



## Kvalitet hos byggnadsmaterial i cirkulära flöden

Pernilla Johansson, Linus Brander, Anna Jansson,  
Stefan Karlsson, Pierre Landel, Kaisa Svennberg

RISE Rapport 2017:55

# Kvalitet hos byggnadsmaterial i cirkulära flöden

Pernilla Johansson, Linus Brander, Anna Jansson,  
Stefan Karlsson, Pierre Landel, Kaisa Svennberg

# Abstract

## Quality of building materials in circular material flows

The aim of the project presented in the report was that construction and demolition waste will be recycled or recycled to a greater extent and at the same time fulfil the quality requirements on the materials.

The purpose of the project has been to map and compile the knowledge and experience of the technical aspects of circular flows of building materials, focusing on quality issues, identifying new projects that can reduce the amount of construction and demolition waste deposited or burned, as well as creating new networks. There is widespread knowledge in the construction industry about these issues and there are also a wide range of research results in different areas. In the project, knowledge and experience have been gathered through literature studies, workshops and seminars, study visits and interviews.

The first part of the report discusses general technical experiences and challenges in different parts of the building chain, while challenges for specific material groups are discussed in the second part of the report. These material groups are polymeric materials, flat glass, stone wool, glass wool, plasterboard, crushed concrete, wood and wood-based materials. The report also presents a survey conducted by Optimera among their professional costumers, which aimed at collecting their experiences and views on sustainable construction.

In general, we can find that there are major challenges in increasing recycling rates for demolition and refurbishment waste. For installation and construction waste, the technical challenges are not as big. Challenges and conditions for increased recycling and reuse with retained good quality vary between different types of materials / products, type of construction project and intended use.

The report proposes a number of proposals in areas where work can be continued. These include improved / expanded inventory for demolition and refurbishment, routines and sampling methods, proper sorting, handling and storage to ensure the right quality, to provide the ability to separate compound materials, logistics, production technology and quality assurance. The results also show the importance of education, networks and meeting places and that research projects are conducted interdisciplinary. There are good opportunities for increased recycling through cooperation throughout the entire building chain.

Key words: building materials, reuse, recycling, polymeric materials, gypsum board, concrete, stone wool, glass wool, wood, wooden products

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2017:55

ISBN: 978-91-88695-22-2

Borås 2017

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>2</b>
<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Innehåll och avgränsningar</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Avfall i byggkedjan</b> .....	<b>9</b>
3.1 Avfall vid nyproduktion av byggnader.....	11
3.2 Avfall vid rivning.....	11
3.3 Avfall vid ombyggnation .....	12
<b>4 Byggnadsmaterial, kvalitetskrav och återvinning</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Sortering, hantering och insamling</b> .....	<b>15</b>
<b>6 Allmänna slutsatser och identifierade utmaningar</b> .....	<b>18</b>
6.1 Förslag på områden för framtida arbete.....	19
<b>7 Polymera material (plaster)</b> .....	<b>20</b>
7.1 Bakgrund.....	20
7.2 Polymerer i byggnader .....	21
7.3 Återvinning av polymera material .....	21
7.3.1 Mekanisk återvinning.....	22
7.3.2 Kemisk återvinning .....	24
7.3.3 Förbränning med energiåtervinning .....	24
7.4 Återvinning av polymera byggprodukter nuläge .....	24
7.4.1 Plaströr .....	25
7.4.2 Plastgolv .....	26
7.4.3 Plastprofiler .....	28
7.4.4 Cellplast .....	28
7.4.5 Tak och membranduk i plast.....	29
7.4.6 Kablar .....	31
7.4.7 Övriga polymera byggmaterial.....	31
7.5 Hinder för återvinning av polymera material .....	31
7.5.1 Farliga ämnen.....	31
7.6 Nya möjligheter .....	33
7.7 Kravspecifikationer .....	34
<b>8 Planglas</b> .....	<b>35</b>
8.1 Allmänna fakta.....	35
8.2 Återvinning .....	35

8.3	Kravspecifikation .....	36
<b>9</b>	<b>Stenull.....</b>	<b>37</b>
9.1	Allmänna fakta.....	37
9.2	Kravspecifikation .....	37
<b>10</b>	<b>Glasull.....</b>	<b>38</b>
10.1	Allmänna fakta.....	38
10.2	Kravspecifikation .....	38
10.3	Företagsintervjuer .....	38
<b>11</b>	<b>Återvunnen krossad betong från rivningsmassor .....</b>	<b>39</b>
11.1	Allmänna fakta.....	39
11.2	Plats i ursprunglig byggnad .....	40
11.3	Potentiella föroreningar och kombination med andra material .....	40
11.4	Teknik/användnings-område idag för avfallet.....	41
11.5	Kravspecifikationer.....	41
<b>12</b>	<b>Återvinning av trä och träbaserade material .....</b>	<b>45</b>
12.1	Inledning.....	45
12.2	Föroreningar och kombinationer med andra material .....	45
12.3	Teknik/användningsområde idag.....	46
12.4	Nya möjligheter .....	46
<b>13</b>	<b>Gipsskivor.....</b>	<b>48</b>
13.1	Allmänt .....	48
13.2	Återvinning idag .....	48
13.3	Sortering, deponi och förbränning .....	48
13.4	Möjligheter till ökad återvinning.....	49
<b>14</b>	<b>Enkätundersökning hos proffsbyggare .....</b>	<b>50</b>
14.1	Bakgrund.....	50
14.2	Metod.....	50
14.3	Resultat.....	50
14.4	Diskussion och slutsatser .....	53
<b>15</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>54</b>

# Förord

Projektet som redovisas i denna rapport har omfattat workshops och seminarier, som syftat till att föra samman olika delar av byggkedjan och forskare, samla erfarenheter och kunskaper samt identifiera framtida forskningsbehov. I arbetet har vi också intervjuat personer från olika delar av byggkedjan samt sökt relevant information i litteraturen. Dessutom har vi fått tillgång till resultaten från en enkätundersökning genomförd av Optimera hos deras proffskunder.

Projektet har fått ekonomiskt stöd från Västra Götalandsregionen Miljönämnden och SBUF Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond. En referensgrupp inom FoU- väst har varit knuten till projektet.

Vi vill tacka alla som på något sätt medverkat i projektet.

Författarna

Oktober 2017

# Sammanfattning

Denna rapport är en del av ett projekt med det övergripande målet att bygg- och rivningsavfall i högre utsträckning skall återvinnas eller återanvändas. Detta utan att kvaliteten på materialet, och därmed framtida byggnader, försämras.

Syftet med projektet har varit att kartlägga och sammanställa de kunskaper och erfarenheter som finns kring de tekniska aspekterna vid cirkulära flöden av byggmaterial, med fokus på kvalitetsfrågor, att identifiera nya projekt som kan minska mängden bygg- och rivningsavfall som deponeras eller förbränns samt att skapa nya nätverk. Det finns spridd kunskap i byggbranschen om dessa frågor och dessutom finns en mängd forskningsresultat inom olika områden. I projektet har kunskaper och erfarenheter inom området samlats in genom litteraturstudier, workshops och seminarier, studiebesök och intervjuer.

I första delen av rapporten diskuteras generella tekniska erfarenheter och utmaningar i olika delar av byggkedjan, medan utmaningar för specifika materialgrupper diskuteras i den andra delen av rapporten. Dessa materialgrupper är polymera material, planglas, stenull, glasull, gipsskivor, krossad betong samt trä och träbaserade material. I rapporten redovisas en enkätundersökning som genomförts av Optimera hos deras proffskunder, i syfte att samla in dessas erfarenheter och synpunkter kring hållbart byggande.

Generellt kan vi konstatera att det finns stora utmaningar med att öka återvinningsgraden för rivnings- och ombyggnadsavfall. För installationspill och byggavfall är de tekniska utmaningarna inte lika stora. Utmaningar och förutsättningar för ökad återvinning med bibehållen god kvalitet varierar mellan olika materialslag/produkter, typ av byggprojekt samt avsedd användning.

I rapporten föreslås ett antal konkreta förslag på områden där arbetet kan drivas vidare. Dessa inkluderar bland annat förbättrad/utökad inventering inför rivning och ombyggnad, rutiner och metoder för provtagning, korrekt sortering, hantering och lagring för att få rätt och jämn kvalitet, ge möjlighet för separering av sammansatta material, logistikfrågor, produktionstekniska lösningar samt kvalitetssäkring. Resultaten visar också på vikten av utbildning, nätverk och mötesplatser samt att forskningsprojekt genomförs tvärvetenskapligt. Det finns goda möjligheter för ökad återvinning genom samarbete genom hela byggkedjan.

# 1 Inledning

Byggsektorn genererar en stor mängd avfall. Ungefär en tredjedel av det totala avfallet som uppkommer i Sverige varje år, och ungefär en fjärdedel av det farliga avfallet, kommer från byggbranschen. Idag deponeras eller förbränns mycket av det uppkomna avfallet. Genom ökad materialåtervinning och återanvändning finns förutsättningar att minska de uppkomna avfallsmängderna generellt och också att minska andelen som går till deponi eller förbränning. Detta är också en önskan från beslutsfattare och myndigheter i såväl Sverige som Europa, där det finns avfallsdirektiv på nationell respektive EU-nivå. Dessa anger att andelen byggavfall som återanvänds och återvinns ska vara minst 70 % till år 2020 och att fler bygg- och rivningsprojekt behöver minska sina avfallsmängder och hantera avfallet bättre.

I slutet av 90-talet genomfördes flera forskningsprojekt kring återvinning och återanvändning av byggnadsmaterial, där bl.a. Boverket gav ut en serie rapporter som behandlade frågan. Flera hus med återvunnet material byggdes, men sedan följde några år där det, enligt vår erfarenhet, var lägre aktivitet inom området. På senare år har frågan kring att återvinna och återanvända bygg- och rivningsavfall seglat upp på nytt och flera projekt där man studerar frågor kring detta har precis avslutats eller är pågående inom forskningsvärlden i samarbete med byggbranschen och andra berörda intressenter. På olika håll inom byggbranschen jobbar man aktivt med frågan för att lösa utmaningar praktiskt.

Inom RISE genomfördes också flera studier kring återvinning och återanvändning under slutet av 90-talet (då som SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut), främst med fokus på materialfrågor. En stor del av arbetet på RISE handlar om kvalitetssäkring av material, inklusive byggnadsmaterial. Vi kan se att en viktig utmaning då det gäller återanvändning och återvinning av byggmaterial är kvalitetssäkringen. När nu frågan om att återvinna och att återvinna material på nytt har blivit aktuell ser vi nödvändigheten att inte glömma kvalitetsperspektivet. Det är viktigt att material som återanvänds och material som innehåller mer eller mindre stor andel återvunnet material uppfyller samma krav som nytt material, att inte nya material med okända egenskaper används och att nya problem inte byggs in i byggnader.

För att säkerställa att det återvunna materialet har tillräckligt god kvalitet och funktion är det därför viktigt att kvalitetssäkra återvinningsprocessen, i alla led av byggprocessen. Det finns spridd kunskap i byggbranschen om dessa frågor och dessutom finns en mängd forskningsresultat inom olika områden. Kunskapen och forskningsresultaten är dock inte samlad. I detta projekt har syftet vara att göra just detta, samla kunskap.

Denna rapport är en del av ett projekt med det övergripande målet att bygg- och rivningsavfall i högre utsträckning skall återvinnas eller återanvändas. Detta utan att kvaliteten på materialet, och därmed framtida byggnader, försämras. Aktiviteterna i projektet har bestått i att samla in och utbyta kunskap och erfarenheter kring frågorna mellan personer från olika delar av byggkedjan. Fokus har varit att få fram en bild av nuläget, vad man ser för hinder och möjligheter. Kunskaps- och erfarenhetsinsamling har gjorts via studiebesök, personliga möten, telefonintervjuer, workshops och temadagar (varav två har arrangerats inom projektets ramar), samt branschmässor.



Flera av oss som har arbetat i projektet är också engagerade i andra, närliggande projekt och erfarenheter har utbytts mellan projekten. Resultaten från projektet har använts för att identifiera nya projektidéer, varav ett redan har realiserats till ett nytt beviljat projekt. Denna rapport utgör därför en del av det genomförda arbetet och resultaten.

## 2 Innehåll och avgränsningar

Syftet med rapporten är att ge en översiktlig sammanfattning av några av de utmaningar och erfarenheter som finns kring de tekniska aspekterna av återvinning av byggnadsmaterial, med fokus på kvalitetsfrågor. Rapporten baseras på några av de synpunkter, frågeställningar och erfarenheter från verksamma inom byggbranschen och forskare inom området som framkommit under projektets gång. Området är stort och brett och det har inte inom projektets ram funnits möjligheter att gå in i detalj på alla frågor, produkter och förutsättningar. Rapporten gör därför inte anspråk på att vara heltäckande.

Rapporten behandlar inte ekonomisk lönsamhet för cirkulära flöden av material, inte heller värderas alternativ som är olika lönsamma ”miljömässigt” (t.ex. livscykelanalyser eller ”vagga till vagga”-analyser) eller vilka drivkrafter som finns. Främst diskuteras möjligheter för återvinning av byggmaterial och delar av byggprodukter. Resonemanget kan i viss utsträckning även appliceras på återvinning av vissa delar av byggprodukterna. Rapporten behandlar inte sådant som idag klassas som farligt avfall.

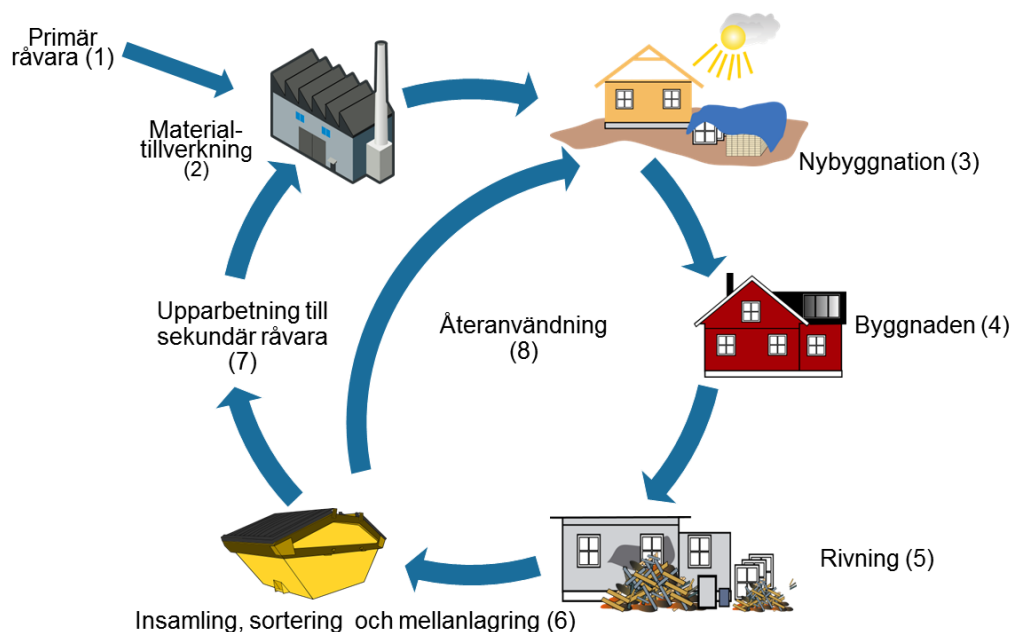
I första delen av rapporten, Kapitel 2 till Kapitel 6, diskuteras generella erfarenheter och utmaningar i olika delar av byggkedjan, med exempel för olika byggnadsmaterial. I kapitel 7 till kapitel 13 diskuteras utmaningar för några olika materialslag mer i detalj. I kapitel 14 redovisas en enkätundersökning som genomförts av Optimera hos deras proffskunder, i syfte att samla in deras erfarenheter och synpunkter kring hållbart byggande.

### 3 Avfall i byggkedjan

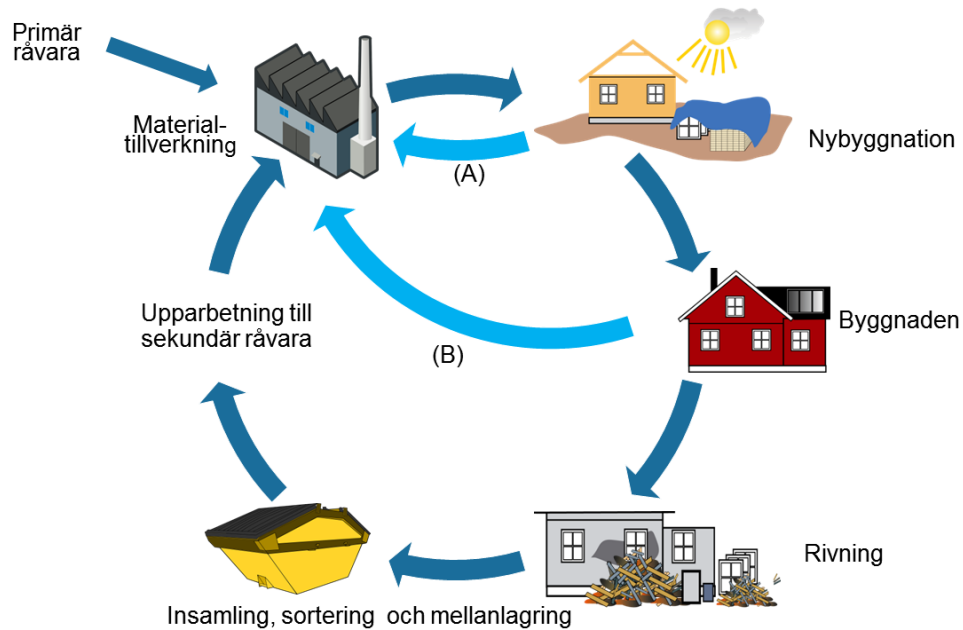
Avfall kan definieras som "alla föremål eller ämnen som innehavaren vill göra sig av med eller är skyldig att göra sig av med" (avfallsdirektiv 2008/98/EG).

Inom byggbranschen uppkommer avfall under hela byggkedjan: vid tillverkning av byggnadsprodukter, nybyggnation, renovering-om-och-tillbyggnad och under rivning av hela byggnader. Avfallet består av byggnadsmaterial men en stor del av det som uppkommer under byggprocessen består också av förpackningsmaterial. Det avfall som diskuteras i denna rapport utgörs av bygg- och rivningsmaterial. Den berör alltså inte det avfall som uppkommer under produktionsfasen av materialen (på fabrik) eller förpackningsmaterial.

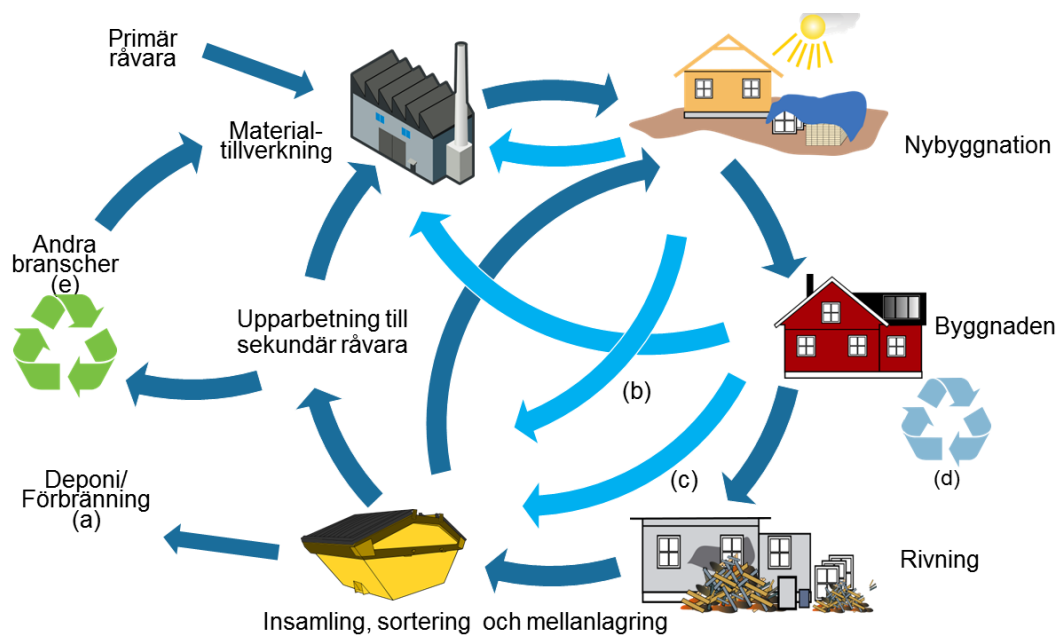
Under en byggnads livscykel finns ett idealt flöde av material som kan ingå i ett cirkulärt flöde, se Figur 1. Under nyproduktion uppkommer en mängd byggavfall som också i en ideal värld kan ingå i det cirkulära flödet, Figur 2. I verklighetens flöde, Figur 3, är avfallsströmmarna mer komplicerade. En stor mängd hamnar som deponerat avfall eller till går till förbränning, gammalt och nytt material blandas och komplicerar möjligheterna till återvinning osv.



Figur 1 Generell bild av hur det cirkulära flödet i byggkedjan under en byggnads livscykel skulle kunna se ut. Primär råvara (1) kommer till fabriken, där det processas till ett byggmaterial (2). Detta används i en ny byggnad (3). I byggnaden (4) kommer materialet att exponeras för olika miljöförhållanden i och runt byggnaden som kan påverka kvaliteten hos materialet. När livslängden för byggnaden är slut rivs den och en mängd rivningsavfall uppkommer (5). Detta sorteras, samlas in och mellanlagras (6) och upparbetas sedan till en sekundär råvara (7) som kan användas vid tillverkning av nytt material (2), eller så återanvänds det i nya byggnader (8). Cirkeln är sluten.



Figur 2 Under byggtiden kommer det uppstå spill av byggnadsmaterial, sk installationsspill eller byggavfall. Detta kan tas tillbaka till fabrik och användas direkt som sekundär råvara (A). På samma sätt uppkommer byggavfall vid renovering av en byggnad (B) som kan lämnas för återvinning. På så sätt uppkommer cirkulära flöden även av rent byggavfall.



Figur 3 Verklighetens flöde, i tillägg till Figur 1 och Figur 2. En stor del av det uppkomna avfallet hamnar på deponi eller förbränns (a) och i detta hamnar även byggavfall som inte återvinns (b) och (c). En del av bygg- och rivningsavfallet från ombyggnation och renovering kan återvinnas i samma byggnad (d), en del av avfallet kan återvinnas i andra branscher och avfall från andra branscher kan användas som sekundär råvara i nya byggnadsmaterial (e).

### 3.1 Avfall vid nyproduktion av byggnader

I samband med nybyggnation uppstår avfall som en restprodukt. En stor del av det inköpta materialet till en byggnad används inte i den uppförda byggnaden utan slutas som byggavfall. Detta byggavfall, eller installationsavfall, kan till exempel utgöras av spill som blivit över när material med standardiserade mått kapats till de dimensioner som behövs i den aktuella byggdelen. Exempel på detta är plastmattor till våtrum som levereras i en fast bredd och som skärs till för att passa rummets storlek eller gipsskivor som sågas till i bitar som skall kunna passa väggen.

Ett sätt att minska andelen av detta byggavfall som hamnar på deponi eller går till förbränning är att materialet tas in i produktion igen för att användas som s.k. sekundär råvara i nya produkter (Figur 2). Eftersom avfallet består av nytt material så är innehållet är känt och materialet är i princip jämförbart med nytt material. För flera produkter och materialslag är det därför teoretiskt möjligt för materialtillverkaren att använda byggavfallet i sin produktion av nya material. För några materialslag finns återvinningssystem där tillverkarna har utbyggda system för att ta emot spill. Ett exempel är golvbranschen, där golvföretaget som lägger in golvet samlar in spillet, vilket hämtas upp för att föras till fabrik, där det mals ner till plastgranulat som kan användas i nya golv (se även 7.4.2). Rena avfall av t.ex. gipsskivor och mineralull kan också återvinnas till sekundär råvara att användas i nya produkter (se kapitel 8,10 och 13).

Det bästa sättet att minska byggavfall är förstås att se till att det inte uppkommer. Ett sätt är att producenten tillhandahåller material med flera olika dimensioner eller tom möjliggör för kunden att måttbeställa och att detta kan användas vid projekteringen av byggnaden. Snickaren behöver då inte kapa bort delar (som blir byggavfall) för att få rätt inpassning i byggnaden. I en del fall är detta redan möjligt, men inte känt av projektörerna eller så används det inte i så stor utsträckning som det skulle kunna. Ett exempel där detta är möjligt är vid tillverkning och användning av gipsskivor.

En möjlig ytterligare anledning till att byggavfall uppkommer är att mer material än som egentligen behövs till projektet köps in. Eftersom det generellt är dyrare att lagrhålla, hantera och transportera det överblivna materialet än att köpa nytt, så slängs ofta det som blir över istället för att sparas till nästa projekt.

### 3.2 Avfall vid rivning

När en byggnad uppnått sin slutliga livslängd, eller inte behövs längre, rivs den och det uppstår då en mängd blandat avfall som måste tas om hand. Ofta är de byggnader som rivs äldre och kan innehålla byggnadsmaterial med olika typer av farliga ämnen som idag inte är tillåtna, t.ex. blåbetong och asbest, eller som det finns en diskussion om huruvida de är önskvärda i nya byggnader, t.ex. material med PVC som innehåller ftalater.

Under brukartiden kommer materialen i en byggnad att utsättas för olika former av belastning som kan påverka materialens kvalitet, till exempel fukt som orsakar mögelpåväxt på organiska material och/eller förändringar i hållfasthet och beständighet. Ett exempel på det senare är betong, som under sin livstid karbonatiseras (tar upp koldioxid från atmosfären, en process som omvandlar kalciumhydroxid i

cementpastan till kalcit (kalciumkarbonat), en process som ökar betongens hållfasthet men minskar skyddet mot armeringskorrosion. Plaster bryts långsamt ner med tiden med förändrade egenskaper som följd. Återvinning av riktigt gamla plastmaterial kan därför ge sämre egenskaper hos den nya produkten som tillverkas.

En annan utmaning är vissa produkter och byggdelar inte består av en typ av grundmaterial, utan ofta är sammansatta av många olika material, se exempel i Figur 4 och Figur 5.

Alla dessa aspekter gör att det generellt är svårare, ur kvalitetssynpunkt, att återvinna material från befintliga byggnader än restprodukter från nyproduktion.

Olika material, olika byggnadsdelar och olika produktionsår gör att det blir olika utmaningar som behöver lösas. En viktig del för att veta vad som finns i byggnaden är att göra inventeringar innan rivningen, vilket också inkluderar analyser av materialen. Ofta anser man att analyserna är för dyra i förhållande till värdet hos materialet som man skulle kunna återvinna.

### 3.3 Avfall vid ombyggnation

Vad gäller det avfall som uppkommer då en byggnad renoveras eller byggs om, så kan resonemangen från både avsnitt 3.1 och avsnitt 3.2 ovan tillämpas då både bygg- och rivningsavfall uppkommer. En ”fördel” ur återvinningssynpunkt är att de befintliga materialen vid ombyggnation är relativt nya material och att produktnamn och innehåll är kända. Detta skulle kunna öka potentialen för återvinning.

## 4 Byggnadsmaterial, kvalitetskrav och återvinning

En stor mängd produkter av byggnadsmaterial finns på den svenska marknaden. Beroende på produktens avsedda användningsområde ställs olika kvalitetskrav. Till exempel behöver isolermaterial ha ett visst isolervärde (u-värde) och bärande betongkonstruktioner ha en viss hållfasthet.

Materialen åldras med tid och det är viktigt att livslängden är tillräckligt lång för att skador inte ska uppstå, ett exempel är plastfolier som bl. a används som spärr mot vattenånga inuti en vägg. Om dessa inte fungerar så kan fuktskador uppkomma i byggnadsdelen. Att reparera sådana skador är både tids- och resurskrävande och bör naturligtvis undvikas.

För att de avsedda egenskaperna skall fungera så krävs oftast att man har en jämn materialkvalitet över tid. Genom att använda jungfrulig råvara kan oftast detta uppfyllas och man får en produkt med känd kvalitet. Vid inblandning av återvunnen andel material kan dessa kvalitetskrav vara svåra att uppfylla eftersom det är svårt att hitta tillräckligt stora materialströmmar av återvunnet material som har en jämn kvalitet. Polymerer som återvinns flera gånger får sämre mekaniska egenskaper t ex töjning och kraft vid brott och därför kan slutprodukten också ha svårt att uppfylla kvalitetskraven. Nedbrytningsprodukter i polymeren och olika tillsatser i polymererna gör det också svårare att bedöma kvalitet och livslängd på produkten.

Om det är en synlig produkt så kan även estetiska aspekter vara av vikt, en del plaster gulnar t ex vid åldring. Med återvunnet material av blandade kulörer kan det vara svårt att få den färg man önskar på produkten. Det är t ex omöjligt att få vita produkter.

För vissa materialslag och produkter finns standarder som talar om hur mycket återvunnen andel som är tillåten, t.ex. betong där gränsvärden för hur stor andel av den grova ballasten som bygg- och rivningsavfall får utgöra i relation till avfallens renhet och avsedd exponeringsklass för den nya betongen (SS 137003, SS-EN 206), eller att återvunnet material inte får användas alls i produkten, t.ex. korslaminerat virke (EN16351). Detta är baserat på att man inte känner till egenskaperna för det återvunna materialet. RISE standardiseringsgrupp för fukt och ångspärr har av kvalitetskäl beslutat att inte tillåta återvunnet material i P-märkt fukt och ångspärr.

Även kvalitetsaspekter som inte berörs i standarder eller olika kvalitetssäkringssystem är viktiga för slutproduktens kvalitet. Eftersom materialet har varit placerat i en byggnad under en tid, ofta under flera decennier, har det utsatts för olika miljöer som kan ha påverkat dess ursprungliga egenskaper. Ett exempel är att det kan ha varit utsatt för fukt och att det därför finns risk för att mögel har etablerat sig på det. I porösa material kan det samlats luftföroreningar, genom adsorption av gaser eller genom deponering av partiklar med adsorberade ämnen, som kan vara hälsovådliga. Dessa föroreningar är inte önskvärda att byggas in i nya byggnader. Detta kanske visserligen främst är aktuellt då materialen återanvänds direkt, eller då de mekaniskt processas till nya produkter, t ex mineralullskivor som rivs till lösull. Genomgår materialen t ex upphettning eller någon annan form av bearbetning är det möjligt att

kvaliteten i slutprodukten ändå kan jämföras med nya material. Ett exempel på detta är att hyvla eller såga bort ytan på mögelskadat virke (Johansson 2003).

Ytterligare en kvalitetsaspekt som är viktig är innehållet av förbjudna eller oönskade ämnen i materialen, antingen genom att produkten innehåller detta ämne eller att det på något sätt tillförts under byggtiden. Ett exempel är PVC (Polyvinylklorid) som tidigare innehöll ämnen som idag är utfasade ur produkterna eller helt förbjudna, till exempel tungmetaller som bly och kadmium som användes i pigment och stabilisatorer. Idag har man även fasat ut vissa mjukgörare eller mjukningsmedel i ämnesgruppen ftalater som används i plastgolv för att göra dem flexibla. Båda dessa ämnen kan man hitta i äldre återvunnet material. Ett annat exempel på att äldre material inte uppfyller dagens krav är mineralullsisolering, där äldre produkter inte uppfyller dagens krav på att kunna lösas upp i lungorna vid inandning av isolerulldamm.

Det finns alltså flera aspekter att beakta vid återvinning och återanvändning av byggnadsmaterial för att inte den nya produkten som byggs in i nya byggnader sänks så att det finns risk för byggnadsskador och/eller negativ påverkan på människor som vistas i byggnaden. Ett sätt att hålla en tillräcklig kvalitet på byggmaterialen och ändå öka återvinningsgraden av avfall från byggnader är att "nedgradera" materialet till nya produkter där kvalitetskraven kan vara lägre. Det kan gälla nya byggnadsmaterial men också för användning i produkter inom andra branscher.

För att kunna säkerställa en god kvalitet och ge garantier är det viktigt att ha någon slags kvalitetssäkringssystem, framför allt gäller detta material som återanvänds. Detta är även något som byggföretag själva påpekar i en enkät som Optimera genomfört bland sina proffskunder (se kapitel 14).



## 5 Sortering, hantering och insamling

En förutsättning och utmaning för att avfall som uppkommit under bygg- och rivningstiden skall kunna användas på nytt in till nya produkter är att den sekundära råvaran är tillräckligt ren, det vill säga att den inte är blandad med andra avfallsfraktioner. Hur ren den måste vara varierar med vad fraktionen skall användas till. Här krävs att materialtillverkarna som kan använda återvunnet material kommunicerar hur materialen ska sorteras. Det bästa är att sorteringen görs där den uppkommer, dvs. på bygg-, ombyggnads- eller rivningsplatsen.

Hur väl sorteringen fungerar beror på flera faktorer. Eftersom det kostar mer att lämna ifrån sig sitt avfall osorterat finns det ekonomiska incitament för att sortera i många fraktioner. Samtidigt finns praktiska utmaningar att lösa, till exempel tidsbrist och begränsat utrymme att förvara de olika behållarna för avfall. I en undersökning som Optimera gjort bland sina proffskunder, se kapitel 14, anger de flesta att de lämnar allt de kan till återvinning. För att bli bättre på återvinning menar man att, förutom att själva ska prioritera detta arbete bättre, tidsbesparande tjänster för upphämtning och försäljning av materialet samt information om hur och olika material skall sorteras och lämnas skulle kunna underlätta.

Sortering av material vid rivning och renovering/ombyggnad försvåras, eller är omöjlig, genom att materialen sällan rivs som helt "ren" fraktion, eftersom de i byggnadsdelen är monterade mot andra material, se exempel i Figur 4.



Figur 4 Delar av en riven våtrumsvägg bestående av gipsskivor, träull, träreglar, plastmatta och våtrumstapet.

Kombinationen med andra material kan också vara en följd av design av produkten/materialet, tex sandwichelement av trä och betong, armering i betong, eller som i Figur 5, limmad isolering på insidan av ventilationskanaler.



Figur 5 Limmad isolering på insidan av ventilationskanal, exempel på hur materialet eller produkten redan i sin utformning försvårar rena fraktioner

Hanteringen av uppkommet material under rivning/renovering/byggnation kan ha betydelse för om materialet kommer att kunna återvinnas eller återanvändas. Till exempel kan nedsmutsning av avfallet påverka möjligheterna för återvinning, tex kan det vara olämpligt att låta golvmattor av plast ligga kvar medan väggar rivs, eftersom en försmutsning av damm kan försvåra återvinningsprocessen. Återvinningen kan också i vissa fall försvåras genom att de inte skyddas mot fukt under lagring och transport, tex gäller detta för krossat glas (se kapitel 8).

Även om material sorteras ut vid rivnings/renoverings/byggplatsen är det inte säkert att det når hela vägen till materialtillverkarna. Materialtillverkarna finns på ett fåtal platser i Sverige vilket gör dagens system med insamling och transport av avfall direkt för kostsamt för såväl miljö som ekonomi. De enskilda volymerna är helt enkelt ibland för små och avstånden för stora.

En viktig del i en rivnings- och ombyggnadsprojekt är materialinventering. I denna identifieras och mängdas material och komponenter som innehåller miljöfarliga ämnen. Resultatet från denna inventering är ett grundläggande underlag för den kontrollplan för rivning som ska tas fram enligt Plan- och bygglagen (SFS, 2010). Allt för att rivningen ska genomföras och rivningsavfallet ska tas om hand på bästa sätt.

Kretsloppsrådet tog 2007 fram riktlinjer för byggsektorns avfallshantering. Dessa riktlinjer togs senare över av Byggindustrierna och den senaste versionen publicerades 2017 (Sveriges Byggindustrier, 2017).

Samtal med olika aktörer inom rivnings- och byggbranschen visar att flera upplever att inventering innan rivning inte ges tillräckligt med tid och budget vilket leder alltför översiktlig inventering. Detta påverkar möjligheterna till återvinning och återbruk. Om

inventeringen är alltför summarisk är risken stor att material bedöms innehålla farliga ämnen utifrån försiktighetsprincipen vilket leder till hög andel avfall sänd till deponi och förbränning istället för att de återbrukas eller återvinns.

För att i större skala kunna återbruka material krävs sannolikt även att inventering görs utifrån fler aspekter än endast förekomst av farliga ämnen. Exempelvis blir kvarvarande teknisk livslängd, estetik, hur byggnadskomponenten ska rivas, lagras och transporteras för att kunna återbrukas på bästa sätt, viktiga aspekter att inkludera.

## 6 Allmänna slutsatser och identifierade utmaningar

Detta kapitel avslutar den del av rapporten som diskuterar generella möjligheter och utmaningar för att öka mängden återvunnet byggnadsmaterial och samtidigt säkerställa en god kvalitet hos materialen. Utmaningarna och förutsättningarna varierar mellan olika materialslag/produkter. Dessa diskuteras mer i detalj i närmast följande kapitel.

Generellt kan vi konstatera att det finns stora utmaningar med att öka återvinningsgraden för rivningsavfall. För installationsspill/byggavfall är utmaningarna inte lika stora.

Något vi noterat under projektets gång är att kvalitetsfrågor och teknisk lämplighet inte diskuteras i arbetet med att öka återvinningen och återanvändningen. De produktionstekniska lösningarna för återvinning finns ofta och utmaningarna handlar mer om att få ekonomisk lönsamhet, hantera logistik och transport samt att få alla länkar i kedjan att sortera i rätt fraktioner som krävs. Även kunskapsspridningen av hur sortering och hantering bör göras är begränsad.

Vi har, baserat på det som kommit fram under projektet, identifierat några konkreta förslag på områden där arbetet kan drivas vidare för att mängden material från byggande, rivning och ombyggnad som hamnar på deponi eller till förbränning och samtidigt kunna använda materialet till nya produkter utan försämrad kvalitet. Förslagen redovisas i punktform på sidan 19. Dessa är allmänt hållna eftersom varje material/produkt har sina egna utmaningar. För flera av förslagen har redan initiativ tagits för några produkter/material, i specifika byggprojekt och några forskningsstudier.

För att underlätta för framtida återvinning av material i de hus som byggs idag finns flera vägar. Ett är att redan vid design och projektering av nya byggnader ta hänsyn till att de kan demonteras för att materialen skall kunna tas tillvara ("design for deconstruction") och att redan när man tar fram nya produkter ta hänsyn till framtida återvinningspotential ("design for recycling"). Att föra någonslags loggbok över de material som sitter i byggnaden, deras exponering, innehåll osv är ett annat tänkbart sätt.

## 6.1 Förslag på områden för framtida arbete

- Ge förutsättningar och rutiner för att säkerställa rätt sortering för att avfallet skall kunna användas, eventuellt efter förädling, som sekundär råvara. Här krävs kommunikation mellan materialtillverkare, återvinningsföretag och bygg-/rivningsföretag om hur rent materialet behöver vara.
- Skapa möjligheter och redskap för att redan vid inventering inför rivning, ombyggnation eller renovering bedöma och dokumentera om materialen som finns i byggnaden lämpar sig för återvinning, som ett komplement till miljöinventeringen. Här krävs kunskaper om hur materialens historia i byggnaden kan påverka kvaliteten, risker för innehåll av oönskade ämnen baserat till exempel på materialets ålder osv.
- Ta fram metoder och formulera rutiner för provtagning och analys för att säkerställa att inte produkten innehåller förbjudna eller utfasade ämnen. I detta ingår också att identifiera vilka ämnen som man ska leta efter och i vilka produkter de kan finnas. Provtagning och analys är i vissa fall dyrt och här skulle man behöva standardisera och automatisera mätningar och det krävs att man kommer upp i tillräckligt stora volymer för att detta ska kunna göras.
- Ta fram metoder för att separera ut oönskade ämnen i produkter, tex vissa mjukgörare och tungmetaller.
- Ta fram metoder för att separera delar av sammansatta produkter, tex väggelement, eller olika material som kombinerats i byggdelen, tex lim på mattor.
- Skapa fler och lättillgängliga insamlingsplatser av rena fraktioner av avfall för att kunna optimera transporter till fabrik. Detta kan uppnås genom samverkan mellan bygg- och rivningsföretag, återvinningsföretag, transportföretag samt materialproducenter.
- Utveckla kvalitetssäkringssystem för att garantera kvalitet och funktion hos material som man avser att återanvända.
- Utbilda personal på bygg- och rivningsplatser om varför och hur man ska sortera för att möjliggöra ökad återvinning av material.
- Söka nya avsättningsområden och tekniker för att använda byggnadsmaterial i nya produkter, både inom och utanför byggbranschen.
- Skapa nätverk och mötesplatser för olika aktörer tillsammans att tydliggöra hur de olika delarna av byggkedjan måste samverka för att nå målet och att företagen tydligare kan se sin respektive roll i bygg och rivningskedjan och vad just de konkret kan göra för att underlätta och öka återanvändning och återvinning av de olika materialslagen.
- Ta fram instruktioner och rutiner för hur material skall hanteras under bygg-, rivnings respektive renoveringstiden för att inte förutsättningar för återvinning och återanvändning av materialen skall försämrats, tex genom nedsmutsning. Ett sätt kan vara att redan vid inventeringen bestämma vilka produkter och material som ska återvinnas och om möjligt ta ut dessa först för att minska risken för kontaminering.
- I forskningsprojekt bör kompletterande kompetenser finnas med för att se på frågan från olika håll, dvs inte bara teknisk kompetens utan även tex kompetens i samhällsvetenskap, arbetsrätt, beteendevetenskap, ekonomi osv bör vara representerad.

# 7 Polymera material (plaster)

Författare: Anna Jansson, RISE Biovetenskap och Material

## 7.1 Bakgrund

Plasten i byggnader är inte ett material utan snarare en grupp av material med ganska stora variationer.

Detta kapitel beskriver nuläget, vad finns för polymera material i en byggnad, var sitter de och vad har de för funktion och krav på kvalitet och tänkt teknisk livslängd. Även den litteratur som finns, främst inom återvinning av byggmaterial vid rivning och renovering har sammanställts. Kapitlet avslutas med några kommentarer inför framtida arbete för att återvinna material med acceptabel kvalitet.

Plaster är en självklar del av vardagen i vårt moderna samhälle, trots att de endast funnits sedan 1950 talet då plaster började utvecklas på allvar. Den största andelen av plast som tillverkas idag, 39,9%, används som förpackningsmaterial, följt av konsumtionsprodukter som leksaker, möbler mm som utgör 22,4 % av plastkonsumtionen i Europa. På tredje plats kommer användningen av plast i bygg- och anläggningssektorn som utgör 19,7 % av den totala plastanvändningen i Europa. Totalt tillverkades 58 miljoner ton plast i Europa 2015 (fibrer/textil borträknat)<sup>1</sup>.

Trots att det är enorma mängder plast som används i samhället så är det ändå bara några få procent (4-6 %) av råoljan som går till plasttillverkning. Största delen används för transporter (bränsle) samt elproduktion och uppvärmning.

### *Faktaruta polymerer*

Polymerer är långa så kallade makromolekyler som byggs upp av små byggstenar, monomerer, via kemiska reaktioner, polymerisation. Man kan likna dem vid ett långt pärlhalsband där pärlorna är monomerer. Beroende på vilka monomerer eller byggstenar som bygger upp en polymer får den olika kemisk struktur och egenskaper. Polymerer kan byggas upp av långa kedjor av kol, syre, kväve eller svavel där kol är den vanligaste. Polymererna kan också ha sidogrupper (t ex väte, klor, syre eller fluor) eller förgreningar som påverkar egenskaperna. Det som kännetecknar en polymer är att det är en stor molekyl med en molekylvikt på från 2000-3000 upp till  $10^7$ - $10^8$ . Under denna molekylvikt är det ett lågmolekylärt ämne. Om man har ett polymersystem som tvärbinder (s.k. hårdplaster och gummimaterial) kan molekylvikten vara oändlig.

Utöver variationerna i kemisk struktur som nämns ovan kan man också blanda i lågmolekylära ämnen, t ex antioxidanter, pigment, mjukgörare, oljor, fyllmedel eller förstärkande fibrer i polymerer för att få önskad hållbarhet, färg och egenskaper hos sitt material och sin slutprodukt. Detta gör materialgruppen plaster ännu mer heterogen.

<sup>1</sup> [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org)

## 7.2 Polymerer i byggnader

Sedan 1970 talet är polymerer eller plaster ett vanligt material i byggnader. I en genomsnittlig svensk bostad från 1970-talet och framåt finns ca 2,5 ton plastmaterial (Holmström, 2017). När plastmaterialen började användas i byggnader var de oprövade och det fanns inga kvalitetskrav. Man levde i tron att plaster höll för alltid. Då skador började dyka upp initierades forskning på dåvarande SP där man utredde orsaken till skadorna och bedömde materialens livslängd och kvalitet. Några exempel på skador som uppdagades var fukt och ångspärr i polyeten där plastfilmen hade brutits ned och smulats sönder (Holmström, 2017). Fukt hade då kunnat tränga in i konstruktionen med stora fukt- och mögelskador som följd. Dåligt stabiliserade avloppsrör brast vilket ledde till med vattenläckor. Det fanns behov för ökad kunskap om plaster i applikationen som byggmaterial. Alkalisk miljö som uppstår då betong härddar visade sig vara aggressiv mot polyetenfilm varför testmetoder togs fram för att utveckla material som klarar denna miljö (Klaesson, Jakubowicz, 1997).

Märksystem t ex gaffelmärkning och P-märkning togs fram för ett antal produkter för att förhindra framtida skador och underlätta för konsumenter att välja produkter med god kvalitet. Generellt gäller att inbyggda produkter ska hålla i 50 år innan de behöver bytas ut enligt Boverkets regler. Mycket arbete lades ner på att utveckla metoder för accelererad åldring av byggprodukter och kunna prediktera livslängden hos produkter. Med ökat fokus fokuseringen på återvinning och användning av återvunna produkter så kommer frågan ibland från tillverkare av byggprodukter om man kan blanda in återvunna material i deras produkter och certifiera dem enligt gällande kvalitetsmärkningssystem där produkter hämtas för kontroll en gång per år. Hittills har vi sagt nej till detta för produkter som ska P-märkas (enligt RISE:s eget märksystem) eftersom materialströmmarna är för ospecificerade och återvunna materialströmmar som är av samma kvalitet över tid är svåra att hitta. Givetvis är detta inget som borde vara omöjligt för vissa produkter och om flödet av återvunnet material ökar och får bättre kvalitet.

Eftersom plast ingår i ett flertal byggprodukter så kommer varje byggprodukt inklusive möjligheter till återvinning att beskrivas var för sig med nulägesanalys, möjliga metoder för återvinning och förslag på nya möjligheter.

## 7.3 Återvinning av polymera material

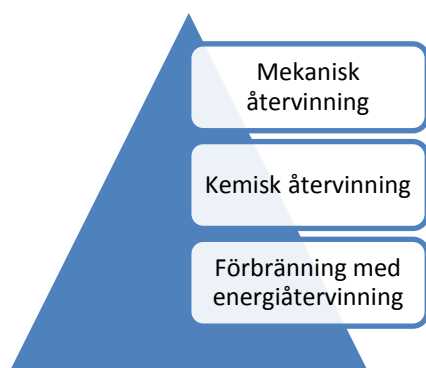
Plaster kan återvinnas på flera olika sätt vilket beskrivs allmänt nedan. Därefter beskrivs varje produkt för sig.

I en framtid där material förutspås bli dyrare blir återvinning av olika materialfraktioner allt viktigare. Dagens plast tillverkas till största delen av icke förnyelsebar fossil råvara som man bör hushålla med. Eftersom plast är en mycket bred materialfraktion med mycket varierande egenskaper så blir återvinning genom nedsmältning till nytt material både dyrt och komplicerat för materialfraktioner som innehåller blandad plast som behöver sorteras och detta är en orsak till materialåtervinning av plast inte har blivit så omfattande som man skulle önska. För



rena materialströmmar fungerar emellertid denna återvinningsmetod mycket bra och därför beskrivs olika byggprodukter separat.

Eftersom polymerer är en så heterogen materialgrupp som beskrivits ovan är det också komplicerat att få ett homogent material för återvinning som man kan tillverka bra produkter av. Det bästa är naturligtvis enligt avfallshierarkin att undvika att avfall uppstår eller att återanvända en produkt. Ofta är detta inte möjligt och polymerer kan då återvinnas på flera sätt enligt Figur 6 nedan.



Figur 6 Figuren visar olika möjligheter att återvinna plaster där triangeln symboliserar avfallshierarkin.

### 7.3.1 Mekanisk återvinning

Mekanisk återvinning återfinns vi högst upp i Figur 6 och i avfallshierarkin efter återanvändning. Det innebär att materialet smälts ner i en extruder och formas till en ny produkt. Denna metod fungerar för gruppen termoplaster som kan smältas, men däremot inte för hårdplaster och gummimaterial som har en tredimensionell nätverksstruktur.

Bilden nedan visar en lab-extruder med två skruvar som matar fram materialet mot munstycket. Materialet matas in som granulat i en tratt och transporteras av skruvarna, som sitter i en upphettad cylinder så att materialet smälter. Längst fram på maskinen sitter ett munstycke som ger materialet sin form innan det kyls och stelnar. Byggfilm är ett exempel på produkt som tillverkas med denna teknik.





Figur 7 Extruder i labbskala där man kan forma plast i smält form.

Fördelen med mekanisk återvinning är att man sparar mycket energi jämfört med att tillverka ny plast och att det är ganska enkelt. Nackdelar är att olika polymerer inte är blandbara på molekylnivå och att de kan ha olika tillsatser som inte fungerar tillsammans. Dessutom kan materialen vara mer eller mindre nedbrutna efter lång tids användning eller förorenade av miljön de använts i. Detta gör att återvunna plaster har inbyggda svagheter och är en orsak till att inte polymerer återvinns i så stor utsträckning. För tillverkare som använder återvunnen plastråvara kan det också vara svårt att hitta materialströmmar som är tillräckligt stora och inte varierar för mycket mellan olika batcher. Mekanisk återvinning fungerar bra där man har retursystem där man känner materialet och dess sammansättning. Man ska dock komma ihåg att varje nedsmältning också bryter ned polymermolekylerna och antalet gången som man kan smälta ned en plast är begränsat. Flera studier har upprepat extrudering av plast och ett rimligt antal återvinningscykler har då visat sig vara 3-4 gånger om man vill ha bibehållen materialkvalitet. Man kan även tillsätta extra antioxidanter för att materialen ska klara fler återvinningssteg. Kvalitetsmässigt blir produkter tillverkade av återvunnet material något sämre än vid användning av ny råvara.

### **Faktaruta – åldring hos plastmaterial**

Tvärtemot vad många tror så åldras plastmaterial och bryts ned med tiden och dess egenskaper förändras. Nedbrytningsmekanismerna hos olika polymerer och plaster bryts ned genom olika mekanismer, vanligast är oxidation (reaktion med syre i luften). Nedbrytningen leder till att materialen så småningom blir spröda, oftast på grund av att polymerkedjor går av och blir kortare. Materialet förlorar därför en del av sina egenskaper. För att fördröja nedbrytningen tillsätter man antioxidanter som skyddar polymererna och förhindrar att de bryts ned och på så sätt förlänger deras användningstid. Antioxidanterna förbrukas emellertid och polymeren bryts ned, man kan jämföra det med att skydda stål mot korrosion med hjälp av offeranoder.

Olika plastmaterial är olika känsliga för oxidation och långtidsanvändning och man måste välja material och designa formuleringar och produkter för den tänka applikationen miljön de kommer att utsättas för och hur länge de ska användas och om de ska kunna återvinnas och med vilka materialkrav.

## 7.3.2 Kemisk återvinning

Vid kemisk återvinning hettas materialet upp och de-polymeriseras eller bryts ned till monomerer, plastens byggstenar, eller till andra kemikalier som kan användas igen. Stora investeringar krävs för att bygga anläggningar för detta och för att få ekonomi i dem krävs stora avfallsströmmar. Ett exempel på kemisk återvinning av PVC är Vinyloop-processen som bygger på ett antal lösning och filtreringssteg där man får ut ett PVC komponent som man kan tillverka nya produkter av, t ex trädgårdsslang, skosulor, mattor eller belags textil<sup>2</sup> I processen försvinner vissa oorganiska fyllmedel och föroreningar av andra material. Viktigt att notera är att varken stabilisatorer och mjukgörare försvinner i denna process. Ju renare fraktioner som kommer in i processen desto bättre kvalitet på det granulat som kommer ut.

## 7.3.3 Förbränning med energiåtervinning

Plaster är ett utmärkt bränsle och hamnar ofta i fraktionen brännbart vid hantering av avfall. Att tillverka en plast kostar emellertid energi, för att tillverka 1 kg plast går det åt 2-9 kg olja. Förbränning är därför ett sämre alternativ ur ett LCA-perspektiv. För spröda och nedbruten plast och blandade fraktioner är det emellertid den metod som är möjlig.

## 7.4 Återvinning av polymera byggprodukter nuläge

I slutet av 1990-talet började avfallsfrågan lyftas och så även i byggbranschen. En fallstudie genomfördes i form av ett doktorandprojekt där man studerade byggmaterial i plast innan rivningar av tre bostadsfastigheter, ett fyravåningshus med 14 lägenheter från 1964 (objekt 1), ett fyravåningshus innehållande 30 lägenheter byggt 1971 (objekt 2) samt ett bostadshus byggt 1974 (objekt 3) innehållande 54 lägenheter (Yarahmadi 2003). Fastigheterna fanns i Viskafors, Borås och Göteborg. Svårigheterna att demontera plastdetaljerna bedömdes enligt nedanstående matris (Yarahmadi, 2003):

<sup>2</sup> [www.vinyloop.com](http://www.vinyloop.com)

Tabell 1 Bedömningsunderlag för demontering av plastdetaljer i byggnader. (Yarahmadi, 2003)

Svårighetsgrad	Arbetstid	Verktyg
1	Mindre än 10 minuter	Inga verktyg
2	Mindre än 10 minuter	Enkla verktyg
3	Mindre än 10 minuter	Enkla verktyg
4	Omöjligt eller ej värt att separera	-

Hammare, kniv och skruvdragare räknades till enkla verktyg. Tiden för att separera ut de olika materialslagen beräknades per lägenhet som varierade mellan 35 (1 rum och kök) och 60 (2 rum och kök) kvadratmeter.

De flesta materialen som demonterades fick en 2:a i svårighetsgrad att demontera. Material som ansågs vara i princip omöjliga eller inte värda att separera var cellplast och rör. Man noterade också att mängden plast i byggnaderna hade ökat från 1964 till 1974. Framför allt så var det profiler, rör och isolering tillverkat av polymerer som hade ökat. I alla byggnader så återfanns den procentuellt största andelen plastmaterial i golvmattor.

I en fallstudie som utfördes 2015 undersöktes mängden plast samt möjligheter till återvinning vid delrivning av en skola byggd 1980 och totalrivning av ett äldreboende (L). Vid delrivningen sorterades olika plastmaterial inne i byggnaden och bars därefter ut och lades i en speciell container för plast. Plasten i denna container fick sedan eftersorteras i olika produkter för att bedöma kvaliteten hos de olika produkterna. Även i denna studie dominerade PVC-golv plastavfallet. Vid tungrivningen revs ett äldreboende med grävmaskin och med maskinen försökte man sortera olika materialfraktioner. Slutsatsen blev att denna metod blev för grov och kostsam. För att ta tillvara byggmaterial i plast måste denna rivs ut först.

SMED (Svenska Miljöemissionsdata) uppskattar att 43 000 ton plastavfall genererades från byggsektorn år 2010<sup>3</sup>. Uppskattningsvis materialåtervanns mindre än 1 000 ton byggplast vilket är mindre än 3 % av avfallet som genererades. Plastavfallet hamnade i fraktionen för brännbart avfall.

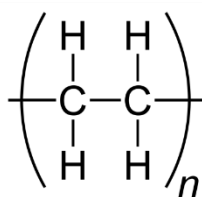
## 7.4.1 Plaströr

### Fakta

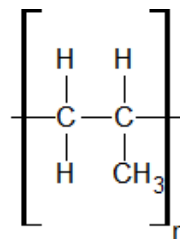
Rör av plast används framför allt i avloppsrör och de plastmaterial som återfinns är PVC (Polyvinylklorid) och HDPE (Högdensitetspolyeten) samt PP (Polypropen).

Elkablar dras genom så kallade kabelrör eller elrör som består av PVC, PE eller PP.

<sup>3</sup> [www.smed.se](http://www.smed.se)



(A)



(B)

Figur 8 Strukturformel för (A) polyeten och (B) polypropylen

## Återvinning

I rivningsstudien som IVL (Elander, Sundqvist, 2015) gjort bestod 98 % av kabelrören av PVC. De sista två procenten utgjordes av kopplingar i PE samt tejp. Dessa bedöms vara lämpliga för återvinning med Vinyloop-processen då andelen PVC i materialströmmen är hög. Mekanisk återvinning är säkert möjlig men begränsas om produkterna innehåller ämnen som man vill begränsa, t ex bly.

Övriga rör som återfanns i rivningsavfallet var avloppsrör, ca 50 % PVC, 45 % PE samt 5 % gula kabelrör i PP. Denna blandade fraktion var mycket liten och har därför inte analyserats vidare. Produkterna antogs vara av dålig kvalitet vid okulär besiktning, troligen är denna bedömning baserad på att fraktionen var förorenad.

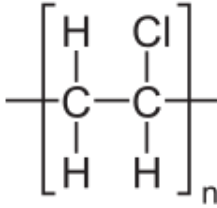
Idag återvinns rörspill vid nybyggnation och renovering och entreprenören kan lägga sitt spill i anslutning till kommunala vattenverk. Materialet skickas till Swerec för sortering och återvinning. Enligt Pontus Alm på IKEM kommer det mesta av spillet från mindre projekt och det borde finnas en stor potential att få in mer material från större byggprojekt.

Swerea har i sin testbädd för plaståtervinning använt byggspill av rörmaterial från Swerec för att undersöka vad man kan tillverka av detta material. Bland annat har man gjort kabelrör där kraven på funktion under mycket lång tid inte är lika hårda.

## 7.4.2 Plastgolv

### Fakta

Den största andelen plastmaterial i byggnader återfinns i golvmaterial och den största andelen är PVC-mattor. Äldre golvmaterial består ofta av linoleum som är en blandning av sågspån eller korkmjöl och kokt linolja samt diverse sickativ (torkmedel) och färgpigment. Massan valsas ut på en matta av juteväv vid hög temperatur. När plastmaterialen blev vanligare ersattes linoleum med PVC-golv som har liknande egenskaper. På grund av debatten om hälsorisker kopplade till PVC har tillverkning av linoleumgolv fått ett uppsving. En annan typ av golvmaterial som återfinns vid rivning är korkplast som är en blandning av kork och PVC.



Figur 9 Strukturformel PVC (Polyvinylklorid)

Debatten kring PVC och dess effekter på miljö och hälsa har flera orsaker. Själva polymeren innehåller klor (Se Figur 9) och hanteringen av klorgas vid tillverkningen innebär risker då gasen är mycket frätande. Även vinylklorid monomererna, ”byggstenarna” till plasten, är mycket giftiga men i slutprodukten är klorinnehållet inget problem förutom vid okontrollerad förbränning. För att PVC ska vara möjlig att forma vid hög temperatur behöver man tillsätta stabilisatorer och förr använde man blystabilisatorer. Dessa är förbjudna sedan lång tid tillbaka men finns i äldre produkter. I golv används mjuk och flexibel PVC och för att erhålla dessa egenskaper tillsätts mjukgörare som blivit omdebatterade under senare år. Det är framför allt vissa mjukgörare inom produktgruppen ftalater som diskuterats men även dessa är utfasade sedan länge. Även här gäller att ämnen som inte är önskvärda i kretsloppet återfinns i recirkulerat material.

## Återvinning

Vid rivning och separering av golv är risken stor att olika golvmattor blandas vilket medför en blandad och förorenad materialström. Linoleum och PVC mattor har stor sannolikhet att blandas vid rivning trots att de består av helt olika material varför eftersortering är nödvändig för att få rena materialströmmar. Även rena PVC golv kan ha lite olika konstruktion, det finns homogena mattor och sådana med skummad baksida. I återvinningsstudien utförd av Yarahmadi 2003 var äldre plastmattor från 1964 i mycket dåligt skick, spröda och illaluktande. Andra föroreningar var limrester och andra material som följt med då mattor revs ut.

För PVC-material som är svårare att återvinna är Vinyloop-processen ett alternativ som nämns i studien av Elander och Sundqvist (Elander, Sundqvist, 2015). Processen är en fysikalisk lösningsbaserad process där selektiv upplösning separerar PVC från andra plaster, gummi och tillsatser ([www.vinyloop.com](http://www.vinyloop.com)). Slutprodukten blir ren PVC polymer som kan användas till trädgårdsslang, membran i tunnlar, belagd textil mm. Man får bort fyllmedel och vissa tillsatser, mjukgörare blir kvar. Representanter från Vinyloop-anläggningen i Ferrera i Italien bedömde golvfraktionen från rivning möjlig att behandla i processen liksom elrör/kabelrör i PVC. Däremot fungerar inte golv av korkplast eller linoleum pga. det låga innehållet av PVC.

Man har även gjort försök att mekaniskt återvinna gamla PVC-golv genom att smälta om materialet och extrudera provkroppar. De mekaniska egenskaperna blev mediokra på grund av den inhomogena materialströmmen där molekylvikten hos materialen varierade. Försöken utfördes på en lab-extruder och resultaten kan bli bättre vid tester i större skala.

Tarkett har ett fungerande system där man återtar spill vid läggning av PVC-golv samt använda (med godkända ftalater) mattor. Man kan använda sitt spill till nya mattor då materialinnehållet är känt. Detta system fungerar enligt Dag Duberg på Tarkett för att

det är spill från nya golv som inte innehåller otillåtna ämnen som tungmetaller eller ftalater. Tarkett samlar in golvmaterial från golvläggare som får en säck där man kan lägga sitt spill, märka säcken och skicka denna till Tarkett som använder sitt material i nya golv. Även konkurrenternas golv samlas in men dessa används inte till nya golv utan går till förbränning då tillverkarna av dessa inte tar tillbaka sina golv. Mycket spill kommer från mindre projekt så potentialen att öka återvinningen är mycket stor.

Då prover av golvmaterial hämtades från ett mindre hyreshus i Borås 2017 för bedömning av kvalitet noterades att golven vid rivning av innerväggar och ytskikt låg kvar till sist. Detta medför att dessa blev nedsmutsade med byggdamm, sågspån spikar och annat som hantverkarna tappade på golvet. Föroreningar av materialströmmar försämrar materialet för användning i en ny applikation och medför kostsam tvättning av det återvunna materialet.

### 7.4.3 Plastprofiler

#### Fakta

Detta är den byggprodukt som ökat mest från mitten av 1960-talet till 1970-talets mitt, från 0 till 20 % av den totala mängden plast i studerade byggnader (Yarahmadi 2003). Profilerna var tillverkade i PVC och fanns i lister runt dörrar och fönster och de var kontaminerade med främst spik och lim.

#### Återvinning

Rent tekniskt ska det inte vara några problem att återvinna profiler till nya profiler eller kabelrör. Swerec bedömde lister från fallstudien från IVL (Elander, Sundqvist 2015) som återvinningsbara. Denna typ av PVC (styv PVC) innehåller inte några mjukgörare. Däremot kan äldre produkter innehålla tungmetaller som man önskar fasa ut ur kretsloppet. För dessa kan Vinyloop processen vara lämplig eftersom oönskade tillsatser kan separeras ut.

### 7.4.4 Cellplast

#### Fakta

Cellplast är mest känt som frigolit och återfinns i förpackningarna runt exempelvis elektronik. Inom byggindustrin används materialet som isolering främst under betongplattor på mark och runt grunden på en byggnad. Materialet består av expanderad polystyren (PS) och finns olika klasser som tål olika belastning. Cellplast kan även finnas som isolering i väggmaterial framför allt i prefabricerade sandwich väggelement.

Cellplast återfinns också som mjukt skum i t ex stoppade möbler men i byggnader så är det styv cellplast som används.

## 7.4.5 Tak och membranduk i plast

### Fakta

Membran av polymera material har som främsta uppgift att skydda en byggnadskonstruktion från fukt. Fukt kan antingen komma utifrån i form av regn men även inifrån en byggnad när man t ex duschar, lagar mat etc. Hur man bygger fuktsäkert är en vetenskap i sig här presenteras bara några olika typer av membran som används. Dessa introducerades i byggnader på 1970- och 80-talen dels under energikrisen men också efter att problematik med fuktskador uppkommit.

Membran finns i olika material och form beroende på var i en byggnad de ska sitta. Ibland består en duk av flera lager av ett laminat. Gemensamt för alla membran är att de sitter inbyggda i väggar, under golv och isolering. Eftersom de är svåra att få ut för utbyte finns krav på livslängd hos dem, minst 50 år. Då kraven på lufttäta byggnader ökat i t ex energieffektiva s.k. passivhus har man börjat tejpa fogarna på membranen. Tejperna på marknaden varierar stort i både konstruktion och material. I framtida rivningar kommer tejperna sannolikt finnas som en förorening i materialet då bärare, förstärkningstrådar och adhesiv kommer att finnas kvar och vara svåra att separera.

Nedan följer lite kortfattad information om några olika byggfilmer, membran och folier:

Luftspaltsbildande s.k. Platonmatta, Figur 10 (A), används för att fuktisolera och dränera husgrunder och under golv. Dessa är ofta tillverkade av polyeten med lång teknisk livslängd. Byggfolie, Figur 10 (B), används i ytterväggar för att fukt inifrån en byggnad inte ska vandra ut i konstruktionens kalla delar, kondensera och ge upphov till fukt och efterföljande mikrobiell tillväxt i konstruktionen. Ångspärren kan sitta i kontakt med betong, under ett golv eller under gipsskivor. Ångbromsen är tillverkad av polyeten och P-märkt folie skall klara mer än 50 år i en konstruktion. Vindskydd, Figur 10 (C), placeras under ytskiktet på en ytterväggskonstruktion. Vindskyddet släpper igenom fukt och är ett nonwovenmaterial tillverkat av polypropen och eller eten-polypropensampolymer.





Figur 10 Exempel på tak- och membrandukar av plast. (A) Luftspaltbildande s.k. Platonmatta för dränering av husgrund och ventilering av golv, (B) byggfolie och (C) vindskydd. Bilder från [www.t-emballage.se](http://www.t-emballage.se)

Även taken skyddas med polymera material för att hindra läckage in i en byggnad. Materialet kan bestå av polypropenväv med beläggning av bitumen. Även andra material som papp förekommer.

Även inifrån skyddas takkonstruktionen av byggfilm för att hindra att fukt tränger upp på vinden och orsakar mögel.

Produkterna som visas ovan är bara exempel då det förekommer många olika fabrikat och materialkombinationer på marknaden.

## Återvinning

I tidigare studier har man inte samlat in eller studerat filmer och folier för återvinning eller bedömning av kvaliteten. I studien vid rivning av en skola (Elander, Sundqvist, 2015) samlade man in byggfolie men den analyserades inte vidare med avseende på kvalitet.

Filmer och folier rivs ut och kan sannolikt återvinnas först efter att den tekniska livslängden har uppnåtts eftersom de inte syns eller blir omoderna. Eftersom de sitter inbyggda finns risk att de är kontaminerade med intilliggande byggmaterial, lim eller tejp.



## 7.4.6 Kablar

### Fakta

Metaller i kablar är värdefulla och återvinns därför. Kabelisoleringen består ofta av PVC i äldre byggnader och idag är polyeten mycket vanligt. Då metallen tagits tillvara får man en restfraktion i plast som kan återvinnas.

### Återvinning

Swerea IVF har sedan 2013 drivit ett projekt i samarbete med polymertillverkare, återvinningsföretag, kabeltillverkare med flera, där isoleringsmaterialet från kablar har sorterats ut. Man har utvecklat en metod för att separera och återvinna kabelmaterial till användbara produkter. Även fullskaleförsök har visat goda resultat, vilket ger förhoppning om att återvinna kabelmaterial från bygg- och rivningsavfall.

Analys av kablarna insamlade av i den tidigare beskrivna studien av plaster i byggnader (Yarahmadi et. Al 1999) visade att mantelmaterialet var i god kondition efter över trettio års användning.

## 7.4.7 Övriga polymera byggmaterial

Utöver ovan nämnda material finns elkontakter, dörrhantag, golvmellanlägg, syllisolering, kökslaminat, tätningsmedel och tätningslister i olika polymera material. Dessa har inte beaktats i denna studie. Studier av tätlistor i gummi har visat att många lister har mycket lång teknisk livslängd. Återvinning till nytt material är däremot begränsat eftersom gummi är en tvärbunden polymer som inte kan smältas ner och formas om (Holmström 2017). Tätningar av typen fogs-kum som används runt dörrar och fönster är en växande produktgrupp då man bygger energieffektivt. Fogs-kummen behöver utvärderas ur långtidsperspektiv (vad är deras tekniska livslängd) och man behöver också utvärdera hanteringen av dem när de så småningom blir avfall.

## 7.5 Hinder för återvinning av polymera material

Det är framför allt följande saker som utgör hinder för återvinning av äldre polymera byggmaterial ur kvalitetssynpunkt; förekomst av farliga ämnen, föroreningar och att plasten kan vara försämrad dvs. kemiskt nedbruten.

Hinder i form av sorteringsmöjligheter, transporter och logistiska frågor behandlas inte i detta kapitel.

### 7.5.1 Farliga ämnen

#### Tungmetaller

Tungmetallen Kadmium återfinns som pigment som ger gul, röd och brun färg. Gula, röda och orange elkablar profiler och golv samt bruna plasttak som är tillverkade före 1982 kan innehålla kadmium i metallisk form eller som salt.

Bly återfinns även som stabilisator i PVC tillverkad innan 2002.

Material som innehåller tungmetaller ska sorteras som farligt avfall.

## Flamskyddsmedel

Bromerade flamskyddsmedel är kemiska föreningar som tillsätts plastmaterial för att förhindra antändning och spridning av brand. De återfinns oftast i elektronik, och kablar där brand kan uppstå, men även i rör och fläktar. Ämnena är både hälso- och miljöfarliga och därför klassade som miljöfarligt avfall.

## Mjukningsmedel

Mjukningsmedel eller mjukgörare återfinns främst i PVC-golv men även i gummiprodukter såsom profiler och tätningslister. Den vanligaste gruppen av mjukgörare har traditionellt varit ftalater. Vissa av dem är skadliga och antas vara reproduktionstoxiska, dessa har ersatts av andra ftalater eller helt andra mjukgörare.

Även klorparaffiner används som mjukgörare och vissa av dem är mycket giftiga. Dessa återfinns som mjukgörare i plast men även i färg och lack. De kan även fungera som flamskyddsmedel.

## Freoner

Freoner användes för till att tillverka polyuretanskum (PUR) eller expanderad polyester (XPS). PUR är vanligt i kylskåp och som isolering runt fjärrvärmerör. XPS material återfinns som isolering. Från början av 1970-talet fram till 1990-talet användes s.k. freoner för att tillverka skum. Ämnesgruppen freoner innehåller halogener (Klor, Fluor eller Brom) och visade sig skada ozonlagret och har därför fasats ut. Isolering som är tillverkad före 1991 kan man räkna med innehåller freoner. Mellan 1991 och 1997 fasade man ut freonerna, men använde liknande ämnen s.k. snälla "freoner". Material som är tillverkade med freoner får inte läggas på deponi utan måste förbrännas vid hög temperatur för att destruera freonerna.

## Övriga ämnen

Tjärprodukter som tjära, stenkol och bitumen används som fuktisolering av husgrunder, och i tjärpapp. Dessa kan innehålla PAH, poly-aromatiska kolväten som är mycket giftiga.

PCB är ett annat mycket giftigt ämne som fanns i fogmassor. De flesta sådana fogar är nu utbytta mot nya PCB-fria fogar.

## 7.6 Nya möjligheter

Polymera material utgör en liten procentuell andel av det totala materialet som finns i en byggnad. Vi har ändå valt att studera detta material eftersom det innehåller en mängd giftiga ämnen som måste beaktas vid avfallshanteringen och att återvinning av denna materialgrupp ger stora miljöfördelar.

Som beskrivits tidigare måste plasten rivs ut för sig innan grovrivning för att erhålla materialströmmar som är tillräckligt rena för att vara lämpliga att återvinna. På grund av materialets låga pris är för många tvätt och reningssteg inte ekonomiskt möjligt att genomföra.

De polymerer som studerats vid rivningsstudier är generellt ganska nedbrutna och förorenade varför det kan vara svårt att hitta applikationer för recirkulerat material. Det finns dock en hel del goda exempel och nya möjligheter.

För att kunna använda återvunnet material behöver plasttillverkare en stabil leverantör av material med jämn kvalitet för att inte störa produktionen. Idag samlas 250-300 ton golvmaterial in i Sverige per år och ca 200 ton är spill från Tarkett. 75 % av Tarketts eget spill återvinns till nya golv efter en avancerad delvis manuell sorteringsprocess. Det är viktigt att golven får rätt kulör. Övriga golvtillverkare förbränner sitt insamlade spill idag även om Forbo har börjat undersöka möjligheten till återvinning. Tarkett ser stora möjligheter att öka användningen av återvunnet spillmaterial jämfört med idag om insamlingssystemet sprids till fler länder. 1500 ton skulle teoretiskt kunna återvinnas.

Vidare vill Tarkett undersöka möjligheten att återvinna nyare golv som inte innehåller farliga ämnen. En utmaning är att få bort lim från golvmattornas baksida. För att kunna ta tillvara använda golv är det stora offentliga byggnader som är intressanta för att få volym.

När det gäller rör ser Pontus Alm på IKEM stora möjligheter att återvinna en större andel rörspill då dagens spill ofta kommer från mindre projekt. Insamlingssystemet är inte anpassat för stora volymer spill men man håller på att titta på att använda storsäck eller Big Bag för insamling av större volymer.

Jessica Fredriksson på Peab ser möjligheter att i större utsträckning återvinna den plastfilm som används som emballage för att skydda olika typer av byggmaterial från fukt, slag och stötar på byggarbetsplatsen. Här ligger utmaningen i att samla in och transportera bort materialet på ett effektivt sätt.

Även byggmaterial som kommer på rulle t ex film och foliematerial borde generera spill som kan återvinnas. Dessa material har inte studerats tidigare men beroende på volymer kan detta vara en materialström att titta närmare på.

## 7.7 Kravspecifikationer

De flesta byggprodukter har krav på funktion och livslängd och ska testas och kontrolleras för att erhålla ett kvalitetsmärke. Krav och tillåtelse att använda återvunnet material varierar mellan olika produktstandarder liksom mellan olika länder. Ett exempel är vatten- och avloppsrör som idag designas för att användas i upp till 150 år där man i den nordiska märkningen "Nordic Polymark" inte tillåter återvunnet material. I andra europeiska länder är återvunnet material tillåtet i vissa applikationer. De flesta standarder är dock restriktiva med att tillåta återvunnet material.

Inte heller i standarder för film och folie tillåts återvunnet material i produkterna pga. osäkerheterna i ursprung och kvalitet hos materialet. Även hos dessa produkter har man krav på en viss livslängd, oftast 50 år.

Polymerer från byggavfall kan däremot användas i andra produkter med lägre krav. Ett exempel där återvunnet material förekommer är plankor som skulle kunna användas på altaner och liknande ([www.polyplank.se](http://www.polyplank.se)).

Eftersom byggmaterial har lång användningstid bör man inte återcirkulera material från rivningar i nya byggprodukter där krav ställs på livslängden.

### ***Faktaruta - förkortningar***

PVC polyvinylklorid

PE polyeten

LDPE lågdensitetspolyeten

HDPE högdensitetspolyeten

DEHP Di-etyl-hexyl ftalat

DOP Di-oktyl ftalat (DEHP och DOP är samma ämne)

## 8 Planglas

Författare: Stefan Karlsson, RISE Samhällsbyggnad

### 8.1 Allmänna fakta

Materialgruppen planglas innefattar fönster och fasadglas. Dessa kan vara förorenade med laminat, fogmassa, luftföroreningar och funktionella beläggningar. Planglas i fasader och fönster är vanligtvis sammanfogade med trä, stål, eller aluminiumprofiler vilket sammantaget även inkluderar spacer-material i isolerglasenheter och fogmassa. I gamla fönster användes fogmassa som innehöll det giftiga ämnet PCB (Lindskog 2010) och en viss period användes även asbest, dessa måste tas om hand och hanteras på rätt sätt<sup>4</sup>.

### 8.2 Återvinning

Scandinavian Glass Recycling AB<sup>5</sup> är en aktör som tar hand om alla sorters planglas (isolerrutor, energiglas, solskyddsglas laminerat planglas etc) men inte spegelglas. SGR samlar in och grovsorterar, krossar samt siktat glaset till bitar mindre än 5 mm på återvinningsanläggningen i Kristianstad (Lindskog 2010). Det krossade glaset liknar sand, vilket gör det känsligt för fukt, och måste därför lagras inomhus. Det krossade glaset transporteras till Isover och används som råvara vid glasullstillverkning (se avsnitt 10). Eftersom glaskrosset ska smältas igen är renheten av planglaset viktigt, mycket låga halter av organiskt och keramiskt mineral är krav. På SGRs återvinningsanläggning separeras laminat (PVB) och metall i processen och går till återvinning. Restfraktioner av laminat skickas vidare till ett företag i Danmark (Shark Solutions) som processar det vidare (Lindskog 2010). Det återvunna laminatet kan användas som mjukgörare till plastprodukter (t ex kofångare i bilar), även till produktion av laminerade säkerhetsrutor och annat laminerat byggglas, dock inte nytt bilglas. Laminatet kan också användas som bindemedel i färg. Laminatet exporteras över hela världen, bland annat till USA, Indien och Japan.

Swede Glass United <sup>6</sup> samlar också in alla typer av planglas (även spegelglas). SGU är ett företag som fungerar som ett transportföretag av planglasavfall. Planglasen skickas vidare inom Reiling group som processar och återvinner planglasen. Renova har bl a tecknat ett avtal med Swede Glass United om återvinning ifrån bygg och glasmästerier. Reiling group har utvecklat avancerade sorteringsanläggningar som klarar av att sortera de flesta glas bl a baserat på färg och kemisk sammansättning och får därmed ut olika fraktioner som passar till olika kvalitetskrav. Totalt får de in cirka 20 ton planglas per år som härstammar ifrån företag, kommuner och privatpersoner. För att lämna planglas på deponi betalar man cirka 1000 kr per ton medan till SGU cirka 800 kr per ton. Det finns därför även ett ekonomiskt incitament för att lämna planglas till återvinning.

<sup>4</sup> [www.gbf.se/glasbranschen/atervinning](http://www.gbf.se/glasbranschen/atervinning)

<sup>5</sup> [www.sgr.se](http://www.sgr.se)

<sup>6</sup> [www.swedeglassunited.com](http://www.swedeglassunited.com)

Återvunnet planglas med en lägre kvalitetsklassning kan gå till skumglasproduktion. Skumglas är ett lättfyllnadsmaterial som kan användas vid bl. a vägbyggnation. Idag tillverkas skumglas ifrån återvunna förpackningsglas. Förpackningsglas processas i Askersund av Svensk Glasåtervinning (SGÅ)<sup>7</sup> och den lägsta kvalitén på det utsorterade materialet hamnar hos Hasopor<sup>8</sup> som gör skumglas utav det. En av begränsningarna för skumglastillverkningen är tillgången på råvara. Återvinning av planglas skulle kunna vara ett sätt att öka sekundär råvara.

Planglas skulle också kunna användas i en annan typ av skumglas som heter Foamglas®. Skillnaden mot Hasopors produkt är framförallt att det är en kontrollerad kylning så att stora skumglasblock kan erhållas och sågas till för olika isoleringsprodukter<sup>9</sup>. En annan skillnad är också att andra råvaror används t ex återvunna CRT-glas (bildrör).

Växthus är ett annat applikationsområde där hela planglas direkt skulle kunna återanvändas eftersom växthusodlare är i behov av billiga material för konstruktion av växthus. Logistik och förmedling är sannolikt en utmaning.

Generellt är insamling, logistik och förmedling av planglas komplicerat och enskilda avtal med kommuner, avfallsföretag och glasmästerier är avgörande för att det ska fungera såvida inte branschen går ihop och samlar sig likt Förpackningsindustrin har gått ihop och samlat sig kring Svensk Glasåtervinning (SGÅ). Idag skiljer sig hanteringen åt mellan olika kommuner och man vet inte hur stor andel som hamnar på deponi idag.

## 8.3 Kravspecifikation

Hasopors produktutbud uppfyller kraven enligt Boverket avseende CE-märkning av byggprodukter från första juli 2013. Skumglas uppfyller krav enligt IVL Svenska Miljöinstitutet och Sveriges Byggindustrier, är godkänd i BASTA registret och har högsta betyg i Sunda Hus miljödata. För lättfyllnadsmaterial är följande standarder av relevans för kvalitet: EN 933 (Ballast – geometriska egenskaper), EN 13055:2016 (Lättballast), EN 1097 (Ballast – mekaniska och fysikaliska egenskaper) och EN 12087 (Värmeisoleringsprodukter för byggnader - Bestämning av vattenabsorption vid långvarig nedsänkning i vatten).

För isolerull gäller krävs EUCEB som är en certifiering som garanterar att produkterna är exponeringskriterierna för carcinogenic klassificering products meeting the exoneration criteria for any (*Note Q of Regulation (EC) No 1272/2008*).

Växthus är undantagna de normala byggreglerna att klara snölast med kravet att de har så pass dåligt U-värde att de smälter snö.

---

<sup>7</sup> [www.glasatervinning.se](http://www.glasatervinning.se)

<sup>8</sup> [www.hasopor.se](http://www.hasopor.se)

<sup>9</sup> [www.foamglas.se](http://www.foamglas.se)

## 9 Stenull

### 9.1 Allmänna fakta

Stenull tillverkas av de magmatiska bergarterna basalt eller diabas och omfattar i byggnader väggisolering, akustikplattor, lösullsisolering och rörisolering. Stenullen är normalt sett behandlad med ett bindemedel och kan även vara sammanfogad med aluminiumfolie, plast eller papper. Idag återanvänder man delvis stenull. Framförallt av spill vid nybyggnation som åter blir stenull genom en re-ull-process. Oftast blir det en lösullsprodukt i slutänden (Svennerstedt mfl 2010). Detta genomförs både av entreprenörer (t ex SBI AB<sup>10</sup>) men även av tillverkarna själva (Paroc <sup>11</sup> Knauf<sup>12</sup>, Rockwool<sup>13</sup>). Rockwool har relativt nyligen börjat samla in stenull ifrån rivningsobjekt. I Sverige ansvarar RGS 90 AB för insamlingen av stenull åt Rockwool. RGS 90 AB arbetar med byggavfall och saneringar av förorenade tomter. Förutom spill vid nybyggnation och Rockwools initiativ så hamnar stor del av stenullen på deponi idag. Endast ca 40 ton/år går i Sverige via Stenas anläggning i Borås till Doense-fabriken i Danmark för återvinning.

Att öka återvinningen till isolerull vore att föredra men det krävs att kraven för EUCEB<sup>14</sup> uppfylls (se 8.3). Detta har hindrat branschen men Rockwool har lyckats överkomma detta problem<sup>15</sup>. Mindre renade varianter av stenull kan möjligtvis gå till skumglasproduktion men studier på det måste genomföras. Det som framförallt hindrar en större återvinning i Sverige enligt Rockwools initiativ är logistik, mellanlagring, avstånd (Sverige är stort), avstånd till närmaste briketteringsfabrik och kostnad vs nytta/miljö. Idag vet man inte hur mycket stenull som läggs på deponi, att ta reda på det borde ge ett bra underlag för lönsamheten att återvinna mer stenull.

### 9.2 Kravspecifikation

Rockwool har en tydlig specifikation: material som går till återvinning får inte vara förorenat med asbest, PCB, kemikalier, oljor, gips, glasull, trä, betong, tegel eller metaller.

För återvinning till isolerull och skumglas se 8.3 ovan.

<sup>10</sup> [www.sbiab.com/produkter/atervinning\\_av\\_losull](http://www.sbiab.com/produkter/atervinning_av_losull). [cited 2017-05-10]

<sup>11</sup> [www.paroc.se/koncept/rewool](http://www.paroc.se/koncept/rewool). [cited 2017-05-10]

<sup>12</sup> [www.knaufinsulation.se/media/898596/brochure-se-perimeterplus-manual\\_en.pdf](http://www.knaufinsulation.se/media/898596/brochure-se-perimeterplus-manual_en.pdf). [cited 2017-05-10]

<sup>13</sup> [www.rockwool.se/bra-att-veta/hallbarhet/miljofordelar-med-rockwool-isolering/aatervinning-a-ROCKWOOL-isolering/](http://www.rockwool.se/bra-att-veta/hallbarhet/miljofordelar-med-rockwool-isolering/aatervinning-a-ROCKWOOL-isolering/). [cited 2017-05-10].

<sup>14</sup> [www.euceb.org](http://www.euceb.org)

<sup>15</sup> [http://rwiumbraco-rfn.inforce.dk/media/2707627/genanvendelse\\_se.pdf](http://rwiumbraco-rfn.inforce.dk/media/2707627/genanvendelse_se.pdf). [cited 2017-05-10].

# 10 Glasull

Författare: Stefan Karlsson, RISE Samhällsbyggnad

## 10.1 Allmänna fakta

Glasull tillverkas till 70 % av återvunna glasförpackningar samt återvunnen planglas och resterande del traditionella glasråvaror. Glasull omfattar väggisolering, akustikplattor, lösullsisolering och rörisolering. Glasullen är normalt sett behandlad med ett bindemedel och kan även vara sammanfogad med aluminiumfolie, plast eller papper. Idag återanvänder man delvis glasull. Framförallt av spill vid nybyggnation som åter blir glasull genom en re-ull-process (oftast blir det en lösullsprodukt i slutänden (Svennerstedt et al 2010). Detta genomförs både av entreprenörer (t ex Retisol AB<sup>16</sup>) men även av tillverkarna själva (Isover). ISOVER är intresserade av Rockwools initiativ till återvinning (se 9.1 ovan) och planerar att besöka Rockwools anläggning i Doense i studiesyfte.

Förutom spill vid nybyggnation och Rockwools initiativ så hamnar stor del av glasullen på deponi. Att öka återvinningen till glasull vore att föredra men det krävs att kraven för EUCEB (euceb.org) uppfylls (se 8.3). Detta har hindrat branschen men Rockwool har lyckats överkomma detta problem för stenull <sup>17</sup> Mindre renade varianter av glasull kan möjligtvis gå till skumglasproduktion men studier på det måste genomföras. För att kunna återvinna glasull måste EUCEB säkerställas men även säkerställa logistik, mellanlagring, avstånd (Sverige är stort) och kostnad vs nytta/miljö. Likt stenull, vet man inte idag hur mycket glasull som hamnar på deponi och därför är det svårt att göra bedömningen om lönsamheten.

## 10.2 Kravspecifikation

Idag ställs kravet att glasullen ska sorteras för sig och att materialet ska vara nytt, torrt och rent.

För återvinning till isolerull och skumglas se 8.3 ovan.

## 10.3 Företagsintervjuer

Informationen för återvinning av planglas, stenull och glasull har verifierats genom intervjuer med företag inom de olika branscherna. Följande företag har intervjuats: Scandinavian Glass Recycling, Swedeglass United, Paroc, ISOVER, Glava, Rockwool, Stena och Hasopor.

<sup>16</sup> <http://www.recyclingnet.se/nyheter/kvalificerad-atervinning-hos-isover/>. [cited 2017-05-10].

<sup>17</sup> [http://rwiembraco-rfn.inforce.dk/media/2707627/genanvendelse\\_se.pdf](http://rwiembraco-rfn.inforce.dk/media/2707627/genanvendelse_se.pdf). [cited 2017-05-10].



# 11 Återvunnen krossad betong från rivningsmassor

Författare: Linus Brander, RISE Samhällsbyggnad

## 11.1 Allmänna fakta

Betong är ett av våra vanligaste byggnadsmaterial och består i sin enklaste form av i huvudsak tre komponenter: ballast, cement och vatten. Ballasten utgör det strukturbärande skelettet och cementpastan (cement blandat med vatten) utgör bindemedlet. Ballasten består i regel av sand, grus och/eller krossberg i storleksordningen 0-20 mm. Andra beståndsdelar är:

- fillermaterial - mineraliska material <0,063 mm i kornstorlek och i huvudsak kemiskt inerta, t.ex. kalkstensfiller
- tillsatsmaterial - kemiskt reaktiva i den starkt alkaliska betongmiljön och kan därmed ersätta viss mängd av cementet, bl.a. flygaska och granulerad masugnsslagg
- tillsatsmedel - påverkar färska betongen på olika sätt, t.ex. luftporbildare, flyttillsatsmedel, acceleratorer och retarderare

När ballast blandas med cement och vatten bildas en flytande massa, som under en tid går att arbeta med och forma trots att cement och vatten redan börjat reagera och utveckla hållfasthet och stadga, detta kallas färsk betong. Efter en tid har massan stelnat till den grad att man har en hårdnad betong. För hårdnad betong kan egenskaper såsom tryckhållfasthet, tryckhållfasthetsutveckling, böjhållfasthet, draghållfasthet, elastisk modul och densitet bestämmas, egenskaper som är av vikt när materialet ska användas i en konstruktion. Gemensamt för dessa egenskaper är att de generellt är i det närmaste fullt utvecklade efter 1-2 månader. Man talar även om den hårdnade betongens kvalitet över sin livstid, t.ex. vad gäller motstånd mot olika processer som kan förändra och tom försämra betongen över tid (t.ex. frost-tö-växling, kloridinträngning och andra kemiska attacker). Detta kallas *beständighet*. Av särskild vikt i Prefab-industrin är tryckhållfasthetsutvecklingen under det första dygnet, eftersom man vill ha en blandning som kan fylla ut formarna vid arbetsdagens slut, men som stelnat tillräckligt till nästa morgon för att man ska kunna riva formarna och förbereda för ny gjutning i dessa.

Alla betongens delar är mycket viktiga. Typ av ballast och dess kornstorleksfördelning påverkar såväl den färska betongens konsistens och arbetbarhet, som den fasta betongens täthet, hållfasthet och beständighet över tid. Val av cementtyp, dess mängd, eventuell inblandning av tillsatsmaterial och hur mycket vatten man tillsätter i proportion till cementmängden bidrar i hög grad till den färska betongens arbetbarhet, hur snabbt hållfastheten hos den hårdnade betongen ökar, hur hög den slutgiltiga hållfastheten blir, beständighet mot olika fysikaliska och kemiska angrepp osv.

## 11.2 Plats i ursprunglig byggnad

Betong återfinns i många delar av en byggnad, t.ex. i grundplatta, bärande struktur, ytterväggar, innerväggar, innergolv, innertak och yttertak. Den finns i såväl icke-arterade såväl som armerade komponenter och element. Betongen kan vara platsgjuten eller utgöra element som producerats i fabrik och sedan byggts ihop på byggplatsen, eller levererats som modulhus. Vid rivning av en gammal byggnad kan man i ett idealfall erhålla ett material som bara utgörs av betong och frigjord ballast, eventuellt med inslag av armeringsjärn som efter nedkrossning kan separeras bort med magneter. Andra komponenter som ibland finns i en osorterad rivningsfraktion är tegel, bruk och puts. Är material helt osorterat från totaldemolering kan även andra oönskade materialslag uppträda, såsom asfalt/bituminösa material, gips, glas, metaller, jord, lera och plast. Även när rivningsmaterialet bara består av ren betong, utgörs denna inte sällan av betong av olika kvalitetsklasser, då betongen i regel härrör från de olika delarna av en byggnad.

## 11.3 Potentiella föroreningar och kombination med andra material

Den vanligaste materialkombinationen vad gäller betong i gamla hus är armeringsjärn i armerade delar. Återvinningsföretagen har dock utvecklade metoder för att krossa betongen så att armeringsjärnet frigörs och sedan separera detta med hjälp av magneter. I modernare byggnader där man använder sig av s.k. sandwichelement kan det potentiellt bli svårare att återvinna rena materialströmmar i framtiden. Om byggnaden rivits i sin helhet (totaldemolering) kan naturligtvis i stort sett alla de material som nämns nedan, mer eller mindre fast kombinerade med betongen.

Betongdominerat rivningsavfall används idag oftast som fyllnadsmassor vid anläggning av hårdgjorda ytor och deponier, men även som ballast i olika delar av uppbyggnad i gator, parkeringar och cykel-/gångvägar. Det är dock tekniskt möjligt att använda relativt rent rivningsavfall också som ballast i ny betong. Idealiskt sett ska ballasten i så fall bara bestå av krossad betong och fria ballastkorn (se 11.5). Potentiella föroreningar är murverk, glas, metaller, gips och bituminösa material. Murverk (t.ex. tegel) varierar generellt i hållfasthet och kan beroende av sammansättning vara såväl starkare som svagare än den krossade betongen. Generellt är tegel dock relativt porös och därmed vattenabsorberande, vilket gör det svårt att förutse den färska betongens konstitens om halten tegel är för hög. På samma sätt kan asfalt/bituminöst material suga vatten och dessutom motverka cementreaktionerna (dvs. de kemiska reaktioner som sker mellan cement och vatten och leder till hållfasthet).

Glas kan vara löslig i starkt alkalisk miljö (t.ex. betong) och bidra till alkalisilikareaktioner (ASR), som utgör ett beständighetsproblem för betong. Amfotära metaller (t.ex. aluminium, mässing och koppar) kan reagera i den starkt alkaliska miljön med vätegasbildning som resultat genom att gasen expanderar och kan då ge oönskad porstruktur. Metalliskt järn kan rosta och ge framförallt estetiska problem hos den nya betongen. Gips kan orsaka försenad ettringitbildning, med sprickbildning i den hårdnade betongen som följd.

Vad gäller potentiella kemiska föroreningar handlar framförallt om klorider, sulfater, tungmetaller, PAH och PCB. Förhöjda halter av vattenlöslig klorid och sulfat i bulkmaterialet kan ge beständighetsproblem med avseende på armeringskorrosion respektive expansiva reaktionsprodukter. Av dessa är det främst PCB (polyklorerade bifenyler) som kan utgöra en risk, t.ex. genom PCB som kan förekomma i rester av fogmassa som sitter fast på betongen och vanligen inte i själva betongen. Även PAH (polyaromatiska kolväten) är problematiskt, om det finns risk för att bituminösa material (t.ex. asfalt) med förhöjda PAH-halter kommer med i rivningsmaterialet.

## 11.4 Teknik/användnings-område idag för avfallet

Den vanligaste användningen idag för den mineraliska fraktionen av bygg- och rivningsavfall är vägbyggnad (t.ex. Grönholm, 1997; Dittlau, 2013; Hermelin & Dittlau, 2004). Eftersom krossad betong har en tendens att krossas och nötas ner till finare material vid belastning, så har den främsta användningen varit som förstärkningslager, vilket utsätts för lägre belastningar än bärlagret. Grönholm (1997) beskriver anläggning av testväg och hur man kan upparbeta mineraliska massor, t.ex. genom krossning, sortering och separering. Enligt Trafikverket kan ren krossad betong med fördel användas som obundet material i vägkonstruktioner, t.ex. i skyddslager och förstärkningslager (Vägverket, 2007). Användningen i sådana lager förutsätter dock relativt ren betong, dvs. i någon mån sorterat, krossat och siktat avfall. Sådan fraktion är även den som bäst skulle lämpa sig i vissa betongkvaliteter. Ydrevik (2000) har ställt samman en mycket bra skrift med fokus på krossad betong som ballast i gator och vägar, med bl.a. indelning i fyra olika betongklasser och med förslag på optimal användning för respektive betongklass.

Det förekommer redan idag att en del betongföretag återvinner gamla betongelement och gör ny betong, t.ex. gjutning av nya järnvägssliprars med partiell inblandning av nedkrossade återvunna betongslipers. En del forskningsprojekt finns där man testat att använda krossad rivningsbetong till ny betong, men till rapportförfattarens kännedom finns det idag inget betongföretag som gjuter ny betong till husbyggnad med användning av återvunnen rivningsbetong. Till vår kännedom förekommer heller inte någon storskalig återanvändning av hela stommar eller hela prefabricerade betongelement.

## 11.5 Kravspecifikationer

Då betong till husbyggnad generellt täcks av harmoniserade EU-standarder, ska de i enlighet med byggproduktförordningen CE-märkas. Naturlig ballast genomgår omfattande tester och provningar innan den godkänns som betongballast, varför det kanske inte är så konstigt att det finns hårda restriktioner vad gäller inblandning av återvunnet material som ballast i ny betong.

Återvunnen rivningsballast i betong regleras i standarden SS 137003, som är den svenska tolkningen av betongstandarden SS-EN 206. Den gäller såväl prefabricerad som platsgjuten betong och är mer generellt hållen, i jämförelse med standarden SS-EN 13369 (Allmänna regler för förtillverkade betongprodukter). I SS-EN 13369 ges

utrymme och regler för återvinning baserat på kännedom om källan till den krossade betongen, men sådan kännedom är ytterst ovanlig att man besitter. Ofta är de rivna byggnaderna 50-100 år gamla och dokumentation saknas, om man nu ens har kännedom om vilken byggnad man fått material från. Oftast hanterar ju återvinningsföretag rivningsbetong från flera olika rivningsprojekt och spårbarheten från en hög med sorterad rivningsbetong tillbaka till sitt ursprung är i regel obefintlig.

Fördelen med reglerna i SS-EN 206 (betongstandard) är att enligt denna ska rivningsbetongen klassificeras och lämplighetsbedömas helt enligt den standard som rör delmaterialet ballast, dvs. SS-EN 12620. Denna bygger på sortering och klassificering av krossade återvunna byggprodukter, inte bara betong. Eftersom SS-EN 12620 är harmoniserad så ska grovkornig ÅV ballast CE-märkas.

Grunden för klassificeringen är analysmetoden SS-EN 933-11, där bygg- och rivningsavfallet sorteras i kategorier och redovisas i form av halter enligt Tabell 2.

Tabell 2 Kategorier för klassificering av återvunna produkter enligt SS-EN 933-11

Kod	Komponenttyp	Enhet
Rc	Betong, betongprodukter, murbruk, betongblock	vikt-%
Ru	Obunden ballast, natursten, hydrauliskt bunden ballast	vikt-%
Rb	Murverkselement/produkter av lera (dvs. tegelstenar och kakelplattor), murstenar av kalksandsten, icke-flytande lättbetong	vikt-%
Ra	Bituminösa material	vikt-%
Rg	Glas	vikt-%
FL	Partiklar som flyter i vatten	cm <sup>3</sup> /kg
X	Övrigt, t.ex. lera och jord, metaller, trä (ej flytande, ingår i FL), plast, gummi och gipsbruk	vikt-%

Baserat på halterna av respektive kategori specificerar SS-EN 206 två olika klasser för återvunnen rivningsballast:

**Typ A:**  $\geq 90$  % betong (Rc);  $\geq 95$  % betong och sten (Rc+Ru);  $\leq 10$  % murverk (Rb);  $\leq 1$  % bituminösa material (Ra),  $\leq 2$  cm<sup>3</sup>/kg flytande material (FL),  $\leq 2$  % glas och annat (Rg+X). Yttorr korndensitet  $\geq 2100$  kg/m<sup>3</sup>.

**Typ B:**  $\geq 50$  % betong (Rc);  $\geq 70$  % betong och sten (Rc+Ru);  $\leq 30$  % murverk (Rb);  $\leq 5$  % bituminösa material (Ra),  $\leq 2$  cm<sup>3</sup>/kg flytande material (FL),  $\leq 2$  % glas och annat (Rg+X). Flisighetsindex  $\leq FI_{50}$ , Inverkan på initial bindetid:  $\leq A_{40}$ , samt Yttorr korndensitet  $\geq 1700$  kg/m<sup>3</sup>.

Utöver detta måste båda typerna klara ett antal krav, vad gäller t.ex. maxgräns för halt vattenlösliga sulfater ( $\leq 0,7$  vikt%), motstånd mot fragmentering ( $\leq LA_{50}$ ) och maxgräns för vattenabsorption, i relation till avsedd exponeringsklass.

Den andel av de två olika typerna som tillåts ersätta den grova ballastfraktionen i ny betong beror av avsedd exponeringsklass, se Tabell 3.

Tabell 3 Andel tillåten återvunnet material i betong enligt SS-EN 206

	Exponeringsklass			
Återvunnen ballast c)	XO	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1, XS1	Alla andra klasser
Typ A	50 %	30 %	30 %	0 % a)
Typ B b)	50 %	20 %	0 %	0 %

a)  $\leq 30\%$  om ÅV-betongen har minst samma tryckhållfasthet och exponeringsklass som den nya

b) Får ej användas i ny betong med hållfasthetsklass  $> C30/37$

c) Gäller endast grov ballast – definition SS-EN 12620+A1:2008:  $D \geq 4\text{ mm}$ ,  $d \geq 2\text{ mm}$

I de strängaste miljöerna, t.ex. allvarlig frys- och töväxling under vattenmättade förhållanden och/eller utsatta för havsvatten eller avsningsalter, rekommenderas det att inte använda ÅV ballast över huvudtaget (*Alla andra klasser* enligt Tabell 3). I de ”snällaste” miljöerna, inomhus i mycket torrt klimat (XO), kan upp till 50 % av den grova sorteringen vara ÅV ballast av Typ A eller B (SS-EN 206). För exponeringsklasser mellan dessa två extremer kan upp till 30 % av Typ A användas. Förutom i XO får Typ B endast användas i de exponeringsklasser som är något mer utsatta eller benägna till karbonatisering (XC1, XC2), då i en halt på upp till 20 %. För Typ B finns också en begränsning till lägre hållfasthetsklasser ( $\leq C30/37$ ).

Observera att procentsatserna avser den grova ballastfraktionen, inte den totala ballastmängden. Eftersom den grova fraktionen normalt utgör kring halva ballastmängden i betong, betyder det att gränsen på upp till 50 % ersättning vid XO i realiteten innebär en ersättning på endast 25 % av hela ballastmängden.

Finfraktionen (0-2 mm), inklusive filler, nämns inte specifikt i vare sig betongstandarden (SS-EN 206) eller ballaststandarden (SS-EN 12620) och således finns varken regler eller förbud. En möjlig tolkning av detta är att om den återvunna ballasten uppfyller samma krav som motsvarande primär ballast, så får den användas på samma sätt. Kraven på finfraktion och filler rör framförallt kemiska egenskaper, såsom högst tillåtna halt klorider, svavel och sulfater, samt begränsningar i beståndsdelar som påverkar betongens bindetid. I detta sammanhang är det intressant att nämna stensmjöl, dvs. 0-2 mm-fraktionen av krossberg. Den är normalt mer vattenkrävande än sand (0-2 mm), vilket gör den färskbetongen mer svårbehandlad och kan öka behov av cement för att bibehålla önskad hållfasthet. Eventuellt har ÅV ballast av fraktionen 0-2 mm bättre egenskaper än stensmjöl, vilket kan gynna användning av den förra.

En annan potentiell fördel med ÅV ballast av fraktion 0-2 mm är att den möjligen kan innehålla mycket fina partiklar ( $\leq 0,063\text{ mm}$ ), som eventuellt är mer eller mindre reaktiva (t.ex. cement) och därmed bidrar till betongens hållfasthet. De skulle därmed räknas som ett reaktivt tillsatsmaterial (Typ II enligt SS-EN 206) och därmed ersätta en del av cementbehovet.

Vid tester av bygg- och rivningsavfall avsett som återvunnen ballast i betong kan utförandet av gängse SS-EN-metoder av olika anledningar behöva modifieras, eftersom själva provningsmetoden ibland kan förändra materialet. Ett exempel är siktning, som i sitt utförande kan skada ÅV ballast på grund av det generellt sämre motståndet mot nötning och fragmentering. Siktningen kan då skapa högre halter av finmaterial och en siktcurve förskjuten åt de finare korngränserna (Stenberg & Schouenborg, 1997). Stenberg & Schouenborg noterar t.ex. att mängden material  $< 8\text{ mm}$  som bildas under

10 minuters siktning är 0,2 vikt% för granitballast, 1-2 vikt% för tegel och 5-6 vikt% för krossad betong, och föreslår därför att minska sikttiden för de två senare till t.ex. en femtedel av normaltid och samtidigt minska provmängden proportionerligt. Totala sikttiden blir densamma, men då materialet delas upp på ett antal mindre prover blir processen förstås mer arbetsintensiv då arbetsproceduren upprepas flera gånger istället för en. Även vattenabsorption kan behöva angripas med modifierad metod där vattenmättnad sker i vacuum istället för atmosfärstryck (Schouenborg mfl, 2003). Vid frostprovning kan man behöva undvika konditionering/förtorkning, då detta tom kan vara skadligt för krossad betong (Jacobsen & Solberg, 2000). Även vid bestämning av sprödhet måste man tänka sig för när man sätter upp testet (Ewertsson mfl, 2000).

# 12 Återvinning av trä och träbaserade material

Författare: Pierre Landel, RISE Samhällsbyggnad

## 12.1 Inledning

Trämateriel är en naturlig råvara som växer runtom på vår jord och som finns i en mängd olika träslag med likheter och skillnader i egenskaper. Detta förnyelsebara och lättillgängligt material har använts sedan lång tid till att bygga hus, broar, staket, stolpar osv. I byggnader finner man träprodukter i nästan alla byggnadsdelar men mer sällan nere vid marken på grund av träets biologiska nedbrytningsbarhet. Dock finns en del impregnerade träpålar i havet eller impregnerade syllar i äldre hus. Träbyggnadsmaterial kan uppfylla olika funktioner, ofta används det som bärande element i längdform men kan också avskilja eller avgränsa utrymme när den utformas som skivor. Trä kan exponeras som fasadmateriel eller ytskikt och dessa estetiska egenskaper blir en del av byggnadens arkitektoniska drag. Beständighetsfrågan är en central del för träprodukter och beroende på funktion och krav så kan trämateriel vara utmärkt och hålla i tusen år eller vara sämre och brytas ner. Att hindra det senare att ske i byggnader är en utmaning där biologer och ingenjörer fortsätter utveckling i samverkan.

## 12.2 Föroreningar och kombinationer med andra materiel

Trä i bygg- och rivningsavfall är ofta kombinerade med andra materiel som stål-fästningar (t.ex. spikar, skruvar, klämmor), gips, betong (formvirke eller samverkans-element) men också med andra produkter såsom fogmassor, färger, lim osv.

Föroreningar i trämateriel från bygg- och rivningsavfall kan uppdelas i två olika kategorier. I den första kategorin finns skyddsmedel eller kemikalier som man tillsätter till trä för att öka beständighet av vissa funktioner vid framtagning av produkten och vid underhåll. En del av dessa ämnen har använts förut men är idag förbjudna (se KEMI) och andra används fortfarande men kan inte saneras eller tas bort med enkla processer om träproduktens ska återanvändas eller återvinnas. Exempel på sådana föroreningar är:

- Tunga metaller, krom, koppar arsenik, för impregnering av syllar, trall, stolpar. Dessa återvinns i special värmeåtervinningsanläggningar idag.
- Kreosot i el-stolpar och järnväggs slipers. Dessa används fortfarande men med hårda restriktioner. Kreosot är sammansatt av ett tiotal aromatiska kolväten och fenoler och är hälso- och miljöfarligt.
- Polyklorerade bifenyler (PCB) finns särskilt i hög halt i fogmassor vid träfönster och dörrar, PCB är förbjudit sedan 1978 i Sverige.

- Klorfenolerna, som innehåller dioxin, är starkt giftiga för människa och levande organismer. De användes som bekämpningsmedel mot mögelsvamp på trä (blånad) men förbjuds på 1970-talet sedan se mer info i [1].
- Polycykliska föreningar (PAH).
- Kväve, formaldehyd, isocyanat och melamin finns i limmade träprodukter, t.ex. fönsterkarmar, träskivor (spånskivor, plywood, korslimmat trä) eller limträ element.

I den andra kategorin av föroreningar kan man samla biologiska angrepp:

- Mögel- och rötasvampar, som växer vid gynnsamt förhållande med lämplig temperatur, fuktighet och tillgång till syre. Mögel bryter inte ner materialet men kan orsaka inomhusmiljöproblem, medan röttsvampar också påverkar verkets hållfasthet.
- Insekter. Vissa arter är beroende av hög temperatur, som husbock och termiter, andra av fuktigt och rötskadat virke, som envisa trägnagaren. Bland insekter finns det arter som snabbt kan åstadkomma omfattande skador på trä. Skadorna uppstår vanligtvis när insektslarven gnager sig fram i virket.

## 12.3 Teknik/användningsområde idag

Trämateriäl sorteras oftast i tre olika fraktioner: rent trä, träbaserade skivor (oftast limmade träskivor) och impregnerat trä. De två första fraktionerna är ofta målade eller ytbehandlade.

Idag är det ovanligt att återanvända och återvinna trämaterial och produkter från bygg- och rivningsavfall i Sverige. Vanligtvis bränns det för energiåtervinning i kommunala anläggningar för värmeproduktion. Beroende på vilka fraktion man energiåtervinner behöver förbränningsanläggningar vara utrustad med specifika filter för att motverka spridning av de föroreningar, se också 12.1, och information från Naturvårdsverket (2009).

Att man inte återanvänder eller återvinner en större del av trämaterial från bygg- och rivningsavfall beror delvis på:

- innehåll av farliga, skadliga kemikalier för hälsa och miljön, särskild trämaterial från hus eller konstruktion byggda innan 1970-talet. m rivs eller kommer rivas snart. Saneringsprocess av dessa kemikalier är svårt och kostsamt i stor skala.
- tillgång till jungfruligt och föroreningsfri skogsråvara som är stort i Sverige och täcker mer än dagens behov nationellt

## 12.4 Nya möjligheter

Nya möjligheter för träprodukter har hypotetiskt identifierats och diskuterats genom ett metodisk och kronologisk följa avfallstrappan från bearbetning av skogsråvara till energiutvinning av biobränsle.

Återbruk av träprodukter är det första steget när ett hus ska rivas t.ex. på grund av dålig stomme men har fungerande dörrar, fönster, kök osv i trä. Produktens funktion



förblir den samma men i en ny byggnad eventuellt efter en vis reparation eller underhåll. I så fall behöver nya affärssystem utvecklas för att skapa mervärde för den andra användaren och hålla ner kostnaderna jämfört med en ny tillverkad träprodukt. Studier utförda i Japan (Nakajima och Nakagawa, 2010) har visat möjligheten att mäta styvhet, hållfasthet och fuktkvot i virke från rivningsprojekt. Försök i Europa (Cavalli mfl 2016) visar dessutom på beständig böjhållfasthet och styvhet.

Återanvändning av träprodukter innebär att processa träavfall som virke till mindre bitar. En rapport från Nordiska Ministerrådet (ENCORT-CDW,2014) lyfter två potentiella återvinningsområden inom bygg för trä: till hårda skivor, eller till mjuka skivor som termisk och akustisk isoleringsmaterial. Idag finns utanför Sverige tillverkare av spånskivor som använder en hög andel återvunnet trämaterial, bl.a. Novopan i Danmark och andra aktörer finns i Polen. Men (Erlandsson och Sundqvist, 2014) varnar för att den termiska isoleringsförmågan av isoleringsprodukter tillverkade från träavfall är sämre än konventionella isoleringsprodukter samt att det saknas kvalitet bedömning system för bygg och rivningsavfallsmaterial. Rapporten från ministerrådet (ENCORT-CDW,2014) lyfter också upp vikten av kvalitetssäkring av egenskaper för återvunnet material. Studien som beskrivs i (Wang mfl, 2016) rapporterar några specifika värden på sådana produkter.

En stor fråga är hur man kan rena träavfall från mögel och andra föroreningar. I det nyligen avslutade europeisk projektet CaReWood kom man fram att man idag kan upptäcka och sortera bort kontaminerade träavfall för att skilja det från rent träavfall genom t.ex. borttagning av minst 3 mm av virke runt om. CaReWood projektet visar också att limmade träprodukter kan tillverkas med tillförlitliga tekniska egenskaper ifrån trämaterial från bygg- och rivningsavfall.

Möjligheter att återvinna trämaterial för att skapa annat än byggprodukter är intressant. Funderingar finns att använda trämaterial från bygg- och rivning till bioprodukter med kortare livslängd som t.ex. papper och emballage produkter, biodrivmedel, textil m.m.

# 13 Gipsskivor

Författare: Pernilla Johansson och Linus Brander, RISE Samhällsbyggnad

## 13.1 Allmänt

Gipsskivor är ett vanligt byggnadsmaterial som återfinns i flera olika delar av en byggnad. Vid rivning uppkommer därför en stor mängd avfall av denna typ av byggnadsmaterial. Vid nybyggnation en stor mängd byggavfall av rena, oanvända gipsskivor, antingen som spill efter att skivorna kapats till rätt dimensioner för att passa byggnaden, eller som överblivna hela skivor som inte använts.

En gipsskiva är oftast uppbyggd av en kärna omgiven av en armering på båda sidor. Huvudråvaran till gipsskivan är mineralet gips (hydrerad kalciumsulfat), som bl.a. bryts ur gipsavsättningar i sedimentär berggrund. I Europa kommer råvaran oftast från Spanien. I regel består armeringen av pappkartong, vilken ibland är behandlad, tex för att öka beständighet i våta utrymmen. Armeringen kan även bestå av glasfiber, antingen som tillsats i gipsen i själva kärnan eller som skikt på båda sidorna av gipsskivan, eller av syntetiska fibrer.

## 13.2 Återvinning idag

Rent insamlat returkips kan återanvändas. Vid återvinning av pappersbeklädda gipsskivor mals gipsen ner och pappkartongen separeras bort för återvinning på annat håll. Den sekundära gipsråvaran blandas med malen jungfrulig råvara i nya gipsskivor. Det finns också möjlighet att mala och blanda in gipsskivor med glasfiber, så länge inte denna fraktion utgör en stor andel i den totala blandningen. Det kan i vissa fall finnas svårigheter att återvinna gips där det finns andra tillsatsmedel eftersom det kan påverka tillverkningsprocessen. Det kan därför vara viktigt att vid rivning särskilja sådana skivor från andra, vilket kan vara en utmaning. Enligt uppgift från en tillverkare av gipsskivor (Gyproc Saint Gobain) påverkas inte slutkvaliteten hos en skiva genom tillsats av sekundär råvara och gipsen kan i princip återvinnas hur många gånger som helst. Eventuella föroreningar i form av mögel eller papprester bränns bort under tillverkningsprocessen (kalcinering vid ca 140 °C). Krossad gips kan också återvinnas utanför byggsektorn i form av jordförbättring, där det blandas upp med rötslam och sprids på åkrar. Detta är det vanligaste sättet idag att återvinna gipsen i form av både bygg- och rivningsavfall.

## 13.3 Sortering, deponi och förbränning

Då gips sorteras som en enskild fraktion kan den vara tillräckligt ren för återvinning. Eftersom gipsskivor är monterade i byggnader tillsammans med annat material blir sällan den här fraktionen från rivning helt ”ren”. Skruvar, träreglar mm som sitter fast i gipsskivorna följer med gipset som slängs. En viss inblandning av andra material kan accepteras men blir andelen för stor är det för kostsamt att sortera.

Ofta hamnar gipsskivor i fraktionen ”osorterat” vid bygg- och rivningsplatser. Vid omlastning på återvinningsföretag sorteras så stor mängd som möjligt ut. Ett stort

problem är att gipsen under denna process smulas sönder i mindre delar, så små att de inte går att sortera ut för återvinning. Istället kommer det att hamna bland den fraktion som kommer att deponeras eller förbrännas. I deponierna kan gipset, då det deponeras med organiskt material, bidra till bildning av svavelväte. I förbränningsanläggningar orsakar gipsen korrosion i samband med rökgasrening.

## 13.4 Möjligheter till ökad återvinning

Det finns möjligheter att öka innehållet av återvunnen andel gips i nya gipsskivor. Tillverkarna av gipsskivor finns på ett fåtal platser i Sverige, varför dagens system med insamling och transport av gipsavfall direkt från bygg-, renoverings- och rivningsplatser blir för kostsamt för såväl miljö som ekonomi. De enskilda volymerna är helt enkelt för små och avstånden för stora. Förbättrade och innovativa uppsamlings- och logistiklösningar skulle lösa en del av detta problem.

För att få en tillräckligt ren råvara behöver sorteringen göras så tidigt som möjligt i bygg- och rivningskedjan. Förutom att säkerställa att inget annat material slängs i behållare avsett för gipsavfall är en möjlig väg att utveckla metoder, tillvägagångssätt och verktyg för att kunna separera gipsen från tex träreglar och skruv på ett effektivt sätt.

# 14 Enkätundersökning hos proffsbyggare

Författare: Johanna Uhrfeldt, Optimera

## 14.1 Bakgrund

Optimera Bygghandel arbetar aktivt med frågor om hållbart byggande och undersöker löpande möjligheter för erfarenhetsutbyte och utveckling av nya tjänster inom området.

Ett led i detta var att undersöka hur frågan om hållbart byggande ter sig för våra proffskunder, för att få en indikation om var vi som bygghandel bäst kan gå in och stötta dem. Därför sände vi ut en enkät utformad för att ge en bild av byggarnas uppfattning om drivkrafterna och utmaningarna inom hållbart byggande, med särskilt fokus på val av produkter och hantering av förbrukat eller överblivet material.

Enkäten genomfördes alltså av Optimera utanför projektet som redovisas i denna rapport.

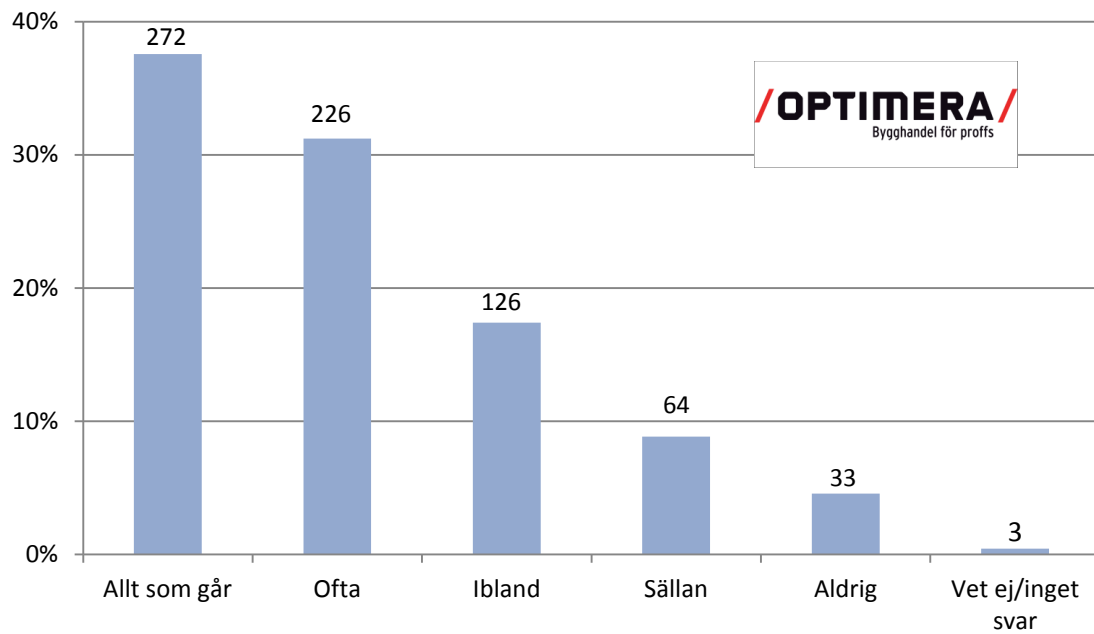
## 14.2 Metod

Enkäten gick ut via e-post i februari 2017 till samtliga medlemmar av vår kundklubb för professionella byggare, vid den tidpunkten 5183 personer. Optimera hade då närmare 50 försäljningsenheter av varierande storlek och placering, från Töcksfors i Värmland ner till Trelleborg i Skåne, vilket därmed ger resultatet denna geografiska begränsning. Enkäten innehöll 12 frågor kring hållbarhet, varav fem rörde återvinning och återbruk av byggmaterial. I denna rapport redovisas resultaten från fyra av dessa.

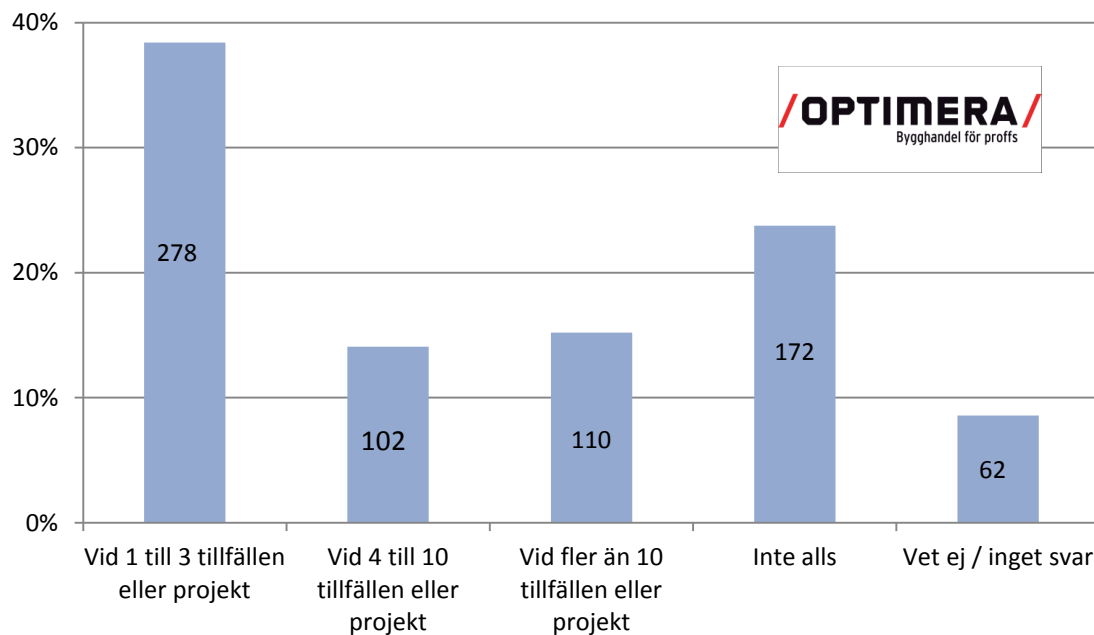
## 14.3 Resultat

Totalt svarade 724 personer på enkäten. De flesta som svarade menar att de lämnar allt de kan till återvinning, se Figur 11. Flera av de svarande har deltagit vid återbruk av byggmaterial för kunds räkning, men de flesta (38%) bara vid något eller enstaka tillfällen, se Figur 12. Så många som 15 % har deltagit vid mer än 10 tillfällen.

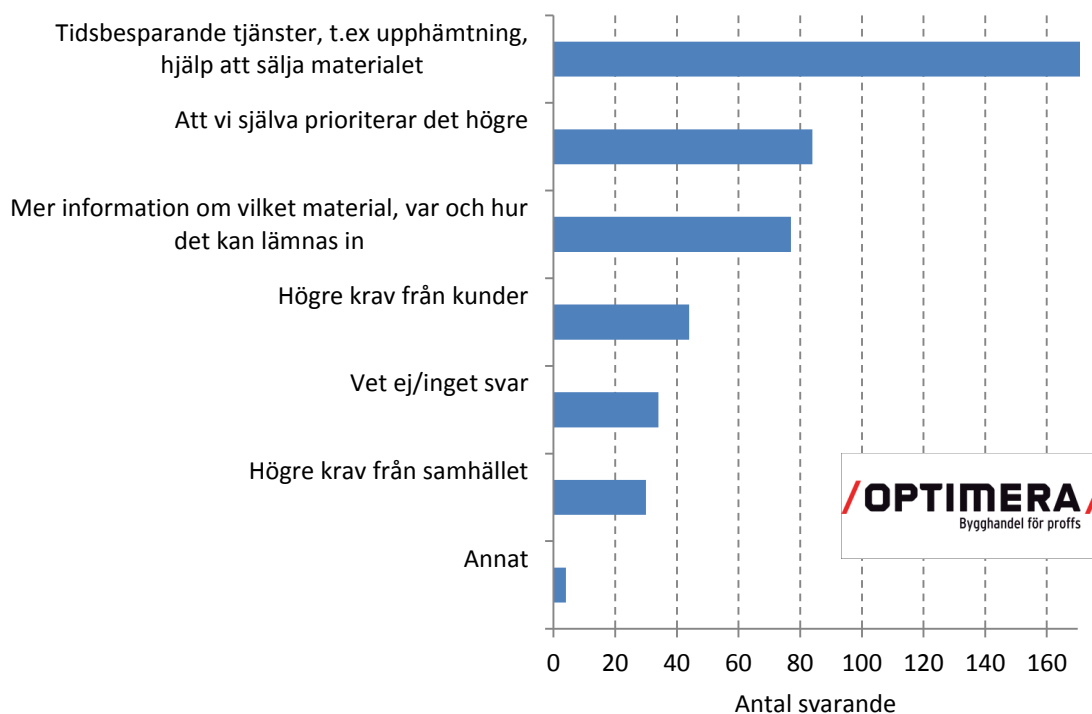
För att öka mängden avfall som lämnas till återvinning efterfrågar man tidbesparande tjänster för insamling och försäljning, samt information om vad, hur och var man kan lämna till återvinning, se Figur 13. Även för återbruk anges tidsmässiga och arbetskrävande insatser som ett hinder, se Figur 14, men även kvalitetsmässiga frågor.



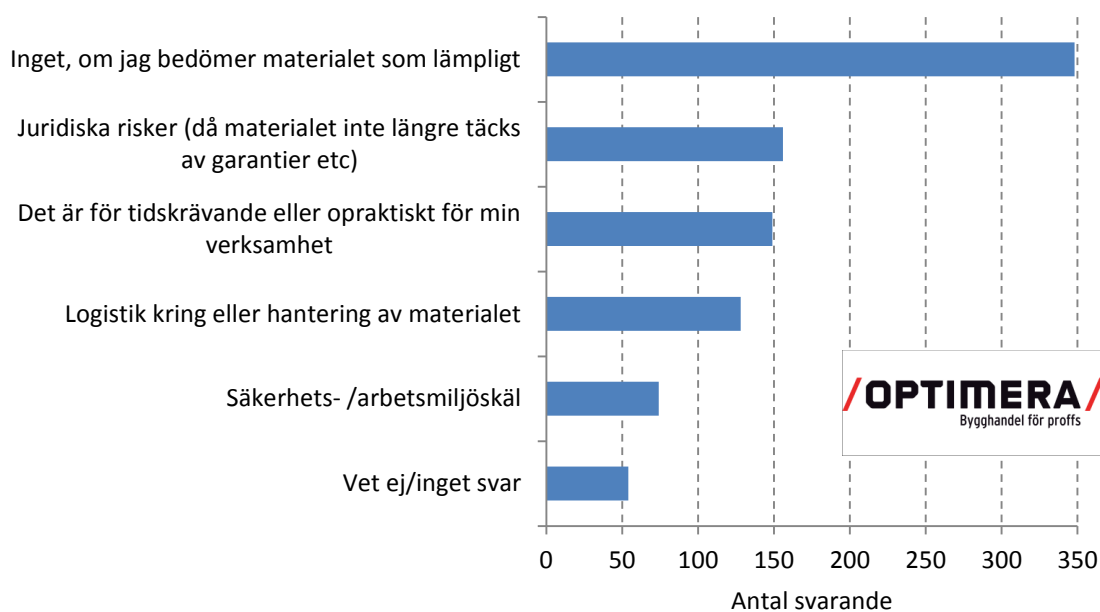
Figur 11 Procentuell fördelning av svar på frågan "Hur ofta lämnar ni som företag spill, begagnat byggmaterial etc till återbruk eller återvinning?". Siffrorna ovanför staplarna anger antalet svarande på frågan.



Figur 12 Procentuell fördelning av svar på frågan "Hur ofta har du själv deltagit i att återbruka byggmaterial för kunds räkning de senaste fem åren?". Siffrorna ovanför staplarna anger antalet svarande på frågan.



Figur 13 Fördelning av svar på frågan "Vad hade behövts för att er egen verksamhet skulle lämna mer till återbruk eller återvinning?". De svarande hade möjlighet att ange flera svar. Ett svarsalternativ var "Vi lämnar redan allt som går att lämna". Detta alternativ valde 363 st av de svarande.



Figur 14 Fördelning av svar på frågan "Vad, om något, gör dig tveksam till att återbruka begagnat byggmaterial för kunds räkning?" De svarande hade möjlighet att ange flera svar.

## 14.4 Diskussion och slutsatser

För oss på Optimera var en viktig slutsats av enkäten att det finns ett uttalat intresse och engagemang bland professionella byggare att återvinna/återbruka byggmaterial.

Detta intresse kombinerat med att de upplever en brist på tid och viss mån kunskaper för att hantera materialet optimalt, tyder på att det vore meningsfullt att utveckla tjänster och informationsinsatser kring detta.

Som ett nästa steg planerar vi nu att söka närmare reda på vilka omständigheter i detalj som påverkar byggarnas avfallshantering idag och som behöver tas med i beräkningen för att bygga smidigast möjliga lösningar för dem i deras vardag. Då våra proffskunders arbetsplatser kan vara allt från privata hem till större nybyggnadsobjekt eller renoveringar behövs en kartläggning av möjligheter och utmaningar för dessa skiftande miljöer, volymer och projekt.

Enkätsvaren tyder också på att vad gäller återbruk behövs någon form av klassificeringssystem för begagnat material. Även om byggaren själv menar sig kunna göra en korrekt bedömning av materialets skick och kvalitet, ger detta inte samma trygghet rent juridiskt som en helt ny produkt erbjuder för både byggare och slutkund. Behovet av denna trygghet skiftar naturligtvis stort mellan olika produkttyper.

Sammanfattningsvis menar vi att enkätsvaren ger en positiv bild av möjligheterna till och efterfrågan på satsningar inom en förbättrad avfallshantering bland våra proffskunder.

## 15 Referenser

- Cavalli et al., 2016. A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber. *Construction and Building Materials*
- Dittlau, 2013. KRAV Alternativa material för vägkonstruktioner. TDOK 2013:0532.
- Elander, Maria, Sundqvist Jan-Olov, "Potentialer för materialåtervinning av byggplast från rivning - Erfarenheter från två fallstudier! Rapport B 2216 IVL Svenska Miljöinstitutet, 2015
- ENCORT-CDW, 2014, Evaluation of the European recovery target for CDW, Nordic Council of Ministers
- Erlandsson and Sundqvist, 2014, Environmental consequences of different recycling alternatives for wood waste, A report to a Nordic cooperation project on the EC recovery target for CDW, B2182. IVL rapport
- EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products) certification guarantees products meeting the exoneration criteria for classification as a carcinogen (Note Q) of the Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council. [www.euceb.org](http://www.euceb.org)
- Ewertson, Schouenborg och Aurstad, 2000. Provningsmetoder anpassade för återvinningsprodukter, del 2 – Sprödhet. Nordtest Teknisk Rapport 440, Projekt Nr 1393-97.
- Grönholm, Raul. 1997. Återvinning av mineraliska massor. Förstudie.
- Hermelin & Dittlau, 2004. Krossad betong i vägkonstruktioner.
- Holmström, A. 2017, Personliga samtal
- Jacobsen och Solberg, 2000. Frost testing of porous and recycled aggregates. NT 1440-99.
- Johansson, P. 2003. Mögel på nytt och begagnat byggnadsvirke. SP Rapport 2003:17.
- Jakubowicz och Klaesson. 1997. Influence of wet concrete and some specific components on the durability of PE-films. SP Rapport 1997:06
- Lindskog, Å. 2010, Översiktlig nulägesanalys av avfallsflödena inom glasbranschen, U. Wiklund, Editor, Tyréns.
- Nakajima and Nakagawa, 2010, Technologies and environmental benefits to reuse 2' by 4' salvaged lumbers, WCTE conference
- Naturvårdsverket, 2009, Betydelse av pentaklorfenolbehandlat trä för spridning av dioxiner i miljön, Rapport 5911
- Schouenborg, Aurstad, Magnestål, Petursson och Winblad, 2003. Test methods adapted for alternative and recycled, porous aggregate materials Part 3 – Water absorption. Nordtest Projekt Nr 1580-02.



- SFS, 2010. Plan och bygglagen SFS 2010:900. [Online]  
Available at: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900\\_sfs-2010-900](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900)  
[Använd 30 10 2017].
- SS 137003:2015, Betong - Användning av EN 206 i Sverige. SIS.
- SS 137003:2015, Betong - Användning av EN 206 i Sverige. SIS.
- SS-EN 1097, Ballast – mekaniska och fysikaliska egenskaper. SIS
- SS-EN 12087, Värmeisoleringsprodukter för byggnader - Bestämning av vattenabsorption vid långvarig nedsänkning i vatten. SIS
- SS-EN 12620+A1:2008, Ballast för betong. SIS.
- SS-EN 13055:2016, Lättballast. SIS
- SS-EN 13369:2013, Förtillverkade betongprodukter – Gemensamma regler. SIS.
- SS-EN 206:2013, Betong – Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse. SIS
- SS-EN 933, Ballast – geometriska egenskaper. SIS
- SS-EN 933-11:2009, Ballast – Geometriska egenskaper – Del 11: Bestämning av sammansättningen hos grovkornig återvunnen ballast. SIS.
- Stenberg & Schouenborg, 1997. Provningsmetoder anpassade för återvinningsmaterial – Kornstorleksfördelning. Nordtest Projekt Nr 1292-96.
- Svennerstedt, B., C. Nilsson, and C. Strömdahl, Återvunnen mineralullsisolering som lösull i lantbrukets ekonomibyggnader, in SLU Rapport, 2010.
- Sveriges Byggindustrier, 2017. Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning. [Online] Available at: [https://www.sverigesbyggindustrier.se/energi-miljo/byggmaterial-och-avfall\\_\\_2033](https://www.sverigesbyggindustrier.se/energi-miljo/byggmaterial-och-avfall__2033)[Använd 30 10 2017].
- Wang et al., 2016, Value-added recycling of construction waste wood into noise and thermal insulating cement-bonded particleboards, Construction and Building Materials
- Vägverket, 2007. Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad. Publikation 2007:110. ISSN 1401-9612.
- Yarahmadi et.al. Polymer Degradation and Stability Vol 66 p 415-421 (1999)
- Yarahmadi, N, "Recycling and Durability of PVC Focusing on Pre- and Post Consumer Wastes from Building Products, Doktorsavhandling Chalmers, ISBN 91-7291-298-7, 2003
- Ydrevik, 2000. Återvägen – Råd och vägledning för återvinning av krossad betong som ballast i gator och vägar.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Byggteknik  
RISE Rapport 2017:55  
ISBN 978-91-88695-22-2