ingen skillnad från vanligt konventionellt rivningsarbete där brännbart material separeras från övrigt rivningsavfall.

.....

.....

3c. Kvalitet: (Bedöm vilken kvalitet den återvunna varan kan tänkas uppvisa jämfört med motsvarande nyproducerade vara. Om speciella kvalitetskrav finns för den återvunna produkten bör man även kommentera hur en kvalitetsbestämning ska gå till)

	Mycket sämre	Något sämre	Motsvarande ny	Kommentar
Utseende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Användbarhet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Funktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Hållfasthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kommentarer

Inga speciella kvalitetskrav ställs på material som ska brännas. Det enda krav som ställs på materialet för att få bli krediterat är att det fyller sin funktion som bränsle i en energiutvinningsprocess.

.....

.....

.....

.....

Återvinningsdeklarationen upprättad av:

Namn.....

Tel.....

Adress.....

Epost.....

Plats och datum.....

Underskrift.....

Bilagor

Bilaga 7

13.7. Formulär för dokumentation, hantering och återvinning av byggnadsdelar - utkast

Livstid/utbytesperiod: Om inget särskilt angivits av tillverkaren används alternativen 2, 10, 25 eller 50 år (det sista alternativet antas innebära samma livstid som byggnaden).

Destinationsalternativ: återbruk - materialåtervinning - energiutvinning - markunderbyggnad - markutfyllnad - deponi - särskilt omhändertagande

Exempel Grundkonstruktioner

Bygghedel	Beteckning	Mängd	Livs- längd	Utpekad åter- vinningsform	Andel vid återvinning	Ersätter vid återvinning	Kommentar
Geotextil			50	Markutfyllnad			
Dräneringslager av 150 makadam 16-32 alt krossgrus			50	Återbruk		Ny makadam	Geotextil möjliggör återbruk av dränlager
Isolering av falsad cellplast 100 under kantförstyvningar, övrigt 50			50	Deponi			Konstruktiv åtskillnad mellan btg och cellplast krävs för att medge separering
Betongplatta kantförstyvad, med stödpå- lar av betong			50	Markutfyllnad			Konstruktiv åtskillnad mellan btg och cellplast krävs för att erhålla ren betong
Armering i platta och pålar			50	Materialåtervinn		Nyprod stå- lämne	

Bärverk

Byggdel	Beteckning	Mängd	Livs-längd	Utpekad åter-vinningsform	Andel vid återvinning	Ersätter vid återvinning	Kommentar
Bärande innerväggar av platsgju-ten, arm. betong (160 resp 120) ³³			50	Markutfyllnad		Krossade schakt-massor, ev redu-cerade transporter	Avnämare / köpare ¹ Krav: Karboniseringsdjup + täckskikt Material: Betongsort + läckande betong ; be-räkning: $t_0 = (d/K_c)^2$ Påverkan: Luftens CO ₂
Armering i innerväggar			50	Materialåtervinn		Nyprod stålämne	
Bärande ytterväggspelare av stål			50	Återbruk		Nyprod stålpelare	Dokumentation av egenskaper inkl belast-ning under drifttiden (ex brand). Försiktig rivning.
Bjälklag av betong: 50 prefab plattbär-lag + 170 platsgj armerad betong			50	Markutfyllnad		Krossade schakt-massor, ev redu-cerade transporter	Avnämare / köpare
Armering i bjälklag			50	Materialåtervinn		Nuprod stålämne	

Yttertak

Byggdel	Beteckning	Mängd	Livs-längd	Utpekad åter-vinningsform	Andel vid återvinning.	Ersätter vid återvinning	Kommentar
Stomme av trä som uppstolpad takstol, takkassetter av råspont och högben av kertobalkar ³⁴ : a) K-virke			50	Energiutvinning		Nyprod virke resp bränsle	Försiktig rivning ¹ Krav: bärande ⇒kritisk fuktkvot i trä Material: Trämaterialet + ytbehandling + impregnering Påverkan: Temperatur och luftens RF Virkesdelar l = >1,5 m: Återbruk Övrigt virke: Energiutvinning
b) takkassetter av råspont:			50(?)	Energiutvinning		Nyprod virke	Försiktig rivning och ev spikdrgning. Avnämare.
c) högben av Kertobalkar:			50	Energiutvinning		Nyprod Kertobalkar	Dokumentation och provning av egenskaper ¹ Krav: bärande ⇒kritisk fuktkvot i trä Material: Trämaterialet + ytbehandling + impregnering Påverkan: Temperatur och luftens RF
Isolering av minull (250 mellan kertobalkar med 45 luftspalt mot råspont)			50	Deponi		Återvinning (t ex som flockad lösull)	Torr, ej förorenad. Transportavstånd (skrymmande)
Papp ovan råspont			? (50)	Energiutvinning		Bränsle	
Ströläkt + tegelläkt c 330			? (50) ³⁵	Energiutvinning			¹ Krav: ej röta Material: obehandlat trä Påverkan: RF + temperatur
Takpannor av betong			50 ³⁶	Återbruk	80		¹ Krav: Motstå frostangrepp Material: Porstruktur, frostbeständighet Påverkan: Fukt + frysning
Plåtdetaljer / garneringar av Aluzink + stålplåt			30 (-40) målning 10-15 år	Materialåtervinn			

Ytterväggar

Bygghedel	Beteckning	Mängd	Livslängd	Utpekad återvinningsform	Andel vid återv.	Ersätter vid återvinning	Kommentar
Utfackningselement av inifrån: 13 gips			50	Deponi		Nyprod gipsskivor	Materialåtervinn. Fritt från störande ytskikt Korta transportavstånd till tillverkningsenhet.
+ 170 minull			50	Deponi		Materiaölåtervinn	(Se ovan)
+ 170 träreglar			50	Energiutvinning			(Se ovan K-virke)
+ 9 u-gips			50	Deponi			(Se ovan)
+ 50 stenull			30 (-35)	Deponi			
+ puts (k/c + ytputs)			30 (-35) ³⁷				¹ Krav: Frysrisk; fuktmättnad + temperatur Material: Porstrukturen Påverkan: RF + slagregn, temperatur (cykler runt 0°C)
+ armeringsnät för puts			50	Deponi			
Fönster: Träkarm med 2+1 glas, fönsterbågar av trä (u-värde max 1,7 resp 1,0 i kök m fl.			50 + underhåll 5-10 år	Trä: energiutv Glas: Deponi			Fönsterkarmen har utformats för att lätt kunna tas ut.
Tilluftsdon med fällbara radiatorer, typ Fellingsbro. Uppsatt i puts.			30	Materialåtervinn			
Entrépartier med 7 ekfanér på furustomme. Enkelglas. Dörrstängare.			50	Energiutvinning			Gott fastighetsunderhåll
Balkongplattor av prefab betong K30			50	Materialåtervinn		Nyprod stål resp fyllnadsmaetial	
Balkongräcken av målat trä			20 ommålning 5-10 år	Energiutvinn		Bränsle	
och målat stål.				Materialåtervinn		Nyprod stålämne	

Byggdel	Beteckning	Mängd	Livslängd	Utpekad återvinningsform	Andel vid återv.	Ersätter vid återvinning	Kommentar
Vissa balkonger inglasade. (Alprofiler + enkelglas)			50 byte av tättningslist ?	Glas: Deponi Al: Materialåtervinn		Nyprod Al-ämne	Materialåtervinning av glas kräver större mängd för att berättiga transporten
Fönsterbleck av Aluzink + stålplåt			30 målning 10 år	Materialåtervinn		Nyprod stålämne	
Stuprör, hängrännor av ytbelagd stålplåt				Materialåtervinn		Nyprod stålämne	

Bilaga 8

13.8. Inventeringsdata för glasull

1 Kg Glasull (16 kg/m ³)	L1	L2	Total belastning	Krediterad belastning	Total belastning med återvinning				
	Vagga-gr.	Deponi	utan återvinning (Ldeponi)	vid återvinning (Lersatt)	vid olika återvinningsgrad, x (Låterv.)				
					X = 0	x = 0,4	x = 0,6	x = 0,8	x = 1
MATERIAL, g									
Sand	15 g		15 g		15 g				
Soda	60 g		60 g		60 g				
Fältspat	160 g		160 g		160 g				
Dolomit	25 g		25 g		25 g				
Borax	55 g		55 g		55 g				
Fenolharts	30 g		30 g		30 g				
Urea	10 g		10 g		10 g				
Återvunnet glas	680 g		680 g		680 g				
Återvunnet glasull	10 g		10 g		10 g				
Mineralolja	10 g		10 g		10 g				
ENERGI, MJ									
Processer									
Elektricitet	9,79	0,00068	9,79		9,79				
Fossilt bränsle	7,6	0,032	7,64		7,64				
Naturgas	10,21		10,21		10,21				
Transporter									
MK1 Diesel	0,37		0,37		0,37				
EMISSIONER OCH AVFALL, g									
Till luft									
CO ₂	660,2 g	2,29 g	662,5 g		662,5 g				
NO _x	2,32 g	0,03 g	2,35 g		2,35 g				
SO ₂	0,01 g	0,003 g	0,013 g		0,013 g				
HC	0,034 g	0,003 g	0,037 g		0,037 g				
PM	1,52 g	0,003 g	1,52 g		1,52 g				
CO	0,125 g	0,010 g	0,135 g		0,135 g				
Ammoniac	2,99 g		2,99 g		2,99 g				
Fenol	0,049 g		0,049 g		0,049 g				
Formaldehyd	0,0049 g		0,0049 g		0,0049 g				
Till land									
Volymavfall	20 g		20 g		20 g				

Bilaga 9

13.9. Inventeringsdata för stenull

1 Kg Stenull (28 kg/m ³)	L1	L2	Total belastning utan återvinning (Ldeponi)	Krediterad belastning vid återvinning (Lersatt)	Total belastning med återvinning vid olika återvinningsgrad x (Låterv.)				
	Vagga- gr.	Deponi			X = 0	x = 0,4	x = 0,6	x = 0,8	x = 1
MATERIAL, g									
Diabas	1330 g		1330 g		1330 g				
Dolomit	190 g		190 g		190 g				
Fenolharts	20 g		20 g		20 g				
Urea	5 g		5 g		5 g				
Återvunnen stenull	10 g		10 g		10 g				
Mineralolja	5 g		5 g		5 g				
ENERGI, MJ									
Processer									
Elektricitet	2,4	0,0006 ₈	2,4		2,4				
Fossilt bränsle	13,4	0,032	13,43		13,43				
Transporter									
MK1 Diesel	0,07		0,07		0,07				
EMISSIONER OCH AVFALL, g									
Till luft									
CO ₂	1115,0 4 g	2,29 g	1117,5 g		1117,5 g				
NO _x	0,8 g	0,03 g	0,83 g		0,83 g				
SO ₂	3,651 g	0,003 g	3,65 g		3,65 g				
HC	0,006 g	0,003 g	0,009 g		0,009 g				
PM	0,253 g	0,003 g	0,26 g		0,26 g				
CO	0,024 g	0,010 g	0,036 g		0,036 g				
Ammoniac	1,06 g		1,06 g		1,06 g				
Fenol	0,045 g		0,045 g		0,045 g				
Formaldehyd	0,045 g		0,045 g		0,045 g				
Till land									
Volymavfall	470 g		470 g		470 g				

Bilaga 10

13.10. Inventeringsdata för EPS

1 Kg EPS (15 kg/m ³) APME + Sundolitt Fossilbränslen. omräknade till utsläpp	L1	L2	L3	Total belastning utan återvinning. (Ldeponi)	Krediterad belastning vid återvinning (Lersatt)	Total belastning med återvinning vid olika återvinningsgrad, x (Låterv.)				
	Vagga-gr.	Återvinning	Deponi			X = 0	x = 0,4	x = 0,6	x = 0,8	x = 1
MATERIAL, g										
Järnmalm	0,89			0,89	0,00	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Kalksten	1,7			1,70	0,00	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Bauxit	1,1			1,10	0,00	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Natriumklorid	2,1			2,10	0,00	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Bentonit	0,17			0,17	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Kväve	31			31,00	0,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
ENERGI, MJ										
Process bränslen										
Elektricitet	4,98		0,00068	4,98		4,98	4,98	4,98	4,98	4,98
Olja	14,53		0,032	14,56	51,01	14,56	-5,85	-16,06	-26,27	-36,48
Gas	23,54			23,54		23,54	23,54	23,54	23,54	23,54
						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feedstock						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olja	22,92			0		0,00	22,92	22,92	22,92	22,92
Gas	24,89			24,89	51,01	24,89	4,49	-5,72	-15,92	-26,12
				0,00	motsv 1,3l olja					
Transport										
Transporter	0,61			0,04		0,04	0,61	0,61	0,61	0,61
EMISSIONER OCH AVFALL, g										
Till luft					1,3l olja					
CO ₂	2796		2,29	2798,29	4438,04	2798,29	1022,16	134,09	-753,98	-1642,04
NO _x	12,4		0,03	12,43	6,63	12,43	9,77	8,43	7,10	5,77
SO _x	1,4		0,003	1,403	10,71	1,40	-2,88	-5,03	-7,17	-9,31
SO ₂						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC	4,65		0,003	4,653		4,65	4,65	4,65	4,65	4,65
PM			0,003	0,003		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO	1,660		0,01	1,67	0,97	1,67	1,28	1,08	0,89	0,69
HS				0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCl	0,035			0,035	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Metaller				0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH ₄	9,50			9,501		9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
HF				0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Damm	1,802			1,802		1,80	1,80	1,80	1,80	1,80

forts

forts EPS

Metaller	0,005		0,005		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lustgas	0,0019								
Ammoniak	0,00224								
Till vatten									
COD	1,2		1,2	8,93	1,20	-2,37	-4,16	-5,94	-7,73
BOD	0,2		0,2	0,53	0,20	-0,01	-0,12	-0,22	-0,33
Vätejoner	0,043		0,043		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Metaller	0,3		0,3	0,007	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29
Ammonium			0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kloridjoner	3,6		3,6		3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Upplösta organiska material	0,052		0,052		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suspenderat material	1,3		1,3		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Olja			0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC	0,11		0,11		0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
SS			0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kväve			0	0,23	0,00	-0,09	-0,14	-0,18	-0,23
Fosfor			0	0,018	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02
Metan			0	2,04	0,00	-0,82	-1,22	-1,63	-2,04
NH4	0,013		0,013		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fenol	0,01		0,01		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NA+	0,75		0,75		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
SO4-	0,24		0,24		0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
CO3-	0,17		0,17		0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Till land			0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industri avfall	2,8		2,8		2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Mineral avfall	40		40		40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Slagg och aska	7,7		7,7	0,3	7,70	7,58	7,52	7,46	7,40
Toxiska kemikalier			0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Icke-toxiska kemikalier	1		1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Konstruktionsavfall	0,064		0,064		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
EI per MJ	4,98		4,98		4,98	4,98	4,98	4,98	4,98

Bilaga 11

13.11. Inventeringsdata för Ekofiber

1 Kg Ekofiber (52 kg/m ³)	L1	L2	L3	Total belastning utan återvinning (Ldeponi)	Krediterad belastning vid återvinning (Lersatt)	Total belastning med återvinning vid olika återvinningsgrad, x (Låterv.)					
	Vagga-gr.	Återvinning	Deponi			x = 0	x = 0,4	x = 0,6	x = 0,8	x = 1	
MATERIAL, g											
Återvunnet tidningspapper	873			873	873	873	523,8	349,2	174,6		
Borsyra	50			50	50	50	30	20	10		
Järnoxid	1			1	1	1	0,6	0,4	0,2		
ENERI, MJ											
Processer											
Elektricitet	3,54		0,00068	3,54	3,54	3,54	2,12	1,42	0,71		
Fossilt bränsle	0,60	1,62	0,032	0,631	0,60	0,631	1,03	1,22	1,42	1,62	
Transport											
MK1 Diesel	0,38			0,376	0,38	0,376	0,23	0,15	0,075		
EMISSIONER OCH AVFALL, g											
Till luft											
CO ₂	90,36	119,2	2,29	92,69	90,36	92,69	103,3	108,6	113,9	119,2	
NO _x	0,49	1,46	0,03	0,52	0,49	0,52	0,89	1,08	1,27	1,46	
SO ₂	0,06	0,15	0,003	0,063	0,06	0,063	0,098	0,12	0,13	0,15	
HC	0,085	0,15	0,003	0,088	0,085	0,088	0,11	0,12	0,13	0,15	
PM	0,065	0,16	0,003	0,068	0,065	0,068	0,11	0,12	0,14	0,16	
CO	0,33	0,55	0,010	0,341	0,33	0,341	0,43	0,47	0,51	0,55	

Bilaga 12

13.12. Inventeringsdata för Termoträ

1 Kg Termoträ (48 kg/m ³)	L1	L2	L3	Total belastning utan återvinning (Ldeponi)	Krediterad belastning vid återvinning (Lersatt)	Total belastning med återvinning					
	Vagga-gr.	Återvinning	Deponi			vid olika återvinningsgrad, x (Låterv.)					
						x = 0	x = 0,4	x = 0,6	x = 0,8	x = 1	
MATERIAL, g											
Pappersmassa	949,8			949,8	949,8	949,8	569,9	379,9	190,0		
Ammoniumpolyfosfat	50			50	50	50	30	20	10		
Borsyra	0,2			0,2	0,2	0,2	0,12	0,08	0,04		
ENERGI, MJ											
Processer											
Elektricitet	0,51		0,00068	0,51	0,51	0,51	0,31	0,204	0,102		
Fossilt bränsle	4,44	1,76	0,032	4,47	4,44	4,47	3,39	2,84	2,30	1,76	
Transporter											
MK1 Diesel	0,11			0,11	0,11	0,11	0,068	0,045	0,023		
EMISSIONER OCH AVFALL, g											
Till luft											
CO ₂	359,4	129,1	2,29	361,75	359,4	361,75	268,7	222,2	175,6	129,1	
NO _x	0,62	1,58	0,03	0,65	0,62	0,65	1,02	1,21	1,39	1,58	
SO ₂	0,48	0,17	0,003	0,48	0,48	0,48	0,36	0,29	0,23	0,17	
HC	0,009	0,16	0,003	0,012	0,009	0,012	0,071	0,10	0,13	0,16	
PM	0,53	0,18	0,003	0,53	0,53	0,53	0,39	0,32	0,25	0,18	
CO	0,038	0,60	0,010	0,49	0,038	0,49	0,27	0,38	0,49	0,60	
Till vatten											
COD	33,9			33,9	33,9	33,9	20,35	13,57	6,78		
BOD	3,63			3,63	3,63	3,63	2,18	1,45	0,73		
SS	0,66			0,66	0,66	0,66	0,39	0,26	0,13		
Fosfor	0,072			0,072	0,072	0,072	0,043	0,029	0,014		
Kväve	0,48			0,48	0,48	0,48	0,29	0,19	0,096		
Till land											
Volymavfall	24,0			24,0	24,0	24,0	14,4	9,6	4,8		

Bilaga 13

13.13. Beräkning av miljöeffekter för 1 kg Termoträ

EMMISSIONER

0% ÅTERV.	Totalt	Växthus		Förurning		Övergödning		Marknära ozon		Volymavfall		Radioaktivt avfall		Slagg o aska	
Till luft		Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter
CO2	361,75	1	361,75												
NOx	0,65			0,7	0,455	1,35	0,8775								
SO2	0,48			1	0,48										
HC	0,012	3	0,036												
PM	0,53														
CO	0,49	2	0,98					0,03	0,0147						
HS															
Ammoniak				1,88	0	3,64	0								
Fenol		1	0												
Formaldehyd								0,3	0						
HCL				0,88											
Metaller															
Till vatten															
COD	33,9 g														
BOD	3,63 g														
Vätejoner															
Metaller															
Ammonium															
Kloridjoner															
Upplösta organiska mtrl															
Suspenderat material															
Olja															
HC															
SS	0,66														
Kväve	0,48					4,43	2,1264								
Fosfor	0,072					32,03	2,30616								
Metan															
Till land															
Industri avfall															
Mineral avfall															
Slagg och aska										1	0			1	0
Toxiska kemikalier															
Icke-toxiska kemi-															

kalier															
Byggavfall	24										1	24			
El per	0,51	0,449	0,229	0,0035	0,0018	0,0030	0,00157	2,51E-05	1,275E-05			0,1477	0,075		
0% återvinning			363,00		0,937		5,311		0,0147			24	0,075		

Bilaga 14

13.14. Beräkning av miljöeffekter för 1 kg Termoträ

EMMISSIONER

0% Återvinning	Totalt	Växthuseffekt		Försurning		Övergödning		Marknära ozon		Volymavfall		Radioaktivt avfall.		Slagg o aska	
Till luft		Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter
CO2	92,69	1	92,69												
NOx	0,52			0,7	0,364	1,35	0,702								
SO2	0,063			1	0,063										
HC	0,088	3	0,264												
PM	0,068														
CO	0,341	2	0,682					0,03	0,01023						
HS															
Ammoniak				1,88	0,00	3,64	0								
Fenol		1	0												
Formaldehyd								0,3	0						
HCL				0,88											
Metaller															
Till vatten															
COD															
BOD															
Vätejoner															
Metaller															
Ammonium															
Kloridjoner															
Upplösta organiska mtrl															
Suspenderat material															
Olja															
HC															
SS															
Kväve															
Fosfor															
Metan															
Till land															
Industri avfall															
Mineral avfall															
Slagg och aska										1	0			1	
Toxiska kemikalier															
Ikke-toxiska kemikalier															
El per	3,54	0,44950	1,59122	0,00354	0,01253	0,00308	0,01090	0,00003	0,00009			0,14778	0,52313		
0% återvinning			95,23		0,44		0,71		0,01		0		0,52		0,00

Bilaga 15

13.15. Beräkning av miljöeffekter för 1 kg EPS

EMMISSIONER - 0% återvinning

Ingen återvinning	Totalt	Växthuseffekt		Försurning		Övergödning		Markn ozon		Volymavfall		Radioaktivt avfall		Slagg och aska	
Till luft		Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter
CO2	2786	1	2786												
NOx	12,4		0	0,7	8,68	1,35	16,74								
SOx	1,4			1	1,4										
SO2			0	1	0		0								
HC	4,65	3	13,95		0		0								
PM			0		0		0								
CO	1,66	2	3,32		0		0	0,03	0,0498						
HS			0		0		0		0						
Ammoniak	0,00224		0	1,88	0,004211	3,64	0,008154		0						
Fenol		1	0		0		0		0						
Formaldehyd			0		0		0	0,3	0						
HCL	0,035		0	0,88	0,0308		0		0						
Metaller	0,005		0		0		0		0						
CH4	9,5	25	237,5				0	0,007	0,0665						
Damm	1,802						0								
Lustgas	0,0019	320	0,608			2,82	0,005358								
Till vatten							0								
COD	0,67		0		0		0		0						
BOD	0,14		0		0		0		0						
Vätejoner	0,039		0		0		0		0						
Metaller	0,28		0		0		0		0						
Ammonium			0	1,88	0		0		0						
Kloridjoner	3,4		0		0		0		0						
Upplösta organiska mtrl	0,051		0		0		0		0						
Suspenderat material	0,74		0		0		0		0						
Olja	0,055		0		0		0		0						

HC	0,097		0		0		0		0					
SS			0		0		0		0					
Kväve			0		0		0		0					
Fosfor			0		0		0		0					
Metan	0,012		0		0		0		0					
NH4			0		0		0		0					
Till land			0		0		0		0					
Industri avfall	1,9		0		0		0		0					
Mineral avfall	24		0		0		0		0					
Slagg och aska	3,9		0		0		0		0				1	3,9
Toxiska kemikalier			0		0		0		0					
Icke-toxiska kemikalier			0		0		0		0					
Konstruktionsavfall	0,023		0							1	0,023			
El per MJ	4,98	0,449	2,238	0,004	0,018	0,003	0,015	0,000	0,000			0,148	0,736	
Ingen återvinning			3043,62		10,13		16,77		0,12		0,02		0,74	3,90

Bilaga 16

13.16. Beräkning av miljöeffekter för 1 kg stenull

EMISSIONER

Ingen återvinning	Totalt	Växthus		Försurning		Övergödning		Marknära ozon		Volymavfall		Radioaktivt avfall.		Slagg o aska	
Till luft		Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter
CO2	1117,5	1	1117,5												
NOx	0,83			0,7	0,581	1,35	1,1205								
SO2	3,65			1	3,65										
HC	0,009	3	0,027												
PM	0,26														
CO	0,036	2	0,072					0,03	0,00108						
Ammoniak	1,06			1,88	1,9928	3,64	3,8584								
Fenol	0,045	1	0,045												
Formaldehyd	0,045							0,3	0,0135						
Till land															
Volymavfall	470	??								1	470				
El per	2,4	0,449496	1,078791	0,003539	0,008495	0,003079	0,00739	2,51E-05	6,02E-05			0,147778	0,354667		
Summa			1118,72		6,23		4,99		0,01		470,00		0,35		0,00

Bilaga 17

13.17. Beräkning av miljöeffekter för 1 kg glasull

EMISSIONER

Ingen återvinning	Totalt	Växthuseffekt		Försurning		Övergödning		Marknära ozon		Volymavfall		Radioaktivt avfall		Slagg o aska	
Till luft		Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter	Effektfaktor	Ekvivalenter
CO2	662,5	1	662,5												
NOx	2,35			0,7	1,645	1,35	3,1725								
SO2	0,013			1	0,013										
HC	0,037	3	0,111												
PM	1,52														
CO	0,135	2	0,27					0,03	0,0041						
Ammoniak	2,99			1,88	5,621	3,640	10,884								
Fenol	0,049	1	0,049												
Formaldehyd	0,0049							0,3	0,0015						
Till land															
Volymavfall	20									1	20				
El per	9,79	0,449	4,401	0,004	0,035	0,003	0,030	0,000	0,000			0,148	1,447		
Summa			667,33		7,31		14,09		0,01		20,00		1,45		0,00

Bilaga 18

13.18. Beräkning av miljöpåverkan för isolermaterial i vägg

SAMMANFATTNING – Normalisering och viktning av miljöbelastningar per m2 med värmemotstånd 6,67 m2C/W

		Växt-huseffekt	Försurning	Övergödn	Markn ozon	Volymavfall	Rad. avfall	Slagg o aska		
	Normal-värden	8300000	39300	47000	34400	140000	7870		Summa	Relativt 1 MJ olja
	Vikt	0,158	0,020	0,038	0,018	0,003	0,146	110 000	0,406	
										* MJ olja
ISOLERINGSMATERIAL										
Ekofiber 80% Framt. återv. 13,52 kg	Be-lastn/enhet	116,9100	1,0355	1,7281	0,0153	0,0000	0,1046	0		
	Be-lastn/prod	1580,623	14,000	23,364	0,207	0,000	1,415	0		
	Norm bel	1,904E-04	3,562E-04	4,971E-04	6,025E-06	0,000E+00	1,798E-04	0		
	Viktad bel	3,009E-05	7,125E-06	1,889E-05	1,084E-07	0,000E+00	2,625E-05	0	8,25E-05	39,82
Ekofiber 0% Framt. återv. 13,52 kg	Be-lastn/enhet	95,227	0,440	0,713	0,010	0,000	0,523	0,000		
	Be-lastn/prod	1287,47	5,94	9,64	0,14	0,00	7,07	0,00		
	Norm bel	1,55E-04	1,51E-04	2,05E-04	4,06E-06	0,00E+00	8,99E-04	0,00E+00		
	Viktad bel	2,45E-05	3,02E-06	7,79E-06	7,30E-08	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	1,67E-04	80,45
Termoträ 80% Framt. återv. 12,48 kg	Be-lastn/enhet	177,944	1,210	2,770	0,054	4,800	0,015	0,000		
	Be-lastn/prod	2220,74	15,10	34,57	0,68	59,90	0,19	0,00		
	Norm bel	2,68E-04	3,84E-04	7,36E-04	1,97E-05	4,28E-04	2,39E-05	0,00E+00		
	Viktad bel	4,23E-05	7,69E-06	2,79E-05	3,55E-07	1,28E-06	3,49E-06	0,00E+00	8,30E-05	40,10
Termoträ 0% Framt. återv. 12,48 kg	Be-lastn/enhet	362,995	0,937	5,312	0,015	24,000	0,075	0		
	Be-lastn/prod	4530,18	11,69	66,29	0,18	299,52	0,94	0,00		
	Norm bel	5,46E-04	2,97E-04	1,41E-03	5,34E-06	2,14E-03	1,20E-04	0,00E+00		
	Viktad bel	8,62E-05	5,95E-06	5,36E-05	9,61E-08	6,42E-06	1,74E-05	0,00E+00	1,70E-04	81,96
EPS 80% Framt. återv. 3,6 kg	Be-lastn/enhet	0,00	0,00	9,17	2,94	0,02	0,74	3,90		
	Be-lastn/prod	0,00	0,00	33,03	10,59	0,08	2,65	14,04		
	Norm bel	0,00E+00	0,00E+00	7,03E-04	3,08E-04	5,91E-07	3,37E-04	1,28E-04		
	Viktad bel	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-05	5,54E-06	1,77E-09	4,91E-05	2,94E-06	8,43E-05	40,72
EPS 0% Framt. återv. 3,6 kg	Be-lastn/enhet	3043,62	10,13	16,77	0,12	0,02	0,74	3,90		
	Be-lastn/prod	10957,02	36,48	60,37	0,42	0,08	2,65	14,04		
	Norm bel	1,32E-03	9,28E-04	1,28E-03	1,22E-05	5,91E-07	3,37E-04	1,28E-04		
	Viktad bel	2,09E-04	1,86E-05	4,88E-05	2,19E-07	1,77E-09	4,91E-05	2,94E-06	3,2826E-04	158,50
Stenull 6.72 kg	Be-lastn/enhet	1118,723	6,232	4,986	0,015	35,000	0,355	0,000		
	Be-lastn/prod	7517,82	41,88	33,51	0,10	235,20	2,38	0,00		
	Norm bel	9,06E-04	1,07E-03	7,13E-04	2,86E-06	1,68E-03	3,03E-04	0,00E+00		
	Viktad bel	1,43E-04	2,13E-05	2,71E-05	5,15E-08	5,04E-06	4,42E-05	0,00E+00	2,41E-04	116,28
Glasull 3,84 kg	Be-lastn/enhet	667,33	7,31	14,09	0,01	20,00	1,45	0,00		
	Be-lastn/prod	2562,55	28,09	54,09	0,02	76,80	5,56	0,00		
	Norm bel	3,09E-04	7,15E-04	1,15E-03	6,44E-07	5,49E-04	7,06E-04	0,00E+00		
	Viktad bel	4,88E-05	1,43E-05	4,37E-05	1,16E-08	1,65E-06	1,03E-04	0,00E+00	2,12E-04	102,14

forts nästa sida

forts

ENERGIBÄRARE										
1 MJ el	Be- lastn/enhet	17,646	0,201115	0,0591113 8	0,0013122	0	0,06384	0		
	Be- lastn/prod	17,646	0,201115	0,0591113 8	0,0013122	0	0,06384	0		
	Norm bel	2,12602E- 06	5,11743E- 06	1,2577E- 06	3,8145E- 08	0	8,1118E- 06	0		
	Viktad bel	3,35912E- 07	1,02349E- 07	4,7792E- 08	6,8662E- 10	0	1,1843E- 06	0	1,67106E- 06	0,807
1 kWh Sv elmix									6,01583E- 06	2,905
1 MJ olja värmeverk	Be- lastn/enhet	87,30	0,301	0,301	0,01937	0,00	0	0,012		
	Be- lastn/prod	87,30	0,301	0,301	0,01937	0,00	0	0,012		
	Norm bel	1,05E-05	7,66E-06	6,40E-06	5,63E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-07		
	Viktad bel	1,66E-06	1,53E-07	2,43E-07	1,01E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,51E-09	2,071E-06	1,00
1 MJ naturgas värme- verk	Be- lastn/enhet	57,2026	0,04222	0,081	0,000486	0	0	0,02		
	Be- lastn/prod	57,2026	0,04222	0,081	0,000486	0	0	0,02		
	Norm bel	6,89188E- 06	1,0743E- 06	1,7234E- 06	1,4128E- 08	0	0	1,8182E- 07		
	Viktad bel	1,08892E- 06	2,1486E- 08	6,5489E- 08	2,543E-10	0	0	4,1818E- 09	1,18033E- 06	0,5699404 31
1 MJ Träbränsle	Be- lastn/enhet	5,022	0,105	0,126	0,018	0,000	0,000	1,600		
	Be- lastn/prod	4,904	0,1051	0,12555	0,0182	0	0	1,600		
	Norm bel	5,91E-07	2,67E-06	2,67E-06	5,29E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,45E-05		
	Viktad bel	9,34E-08	5,35E-08	1,02E-07	9,52E-09	0,00E+00	0,00E+00	3,35E-07	5,92E-07	0,29
1 kWh Vattenfall el	Be- lastn/enhet	1,618186	0,0127418	0,0110855	0,0000903	0	0,532	0		
	Be- lastn/prod	1,618186	0,0127418	0,0110855	0,0000903	0	0,532	0		
	Norm bel	1,94962E- 07	3,24219E- 07	2,3586E- 07	2,625E-09	0	6,7598E- 05	0		
	Viktad bel	3,0804E- 08	6,48438E- 09	8,9627E- 09	4,725E-11	0	9,8694E- 06	0	9,91568E- 06	4,788
1MJ Vattenfall el	Viktad bel	8,55667E- 09	1,80122E- 09	2,4897E- 09	1,3125E- 11	0	2,7415E- 06	0	2,75435E- 06	1,330
1 MJ kol värmeverk	Be- lastn/enhet	110,252	0,1336	0,1053	0,0023	0	0	1,6		
	Be- lastn/prod	110,252	0,1336	0,1053	0,0023	0	0	1,6		
	Norm bel	1,33E-05	3,40E-06	2,24E-06	6,69E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,45E-05		
	Viktad bel	2,10E-06	6,80E-08	8,51E-08	1,20E-09	0,00E+00	0,00E+00	3,35E-07	2,59E-06	1,25
Medeltung lastbil - tonkm	Be- lastn/enhet	182,43	1,366	2,538	0,1071	0	0	0		
Norska värden	Be- lastn/prod	182,88	1,366	2,538	0,1071	0	0	0		
	Norm bel	2,20337E- 05	3,47583E- 05	0,000054	3,1134E- 06	0	0	0		
	Viktad bel	3,48E-06	6,95E-07	2,05E-06	5,60E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,28E-06	3,03
Medeltung lastbil -m3 km	Viktad bel	9,75E-07	1,95E-07	5,75E-07	1,57E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,76E-06	0,85
Tung lastbil MJ	Be- lastn/enhet	78,186	0,525	1,021	0,018	0	0	0		
IVL	Be- lastn/prod	78,186	0,525	1,021	0,018	0	0	0		
	Norm bel	0,0000094 2	1,33588E- 05	2,1723E- 05	5,2297E- 07	0	0	0		
	Viktad bel	1,49E-06	2,67E-07	8,25E-07	9,41E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,59E-06	1,2508188 64

13.19. Sammanställning av miljöpåverkan för isolermaterial och energibärare

BELASTNINGAR FÖR 1 M2 YTTERVÄGG MED VÄRMEMOTSTÅNDET 6,67 M2K/W

	Växt- huseffekt	Försur- ning	Övergödn	Markn ozon	Vo- lymavfall	Radioak. avfall.	Slagg & aska	Summa
Ekofiber 80% framt. återv.	3,01E-05	7,12E-06	1,89E-05	1,08E-07	0,00E+00	2,62E-05	0,00E+00	8,25E-05
Ekofiber 0% framt. återv.	2,45E-05	3,02E-06	7,79E-06	7,30E-08	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	1,67E-04
Ekofiber 80% återvunnet	2,96E-05	7,03E-06	1,88E-05	1,08E-07	0,00E+00	2,63E-05	0,00E+00	8,18E-05
Termoträ 80% framt. återv.	4,23E-05	7,69E-06	2,79E-05	3,55E-07	1,28E-06	3,49E-06	0,00E+00	8,30E-05
Termoträ 0% framt. återv.	8,62E-05	5,95E-06	5,36E-05	9,61E-08	6,42E-06	1,74E-05	0,00E+00	1,70E-04
Termoträ 80% återvunnet	4,21E-05	7,64E-06	2,78E-05	9,60E-08	0,00E+00	3,49E-06	0,00E+00	8,10E-05
EPS 80% framt. återv.	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-05	5,54E-06	1,77E-09	4,91E-05	2,94E-06	8,43E-05
EPS 0% återvinning	2,09E-04	1,86E-05	4,88E-05	2,19E-07	1,77E-09	4,91E-05	2,94E-06	3,28E-04
Stenull	1,43E-04	2,13E-05	2,71E-05	5,15E-08	5,04E-06	4,42E-05	0,00E+00	2,41E-04
Glasull	4,88E-05	1,43E-05	4,37E-05	1,16E-08	1,65E-06	1,03E-04	0,00E+00	2,12E-04

BELASTNINGAR FÖR ENERGIPRODUKTION MED OLIKA ENERGIBÄRARE

	Växt- huseffekt.	Försur- ning	Övergödn	Markn ozon	Vo- lymavfall	Radioak. avfall.	Slagg & aska	Summa
1 MJ Vattenfall el	8,55E-09	1,8E-09	2,49E-09	1,31E-11	0	2,74E-06	0	2,75E-06
1 kWh Vattenfall el	3,08E-08	6,49E-09	8,96E-09	4,73E-11	0,00E+00	9,87E-06	0,00E+00	9,92E-06
1 MJ olja i värmeverk	1,66E-06	1,53E-07	2,43E-07	1,01E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,51E-09	2,07E-06
1MJ naturgas i värmeverk	1,09E-06	2,15E-08	6,55E-08	2,54E-10	0	0	4,18E-09	1,18E-06
1 MJ Träbränsle	9,34E-08	5,35E-08	1,02E-07	9,52E-09	0,00E+00	0,00E+00	3,35E-07	5,92E-07
Medeltung lastbil -tonkm	3,48E-06	6,95E-07	2,05E-06	5,60E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,28E-06

BELASTNINGAR FÖR ISOLERMATERIAL REALTIVT PRODUKTION AV 1 MJ VÄRME MED OLJA

	Växt- huseffekt.	Försur- ning	Övergödn	Marknära ozon	Vo- lymavfall	Radioak. avfall.	Slagg & aska	Summa
Ekofiber 80% återv.	14,53	3,44	9,12	0,05	0,00	12,67	0,00	39,82
Ekofiber 0% återv.	11,83	1,46	3,76	0,04	0,00	63,36	0,00	80,45
Termoträ 80% återv.	20,41	3,71	13,50	0,17	0,62	1,69	0,00	40,10
Termoträ 0% återv.	41,64	2,87	25,88	0,05	3,10	8,43	0,00	81,96
EPS 80% återv.	0,00	0,00	12,89	2,68	0,00	23,73	1,42	40,72
EPS 0% återv.	100,72	8,96	23,57	0,11	0,00	23,73	1,42	158,50
Stenull	69,10	10,29	13,08	0,02	2,43	21,35	0,00	116,28
Glasull	23,55	6,90	21,12	0,01	0,79	49,77	0,00	102,14

BELASTNINGAR FÖR ENERGIPRODUKTION MED OLIKA ENERGIBÄRARE RELATIVT OLJA

	Växt- huseffekt.	Försur- ning	Övergödn	Marknära ozon	Vo- lymavfall	Radioak. avfall.	Slagg & aska	Summa
1 kWh Vattenfall el	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,77	0,00	4,79
1 MJ Vattenfall el	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00	1,33
1 MJ olja i värmeverk	0,80	0,07	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
1 MJ naturgas i värmeverk	0,53	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57
1 MJ träbränsle i värmev.	0,05	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,16	0,29
Medeltung lastbil -tonkm	1,68	0,34	0,99	0,03	0,00	0,00	0,00	3,03
Medeltung lastbil - m ³ km	0,47	0,09	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,85

